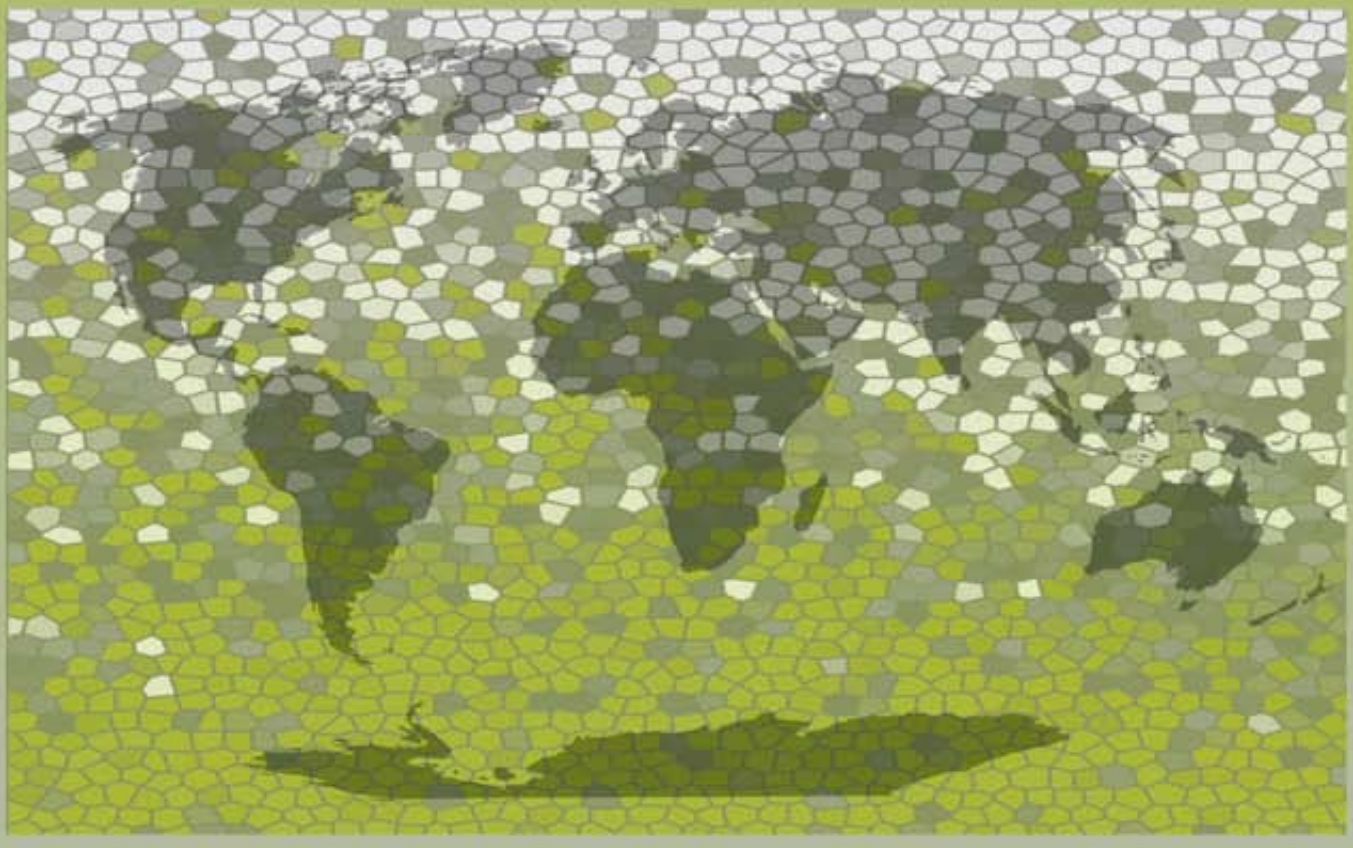
إدارة الشـؤون الاقتصاديـة والاجتماعيـة

دليـل
البنية الأساسية الجغرافية المكانية
لدعـم
أنشطة التعداد



الأمـم المتحـدة

ST/ESA/STAT/SER.F/103

إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية
شُعبة الإحصاءات

دراسات في الطرق

السلسلة واو، العدد ١٠٣

دليـــل البنية الأساسية الجغرافية المكانية لدعـــم أنشطة التعداد

الأمـم المتحـــدة
نيويورك، ٢٠١٠

إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية

إدارة الشـؤون الاقتصاديـة والاجتماعيـة في الأمانة العامة للأمم المتحدة هـي حلقة وصل مهمة بين السياسـات العالميـة في المجـالات الاقتصاديـة والاجتماعية والبيئيـة والعمل على الصعيـد الوطني. وتقـوم الإدارة بعملها على ثلاثة محاور رئيسـية مترابطة: '١' فهي تقـوم بجمع وتوليد وتحليل طائفة واسـعة مـن البيانات والمعلومات الاقتصاديـة والاجتماعية والبيئية تسـتفيد منها الدول الأعضاء في الأمم المتحدة في اسـتعراض المشاكل المشـتركة والاطلاع على خيارات السياسات العامة؛ '٢' وهي تقـوم بتيسـير المفاوضات بين الـدول الأعضاء في كثير من الهيئـات الدولية الحكومية بشـأن مناهج العمل المشـترك التي تواجه بها الدول الأعضاء التحديات الجارية والبازغة؛ '٣' وهي تقدِّم المشـورة للحكومات المهتمة بشـأن الطرق والوسـائل التي يمكن اتباعها في ترجمة أُطر السياسـة العامة التي تنشـأ عن مؤتمرات الأمم المتحدة ومؤتمرات القمة التي تعقدها إلى برامج على المسـتويات القطرية، كما تساعد من خلال برامج المساعدة التقنية في بناء القدرات الوطنية.

ملاحظة

تتألـف رموز وثائق الأمم المتحدة من حـروف وأرقام، ويعني إيراد أحد هذه الرموز الإحالة إلى إحدى وثائق الأمم المتحدة.

ST/ESA/STAT/SER.F/103

منشورات الأمم المتحدة
رقم المبيع: A.09.XVIII.8
ISBN: 978-92-1-661030-2

حقوق الطبع © محفوظة للأمم المتحدة، ٢٠١٠
جميع الحقوق محفوظة

تصدير

نشرت الأمم المتحدة دليل أنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية، لاستعماله في جولة تعداد السكان والمساكن لعام ٢٠٠٠. وقدَّم ذلك الدليل إرشادات مفيدة في مجال رسم الخرائط للتعداد. ويحتاج ذلك الدليل الذي صدر في عام ٢٠٠٠ إلى تحديث واستعراض لمواكبة ما جدّ من تطورات في التكنولوجيات الجغرافية المكانية وتطبيقاتها في الممارسات الإحصائية، وخاصة في تعدادات السكان والمساكن.

وقد طلبت اللجنة الإحصائية في دورتها السادسة والثلاثين من شُعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة أن تمضي قدماً في العمل الذي تضطلع به في مراجعة وتحديث المبادئ والتوصيات الخاصة بتعدادات السكان والمساكن، وذلك من أجل البرنامج العالمي لتعدادات السكان والمساكن لعام ٢٠١٠. وطلبت اللجنة الإحصائية من شُعبة الإحصاءات في هذا الصدد أن تتناول مسائل معيَّنة متصلة بالموضوع، منها تطبيق نُظم المعلومات الجغرافية في جمع البيانات ونشرها. وترد هذه التحديثات في مبادئ وتوصيات لتعدادات السكان والمساكن، التنقيح ٢، التي اعتمدتها اللجنة الإحصائية في آذار/ مارس ٢٠٠٧.

وبعد اعتماد المبادئ والتوصيات، التنقيح ٢، أخذت شُعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة بالقيام بسلسلة من الأنشطة لمساندة ودعم البرنامج العالمي لتعدادات السكان والمساكن لعام ٢٠١٠، ومراجعة دليل ٢٠٠٠ لكي يواكب ما جدّ من تقدُّم تكنولوجي في مجال الجغرافيا المكانية. وفي أيار/ مايو ٢٠٠٧ قامت الشُعبة بعقد اجتماع لفريق من الخبراء في نيويورك حول الممارسات المعاصرة في مجال إعداد خرائط التعداد واستخدام نُظم المعلومات الجغرافية. وكان الغرض من الاجتماع هو تقديم مدخلات من أجل مراجعة دليل ٢٠٠٠. وقامت الشُعبة أيضاً بعقد خمس ورشات عمل في الربع الأخير من عام ٢٠٠٧ وأوائل عام ٢٠٠٨ حول استخدام التكنولوجيات الجغرافية المكانية في عمليات خرائط التعداد. وعُقدت اثنتان من تلك الورشات في أفريقيا، إحداهما للبلدان الناطقة بالإنكليزية والأخرى للبلدان الناطقة بالفرنسية، كما عُقدت ورشة عمل في كل من المنطقة الآسيوية ومنطقة الكاريبي ومنطقة جزر المحيط الهادئ. وتعاقدت شُعبة الإحصاءات على خدمات خبير استشاري هو السيد ديفيد رين، ليساعد في إعداد مسودة الدليل المنقَّح. وفي نيسان/ أبريل ٢٠٠٨ عُقد اجتماع ثانٍ لفريق خبراء في نيويورك لاستعراض مسودة الدليل المنقَّح.

وتنعكس في هذا الدليل المنقَّح، الذي يصدر بعنوان دليل البنية الأساسية الجغرافية المكانية لدعم أنشطة التعداد، توصيات اجتماعات فريقي الخبراء وورشات العمل الإقليمية بشأن نُظم المعلومات الجغرافية وإعداد خرائط التعداد. وتؤكد هذه التوصيات على ضرورة أن تنتهج البلدان سبيل استعمال البرامج الجغرافية الخاصة بالتعداد باعتباره عملية متواصلة وليس مجرد سلسلة من عمليات الخرائط والنشر. وأكدت تلك التوصيات على ضرورة أن يبين الدليل مدى الفائدة التي تعود على البلدان من استخدام التكنولوجيات الجغرافية المكانية المعاصرة وقواعد البيانات

الجغرافية وتطبيقها في جميع مراحل تعدادات السكان والمساكن. وينبغي على سبيل المثال أن يبين الدليل ما يترتب على استخدام تلك التكنولوجيا من كفاءة في المرحلة التحضيرية ومراحل العدّ والتجهيز والنشر لبيانات التعدادات.

وفي هذا الصدد فإن من المهم أن يضع الدليل بين يدي مخططي التعداد وغيرهم من العاملين في التعداد بياناً عملياً تقنياً يشرح الطرق والأدوات المعاصرة وأفضل الممارسات التي تمكّن هؤلاء من التعبير بشكل واضح عن احتياجاتهم والتعامل مع عمليات خرائط التعداد بأكبر قدر من الكفاءة. وباختصار فإن الدليل يغطي احتياجات الإدارة والاحتياجات التنفيذية بكثير من التفصيل. فهو يتناول المسائل التنظيمية والمؤسسية التي تشغل رؤساء وكالات الإحصاء الوطنية وغيرهم من المديرين، كما يتناول بشكل واضح المسائل التقنية والعملية التي تشغل معدّي الخرائط والقائمين على التعداد.

وينقسم هذا الدليل إلى ستة فصول وسبعة مرفقات. وترد في الفصل الأول مقدمة موجزة يليها في الفصل الثاني استعراض للمسائل الإدارية التي يهتم بها رؤساء وكالات الإحصاء والتي ينبغي أن تولى أهمية في إعادة تنظيم مكاتب الإحصاء الوطنية بما يكفل الاستخدام الأمثل للبنية الأساسية الجغرافية المكانية. ويقدِّم الفصل الثالث محتوى تقنياً لفائدة مديري تجهيز البيانات ورؤساء وحدات رسم الخرائط/ نُظم المعلومات الجغرافية تساعدهم في النواحي العملية المتصلة بإقامة قاعدة بيانات جغرافية رقمية على مستوى مناطق العدّ. ويولي الفصل الرابع مزيداً من التركيز على النواحي التقنية، فيشرح بالتفصيل عملية إقامة قاعدة بيانات جغرافية على مستوى منطقة العدّ، واستخدام التكنولوجيات الحديثة مثل الشبكات العالمية لتحديد المواقع، والاستشعار من بُعد، في إدخال التصحيحات، وإدماجها في الأعمال التي تتم على الأرض إن كان ذلك ضرورياً. ويتناول الفصل الخامس عملية إعداد الخرائط اللازمة للعدّ مع التركيز على الأعمال التنفيذية التي تجري من حيث انتهت المناقشات الخاصة بقواعد البيانات الجغرافية. ويتناول الفصل السادس استعمال البنية الأساسية الجغرافية المكانية في نشر نتائج التعداد. وتعتبر المرفقات من الأول إلى السابع مراجع سهلة التناول لفائدة الذين يقومون بتخطيط وتنفيذ الحلول الجغرافية المكانية في مشاريع التعداد.

وقامت الأمانة العامة للأمم المتحدة في سياق عملية مراجعة الدليل بالتشاور مع خبراء في إعداد الخرائط والمعلومات الجغرافية يمثلون جميع مناطق العالم، من أجل استعراض هذا الدليل ووضعه في شكله النهائي. ويحتوي الدليل كذلك على بعض الأمثلة لممارسات البلدان في تطبيقات نُظم المعلومات الجغرافية والنُظم العالمية لتحديد المواقع وإعداد الخرائط الرقمية المستخدمة في التعداد، التي قدمها عدد من هؤلاء الخبراء. وقام بإعداد هذا الدليل السيد ديفيد رين، الخبير الاستشاري لدى شُعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة، بالتعاون مع فريق شُعبة الإحصاءات.

المحتويات

الصفحة

تصدير ..... ج

الفصل

الأول – مقدمة ١

ألف – مدخل إلى الدليل، ودواعي إصداره ١

باء – نطاق هذا الدليل وأغراضه وإطاره العام ٣

جيم – عرض موجز لفصول الدليل ٤

الثاني – اعتبارات إدارية لفائدة رؤساء مكاتب الإحصاءات الوطنية وغيرهم من صانعي القرارات ٧

ألف – مقدمة ٧

باء – دور الخرائط في التعداد ١٣

جيم – من الخرائط إلى قواعد البيانات الجغرافية: ثورة الخرائط مستمرة ١٤

دال – زيادة الطلب على البيانات الإحصائية التفصيلية ١٦

هاء – الاستثمار في التكنولوجيا الجغرافية المكانية: التكاليف والفوائد ١٨

واو – عوامل النجاح الأساسية في تنفيذ النهج الجغرافي المكاني في مكاتب الإحصاء الوطنية ٢١

زاي – تخطيط عملية التعداد باستخدام الأدوات الجغرافية المكانية .. ٢٢

حاء – تقدير الاحتياجات وتحديد الخيارات الجغرافية ٢٢

١ – تقدير احتياجات المستعملين ٢٢

٢ – تحديد المنتجات ٢٤

٣ – خيارات البيانات الجغرافية ٢٥

٤ – الموارد البشرية وبناء القدرات ٢٥

طاء – التعاون المؤسسي: البنية الأساسية الوطنية للبيانات المكانية: ضمان التوافق مع الإدارات الحكومية الأخرى ٢٩

ياء – المعايير ٣٤

كاف – التعاون ٣٤

لام – موجز واستنتاجات ٣٥

الثالث – إنشاء قاعدة بيانات للتعداد على مستوى مناطق العدّ ٣٧

ألف – مقدمة ٣٧

باء – تعريف جغرافية التعداد الوطني ٣٩

الصفحة

١ – التسلسل الهرمي الإداري ٣٩
٢ – العلاقة بين الوحدات الإدارية وغيرها من وحدات الإبلاغ الإحصائي، أو وحدات الإدارة ٤٠
٣ – معايير ترسيم مناطق العدّ على الطبيعة وتنفيذها..... ٤٢
٤ – ترسيم مناطق الإشراف (المشرفون على طواقم العدّادين) ٤٤
٥ – الترميز الجغرافي لمناطق العدّ..... ٤٤
٦ – مكونات قاعدة بيانات التعداد ٤٦
٧ – اتساق تصميم وحدة العدّ مع التعدادات السابقة..... ٤٧
جيم – مصادر البيانات الجغرافية لترسيم مناطق العدّ..... ٥١
١ – أنواع الخرائط المطلوبة ٥١
٢ – جرد المصادر القائمة ٥١
٣ – استيراد البيانات الرقمية القائمة ٥٢
٤ – تحويل البيانات الجغرافية: من تناظرية إلى رقمية..... ٥٦
(أ) المسح الضوئي ٥٩
(ب) الرقمنة..... ٦٤
(ج) التدقيق..... ٦٧
(د) بناء وصيانة الطوبولوجيا..... ٦٨
(هـ) تكامل الخريطة الرقمية ٦٩
(و) تحديد المرجعية الجغرافية ٦٩
(ز) تغيير الإسقاط والمسند..... ٧١
(ح) دمج قطاعات الخريطة المنفصلة ٧٢
دال – تنفيذ قاعدة بيانات لمناطق العدّ..... ٧٣
١ – قواعد البيانات العلاقاتية ٧٤
٢ – تحديد محتوى قاعدة البيانات (نمذجة البيانات)..... ٧٦
هاء – المسائل المتعلقة بنوعية البيانات ٧٧
١ – متطلبات الدقة..... ٧٧
٢ – مراقبة الجودة..... ٨٠
٣ – تقسيم البلد إلى وحدات للتجهيز..... ٨١
٤ – الخريطة الرقمية الإدارية الأساسية..... ٨٢
٥ – التعامل مع وحدات المناطق المنفصلة ٨٢
٦ – حساب المساحات..... ٨٤
واو – وضع البيانات الفوقية ٨٥
زاي – موجز واستنتاجات ٨٨
الرابع – تكامل العمل الميداني باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع وبيانات الاستشعار من بُعد ٨٩
ألف – النظام العالمي لتحديد المواقع ٩٠
١ – كيف يعمل النظام العالمي لتحديد المواقع..... ٩١

الصفحة

٢ – دقة النظام العالمي لتحديد المواقع ٩٢
٣ – النُظم التفاضلية لتحديد المواقع ٩٢
٤ – نُظم ملاحة ساتلية عالمية أخرى ٩٤
٥ – النظام العالمي لتحديد المواقع في تطبيقات رسم خرائط التعداد ٩٥
٦ – مهام معيَّنة لرسم الخرائط يُستعان فيها بالنظام العالمي لتحديد المواقع ٩٦
٧ – الاحتياجات التدريبية لاستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع ٩٨
٨ – موجز: مزايا وعيوب النظام العالمي لتحديد المواقع ... ٩٩
باء – أنظمة رسم الخرائط الميدانية المتكاملة باستخدام الحواسيب المحمولة باليد ١٠٠
جيم – الاستشعار من بُعد عن طريق السواتل ١٠٣
١ – استخدام التصوير للتحقق الميداني من خرائط منطقة العدّ المنتجة في مقر هيئة التعداد ١٠٣
٢ – مبادئ الاستشعار من بُعد بواسطة السواتل ١٠٣
٣ – دقة وضوح بيانات الاستشعار من بُعد ١٠٥
٤ – مصادر بيانات سواتل الاستشعار من بُعد عبر شبكة الإنترنت ١٠٧
٥ – تطبيقات الاستشعار من بُعد لتحليل بيانات السكان ... ١٠٩
٦ – مزايا وعيوب بيانات الاستشعار الساتلي من بُعد ١١١
دال – التصوير الجوي ١١٢
١ – لمحة شاملة عن التصوير الجوي ١١٢
٢ – تطبيق الصور الجوية في رسم خرائط التعداد ١١٣
٣ – مسائل التنفيذ والقضايا المؤسسية المتعلقة بالتصوير الجوي ١١٥
٤ – مزايا وعيوب الصور الجوية ١١٦
هاء – موجز واستنتاجات ١١٧
الخامس – استعمال قواعد البيانات الجغرافية (الخرائط) أثناء التعداد ١١٩
ألف – مقدمة: استعمال الأدوات الجغرافية المكانية أثناء عمليات العدّ في التعداد ١١٩
باء – ضمان النوعية، وإنتاج خرائط مناطق العدّ، والاحتفاظ بقاعدة البيانات ١٢٠
١ – نظرة عامة ١٢٠
٢ – إنتاج مسودات الخرائط ووضع إجراءات ضمان النوعية. ١٢٠
٣ – التحقق من مطابقة الحدود وملفات الخصائص، وطباعة خرائط العرض العام ١٢٠
٤ – ضمان النوعية ١٢٢
٥ – التدقيق من قِبل السلطات المحلية والمراجعة النهائية من قِبل الوحدة الإدارية ١٢٣

الصفحة

٦ – إنتاج خرائط مناطق العدّ (بما في ذلك طباعة الخرائط) . . ١٢٤
جيم – استخدام البنية الأساسية الجغرافية المكانية أثناء عملية العدّ في التعداد ١٢٩
١ – استعمال الخرائط الرقمية من أجل السوقيات في التعداد . ١٢٩
٢ – رصد التقدُّم في عمليات التعداد ١٣٠
٣ – مبادئ توجيهية لاستعمال الخرائط من قِبل العدّادين أثناء التعداد. ١٣١
٤ – تحديث التصويبات على خرائط مناطق العدّ أثناء العدّ . . ١٣١
دال – موجز واستنتاجات ١٣٣
السادس – قواعد البيانات الجغرافية واستخدامها في نشر نتائج التعداد ومنتجاته وخدماته ١٣٥
ألف – مقدمة ١٣٥
باء – المهام المطلوبة بعد عملية العدّ وفي الفترة الفاصلة بين تعدادين ١٣٦
المهام الوسيطة ١٣٦
١ – إدخال التحديثات والتغييرات التي اكتشفها العدّادون . ١٣٦
٢ – تجميع وحدات جمع البيانات ووحدات التبويب أو الوحدات الإحصائية. ١٣٧
٣ – حفظ بيانات قاعدة البيانات. ١٣٩
٤ – صيانة قواعد البيانات: مزايا وجود برنامج دائم للخرائط ١٣٩
جيم – نشر المنتجات الجغرافية للتعداد ١٤٠
١ – التخطيط لنشر البيانات ١٤٠
٢ – اعتبارات الإفصاح عن البيانات وسرية البيانات: مشكلة التمايز ١٤٢
٣ – تسويق منتجات وخدمات التعداد الجغرافية. ١٤٤
٤ – الاتصال والتوعية. ١٤٥
٥ – قائمة المنتجات المحتملة ١٤٦
(أ) ملفات المعادلة والمقارنة ١٤٦
(ب) مكتبة الخرائط المرجعية ١٤٦
(ج) المعاجم الخرائطية والملفات المركزية. ١٤٦
٦ – الخرائط المواضيعية المعدة للنشر ١٤٧
(أ) مزايا الخرائط ١٤٧
(ب) وضع خرائط مواضيعية لبيانات التعداد ١٤٨
(ج) أطالس التعداد الرقمية ١٥١
'١' الأطلس الثابت. ١٥١
'٢' الأطالس الدينامية ١٥٣
(د) تقنيات التحليل المكاني ١٥٤
(هـ) المسائل المتعلقة بإنتاج الخرائط وطباعتها: أنواع المخرجات. ١٥٨

الصفحة

(و) أدوات وبرمجيات الخرائط ١٦٠
٧ – خيارات النواتج: الملفات الرقمية ١٦٠
(أ) أنساق البيانات ١٦١
(ب) نسق التصوير المساحي ١٦٣
(ج) أنساق بيانات نظام المعلومات الجغرافية ١٦٥
(د) بيانات الإحداثيات ١٦٥
(هـ) البيانات المبوَّبة ١٦٧
دال – الطباعة ١٦٨
١ – نظرة عامة ١٦٨
٢ – أنواع الطابعات ١٦٨
٣ – الطباعة التجارية ١٧٠
هاء – البيانات الجغرافية الرقمية للنشر ١٧١
١ – استراتيجيات نشر البيانات الرقمية للوصول إلى المستعملين المحتملين ١٧٢
(أ) تحديد محتوى البيانات ١٧٣
'١' إلى أي مستوى تُنشر البيانات؟ ١٧٣
'٢' هل توضع قاعدة بيانات جغرافية كبيرة أو مجموعة من قواعد بيانات التعداد؟ ١٧٣
'٣' ما هي درجة الإحكام المطلوبة في التكامل بين الحدود وقاعدة البيانات؟ ١٧٥
'٤' ما هي كمية البيانات الفوقية اللازم تقديمها؟ ١٧٥
(ب) مصطلحات أسماء الملفات ١٧٥
(ج) ضغط الملفات ١٧٥
(د) الوثائق، بما فيها معاجم البيانات ١٧٦
(هـ) مراقبة الجودة والتأكد من أن منتجات البيانات قابلة للتوزيع ١٧٧
٢ – المسائل القانونية والتجارية ١٧٨
(أ) حق نشر البيانات ١٧٨
(ب) عمليات المعاوضة في التسويق التجاري للبيانات الجغرافية ١٧٩
(ج) مسائل المسؤولية ١٨١
٣ – الخرائط على الإنترنت ١٨٢
(أ) نُهج حاسوب خدمة الشبكة ١٨٣
(ب) نُهج التصرّف من قِبل العملاء ١٨٤
(ج) النُهج الهجينة ١٨٥

الصفحة

(د) فُرص توزيع بيانات التعداد، بما في ذلك الخرائط على خادوم الشبكة ١٨٥
واو – موجز واستنتاجات ١٨٩

ثبت المراجع ١٩١

المرفقات

الأول – نُظم المعلومات الجغرافية ١٩٥
ألف– نظرة عامة على نُظم المعلومات الجغرافية ١٩٥
باء – نماذج بيانات نظام المعلومات الجغرافية ٢٠٠
جيم– قدرات نظام المعلومات الجغرافية ٢٠٥
الثاني – نُظم الإحداثيات وإسقاطات الخرائط ٢١١
ألف– مقدمة ٢١١
باء – الإحداثيات ٢١٢
جيم– خصائص إسقاطات الخرائط ٢١٥
دال – رسم الخرائط بدقة أكبر: مراجع الإسناد الجغرافية ٢١٧
هاء – مقياس رسم الخرائط ٢٢٠
واو – مثال للإسناد الجغرافي ٢٢٢
زاي– اعتبارات عملية ٢٢٥
الثالث – نمذجة البيانات ٢٢٧
ألف– مقدمة ٢٢٧
باء – تعريف المصطلحات الرئيسية ٢٢٧
جيم– قالب نموذجي ٢٢٨
الرابع – مثال لمعجم بيانات للتوزيع ٢٣١
الخامس – تصميم الخرائط المواضيعية ٢٣٥
ألف– مقدمة ٢٣٥
باء – مبادئ تصميم الخرائط ٢٣٥
جيم– تصنيف البيانات ٢٥٧
دال – اختيار الألوان ٢٦٨
هاء – تصميم مفتاح الخريطة ٢٧١
واو – الخرائط التي تحكي قصصاً ٢٧٢
السادس– مسرد المصطلحات ٢٧٧
السابع – عناوين مفيدة، ومحدّدات عالمية للمصادر ٢٩٩

الأُطر

الإطار ٢ – ١ أربع دراسات حالة قطرية ١٠
الإطار ٢ – ٢ الصعاب المتعلقة بالتكنولوجيا والتكاليف ١٩
الإطار ٢ – ٣ ثلاثة أمثلة للتعاون في تقاسم البيانات ٣٠

الصفحة

الإطار ٢ – ٤ – مشاركة الوكالات الدولية والتنسيق ٣٣
الإطار ٣ – ١ – معايير اختيار البرمجيات الجغرافية المكانية: خيارات البرمجيات التجارية وبرمجيات تحليل الصور والبرمجيات المجانية المفتوحة المصدر ٥٣
الإطار ٤ – ١ – دراسة حالة لتجربة النظام العالمي لتحديد المواقع: فيجي ١٠١
الإطار ٤ – ٢ – إعداد صور التصوير المساحي الرقمية ١١٤
الإطار ٥ – ١ – إنتاج الخرائط الميدانية للتعداد في الهند ١٣٢
الإطار ٦ – ١ – دراسة حالة لاستعمال شبكة الويب في رسم الخرائط لنشر بيانات التعداد: كندا ١٨٨

الأشكال

الشكل ٢ – ١ مراحل تخطيط العمل الجغرافي للتعداد ٢٣
الشكل ٣ – ١ هرمية عامة لجغرافية التعداد ٣٩
الشكل ٣ – ٢ رسم توضيحي لهرمية إدارية متداخلة ٤٠
الشكل ٣ – ٣ مخطط عام لترميز منطقة عد ٤٥
الشكل ٣ – ٤ مكونات قاعدة بيانات التعداد المكانية الرقمية ٤٧
الشكل ٣ – ٥ مراحل تطوير قواعد البيانات الجغرافية للتعداد ٥٠
الشكل ٣ – ٦ المفاضلات في عملية تحويل البيانات ٥٧
الشكل ٣ – ٧ صورة لماسحة تلقيم ٥٨
الشكل ٣ – ٨ التحويل شبه الآلي إلى متجهات ٦٢
الشكل ٣ – ٩ التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات، وتنعيم بيانات الصورة الناتجة عن المسح ٦٣
الشكل ٣ – ١٠ جدول الرقمنة ٦٥
الشكل ٣ – ١١ الرقمنة على الشاشة ٦٧
الشكل ٣ – ١٢ بعض أخطاء الرقمنة الشائعة ٦٨
الشكل ٣ – ١٣ الترجمة والتكبير والتصغير، وتدوير الوضع ٧٠
الشكل ٣ – ١٤ الخريطة بوحدات الرقمنة؛ والخريطة بإحداثيات عالم الواقع ٧٠
الشكل ٣ – ١٥ دمج صحائف الخرائط الرقمية المتاخمة ٧٢
الشكل ٣ – ١٦ التشذيب بعد ضم صحائف الخرائط المتاخمة ٧٣
الشكل ٣ – ١٧ مثال لجدول الكيان: منطقة عدّ ٧٤
الشكل ٣ – ١٨ جداول قاعدة بيانات علاقاتية ٧٧
الشكل ٣ – ١٩ الدقة المنطقية ٧٨
الشكل ٣ – ٢٠ المشاكل التي تنشأ عن عدم الدقة المكانية ٧٩
الشكل ٣ – ٢١ التعامل مع الوحدات الإدارية التي تتألف من عدة مضلعات ٨٣
الشكل ٣ – ٢٢ بحيرة تغطي مساحة واسعة في العديد من وحدات إدارية ٨٤
الشكل ٤ – ١ النُظم التفاضلية لتحديد المواقع ٩٣
الشكل ٤ – ٢ حدود مناطق العدّ التي جرى تحديدها فوق صورة ساتلية بانكروماتية .. ١٠٢

الصفحة

الشكل ٤ – ٣ عملية الاستشعار من بُعد ١٠٤
الشكل ٤ – ٤ الطيف الكهرومغناطيسي ١٠٥
الشكل ٤ – ٥ بيان حجم نقاط الضوء في الصور الجوية وفي الصور الساتلية ١٠٦
الشكل ٤ – ٦ أفلام التصوير مقابل الصور الممسوحة ضوئياً ١١٣
الشكل ٤ – ٧ التشوه بسبب التضاريس ١١٤
الشكل ٥ – ١ مراحل ضمان النوعية، وإنتاج المنتجات، وصيانة قاعدة البيانات ١٢١
الشكل ٥ – ٢ عناصر عيِّنة لخريطة رقمية لمنطقة عدّ ١٢٦
الشكل ٥ – ٣ مثال لخريطة منطقة عد حضرية ١٢٧
الشكل ٦ – ١ أمثلة لوحدات التبويب ووحدات الإبلاغ في التعداد ١٣٨
الشكل ٦ – ٢ مشكلة التمايز في الكشف عن البيانات الإحصائية ١٤٣
الشكل ٦ – ٣ خيارات تصميم العرض لأطلس رقمي ثابت للتعداد ١٥٢
الشكل ٦ – ٤ صورة من الأطلس الدينامي لأوكرانيا ١٥٥
الشكل ٦ – ٥ عزل جسم مضلَّع ١٥٦
الشكل ٦ – ٦ مثال للاستكمال الخطي لبيان خطوط الكفاف ١٥٧
الشكل ٦ – ٧ رسم لمضلعات ثيسن ١٥٨
الشكل ٦ – ٨ مثال لخريطة بيانية ١٥٩
الشكل ٦ – ٩ عملية الطباعة الرقمية ١٧١
الشكل ٦ – ١٠ رسم الخريطة على الإنترنت: نهج حاسوب خدمة الشبكة ١٨٣
الشكل ٦ – ١١ نقل الخرائط عن طريق الإنترنت: نهج التركيز على المستعمِل ١٨٤
الشكل م ١ – ١ أُسس نظام المعلومات الجغرافية ١٩٦
الشكل م ١ – ٢ أنواع المعلومات المخزّنة في نظام المعلومات الجغرافية ١٩٨
الشكل م ١ – ٣ طبقات البيانات – الفراغ كنظام للفهرسة ١٩٩
الشكل م ١ – ٤ النقاط والخطوط والمضلّعات ٢٠٠
الشكل م ١ – ٥ نماذج بيانات المتّجهات: نموذج الإسباجتي مقابل النموذج الطوبولوجي ٢٠١
الشكل م ١ – ٦ البيانات المكانية وغير المكانية المختزنة في نظام المعلومات الجغرافية القائم على أساس المتّجهات ٢٠٢
الشكل م ١ – ٧ مثال لملف بيانات مساحي ٢٠٣
الشكل م ١ – ٨ يمكن استخدام كل من نموذج المتجهات ونموذج البيانات المساحية في عرض البيانات المستمرة وبيانات الأماكن البارزة ٢٠٤
الشكل م ٢ – ١ نظاما إحداثيات بلانار والإحداثيات القطبية ٢١٢
الشكل م ٢ – ٢ الإحداثيات على الكرة الأرضية: نظام الإسناد وفقاً لخطوط الطول وخطوط العرض ٢١٣
الشكل م ٢ – ٣ رسم توضيحي لعملية الإسقاط الخرائطي (الإسقاط السمتي) ٢١٣
الشكل م ٢ – ٤ أنواع مساقط الخرائط ٢١٤
الشكل م ٢ – ٥ الطرق المختلفة لتكوين المساقط ٢١٥

الصفحة

الشكل م ٢ – ٦ إسقاطات الخرائط الشائعة ٢١٨
الشكل م ٢ – ٧ الشكل الكروي مقابل الإهليلجي ٢١٩
الشكل م ٢ – ٨ نظام شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة الشاملة ٢٢٠
الشكل م ٢ – ٩ موقع مبنى المقر الدائم للأمم المتحدة في نظام الإسناد UTM ٢٢١
الشكل م ٢ – ١٠ نقاط الضبط على صفحة الخريطة ٢٢٣
الشكل م ٥ – ١ تكوين تسلسل هرمي مرئي من خلال اختيار الألوان أو درجات اللون . ٢٣٦
الشكل م ٥ – ٢ مثال لخريطة للوحدات الإدارية والمراكز الحضرية الرئيسية ٢٣٩
الشكل م ٥ – ٣ مثال لخريطة مواضيعية لكثافة السكان ٢٤٠
الشكل م ٥ – ٤ أثر التعميم على عرض المعلومات المكانية ٢٤١
الشكل م ٥ – ٥ يلزم أحياناً تبسيط تعقيد العالم الحقيقي لغرض التمثيل في نظام المعلومات الجغرافية ٢٤١
الشكل م ٥ – ٦ قياس المتغيِّرات ٢٤٢
الشكل م ٥ – ٧ المتغيِّرات البيانية للمضلّعات، والخطوط، والنقاط ٢٤٤
الشكل م ٥ – ٨ خريطة كثافة نقطية ٢٤٥
الشكل م ٥ – ٩ الجمع بين خرائط النقاط وخرائط القيم المتناسبة ٢٤٦
الشكل م ٥ – ١٠ رسم خرائط أجسام نقطية متفردة ٢٤٧
الشكل م ٥ – ١١ الرموز التناسبية للمعالم الممثّلة بالنقاط وبالمساحة ٢٤٨
الشكل م ٥ – ١٢ الرسوم التصويرية مقابل الرموز الجغرافية البسيطة ٢٤٨
الشكل م ٥ – ١٣ إظهار مدى التدفق واتجاهه، باستخدام الرموز الجغرافية البسيطة ٢٤٩
الشكل م ٥ – ١٤ تمثيل قِيم البيانات بتغيير عدد رموز الخريطة لكل معلَم ٢٥٠
الشكل م ٥ – ١٥ خريطة مخطط الكعكة ٢٥١
الشكل م ٥ – ١٦ مزيج من خرائط القيم المتناسبة وخرائط مخطط الكعكة ٢٥١
الشكل م ٥ – ١٧ خريطة تبين التغيرات على مر الزمن، باستخدام مخطط توزيع التواتر. ... ٢٥٢
الشكل م ٥ – ١٨ الجمع بين الخرائط والأهرامات السكانية ٢٥٣
الشكل م ٥ – ١٩ عرض نِسب الجنس على خريطة. ٢٥٣
الشكل م ٥ – ٢٠ طرق بديلة لتمثيل تدفقات الهجرة بين المناطق ٢٥٤
الشكل م ٥ – ٢١ تمثيل الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج ٢٥٥
الشكل م ٥ – ٢٢ طُرق خرائطية بديلة لعرض البيانات المستمرة ٢٥٦
الشكل م ٥ – ٢٣ الفواصل المتساوية ٢٥٩
الشكل م ٥ – ٢٤ رسم الخرائط الربيعية (التكرار المتساوي) ٢٦١
الشكل م ٥ – ٢٥ الانحراف المعياري ٢٦٣
الشكل م ٥ – ٢٦ تخصيص الظلال ٢٦٤
الشكل م ٥ – ٢٧ نقاط الفواصل الطبيعية ٢٦٦
الشكل م ٥ – ٢٨ أنواع مختلفة لمفاتيح الخرائط ٢٧١
الشكل م ٥ – ٢٩ مفاتيح خرائط تبين توزيع البيانات الإحصائية ٢٧٢

الصفحة

الشكل م ٥ – ٣٠ مزيج من رموز التظليل المصمتة والخطية لعرض متغيرين على نفس الخريطة ٢٧٣
الشكل م ٥ – ٣١ الخريطة المعادلة لجدول من اتجاهين ٢٧٤
الشكل م ٥ – ٣٢ خرائط متعددة صغيرة – إظهار التغيير على مر الزمن ٢٧٥

الجداول

الجدول ٤ – ١ منتجات السواتل المدنية للاستشعار من بُعد ذات الاستبانة المكانية العالية جداً ١٠٧
الجدول ٦ – ١ مقارنة وحدات العدّ القديمة والجديدة ١٣٧
الجدول ٦ – ٢ خرائط مواضيعية مقترحة لأطلس التعداد ١٤٩
الجدول م ٢ – ١ الإحداثيات المسقطة لمبنى الأمانة العامة للأمم المتحدة في نيويورك باستخدام مجسمات ناقصة إسنادية مختلفة ٢١٩
الجدول م ٢ – ٢ معلمات التحويل ٢٢٥
الجدول م ٣ – ١ المعلومات المطلوب جمعها لتحديد نموذج البيانات المكانية ٢٢٨
الجدول م ٣ – ٢ مثال: وحدات إدارية في بلد ذي ثلاثة مستويات دون الوطنية ٢٢٩
الجدول م ٥ – ١ تقييم تقنيات التصنيف المختلفة ٢٦٧
الجدول م ٥ – ٢ اختيار الظلال الرمادية والألوان ٢٧٠

الفصل الأول

مقدمة

ألف - مدخل إلى الدليل، ودواعي إصداره

١-١- الهدف من دليل البنية الأساسية الجغرافية المكانية لدعم أنشطة التعداد هو الاستفادة من الإنجازات التي حققها الدليل السابق عليه، وهو دليل أنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية، ٢٠٠٠، واستكمال المسيرة التي بدأت به.

١-٢- وقد حدث تقدُّم تكنولوجي كبير منذ عام ٢٠٠٠ تمثَّل في توافر أجهزة الحاسوب الشخصية والحواسيب اليدوية، والشبكات العالمية لتحديد المواقع، ونُظم المعلومات الجغرافية، وشيوع هذه النُظم والبرمجيات، فضلاً عن التصوير الجوي والساتلي المنخفض التكلفة. وقد وضعت هذه الابتكارات أدوات جديدة في أيدي وكالات الإحصاءات الوطنية تمكنها من جمع معلومات أكثر دقة وأحسن توقيتاً وأقل تحيُّزاً عن السكان والمجاميع الإحصائية. والواقع أن ظهور التكنولوجيات الحديثة كان بمثابة القوة الدافعة وراء إنتاج هذا الدليل الجديد. ومن المعترف به في نفس الوقت أن الأخذ بهذه النُهج الجديدة يمثِّل تحدياً للوكالات الإحصائية الوطنية ويؤدي إلى تغييرات في تنظيمها. ويجري الآن تطبيق القدرات الجغرافية المكانية الجديدة في جميع جوانب برنامج التعداد.

١-٣- وسوف يتبين من هذا الدليل أن بعض التحديات الكبرى التي تواجهها مكاتب الإحصاء الوطنية ليست تحديات تقنية وحسب، وإنما هي أيضاً تحديات تنظيمية ومؤسسية وإدارية. فقد أخذت معظم البلدان الأعضاء بالاستفادة من نُظم المعلومات الجغرافية ومن التكنولوجيات التي تناسب نطاق احتياجات برامجها. ومن أغراض هذا الدليل الاستجابة لتلك الحاجات. ولدى كثير من البلدان ما يلزمها من تفويضات قانونية أو دستورية لإجراء تعداد وطني للسكان، إلاّ أن هناك تغييرات تتمثَّل في زيادة استخدام بيانات التعداد في إدارة الكوارث وفي كثير من الأغراض الأخرى (يتناولها الفصل الثاني بشيء من التفصيل). ومن التغيُّرات الأخرى كثرة البيانات المتاحة في أنساق مختلفة مفيدة، والتكنولوجيات الجديدة التي أتاحت جمع البيانات وتحليلها وتخزينها بسهولة أكثر مما كان متاحاً من قبل.

١-٤- وتكتشف البلدان، في إنتاجها البيانات من أجل تلك الاستعمالات، أنها يمكن أن تستفيد من نواحي القوة لدى الوكالات الحكومية الأخرى من خلال ما يشار إليه باسم البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية (NSDI) *. وهذه البنية الأساسية هي عبارة عن ترتيب مؤسسي يتيح إمكانية تقاسم البيانات والتعاون بشأنها بين مختلف الجهات الحكومية على مستويات مختلفة، بما في ذلك المستويات الوطنية والإقليمية والمحلية. والمسائل المؤسسية الأخرى، مثل التمويل والوظائف وأساسيات إدارة المشروع، وإن كانت غير تقنية في حد

* البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية هي توليفة من التكنولوجيات والسياسات والمعايير والموارد البشرية اللازمة للحصول على البيانات الجغرافية المكانية وتجهيزها وتخزينها وتوزيعها وتحسين استخداماتها. وتشمل النواحي النظرية لهذه البنية الأساسية ما يلي: (أ) إطار مؤسسي يحدِّد السياسات، ودعم قانوني وإداري للأعمال اللازمة للحفاظ على معايير مجموعات البيانات الأساسية وتطبيقها؛ (ب) معايير تحدِّد الخصائص التقنية لمجموعات البيانات الأساسية؛ (ج) مجموعات البيانات الأساسية التي تحتاج إطاراً جيوديسياً، وقواعد بيانات طبوغرافية ومساحية؛ (د) إطار تكنولوجي يمكِّن المستعملين من التعرُّف على مجموعات البيانات الأساسية وإمكانية الوصول إليها (انظر: *GSDI Cookbook, 2000*).

ذاتها، تؤثر على نجاح مشاريع التعداد الجغرافية المكانية. وينطبق مبدأ "الإنشاء مرة واحدة والاستعمال مرات كثيرة" على إقامة قاعدة بيانات جغرافية مكانية وطنية للتعداد، لأن قاعدة البيانات هذه، إذا ما أنشئت، يمكن استعمالها في سياقات وطنية مختلفة ولأغراض كثيرة.

١-٥- ويوفِّر هذا الدليل خيارات بنَّاءة لتنظيم مهام إعداد الخرائط للتعداد والمهام التحليلية على أساس قواعد بيانات رقمية ذات مرجعية جغرافية. ومن أجل هيكلة الوكالة الإحصائية على أساس فكرة "قواعد البيانات الجغرافية" يحتاج الأمـر إلى تخطيـط واعٍ سواءً من حيث الاستثمار الكبير المطلوب لإقامة نظام بيانات جغرافية، أو العمل المطلوب لتطوير القدرات اللازمة لتحليل بيانات التعداد وإعداد المنتجات وإتاحتها للجمهور بشكل حسن التوقيت. ويعتمد نجـاح نظام المعلومات الجغرافية، باعتباره صناعة، على قوة المعلومات الجغرافية المكانية التي تمكِّن من حل المشاكل ومساندة اتخاذ القرار.

١-٦- وقد يقتضي إنشاء قدرات في مجال نُظم المعلومات الجغرافية تغييراً في الهيكل التنظيمي التقليدي لوكالة الإحصاء الوطنية، وخاصة توسيع "وحدة الخرائط" القائمة، بجعلها وحدة أساسية جغرافية نشطة بشكل أكبر بكثير، يكون بوسعها تلبية جميع احتياجات التعداد من الخرائط. ولتحقيق عملية إعادة التنظيم هذه، قد يتطلب الأمر عملية تمويل دائمة وموظفين ذوي خبرة لمساعدة وكالة الإحصاء الوطنية في أداء مهامها على مدى العقد. ويتطلب وجود وحدة أساسية جغرافية متخصصة وجود فريق من الموظفين يعتمد عليهم، لديهم مهارات جغرافية مكانية بقدر ما يكون لديهم حماس تشغيلي لتحديث عملية التعداد. ويقوم الموظفون المدربون باتباع جدول زمني صارم يضمن إنتاج خرائط تفصيلية مصحَّحة وتسليمها للعدادين في الميدان قبل بدء عمليات التعداد. ويتطلب الأمر وجود قاعدة بيانات رقمية لمناطق العدّ تحتوي على تقديرات لسكان المحليات وحدود مناطق العدّ المحدَّدة جغرافياً ومكانياً بحيث تبيّن المناطق الصغيرة. وتحتاج هذه المهام إلى إدارة متواصلة، تشمل مزيجاً من العمل الميداني (وهذا قد ينطوي على تكلفة عالية حيث يحتاج إلى إرسال فرق في مركبات تسير على مختلف أنواع الطرق) وعمليات جمع بيانات بالاستشعار من بُعد، مما يؤدي إلى تحقيق تعداد أكثر دقة وكفاءة في التكاليف.

١-٧- ويجب أن يبدأ التخطيط لتنفيذ البرنامج الجغرافي التشغيلي في أبكر وقت ممكن. ذلك أن تنفيذ عملية إعادة الهيكلة، وهي عملية معقَّدة، يحتاج إلى وقت طويل، ولذلك ينبغي أن يبدأ التخطيط قبل العدّ الفعلي بسنوات. وتحتاج عملية العدّ إلى وجود خرائط تفصيلية بمقياس رسم كبير لاستخدام العدّادين ورؤساء الفرق. ويتطلب إنتاج بيانات جغرافية تفصيلية على درجة كافية من الدقة لاستعمالها مع طبقات البيانات الأخرى في نظام المعلومات الجغرافية، وتحديد وحدات للنشر تتكوَّن من مناطق عد أو مناطق عنقودية للسكان، قدراً كبيراً من التخطيط في مكاتب الإحصاء الوطنية. وقد تتطلب إعادة الهيكلة إنشاء وحدة جغرافية أساسية متخصصة أو مركز أساسي للبيانات، باستخدام نظام علاقاتي لقواعد البيانات على مستوى المنظومة الإحصائية. ويمكن أن يتشارك كثير من المستعملين مع وكالة الإحصاءات الوطنية في طبقات البيانات الأساسية، مثل الحدود الديمغرافية والإدارية، مما يقلّل التكاليف الناتجة عن ازدواج الجهد. وهاتان الطبقتان هما من المكوِّنات الأساسية لأي بنية تحتية وطنية للبيانات المكانية. ومن المحتمل في أي جهد لبناء بنية تحتية من هذا النوع أن تكون مساهمة منظمات الإحصاءات الوطنية على النحو التالي:

(أ) قاعدة بيانـات جغرافية مكانية، مع معلومات متميزة ومتعددة الأبعاد لمناطق العدّ في البلـد (أي الوحدات التي خُصِّصت منطقتها للعدادين أثناء التعداد). ويمكن أن تساعد قاعدة البيانات الرقمية المشتركة في التعدادات الزراعية وتعدادات السكان،

كمـا يتبيَّن من خبـرات البلدان مؤخراً. ويمكن نشـر بيانات التعداد على مسـتوى منطقة العدّ أو تجميعها في وحدات نشـر جديدة تتكـوَّن من مناطق صغيرة، مثل العناقيد السكانية؛

(ب) مكتبـة بيانـات رقميـة للحـدود الإدارية، ابتـداءً من حـدود المحليـات إلى حدود المناطق (وربما إلى مستوى حيازات الأراضي). وإذا تم حصر الحدود بشكل كامل وتصحيحها على أرض الواقع من قِبل الوكالة الإحصائية الوطنية فإن ذلك يسفر عن وفـورات كبيرة في التكلفة نتيجة تفادي اللجوء إلى إعادة مسـح المنطقة لأغراض أخرى، مثل تحديد الدوائر الانتخابية؛

(ج) دليل وطني بالأسماء، بما في ذلك الأسماء الجغرافية وإحداثيات المستوطنات البشرية (يشـار إليها في سياق المجتمعات الإنسـانية في الأمم المتحدة باسم "P-Codes". وإذا استعمل هذا الدليل بالاقتران بتقديرات السكان، فيمكن للمنظمات الإنسانية أن تسـتفيد منه في أغراض التنمية، والاستجابة في حالات الطوارئ. ويمكن استعمال البيانات الإضافية بشـأن الوحدات السـكانية الموجودة في نسق متجهات، بطريقة مشابهة.

١-٨- ولكي تتمكَّن البلدان من مشاركة المنظمات الأخرى في البيانات الجغرافية والديمغرافية المعدَّة في نَسَق نُظم المعلومات الجغرافية، فإن منظمات الإحصاء الوطنية تتبع معايير معتمَدة على المستوى الوطني للإسناد الجغرافي وللبيانات الفوقية. وينبغي إيلاء اعتبار خاص لنظام التصنيف الإداري الذي يُستعمَل في تنظيم المناطق من أجل التعداد. ويشير هذا الدليل إلى ذلك باسم "الترميز الجغرافي"، باعتباره نقطة الوصل بين المعلومات الديمغرافية وموقعها على الأرض.

١-٩- ويبيّن هذا الدليل على وجه الخصوص ضرورة وضع خطط وطنية واقعية لاستغلال قوة نُظم المعلومات الجغرافية وغيرها من التكنولوجيات الجغرافية المكانية في تحديث عمليات التعداد والحصول على نتائج وتحليلات أفضل. ويؤكّد هذا الدليل أيضاً على ضرورة توسيع نطاق رسم الخرائط من أجل التعداد ليشمل الإطار المكاني الوطني للبلد بكامله.

باء - نطاق هذا الدليل وأغراضه وإطاره العام

١-١٠- من الدوافع الأساسية وراء إنتاج هذا الدليل تلك التطوّرات السريعة الحديثة في تكنولوجيا رسم الخرائط الرقمية والتحليل الجغرافي وزيادة الطلب على بيانات السكان المسندة جغرافياً عن المناطق الصغيرة. وينبغي لكل بلد يستعد لمشروع تعداد أن يُخطِّط للمشروع تخطيطاً دقيقاً، عملاً على تقليل التكلفة وتعظيم الفوائد من الأنشطة الجغرافية المكانية المطلوبة. ويهدف هذا الدليل، علاوة على زيادة الوعي لدى الجهات المسؤولة في مكاتب الإحصاء الوطنية المتحمسة للمبادرات الجغرافية، إلى تقديم معلومات تقنية ومنهجية تساعد في اختيار مجموعة مناسبة من الأدوات والإجراءات في هذا المجال لأي بلد معيَّن.

١-١١- وبالنظر إلى كثرة المتوافر من الخيارات وتنوّع الاختلافات في الظروف والموارد المتاحة بين البلدان، فمن الواضح أن الخيارات ستختلف باختلاف البلدان. لذلك فإن هذا الدليل مُصمَّم لكي يكون وثيقة مرجعية عملية، ويشبه في هذا كُتُب الطهو ولكنه يوضِّح دور التكنولوجيا الجغرافية المكانية في كل خطوة من خطوات عملية التعداد. ولكل بلد أن يقيِّم

مدى ملاءمة خيارات تكنولوجيا الخرائط المتاحة في سياق برامجها للتعداد والتخطيط الوطني. ومن المسائل التي تحدِّد أفضل الخيارات التكنولوجية والنُهُج في كل حالة منفردة: الموارد الجغرافية في البلد والموارد التكنولوجية وتوافر الموظفين.

١-١٢- وهذا الدليل ليس دليلاً عاماً لنُظم المعلومات الجغرافية، فهو لا يحتوي على مجموعات الأوامر اللازمة لتشغيل برمجيات معيَّنة، ولا يوصي ببرمجيات معيَّنة. كما أنه ليس دليلاً عاماً لإجراء التعداد، فهو يحترم التقاليد العامة التي تحكم رسم الخرائط للتعداد، ويتفق مع الرأي القائل بأن تقنيات الخرائط التناظرية التقليدية التي استُخدِمت بنجاح في كثير من البلدان لا تزال مفيدة. ومن المراجع الأساسية حول هذا الموضوع، دليل مكتب الإحصاء في الولايات المتحدة الأمريكية بشأن إعداد الخرائط للتعدادات وعمليات المسح (Mapping for Censuses and Surveys, 1978)، وهو لا يزال مصدراً مهماً للمبتدئين في هذا المجال وكذلك لواضعي الخرائط من ذوي الخبرة. ومن الفصول المهمة في ذلك الدليل الفصل الخاص بتنظيم برنامج رسم الخرائط والإشراف عليه، وتحديد مناطق العدّ والمناطق الإحصائية، ويستفيد الدليل الذي بين أيدينا بشكل كبير من المواد الواردة في ذلك الدليل الذي صدر قبله. ومع ذلك، وبفضل تقدُّم التكنولوجيا، توجد الآن طرق أفضل لأداء الكثير من مهام إعداد الخرائط للتعداد. ولذلك فإن هذا الدليل يهدف إلى استكمال الإرشادات السابقة بتقديم معلومات عن التكنولوجيات الحديثة.

١-١٣- وهذا الدليل موجَّه أساساً إلى مجموعتين من المستعمِلين: المجموعة الأولى هي الفئة الإدارية المهتمة بمسائل التكلفة والمزايا المتعلقة بالاستثمار في التكنولوجيا الجغرافية المكانية، والمجموعة الثانية هي الفئة الفنية المكلَّفة بمهمة تنفيذ النواحي الجغرافية في خطة التعداد. وتفترض الفصول الخمسة الأولى من الدليل معرفة أساسية بنُظم المعلومات الجغرافية والمفاهيم الخرائطية. أما القُرَّاء من غير ذوي الدراية الكافية بهذه المواضيع فيقدِّم لهم المرفقان الأول والثاني نظرة عامة مبسّطة على كلا الموضوعين. وعلى وجه الخصوص فإن إسقاطات رسم الخرائط ونُظم الإحداثيات هي من المواضيع التي تتسم بأهمية أكبر في المشروع الذي يستخدِم نُظم المعلومات الجغرافية منها في النُهُج التقليدية القائمة على أساس الخرائط اليدوية.

جيم - عرض موجز لفصول الدليل

١-١٤- تتناول الفصول من الثاني إلى السادس في هذا الدليل مجالات يمكن الاستفادة فيها من التكنولوجيا الجغرافية المكانية قبل عمليات العدّ في التعداد وأثناءها وبعدها. ويعكس التنظيم المنقَّح لهذا الدليل ما اتخذه كثير من البلدان من قرارات تشغيلية للتحول إلى عمليات رقمية للتعداد.

١-١٥- ويتناول الفصل الثاني الاعتبارات الإدارية التي تهم رؤساء الوكالات الإحصائية، ويعرض بعض المسائل للنظر فيها في سياق إعادة تنظيم وكالات الإحصاءات الوطنية بما يتيح الاستفادة الكاملة من البنية الأساسية الجغرافية المكانية. ويقتضي التخطيط للاستجابة للطلبات الجديدة بشأن البيانات الإحصائية التفصيلية، بما في ذلك البيانات اللازمة لإدارة الكوارث، العمل في خط رجعي بدءًا من تسليم المنتجات الجديدة ونزولاً إلى المتطلبات التي تحتاجها كل خطوة في الطريق. ويتناول الفصل اعتبارات الكفاءة، بما فيها تحليل الفوائد والتكلفة، وهو ما يبرز دور التكنولوجيا الجغرافية المكانية كاستثمار استراتيجي. تلي ذلك

مناقشة لعوامل النجاح الأساسية في تنفيذ النُظم الجغرافية المكانية ثم مناقشة عملية التخطيط بالتفصيل. وتشمل هذه العملية إجراء تقييم للاحتياجات، وتحديد المنتجات والخيارات، ومسائل التوظيف وغيرها من الاعتبارات المتعلقة بالموارد البشرية، والتعاون المؤسسي مع سائر منتجي البيانات ومستعمليها من خلال البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية.

١-١٦- ويحتوي الفصل الثالث على المضمون التقني، وذلك لفائدة مديري تجهيز البيانات أو رؤساء وحدات نُظم المعلومات الجغرافية/إعداد الخرائط، لاستعماله في وضع الخطوات العملية لإقامة قاعدة بيانات جغرافية رقمية. ويتناول الفصل عملية إنشاء قاعدة بيانات على مستوى منطقة العدّ خطوة خطوة، بدءًا بأهمية الترميز الجغرافي والهياكل الإدارية ومكوِّنات قاعدة بيانات التعداد. ثم يتناول الفصل المسائل المتعلقة بتحديد مناطق العدّ، تلي ذلك مناقشة لموارد البيانات الجغرافية القائمة من أجل تحديد مناطق العدّ، بما فيها الموارد الرقمية والتناظرية، ثم مناقشة لمسألة المدخلات الرقمية عن طريق المسح الضوئي والرقمنة، ثم مناقشة لتكامل الخرائط، والتكوين الطوبولوجي والإسناد الجغرافي. وفي معرض إقامة قاعدة بيانات جغرافية قد تثار مسائل جديدة تتعلق بنوعية البيانات فيما يتصل بصحة البيانات ودقتها، وإجراءات ضمان النوعية. وترد في نهاية الفصل مناقشة تفصيلية لديناميات البيانات الفوقية، مع التركيز على أهمية التوثيق، واقتراح استراتيجيات لمستعملي البيانات الداخليين والخارجيين.

١-١٧- ويواصل الفصل الرابع التركيز على النواحي التقنية، فيشرح عملية إقامة قاعدة بيانات جغرافية على مستوى مناطق العدّ واستخدام التكنولوجيات الحديثة مثل نُظم تحديد المواقع والاستشعار من بُعد لإجراء التصحيحات، مع إدماج هذه التقنيات عند الضرورة في العمل الميداني. ويعرض الفصل نهجاً يقوم على ترتيب الأولويات لتوجيه الاهتمام إلى المجالات التي تغيَّرت منذ التعداد السابق. فهو يشرح مبادئ النظام العالمي لتحديد المواقع، والتحسينات التقنية الجديدة في النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع، والاحتياجات التدريبية، واستخدام الحواسيب اليدوية. يلي ذلك فرع عن الاستشعار الساتلي من بُعد، ترد فيه قوائم بموارد الاستشعار الساتلي المتاحة، وكذلك أدوات التصور، مثل Google Earth، ثم يختتم الفصل بمناقشة لاستعمالات التصوير الجوي في أعمال التعداد.

١-١٨- ويتناول الفصل الخامس عملية إنشاء الخرائط اللازمة للعد مع تركيز عملي يبدأ من حيث انتهت المناقشة الخاصة بقواعد البيانات الجغرافية. ويشمل الفصل فروعاً تتناول ضمان النوعية، وإنتاج الخرائط للاستعمال في الميدان، وعناصر الخرائط وتصميمها، وطباعة الخرائط وتوزيعها، واستعمال الخرائط كأساسيات في لوجيستيات التعداد. ويركِّز الفصل على ضرورة تضمين نهج إدارة المشروع خططاً للطوارئ في حالة حدوث أي نكسات.

١-١٩- ويتناول الفصل السادس استعمال البنية الأساسية الجغرافية المكانية في نشر نتائج التعداد. ويستخدم هذا الفصل نهجاً مشابهاً لنهج الفصول السابقة عليه في مرحلة ما بعد التعداد، ولكنه ينطلق من أهمية قاعدة البيانات الجغرافية (مع ترميز الأماكن) باعتبارها السطح البيني الرئيسي للبيانات المستخدم في نشر منتجات التعداد. ويتناول الفصل موضوعات منها تجميع وحدات جمع البيانات في وحدات للنشر، وصيانة قواعد البيانات الجغرافية، والمحفوظات، وتخطيط منتجات التعداد. ويرد فرع خاص بالتحليل المكاني يُورد أمثلة وخيارات لتفسير بيانات التعداد بصرياً. ومن المسائل الأخرى التي يتناولها الفصل السادس: مسائل إفشاء البيانات وسريتها (فيما يتصل بنشر بيانات المناطق الصغيرة) كما يعرض خياراً لوكالة الإحصاء الوطنية بتحصيل عوائد من بيع منتجات القيمة المضافة للتعداد، مثل الأقراص المدمجة الرقمية والأقراص المدمجة البصرية للبيانات. ويتناول الفصل أيضاً منتجات البيانات

الجغرافية مثل أدوات قراءة الخرائط، والملفات المكانية ذات الخصائص المعيَّنة لاستعمالها في حُزم نُظم المعلومات الجغرافية التجارية أو في المنتجات المعروضة على الشبكة.

١-٢٠- أما المرفقات فتعتبر مرجعاً ميسوراً للذين يقومون بتخطيط وتنفيذ الحلول الجغرافية المكانية في مشاريع التعداد. ويقدِّم المرفق الأول معلومات أساسية عن نماذج بيانات نُظم المعلومات الجغرافية ومستويات الدقة والصحة. ويعرض المرفق الثاني نُظم الإحداثيات وعرض الخرائط، مع التركيز على المسائل المتعلقة بمدخلات البيانات في نظام المعلومات الجغرافية. ويتناول المرفق الثالث نمذجة البيانات ويعرض نموذجاً للاستعمال في النمذجة. ويقدِّم المرفق الرابع مثالاً لمعجم البيانات. أما المرفق الخامس فيعرض بعض المؤشرات في تصميم الخرائط المواضيعية من أجل تحليل بيانات التعداد وعرضها، بما في ذلك الخرائط التخطيطية التقليدية. ويحتوي المرفق السادس على مسرد للمصطلحات الشائعة في نظام المعلومات الجغرافية. ويورد المرفق السابع قائمة بجهات الاتصال بشأن المعلومات ومواقع مفيدة على الشبكة للحصول على مزيد من المعلومات.

الفصل الثاني

اعتبارات إدارية لفائدة رؤساء مكاتب الإحصاءات الوطنية وغيرهم من صانعي القرارات

ألف - مقدمة

٢-١- أُعد هذا الفصل لفائدة مديري مكاتب الإحصاءات الوطنية ومديري التعداد ورؤساء الأقسام الجغرافية، وهو يتناول أساساً المسائل المؤسسية (أي المحتوى غير التقني لنُظم المعلومات الجغرافية)، ويركز على مختلف الاعتبارات المتصلة باستخدام التكنولوجيات الجغرافية المكانية. ذلك أن بوسع مكاتب الإحصاءات الوطنية إنتاج بيانات مسندة جغرافياً بدرجة عالية من الدقة في وقت أقل إذا أُحسن تخطيط الأنشطة. ويعرض الفصل أمثلة لتجارب البلدان التي استفادت من التكنولوجيات الجغرافية المكانية في أعمال التعداد.

٢-٢- وقد يحتاج تخطيط التعداد بشكل يستفيد من التكنولوجيا الجغرافية المكانية إلى شيئ من إعادة التنظيم في مكتب الإحصاءات الوطني، بما يضع الجغرافيا - بما في ذلك رسم الخرائط ونُظم المعلومات الجغرافية وكذلك مواضيع الترميز الجغرافي والحدود الإدارية - في مركز نشاط التعداد. وبما أنه لا توجد حلول تكنولوجية وحيدة تتيح لكل مكتب من مكاتب الإحصاء تحديث عمليات التعداد بنفس الطريقة، فإن هذا الدليل يعرض طائفة من الخيارات تتيح لمكتب الإحصاءات الوطني تبني التكنولوجيات الجديدة على المستوى المناسب من المهارات والخبرة. وهو يعرض هذه الخيارات في شكل لوحة بيانية، يمكن لمكتب الإحصاء أن يختار منها، توضح المهام المحدَّدة التي يمكن اقتباسها وتطبيقها كلياً أو جزئياً، بحسب حجم البلد وإمكانات مكتب الإحصاء. والشيء الذي يركِّز عليه الفصل في جميع أنحاء العملية هو أهمية بدء مرحلة التخطيط مبكراً وطلب المساعدة عند الحاجة.

٢-٣- والتعدادات هي أمر تقرره الحكومات من أجل إنتاج عدّ دقيق للسكان، كما أنها من أهم الأدوات المتاحة للمجتمع لفهم السكان علمياً. وقد أحدثت التكنولوجيا الجغرافية المكانية تحولاً في طريقة عرض البيانات بما يفيد المجتمعات ويعزِّز التنمية الاجتماعية والاقتصادية أو التنمية المستدامة. وهذه التكنولوجيا واعدة من حيث تحقيق مكاسب إنتاجية يمكن قياسها في أي صناعة، باستخدام المبدأ التنظيمي المحوري الذي يقول إن الجغرافيا هي التي تحدِّد الأمور. ومن شأن تنظيم المعلومات جغرافياً من خلال العرض المنظَّم للبيانات التي ترتكز على الموقع أن يربط بشكل فعّال بين المرصودات الاجتماعية ومواقعها. والتعداد الذي يستند إلى مرجعية جغرافية هو جهد لجمع البيانات يقدِّم فرصة لا مثيل لها أمام البلد لمعرفة المعلومات التفصيلية عن سكانه.

٢-٤- وقد تغيَّر دور نُظم المعلومات الجغرافية والتكنولوجيات الجغرافية المكانية عموماً في العمليات الحكومية، بما في ذلك التصوير الساتلي عن طريق الاستشعار من بُعد والنظام العالمي لتحديد المواقع. وتدرك البلدان بشكل متزايد فوائد تنظيم المعلومات الحكومية حول نموذج مكاني يشمل الجغرافيا ضمنياً. وهناك فوائد تحققها قواعد البيانات الجغرافية، وقد حققتها بالفعل في كثير من الحالات، في مجالات هامة منها الكفاءة وخدمة العملاء، وذلك حين تتواصل الوكالات الحكومية فيما بينها للمشاركة في النتائج والاستعلامات باستخدام الأدوات الجغرافية المكانية.

٢-٥- وقد أوضحت دراسات كثيرة عن "الحكومة الإلكترونية" مزايا الاعتماد على تلك التكنولوجيا. ويشير أولوني (O'Looney, 2002) إلى زيادة شفافية الحدود بين الحكومة ودوائر الأعمال والجماعات المدنية والمواطنين. فاستخدام تكنولوجيا المعلومات في توصيل الخدمات يؤدي إلى درجة أعلى من التفاعل، ويمكن لعدد أقل نسبياً من الموظفين القيام به. ويؤكد غارسون (Garson, 2003) على زيادة مستوى الإحساس بالمسؤولية الذي يصاحب هذه العملية، خاصة حين يكون بوسع مستعملي البيانات مراجعة الأعمال الحسابية والطعن على النتائج. ويتناول خسرو بور (Khosrow-Pour, 2005) التحديات الإدارية المنهجية الجديدة التي تحتاج إلى اهتمام أكبر من المستويات العليا في الإدارة، ويذكر أن "الحكومة المتاحة ٢٤/٧" ينتج عنها آثار واضحة على الإنتاج وتوصيل الخدمات، وتؤدي إلى زيادة قدرة المواطنين/ العملاء على الاعتماد على الخدمة الذاتية. ويبرز وايت (White, 2007) ضرورة وجود سياسات شفافة في داخل الحكومة والمؤسسات تحكم استعمال الإنترنت، وهو يحث كبار أصحاب القرار على الاستفادة بشكل أفضل من التعاقد الخارجي في تحقيق أهداف الموارد البشرية على المدى القريب، مع احتمال وجود أثر محدود على المدى البعيد.

٢-٦- وبالنظر إلى الاستثمار المبدئي الكبير في المعدات والبرمجيات وإعادة التنظيم، لا بد من التخطيط بعناية لاستعمال التكنولوجيات الجغرافية المكانية في عمليات التعداد. ويذكر ديفيد ريند (David Rhind)، وهو رائد صناعة تكنولوجيا المعلومات الجغرافية في المملكة المتحدة، أن نُظم المعلومات الجغرافية ليست مجرد تكنولوجيا ولكنها أصبحت، وبشكل متزايد، جزءًا من الطريقة التي تعمل بها أوساط التجارة والحكومة والأوساط الأكاديمية جميعاً بشكل ما بروح مؤسسات الأعمال. وينبغي، كما هو الحال في أي استثمار استراتيجي، النظر بعناية في مسألة التكاليف والمزايا. ويذكر روجر تومليسون (Roger Tomlinson)، من كندا، أن التخطيط الجيد يؤدي إلى النجاح سواءً بالنسبة لنُظم المعلومات الجغرافية أو في تنفيذ أي تكنولوجيا أخرى.

٢-٧- والتعداد هو جهد قومي كبير له تأثيراته على السياسة لسنوات طويلة. ولا مفر من أن يخطط رؤساء وكالات الإحصاءات الوطنية وغيرهم من المديرين لهذا العمل بالتفكير في المنتجات التي تنتجها وكالات الإحصاءات الوطنية على مدى سنوات قادمة، والتخطيط العكسي بدءًا من تاريخ النشر ورجوعاً إلى تاريخ بدء التخطيط، وتحديد الاحتياجات من البيانات، وأن يقرروا على ضوء ذلك أي منتجات الإحصاءات التقليدية تحتاج إلى النشر، بما في ذلك الجداول والمجاميع والتفاصيل حسب العمر ونوع الجنس. وينبغي لهم التخطيط أيضاً للمنتجات الجديدة، مثل الأطالس وأقراص الفيديو الرقمية التي تحتوي على بيانات تفصيلية أو بيانات للمناطق الصغيرة أو الصغيرة جداً، وكذلك الخرائط الإلكترونية التي تلبي احتياجات طائفة واسعة من مستعملي البيانات الجُدد، مما يزيد من تلبية احتياجات العملاء على مستوى شامل. وتتيح القدرات الجغرافية تحقيق هذه القدرات الجديدة. ويشير تومليسون أيضاً إلى أن نُظم المعلومات الجغرافية إنما هي تكنولوجيا أفقية مهمة لها تطبيقات واسعة على

الصعيدين الصناعي والفكري. وينبغي تبني تلك التكنولوجيا لتحقيق تلك الحاجات. وينبغي أن تؤخذ الأهداف الاستراتيجية لوكالة الإحصاءات الوطنية في الاعتبار. والأرجح أن يكون الهدف الرئيسي هو تحقيق تعداد دقيق في الوقت المحدَّد وفي إطار الميزانية المعتمدة. وينبغي توضيح الأهداف الإدارية الخاصة المطلوبة من المنظمة أو التفويضات المعهودة إليها، وكيفية تأثير ذلك على خطط التعداد. وينصح تومولينسون بالنظر في أغراضها الاستراتيجية وكيفية تحسينها باستعمال التكنولوجيات الجديدة مثل شبكات تحديد المواقع العالمية وقواعد البيانات الجغرافية، ويوصي بإجراء تحليلات دقيقة لتكاليف هذه التكنولوجيات وفوائدها طوال فترة التخطيط للتعداد، ويحث المديرين على تخطيط منتجات الوكالة بعد التشاور مع مستعملي البيانات، ووضع وصف للمنتجات الإعلامية التي يمكن استعمالها لتلبية تلك المتطلبات. وعليهم بعد ذلك وضع تصميم للبيانات بناءً على المتطلبات التي يتم التعرُّف عليها، واختيار نموذج منطقي للبيانات التي يتقرر إنتاجها، وتحديد المتطلبات من النُظم، وبعد ذلك تأتي مرحلة تنفيذ الخطة.

٢-٨- وينبغي لوكالات الإحصاءات الوطنية، في سياق التحضيرات للتعداد، أن تخطط عملية إعادة تنظيم نُظم التجهيز والنشر اللازمة لإنتاج المنتجات التي يطلبها المستعملون. ومن المتوقع أن تكون هناك تأثيرات واسعة النطاق على الهيكل التنظيمي للوكالة، بدءًا بخيار تركيز العمليات في وحدة رئيسية للبيانات أو المعلومات، تختزن فيها تلك البيانات، وتكون مصدراً للمعلومات في المنظمة.

٢-٩- ويعني "التعداد الذي يستند إلى مرجعية جغرافية" تنظيم عملية التعداد حول الجغرافيا. وبالنسبة لوكالات الإحصاء التي تعتزم التحول كلياً إلى القدرات الرقمية، غالباً ما يكون جُل الاستثمار في عملية التحول من النظام التناظري للخرائط الورقية لمناطق العدّ إلى النظام الرقمي، وينطوي هذا على عمليات مسح ضوئي دقيقة وإجراءات تصحيح لكي يتسنى استعمال مناطق العدّ كأساس لقواعد البيانات الجغرافية الرقمية الجديدة. وبعد ذلك تجري مقارنة لقواعد البيانات الجغرافية الجديدة بخرائط التصوير المعدَّة عن طريق الاستشعار من بُعد مثل الصور الجوية والساتلية، والتي تصحَّح ميدانياً باستعمال شبكات تحديد المواقع العالمية. وباستعمال تكنولوجيات المسـح الضوئي والتصوير الساتلي ونُظم المعلومات الجغرافية يمكن لوحدة إعداد الخرائط أن تركِّز جهودها على المجالات التي تحتاج أكثر من غيرها إلى تحديث منذ التعداد السابق.

٢-١٠- ويمكن الاستفادة من التكنولوجيات الجغرافية المكانية، أثناء عملية العدّ، في تخطيط اللوجستيات وتقديم تقارير دورية حديثة لأصحاب القرار بشأن تقدُّم العملية. وبعد إتمام العدّ تفيد هذه التكنولوجيات في زيادة التواصل مع المجتمع من خلال نشر المعلومات، خاصة باستعمال الإنترنت. ومن شأن اتباع نهج "محطة جغرافية مكانية واحدة" أن يساعد في تنسيق إيصال منتجات التعداد إلى آلاف من مستعملي البيانات الجُدد وزيادة تمكين المستعملين الحاليين من طلب منتجات وخدمات جديدة.

٢-١١- ومن المسائل الأساسية في تبني أي مشروع تقني جديد مسألة بناء القدرات. ويعتقد كثير من مديري وكالات الإحصاءات الوطنية أنه لا تتوافر لديهم الميزانية أو القدرة المؤسسية على إعادة تنظيم وكالاتهم. وهذه مسألة لا تتعلق كثيراً بالميزانية قدر اتصالها بدرجة اتساع آفاق التخطيط، فالمطلوب من المديرين هو التفكير المسبق على مدى خمس سنوات، وربما عشر سنوات قبل التعداد، إذا كانت هذه الوكالات تريد تحقيق مستوى من التفاصيل في منتجاتها الإعلامية أفضل مما تتيحه الإمكانات الحالية.

الإطار ٢ – ١

أربع دراسات حالة قطرية

١ - ناميبيا

بـدأت ناميبيا برنامـج الخرائط الرقمية ونظام المعلومـات الجغرافية تحضيراً لتعدادهـا لعام ٢٠٠١، وكان هدفها الرئيسـي هو إنتاج خرائط أسـاس دقيقـة مطلوبة للعمـل الميداني. وقد تمت إقامة البنية الأساسـية لنظام المعلومات الجغرافية بمساعدة شركة استشارية، وتم حصر ورقمنة البيانات المكانية المطلوبة للتعداد باسـتعمال النظـام العالمي لتحديـد المواقع. وتبلغ مسـاحة ناميبيا نحو ٨٢٤ ٠٠٠ كيلو متـر مربع، ويبلغ عدد سـكانها ١,٨ مليون نسـمة، ومن ثم كانت تغطية جميع مناطق البلد تعتبر تحدياً لوجسـتياً كبيراً. وقام مكتـب الإحصاء المركـزي بتحديد مناطق العدّ فـي ١٣ منطقة و١٠٧ دائرة، وترميز تلـك المناطق جغرافياً باسـتعمال رمـوز تعريف مميزة تتكوَّن من تسـعة أعداد. وتـم اعتماد طبقات إضافية مـن الحدود، بما فيها حـدود المتنزهـات الوطنية والمزارع والأراضـي القبلية وأراضي المدن والمحليـات. وكان من بين التحديات العمل في سـياق هيكل تنظيمي لم يكن يشـمل في ذلك الوقت نظام المعلومات الجغرافية، فضلاً عن نقص العناصـر البشـرية المدرَّبة ونقـص التدريب، وعدم وجود بيانـات مكانية أوَّلية، علاوة على مشـاكل الحدود وصعوبة الوصول إلى بعض المناطق. وللتغلُّب على الفجوة البشـرية قامت ناميبيا بالدخول في شـراكة مع المعهد الفني، لوضع منهج خاص بنظام المعلومات الجغرافية وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وسـتقوم ناميبيا، لأغراض تعداد ٢٠١١، بإقامة نظام معلومات جغرافية يقوم على أسـاس الشبكة العالمية باستخدام برمجية بوسـتغريس (Postgress) المفتوحة المصدر التي تمكِّن المستعملين من عمل الخرائط التي تلزمهم. وسيتم تخزين البيانات والوصول إليها مركزياً باستخدام برنامج أوراكل (Oracle). ويخطط مكتب الإحصاء المركزي لحصر الوحدات السـكنية واستخدامها في وضع حدود مناطق العدّ (ولمزيد من المعلومات عن هذا الموضوع يمكن الاتصال بـأوتيلي موازي (Ottilie Mwazi) على عنوان الإنترنت: (omwazi@npc.gov.na).

٢ - بوتان

أجرت بوتان تعدادها للسـكان والمسـاكن في عام ٢٠٠٥ باسـتخدام نظام المعلومات الجغرافية. وقد تكفَّل مكتب الإحصاء الوطني بضمان التغطية الكاملة عن طريق تحديد ٦ ٨٠٠ منطقة عدّ للبلد، الذي تبلغ مساحته ٤٧ ٠٠٠ كيلو متر مربع، ويبلغ مجموع عدد السـكان نحو ٢,٣ مليون نسـمة. وقد تم تحديد جميع المباني، بمـا فيها الملاجئ وأماكن الإقامة المؤقتة والكهوف، باسـتخدام النظام العالمـي لتحديد المواقع، أثناء عملية إعداد قوائم المساكن. وتم استخلاص المعلومات المكانية من خرائط طوبوغرافية بمقياس رسم ١: ٥٠ ٠٠٠، وتحديد مناطق العدّ ضمن الوحدات الإدارية دون الوطنية. وقام مكتب الإحصاء الوطني بإقامة خادوم للشبكة من أجل نشـر البيانات، وأعلن مجموعة من الحدود الإدارية. ومن بين خرائط المؤشـرات المنشـورة نُشـرت خرائـط عن العمالة والصحة والإسـكان وموارد الميـاه والطاقة والإصحاح. وهناك خطط لاسـتخدام طبقات قاعدة البيانات الرقمية في التخطيط للتعداد القادم في بوتان. (لمزيد من المعلومات يمكن الاتصال بالسـيد Thinley Jyamtshow Wangdi على العنوان الإلكتروني: thinly_j@yahoo.com).

٣ - سانت لوسيا

بدأت سـانت لوسـيا في تطوير قدراتها الخاصـة بنظام المعلومـات الجغرافية في ١٩٩٥ مـن أجل التعداد الزراعـي. وقـد أدرك مكتب الإحصاء المركزي أن الخرائط السـابقة وخرائط المسـح الكفافي لم تعد صالحة لغرض تحديد الوحدات السـكنية من أجل تعداد السـكان. وتلقى المكتب مسـاعدة تعاونية من إدارة مسـح الأراضـي، ووحدة التخطيط العمراني فـي وزارة التخطيط، وإدارة الغابات فـي وزارة الزراعة، ومن القطاع الخاص: مؤسسـة خدمات الكبل واللاسـلكي والكهرباء، وقام بإعداد خرائط رقمية لمناطق العدّ، واسـتخدام نظام متطور للمعلومات الجغرافية لحصر البيانات المكانية من الميدان. وفي عام ٢٠٠٤ قام مكتب الإحصاء المركـزي بالاسـتفادة من التصوير الجوي للجزيرة بمسـاعدة إدارة المسـح والخرائط فـي وزارة التخطيط العمراني. وقام المكتب بوضع تصميم لحدود المسـتوطنات باسـتخدام خطوط الطول وخطوط العرض لكل

وحدة سكنية، مما مكَّن فعلياً من تحديد كل منطقة في سانت لوسيا. وتم إجراء ترميز جغرافي للمستوطنات باستخدام نظام ترميز من تسعة أعداد. وفي عملية التحول نحو عمليات الخرائط الرقمية صادفت سانت لوسيا تحديات من ناحية الموارد البشرية، بما في ذلك تعويض الموظفين الخارجين من الخدمة لأسباب طبيعية. وبالرغم من ذلك تمكَّنت من توفير تدريب على نظام المعلومات الجغرافية لموظفيها الموجودين، وأكملت مهامها المقررة (لمزيد من المعلومات يمكن الاتصال بالسيدة شيرما لورانس (Sherma Lawrence) على العنوان الإلكتروني: sherma_l@slucia.com).

٤ - البرازيل

في عام ٢٠٠٧ قام المعهد البرازيلي للجغرافيا والإحصاء بتنظيم عملية تعداد على ثلاث جبهات هي: التعداد الزراعي، وتعداد السكان، وسِجل العناوين الوطنية للأغراض الإحصائية. وقد أُنجز العمل على هذه الجبهات الثلاث جميعاً في وقت واحد وبطريقة متكاملة. وتتكوَّن قاعدة البيانات الإقليمية التي ساندت تلك العملية من مجموعة من الخرائط وملفات السِجلات (المساحية) تصوِّر أجزاء الإقليم البرازيلي على مستوى المناطق الجغرافية الصغيرة أو "مناطق العدّ".

وتشتمل قاعدة البيانات الإقليمية في مجموعها على ٠٦٨ ٢٤٩ منطقة عدّ، منها ٧٧٠ ١٦٢منطقة تمت زيارتها أثناء عملية تعداد ٢٠٠٧، تضم ٠٨٥ ٧٠ منطقة عد هي عبارة عن مناطق ريفية و٦٨٥ ٩٢ من المناطق الحضرية.

وللمعهد البرازيلي للجغرافيا والإحصاء ٢٧ مكتباً على مستوى الولايات، تقع مقارها الرئيسية في عواصم الولايات. ويقوم مكتب الولاية بتنسيق أنشطة ٥٣٠ مكتباً محلياً. ويغطي كل مكتب محلي مجموعة من المحلّات. وبهذه الطريقة يمكن تغطية جميع المحلّات في البرازيل وعددها ٥٦٤ ٥ محلّة في عمليات التعداد. ولكل مقر رئيسي لمكتب الإحصاء في الولاية قطاع إقليمي في قاعدة البيانات مسؤول عن إعداد خرائط التعداد للولاية. وعلاوة على ذلك توجد في ستة من مكاتب الولايات وحدات لإدارة أعمال المسح الجيوديسي والخرائط، تعمل على المستوى الإقليمي في جميع أنحاء البلد، وتقدِّم الدعم إلى قطاعات قواعد البيانات الإقليمية من أجل إنتاج خرائط رقمية (إحصائية) للمحليات.

تلك كانت البنية الأساسية التي استند إليها إنشاء خرائط مناطق العدّ في عام ٢٠٠٧. وقد تم تحديث الخرائط الرقمية التي كانت موجودة في مكاتب الإحصاء المحلية البالغة ٥٣٠ مكتباً وتم تجهيزها رقمياً في قطاعات قاعدة البيانات الإقليمية بدعم من المكاتب الإقليمية. وقام بتنسيق هذه العمليات جميعاً على المستوى المركزي وحدتان إداريتان تتبعان مديرية العلوم الجغرافية التابعة للمركز البرازيلي للجغرافيا والإحصاء، إحداهما مسؤولة عن أنشطة إعداد خرائط التعداد في المناطق الريفية والأخرى عن نفس الأنشطة في المناطق الحضرية. وبعد هذه المرحلة أُرسلت الخرائط إلى مكاتب الإحصاء في المحليات لمراجعتها وإقرارها، وتضم هذه اللجان في عضويتها ممثلين عن الدوائر الحكومية المحلية والمجتمع المدني.

وعملاً على ضمان الاتساق في عملية تحديث قاعدة البيانات الإقليمية في مختلف أنحاء البلد تم استخدام نُظم الشبكات الحاسوبية مع أدلة تشغيلية تفصيلية للعمل. وتم تنظيم برامج للتدريب على المستويات الإقليمية والمحلية، وقام المنسقون الفنيون بوضع خطط أنشطة الإشراف، كما تم رصد التطورات في المشروع حسب الجدول الزمني المعتمد من خلال نظام لمتابعة العمليات ومراقبتها.

وكانت إقامة قواعد البيانات الإقليمية من أجل تعداد ٢٠٠٧ عملية ضخمة. فقد تطلبت هذه العملية التي تنطوي على عمالة كثيفة حصراً دقيقاً للخرائط المتاحة على المستويين المساحي والطوبوغرافي، وسائر الوثائق المساعدة، وإقامة شراكات مع أطراف ثالثة لتبادل الوثائق وتجميع المعلومات الإقليمية، وتحديث الوثائق والخرائط ورقمنتها، ووضع خرائط للمحليات والبلديات، وخرائط مساحية، وإقامة ملفات رقمية لحدود مناطق العدّ، ووضع خرائط لاستعمالها في أجهزة الحاسوب الرقمية الشخصية المحمولة، ولدعم عملية نشر نتائج التعداد.

ويعتمد إنتاج خرائط مناطق العدّ للمحليات والأراضي الريفية على خرائط طوبوغرافية منهجية أعدها المكتب البرازيلي للجغرافيا والإحصاء وأتاحها لمختلف الوحدات، وكذلك خرائط أعدتها مديرية الخدمات الجغرافية

فـي الجيش البرازيلي. واسـتُعملت هذه الخرائـط الطوبوغرافية كبيانات مدخلة، وتـم الإنتاج عن طريق نظام وضع الخرائط المحلية، وهو نظام شبه آلي، تم تطويره خصيصاً للمكتب البرازيلي للجغرافيا والإحصاء بنظام Visual Basic ٦,٠ على منصة رسـم من نظام MicroStation/MGE من إنتاج شـركة Bentley/Intergraph، وباستخدام منتج إدارة البيانات الهجائية الرقمية Access97، من Microsoft.

وكان من شـأن نظام وضع الخرائط المحلية شـبه الآلي أن سـهَّل كثيراً من وضع الخرائط المحلية. وقد تم العمل بطريقة لا مركزية وقدَّم هذا النظام تسهيلاً تشغيلياً دعماً لكثير من المهام الرئيسية المختلفة، بما في ذلك تنسـيق عرض الخرائط ومقياس الرسـم، والترميز الجغرافي للوحات الخرائط الطوبوغرافية التي تشكِّل الخريطـة المحليـة، وضبط أطراف الخرائط عند وصـل اللوحات، وتجميع اللوحات باتبـاع المعالم المحلية، وتدقيق الإطارات وبيانات الحواشي.

واعتمد إنتاج خرائط مناطق العدّ للمناطق الحضرية على الخرائط المساحية، التي يتراوح مقياس الرسم فيها مـا بيـن ١: ٢٠٠٠ و١: ١٠٠٠٠. وتنتج هذه الخرائط الوكالات الحكومية على مسـتوى الولايات والحكومات المحلية، وشـركات المرافق ومصادر أخرى. ويقوم نظام إنتاج الخرائط في المناطق الحضرية على أسـاس منصة ميكروستيشـن (المكيَّفة بالكامل لتلبية احتياجات المكتب البرازيلي للجغرافيا والإحصاء). وفي وسع النظام تناول جميع عمليات التحويل اللازمة لاستخلاص بيانات الخرائط من أشد المصادر اختلافاً والتنسيق بيـن النُظم. ويمكنه أيضـاً تقديم الدعم إلى مهام تحديـث الخرائط التي تأخذ بيانـات مدخلاتها من الأعمال الميدانية والأنشطة المكتبية.

ومـن أهـم المبتكرات التـي أُدخلت في البرازيـل من أجل تعداد ٢٠٠٧ السـجل الوطنـي للعناوين للأغراض الإحصائية، وقـد أُعـد أساساً من سِجلات مناطق العدّ في تعداد ٢٠٠٠ وتم تحديثه من خلال الأعمال الميدانية في تعداد ٢٠٠٧. وقد مكَّنت الابتكارات التكنولوجية التي أُدخلت في عام ٢٠٠٧، وخاصة استعمال الحواسيب الشـخصية المسـاعدة المحمولة، بالتكامل مع نظام المعلومات الجغرافية، من إنتاج منتجات قاعدة البيانات الإقليمية الجديدة التي وضعها المكتب البرازيلي للجغرافيا والإحصاء، ومنها:

- خرائـط لـ ٧٠٠٨٥ منطقة عـد ريفية و٩٢٦٨٥ منطقة عد حضرية في نسـق يتفـق مع أجهزة الحاسوب الشخصية المحمولة باليد.
- إعداد أوصاف لمناطق العدّ الحضرية والريفية في نسق PDF.
- إعداد خرائط لمناطق العدّ الريفية في نسق JPG.
- إعداد ٧٠٠٨٥ من الصور ذات الترميز الجغرافي باستخدام برنامج Google Earth.
- وضع حدود رقمية لمناطق العدّ/المحليات في نسق متجهات شكل الملفات، وهي تشتمل على الحدود المحيطية للمناطق الحضرية وكذلك المناطق الحضرية المعزولة في جميع الوحدات الفيدرالية السبع والعشرين، وذلك في نحو ٧٧٠٠٠ مضلع.

وقـد وصلت جميع المـواد المتعلقة بقواعد البيانات الإقليمية إلى العدّادين فـي المكاتب المحلية وإلى مراكز جمع البيانات وإلى نقاط التجميع في بداية أنشطة جمع البيانات ميدانياً وفي نهايتها. وقد تم توصيل خرائط مناطق العدّ لتعداد ٢٠٠٧ رقمياً إلى العدّادين عن طريق الحواسيب الشخصية المساعدة المحمولة باليد وعن طريق الحواسيب الشخصية العادية، ومعها أوصاف الحدود الخاصة بمناطق العدّ.

ومن الناحية التاريخية فإن تناول هذا الكم الضخم من المعلومات التي نشـأت عن جمع البيانات للتعداد كان مصدر قلق لقطاعات قاعدة البيانات الإقليمية. ومع تبني نظام الحواسيب اليدوية المحمولة المساعدة، أمكن نقـل البيانـات الميدانية المطلوب عرضها على الخرائـط، وتخزينها في خادوم المكتـب البرازيلي للجغرافيا والإحصـاء لإجراء مزيد من المعالجة والتحليل عليهـا وإدخالها في الخرائط الجديدة، ومن ثم تخفيف الحمل علـى قاعدة البيانـات الإقليمية. وفي أثناء جمع البيانات كانت التعديلات التـي تُدخل على الخرائط المطبوعة تبلَّـغ إلى العدّادين، الذين سـاهموا بدورهم في العملية عن طريـق تحليل مدى توافق التحديثات التي تضاف إلى نظام وضع الخرائط المحلية شبه الآلي.

وتم تعيين الموظفين المؤقتين عن طريق عمليات شـراء عامة، قام بتنظيمها مكاتب خدمات تم التعاقد معها لهذا الغرض باتباع التشـريعات الخاصة باسـتخدام الموظفين في الحكومـة الفيدرالية. وفي عام ٢٠٠٤ تم التعاقد على استخدام ٥٠٠ من مساعدي المسح والخرائط، كانوا يعملون مع المكاتب المحلية التابعة للمكتب البرازيلي للجغرافيا والتعداد في قطاعات قاعدة البيانات الإقليمية، وتم استخدامهم في مقار المكاتب الإقليمية للقيام بمراحل مختلفة من عملية تحديث قاعدة البيانات الإقليمية.

وتـم اسـتخدام نحو ٦٨ ٠٠٠ من العدّادين و ١٨ ٠٠٠ من مشـرفي التعداد فـي ٢٠٠٧ لأجل جمع البيانات. وقـد تلقى جميـع العدّادين تدريباً ميدانياً وفي الفصول حول مفاهيم قاعـدة البيانات الإقليمية، والخصائص الخاصـة بكل منطقـة عد، والإجراءات التي تُتبع فـي تنقيح قاعدة البيانات الإقليميـة. (لمزيد من المعلومات يمكن الاتصال بالسيد رفائيل كاستانيندا على الموقع: (rafael.march@ibge.gov.br).

ويرد في الجدول التالي تفاصيل التكاليف التشـغيلية لتحديث قاعدة البيانات الإقليمية في تعداد ٢٠٠٧، بما في ذلك الإسهام في الميزانية الكلية لعمليات التعداد.

تكاليف مشاريع تحديث قاعدة البيانات الإقليمية

السنة	تحديث قاعدة البيانات	تعداد ٢٠٠٧	تحديث قاعدة البيانات	تعداد ٢٠٠٧	النسبة المئوية من تكاليف تحديث قاعدة البيانات
	(بالريال البرازيلي)		(بدولار الولايات المتحدة*)		
٢٠٠٤	١٠ ٧٧٤ ٨٨٥,١٩	-	٣ ٤٦٨ ٢٧٣,٤٧	-	
٢٠٠٦	٤ ٠٤١ ٢٤٠,٤٤	١٧٩ ٢٠٠ ٩٠٤,٠٠	١ ٨٦٧ ٩١٧,٩٣	٨٢ ٨٢٩ ١٦٧,٥٥	
٢٠٠٧	٨٣٤ ٣٨٠,٥٨	٤٢٨ ٩١٩ ٤٥٤,٠٠	٤٣٣ ٣٥٤,٤١	٢٢٢ ٧٦٩ ٠١١,١١	
٢٠٠٨	-	١ ٤٥٧ ٠٠٠,٠٠	-	٨٣٥ ٢٩٢,٠٩	
المجموع	١٥ ٦٥٠ ٥٠٦,٢١	٦٠٩ ٥٧٧ ٣٥٨,٠٠	٥ ٧٦٩ ٥٤٥,٨١	٣٠٦ ٤٣٣ ٤٧٠,٧٦	١,٨٨٪

* القيم المرجعية: سعر الصرف للريال البرازيلي مقابل دولار الولايات المتحدة في ٣٠ حزيران/يونيه لكل سنة: ٢٠٠٨: ١,٧٤٤٣ دولار أمريكي؛ ٢٠٠٧: ١,٩٢٥٤ دولار أمريكي؛ ٢٠٠٦: ٢,١٦٣٥ دولار أمريكي؛ ٢٠٠٤: ٣,١٠٦٧٠ دولار أمريكي.

باء - دور الخرائط في التعداد

٢-١٢- يستعمل الناس الخرائط منذ مئات السنين لتمثيل البيئة التي يعيشون فيها. فالخرائط تبين المواقع والمسافات والاتجاهات وحجم المناطق. وتعرض الخرائط أيضاً العلاقات الجغرافية والاختلافات والعناقيد والأنماط الجغرافية. وتستخدم الخرائط في الملاحة وأعمال الاستكشاف ووسائل الإيضاح والاتصالات في القطاعين العام والخاص. وتستعمل الخرائط تقريباً في جميع المجالات العلمية بشكل أو بآخر. وباختصار فإن الخرائط هي أدوات لا غنى عنها في كثير من نواحي العمل المهني والأكاديمي.

٢-١٣- والخرائط هي جزء لا يتجزأ من أعمال التعداد منذ وقت طويل. وكان دورها التقليدي في أعمال التعداد هو دعم عملية العدّ وعرض النتائج الإجمالية للتعداد في شكل خرائطي. وقليل جداً من أعمال العدّ كانت تجري في جولات التعداد الأخيرة دون الاستعانة بخرائط تفصيلية.

٢-١٤- وبوجه عام فإن الخرائط تؤدي عدة أغراض في عملية التعداد، منها ما يلي:

(أ) تفيد الخرائط في ضمان التغطية الكاملة وتيسير عمليات التعداد (ما قبل العدّ). فمكتب التعداد يريد أن يضمن عد كل أسرة معيشية في البلد وكل شخص فيها، وعدم تكرار عد أي أسرة معيشية أو أي فرد. ولهذا السبب يلجأ الجغرافيون في عملية التعداد إلى تقسيم إقليم البلد إلى وحدات صغيرة لجمع البيانات. وتُعد خرائط مناطق العدّ لتكون وسيلة مراقبة ضرورية تضمن التغطية في التعداد؛

(ب) وتدعم الخرائط جمع البيانات، ويمكن أن تساعد في رصد أنشطة التعداد (أثناء عملية العدّ). فوجود الخرائط أثناء التعداد يضمن أن يتمكَّن العدّادون بسهولة من التعرُّف على المناطق الجغرافية المخصَّصة لهم، التي يقومون فيها بعدّ الأُسر المعيشية. وتوزِّع الخرائط أيضاً على المشرفين على التعداد الذين يشرفون على أعمال العدّادين لدعم مهام التخطيط والمراقبة. ويمكن أن يكون للخرائط أيضاً دور في رصد تقدُّم عمليات التعداد، إذ تتيح للمشرفين إمكانية التخطيط الاستراتيجي، وتوزيع المهام، وتحديد المجالات التي يمكن أن يحدث فيها مشاكل، واتخاذ إجراءات تصحيحية بسرعة؛

(ج) ومن شأن استعمال الخرائط في التعداد أن يجعل عرض وتحليل ونشر نتائج التعداد (ما بعد عملية العدّ) أمراً ميسوراً. فعرض نتائج التعداد في شكل خرائط يعتبر وسيلة قوية في تخيُّل نتائج التعداد، وهذا من شأنه أن ييسِّر تحديد الأنماط المحلية للمؤشرات الجغرافية والاجتماعية الهامة. لهذا السبب فإن الخرائط هي جزء لا يتجزأ من أدوات تحليل السياسات في القطاعين العام والخاص.

جيم - من الخرائط إلى قواعد البيانات الجغرافية: ثورة الخرائط مستمرة

٢-١٥- تمثِّل الخرائط اليوم شكلاً واحداً من أشكال عرض المعلومات التي يُطلق عليها تعبير عام هو المعلومات الجغرافية، والشكل الذي تأخذه هذه المعلومات الجغرافية في غالب الأحيان هو قواعد البيانات المسندة جغرافياً (أو قواعد البيانات الجغرافية). وقد تأثَّر إعداد الخرائط بثورة المعلومات بشكل متأخر نسبياً عن باقي المجالات. فالحواسيب في مراحلها الأولى كانت وسائل جيدة لتخزين الأرقام والنصوص، أما الخرائط فهي معقَّدة، ويحتاج إعداد الخرائط رقمياً إلى طاقة تخزين كبيرة للبيانات وإلى موارد حاسوبية سريعة. ثم إن الخرائط هي أساساً تطبيقات لرسومات، وكانت الحواسيب في مراحلها الأولى ذات قدرات محدودة على إنتاج الرسومات. لذلك لم تجد التطبيقات الأولى لإعداد الخرائط باستعمال الحاسوب، والتي طُبِّقت على الحواسيب في فترة الستينات، قبولاً واسعاً في التطبيق، باستثناء عدد محدود من الحكومات والمشاريع الأكاديمية. ولم تصل نُظم المعلومات الجغرافية التجارية إلى مستوى من القدرة يؤدي إلى اتساع تطبيقاتها في الحكومات الإقليمية والمحلية وفي التخطيط العمراني وفي الوكالات البيئية وفي الاستكشافات المعدنية وقطاع المرافق وفي التسويق التجاري والشركات العقارية إلاّ من بداية الثمانينات. وقد أثَّر هذا على الاستخدام الأوَّلي لتكنولوجيات إعداد الخرائط من قِبل مكاتب الإحصاء الوطنية.

٢-١٦- وقد مكَّنت موارد المعلومات الجديدة أيضاً من تقصير الفترة التي تنقضي بين التخطيط للمشروع وإقامة قاعدة بيانات تشغيلية. وكان أهم تطور في هذا المجال هو

في مجالات الملاحة والاستشعار من بُعد وتحليل الصور والتعامل مع البيانات والخرائط على الإنترنت. وقد أدَّت النُظم العالمية لتحديد المواقع إلى ثورة في طُرق جمع البيانات في الميدان في مجالات تتراوح بين أعمال المساحة والرصد البيئي وإدارة النقل. وظهرت أجيال جديدة من السواتل التجارية ذات الاستبانة العالية يمكنها التقاط صور لأي جزء من أجزاء العالم بتفصيلات دقيقة تساعد في مختلف تطبيقات الخرائط، بما في ذلك خرائط التعداد. وقد تناقصت كثيراً تكاليف إنتاج خرائط رقمية دقيقة بسبب التكامل الوثيق بين تقنيات النُظم العالمية لتحديد المواقع والتقاط البيانات من بُعد.

٢-١٧- وقد استفاد نظام المعلومات الجغرافية استفادة هائلة من التطورات في مختلف مجالات علوم الحواسيب. فبرمجيات قواعد البيانات الحديثة تتيح إمكانية إدارة كميات هائلة من المعلومات المسندة إلى خرائط رقمية. ويقوم مستعملو بيانات التعداد بوضع نماذج بيانات لأغراض تخزين البيانات الجغرافية واسترجاعها وعرضها. وتتيح التقنيات المتقدِّمة للتخيُّل إمكانية إعداد طُرق عرض متقدمة جداً للبيئة التي نعيش فيها. ووظائف عرض البيانات من خلال نظام المعلومات الجغرافية تتجاوز مرحلة العرض الثنائي الأبعاد الجامد للبيانات وتتيح إمكانية تحريك العرض وإعداد نماذج ثلاثية الأبعاد. وكما أن تقنيات التعرُّف على الحروف ساعدت كثيراً في تطوير مدخلات المعلومات النصية فقد ساعدت برمجيات التصفُّح العالية الاستبانة والمتطورة في الإسراع في تحويل بيانات الخرائط الذي كان يتم في السابق بشكل كامل باستخدام وسائل الرقمنة اليدوية. وقد أتاحت هذه التكنولوجيا التمكينية لمنتجي البيانات التحوُّل من قواعد بيانات الخرائط الورقية إلى القواعد الرقمية، وتحديث المعلومات القائمة. ولا يزال الذكاء البشري مطلوباً لإعطاء قيمة للمنتجات والخدمات التي تتيحها الخيارات التكنولوجية.

٢-١٨- وقد حدثت أوجه تقدُّم مشابهة في مجال نشر البيانات الجغرافية. ويعرض جميع كبار بائعي نُظم المعلومات الجغرافية الأدوات اللازمة لإتاحة قواعد البيانات الجغرافية أو الجغرافية المكانية عن طريق الإنترنت. وقد تبنَّت الوكالات الحكومية على اختلاف مستوياتها هذه التكنولوجيا من أجل إتاحة الوصول إلى الكم الهائل من المعلومات المكانية أمام الجمهور بطريقة سريعة وقليلة التكلفة. وحلَّت الإنترنت محل الخرائط المطبوعة والوسائط الرقمية فأصبحت أهم وسيلة لتوزيع البيانات، ولم تعد الخرائط بدورها أدوات جامدة وإنما أصبحت لقطات حيَّة لقواعد بيانات جغرافية متغيِّرة.

٢-١٩- وما تطبيقات الخرائط على الإنترنت إلاّ برهاناً جديداً على أن الأدوات المتاحة لاستعمال المعلومات المكانية الرقمية تقل تكلفتها بشكل مضطرد ويتيسَّر استعمالها بنفس القدر. ومع أن حُزم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية البالغة التطور لا تزال تحتاج إلى كثير من التدريب لكي تستعمل بكفاءة، فإن حُزم إعداد الخرائط على الحاسوب المكتبي لم تعد أصعب استعمالاً من برمجيات الأعمال العادية. كذلك فإن إعداد الخرائط رقمياً يزداد تكاملاً مع تطبيقات الحاسوب العادية مثل كشوف البيانات والرسومات وبرمجيات إدارة الأعمال.

٢-٢٠- وقد بادرت بعض المكاتب الإحصائية باستعمال تقنيات نظام المعلومات الجغرافية. وبما أن الإحصاءات السكانية والاجتماعية والاقتصادية هي أساس التخطيط والإدارة عموماً، فإن التوزيع المكاني للمؤشرات الاقتصادية الاجتماعية يوجِّه قرارات السياسة العامة بشأن التنمية الإقليمية وتقديم الخدمات وكثير من المجالات الأخرى. وتتيح التقنيات الرقمية إمكانية تحسين الإدارة واسترجاع البيانات بسرعة وعرضها بشكل أكثر فعالية. ولذلك كانت توجد دائماً صلة وثيقة بين الجغرافيا والإحصاءات، كما يتضح، على سبيل المثال، من أن كثيراً من بلدان أمريكا اللاتينية تجمع بين الوكالات الإحصائية ووكالات إعداد الخرائط في أماكن

موحَّدة. وهذا التكامل الوثيق لنُظم المعلومات الجغرافية في التطبيقات الإحصائية يعود بمنافع جمَّة على مكاتب الإحصاءات الوطنية لأنه يقلِّل التكلفة والوقت المطلوبين لجمع المعلومات وتجميعها وتوزيعها. ويتيح نظام المعلومات الجغرافية لمكاتب الإحصاء تقديم عدد أكبر من الخدمـات، وبذلك يزيـد كثيراً من العائد على الاستثمار في مجال جمع البيانات.

٢-٢١- وقد مكَّنت أتمتة الخرائط ونُظم المعلومات الجغرافية والأدوات الجغرافية المكانية الأخرى من تحسين الكفاءة في إنتاج الخرائط التي يستعملها العدّادون والخرائط الموضوعية لنتائج التعداد. كما أتاح التقدُّم التكنولوجي والمهام الجديدة لنظام المعلومات الجغرافية باستخدام مصادر البيانات الجديدة، مثل الاستشعار من بُعد والتسجيل المكاني باستعمال النظام العالمي لتحديد المواقع، فرص التوسُّع في قدرة العروض الجغرافية في سياق مكاتب الإحصاء الوطنية. على أن من الواجب استعمال التكنولوجيات الجديدة بحكمة على أساس الأهداف الاستراتيجية التي تحدِّدها قيادة منظمات الإحصاء، فهذه التكنولوجيات ليست عصا سحرية يمكن بها حل جميع المشاكل التنظيمية، وإنما هي تحتاج إلى تخطيط واعٍ.

دال - زيادة الطلب على البيانات الإحصائية التفصيلية

٢-٢٢- يشارك مستعملو بيانات التعداد والدراسات الاستقصائية في الفوائد التي تتيحها أتمتة البيانات الجغرافية في الإحصاءات، فقد أدَّت وظائف تكامل البيانات التي أتاحتها نُظم المعلومات الجغرافية، والتي تتيح الربط بين المعلومات من مختلف المجالات الموضوعية، إلى زيادة واسعة في استعمال المعلومات الإحصائية، وأدى ذلك بدوره إلى زيادة الضغط على مكاتب الإحصاءات من أجل إنتاج معلومات مسندة مكانياً ذات نوعية عالية عن الوحدات الجغرافية الصغيرة. وإذا أحسنت مكاتب الإحصاء تخطيط هذه العملية، أي إذا تمكَّنت من جمع المعلومات عن الوحدات الصغيرة ثم تجميعها بشكل مناسب، فسيكون بوسعها تلبية حاجات كثير من المستعملين الجُدد للبيانات. ومن أمثلة تطبيقات هذه البيانات ما يلي:

(أ) **التخطيط للاستجابة للكوارث والحالات الإنسانية**. يمكن للوكالات أن تستعد لما يمكن أن يحدث من كوارث طبيعية بأن تحدِّد الأماكن المأهولة التي يصعب إخلاؤها فـي حالات الحريق أو الزلازل أو البراكين أو حالات التسـونامي. وإذا حدثت كارثة طبيعية كبيرة فإن من أول الأسـئلة التي تُسـأل ما يلي: ما هي القرى التي تأثَّرت؟ مـا هو حجم سـكانها؟ كم من النـاس قتلوا أو جرحوا أو فقدوا مسـاكنهم؟ ما هي حالة البنية الأساسية، خاصة الطرق والجسور، والمراكز الصحية والمدارس، ونُظم توصيل المياه، والمباني الحكومية، إلـخ.؟ وإذا أمكن بيان الارتفاعات والانحدارات وشـبكات الطرق وغير ذلك من المعلومات الجغرافية للمناطق المتأثرة من الكوارث على خرائط رقمية لتوزيع السكان وخصائص المساكن، فسيكون من الممكن وضع تقديـرات يعتمد عليها لأعداد النـاس المتأثرين، واحتياجاتهم من حيث المسـاعدة الطبيـة والأغذية والمأوى، وأهم مـن ذلك تحديد أماكنهم. ووجود "ترميز قياسـي للسـكان" للمناطق المأهولة يخفف من صعوبة الوصول إلى الأماكن المتأثرة التي تحتاج إلى مساعدة؛

(ب) **نمذجة السهول المعرَّضة للفيضان**. يتزايد خطر الفيضانات الكبيرة في كثير من مناطق المساقط المائية في العالم، وباستخدام البيانات الرقمية المتعلقة بالارتفاعات والأحـوال المائيـة، بالاقتـران بالإحصاءات الناتجة عـن التعداد للمناطـق الصغيرة،

يستطيع مسؤولو التخطيط وضع تقديرات تفصيلية من أجل تخفيف المخاطر التي يتعرَّض لها السكان في المناطق المعرَّضة للفيضان وتخطيط إدارة الطوارئ. وتستخدم شركات التأمين في بعض البلدان نفس الأدوات لتقدير مستويات الخطر الذي يتعرَّض له مالكو البيوت، مما يؤدي إلى تقدير عادل للأقساط والتعويضات؛

(ج) **تخطيط الخدمات الاجتماعية والتعليمية**. من المهام الرئيسية للحكومات المحلية والإقليمية ضمان إتاحة فرص متكافئة في جميع أنحاء البلد للوصول إلى الخدمات الحكومية مثل الرعاية الصحية والتعليم. وتتيح بيانات التعداد عن المناطق الصغيرة، المفصَّلة حسب العمر والخصائص الاجتماعية، لمسؤولي التخطيط إمكانية التنبؤ بالطلب على مختلف الخدمات. وتفيد هذه المعلومات، مقترنة ببيانات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالبنية الأساسية للنقل، في توزيع الموارد بالقسط بين مراكز الخدمات القائمة، كما تتيح اتخاذ قرارات أفضل بشأن مواقع المرافق الجديدة؛

(د) **تحليل الفقر**. في البلدان التي لا يجري فيها جمع بيانات عن الدخل والاستهلاك أثناء التعداد، تُعد خصائص الأُسر المعيشية مؤشراً هاماً لرفاه مختلف فئات السكان. ويمكن الاستفادة من بيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة، بالاقتران بالمعلومات المسندة مكانياً عن البنية الأساسية والظروف الزراعية والبيئية، في تقدير حالات الفقر ومواقع المجتمعات الفقيرة. ومن شأن هذه المعلومات أن تحسِّن استهداف خطط تخفيف الفقر، بتوجيه الموارد نحو المناطق الشديدة الحاجة، مع تفادي تسرُّب الدعم إلى المجتمعات غير الفقيرة؛

(هـ) **تخطيط خدمات المنافع**. لا يقتصر استخدام المرافق العامة والخاصة كالمياه والغاز والكهرباء والاتصالات، لنُظم المعلومات الجغرافية على إدارة البنية الأساسية المادية، وإنما تستخدم هذه الجهات التحليل المكاني للبيانات الديمغرافية في تقدير الطلب الراهن والمستقبل على الخدمات. وقد أصبحت بيانات التعداد الرقمية، مقترنة بنماذج التضاريس الرقمية، من المكوِّنات الأساسية في تصميم الخدمات القائمة على أساس المواقع في جميع أنحاء العالم؛

(و) **تحليل القوة العاملة**. في تحليل المسائل المتصلة بالعمالة، سواءً قامت به شركة خاصة تبحث عن موقع مناسب لمصنع، أو وكالة حكومية تحاول التوفيق بين العرض والطلب، تعتبر بيانات التعداد للمناطق الصغيرة عنصراً هاماً في هذا الجهد. ومن المسائل الحيوية في تخطيط وسائط النقل تحليل المسافة إلى مكان العمل، الذي يقارن موقع العمل وموقع السكن للعاملين؛

(ز) **تحليل السوق**. تستفيد الشركات من بيانات تعداد المناطق الصغيرة في تخطيط مواقع المتاجر الجديدة والمخازن، وفي إدارة معلومات خدمة العملاء، وفي تحديد الجمهور الذي تستهدفه الإعلانات. وقد انتشر انتشاراً واسعاً فرع جديد من فروع نظام المعلومات الجغرافية، يُطلق عليه جغرافية الأعمال أو الخصائص الديمغرافية المكانية، وأصبح الطلب الكبير على هذه الأنواع من التحليل قوة دافعة كبيرة في تطوير حُزم برامجية قليلة التكلفة وسهلة الاستعمال لإعداد الخرائط على الحاسوب المكتبي؛

(ح) **تحديد الدوائر الانتخابية**. يقوم التمثيل النيابي في الديمقراطيات التمثيلية على أساس مبدأ تساوي الأصوات في الوزن؛ ولضمان هذا المبدأ تُستخدم أرقام تعداد السكان في المناطق الصغيرة في تحديد الدوائر الانتخابية بحيث تتساوى في

الحجم قدر الإمكان. وفي الولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال فإن هذا هو المبرر الرئيسي الذي على أساسه يطلب الدستور إجراء تعداد كل ١٠ سنوات، وهو تعداد تُستخدم فيه نُظم المعلومات الجغرافية وبيانات التعداد في تصميم الدوائر الانتخابية؛

(ط) **تحليل انتشار الأوبئة**. تتيح بيانات التعداد للمناطق الصغيرة، بالاقتران بالإحداثيات الصحية والبيانات البيولوجية الفيزيائية، للموظفين الصحيين إمكانية تقدير أعداد السكان المعرَّضة للخطر فيما يتصل بأمراض مُعدية معيَّنة وبالأمراض المنقولة بحوامل العدّوى. وتتيح معرفة عدد الأشخاص المعرَّضين في البلد للإصابة بالملاريا أو البلهارسيا، على سبيل المثال، لمسؤولي التخطيط إمكانية تقدير الموارد اللازمة للقضاء على المرض. وتساعد معرفة الفئات المعرَّضة للإصابة ومواقعهم في تحديد الأولويات وتنفيذ أنشطة التدخل الصحي؛

(ي) **الزراعة**. تفيد المعلومات الجغرافية عن الأحوال الزراعية والبيئية، مقترنة بالبيانات الخاصة بالإنتاج الزراعي والبيانات الخاصة بالمناطق الصغيرة بشأن الطلب على المنتجات الغذائية، في تحليل المسائل المتعلقة بالأمن الغذائي. وقد أمكن إقامة نُظم للإنذار المبكِّر للمجاعة في كثير من البلدان التي يتسم النظام الإيكولوجي فيها بالضعف، من أجل الوقاية من الأزمات الغذائية الحادة.

هاء - الاستثمار في التكنولوجيا الجغرافية المكانية: التكاليف والفوائد

٢-٢٣- تناقش الفقرات التالية التكاليف التي ينطوي عليها تبني التكنولوجيا الجغرافية المكانية لعمليات التعداد والفوائد التي يمكن تحقيقها منها. وتوجد مجموعة متنوعة من الخيارات، تتراوح ما بين بنية أساسية جغرافية مكانية داخلية متكاملة، واستعمال وسائل أخرى منها على سبيل المثال وضع الخرائط على الحاسوب المكتبي لأغراض عرض النتائج والنشر فقط. وبتعبير آخر فإنه لا توجد حلول على طريقة "قياس واحد يناسب الجميع" لإدخال التكنولوجيا الجغرافية المكانية في عمليات التعداد. ومع ذلك فقد جعلت الابتكارات الحديثة وانخفاض التكلفة الأوَّلية مسألة التحوُّل في هذا الوقت في متناول اليد بالتأكيد، حيث إن تكنولوجيات التحديد العالمي للمواقع أصبحت محتملة التكاليف وواسعة الانتشار، وأصبحت نُظم المعلومات الجغرافية المتطورة جداً قابلة للاستخدام على الحواسيب المكتبية غير المكلِّفة. والمبدأ الأساسي في أي تحليل للتكاليف والفوائد هو مناسبة التكنولوجيا للغرض.

٢-٢٤- وقد أكدنا من قبل على أن اعتماد أي تكنولوجيا جديدة يمثِّل تحدياً للنُظم القائمة، ويجب ألاّ يتقرر إلاّ بعد النظر بعناية في التكاليف والفوائد. أما عناصر التكاليف فتشمل تصميم النُظم، وشراء المعدات والبرمجيات، ووضع النماذج الأوَّلية، وتخطيط الموارد البشرية، والتدريب، والتعاقد على الدعم، وتصميم قواعد البيانات الجغرافية، والتكاليف الانتقالية، والحصول على البيانات، وحصر البيانات، وضوابط النوعية، وصيانة النُظم، وتطوير المنتجات. وينطوي التحوُّل إلى البيانات الجغرافية المكانية على تكاليف تتصل بالرقمنة، أي تحويل خرائط مناطق العدّ التناظرية إلى النسق الجغرافي المكاني.

٢-٢٥- أما المنافع التي تتحقَّق من التحول إلى النُظم الجغرافية المكانية في أعمال التعداد فيمكن تفصيلها في فئتين: فوائد تتصل بالكفاءة وفوائد تتصل بالفعالية. والمقصود

بالكفاءة هو كمية الناتج التي يمكن الحصول عليها لكل وحدة من المدخلات. وبالنسبة للتعداد يعني ذلك القيام بعمليات أكبر بتكاليف أقل. ومن مزايا الكفاءة وفورات التكلفة أو مكاسب الإنتاجية، والوفورات في الوقت، والمصداقية الأكبر، ودِقة منتجات البيانات الجغرافية المكانية، والخدمات الأفضل، وزيادة الدقة، وتحسين الاتساق، وتوليد الدخل. ويمكن أن تتحقَّق هذه النتائج عن طريق المنظمة القائمة بالتعداد ذاتهـا إذا أُحسن التخطيط للتعداد.

٢-٢٦- وأما مزايا الفعالية فتشير إلى الآثار الإيجابية التي تعود على المجتمع من السياسات أو البرامج التي تستفيد من تحسين المعلومات، بما في ذلك المزايا التي تتحقَّق لمستعملي البيانات الإحصائية المستقاة من التعداد. وتشمل مزايا الفعالية ما يلي: تحسين التحليل في نطاق يناسب الدراسات المحلية والإقليمية بشكل أفضل، واتخاذ القرارات عن بيِّنة، وتقاسم البيانات بشكل أوسع مع الوكالات الحكومية أو المنظمات غير الحكومية، وتحسين الوصول إلى الجمهور. ويمكن التماس بعض المزايا الاجتماعية، مثل الاستجابة الإنسانية وتخطيط البنية الأساسية الصحية، من الأمثلة المعروضة في الفرع السابق من هذا الفصل. والواقع أن الاستعمال الكفء للتكنولوجيا الجغرافية المكانية يمكن أن يؤدي إلى إنقاذ حياة كثير من البشر وتحسين أحوالهم المعيشية.

٢-٢٧- ولأسباب متنوِّعة، فإن من الصعب تقدير تكاليف وفوائد استعمال نُظم المعلومات الجغرافية كمِّياً. فعلى سبيل المثال قد لا يتحقَّق كثير من الفوائد للوكالة التي تقدِّم الاستثمار في نظام المعلومات الجغرافية وإنما تتحقَّق الفوائد للآخرين الذين تتحسَّن إمكانية وصولهم إلى المنتجات ذات الدقة العالية بتكلفة أقل، أو الذين يكون بوسعهم الحصول على منتجات لم تكن متاحة لهم من قبل. ويبيِّن هذا أيضاً الفرق بين ما هو "رخيص" وما هو "فعَّال من ناحية التكلفة". فالخيار الأرخص لإنتاج خرائط التعداد، خاصة في البلدان التي لا تزال العمالة فيها رخيصة، قد يكون هو العمل اليدوي التقليدي. إلاّ أنه، من الناحية الاجتماعية، قد يكون من الأجدى من حيث فعالية التكاليف الاستثمار في نهج رقمي، وإن كان بتكلفة أكبر. ذلك أن نواتج الإنتاج الرقمي تحقِّق مزايا أكبر للمنظمة القائمة بالتعداد أو المنظمة الإحصائية، حيث إنها بذلك تستهل مبادرة قومية حقيقية. ثم إنه لا يوجد ما يضمن أن تظل العمالة رخيصة.

الإطار ٢ - ٢

الصعاب المتعلقة بالتكنولوجيا والتكاليف

١ - كمبوديا

اتخذت كمبوديا نهج خرائط مناطق العدّ وخرائط حدود القرى في الدراسة الاستقصائية الصحية لعام ٢٠٠٣. وتدخل أنشطة نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد في نطاق مهام إدارة الإحصاءات الديمغرافية التابعة للمعهد الوطني للإحصاء. وتم تنسيق خرائط التعداد مع وزارة إدارة الأراضي ووزارة الداخلية. وتم تكليف ٣٠ موظفاً بتحديد مناطق العدّ باعتبارها وحدات لا يزيد عدد الأُسر المعيشية في كل منها عن ١٢٠ أسرة. واستُخدِم في ذلك استبيان للقرى من أجل إعداد قاعدة بيانات لمناطق العدّ. ومن ضمن الوظائف التي تجري في سياق إعداد قاعدة بيانات مناطق العدّ: وضع علامات مميزة لمجموعات البيانات، والتدقيق، والترميز، والتحرير، وإدخال البيانات، والتحقق من بيانات الحدود وإقرارها. واستُخدِمت علامات التشفير بالقضبان المتوازية لتسهيل التتبُّع في خرائط منطقة العدّ. وبالنسبة لتعداد ٢٠٠٨ خطط المعهد الوطني للإحصاء لنشر النتائج على الشبكة، باستخدام نظام كام إنفو (CamInfo)، على أساس نظام ديف إنفو (DevInfo). وتقدِّر كمبوديا أن تكلفة وضع الخرائط وتحديد مناطق العدّ، ثم تجهيز البيانات، تبلغ ١٥ في المائة من مجموع تكاليف

التعداد. ومن البنود المكلِّفة من ناحية الموارد: سيارات الميدان والحواسيب (والمعدات الطرفية للحواسيب)، مع أن هذه البنود تقدَّم عادة من مانحين.

المصدر: عرض كمبوديا في ورشة عمل بانكوك، ٢٠٠٧.

٢ - ليسوتو

أجرت ليسوتو أحدث تعداداتها للسكان والمساكن في عام ٢٠٠٦. وتم إعداد الخرائط السابقة على عملية العدّ باستخدام أحدث تكنولوجيات الاستشعار من بُعد ونُظم المعلومات الجغرافية. وشمل ذلك التغطية الكاملة بالصور الساتلية ذات الألوان الطبيعية بنظام سبوت (SPOT)، ٢,٥ م، والنظام العالمي لتحديد المواقع، ونظام المعلومات الجغرافية. وقام بالأعمال التحضيرية المكتبية خمسة موظفين. وشمل هذا العمل تحديد مناطق العدّ من خلال تفسير الصور (والمعارف المحلية)، وكذلك إعداد خرائط مصوَّرة ساتلياً لمناطق العدّ التي حُدِّدت ميدانياً. أما العمل الميداني في تحديد مناطق العدّ فقام به ثمانية أفرقة يتكون كل منها من أربعة موظفين ميدانيين. وقد تم تجهيز كل فريق بسيارة وجهاز للتحديد العالمي للمواقع. وتم التحقق من حدود مناطق العدّ وتعديلها عند الضرورة. وتم جمع بيانات إضافية عن بعض الخصائص مثل أسماء الأماكن وأسماء الزعماء المحليين. وتم حصر المعلومات التي جُمعت أثناء العمل الميداني في نسق رقمي، ثم أُعدت خرائط لمناطق الإشراف وطُبعت باستخدام نظام المعلومات الجغرافية. وقد تم تحديد معالم ٤٥٠٠ منطقة عد، واستغرق إعداد خرائط ما قَبل العدّ فترة تسعة أشهر. وتمثَّل نفقات إعداد الخرائط قبل العدّ نحو ٥ في المائة من مجموع ميزانية التعداد، وأُنفق نحو ٤٠ في المائة من ميزانية إعداد الخرائط قبل التعداد على التصوير الساتلي. ومع أن هذا يبدو رقماً كبيراً إلاّ أنه حقَّق وفورات تزيد عن ٦٠ في المائة في الأعمال الميدانية، كما أنه ألغى الحاجة إلى إعداد خرائط فردية أوَّلية. وفي نهاية المطاف فقد حقَّق هذا النهج الحديث نتاجاً ذا نوعية جيدة، فضلاً عن وفورات بلغت نحو ٢٠ في المائة بالمقارنة بالميزانية الأصلية التي وضعت على أساس إعداد خرائط أوَّلية.

المصدر: عرض شركة Geospace Inc في ورشة العمل التي عُقدت في لوساكا، ٢٠٠٧.

٢-٢٨- وتعتبر استثمارات الميزانية في نظام المعلومات الجغرافية مثقلة البداية، بمعنى أن الجزء الأكبر من النفقات يُنفق في بداية المشروع بينما قد لا تتحقَّق الفوائد إلاّ بعد فترة طويلة من دورة المشروع. وبالمقارنة بالنفقات والفوائد في نهج إعداد الخرائط التقليدي فإن أحد الفوارق المهمة بينه وبين الإعداد الرقمي للخرائط هو أن النهج التقليدي يتطلب إعداد الخرائط يدوياً لكل تعداد، وهذا ينطوي على جهد مزدوج بلا داع. وكان إعداد الخرائط للتعداد في الماضي يتم في الغالب على أساس كل مشروع، إذ يتكوَّن قبل عدة سنوات من التعداد فريق يكلَّف بمهمة إعداد خرائط التعداد بشكل سريع يدوياً، ولا تستعمل هذه الخرائط إلاّ لأغراض العدّ. وبعد عدة سنوات تتكرر العملية من جديد مع التعداد التالي.

٢-٢٩- ويعني وضع استراتيجية طويلة الأمد لاعتماد التكنولوجيا الجغرافية المكانية النظر إلى إعداد خرائط التعداد وقاعدة البيانات الجغرافية باعتباره عملية متواصلة، تجري فيها صيانة دورية لقواعد البيانات يقوم بها فريق أساسي دائم من الموظفين يتلقى تدريباً من وقت لآخر. وفي حالة الخرائط التناظرية تكون التكاليف في العادة أعلى من الفوائد لأن الخرائط الورقية لا تفيد إلاّ في أغراض التعداد، أما في الحالة الرقمية فتنفق استثمارات كبيرة في البداية ولكن النتائج يحتمل أن تكون أفضل بكثير من ناحية انخفاض تكاليف الصيانة والتحديث ومن ناحية المزايا المستدامة على المدى الطويل. ومن الأرجح أن تكون المزايا على المدى الطويل أفضل بكثير لأن العملية ينتج عنها قاعدة بيانات رقمية ذات استعمالات كثيرة، سواءً لمكاتب الإحصاء الوطنية أو الوكالات الحكومية الأخرى.

واو - عوامل النجاح الأساسية في تنفيذ النهج الجغرافي المكاني في مكاتب الإحصاء الوطنية

٢-٣٠- قد توجد عقبات مختلفة تعرقِل إنجاز المشروع أو تحقيقه أهدافه بالكامل، بغض النظر عن التكاليف الكبيرة الواضحة التي يمكن قياسها كمِّياً عند الأخذ بالتطبيقات الجغرافية المكانية في عملية التعداد. وتنشأ هذه المشاكل في الغالب الأعم من نقص التخطيط، واختيار معدات وبرمجيات غير مناسبة، ومن أخطاء تنظيمية مختلفة. وبإلقاء نظرة فاحصة على مشاريع نُظم المعلومات الجغرافية التي طُبقت على أرض الواقع تتضح مجموعة من عوامل النجاح الأساسية المشتركة بين عمليات التنفيذ الناجحة. وفيما يلي قائمة مبوَّبة حسب الأولوية لعوامل النجاح الأساسية، مكيَّفة خصيصاً لأعمال مكاتب الإحصاء الوطنية:

١ - التخطيط التفصيلي الاستراتيجي والتشغيلي والإداري، القائم على أساس تقديرات واقعية للتكلفة والجهد المطلوب، مع وجود أهداف واضحة ومحدَّدة للعمليات الجغرافية المكانية. ووجود إجراءات مقرَّرة بشكل جيد لمراقبة وضمان النوعية.

٢ - أن يكون القرار في الاستثمار في التكنولوجيا الجغرافية المكانية قائماً على أساس الحاجة والمشاكل المطلوب حلها وليس على أساس مجرَّد وجود التكنولوجيا. ويجب التعامل مع التكنولوجيا لا باعتبارها إضافة مستقلة وإنما كجزء لا يتجزأ من استراتيجية الإدارة العامة.

٣ - وجود شخص أو أشخاص متحمسين للفكرة لدفع عملية التطوير الجغرافي المكاني في المنظمة، ووجود دعم من الإدارة العليا.

٤ - من ناحية الموارد البشرية لا بد من توافر القدرة على تقديم التدريب والدعم للعاملين في التعداد وللإدارة، والقدرة على تلبية الاحتياجات من الموظفين، بما في ذلك القدرة على الاحتفاظ بالموظفين المدرَّبين واستخدام مقاولين من الخارج عند الحاجة، وذلك مع ضرورة أن تكون العقود واضحة ومحدَّدة، سواءً مع البائعين أو الاستشاريين أو الشركاء أو العملاء في داخل الحكومة وفي خارجها.

٥ - إعداد دراسة كاملة لاحتياجات المستعملين وتحديد واضح للمنتجات المطلوب إنتاجها، مع خطة زمنية واضحة للتنفيذ؛ وخطة محدَّدة طويلة الأجل للتمويل، بما في ذلك استراتيجيات استعادة التكاليف وتسعير البيانات، ويشمل ذلك وجود تقديرات دقيقة لتكاليف الصيانة والتكاليف المتصلة بها، مع تحديد معالم واضحة للإنجاز وإنتاج النواتج المطلوبة من أجل التشجيع على الالتزام بالأُطر الزمنية المحدَّدة.

٦ - وضع اتفاقات للتعاون مع سائر الأطراف المهتمة، ويشمل ذلك ترتيبات البنية الأساسية للبيانات المكانية؛ وتيسير عملية التشارك في البيانات من خلال وثائق تفصيلية، ووضع بيانات فوقية على الشبكات التي يستعملها المستعملون.

٧ - أن تكون النُظم والمنتجات متاحة للاستعمال.

٨ - الالتزام بالمعايير الجغرافية.

٩ - استخدام منهجيات تكامل البيانات.

١٠ - استعمال بروتوكولات واضحة، كما هو الحال بالنسبة لنُظم المعلومات الجغرافية التي تُستعمل في جمع وتجهيز البيانات.

زاي - تخطيط عملية التعداد باستخدام الأدوات الجغرافية المكانية

٢-٣١- تتناول الفقرات التالية المهام التنظيمية الأوَّلية في مشروع إعداد خرائط التعداد، كما تتناول مسائل التصميم الهامة التي تحدِّد طبيعة قواعد البيانات الناتجة عن العملية، ومن ثم مجال التطبيقات التي يستفاد منها فيها. ويتوقف نجاح عملية التحويل الرقمي للبيانات على وجود بيئة مؤسسية حسنة التصميم واستراتيجية تشغيلية حسنة التخطيط. وقد تم تقسيم خطوات التخطيط إلى مسائل مؤسسية، مثل الهيكل التنظيمي لدعم النهج الجغرافي (بما في ذلك الموظفون والتعاون مع الوكالات الأخرى)، والتحديد الواضح لجغرافية التعداد، وتصميم قواعد البيانات الجغرافية. ويبيِّن الشكل ٢ - ١ كيف أن هذه المراحل يمكن تنفيذها بشكل متزامن إلى درجة كبيرة باستخدام المنهجيات التنظيمية المعتمدة، ويتوقف كثير من هذه الخيارات أيضاً على الاستراتيجية المختارة لمدخلات البيانات.

حاء - تقدير الاحتياجات وتحديد الخيارات الجغرافية

١ - تقدير احتياجات المستعملين

٢-٣٢- من أولى الخطوات في مشروع خرائط التعداد وضع تقدير تفصيلي للاحتياجات، تليها دراسة الخيارات الجغرافية الممكنة. ويجب على الوكالة التي تقوم بوضع خرائط التعداد بعد ذلك أن تدرس كيفية التوفيق بين توقعات المستعملين وما هو ممكن في ضوء الموارد المتاحة، وذلك بعمل تقديرات عكسية بدءًا من النواتج والخدمات النهائية رجوعاً إلى الاحتياجات.

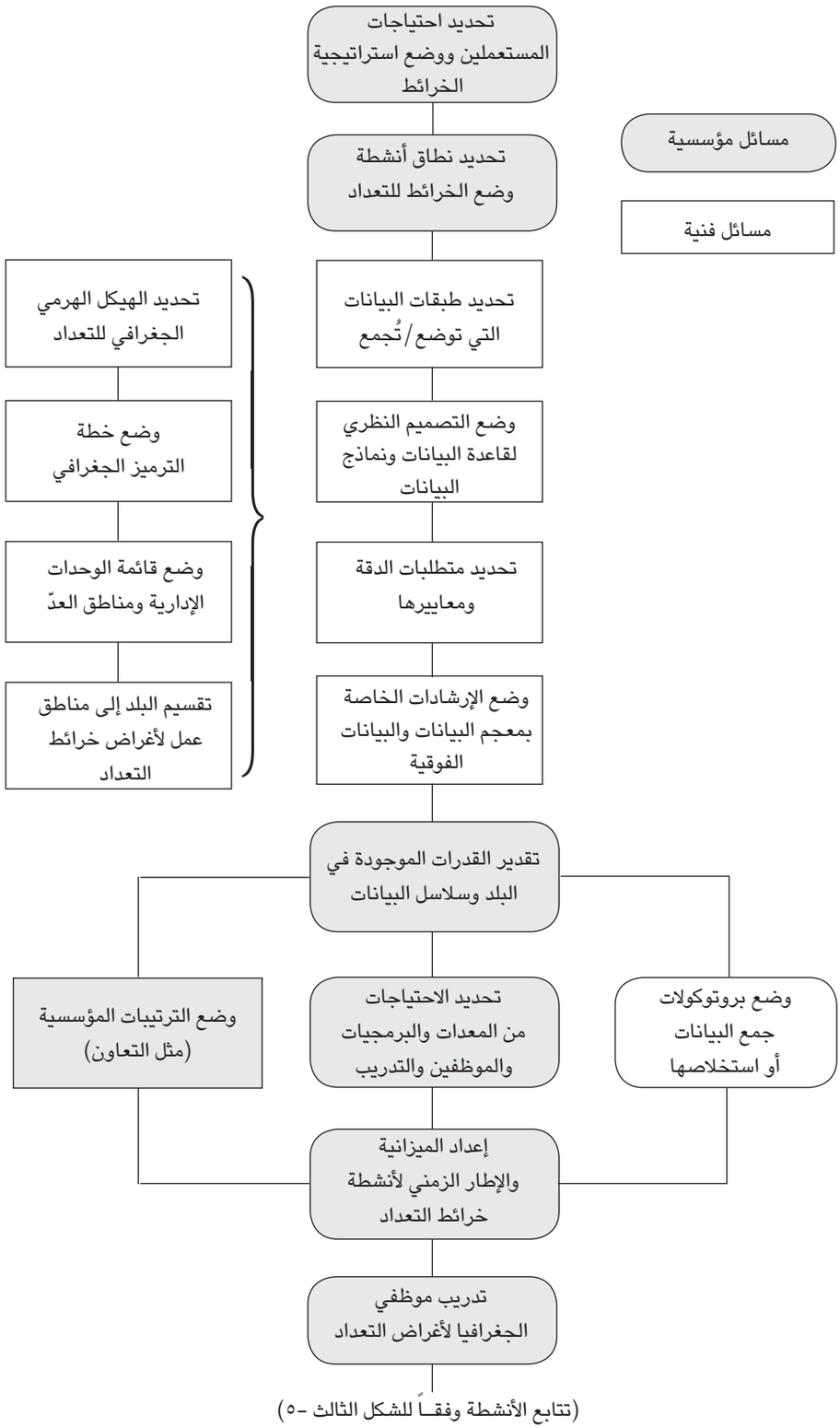
٢-٣٣- وتتطلَّب عملية التخطيط الناجح للتعداد مشاورات مستفيضة مع المستعملين الرئيسيين للبيانات التي تنتج عن التعداد. وينبغي أن تشمل هذه المشاورات المحتوى الجغرافي، أي الهياكل الجغرافية، بما فيها الهياكل الإدارية أو المستويات الموجزة، كما يجب أن تشمل المنتجات ذات المرجعية الجغرافية التي تدعم تحليل بيانات التعداد. ويجب أن يكون عنصر التخطيط هذا جزءًا من برنامج المشاورات العام من أجل التعداد. وكلما زاد الطلب على بيانات التعداد المسندة مكانياً، زادت أهمية دور المشاورات الخاصة بالمنتجات الجغرافية في هذه العملية. وينبغي على سبيل المثال إشراك المؤسسات التي تستعمل الخرائط الإحصائية في اللجان الاستشارية التي تضع التوجيهات بشأن مدخلات عملية التخطيط للتعداد. وينبغي أن يتشاور المكتب القائم على التعداد مع ثلاث مجموعات رئيسية في مراحل التخطيط:

(أ) **الأشخاص والمؤسسات المشتركة في عمليات التعداد**. من أجل الحصول على معلومات كاملة عن الموارد والعقبات المحتملة، يجب على مكتب الإحصاء الوطني أن يقوم بدراسة استقصائية واسعة للموارد البشرية المتاحة في البلد والمعدات المتاحة التي يمكن استخدامها ومنتجات الخرائط الموجودة الرقمية منها والتناظرية، والأنشطة الجارية أو المخطَّطة التي تقوم بها الكيانات العامة والخاصة والتي لها صلة بالتعداد. ومن الأمور الحاسمة في تخفيض نفقات العمليات الجغرافية للتعداد وإنتاج منتجات التعداد في الوقت المناسب تفادي ازدواج الجهد؛

(ب) **مستعملو منتجات البيانات الجغرافية للتعداد**. تُعد هذه القائمة أساساً من الإدارات الحكومية الأخرى وأوساط البحث الأكاديمي والقطاع الخاص؛

الشكل ٢ – ١

مراحل تخطيط العمل الجغرافي للتعداد



(تتابع الأنشطة وفقـاً للشكل الثالث –٥)

(ج) **الجمهور**. يعتبر المستعملون من القطاع الخاص فئة مهمة من فئات المستعملين، لما لهم من قدرات على الوصول إلى خيارات عرض المعلومات عن طريق الحواسيب والإنترنت. فقد يريد المواطنون العاديون مثلاً الحصول على معلومات إحصائية عن الحيّ الذي يقطنون فيه أو الأحياء التي يعتزمون الانتقال إليها. ومع التغيُّرات السريعة الجارية في مجال التكنولوجيا يجب على مكتب التعداد أن يخطِّط بدقة وأن يتوقع الطلب على بياناته.

٢ - تحديد المنتجات

٢-٣٤- حاجات المستعملين هي التي تحدِّد في النهاية نطاق الناتج من المنتجات الذي يجب أن تغطيه دورة إعداد الخرائط للتعداد. ويجب أن تشمل المنتجات التي ينتجها مكتب الإحصاء الوطني، والتي ترد تفصيلات عنها في الفصل السادس، بشكل دائم، توثيقاً جيداً، بما في ذلك الترميز والبيانات الفوقية، لكي تحقِّق أكبر فائدة للمستعملين. ومن أمثلة ذلك ما يلي:

- مجموعة من الخرائط الرقمية لمناطق العدّ أو وحدات نشر البيانات المستقاة منها، والتي تمكِّن من إنتاج جميع أنواع المنتجات التي تُنشر لفائدة الإدارات الحكومية والجمهور.
- ملفات الحدود الجغرافية في نسق رقمي لجميع وحدات الإبلاغ الإحصائية المطلوب تبويب مؤشرات التعداد فيها.
- قوائم بجميع الوحدات الإحصائية ووحدات الإبلاغ الإدارية، بما في ذلك المدن والقرى، بأسمائها المختلفة وإحداثياتها الجغرافية.
- ملفات المعادلة الجغرافية التي تبيِّن الصلة بين وحدات الإبلاغ الحالية ووحدات الإبلاغ في التعدادات السابقة، أو الصلة بين مجموعة من وحدات الإبلاغ ومجموعة أخرى.
- طبقات المتجهات التي تحتوي على البيانات المميزة التي تفيد في التحليل المكاني للبيانات السكانية، مثل المعالم والطرق والمدارس والمستشفيات والعيادات.
- قوائم أسماء الشوارع لجميع المناطق الحضرية.
- ملفات المراكز المتوسطة التي توفِّر نقطة مرجعية جغرافية تمثل كل وحدة مبلِّغة.
- ملفات المعاجم الجغرافية التي تبيِّن الإحداثيات الجغرافية لجميع المستوطنات السكانية وسائر الملامح الجغرافية الهامة في البلد.

٢-٣٥- واحتياجات المستعملين هي أهم المحدِّدات في تصميم قاعدة البيانات الجغرافية للتعداد. ويجب بالطبع أن توزن هذه الاحتياجات في مقابل الموارد المتاحة في دورة الميزانية. وهناك عوامل أخرى مختلفة تحدِّد اختيار الاستراتيجية الجغرافية، منها ما يلي:

- الموارد المالية والبشرية المتاحة.
- المنتجات الجغرافية الرقمية والتناظرية المتاحة.
- درجة التكامل بين وكالات إعداد الخرائط والوكالات الإحصائية أو سائر الوكالات المختصة في البلد.

- القدرات التقنية في مكتب الإحصاء والوكالات المتعاونة معه.
- المعاوضة بين اســتخدام التكنولوجيا، التي قد تحتاج إلى موارد نقد أجنبي وتؤدي إلى الاعتمــاد على تكنولوجيا خارجية، وزيادة اســتعمال العمالة ذات التكنولوجيا المنخفضة التي قد تؤدي إلى فوائد تعزِّز الاقتصادات المحلية.
- حجم البلد سواءً من ناحية السكان أو المساحة، وأيضاً الوصول إلى الأماكن وتأثرها بالتضاريس والمجاري المائية.
- الإطار الزمني المتاح للتخطيط لعملية إعداد الخرائط للتعداد وتنفيذها.

٣ - خيارات البيانات الجغرافية

٢-٣٦- ينطلــق كل بلــد في جهــوده الجغرافيــة من قاعدتــه الخاصــة بالمعلومات الجغرافيــة، وميزانيته، وقدراته التقنية، والإطار الزمني المتاح، ومن ثم توجد مســارات مختلفة تؤدي إلى قاعدة جغرافية رقمية كاملة لأغراض جمع بيانات التعداد ونشــرها. وفيما يلي قائمة جزئية لخيارات متاحة مرتَّبة، حسب الصعوبة، وفقاً للميزانية والوقت المتاحين:

- إنتاج خرائط رقمية على أساس الخرائط التخطيطية الموجودة.
- إعــداد ملفات مكانية أو ملفات طبقية لبيانات مناطق العدِّ، مع الترميز المناســب والبيانات الفوقية، بحيث تتكامل بشــكل مناســب مع قواعــد البيانات الجغرافية الرقمية الأخرى.
- إدخال طبقات من الإسناد الجغرافي تبين، على سبيل المثال، الطرق والأنهار والمعالم والملامــح البــارزة والتضاريس، ويمكن إدخــال هذه الطبقات في صورة أشــكال بســيطة من الخرائط باســتخدام المســح الضوئي، أو تصميمها كجزء من قاعدة البيانات الجغرافية للوحدة ذاتها.
- ســجل رقمي بالعناوين البريدية، يتم فيه مطابقة العناوين تلقائياً أو بشكل شبه تلقائي مع قواعد بيانات الطرق الرقمية.
- قاعــدة بيانات رقمية للوحدات الســكنية، مع تحديد مواقعها بدقة، يتم إنشــاؤها بمساعدة النُظم العالمية لتحديد المواقع الجغرافية.

٢-٣٧- وهذه القائمة ليست كاملة، وإنما تُعرض لأغراض توضيحية. وترد مناقشة تفصيلية لجميع هذه المسائل في أماكن أخرى من هذا الدليل. وأنسب الاستراتيجيات الجغرافية للتعداد في أي بلد هي التي تتكوَّن من نهج مفصَّل حسب ظروف البلد ذاته، يأخذ في الاعتبار حاجات البلد وموارده. وسنناقش في هذا الدليل طائفة من الخيارات التقنية واللوجستية المتاحة، التي يمكن أن يختار منها مكتب التعداد مجموعة التقنيات والإجراءات التي تناسب حاجات البلد على أحسن وجه.

٤ - الموارد البشرية وبناء القدرات

٢-٣٨- من العوامل الأساسية التي تؤثر في نجاح أو فشل أي مشروع جغرافي للتعداد وجود موظفين مدرَّبين تدريباً جيداً ومتحمسين للمشروع. وتتشابه أهداف مشروع إعداد الخرائط سواءً كان إعدادها يدوياً أو عن طريق الحاسوب، ولكن استعمال الحاسوب يتطلب

عدداً من المهارات الجديدة لدى موظفي التعداد الجغرافيين لأنه يمكن، باستعمال الحاسوب، إنتاج منتجات متشابهة باستخدام تقنيات مختلفة. ثم إن قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية مفيدة لأغراض أخرى عديدة، ولذلك فمن المحتمل أن يستطيع مكتب التعداد تلبية طلبات أخرى من منتجات وخدمات لم تكن متاحة من قَبل. ولذا من الضروري لكل فرد من أفراد الفريق الجغرافي في التعداد أن يكون على دراية كافية باستعمال الحاسوب.

٢-٣٩- كذلك فإن كثيراً من الخبرة المطلوبة في إعداد خرائط التعداد اليدوية التقليدية مطلوبة أيضاً لمشروع الخرائط الرقمية. ولا يتطلب نهج إعداد الخرائط رقمياً الاستغناء كلياً عن المهارات الموجودة، وإنما يتطلب خبرات جديدة في الطرق الحاسوبية، بما في ذلك قواعد البيانات واللوحات البيانية وإدارة الملفات وعمليات الشبكة الأساسية. ومن هنا فإن نسبة بسيطة فقط من خبرات واضعي الخرائط والجغرافيين بين موظفي التعداد هي التي أصبحت قديمة، وإن كان الطلب على مهاراتهم العملية يتزايد. وعلى سبيل المثال، لم يعد معدو الخرائط المدرَّبين بحاجة إلى بعض التقنيات الخاصة بإعداد الخرائط يدوياً، مثل كتابة الحروف على الخرائط، أو الكتابة على أفلام النيجاتيف، أو الرسم بالقلم الرصاص، ولكن يمكنهم، بعد تلقي تدريب في طرق استعمال الحاسوب، استخدام مهاراتهم في تصميم الخرائط والتعامل مع الخرائط في إنتاج خرائط حسنة التصميم لمناطق العدّ أو خرائط مواضيعية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية أو حُزم إعداد الخرائط على الحاسوب المكتبي. ومن الأسهل غالباً تدريب أحد المختصين في موضوع معيَّن على تقنيات الحاسوب، بالمقارنة بتدريب خبير في الحاسوب على التطبيقات المواضيعية.

٢-٤٠- ويرد فيما يلي وصف للمهام المطلوبة من الموظفين في مشروع لإعداد خرائط التعداد رقمياً. ويمكن لنفس الموظفين في مكتب التعداد القيام بعدد من هذه المهام، حسب الاقتضاء، في مختلف مراحل مشروع التعداد.

٢-٤١- **التخطيط**. في المراحل الأولى للمشروع ينبغي تكوين مجموعة من الموظفين للقيام بوضع استراتيجية عامة لإعداد خرائط التعداد رقمياً. ويحتاج هذا الأمر إلى أشخاص مدرَّبين في مجال إعداد الخرائط والتطبيقات الحاسوبية الجغرافية المكانية، ممن لديهم خبرة في إعداد الخرائط للتعداد. ويمكن أن يضم هذا الفريق، علاوة على موظفي مكتب التعداد، ممثلين من وكالات إعداد الخرائط الوطنية وغيرها من المنظمات الحكومية المهتمة، ومن مستعملي البيانات، وخبراء خارجيين. وقد يحتاج الأمر إشراك خبراء تقنيين في عملية التخطيط، يمكن أن يكونوا من وكالات الإحصاء الوطنية في بلدان أخرى قامت بالفعل بالتحوُّل إلى النظام الرقمي الجغرافي لخرائط التعداد، أو من المنظمات الدولية، لما يمكن أن يقدموه من مدخلات مفيدة في عمليات التخطيط والمساعدة في بدائل التكاليف.

٢-٤٢- **قيادة المشروع**. يشرف على عملية التخطيط في مشروع إعداد خرائط التعداد الرقمية رئيس المشروع، الذي يقوم أيضاً بالإشراف والتنفيذ على استراتيجية إعداد خرائط التعداد رقمياً. ويجب أن يكون رئيس المشروع ممن لديه خلفية جيدة في الجغرافيا وعلوم الحاسوب أو في مجال مشابه، مع تدريب في علوم المعلومات الجغرافية وإعداد الخرائط الرقمية. وحبذا لو كانت لديه خبرة في مجال إعداد خرائط التعداد، خاصة من عملية عد سابقة في نفس البلد. ومن الضروري أن تتوافر له خبرة إدارية أو تدريب في مجال الإدارة من أجل الإشراف على الميزانية وإدارة الموظفين وإعداد الخطط الزمنية. والمدير الذي يتمتع بمهارات جيدة في مجال الاتصال يسهل عليه التعاون مع مختلف الجهات العاملة في مشروع التعداد والوكالات المتعاونة. ويجب أن يكون مدير المشروع مواكباً للتطورات في مجال التكنولوجيا الجغرافية المكانية واتجاهاتها، وأن يكون على استعداد لتكييف الاستراتيجية الجغرافية للتعداد مع تغيُّر الظروف أو مع وجود حلول أفضل. ومن المهم عدم وضع الاستراتيجية بعد

بدء العملية، والحذر من "الاندفاع الأعمى وراء المهمة"، لأن وجود آليات للتغيير والانضباط هي وسيلة لا غنى عنها للاستجابة للتحديات غير المتوقعة في تنفيذ الخطة.

٢-٤٣- **تحويل البيانات الجغرافية المكانية**. خبراء تحويل البيانات هم المسؤولون عن التنفيذ الفعلي لتحويل معلومات الخرائط إلى نسق قاعدة بيانات رقمية. وهؤلاء تدربوا على التقنيات المطلوبة، مثل المسح الضوئي للبيانات، والرقمنة، وتدقيق قواعد البيانات الجغرافية المكانية، وتطوير قواعد بيانات الخصائص باستخدام نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية. وخبراء تحويل البيانات هم الذين يقررون أنسب الطرق لوضع قواعد البيانات الرقمية ويشرفون على العاملين التقنيين فيها. ومن الأساسيات أيضاً في هذا الصدد معرفة مصادر البيانات الجديدة والمتطلبات التكنولوجية اللازمة للحصول على مواد جديدة للمساعدة في إنشاء قواعد البيانات الجغرافية المكانية.

٢-٤٤- **المسح الضوئي والرقمنة للخرائط**. اكتسب المسح الضوئي متحمسين جُـدداً كثيرين واتخـذ مكانـاً مرموقـاً في استراتيجيات مدخلات البيانات في كثير من المكاتب الإحصائية الوطنية، ومع ذلك تظل الرقمنة خياراً موثوقاً به. ويمكن الحصول على الدراية الفنية بسرعة نسبية للأشخاص الذين ليس لهم تدريب متخصص في الجغرافيا أو المجالات ذات الصلة. إلاّ أن الرقمنة هي عملية شديدة التكرار وتحتاج إلى قدر كبير من التركيز، والانتباه إلى التفاصيل، وفهم جيد لهيكل قواعد البيانات الجغرافية الرقمية، ومع ذلك يمكن أن يُعهد بها إلى الموظفين الكتابيين. وينبغي أن يتلقى الموظفون المجيدون في العمل تدريباً في النُهج الخاصة بمراقبة النوعية وضمان النوعية. وينطبق هذا أيضاً على عمليات الرقمنة على الشاشة.

٢-٤٥- **التصميم الخرائطي**. خبراء الخرائط هم المسؤولون عن تصميم جميع منتجات الخرائط بما في ذلك خرائط مناطق العدّ، وخرائط مناطق الإشراف، والخرائط المواضيعية لنتائج التعداد. ويجب أن تكون عندهم خلفية جيدة عن تصميم الخرائط والتعامل مع الخرائط، وأن يكونوا قد دُربوا على نُظم المعلومات الجغرافية وإعداد الخرائط رقمياً. وخبراء الخرائط المدربون يمتلكون معظم المهارات المطلوبة، ولكن ينبغي تدريبهم بقدر كافٍ على الطرق الحاسوبية.

٢-٤٦- **الأعمال الميدانية**. تغيَّرت الاحتياجات من الأعمال الميدانية الخرائطية للتعداد مع تغيُّر التقنيات المستخدمة في إنتاج الخرائط الرقمية. ومع دخول النُظم العالمية لتحديد المواقع كأداة أساسية في جمع البيانات ميدانياً، ينبغي تدريب الموظفين الميدانيين على عمليات تلك النُظم، وربما أيضاً على استعمال الحواسيب الشخصية الصغيرة والحواسيب المحمولة باليد، المستخدمة في تنزيل وعرض هذه البيانات في الميدان. وقد لا يكون من الضروري أن تكون لديهم معرفة مهنية جيدة بالجغرافيا أو عمليات المسح ولكنهم يجب أن يتلقوا تدريباً على استعمال الأدوات الجديدة بشكل جيد.

٢-٤٧- **إدارة النُظـم**. ذكرنـا فيمـا سـبق أن مـن الضـروري أن تسـتثمر وكالات الإحصـاءات الوطنية في إقامة نقاط مركزية مخصصة لتكنولوجيـا المعلومات يمكن أن تخدم نُظم المعلومات الجغرافية، وكذلك في سـائر احتياجات تجهيـز بيانات تكنولوجيا المعلومات. إذ يتوقـف إكمال مشـروع قاعدة البيانات الجغرافية للتعداد في الوقت المناسـب على سـهولة تشـغيل المعدات الحاسـوبية. ويجب أن يوجد مدير للنُظم مسؤول عن صيانة شبكات المعدات الحاسـوبية والبرامج الحاسوبية، عملاً على تفادي الأعطال وتقديم الدعم لموظفي الخرائط في التعـداد وضمان أمن البيانات (مثل إعداد النُسـخ الاحتياطية). وحتـى إذا لم يكن مديرو النُظم مشتركين بشكل مباشر في أنشطة إعداد خرائط التعداد، فإن هؤلاء هم جزء حيوي من أي فريق جغرافي، لأن كل جوانب العمل تقريباً تعتمد على التشـغيل السـلس للنُظم الحاسـوبية. ويمكن

في بعض الحالات أن يُعهد إلى موظفي الدعم الحاسوبي في الوكالة بشكل عام بإدارة النُظم الحاسوبية للفرع المختص بالجغرافيا في مكتب التعداد.

٢-٤٨- **احتياجات خاصة**. قد يحتاج الأمر إلى وجود خبرات إضافية في المنظمة القائمة بإعداد خرائط التعداد، إذا اقتضت استراتيجية إعداد خرائط التعداد ذلك. فعلى سبيل المثال إذا كان تحديث خرائط التعداد سيستفيد إلى درجة كبيرة من منتجات الاستشعار من بُعد، فينبغي وجود خبير تحليل مدرَّب على تحليل الصور الرقمية بين الموظفين. وقد يستدعي الأمر وجود خبراء آخرين مثل مشغلي نظام المسح الضوئي للخرائط ذات الأحجام الكبيرة، أو موظفين من ذوي الخبرة في نُظم برمجيات إدارة قواعد البيانات والبرمجة الحاسوبية. وقد يحتاج الأمر أيضاً إلى وجود آخرين من ذوي القدرات في الرسم أو تشغيل مواقع الويب أو من ذوي المهارات في العلاقات مع العملاء. وكل هذه الخبرات تساعد كثيراً في وضع قواعد البيانات وفي الاستفادة القصوى من نُظم البرمجيات.

٢-٤٩- **مستويات التدريب**. قد يوجد نقص في بعض البلدان في خبراء الجغرافيا المكانية المدرَّبين الذين يمكن استخدامهم على أساس دائم أو مؤقت لمشروع خرائط التعداد. لذلك ينبغي أن يقوم مكتب التعداد بتقييم خيارات التدريب لكي يضمن أن موظفي التعداد الموجودين والجُدد لديهم المعرفة المناسبة المطلوبة لإنجاح مشروع التعداد وإكماله. وفي العادة، لا يواجه الموظفون المدرَّبون على التقنيات الجغرافية المكانية العادية ممن لديهم بعض الخبرة بالحاسوب، صعوبة كبيرة في التأقلم مع التقنيات الرقمية بعد حصولهم على شيء من التدريب. وفيما يلي بعض أنواع التدريب المختلفة المطلوبة لأغراض مختلفة:

(أ) دورات قصيرة لزيادة التوعية ببرنامج إعداد الخرائط الرقمية للتعداد، تُجرى لجميع موظفي مكتب التعداد، بمن فيهم الموظفون المنتدبون من أقسام أخرى والمديرون. ومن شأن ذلك أن يعزِّز تكامل مشروع الخرائط الرقمية في عملية التعداد الشاملة. ومن المزايا الأخرى للتوسُّع في نشر المعلومات أنه يمكن تحقيق استفادة أفضل من منتجات خرائط التعداد من قِبل مكاتب التعداد الأخرى. ويمكن أن يدير هذه الندوات مدير المشروع أو الموظفون المختصون بالخرائط الجغرافية للتعداد؛

(ب) التدريب على المهام المتكررة، مثل المسح الضوئي، والرقمنة أو التدقيق، وذلك عن طريق دورات قصيرة في داخل المكتب، مع تدريب بعد ذلك أثناء العمل. وينبغي أن تخضع المنتجات التي يقوم بها الموظفون الجُدد لفحص دقيق من أجل التعرُّف على مدى حاجة الموظفين إلى مزيد من الإرشادات أو التدريب، أو ربما تنسيبهم إلى واجبات أخرى؛

(ج) أما الموظفون الجغرافيون الأساسيون الذين يعملون في إعداد خرائط التعداد فيجب إعطاؤهم تدريباً إضافياً في برمجيات نظام المعلومات الجغرافية وتقنيات إعداد الخرائط رقمياً. وبما أن التدريب مكلِّف، فينبغي أن يقتصر على الموظفين الدائمين، وإرسالهم في دورات تنظمها الجامعات أو بائعو البرمجيات أو سائر المنظمات في البلد أو في الخارج. وينبغي إعطاء الموظفين الذين يتدربون على هذا النحو دوراً أساسياً في توجيه وتدريب الموظفين الإضافيين. ويمكن تدريب أعداد كبيرة من العاملين باستخدام طريقة تدريب المدربين الهرمية، وهي طريقة تناسب على وجه خاص النهج اللامركزي إزاء إعداد خرائط التعداد؛

(د) وتتطلب تطبيقات التقنيات المتخصصة، مثل تجهيز الصور رقمياً وتطبيقات قواعد البيانات الحاسوبية المتقدِّمة، درجة جامعية في العادة أو ما يعادلها من خبرة عملية.

وإذا لم يتوافر موظفون من هذا النوع فيمكن أن ينظر مكتب التعداد، في وقت مبكر من المشروع الفعلي لإعداد الخرائط، في إرسال موظفين إلى إحدى الجامعات لتدريبهم. وهناك جامعات ومراكز تدريب متخصصة في جميع أنحاء العالم تتخصَّص في تقديم دورات جامعية في نظام المعلومات الجغرافية والاستشـعار من بُعد وما يتصل بذلك من تقنيات، مدتها سنة أو سنتان. (للاطلاع على قوائم بهذه المعاهد التي تقدِّم تدريباً في المعلومات والتقنيات الجغرافية المكانية، يرجى الرجوع إلى المرفق السابع).

طاء - التعاون المؤسسي: البنية الأساسية الوطنية للبيانات المكانية: ضمان التوافق مع الإدارات الحكومية الأخرى

٢-٥٠- يقوم عدد من الوكالات الحكومية المختلفة في كثير من البلدان بإنتاج قواعد بيانات جغرافية رقمية، ويتزايد استعمال وكالات وضع الخرائط الوطنية للتقنيات الرقمية بالكامل في جميع نواحي عملية إعداد الخرائط. وهناك إدارات حكومية أخرى، منها إدارات النقل والصحة والبيئة والموارد المائية، تستخدم التكنولوجيا الجغرافية المكانية أيضاً في إدارة المعلومات التي تقوم بجمعها واستخدامها لأغراض التحليل والتخطيط. وعلاوة على ذلك توجد شركات كثيرة في القطاع الخاص، مثل شركات المرافق والاتصالات والتعدين، اكتسبت مزايا عديدة من إدارة احتياجاتها من المعلومات في شكل جغرافي رقمي.

٢-٥١- وأصبح بناء بنية أساسية من أجل المعلومات الجغرافية يلقى نفس الأهمية في البلدان الأعضاء التي يلقاها بناء الطرق وشبكات الاتصالات وتقديم الخدمات الأساسية. فمن المقبول الآن على نطاق واسع أن وجود بنية أساسية للبيانات الوطنية يجعل البيانات المكانية متاحة بشكل أيسر وأفضل للهيئات الحكومية والقطاع الخاص والجامعات والمجتمع المدني بشكل عام. والواقع أن البنية الأساسية للبيانات المكانية تتيح لوكالات الإحصاء الوطنية الوصول إلى الخبرات الموجودة في البلد، وكذلك الموارد الرقمية المتاحة، مثل البيانات الأساسية الموجودة في نسق جغرافي مكاني، لاستعمالها في تطبيقات برمجيات نظام المعلومات الجغرافية. وفي هذا السياق يُنظر إلى وكالات الإحصاءات الوطنية باعتبارها حلقات الوصل في شبكات مزودي البيانات والمحتوى في البلد.

٢-٥٢- وتوجد الآن بنية أساسية وطنية للبيانات المكانية في أكثر من مائة بلد في جميع أنحاء العالم. ومن المصادر الممكنة للمعلومات والخبرة التي يمكن أن تستفيد منها وكالة الإحصاءات الوطنية في بناء بنيتها الأساسية للبيانات المكانية، هيئات إعداد الخرائط الوطنية، ووزارات البيئة والتخطيط، والسلطات العسكرية. ويتكون الهيكل التنظيمي الأساسي للبنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية من وزارة مسؤولة، ووكالة رئيسية، ومحفل أو شبكة من منتجي البيانات ومستعمليها، ولجنة توجيه، وفرق عاملة.

٢-٥٣- ويتطلب الاتصال بما هو قائم من البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية التعرُّف على الشخص الذي يمثِّل حلقة الوصل في الوكالة الرئيسية. وجهة الاتصال هي عادة وكالة إعداد الخرائط الوطنية. ومن أمثلة البيانات التي يمكن تقاسمها: قاعدة بيانات الخرائط الطوبوغرافية المحفوظة عن طريق المسح الضوئي أو خرائط المتجهات الرقمية بمقياس رسم ١ : ١٠٠ ٠٠٠ أو أقل، وهذه يمكن استخدامها كمدخلات في إقامة حدود مناطق العدّ، وبيانات الارتفاعات، وشبكات المياه والنقل - وكلها يمكن أن تساعد في تحديد مناطق تغطية التعداد.

الإطار ٢ – ٣

ثلاثة أمثلة للتعاون في تقاسم البيانات

١ – تقاسم المعدات بين صندوق الأمم المتحدة للسكان وفيجي

يوفِّر التطور في التكنولوجيات الجديدة في جغرافيا التعدادات أدوات متينة لزيادة الكفاءة في أعمال التعداد. وفي فيجي، وبعد إجراء العدّ الفعلي في التعداد، قام فريق من مكتب الإحصاءات في فيجي بعمل إسناد جغرافي لكل وحدة سكنية تشغلها أسرة معيشية، باستخدام أدوات النظام العالمي لتحديد المواقع. وكانت هذه التجربة مثالاً لكيفية إضافة قيمة كبيرة لأعمال التعداد، لأن هذه العملية مكَّنت من إجراء تطبيقات إعداد الخرائط بشكل أدق كثيراً في العمليات التالية، وسوف تسهم في تسهيل التعدادات والممارسات الإحصائية في المستقبل. وقدم صندوق الأمم المتحدة للسكان تمويلاً أسهم في تسهيل الأعمال المتعلقة بالنظام العالمي لتحديد المواقع، كما اقترح توسيع استخدام أجهزة الاتصال بتلك المنظومة لتشمل البلدان الجُزرية الأخرى في منطقة المحيط الهادئ التي ترغب في إجراء تعدادات وممارسات مماثلة. وكان اتفاق المشاركة هذا من الأدوات المهمة في بناء القدرات والاستفادة من المعلومات القيِّمة التي أتاحتها تلك التكنولوجيا أثناء التعداد. (ولمزيد من المعومات حول هذا الموضوع، يمكن الاتصال بالسيد سكوت بونتيفيكس (Scott Pontifex)، في الأمانة العامة لمجتمع المحيط الهادئ).

٢ – أمانة لجنة العلوم الأرضية التطبيقية لجنوب المحيط الهادئ، واتفاق الدول الجُزرية في المحيط الهادئ بشان المشاركة في البيانات وتجهيزها

انخفضت كثيراً في السنوات الأخيرة تكلفة الحصول على صور ساتلية تمكِّن من استخدام تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية لأغراض جغرافية التعداد، مثل تحديد مناطق العدّ. إلاّ أن هذه التكاليف لا تزال أكبر مما تطيقه معظم مكاتب الإحصاءات الوطنية. ويمكن للمنظمات الدولية والوطنية أن تسهم إسهاماً كبيراً في إتاحة سلاسل البيانات الموجودة لديها لمساعدة أنشطة إجراء التعداد. وفي هذا الصدد فإن لدى أمانة لجنة العلوم الأرضية التطبيقية لجنوب المحيط الهادئ إمكانات كبيرة للتصوير الساتلي يمكن أن تقدمها دون مقابل لجميع البلدان الجُزرية في منطقة المحيط الهادئ. ويمكن لتلك الأمانة أيضاً أن تتيح إمكانات المسح الضوئي والتسجيل الجغرافي للخرائط الموجودة. وتعتبر هذه نقطة انطلاق مثالية في وضع خرائط التعداد على منصة معاصرة. وتدرس مكاتب الإحصاء الوطنية استخدام هذه الخيارات التي تقدمها الأمانة في تقييم استعمال نُظم المعلومات الجغرافية في تعداداتها للسكان والمساكن. (لمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع، يمكن الاتصال بالسيد سكوت بونتيفيكس، الأمانة العامة لمجتمع المحيط الهادئ).

٣ – تجربة الولايات المتحدة الأمريكية في تقاسم الخبرات

يعمل مكتب التعداد في الولايات المتحدة مع المسؤولين في القبائل والولايات والمقاطعات، ومع وكالات التنسيق مثل لجان التخطيط الإقليمية، في تنفيذ عدة برامج تهدف إلى المشاركة في المعلومات الجغرافية. وتتيح المعلومات التي يقدِّمها الشركاء المحليون لمكتب التعداد الفيدرالي أن يُلبي الحاجات من البيانات الإحصائية والمكانية التي تُعتبر جزءًا من مهمته باعتباره المصدر الإحصائي للفهم الجيد للبلد.

وتُجري الولايات المتحدة تعداداتها كل ١٠ سنوات، كما تُجري دراسة استقصائية سنوية للمجتمع الأمريكي، باستخدام الاستبيانات التي تُرسل بالبريد أساساً إلى الأُسر المعيشية في جميع أنحاء البلد. وتوجد شراكة قوية مع إدارة خدمات البريد في الولايات المتحدة تمكِّن من تحديث منتظم للعناوين في ملف العناوين الرئيسي في شُعبة الجغرافيا، ويعتبر هذا الملف السند الرئيسي للاستبيانات التي تُرسل بالبريد. وبموجب اتفاق يقضي بالحفاظ على سرية البيانات، يشارك مكتب التعداد في الولايات المتحدة قوائم العناوين مع الموظفين الحكوميين والمسؤولين القبليين والمسؤولين في الولايات والمقاطعات والحكومات المحلية، ليضمن أن يتم إرسال الاستبيانات بالبريد بشكل دقيق، وبذلك يمكن ضمان دقة العدّ.

ومـن المهم أن تكون حدود المواقع صحيحـة لأغراض جمع البيانات الإحصائية وتبويبها ونشـرها. ويجري مكتب التعداد في الولايات المتحدة مسـحاً سـنوياً للحدود والإضافات، تسـتعرض فيهـا الحكومات المحلية حدودهـا وتبلِّـغ عن أي تغييرات فيها. وفي سـياق التحضير للتعداد الذي يتم كل ١٠ سـنوات تقوم منظمات التخطيـط الإقليمية والمؤسسـات الحكومية باسـتعراض مناطقهـا الإحصائية وتوصي بإجـراء أي تغييرات تساعد في الوفاء بحاجاتها المحلية من البيانات.

وقد أدَّت الزيادة الكبيرة في استعمال نُظم المعلومات الجغرافية في الحكومات المحلية في الولايات المتحدة إلى إتاحة الفرصة للوكالات الفيدرالية، مثل مكتب التعداد في الولايات المتحدة، للحصول على بيانات جغرافية مكانيـة معاصرة دقيقة جداً، تسـاعد الوكالة في تشـغيل نظامهـا الطوبولوجي المتكامل للترميز والإسـناد المتكاملين على مستوى الدولة (MAF/TIGER). وهذا النظام هو مصدر جميع الأنشطة الجغرافية في وكالة الإحصاء، مثل ملفات العناوين واستعمال البيانات المكانية، والترميز الجغرافي وإعداد الخرائط.

ويتم التنسـيق والشـراكات مع الوكالات الاتحادية الأخرى فـي جهود بناء البنية الأساسـية للبيانات المكانية الوطنية من خلال مشاركة مكتب التعداد النشطة مع المجموعات الأخرى المهتمة مثل لجنة البيانات الجغرافية الاتحادية. وهناك اتفاقات مع وكالات أخرى مثل وكالة المعلومات الجيوديسـية الوطنية، من شأنها أن تساعد الوكالـة في الحصول على معلومات مكانية أكثر دقة عن أماكن الوحدات السـكنية. وهناك أيضاً تعاون وثيق مـع منظمات وطنية، مثل مجلس المعلومات الجغرافية فـي الولايات المتحدة، والرابطة الوطنية للمقاطعات، يدعم تقوية الشراكات مع الحكومات المحلية.

وتعتبر الشراكات الجارية أمراً شديد الأهمية من أجل الحفاظ على الإطار الجغرافي المكاني المطلوب لأعمال التعداد والدراسات الاستقصائية. وفي الولايات المتحدة لم يعد من المجدي من ناحية التكاليف إقامة وصيانة ذلك القدر الهائل من العناوين والبيانات المكانية بالنوعية المطلوبة، كما كان يجري في الماضي، اعتماداً على جهود مركزية فيدرالية، وإنما أتاح التعاون الوثيق مع الشـركاء على المستويات المحلية وجود بيانات أفضل لدعـم البنية الأساسـية الجغرافية المكانية لوكالة الإحصاء. (ولمزيد مـن المعلومات عن هذا الموضوع يمكن الاتصال بالسيد تيم ترينر على الموقع: timothy.f.trainor@census.gov).

* * *

ومن الضروري ضمان التعاون على المستوى الوطني في الحصول على تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية واسـتعمالها وتطويرها. والطريقة الأمثل لتحقيق ذلك هي إقامة نقـاط مركزية لنظام المعلومات الجغرافية، وجماعات من المستعملين، لضمان تآزر الجهود وتفادي الازدواجية وإهدار الموارد البشرية النادرة. ولا يمكن طبعاً التغاضي عن أهمية وجود مساعدة تقنية حسنة التنسيق ومتواصلة من الوكالات الوطنية والدولية. وهذا يمثِّل، لكثير من البلدان، أحد المكوِّنات الحيوية في بناء قدراتها في مجال إجراء التعداد، بما ينطوي عليه من ممارسات معقَّدة. ويعتمد نجاح التعداد في كثير من الأحيان على النجاح في مجال العلاقات العامة وحملات التوعيـة التي تسـبقه. وتأتي الموارد اللازمـة لإدارة هذه الحملات غالباً من مانحيـن خارجيين ومن الوكالات الدولية، ومن المهم بذل الجهد في الحصول على هذه المساعدات.

٢-٥٤- ويحتاج كثير من المستعملين من داخل وخارج الوكالات الحكومية إلى الوصول إلى قواعد البيانات الجغرافية الأساسية، بل ويحتاج الكثيرون من هؤلاء إلى الوصول إلى عدة قواعد بيانات أو إلى استخدام طبقة بيانات جغرافية قياسية كجدول جاهز لاستعماله في جمع بياناتهم المكانية. وتسمّى طبقات البيانات القياسية هذه، التي توفِّر الأساس للكثير من أنشطة رسم الخرائط وجمع البيانات "البيانات الإطارية". وتشمل طبقات البيانات الأساسية التي تشكِّل عناصر أُطر البيانات المكانية الوطنية (انظر: اللجنة الاقتصادية لأفريقيا (٢٠٠٧)) ما يلي:

(أ) **الضبط الجيوديسـي**. وهو نظام لنقاط محدَّدة بدقّة للرقابة الجغرافية يُسـتخدَم كمرجـع لجميع أنشـطة إعداد الخرائط فـي البلد، ويُطلَق عليـه أحياناً بيانات خط الأساس؛

(ب) **الجغرافيا الأساسية**. وهي تشمل التصوير (الصور الجوية أو الصور الساتلية عالية الاستبانة) وصور التضاريس والمجاري المائية (ملامح المياه السطحية: سواءً كانت مياهاً طبيعية كالأنهار والبحيرات أو صناعية كالقنوات)؛

(ج) **التنظيم الإداري والمكاني**. وهو يشمل الوحدات الحكومية دون المركزية، مثل المحافظات والأقاليم، التي تم تحديدها على الأرض، كما يشمل الأسماء الجغرافية ووحدات أو مناطق إدارة الأراضي؛

(د) **البنية الأساسية**. وتشمل الطرق والممرات المائية الداخلية والسكك الحديدية وأي مرافق تُستخدَم في نقل الأشخاص والبضائع، والمنافع والخدمات؛

(هـ) **البيئة الطبيعية**. وتشمل أنواع التربة والمناطق المزروعة والأسماء الجغرافية للمستوطنات البشرية.

٢-٥٥- وأكثر ما يهم مكتب التعداد هي الوحدات الإدارية الحكومية. ومن الواضح أن مناطق العدّ يجب أن تتفق مع الحدود التي تشكِّل الهيكل الإداري الهرمي في البلد وتوزيع السكان. غير أن طبقات البيانات الأخرى مثل النقل والمعالم المائية هي مهمة أيضاً لأغراض وضع الخرائط للتعداد لأن الطرق والأنهار تشكِّل حدوداً طبيعية لمناطق العدّ.

٢-٥٦- وبعد إجراء التعداد سيكون على وكالة الإحصاءات الوطنية أن تشارك الشركاء الآخرين في البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية نتائج التعداد ومنتجاته. وتعتبَر حدود مناطق العدّ، مع معلومات التعداد مثل المعلومات الديمغرافية الأساسية، وربما خصائص الإسكان والمجتمعات المحلية، مصدر بيانات مهما للمنظمات الحكومية الأخرى والمنظمات الخاصة. ويمكن أن تقدِّم وكالة الإحصاء الوطنية أيضاً مجموعة بيانات تشتمل على السمات الأساسية لمناطق العدّ. إذ يحتاج تحليل القطاع الصحي، على سبيل المثال، إلى معلومات تفصيلية عن السكان المعرّضين لمخاطر صحية. كما أن التخطيط لقطاع النقل يستفيد من البيانات عن الطلب على خدمات النقل العام. وتحتاج إدارات المرافق العامة والخاصة إلى معلومات عن المناطق التي تحتاج إلى زيادة قدرة الكهرباء أو المياه أو خدمات الاتصالات فيها.

٢-٥٧- ويرتِّب مفهوم البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية، التي تتكوّن من قواعد بيانات مكانية أساسية ذات مرجعية جغرافية، ثلاث مهام فيما يتعلق بأنشطة وضع الخرائط للتعداد:

(أ) من مسؤولية مكتب التعداد أن يساهم في البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية بوحدات متسقة لإبلاغ البيانات تكون على اتساق مع الهيكل الهرمي الإداري ويمكن الربط بينها وبين المعلومات الاقتصادية والاجتماعية وما يتصل بها من معلومات. ولضمان إمكانية إدماج خرائط التعداد مع مصادر البيانات الأخرى ينبغي للمنظمة التي تقوم بإعداد خرائط التعداد الالتزام بأي معايير قائمة للبيانات الجغرافية الوطنية؛

(ب) ولضمان الاتساق مع سائر مجاميع البيانات ولتسهيل وضع خرائط التعداد، ينبغي لسلطات إعداد خرائط التعداد أن تتعاون تعاوناً وثيقاً مع سائر الوكالات الحكومية التي تقوم بوضع خرائط. وسوف يؤدّي التعاون، علاوة على ضمان اتساق المعايير والتعاريف، إلى خفض النفقات لأنه يساعد في تلافي الازدواجية في الجهد؛

(ج) وينبغي أن تولي وكالة الإحصاءات الوطنية اهتماماً خاصاً بالمسائل المتعلقة بالمرجعية الجغرافية. فمن أجل تركيب طبقات مجموعات البيانات التي تشمل مناطق في نفس الاتساع الجغرافي، ينبغي أن يكون المرء على علم بكيفية تحديد مواقع المعالم التي تم

تحديدها، أي معرفة مسقط ومسند وتفاصيل نظام الإحداثيات من أجل ضمان وضوح العلاقات المكانية السليمة بين المعالم في مختلف مجموعات البيانات.

٢-٥٨- وقد تأخذ مساهمة الوكالة الإحصائية في جهود البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية على اتساع البلد أشكالاً أخرى من المشاركة، منها الالتزام بحضور اجتماعات التخطيط، ومواكبة جهود التنمية في البلد، كما أن الوكالة الوطنية للإحصاءات مطلوب منها أيضاً تقديم بيانات فوقية.

الإطار ٢ - ٤

مشاركة الوكالات الدولية والتنسيق

١ - مبادرة الخرائط العالمية

اقتُرحت مبادرة الخرائط العالمية في عام ١٩٩٢ في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية، المعقود في ريو دي جانيرو، البرازيل. وفي عام ١٩٩٦ أنشئت اللجنة التوجيهية الدولية لرسم الخرائط العالمية، من أجل تنسيق شبكة منظمات الخرائط الرسمية من البلدان المشاركة. وحتى آذار/مارس ٢٠٠٧ كان ١٧٢ بلداً ومنطقة في مختلف أنحاء العالم قد أسهموا ببيانات في مبادرة الخرائط العالمية أو وضعوا بيانات من أجل المبادرة. والهدف من المبادرة العالمية هو تقديم تغطية لجميع مساحة اليابس على سطح الكرة الأرضية بمقياس رسم ١: ١ ٠٠٠ ٠٠٠ وباستبانة مكانية قدرها كيلومتر واحد. وسيتم تحديث البيانات كل خمس سنوات تقريباً من أجل رصد التغيُّر على مدار الزمن. والخريطة العالمية هي منصّة تقوم عليها أربع خرائط أساسية في نسق خطوط المسح (استخدام الأراضي، وغطاء اليابسة، والمناطق الزراعية، والمرتفعات) وأربع خرائط بيانات في نسق متّجهات (المراكز المأهولة بالسكان، والصرف الصحي، والنقل، والحدود). والبيانات الموجودة على الخريطة العالمية متاحة للجميع عن طريق الإنترنت، دون أي رسوم، للأغراض غير الربحية. (للاطلاع على مزيد من المعلومات، انظر: http://www.globalmap.org).

٢ - معلومات التنمية (DevInfo)

برنامج DevInfo هو أداة برمجية أطلقتها منظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسيف) لمساعدة البلدان في رصد الأهداف الإنمائية للألفية والدعوة لمنجزاتها عن طريق تدابير السياسة العامة والاستراتيجيات المتعددة القطاعات واتخاذ التدخلات المناسبة. وهذا البرنامج هو عبارة عن حزمة برمجية ذات أغراض عامة تستعمَل في تجميع وعرض البيانات. ويعتبَر البرنامج DevInfo الوديع للبيانات، كما أنه يوفِّر تسهيلات ميسرة الاستعمال للحصول على أجوبة للأسئلة من قاعدة البيانات ولإنتاج مختلف الرسوم (الجداول والرسوم البيانية والخرائط) لإدخالها في التقارير والعروض. ويتوقّع للبرنامج أن يكون أداة مهمة في الدعوة، بما يسهم في زيادة التوعية والمعرفة بالأهداف الإنمائية للألفية على المستويات القطرية، كما يسهم في عملية اتخاذ قرارات السياسة العامة عن بيِّنة (لمزيد من المعلومات يمكن الاطلاع على الموقع: http://www.devinfo.org/).

٣ - مرفق الأمم المتحدة للبيانات الفضائية

اقتُرح مرفق الأمم المتحدة للبيانات الفضائية في عام ٢٠٠٥ من أجل تعزيز التنمية المستدامة والعمل على تحقيقها وتحسين العمليات الإنسانية وعمليات حفظ السلام. وكان المتصوّر أن يكون مرفق البيانات الفضائية إطاراً شاملاً لا مركزياً للمعلومات الجغرافية المكانية، ييسّر عملية اتخاذ القرار على مختلف المستويات عن طريق الوصول إلى البيانات والمعلومات الجغرافية المكانية واسترجاعها ونشرها بطريقة سريعة ومأمونة. ويمكِّن مرفق البيانات الفضائية من التشغيل المشترَك بين مرافق البيانات الفضائية المطوّرة لأغراض خاصة في إطار وكالات الأمم المتحدة، وفيما بين مجموعات وكالات الأمم المتحدة التي تجمعها اهتمامات مشتركة، وفيما بين الأمم المتحدة والدول الأعضاء وشركائها وتجمُّعاتها الإقليمية والمواضيعية. وسيمكِّن مرفق البيانات الفضائية من الوصول إلى البيانات والخدمات الفضائية واسترجاعها ونشرها، بما يتفادى الازدواجية في داخل الأمم المتحدة (للاطلاع على مزيد من المعلومات، يمكن الرجوع إلى الموقع: http://www.ungiwg.org/unsdi.htm).

ياء - المعايير

٢-٥٩- من الواضح أن من الضروري ضمان التنسيق في إعداد قواعد البيانات الجغرافية لتسهيل تبادل البيانات بين مستعمليها. وقد أُنشئت لجان وطنية للبيانات الجغرافية في عدة بلدان لهذا الغرض، يشترك فيها الأشخاص الرئيسيون المسؤولون عن إعداد البيانات المكانية. وعلاوة على ذلك توجد منظمات دولية تنشط الآن في تحديد معايير البيانات الجغرافية، مثل منظمة المظلة الأوروبية للمعلومات الجغرافية (EUROGI)، وجمعية البنية الأساسية للبيانات المكانية العالمية (GSDI)، ولجنة المعلومات الجغرافية التابعة للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO-TC/211)، والاتحاد المفتوح لنظام المعلومات الجغرافية (OGC).

كاف - التعاون

٢-٦٠- حبّذا لو تقيم المنظمة المسؤولة عن التعداد، في سياق عملية إقامة قاعدة بيانات جغرافية رقمية، علاقات تعاون مع الوكالات الحكومية الأخرى أو مع منظمات القطاع الخاص. وقد استُخدِم كلا الخيارين بنجاح في مختلف البلدان. وكما ذكرنا من قَبل فإن وكالة وضع الخرائط الوطنية هي أولى نقاط الاتصال الطبيعية بين الوكالات الحكومية، خاصة بالنسبة لوكالة الإحصاءات الوطنية الناشئة. وهناك وكالات أخرى (مثل الوكالات المعنية بأعمال المساحة والبيئة والوكالات الحكومية المحلية) يمكن أن تسهم بالموارد أو يكون لها اهتمام في تقاسم النفقات في إقامة قاعدة بيانات عالية النوعية للتعداد. ومن بين الجهات المهتمة في القطاع الخاص، نجد بائعي البرمجيات والمعدات الحاسوبية، الذين بوسعهم دعم الناحية التقنية في عملية وضع الخرائط للتعداد، إما عن طريق التعاقد مع مكتب الإحصاء أو عن طريق ترتيبات لتقاسم التكلفة حيث تستعيد الشركة الخاصة استثماراتها من بيع قواعد بيانات التعداد ذات المرجعية المكانية. ويمكن إقامة تعاون أيضاً مع مزوّدي البيانات، والأوساط الأكاديمية، ومصلحة الطرق. إلاّ أنه ينبغي أن يلاحَظ أن التعاون مع الكيانات الأخرى هو أمر مرغوب وليس إلزامياً. ولما كانت وكالة إعداد خرائط التعداد هي المسؤولة في المقام الأول عن إنتاج قاعدة البيانات الجغرافية للتعداد، فإن عليها أن تتفادى الاعتماد على مزوّدي البيانات من الخارج.

٢-٦١- ويجب أن تقوم أي شراكة أو تعاون على أساس غرض مشتَرك واتفاق محدَّد بوضوح. ومن العناصر الأساسية في اتفاق التعاون أو رسالة التفاهم ما يلي:

(أ) **الشكل الرسمي**. هل يكفي التعاون غير الرسمي أم أن ترتيبات التعاون تحتاج إلى أن تأخذ طابعاً رسمياً؟ يحتاج إبرام اتفاق رسمي للتعاون إلى وقت، ولكنه يتلافى حدوث خلافات حول حقوق ومسؤوليات الأطراف بشأن وضع منتجات البيانات واستعمالها. ولذلك يحتاج الأمر في معظم الحالات لوجود رسالة تفاهم رسمية ومُلزمة قانوناً بين مكتب التعداد والوكالة المتعاقدة، تشمل جميع جوانب الشراكة. ومن الضروري جداً وجود هذه الترتيبات التعاقدية الرسمية حين يتعلق الأمر بمزوّدي البيانات أو الخدمات من القطاع الخاص. ومن المسائل الهامة التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار ضرورة تحديد المعايير الخاصة بالاستعمال الداخلي والخارجي للبيانات، وتحديد أهداف واضحة، وضرورة وجود دعم إداري؛

(ب) **نطاق الشـراكة**. قد تقتصر اتفاقات التعاون على اسـتعمال بيانات وكالة أخرى، ولكنهـا قد تشـمل إقامة قاعدة بيانات مكانية كبيرة وشـاملة مـن الصفر. وينبغي تفصيل البروتوكولات الخاصة باستخدام البيانات من المحليات وغيرها من الكيانات الإدارية أو الجغرافية الأصغر؛

(ج) **المسـؤوليات**. تحديد المهام والواجبات ومن الذي يقوم بها. ومن المسـائل التي ينبغـي أن تؤخذ في الاعتبار وضع البيانات وصيانتها والوصول إليها، والإشـراف على المشروع واستعمال الموارد؛

(د) **المزايا**. من الواضح أن الترتيبات يجب أن تكون ذات منفعة لكل المشاركين، ما لم تقم إحدى الوكالات ببسـاطة بشراء الخدمات من وكالة أخرى. ومن المفيد توضيح مكاسب مختلف الشركاء من الترتيبات من أجل تقسيم الواجبات والمسؤوليات على نحو عادل؛

(هـ) **المتطلبات من الموارد**. تشـمل الموارد الموظفين، والبيئة الحاسـوبية، والمواد والاتصـالات. وينبغـي أن تؤخـذ في الاعتبـار المـوارد اللازمة لإدارة المشـروع والإشراف عليه؛

(و) **المشاركة في التكاليف**. ينبغي تحديد أي تكاليف مباشرة أو غير مباشرة تتصل بأنشـطة الشـركاء بشـكل منصف بينهم. وقد لا تكون عمليات المحاسـبة مباشرة نظراً لأن المسـاهمات قد تأخذ أشـكال النقـد أو البيانات أو اسـتعمال المعدات أو أشكالاً أخرى؛

(ز) **استعادة التكاليف**. ينبغي تقاسم أي عوائد ناتجة عن توزيع المنتجات النهائية، على أن تؤخذ في الاعتبار التكاليف المتكبّدة في إدارة وتشـغيل توزيع البيانات. ويشمل هذا أيضاً تحديداً واضحاً للاستعمالات المتفق عليها وحقوق الملكية للمنتجات؛

(ح) **حل المنازعات**. من المفيد تحديد وسـيلة حلّ المنازعات مسـبقاً في حالة حدوث عدم اتفاق أثناء المشروع.

لام - موجز واستنتاجات

٢-٦٢- من المهم في التخطيط للتعداد الجغرافي المكاني أن تؤخذ في الاعتبار مسائل التمويل والموظفين وإدارة المشروع. وكما أوضحنا في الفقرات السابقة فإن أمام وكالات الإحصاءات الوطنية فرصة كبيرة، في سعيها للحصول على معلومات عن سكانها، للاستفادة من التكنولوجيات الجغرافية المكانية الجديدة، بما في ذلك الاستعمال الواسع النطاق للحواسيب الشخصية والحواسيب المحمولة باليد والنظام العالمي لتحديد المواقع، والتصوير الساتلي والجوي المنخفض التكلفة. وتتمثّل المهمة بالنسبة لكثير من وكالات الإحصاءات الوطنية في الحصول على مواهب جديدة، وإعادة تنظيم المشروع ليتناسب مع تلك المواهب. ويعني ذلك إدراك مدى التحدّي المتمثّل في اجتذاب الموظفين المطلوبين وتدريبهم أو إعادة تدريبهم، وقد أبدت كثير من البلدان قلقاً إزاء مواجهة هذه المشاكل.

٢-٦٣- وتحتاج وكالات الإحصاءات الوطنية إلى معلومات عن جهود البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية، وذلك من أجل الوصول إلى معلومات أساسية قيِّمة لاستخدامها في التخطيط للتعداد وتقاسم البيانات والمعلومات بعد التعداد. والفلسفة وراء هذا المنطلق هي أن تتحوّل وكالات الإحصاءات الوطنية من مرحلة الالتزام إلى المرحلة التنفيذية والانتقال إلى

المسائل العملية. ومن شأن ذلك أن يمكِّن وكالة الإحصاءات الوطنية من الحصول على الإجابات التي تريدها من أجل وضع خطط رقمية ذات مرجعية جغرافية، بمقياس رسم يناسب البلد، لمساعدتها في تحقيق الكفاءة والفعالية. ومن المفيد التركيز على الأهمية البالغة للتخطيط. وينبغي لقيادات وكالات الإحصاءات الوطنية أن تبيِّن الأهداف التي تبغيها بوضوح وأن تدعم التخطيط الاستراتيجي من أجل ضمان نجاح العملية.

الفصل الثالث

إنشاء قاعدة بيانات للتعداد على مستوى مناطق العدّ

ألف - مقدمة

٣-١- ذكرنا في الفصل الثاني أن استخدام التكنولوجيا الجغرافية المكانية لإنتاج بيانات أفضل هو في بعض النواحي مسألة تنظيمية تنطوي على تحديد الأهداف، وتسخير مهارات الموارد البشرية الصحيحة. وتعني إعادة تنظيم الوكالة الوطنية للإحصاءات حول وحدة أساسية للمعلومات الجغرافية توثيق العلاقة بين جغرافية البلد ومجموعات المعلومات المتنوعة التي تنتجها وتستخدمها الوكالة الوطنية للإحصاءات. وتثبت العلاقة بين الجغرافيا وقواعد البيانات من خلال آلية الترميز. والخطوة الأولى هي ربط مادة الإدارة الوارد وصفها في الفصل الثاني بالمحتوى التقني، وبيان كيف تصبح قاعدة بيانات التعداد الجغرافية بؤرة تركيز الأنشطة، تخزن فيها مختلف أشكال معلومات التعداد، ومن خلالها يتم الوصول إليها.

٣-٢- ومن الأهداف الرئيسية للدليل الحالي وضع خطة تشغيلية لبناء قاعدة بيانات للتعداد على مستوى مناطق العدّ، تواكب التغيرات الجارية في كيفية إجراء التعداد؛ ذلك أن التعداد ليس مجرد ممارسة جمع بيانات، وإنما هو فرصة أيضاً أمام الدول الأعضاء لتطوير قدراتها في مجال تكنولوجيا المعلومات في مسيرتها نحو تحقيق أهدافها الإنمائية. ولئن كانت إقامة قاعدة جغرافية دقيقة للتعداد في السابق ممارسة تتم في العادة مرة واحدة كل ١٠ سنوات، فقد أصبحت الآن عملية متواصلة.

٣-٣- ولسوف يكون لدعم عمليات التعداد من خلال التحول الرقمي للعمليات استناداً إلى مرجعية جغرافية مردود جيد في المستقبل لأن جيلاً جديداً من المنتجات سوف يصبح متاحاً للجمهور على نحو أفضل، علماً بأن العمل من أجل تحقيق هدف تعداد دقيق للسكان من خلال تبني التكنولوجيات الجغرافية المكانية هو خدمة عامة جديرة بالاهتمام في حد ذاتها. وبسبب الالتزام المطلوب، والاستثمارات المستخدمة في إعادة تصميم عمليات رسم خرائط التعداد، يمكن للوكالة الوطنية للإحصاءات أن تتخذ من الأعمال السابقة نقطة انطلاق، وأن تستفيد من الخرائط التي وضعت في السنوات الماضية.

٣-٤- وسوف يقدم هذا الفصل مفهوماً للترميز الجغرافي يختلف اختلافاً طفيفاً عن المفهوم التقليدي لدى صناعة نُظم المعلومات الجغرافية الذي يعنى تطابق العناوين. أما تعريف الأمم المتحدة "للترميز الجغرافي" فهو تعريف أوسع، إذ هو يمثل الصلة بين المرصودات

الإحصائيــة ومواقعها في العالــم الحقيقي المعبَّر عنها بخطوط الطــول وخطوط العرض وغيرها مــن المعالم المكانية. فالترميز الجغرافي هو ببســاطة وســيلة تضمن وضــوح الصلة بين البيانات ومكان وجودها على أرض الواقع. وفي حين أن هذا الفصل يؤكد على هذا التعريف الأوسع للترميز الجغــرافي، فإنه يؤكــد كذلك على أهمية الترميز التقليدي (أي الترميز على أســاس المعالم المميزة) لأجل التعداد.

٣-٥- ويصمَّم الترميز الجغرافي لكي يغطي متوالية من المقاييس النسبية المكانية، من مستوى الوحدات السكنية المفردة إلى مستوى منطقة العدّ، ليصل إلى المستويات الأعلى الإدارية أو الوطنية. ويعتمد النجاح في اســتخدام الترميز الجغرافي عــلى وجود مجموعة من المناطق الإدارية في البلــد ذات حدود معروفة، وعلى التمثيل الرقمي في شــكل ترميز حاســوبي. ويجب أن يتصف مخطــط الترميــز بصفة هامة مــن مميزات مخططات الترميــز الجغرافي، ألا وهــي قابلية تمثيل المستويات النسبية والمرونة، بما يسمح بالتغطية الشاملة وبوجود فسحة للنمو.

٣-٦- ويقــوم الهيكل الإداري الهرمي عــلى فكرة أنه توجد في داخل أراضي البلد حدود تســتعمل في ترســيم الامتداد الفعلي للأراضي على مســتوي المحافظات أو الأقســام أو الأحياء، أو لأغراض التصويت، أو المراقبة الصحية أو توصيل البريد. ويمكن تخزين هذه المناطق الجغرافية المختلفة معاً في قاعدة بيانات تحتوي على رمز المستوى الإداري وعدد الوحدات. وعلى سبيل المثال، تكون المحافظات هي وحدات المســتوى الإداري الثاني، والأقســام هي وحدات المســتوى الإداري الثالث. ومن الناحية المثالية، يجب أن يكون لأي عملية جغرافية مفتاح للدخول إلى هذه الوحدات في نسق ضمن نظام المعلومات الجغرافية، يُستخدم في مختلف المشاريع.

٣-٧- وســوف يركز هذا الفصل إذاً على المعايير القياسية والتنسيق باعتبارهما مسألة إدارية. ويجب تنسيق المعايير القياسية الوطنية. فإذا كانت وكالة الإحصاء هي السلطة المسؤولة (أي القيِّم على الرموز)، فإن هناك حاجة لأن تضع خطة ترميز شفافة ومقنعة. ولذلك فإنه لا بد من تسليط الضوء على ضرورة التنسيق بين مختلف مناطق البلد، وبخاصة في الدول الكبيرة.

٣-٨- ويختلف دور الوكالة الوطنية للإحصاءات في ترسيم الحدود الإدارية من بلد إلى آخر. ومن المحتمل أن تكون لتلك الوكالة ســلطة قانونية لتحديد الوحدات الفرعية دون الوطنية عــلى الطبيعــة، أو ربمــا يُفترض أن تكون لها تلك الســلطة بحكــم الواقع. وإذا لــم تكن الوكالة الوطنيــة للإحصــاءات هي القيِّم على الحدود الفرعية دون الوطنيــة، فإنه يتعين عليها العمل مع الوكالات الأخرى داخل الحكومة لاســتخدام خطة الترميــز الجغرافي القائمة، أو ربما تكييفها مع احتياجات معيَّنة للتعداد. وقد يكون بعض التنسيق الإقليمي ضرورياً أيضاً.

٣-٩- ومن بين الموضوعات التي يتناولها هذا الفصل تعريف جغرافية التعداد الوطني، بما في ذلك التقســيمات الهرمية الإدارية، والمعايير، وعملية ترســيم مناطق العدّ؛ وترميز المناطق الجغرافيــة، بمــا فيها مناطق العدّ، وضمــان توافقها مع التعدادات الســابقة؛ ومصادر البيانات الجغرافية لترســيم مناطق العدّ، وإجراءات نقل البيانات؛ وتحويل البيانات الجغرافية من خلال عملية المســح الضوئي والرقمنة، وإنشــاء المناطق الطوبولوجية وصيانتها، وتنفيذ قاعدة بيانات منطقة العدّ؛ والمسائل المتصلة بنوعية البيانات، ووضع البيانات الفوقية.

٣-١٠- وكمــا هــو الحال دائماً، ينبغــي أن توضع الخطط بعنايــة. وبالإضافة إلى ذلك، مــن المهم التأكيد على أنه، مــع تزايد الطلب على بيانات المناطق الصغيرة، تزداد الحاجة إلى تقييم الاحتياجات القطرية بصورة واقعية.

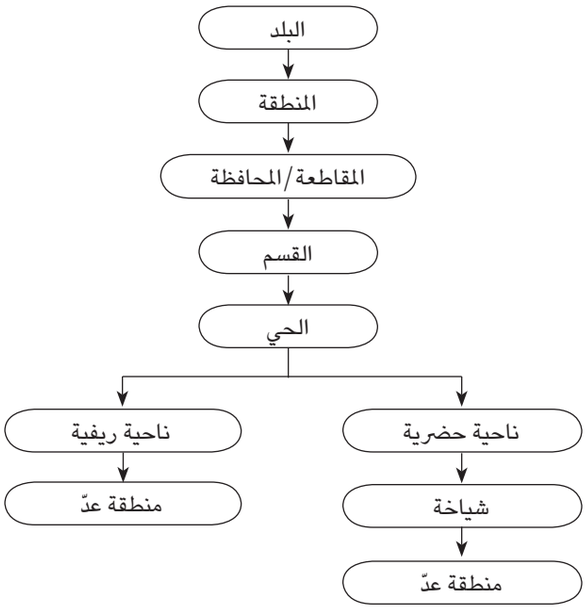
باء - تعريف جغرافية التعداد الوطني

١ - التسلسل الهرمي الإداري

٣-١١- من أول القرارات التي ينبغي اتخاذها في تخطيط التعداد تحديد المناطق الإدارية التي تُقدم عنها بيانات التعداد. ويمكن أن تكون هذه المناطق الإدارية أي وحدة جغرافية خاصة، ولكنها في الأساس وحدات للإدارة، أي سلطة حكومية ما، لها حق الولاية على الأرض. وتشمل التهيئة للتعداد إعداد قائمة بجميع الوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ الإحصائي في البلاد. وينبغي تحديد العلاقات بين حدود جميع أنواع وحدات الإدارة ووحدات الإبلاغ. ولكل بلد هرميته الإدارية الخاصة، أي النظام الذي بناءً عليه تقسَّم البلد وكل وحدة من مجموعة الوحدات الإدارية الأدنى (باستثناء أدناها جميعاً) لكي تشكل المستوى الأدنى التالي. وعلى سبيل المثال، ربما يقسم البلد، لأغراض التعداد، إلى سبعة مستويات هرمية في المناطق الحضرية وستة مستويات في المناطق الريفية (انظر الشكل ٣ - ١).

الشكل ٣ - ١

هرمية عامة لجغرافية التعداد



٣-١٢- إلاّ أن بعض هذه المستويات الهرمية فقط قد يكون لها أدوار إدارية فعلية؛ فعلى سبيل المثال، ربما يكون لمستويات المحافظة والقسم والحي مخصصات مالية لدى مكاتب الحكومة المحلية المسؤولة عن تلك الأقاليم. وقد يكون لوحدات أخرى أدوارٍ إحصائية فقط، أي أنها مصممة لعرض البيانات وليس لإدارة المكان. ويوضح الشكل ٣ - ٢ تداخل الوحدات الإدارية ووحدات التعداد، وذلك باستخدام مثال بسيط ذي أربعة مستويات هرمية فقط. ومع ذلك فإنه، في بعض الحالات، قد لا تكون الوحدات الإدارية متداخلة تماماً. وعلى وجه الخصوص فإنه عند النظر في كل من الوحدات الإدارية وغيرها من وحدات الإبلاغ الإحصائي، قد يجد مكتب الإحصاء نفسه مضطراً للتعامل مع نظام معقد للغاية من الأقاليم الجغرافية.

٣-١٣- وليس من الضروري أن تكون جميع المستويات على نفس القدر من الأهمية. فعلى سبيل المثال، تُقسَّم العديد من البلدان أراضيها إلى أقاليم رئيسية، غالباً ما تكون محددة جغرافياً، مثل "شمال/جنوب/جنوب غرب/شرق"، أو "جبلية – سهلية – ساحلية". وفي أغلب الأحوال لا تقوم هذه المناطق بأي وظيفة إدارية، ومع ذلك فإنها ربما تُستخدم في إبلاغ المعلومات الإحصائية.

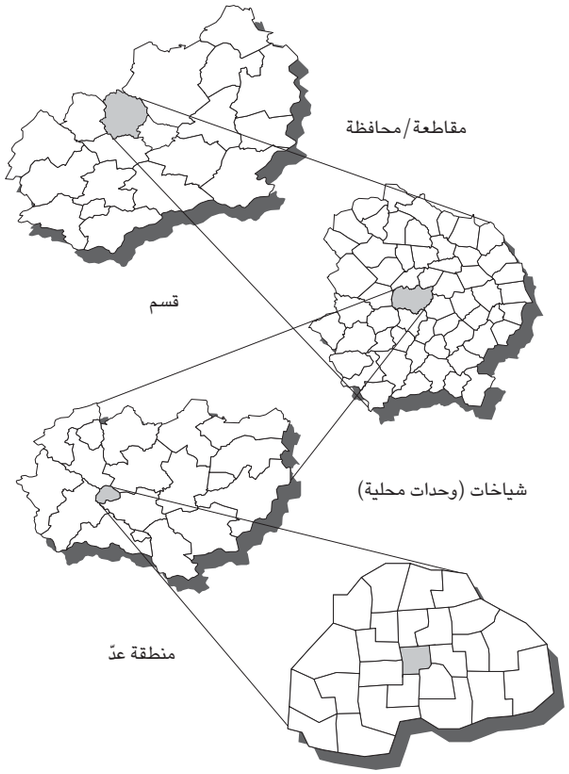
٢ - العلاقة بين الوحدات الإدارية وغيرها من وحدات الإبلاغ الإحصائي، أو وحدات الإدارة

٣-١٤- بالإضافة إلى الوحدات الإدارية، فإن لمعظم البلدان عدداً من مجموعات أخرى من المناطق التي تستخدم لأغراض مختلفة، وهذه تحتاج إلى تجميع بيانات التعداد عنها. ولهذه المناطق استخدامات خاصة، وربما يكون قد جرى تعريفها على مقياس تقريبي. ومن أمثلة ذلك:

- المناطق الصحية.
- مناطق سوق العمل.
- الدوائر الانتخابية.

الشكل ٣ -٢

رسم توضيحي لهرمية إدارية متداخلة



- المناطق البريدية.
- المناطق الثقافية أو القبلية.
- مناطق التجمع الحضري أو المتروبولي.
- وحدات التعداد الزراعي أو الاقتصادي.
- وحدات تملُّك الأراضي أو الوحدات المساحية.
- مناطق المرافق (مناطق توريد المياه أو الكهرباء).

٣-١٥- ويمكن تعلُّم المزيد عن هذه الجغرافيات الخاصة من خلال التفاعل مع الوكالات المسؤولة في البلد أو عن طريق أنشطة البنية الأساسية للبيانات المكانية. ومن حيث موضعها المكاني، قد لا تتطابق بعض المناطق بشكل دقيق في الهرم الإداري للبلد. وينبغي لوكالات وضع خرائط التعداد، في تصميمها لمناطق العدّ، أن تضع في اعتبارها قدر الإمكان وحدات الإبلاغ هذه، من أجل تسهيل تبويب بيانات التعداد لهذه المناطق. ويجب أن يوفر تحليل احتياجات المستعملين الذي يجري في مراحل التخطيط للتعداد مبادئ توجيهية عن المناطق غير الإدارية التي ينبغي أن تحظى بقدر أكبر من الدراسة أو الاعتبار. وعموماً، فإنه ينبغي في توجيه تصميم مناطق العدّ أن تقسِّم وكالة إعداد خرائط التعداد كل مجموعات المناطق إلى مناطق يكون فيها التوافق إلزامياً، ومناطق يكون فيها مرغوباً، أو غير محتمل، ومعاملتها وفقاً لذلك.

٣-١٦- وبالنسبة لبعض مناطق الإبلاغ أو مناطق الإدارة في البلد، ربما تكون البيانات الرقمية لحدودها موجودة بالفعل من عمل وكالات أخرى مسؤولة. وعلى سبيل المثال، فإن عدداً من البلدان التي بادرت ببرامج الإصلاح الزراعي تستخدم نُظم المعلومات الجغرافية في إدارة قواعد بيانات تملُّك الأراضي (المعلومات المساحية)، كما تستخدم العديد من الهيئات الوطنية البريدية قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية في وضع الرموز البريدية لتسهيل تسليم البريد. وحيثما تتاح قواعد البيانات الرقمية لهذه الوحدات فإن ذلك يمكن أن يدعم تطوير قواعد البيانات الجغرافية للتعداد. وحين توجد درجة عالية من التوافق فإن ذلك يوفر ميزة إضافية تتمثل في إمكانية الجمع بسهولة نسبية بين إحصاءات المجالات الأخرى، كالطلب على المياه أو نتائج التصويت، على سبيل المثال، وبين الإحصاءات الديمغرافية والاجتماعية.

٣-١٧- وفي داخل المكتب الإحصائي، تتطلب عمليات التعداد أيضاً تحديد وحدات جمع البيانات. والأمر الأهم هو أن التعدادات الزراعية والاقتصادية تجري بانتظام في العديد من البلدان، وأنه يمكن للعديد من التطبيقات التحليلية أن تستفيد من التحليل المشترك لمعلومات التعداد والبيانات الاقتصادية أو الزراعية. ولا شك في أن وجود درجة عالية من التطابق بين الوحدات الجغرافية المستخدَمة في تجميع هذه الأنواع من البيانات يؤدي إلى زيادة فائدة استخدامها بدرجة كبيرة في تطبيقات القطاع العام والمنظمات غير الحكومية.

٣-١٨- وينبغي أيضاً الحرص على التنسيق بين المكتب الإحصائي وغيره من الوكالات أو مستويات الحكومة فيما يختص بمن تكون له القوامة على الحدود الإدارية، ومتى يمكن إدخال تغييرات. وينبغي، قبل التعداد، أن يتم تجميد الحدود (ويوصى بأن يكون هذا لمدة ستة أشهر على الأقل قبل إجراء التعداد) حتى لا تخلق تغييرات الحدود تناقضات في الترميز الفعلي للمناطق. ويمكن أيضاً لمكاتب الإحصاءات الوطنية أن تختار أن تضع "خاتماً زمنياً" على طبعات محددة من الحدود الإدارية بحيث تعكس التقسيمات الداخلية للبلاد في وقت العدّ.

٣ - معايير ترسيم مناطق العدّ على الطبيعة وتنفيذها

٣-١٩- مناطق العدّ هي وحدات عمليات جغرافية لجمع بيانات التعداد، وهى تتحدد في وقت مبكر من عملية التعداد. وسواء كانت التقنيات المستخدمة لرسم الخرائط يدوية أو رقمية فإن ترسيم مناطق العدّ يكون متماثلاً. وينبغي أن يأخذ تصميم مناطق العدّ في الاعتبار عدداً من المعايير المتنوعة. وبراعى في التقسيم السليم لمناطق العدّ ما يلي:

- أن تكون متنافية (غير متداخلة) وشاملة (تغطى البلد بأسره).
- أن تكون لها حدود يسهل التعرف عليها على أرض الواقع.
- أن تكون متسقة مع الهرمية الإدارية.
- أن تكون متضامة، وليس بها أي جيوب أو أطراف منفصلة.
- أن يكون عدد السكان فيها متساوي الحجم أو متقارباً.
- أن تكون صغيرة ويسهل الوصول إليها بدرجة كافية ليقوم العدّاد بتغطيتها في نطاق فترة التعداد.
- أن تكون صغيرة ومرنة بما فيه الكفاية لإتاحة أوسع مجموعة من الجداول الإحصائية لمختلف وحدات الإبلاغ.
- أن تستوفي حاجات الدوائر الحكومية وغيرها من مستعملي البيانات.
- أن تكون مفيدة لأنواع أخرى من التعدادات وللأنشطة الأخرى لجمع البيانات.
- أن تكون كبيرة بما يكفي لضمان سرية البيانات.

٣-٢٠- وبعض هذه المعايير ييسر جمع بيانات التعداد، وبعضها الآخر يتصل بفائدة مناطق العدّ في إنتاج نواتج المخرجات - أي العلاقة بين وحدة جمع البيانات ووحدة تبويبها. وينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن الهدف من التعداد هو إنتاج بيانات مفيدة لرجال الإدارة وصانعي السياسات وغيرهم من مستعملي بيانات التعداد. وينبغي أن تكون الأولوية هي تحقيق أقصى قدر من المرونة لإنتاج أفضل نواتج المخرجات وأنسبها للغرض، وليست مجرد تحقيق السهولة في عمليات العدّ. ومع ذلك، فإنه يجب أيضاً أن يكون ترسيم منطقة العدّ معقولاً لوجستياً بالنسبة للعمليات الميدانية.

٣-٢١- ويمكن تحديد مناطق العدّ بطريقتين: من حيث المساحة أو من حيث عدد السكان. وحجم السكان هو المعيار الأهم في وضع خريطة التعداد، ولكن يجب أن تؤخذ في الحسبان أيضاً المساحة السطحية وسهولة الوصول إليها لضمان أن يستطيع موظف العدّ أداء العمل المنوط به في منطقة العدّ في غضون الوقت المخصص. ويختلف الحجم المختار للسكان من بلد لآخر، ويتحدد بصورة عامة على أساس نتائج الاختبارات الأوَّلية. وقد يختلف متوسط حجم السكان أيضاً بين المناطق الريفية والحضرية، حيث إن عملية العدّ قد تمضي على نحو أسرع في المدن والعواصم عنها في المناطق الريفية. وقد يكون من الضروري، في ظل ظروف خاصة، تعريف مناطق العدّ التي تكون أكبر أو أصغر من المتوسط. ولمعظم الأغراض العملية، يفضل أن يكون حجم سكان منطقة العدّ ما بين مائتين وما يزيد قليلاً على خمسمائة.

٣-٢٢- وهناك حاجة قبل ترسيم حدود منطقة العدّ إلى تقدير عدد الأشخاص الذين يعيشون في المنطقة وتوزيعهم الجغرافي. وما لم تكن هناك معلومات من دراسة استقصائية حديثة، أو نظام للتسجيل أو مصدر آخر للمعلومات، فقد يدعو الأمر إلى تقدير هذه الأرقام عن

طريق عدّ الوحدات السكنية، وتحديد عدد الأسر فيها، وضربه في متوسط حجم الأسرة. ويمكن تحديد عدد الوحدات السكنية من خلال العمل الميداني لرسم لخرائط، والتعاون مع المسؤولين الحكوميين، ومن استقراء نتائج التعداد السابق، أو عن طريق الصور الجوية أو الصور الساتلية، وهو ما يناقشه الفصل التالي.

٣-٢٣- ويجب أن تكون حدود منطقة العدّ قابلة للملاحظة بصورة واضحة على أرض الواقع. ويجب أن يكون العدّادون قادرين على معرفة حدود منطقة العدّ المكلفين بها حتى وإن لم يكونوا مدربين تدريباً جغرافياً كافياً، ولذلك قد يكون من الضروري إجراء تعديلات على عدد السكان المخصص لمنطقة العدّ من أجل إنتاج حدود واضحة يسهل التعرف عليها. والمعالم الطبيعية التي يمكن استخدامها لهذا الغرض هي الطُرق وخطوط السكك الحديدية، والجداول والأنهار والبحيرات، والأسوار، أو غيرها من المعالم التي تمثل حدوداً بارزة. وأما المعالم ذات الحواف المتدرجة، بما في ذلك الحواف النباتية، والغابات، وخطوط منحنيات الارتفاع، مثل النتوءات فإنها أقل مثالية. وغالباً ما تكون الحدود الإدارية غير مرئية. ولا مفر في بعض الحالات من استخدام حدود منطقة عدّ غير واضحة للعيان على أرض الواقع. وهذه الحالة تتطلب وصفاً دقيقاً نصياً وشروحاً مناسبة على خرائط منطقة العدّ. ومن الأمثلة على ذلك خطوط التوازي وخطوط الامتداد. وعلى سبيل المثال، قد تكون حدود منطقة العدّ موازية لطريق محدد على مسافة واضحة التحديد، أو يكون جزء من حدود منطقة عدّ مُعرَّفاً بأنه امتداد لطريق واضح للعيان إلى مَعْلم آخر واضح التحديد، مثل نهر أو خط سكك حديدية.

٣-٢٤- وسوف تواجه بعض البلدان مشاكل معينة تتعلق بترسيم مناطق العدّ. فعلى سبيل المثال، قد تكون قرى معينة مسندة إلى وحدات إدارية بعينها، ولكن الحدود الفعلية التي ترسم منطقة القرية قد لا تكون محددة. كذلك فإنه لا بد من تعيين المرجعية الجغرافية لسكان من نوعية معينة، مثل الرُحَّل أو العابرين، أو البدو أو العسكريين. ويحدث كثيراً أن أفراداً من البحرية يُسنَدون إلى موانئ أوطانهم الأصلية. وعند التخطيط لتحديد مواقع السكان الذين يصعب عدُّهم، ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن تكاليف التشغيل في بعض الأحيان قد تبلغ من ١٠ أضعاف إلى ٢٠ ضعف ما يتكلفه عد السكان القاطنين في المناطق الحضرية.

٣-٢٥- ومن بين المعايير المستخدمة لترسيم مناطق العدّ تحديد الحجم الأمثل لمنطقة العدّ، ويتوقف هذا على عدد الأشخاص الذين يمكن أن يقوم موظف العدّ بحصرهم في الفترة الزمنية المقررة لجمع البيانات. وينبغي أن يراعى في خطة الترسيم الأيام المخصصة للعدّ في الخطة الشاملة. ويمكن في اختبار سابق للتعداد تحديد عدد الوحدات السكنية التي يمكن للعدّاد أن يغطيها في اليوم الواحد. وكمثال توضيحي، إذا كان يمكن عدّ ١٦ وحدة سكنية في اليوم الواحد في المناطق الحضرية وعدّ ١٠ وحدات فقط في اليوم الواحد في المناطق الريفية، وإذا كانت فترة العدّ هي ١٠ أيام، فإن منطقة العدّ المثلى الحضرية سوف تشتمل على ١٦٠ وحدة سكنية، أما منطقة العدّ الريفية فسوف تشتمل على ١٠٠ وحدة سكنية. وإذا كان متوسط عدد الأشخاص في الوحدة السكنية هو خمسة أفراد، فإن حجم السكان المثالي، من ثم، سيكون ٨٠٠ شخص للمنطقة الحضرية و٥٠٠ شخص للمنطقة الريفية. ومن العوامل الأخرى المؤثرة في حجم منطقة العدّ حدود المنطقة الإدارية؛ ومدى وضوح حدود منطقة العدّ؛ ووجود مناطق معيشة جماعية، مثل الثكنات والفنادق وأماكن الإقامة الداخلية في المدارس، ونوعية وسائل النقل ومدى توافرها.

٣-٢٦- والتقديرات السكانية ضرورية للترسيم الصحيح لمناطق العدّ. ويمكن اللجوء إلى المسؤولين المحليين لتوفير تقديرات المناطق الصغيرة، ويمكن أن يقوم العاملون الميدانيون من

قِبـل الوكالة الوطنية للإحصاءات بزيارة المناطق المعنية. أما المناطق التي لم تشـهد تغيراً كبيراً، فإنه يمكن تعديل التقديرات من التعدادات السابقة على أساس الوقت المنقضي.

٤ - ترسيم مناطق الإشراف (المشرفون على طواقم العدّادين)

٣-٢٧- توفر مناطق الإشراف وسـيلة لإدارة طواقم العدّادين إدارة فعّالة. فبعد ترسيم مناطـق العدّ، يأتي في العادة تصميم خرائط الإشراف بشـكل مبـاشر. وتتكون مناطق الإشراف عادة من مجموعة من ٨ إلى ١٢ منطقة عدّ متجاورة، وتشترك مناطق الإشراف في نفس خصائص مناطـق العدّ التي تتبعهـا أو في بعضها. ويجب أن تكون مناطق العدّ المسـندة إلى نفس المنطقة الإشرافيـة متضامة، وذلك من أجـل التقليل من الوقت اللازم للتنقل، وأن تكون كذلك متسـاوية في الحجـم تقريبـاً، وأن تكون في نطـاق نفس منطقة المكتب الميداني، التي عـادة ما تتحدد وفقاً للوحدات الإدارية.

٣-٢٨- ويمكن، تبعاً لحجم البلد، تصميم مسـتويات إضافية من مناطق إدارة التعداد. وفي البلـدان الكبيرة، غالباً ما تتطابق هـذه المناطق مع مناطق المكاتب الإحصائية للمقاطعات أو الأقاليم.

٥ - الترميز الجغرافي لمناطق العدّ

٣-٢٩- تتكـون قاعـدة البيانات الجغرافية الرقمية ذات نسـق المتَّجهـات من مجموعة منظمـة تركيبيـاً من النقاط والخطـوط والمضلّعات. ولكل مَعلم من المعالـم الجغرافية - أي كل نقطة أو خط أو منطقة – محدِّد هوية وحيد (معرف) يُسـتخدم داخلياً في النظام. ولا سـبيل في العادة للوصول إلى هذا المحدِّد من قِبل مسـتعمل البيانات، ولا يجوز تعديله من الخارج. وهناك حاجـة إلى محدّد هوية أكثر قابلية للفهم يمكن اسـتخدامه لربط المعالم الجغرافية بالخصائص التي سُـجلت لها. وبالنسـبة لمناطق العدّ والوحدات الإدارية، فإن هـذا الرابط هو المحدّد الوحيد لهوية مناطق العدّ أو الوحدات الإدارية، المسجّل في الملف الرئيسي لجميع المناطق الجغرافية ذات الصلة في التعداد.

٣-٣٠- وتتوقف كيفية إدخال هذا المحدّد للهوية على البرمجيات المستعملة. فمن الممكن إضافتـه خلال عملية الرقمنة، وذلك بإدخال محدّد الهوية قبل رقمنة المَعْلَم، أو يمكن إضافته في مرحلـة لاحقة عن طريق اختيـار المَعْلم تفاعلياً وإضافة محدّد الهويـة من خلال قائمة خيارات البرمجيـة. وبالنسـبة للمعالم الممثلة بمضلَّعـات، تتطلب بعض النُظم من المسـتعمل أن يضيف نقطة علامة مميزة موجودة في كل وحدة مسـاحية. والترميز هو أمر سـهل من الناحية النظرية، ولكنه قد يتطلب الكثير من الوقت والموارد.

٣-٣١- ولا بـد، في الواقع، من إسـناد شـفرة أو رمز وحيد لكل منطقة عدّ. ويسـتخدم هـذا الرمز لدى تجهيز البيانات لتجميع المعلومات التي يتم حصرها عن الأسر التي تعيش في كل منطقة عدّ، وتجميع هذه المعلومات للمناطق الإدارية أو الإحصائية من أجل النشر. وهذا هو الرمز الرقمـي الـذي يمثل حلقة الوصل بين بيانـات التعداد المجمعة وقاعدة البيانـات الرقمية لحدود منطقـة العدّ، المخزنة في نظـام المعلومات الجغرافية. ومن الناحيـة المثالية، فإن مخطط الترميز يجب أن يتحدد على أسـاس كل بلد على حدة، إلاّ أن القواعد التي تُسـتخدم في وضع الرموز يجب أن تكـون واضحة لا لبس فيها أو غموض، وينبغي أن تصمم بالتعاون في داخل الوكالة الوطنية

للإحصـاءات، وخاصة بين وحدات بيانات رسـم الخرائط أو البيانـات الجغرافية المكانية وأولئك الذين يديرون البيانات الأساسـية. وأهم المبـادئ في تصميم مخطط الترميز هي المرونة والقابلية للتوسـع، والبداهة والتوافق مع المخططات الأخرى للترميز المسـتخدمة في البلد. وغالباً ما يكون المكتـب الإحصائي هو القيّم على مخططات الترميز في البلاد، كما ينبغي أيضاً أن يكون السـلطة المركزية لتصميم رموز رسم خرائط التعداد.

٣-٣٢- وفي العادة، يسـهِّل مخطط الترميز الهرمي اتسـاق ووضوح محددات الهوية الرقمية. وفي هذا النهج، يجرى وضع أرقام للوحدات الجغرافية على كل مسـتوى من المسـتويات الهرمية الإدارية – وفي العادة تُترك ثغرات بين الأعداد للسـماح مستقبلاً بإدراج المناطق الجديدة التي قد تنشـأ في هذا المسـتوى. وبعبارة أخرى، فإن الثغرات التي تترك يتوقف عددها على عدد الوحدات التي سوف تُضاف. وعلى سبيل المثال، قد تُعطَى الوحدات على مستوى الإقليم/المحافظة أرقـام ٥ و١٠ و١٥ وهلم جرا، وتسـتخدم خطة مماثلة للمسـتوى الأدنى مـن الوحدات الإدارية ولمناطق العدّ. ولأنه يوجد، في كثير من الأحيان، على سـبيل المثال، عدد من الأحياء في كل مقاطعة أكـبر من عدد المقاطعـات في البلد، فقد يكون مطلوباً مزيد من الأرقام في المسـتويات الدنيا. وإذاً فإن محدّد الهوية الوحيد لكل وحدة من أصغر مستوى - أي منطقة العدّ – يتكون، ببساطة، من محددات هوية مرتبطة تسلسلياً بالوحدات الإدارية التي تندرج تحتها.

٣-٣٣- وعلى سبيل المثال، يمكن لأي بلد استخدام مخطط الترميز الآتي:

الشكل ٣ - ٣

مخطط عام لترميز منطقة عدّ

١	٢	٠	٣	٥	٠	١	٧	٥	٠	٠	٢	٣
المحافظة		المركز			القسم				منطقة العدّ			

٣-٣٤- ويعنـى رمز منطقة العـدّ ١٢٠٣٥٠١٧٥٠٠٢٣ أن منطقة العـدّ رقم ٢٣ تقع في المحافظـة رقـم ١٢، وفي المركز رقم ١٢٠٣٥ وفي القسـم رقـم ١٢٠٣٥٠١٧٥. ويخزَّن الرمز في قاعـدة البيانـات باعتباره رقماً صحيحاً طويلاً، أو متغير سلسـلة من ١٣ عدداً. ومن الواضح أنه يجب أن يكون نوع المتغير المسـتعمل في قاعدة بيانات التعداد هو نفسـه المسـتعمل في قاعدة البيانـات الجغرافية. وللتخزيـن على هيئة متغير عدد صحيح ميزة، لأنه يتيح اختيار السـجلات الفرعية بسـهولة باستخدام أوامر الاسـتعلام القياسـية في أي قاعدة بيانات عند الدخول إلى أي نظام لإدارة قواعد البيانات أو حزمة نُظم معلومات جغرافية.

٣-٣٥- ومن جهة أخرى فإن تخزين الرمز كمتغير رقمي يفيد في تحسـين الاتساق، على سـبيل المثال من خلال اسـتخدام أصفار متقدمة. وفي هذه الحالة، يعتبر الرمز اسـماً يتكون من الرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات (ASCII) بدلاً من رقم متسلسل.

٣-٣٦- وفي الحـالات التي تكـون فيها الوحـدات الإدارية ووحدات الإبـلاغ غير هرمية، يتعـين وضع مصطلحات ترميـز خاصة. ومن المهم جـداً، في جميع الأحوال، أن يتحقق اتسـاق كامل في تحديد واسـتخدام محددات هوية الوحدات الإداريـة، لأنها تمثل الصلة بين حدود نظام المعلومات الجغرافية وبيانات التعداد المبوبة. ولذا يجب على مكتب التعداد أن يعدّ قائمة رئيسية

لوحـدات العدّ والوحدات الإدارية ورموزها الخاصـة بكل منها، وأن يدخل أي تغييرات تطرأ على القائمة الرئيسية في نظام المعلومات الجغرافية وقواعد بيانات التعداد. وقد تنظر الوكالة الوطنية للإحصـاءات أيضاً في نشر قائمة بمناطق العدّ، بما في ذلـك الترميز المتصل بها وخطوط العرض وخطوط الطول والنقاط الوسطى، وربما أيضاً أعداد السكان التي تم حصرها.

٦ - مكونات قاعدة بيانات التعداد

٣-٣٧- تتألف قاعدة بيانات التعداد الجغرافية الشاملة من خريطة رقمية لمناطق العدّ، وفي معظم الحالات، من سلسـلة من طبقات الخريطة الأساسية التي توفر السياق والاتجاهات في خرائط العدّ النهائية. وقد تكون طبقات البيانات الأساسية طُرقاً على اختلاف أنواعها، أو أنهاراً، أو مبانـي أو مسـتوطنات، يتم تخزينهـا باعتبارها كيانات منفصلة في قاعـدة بيانات جغرافية. ومع أن الطُرق والأنهار، على سـبيل المثال، تمثَّل على هيئة خطوط، فإنها لا تخزَّن في نفس الملف الرقمي. ومن الضروري توفير مواصفات مكتوبة تحدد المخرجات، والأحجام وغيرها من المتطلبات لضمان الاتساق.

٣-٣٨- وقبـل البدء في إدخـال البيانات وفي تحويل البيانات، ينبغـي أن يقوم العاملون بتصميم هيكل كل مجموعات البيانات الجغرافية التي سـيتم إنتاجها. وهذا التحديد الهيكلي هو عبارة عن وصف مفصل لجميع القواعد المتعارف عليها والمبادئ التوجيهية التي يتبعها العاملون لضمان اتسـاق المُخرج النهائي. ويؤدي حسـن التخطيط والتوثيـق إلى تجنب الاضطراب وعدم التوافق في المراحل اللاحقة من العملية.

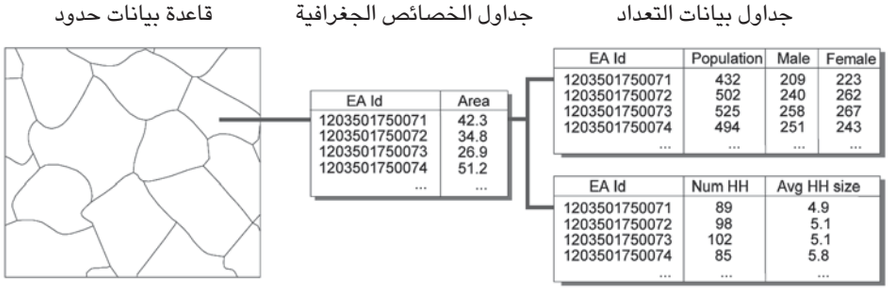
٣-٣٩- والخطـوة الأولى هي التفكير في الشـكل الذي سـوف تبدو عليـه الخرائط التي يسـتخدمها العدّادون. وعلى سـبيل المثال، من المحتمل أن تتكون قاعدة البيانات الرقمية لمنطقة العدّ من عنصرين هما المعالم والخصائص، ويمكن تمثيلهما على النحو التالي (انظر أيضاً الشكل ٣ - ٤):

- قاعدة بيانات الحـدود المكانية، وتتألف من معالم المنطقة (المضلَّعات) التي تمثل وحدات التعداد.
- جـدول الخصائـص الجغرافية، وهو ملف قاعدة بيـانـات مرتبط داخلياً بقاعدة البيانات المكانية، ويحتوي على سِجل واحد لكل مضلَّع. ويحتوي هذا الجدول على محدد الهوية الوحيد لكل وحدة تعداد، وربما بعض المتغيرات الإضافية الثابتة أو غير المتغيرة، مثل مساحة الوحدة بالكيلومتر المربع.
- جداول بيانات التعداد، وتحتوى على الخصائص غير المكانية، أي مؤشرات التعداد الخاصة بوحدات التعداد المكانية. ويجب أن يحتوي كل من هذه الملفات على محدد الهويـة الوحيد لوحدة التعـداد، الذي هو الرابط بما يقابلها من سِـجلات جداول خصائص المضلّع. وسيكون هناك سِجل واحد لكل وحدة تعداد.
- وبالإضافة إلى ذلك، فإن معالم المتّجهات الأخرى (النقطة أو المساحة)، مثل المعالم البارزة والطُرق والمجاري المائيـة، والمدارس والمرافق الصحية وغيرها من المباني، قـد تكون مفيدة لتوجيه العاملين الميدانيين أثناء العدّ. وهذه المعالم، التي سُـجلت خلال العمليات الاستكشافية الأولى في الميدان أو أثناء وضع قوائم المنازل، قد تتبين فائدتها في وقت لاحق لوكالات حكومية أخرى، أو لمنظمات غير حكومية، مما يوفر

الوقت والمال. ويقدم التعاون مع سائر مستعملي البيانات كثيراً من الفوائد التي تنعكس في الكفاءة والفعالية، وهو أمر ينبغي السعي إليه كلما كان ذلك ممكناً.

الشكل ٣ - ٤

مكونات قاعدة بيانات التعداد المكانية الرقمية



٧ - اتساق تصميم وحدة العدّ مع التعدادات السابقة

٣-٤٠- يوفر التعداد نظرة مقطعية مستعرضة لحجم وخصائص السكان في البلد. ومن أهم استخدامات التعداد تحليل التغييرات في تركيبة السكان على مر الزمن. وغالباً ما ينفذ هذا التحليل للتغييرات على مستويات إجمالية إلى حد ما؛ وعلى سبيل المثال، قد يكون هذا على الصعيد الوطني أو على مستوى المحافظات. بيد أن التغييرات في المناطق المحلية لها نفس القدر من الأهمية، حيث تؤثر الديناميات في المناطق الصغيرة على قرارات التخطيط المحلي. ويسهُل تحليل التغير على الصعيد المحلي إلى حد كبير إذا ظلت وحدات العدّ متوافقة بين التعدادات. ومشكلة تغيير القاعدة الجغرافية بين التعدادات لا تقل خطورة عن التغيير في تعاريف البنود الواردة في استبيان التعداد.

٣-٤١- وينبغي أن يحاول مكتب التعداد، في تصميمه لجغرافية التعداد، الحفاظ قدر الإمكان على حدود التعداد السابق. وقد يستدعي الأمر، بسبب الزيادة في حجم السكان، تحديد مناطق عد جديدة، وفي هذه الحالات، يكون من الأفضل دائماً أن تُقسَّم منطقة العدّ تقسيماً فرعياً بدلاً من تغيير الحدود القائمة. إذ يمكن للمحلِّل، ببساطة، إجمال مناطق العدّ التي جرى تقسيمها فرعياً لجعل بيانات التعداد الجديدة متوافقة مع المعلومات المأخوذة من تعداد سابق. أما إذا تغيرت الحدود، فسوف يكون من الضروري اتباع أساليب تعديل أكثر تعقيداً.

٣-٤٢- ومن عناصر ترسيم منطقة العدّ التي يمكن أن تساعد في تحليل التغيير، وضع ملفات التوافق أو المعادلة، وهى ما يُطلق عليه أحياناً ملفات العلاقة. وتبين هذه الملفات رموز كل منطقة عدّ في التعداد الحالي وما يقابلها من رموز في العدّ السابق. وإذا كانت الوحدات قد قسِّمت أو جُمعت، فإن هذا يكون مبيّناً في الملفات.

٣-٤٣- وترتبط قاعدة بيانات الحدود وجدول الخصائص الجغرافية ارتباطاً وثيقاً؛ إذ هما يمثلان، في الأساس، مجموعة واحدة من البيانات. وأثناء التخطيط للتعداد يتم تجميع بعض المعلومات الأساسية ذات الصلة بالتعداد، مثل تقديرات الوحدات السكنية أو السكان ووثائق

المعلومـات لكل منطقة عـدّ على حدة. وتخزَّن هـذه المعلومات الخارجية عن وحـدات التعداد في جـداول بيانـات منفصلة في نظـام عام لإدارة قواعـد البيانات. ومن هناك يمكن ربطها، حسـب الحاجـة، ببيانات الحدود عبر محدد هوية مشـترك – أي رمز وحدة العدّ – في جدول الخصائص الجغرافيـة. ولضمان توافق بيانات قواعد بيانات التعداد، التي هي نتاج برنامج إدخال البيانات وتبويبها، مع ملفات الحدود الجغرافية، لا بد من التعاون الوثيق بين قسمي رسم خرائط التعداد وتجهيز البيانات.

٣-٤٤- وفي العـادة، تعـدّ قواعد بيانات منفصلـة لكل مسـتوى إداري أو مجموعة من المناطـق الإحصائية التي تنشر عنها بيانات التعداد. وعند تحديث الحدود على أي مسـتوى، فإنه يلزم، بطبيعة الحال، إدخال التغييرات أيضاً في سائر قواعد البيانات التي تحتوي على هذه الحدود. والنهج الأفضل هو إدخال كل التغييرات في قاعدة البيانات الرئيسـية للحدود على أدنى مسـتوى للمجاميع (أي على مسـتوى قاعـدة بيانات وحدة العدّ)، وإنتاج قاعدة بيانات كل مسـتوى أعلى إدارياً أو إحصائياً باستخدام الوظائف التي يتيحها نظام المعلومات الجغرافية العادي ووظائف التجميع في قواعد البيانات.

٣-٤٥- وقـد تكون بعض طبقات بيانات الأسـاس أسـهل بكثير مـن خريطة منطقة العـدّ الرقمية. فعلى سـبيل المثال، قد يتم بالنسـبة لقاعدة بيانات الطُـرق، جمع عدد قليل من الخصائص – اسـم الطريق أو محدد الهوية في حال وجوده، ونوع السطح وعدد الحارات. وفي هـذه الحالة، قد لا يكون ضرورياً تخزين معلومات الخصائص في جدول منفصل. ويمكن من أجل البساطة، احتواء جميع الخصائص في جدول الخصائص الجغرافية ذاته.

٣-٤٦- وينبغـي في مراحـل معينة بـين دورات التعداد وخلالها، إنشـاء مجموعات من البيانات المرجعية القياسـية، أي بيانات خط الأساس. وعلى سـبيل المثال، ينبغي أن تكون هناك نسـخة وحيدة من قاعدة بيانات خريطة التعداد للبلاد تتطابق مع كل مجهود لجمع البيانات أو أي تطبيـق إحصائي ذي صلة بها. ويمكن أن تنتج مجموعـات بيانات مجمعة للحدود منفصلة لـكل وحدة إبلاغ إحصائية مطلوب جمع بيانات عنهـا. وينبغي وضع طابع التاريخ الزمني على تلك المجموعات من البيانات المرجعية القياسـية وأرشـفتها بصفة دائمـة. وبهذه الطريقة توجد مجموعات بيانات قياسـية تخلقت من نفس قاعدة البيانات الرئيسـية يمكن اسـتخدمها لتعداد ٢٠١٠، أو لدراسة استقصائية واسعة تتم عام ٢٠١٢ أو لانتخابات تجرى في عام ٢٠١٥.

٣-٤٧- ومن الممكن الاسـتفادة من قواعد البيانات الرقميـة القائمة، مثل المنتجات التي تنتجهـا الـوكالات الحكومية الأخـرى، والإحداثيات التي يتـم جمعها باسـتخدام النظام العالمي لتحديد المواقع، باستجلابها إلى قاعدة بيانات التعداد الجغرافية. وقد يكون من الضروري تحويل إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع من مواقع نقاطية إلى خطوط وحدود تُظهر معالم خطية ومضلّعة، مثل طُرق أو مباني المدينة. وبعد إلحاق رموز الخصائص بكل معالم قاعدة البيانات، يمكـن ضم صحائف الخرائـط الرقمية التي تم وضعها على حدة، لإنشـاء قاعـدة بيانات متينة لمنطقـة بأسرها. وبحسـب نطاق أنشـطة وضع الخرائـط، تحتوي قاعدة البيانـات المكتملة على بيانات المعالم الطبيعية الرئيسية، والمعالم البارزة، والبنية التحتية، والمستوطنات، وكل مبنى على حدة. وباسـتخدام هذه المعلومات، يمكن لموظفي التعداد ترسـيم مناطق العدّ تفاعلياً، بالاعتماد على المعلومات المرجعية الجغرافية.

٣-٤٨- ويتنـاول الفصل الرابـع والمرفق الثاني، بصورة أكثر تفصيـلاً، النظام العالمي لتحديد المواقع، باعتباره أحد مصادر البيانات لرسـم خرائط مناطق العدّ وتقييمها، وترد فيهما

مادة إضافية عن استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع وبيانات الاستشعار من بُعد في تصحيح قاعدة البيانات الجغرافية.

٣-٤٩- وينبغي أن يقوم موظفو التعداد، كنشاط موازٍ في سياق عملية تطوير البيانات بأكملها، بالحفاظ على قائمة بجميع المناطق الإدارية ومناطق العدّ التي حُدِّدت ورُسِّمت في قاعدة البيانات، بما في ذلك الاسم والمستوى الجغرافي والمرجعية المكانية. وهذه القائمة المحوسبة هي جدول الخصائص الجغرافية، وسيتم ربطها بقواعد البيانات الكاملة لنظام المعلومات الجغرافية.

٣-٥٠- ويبين المخطط البياني الانسيابي في الشكل ٣ -٥ واحدة فقط من سلسلة تتابعات عديدة ممكنة في تحويل البيانات. ويمكن بالنسبة لحدود مناطق العدّ، على وجه الخصوص، أن ترسَّم عند عدة نقاط خلال العملية. وعلى سبيل المثال، فإن الصور الجوية التي تم مسحها وتحديد مرجعيتها الجغرافية بشكل صحيح، أو الصور الساتلية عالية الاستبانة، تُظهِر ما يكفي من التفاصيل التي تمكن المشغّل من ترسيم الحدود الرقمية لمنطقة العدّ على الشاشة باستخدام الصور الجوية كخلفية لها. كما يمكن أيضاً أن تُرسَّم حدود منطقة العدّ باليد على ورق خرائط مناسب وتجرى عملية رقمنتها جنباً إلى جنب مع غيرها من المعلومات من تلك المصادر المطبوعة. وهناك خطوات أخرى يمكن أيضاً أداؤها بطريقة مختلفة التسلسل. فعلى سبيل المثال، تدعم معظم نُظم المعلومات الجغرافية تحديد المرجعية الجغرافية في بداية عملية التحويل الرقمي للمعلومات، مما يجعل اتخاذ خطوة إضافية في مرحلة لاحقة أمراً لا لزوم له.

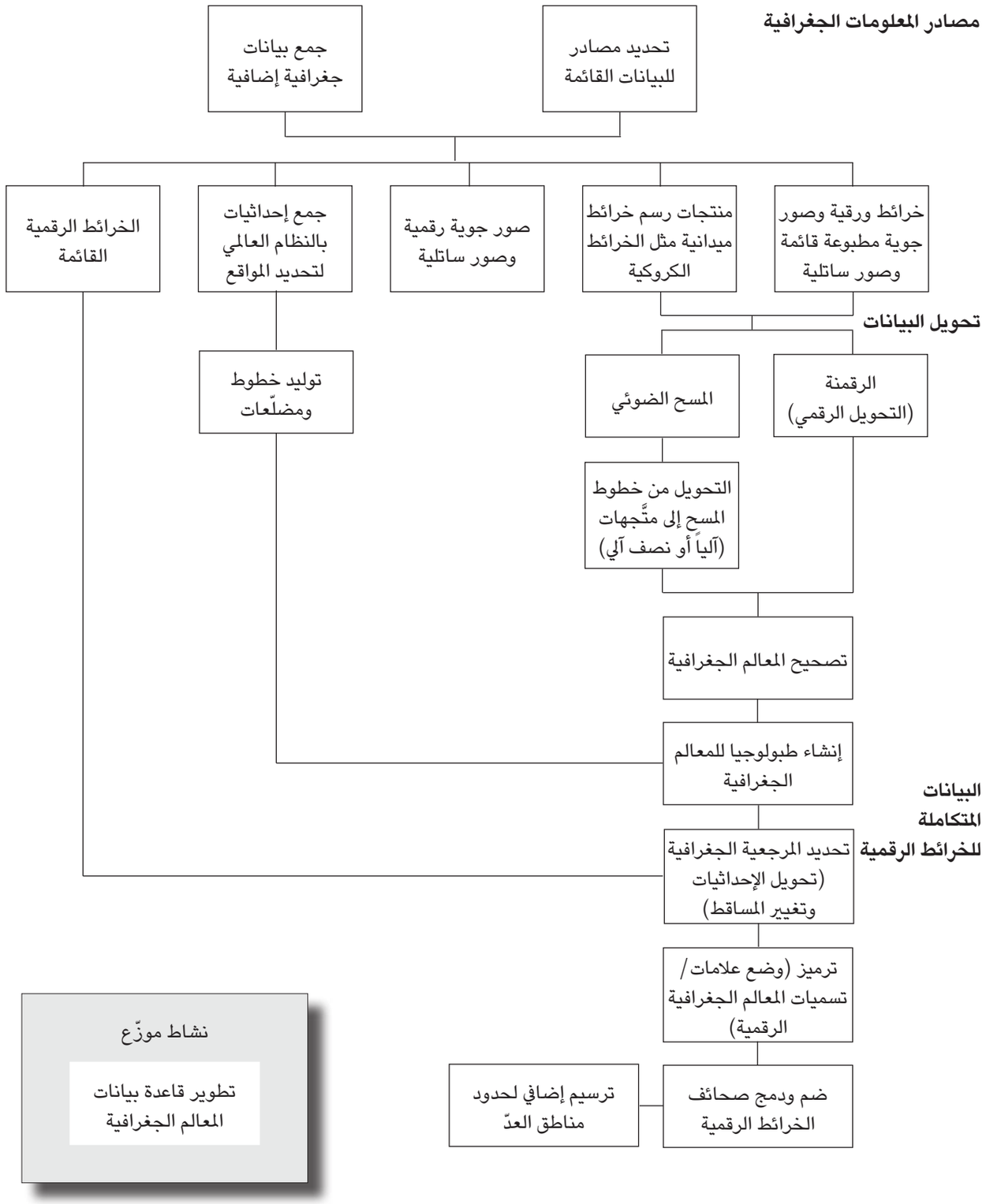
٣-٥١- وأيا ما كانت العملية المختارة، فإنه ينبغي لمكتب الإحصاء تقييم جدوى هذا النهج من خلال إجراء دراسة تجريبية. وينطوي هذا عادة على اختبار هذه المنهجية على منطقة صغيرة كعينة. ومن شأن هذه الدراسة التجريبية أن تحدد المشاكل في وقت مبكر حتى يتسنى إحداث تناغم بين التكنولوجيا والإجراءات أو تعديلها أو، في أسوأ الأحوال، التخلي عنها. وتساعد المعلومات المستقاة من الاختبارات التجريبية في وضع الجدول الزمني والميزنة، حيث تتيح تقييماً أفضل للاحتياجات من العاملين والمعدات والوقت اللازم لأداء جميع الأنشطة.

٣-٥٢- وينبغي أن تكون المنطقة التجريبية ممثِّلة لأكبر عدد ممكن من الأنواع الإقليمية المختلفة في البلد. وبعبارة أخرى، ينبغي أن تشتمل على درجة عالية من التباين أو التنوع، وتغطى مناطق ريفية وكذلك مناطق حضرية، وأقاليم ذات أنماط استيطان متميزة الخصائص وأراضي زراعية ومناطق ذات كثافة نباتية أو خصائص أخرى تعوق جمع بيانات ميدانية.

٣-٥٣- وغالباً ما يكون باعة برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية والمعدات على استعداد للمساعدة في الدراسة التجريبية أملاً في الاستفادة من بيع منتجاتهم إذا ثبت أنها مناسبة لمشروع إعداد خرائط التعداد. كما سيوفر الباعة بيانات مرجعية أساسية، وهذه مسألة مهمة بالنسبة للتطبيقات ذات القدرة العالية، مثل إنتاج خرائط كبيرة الحجم، والوصول إلى قواعد البيانات. ويمكن اختبار بعض التقنيات بسهولة على جزء من أراضي البلد. فعلى سبيل المثال، تباع أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع بأسعار معقولة، مما يمكِّن موظفي التعداد من إجراء تقييم لتقنيات البيانات الميدانية. ومع ذلك، قد يكون الحصول على صور جوية رقمية لموقع تجريبي صغير أمراً مكلفاً للغاية، وفي هذه الحالة، يمكن الحصول على منتجات أقدم عهداً أو عينات صور جوية لبلد آخر تتشابه ظروفه مع ظروف البلد.

الشكل ٣ - ٥

مراحل تطوير قواعد البيانات الجغرافية للتعداد



جيم - مصادر البيانات الجغرافية لترسيم مناطق العدّ

١ - أنواع الخرائط المطلوبة

٣-٥٤- في جميع الحالات تقريباً، سوف يكون على برنامج رسم خرائط التعداد أن يعود إلى الخرائط المطبوعة القائمة لإنتاج قاعدة بيانات الخرائط الرقمية أو لتحديث قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية القائم. ويجب على موظفي جغرافية التعداد الحصول على كل الخرائط الحديثة لأراضي البلد، بما في ذلك:

(أ) خرائط العرض العام الوطنية، وترسم عادة بمقياس رسم يتراوح بين ١: ٠٠٠ ٢٥٠ و١: ٠٠٠ ٠٠٠ ٥ تبعاً لحجم البلد. وينبغي أن تبين هذه الخرائط التقسيمات المدنية الرئيسية، ومواقع المناطق الحضرية، والمعالم الطبيعية الهامة مثل الطُرق والأنهار والبحيرات، والارتفاع، والنقاط المرجعية الخاصة. وتستخدم هذه الخرائط لأغراض التخطيط؛

(ب) الخرائط الطوبوغرافية التي ترسم بمقياس رسم كبير ومتوسط. ويختلف مدى توافر هذه الخرائط من بلد إلى آخر. فبعض البلدان قد تتوافر لها تغطية كاملة، بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ٢٥ أو ١: ٠٠٠ ٥٠، بينما في بلدان أخرى قد تكون أكبر سلسلة خرائط كاملة بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ١٠٠ أو ١: ٠٠٠ ٢٥٠ فقط؛

(ج) خرائط المدن والعواصم، المرسومة بمقاييس رسم كبيرة، وتبين الطُرق ومباني المدينة والحدائق العامة إلخ. ويمكن أن تكون هذه بمقاييس رسم مختلفة، تتراوح بين ١: ٥٠٠٠ و ١: ٠٠٠ ٢٠، وقد تكون من أصول مختلفة، وربما يشمل ذلك خرائط استعمارية وحضرية عتيقة مؤرخة؛

(د) خرائط الوحدات الإدارية على جميع مستويات التقسيم المدني؛

(هـ) الخرائط المواضيعية التي تبين توزيع السكان في تواريخ تعدادات سابقة أو أي معالم قد تكون مفيدة لإعداد خرائط التعداد.

٣-٥٥- ولإدراج هذه الخرائط في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، فإن الحل الأمثل هو أن يكون لهذه الخرائط توثيق شامل. ويشمل هذا معلومات المرجعية الجغرافية، بما فيها مقياس رسم الخريطة، ومسقط الخريطة، والمسند الجغرافي، وتاريخ تجميع الخريطة، والوكالة التي قامت بالتجميع، أي القصة كاملة. ومع ذلك، فإنه حتى الخرائط التي لم توضع لها مرجعية جغرافية بطريقة سليمة تكون ذات فائدة إذا كانت تبين معلومات ذات صلة بإعداد خرائط التعداد، وخاصة عندما يكون من السهل مسحها ضوئياً وإدخالها في المشروع بوصفها طبقة يمكن تتبعها على الشاشة من خلال ما أصبح يطلق عليه "الرقمنة على الشاشة". وفي هذه الحالات، غالباً ما تكون فوائد المعلومات الإضافية أكبر من الموارد اللازمة لدمج هذه البيانات في قاعدة بيانات التعداد بنظام المعلومات الجغرافية ومشاكل الدقة المتعلقة بأي من هذه المنتجات.

٢ - جرد المصادر القائمة

٣-٥٦- ينبغي أن تكون جميع الخرائط التي يتم الحصول عليها موثقة جيداً ومنظمة وفقاً لتنظيم برنامج إعداد خرائط التعداد – أي وفقاً لمناطق التعداد وأقسامها. وبالإضافة إلى مصادر الخرائط المطبوعة، يتزايد الآن وجود مصادر الخرائط الرقمية من مصادر عديدة.

وللخرائط الرقمية، بالطبع، ميزة في أنها يمكن معالجتها بسهولة وتكييفها لأغراض رسم خرائط التعداد. ولكن هذه الميزة لا تبدو واضحة تماماً إذا ما غاب التوثيق أو البيانات الفوقية، حيث لا يمكن غالباً تحديد معلومات المسقط الصحيحة، ويكون من الصعب تقييم جودة البيانات (للمزيد من المعلومات حول تطوير البيانات الفوقية، انظر الفرع (و) أدناه).

٣-٥٧- ويمكن من خلال أنشطة البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية، أو من خلال الاتصالات الشخصية، الاتصال بالوكالات والمؤسسات التالية لمعرفة ما إذا كان يمكنها أن تسهم بخرائط مطبوعة أو خرائط رقمية مفيدة:

(أ) المعهد الجغرافي الوطني/وكالة رسم الخرائط الوطنية. وهذه غالباً هي الوكالة الرائدة المسؤولة عن رسم الخرائط في البلد، وربما تكون قد بدأت بالفعل برنامج رقمنة للخرائط الطبوغرافية. ومع ذلك، ففي بعض البلدان، قد تفتقر وكالة رسم الخرائط إلى الموارد أو الولاية القانونية للتعاون على نطاق واسع مع الوكالة الوطنية للإحصاءات؛

(ب) إدارة رسم الخرائط العسكرية. الهيئة المسؤولة عن رسم الخرائط في بعض البلدان هي المؤسسة العسكرية. وغالباً ما تكون إدارات رسم الخرائط العسكرية قوية في التصوير الجوي وفي تفسير بيانات الاستشعار من بُعد؛

(ج) الحكومات المحلية في المحافظات والأقسام والمجالس البلدية. ويمكن أيضاً أن تشمل هذه مكاتب التخطيط الحضري والمجالس المحلية. ويتزايد استخدام مؤسسات الحكومة المحلية للتكنولوجيا الجغرافية المكانية لإدارة المعلومات عن النقل، والخدمات الاجتماعية، وخدمات المرافق والمعلومات ذات الصلة بالتخطيط؛

(د) مختلف المصالح الحكومية أو المنظمات الخاصة التي تتعامل مع البيانات المكانية، بما في ذلك:

'١' السلطة المختصة بالمسح الجيولوجي والهيدرولوجي؛

'٢' السلطة المختصة بحماية البيئة؛

'٣' السلطة المختصة بالنقل؛

'٤' السلطة المختصة بكهربة الريف؛

'٥' شركات قطاع المرافق والاتصالات؛

'٦' وكالات تسجيل ملكية الأراضي؛

(هـ) أنشطة الجهات المانحة. وهذه أنشطة على مستوى مشروعات تقوم بها منظمات المعونة المتعددة الجنسيات أو الثنائية، وتشمل في بعض الأحيان مكونات رسم الخرائط. ولدى هذه المشروعات، في كثير من الأحيان، القدرة على شراء وتحليل بيانات الاستشعار من بُعد أو الصور الجوية، التي يمكن أن تكون ذات فائدة كبيرة لوكالة رسم الخرائط.

٣ - استيراد البيانات الرقمية القائمة

٣-٥٨- الاستيراد الحاسوبي المباشر للبيانات الرقمية هو، في معظم الحالات، أسهل أشكال التحويل الرقمي للبيانات المكانية. ولقد انتقلت صناعة نُظم المعلومات الجغرافية من صناعة جداول قائمة بذاتها في نسق (.dbf) DBASE في معظم الأحيان إلى نسق قواعد البيانات

العلاقاتيــة، مثـل أوراكل أو مايكروســوفت أَكســس، أو عن طريــق قواعد البيانــات الجغرافية الشخصية أو الملفات الجغرافية. ويعتمد نقل البيانات على تبادل البيانات في أنساق ملفات محمية بحقوق الملكية في الغالب، وذلك باســتخدام وظائف الاســتيراد والتصدير لحُــزم نُظم المعلومات الجغرافية التجارية.

الإطار ٣ - ١

معايير اختيار البرمجيات الجغرافية المكانية: خيارات البرمجيات التجارية وبرمجيات تحليل الصور والبرمجيات المجانية المفتوحة المصدر

١ - خيارات اختيار برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية

نظـراً لكثرة الموردين التجاريين، ينبغي لمكاتب الإحصـاءات الوطنية أن تقيِّم أهدافها التشـغيلية، وتعتمد التكنولوجيات وفقاً لذلك. وقد تكون قابلية البرمجيات للتشغيل المتبادل ذات أهمية لتلبية الاحتياجات الحالية والمسـتقبلية على حد سـواء. وينبغي التشـاور مع الـوكالات المختلفة والعاملين بشـأن المنصات البرمجية المفضلة. ذلك أن الاختيار الواعي هو الخيار الأفضل.

ويمكن تقسـيم البرمجيات التجارية التي يمكن شـراؤها على الفور إلى برمجيات تستخدم أساساً في تكامل خطوط المسح/المتّجهات، وبرمجيات تستخدم أساساً في تحليل الصور.

٢ - خطوط المسح/المتّجهات

من هذه البرمجيات برمجيات معهد بحوث النُظم البيئية (ESRI)، وبرمجية ArcGIS، وبرمجية Geomedia من شـركة Intergraph، وبرمجيات IDRISI لتجهيز الصور من معامل كلارك، وبرمجية Maptitude، ونظام دعم تحليـل المصادر الجغرافيـة GRASS، وبرمجية MapInfo من شـركة Pitney Bowes وبرمجيات AutoCAD وMicrostation.

والرائد في السـوق هو برمجيات معهد بحوث النُظم البيئية ESRI، التي تقدم دعماً لأنسـاق متعددة ووظيفية مرنـة لمختلف المسـتعملين، ومجموعة أدوات تحليل واسـعة النطاق، وإدارة قواعـد البيانات لمختلف أنواع البيانات، ودعماً واسع النطاق، كما توفر التدريب، وقاعدة معرفية هائلة.

وتدعـم برمجيـة GeoMedia العديد من أنواع البيانـات، وتوفر مجموعة كبيرة مـن أدوات التحليل، ووصولاً مباشراً إلى أنساق البيانات الجغرافية المكانية الرئيسية/التصميم بمساعدة الحاسوب. وتتضمن GeoMedia قواعد البيانات العلاقاتية وفق معايير الصناعة، ويجرى تحديثها بانتظام مع الدعم الكامل والتدريب.

وتعتبر EDRISI حزمة برامجية في منتَج واحد، وتوفر شـفرة مفتوحة لتكييفها حسب احتياجات المستعمل. كما تقدم تحليلاً متطوراً قائماً على خطوط المسـح، ومجموعة أدوات لتحليل خطوط المسح، وقائمة خيارات واسعة النطاق لمدخلات ومخرجات البيانات على أساس المتّجهات من خلال CartaLinx.

وتتعامل برمجية Maptitude مع برمجيات التصميم بمساعدة الحاسوب ونُظم المعلومات الجغرافية، وبها خيارات استيراد وتصدير البيانات، وتوفر ميزة مطابقة العناوين، وهي ملائمة لمجموعات البيانات المعدة سلفاً.

ويوفـر نظام دعم تحليل المصـادر الجغرافية (GRASS) قدرات في مجال خطوط المسـح/المتّجهات، وبه محـرك متّجهـات طوبولوجي جديد ثنائي وثلاثي الأبعاد، ودعم لتحليل شـبكة المتَّجهات. وقد كانت برمجية GRASS أول برمجيـة في نظـام المعلومات الجغرافية تسـتخدم منصة UNIX وتسـتعمل وظائف UNIX، وشفرة مفتوحة وقاعدة عالمية للمستعمل.

وتوفر برمجية MapInfo من شركة Pitney Bowes وظيفية لرسم الخرائط ولكن بوظيفية محدودة لنظام المعلومات الجغرافية. وهى تستخدم في العادة Visual basic وتطبيقات مرنة. ولها قاعدة عالمية وأداة نشر قوية.

وتوفر برمجية AutoCAD Map تكاملاً متقدماً بين وظائف نظام المعلومات الجغرافية والتصميم بمسـاعدة الحاسـوب، فضلاً عن أنها توفر دعماً للشـبكات والمسـاقط والطوبولوجيا. وتوفر قاعدة واسـعة من خيارات

قواعد البيانات والعرض والتحليل لخطوط المسح/المتّجهات. وهي برمجية تقوم على أساس قائمة خيارات، ولكنها مكلفة.

ولبرمجية Microstation مستعملون كثيرون في الولايات المتحدة والدول الأوروبية بشكل خاص، وتوفر وظائف خاصة برسم الخرائط القائم على أساس التصميم بمساعدة الحاسوب، ولكن بميزات تحليل محدودة وتكامل محدود لأنساق البيانات ولتحديد المرجعية الجغرافية. ولكنها توفر سطحاً بينياً بسيطاً يربطها بموقع Google Earth/Google SketchUp.

٣ - تحليل الصور

يكاد التحليل القائم على خطوط المسح أن يصير اعتيادياً في عمليات رسم خرائط التعداد. ويمكن الآن للكثير من برمجيات تحليل الصور دمج بيانات المتّجهات لتحقيق تحليل للصور أكثر دقة. وكلما أصبح التصوير أقل تكلفة وأسرع في التجهيز والدمج مع مجموعات بيانات المتّجهات الموجودة، يزداد إقبال مكاتب الإحصاءات الوطنية على شراء المزيد من تراخيص تحليل الصور.

ومن بين المنصات الرئيسية لتحليل الصور: Leica Geosystems Imagine و Geomatica (PCI Geomatics) و ENVI (ITT visuals) و Definiens Professional و Google Earth.

وتقوم برمجية Leica Geosystems Imagine على أساس خطوط المسح، وهي مصممة لاستخراج المعلومات من الصور. وتتعامل البرمجية مع مجموعات واسعة من البيانات الجغرافية المكانية، وتيسر للعميل تفاعلاً مع قواعد بيانات مكانية توفر معارف واسعة. وتمتد القدرة الوظيفية لـ Imagine إلى التدقيق الطوبولوجي لقواعد البيانات المكانية، وتدعم طبقات المتّجهات.

وتتعامل برمجية Geomatica من شركة PCI Geomatics مع مجموعات واسعة من أنساق البيانات الجغرافية المكانية، وتيسر للعميل تفاعلاً مع قواعد بيانات مكانية توفر معارف واسعة، وقدرات لإنتاج خرائط كاملة، وأدوات لإدارة الخصائص تمكن من عرض الخصائص وتدقيقها وتحليلها والاستعلام عنها، وقدرات واسعة النطاق لمعالجة الصور.

وتُدمج برمجية ENVI 4.5 من شركة ITT Solutions صور خطوط المسح مع نُظم المعلومات الجغرافية. ويمكن تركيب طبقات المتّجهات على بيانات الصور لإجراء مقارنة لمعلومات خطوط المسح والمتّجهات بسهولة. وتوفر ENVI دعماً واسعاً نسبياً وقاعدة معرفية واسعة. وبالإضافة إلى ذلك، فإنها تتعامل مع العديد من أنساق المتّجهات، بما فيها الأنساق التالية، وغيرها كثير: ArcView shapefiles, ARC/INFO interchange, DXF, Microstation Intergraph DGN files, USGS DLG files. ويقوم مستخرج الخاصية الخطية في البرمجية تلقائياً بالتحويل الرقمي لكل شيء بين النقاط الأساسية، متعقباً المنحنيات، قافزاً فوق الثغرات، مقتنصاً المتّجهات إذا كان ذلك هو المطلوب.

وتتيح برمجية Definiens للمستعمل استخراجاً آلياً متطوراً جداً للخصائص، مما يتيح استخراج المعلومات الجغرافية من أي نوع من صور الاستشعار من بُعد. كما تقدم خدمة التوصيل مع خادوم ArcGIS وإدارة البيانات وتحميل وتخزين بيانات المتّجهات من وإلى قواعد البيانات، مما يسمح بالتحديث المتزامن لمختلف مواقع مجموعة واحدة ضخمة من البيانات، وبالإضافة إلى ذلك، بتحديث أجزاء من مجموعة كبيرة من بيانات المتّجهات. ويسمح امتداد لـ ArcGIS بأن يقوم ArcCatalog بتحديد مجموعة من الخرائط باعتبارها مساحة عمل لـ Definiens مما يتيح للمستعملين استعراض وتدقيق مفردات البيانات.

وأقوى ميزات موقع Google Earth هي صوره المجانية. ومع ذلك، فإن هناك تكاليف مرتبطة بترقية الخصائص، مثل Google Earth Pro. ويوفر Google Earth تغطية عالمية، مما يتيح لكثير من المستعملين الدخول إلى الموقع بطريقة ديمقراطية. وهو سهل الاستخدام ويمتلك قاعدة معرفية كبيرة، ومفيد في العرض السريع لبيانات خطوط المسح والمتّجهات.

ومن المسائل الواجب أخذها في الاعتبار: التكلفة الأوّلية للبرمجيات والصيانة والتحديث، وتهيئة الشبكة المحلية، واحتياجات التدريب، وسهولة التركيب، والصيانة، والتوثيق، والأدلة الإرشادية، وخطوط المساعدة على الشبكة، والدعم من البائعين، ووسائل عمل تعليمات تصحيح الأخطاء للدعم وللعاملين.

٤ - البرمجيات المجانية والمفتوحة المصدر لرسم الخرائط بالحاسوب.

تعتبر البرمجيات المجانية والمفتوحة المصدر بدائل جيدة لبرمجيات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية. وتوفر هذه البرمجيات مدخلاً منخفض التكلفة أو مجانياً لنُظم المعلومات الجغرافية التجارية. ويمكن تحميل هذه البرمجيات مجاناً من على شبكة الإنترنت، وهى توفر وظائف مماثلة للبرمجيات التجارية. ويعنى كون هذه البرمجيات مجانية ومفتوحة المصدر أنه يمكن لمستعملي البرمجيات الوصول إلى مصدر شفرة التطبيق، أي أن بوسع مكاتب الإحصاءات الوطنية ذات الخبرة في البرمجة تكييف البرمجيات لتلائم احتياجاتها الخاصة. وسوف تصبح هذه البرمجيات أكثر سهولة للمستعمل، وتوفر له القدرة على عمل تطبيقات مصممة لاستخدامات محددة. وقد تثبت محاولة تجربة هذه البرمجيات أنها ذات قيمة حتى وإن قررت الوكالة الوطنية للإحصاءات في نهاية المطاف اعتماد منتَج تجاري. وكانت البرمجيات المفتوحة المصدر تُستخدم، بشكل اعتيادي، في إعداد الخرائط على الحاسوب من قِبل المبرمجين أو آخرين من ذوى الخبرة في تكنولوجيا المعلومات، ولكن هذا، لحسن الحظ، قد تغير بسبب وجود قاعدة أكبر من المستعملين وما تلا ذلك من تطوير للمنتجات. فقد أصبحت البرمجيات أكثر سهولة، مع التدريب المباشر على شبكة الإنترنت وزيادة دعم المنتَج. وتوفر البرمجيات المفتوحة المصدر "إمكانية التشغيل المشترك"، التي تعرفها رابطة البنية الأساسية للبيانات المكانية العالمية بوصفها "القدرة على الاتصال، وتنفيذ البرامج، أو نقل البيانات بين وحدات وظيفية متنوعة على نحو يتطلب القليل جداً من المعرفة لدى المستعمل أو لا يتطلب أن تكون لديه أي معرفة بالخصائص الفريدة لتلك الوحدات".

ومن بين البرمجيات المجانية المفتوحة المصدر ما يلي: Quantum GIS (http//qgis.org) وهى أكثر برمجيات خطوط المسح/المتّجهات تقدماً، وينتشر مستعملوها في القارات الست، وهى ذات مجموعة من الخصائص التي تتطور بسرعة. وتقدم QGIS برمجية GRASS لرقمنة وتدقيق خصائص المتّجهات. وتتيح تحديثات البرمجية السنوية المتعددة للمستعملين مواكبة تطورات المنتَج. وعن طريق الاتصال المباشر على شبكة الإنترنت يتسنى للمستعمل تلقي دعم من مجتمع مستعملين ذوى اهتمام مشترك في العديد من المسائل التقنية.

وتمثل برمجية Thuban (http://thuban.intevation.org) مثالاً آخر للبرمجيات المجانية المفتوحة المصدر، وهى ذات قاعدة كبيرة من المستعملين ودعم للمنتج على شبكة الإنترنت. وتُنفَّذ Thuban باستخدام Python، وهو برنامج متعدد المنصات. وتتعامل البرمجية مع بيانات كل من خطوط المسح والمتّجهات، وتوفر وظيفية كاملة لنُظم المعلومات الجغرافية، بما في ذلك هوية الجسم المرصود والشروح والتعليقات، وبيانات الخريطة والتصنيف وجداول الاستعلامات والروابط، ودعم الإسقاط، والدعم بلغات متعددة.

أما Open EV (http://openev.sourceforge.net.) فهي مكتبة برمجيات وبرنامج تطبيقي معاً لعرض وتحليل خطوط المسح والبيانات الجغرافية المكانية للمتّجهات. وبإمكان OpenEV التعامل مع كل العروض الثنائية والثلاثية الأبعاد، كما تمكن من إعادة الإسقاط بسرعة مع أداء عمل آخر في نفس الوقت. وهي تتيح تحليلاً قوياً للصور. ويستفيد المستعملون، بمن فيهم المبتدئون، في المجتمع الافتراضي لـ OpenEV من قوائم المناقشة، ومن النصائح العملية.

٣-٥٩- وتوفر جميع نُظم البرمجيات روابط مع أشكال أخرى من الأنساق، ولكن عدد عمليات الاستيراد ووظيفتها يختلفان من حزمة برامجية لأخرى. وكثيراً ما تحدث مشاكل بسبب إحجام بعض مطوري البرمجيات عن نشر الأنساق الفعلية للملفات أنظمتهم. ونتيجة لذلك، قد تنشأ صعوبات في تحويل البيانات. ومن ثم يستخدم المنافسون نوعاً من الهندسة العكسية لمعرفة الملفات الفعلية لتمكين عملائهم من استيراد ملفات خارجية. ولذلك، نجد أن الروتينيات الهامة غير مستقرة في بعض الأحيان، وكثيراً ما تُفقد بعض المعلومات الواردة في ملفات البيانات

الأصلية. وقد يكون من الأفضل، في بعض الحالات، نقلها من خلال أنساق بيانات ثالثة بدلاً من محاولة استيراد ملف تبادل آخر من حزمة أخرى مباشرة. وعلى سبيل المثال، تتعامل معظم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية مع النسق DXF الذي تنتجه Autocad دون مشاكل تذكر، وهو جيد التوثيق، ولذلك فإن الوظائف البرمجية المستوردة والمصدرة بنسق DXF من حزم برمجية تجارية أخرى يمكن الاعتماد عليها في العادة اعتماداً تاماً.

٣-٦٠- ويمكن الحد من المشاكل إذا كانت الوكالة المسؤولة عن نظام المعلومات الجغرافية للتعداد أو رسم الخرائط للتعداد تستخدم حزمة نظام معلومات جغرافية تجارية شاملة واسعة الانتشار. ومن الأرجح أن توفر الأنظمة الحديثة المتقدمة وظائف الاستيراد لعدد كبير من أنساق التبادل. ومن الأرجح أيضاً أن منتجين آخرين للبيانات سوف تكون لديهم القدرة على توفير بيانات نُظم المعلومات الجغرافية بالنسق الأصلي لحزمة نُظم المعلومات الجغرافية. ولا بد من أن تكون قدرات استيراد البيانات من أهم المعايير في اختيار برمجيات ونُظم المعلومات الجغرافية. وثمة خيار آخر يتمثل في استخدام حزمة تحويل من إنتاج طرف ثالث.

٣-٦١- وإلى جانب المشاكل في تحويل ملفات البيانات من نسق إلى آخر، فإن أكثر الصعوبات تكراراً التي تواجَه في استخدام البيانات الرقمية القائمة هي عدم كفاية أو انعدام البيانات الفوقية. فبدون هذه المعلومات، يكون من الصعب تقييم جودة المعلومات الرقمية. ولكن الأسوأ من ذلك، هو أن عدم وجود معلومات عن الإطار المرجعي الجغرافي قد يجعل من المستحيل تحويل البيانات من نظام إحداثيات مجموعة البيانات الخارجية إلى النظام الذي تستخدمه هيئة التعداد. كذلك فإن عدم وجود دليل الشفرات أو معجم البيانات يجعل من الصعب تفسير الخصائص الجغرافية والبيانية التي تتضمنها جداول الخصائص في مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وعند شراء البيانات من مصادر خارجية، ينبغي لمكتب التعداد أن يصر دائماً على وجود توثيق شامل وبيانات فوقية كاملة.

٣-٦٢- ومن المشاكل الأخرى المحتملة التي قد تحتاج إلى معالجة وجود اختلافات في التعاريف ومخططات الترميز، واستخدام أنظمة مرجعية مختلفة لرسم الخرائط، وتعارض المقاييس المكانية، واختلاف معايير الدقة، مما قد يسفر عن اختلاف أماكن المعالم بين مجموعتين من قواعد البيانات يفترض أنها متطابقة، وقد تحتاج معالجة هذه المشاكل من أجل الاستفادة الكاملة من الخرائط الرقمية القائمة قدراً كبيراً من التجهيز والتدقيق.

٤ - تحويل البيانات الجغرافية: من تناظرية إلى رقمية

٣-٦٣- يقوم إعداد قواعد بيانات التعداد الرقمية على مصدرين من مصادر البيانات: تحويل ودمج المنتجات الخرائطية القائمة التي قد تكون مطبوعة أو في شكل رقمي، وجمع بيانات إضافية، باستخدام العمل الميداني، أو الصور الجوية أو الساتلية. ويستخدم هذا الدليل مصطلح "تحويل البيانات" للإشارة إلى تلك الخطوات مجتمعة. وأهم ما يُنصح به في صدد تحويل البيانات هو التخطيط بعناية، فالجهد الذي يبذل في البداية يوفر كثيراً من المشاكل في المراحل اللاحقة.

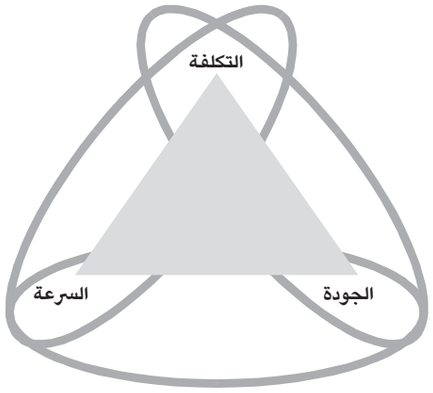
٣-٦٤- وتعتمد أفضل استراتيجية لتحويل البيانات على عوامل كثيرة، منها مدى توفر البيانات، وضغوط الوقت والموارد. وسوف تكون هناك دائماً معاوضة بين تكلفة المشروع، والوقت اللازم لإنجاز تحويل البيانات، وجودة المنتج النهائي (انظر الشكل ٣ - ٦). إلاّ أنه عادة ما يكون من الممكن تعظيم اثنين من الأهداف الثلاثة على حساب الهدف الثالث. فمن الممكن، على

سبيل المثال، إنشاء قاعدة بيانات ذات جودة عالية بسرعة، ولكن ذلك سوف يكون مكلفاً. ويمكن إنتـاج بيانات جيـدة بتكلفة رخيصة، ولكن هذا يسـتغرق وقتاً طويلاً. أو يمكـن تطوير قاعدة بيانات بسرعة وبتكاليف رخيصة، ولكن جودة المنتج الناشئ عنها سوف تكون منخفضة.

الشكل ٣ - ٦

المفاضلات في عملية تحويل البيانات

(عن Hohl, 1998)



٣-٦٥- ويحدد الشـكل ٣ - ٧ الخطوات الأساسية في عملية تحويل البيانات التي تؤدي إلى إعـداد قاعـدة بيانـات تعداد رقمية كاملة. وسـوف يفضي مسـح مصادر الخرائـط الرقمية والمطبوعـة الموجودة حالياً إلى التعرف عـلى الثغرات في البيانات. فقد تكون الخرائط الموجودة قد عفـا عليها الزمن، أو قد يكون مقياس رسـم الخرائط الطوبوغرافيـة المتاحة غير كاف لأغراض التعداد. وبالنسـبة لأي مناطق قد لا تكون نوعية المواد الخاصة بها على درجة كافية من الجودة، يجب تطوير استراتيجية لرسم الخرائط الميدانية لها أو نهج آخر لجمع البيانات عنها.

٣-٦٦- ويجـب تحديد حـدود ومواقع نقاط المعالم الجغرافية اللازمـة للتعداد رقمياً - مواقـع الأبنية والقرى والبنية التحتية للطُرق، والأنهار، وأي معلومات أخرى تسـتخدم لترسـيم مناطق العدّ - وذلك من الخرائط الورقية المنشورة، والخرائط الأوّلية، والصور الجوية المطبوعة أو الصور الساتلية. ويتم ذلك عن طريق المسح الضوئي مع التحويل اللاحق للصور إلى متّجهات، أو عن طريق الرقمنة - بتتبع الملامح بما يشبه مؤشر فأرة الحاسوب. وعلى الرغم من أن تكنولوجيا الماسحات الضوئية والرقمنة تتحسن باستمرار، فإن هذا لا يزال أكثر جزء ممل ومجهد في عملية تحويـل البيانـات. ويلي حصر البيانات خطوة تشـمل التدقيق، وبنـاء طوبولوجيا قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، ووضع مرجعية لجميع الإحداثيات في إسـقاط خرائطي سليم (يمكن أحياناً دمج هذه الخطوة مع أنشطة الرقمنة).

٣-٦٧- ويطلق على عملية تحويل المعالم المشاهدة على خريطة ورقية إلى نقاط وخطوط ومضلّعـات رقمية ومعلومات وصفية تعبير "أتمتة" البيانـات أو تحويل البيانات. ولا تزال هذه الخطوة في كثير من مشـاريع نُظم المعلومات الجغرافية تتطلب موارد كبيرة، وخاصة من ناحية الوقت.

٣-٦٨- وتنطـوي عملية تحويل الخرائط الورقية أو المعلومات المأخوذة من صور جوية مطبوعـة أو صور استشـعار من بُعد إلى قاعـدة بيانات رقمية لنُظم المعلومـات الجغرافية، على

الشكل ٣ - ٧

صورة لماسحة تلقيم

المصدر: Ideal.com.

سلسلة من الخطوات. وعلى الرغم من أن تسلسل الخطوات قد يختلف، فإن الإجراءات المطلوبة مماثلة في كل حالة. فبعد تحويل معالم النقاط والخطوط المختارة على الخريطة إلى إحداثيات رقمية في جهاز الحاسوب، كثيراً ما يحتاج الأمر إلى قدر إضافي كبير من التدقيق لتدارك أي أخطاء متبقية أو حذف. ويتبع هذه الخطوة ضرورة تحويل الإحداثيات التي سُجلت في البداية في وحدات يستخدمها المحول الرقمي أو الماسح الضوئي، إلى إحداثيات العالم الحقيقي المطابقة لإسقاط خرائط المصدر. وتسمح بعض النُظم بتحديد المساقط قَبل الرقمنة، وفي هذه الحالة، يتم تحويل الإحداثيات في نفس الوقت خلال عملية التحويل الرقمي. وبالطبع فإن النتيجة النهائية واحدة.

٣-٦٩- والخطوة التالية هي إعطاء رموز متسقة للمعالم المرقمنة. فعلى سبيل المثال، يكون لكل خط يمثل طريقاً رمز يشير إلى حال الطريق (طريق ترابي، طريق ذو حارة واحدة، طريق سفر ذو حارتين، إلخ.) أو رمز وحيد يمكن أن يكون مرتبطاً، على سبيل المثال، بقائمة أسماء الشوارع. وفي حزم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية الحديثة المتطورة، يتبع هذه الخطوة تشكيل هيكل قاعدة البيانات (وتسمى أيضاً بناء الطوبولوجيا). وفي هذه الخطوة، يحدد نظام المعلومات الجغرافية العلاقات بين المعالم في قاعدة البيانات. وعلى سبيل المثال، بالنسبة لقاعدة بيانات الطُرق، يحدد النظام التقاطعات بين طريقين أو أكثر من الطُرق ويضع نقاط وصل عند هذه التقاطعات. وبالنسبة لبيانات المضلّعات، يحدد النظام الخطوط التي تحدد حدود كل مضلّع. وبعد التحقق من خلو قاعدة البيانات الرقمية المكتملة من الأخطاء، تكون الخطوة الأخيرة هي إضافة خصائص أو صفات إضافية. ويمكن ربط هذه الإضافات بقاعدة البيانات بشكل دائم، أو يمكن تخزين المعلومات الإضافية عن كل مَعْلم بقاعدة بيانات في ملفات منفصلة تُربط بقاعدة البيانات الجغرافية، حسب الحاجة.

٣-٧٠- والنهجان الرئيسيان لتحويل المعلومات على الخرائط المطبوعة إلى بيانات رقمية هما المسح الضوئي والتحويل الرقمي. والمسح الضوئي هو العملية الآلية لتحويل خريطة إلى صورة خطوط مسح رقمية يمكن بعد ذلك أن تتحول إلى عمل خطي رقمي. أما عملية التحويل

الرقمي فتنطوي على تتبع كل معالم النقاط والخطوط المطلوبة على الخريطة باستخدام المؤشر أو الفأرة. وتُستخدم تقنيات الرقمنة على الشاشة لرسم طبقات خرائط جديدة، وذلك باستخدام الخرائط أو الصور المستنسخة بالمسح الضوئي، كما يمكن أيضاً رقمنة المحتوى من صحائف خرائط مؤشَّر عليها بعلامات. وترد أدناه مناقشة للنهجين بمزيد من التفصيل.

(أ) المسح الضوئي

٣-٧١- يمكن القول بالنسبة للعديد من مهام إدخال البيانات إن المسح الضوئي قد تجاوز عملية التحويل الرقمي كوسيلة رئيسية لإدخال البيانات المكانية، وذلك في الأساس بسبب إمكان أتمتة بعض خطوات إدخال البيانات المملة باستخدام ماسحات ضوئية تستقبل مدخلات كبيرة الحجم، وبرمجيات تفاعلية للتحويل إلى متّجهات. وتوجد أنواع مختلفة من الماسحات الضوئية، ولكنها كلها تعمل في الأساس بنفس الطريقة، إذ توضع الخريطة على سطح الماسحة بحيث يكون وجهها إلى أسفل، ويسلط الضوء على الخريطة بزاوية معينة. ويسجّل جهاز حساس للضوء كثافة الضوء المنعكس لكل خلية أو نقطة ضوئية في شبكة خطوط مسح دقيقة جداً. وبطريقة النطاق الرمادي، تُحول كثافة الضوء مباشرة إلى قيمة عددية، على سبيل المثال، إلى عدد بين صفر (أسود) و ٢٥٥ (أبيض). وبالطريقة الثنائية، تُحول كثافة الضوء إلى قيم خلية بيضاء أو سوداء (صفر/١) وفقاً لعتبة معينة لكثافة الضوء. أما في الماسحات الضوئية الملونة، فينقسم الجهاز الحساس للضوء إلى ثلاثة أجزاء حساسة للألوان الأحمر والأخضر والأزرق على التوالي. وتحدد الكثافة النسبية لإشارات اللون الثلاثة، عند تجميعها معاً، لون نقطة الضوء. وتكون نتيجة عملية المسح صورة خطوط مسح للخريطة الأصلية يمكن تخزينها في شكل نسق من أنساق الصورة القياسية، مثل GIF أوTIFF. وبعد وضع المرجعية الجغرافية للصورة - وهو ما ينطوي على تحديد إحداثيات رُكن الصورة وحجم النقطة الضوئية بوحدات العالم الحقيقي لكل منهما - يمكن عرضها في العديد من حزم نُظم المعلومات الجغرافية كخلفية لبيانات المتّجهات الموجودة. ومع ذلك، فإنه يجري في العادة استخراج المعالم الجغرافية من الصورة إما يدوياً أو آليا، وتحويلها إلى بيانات متّجهات.

٣-٧٢- وتوجد ثلاثة أنواع من أجهزة المسح الضوئي شائعة الاستعمال:

- **ماسحات التلقيم**. وهى النوع الأكثر شيوعاً في الاستخدام الآن في تطبيقات نُظم المعلومات الجغرافية الكبيرة الحجم. وفي ماسحات التلقيم هذه يكون نظام الاستشعار ثابتاً، بينما الخريطة هي التي تُحرّك عبر مجموعة الاستشعار. وهذه الماسحات تعطي دقة أقل من الماسحات الضوئية الاسطوانية لأن حركة تلقيم الخريطة يمكن أن تكون أقل دقة في الضبط من حركة الماسحة، ولكن دقتها تكفي، في العادة، لتطبيقات نُظم المعلومات الجغرافية، كما أن تكلفتها أقل، وعادة ما تنتج الصورة الواحدة في أقل من خمس دقائق. إلاّ أن من الواجب التحذير من أن الوثائق القديمة أو الهشة قد يصيبها الضرر عند مرورها عبر الاسطوانات الدوارة عند تلقيمها في الماسحة.
- **الماسحات الضوئية المسطحة أو المكتبية**. وهى توجد في كثير من المكاتب. وهي من النوع الصغير نسبياً مما قد يستدعي مسح الخرائط الكبيرة ضوئياً على عدة أقسام ثم تجميعها على الحاسوب. وفيها توضع الوثيقة مقلوبة على مسطح زجاجي وتتحرك الكاميرا ومصدر الضوء على طول الوثيقة من تحت الزجاج.

وميزة الماسحات المسطحة هي انخفاض تكلفتها وسهولة تركيبها وصيانتها. وهي مفيدة لمسح الوثائق النصية – مثل جداول البيانات – التي تُفسر في وقت لاحق عن طريق برمجيات التعرف على الحروف ضوئياً. كما أنها توفر وسيلة لنقل الرسومات والخرائط الصغيرة إلى الحاسوب. لكن هذا النوع من الماسحات أقل ملاءمة لمهام تحويل الخرائط الكبيرة المقياس، حيث تتطلب مسح الكثير من الخرائط الطبوغرافية والموضوعية الكبيرة. ثم إن مسح هذه الخرائط على أقسام ثم ضم الأجزاء في وقت لاحق على الحاسوب هي عملية مستهلِكة للوقت وربما ينتج عنها عدد كبير من الأخطاء.

- **الماسحات الضوئية الاسطوانية**. هذه الماسحات أكثر تكلفة، وتستخدم في التطبيقات المهنية (مثل التصوير المساحي، أو التطبيقات الطبية) التي تتطلب درجة عالية جداً من الدقة. ولإجراء المسح تثبّت الخريطة على اسطوانة دوارة، ثم يتحرك نظام استشعار على طول الخريطة ويسجل كثافة الضوء أو اللون لكل نقطة ضوئية. وتوفر الماسحات الاسطوانية درجة عالية جداً من الدقة، ولكنها مكلفة جداً وبطيئة نوعاً ما، فقد تستغرق عملية المسح الواحدة من ١٥ إلى ٢٠ دقيقة.

٣-٧٣- ولضوابط التشغيل التي يختارها مشغِّل الماسحة الضوئية تأثير كبير على خصائص صور المخرجات. ويحتاج اختيار أفضل المعايير إلى قدر من التجريب لأنه يعتمد على الخيارات الموجودة في الماسحة، وخصائص الخرائط والصور الأساسية المراد مسحها ضوئياً، وعلى خطوات التجهيز الإضافية المتوقعة. وأهم المعايير هي:

- **أسلوب المسح الضوئي**. يناسب النمط الثنائي أو "فن الخطوط" الرسوم الأُحادية اللون أو الرسوم الأوَّلية الكروكية، وكذلك عمليات فصل الألوان، حين تكون جميع المعالم أساساً من نفس النوع. ويحفظ نمط التدرج بين الأبيض والأسود التباين على الخريطة. ويمكن استعمال المعالجة اللاحقة بالتبديل والتغيير في الصورة في استخراج المعالم التي لها قيمة معينة لمعامل الانعكاس في نظام الرسم البياني أو معالجة الصور، بل إن هذا أسهل عند استنساخ الخرائط ضوئياً بطريقة الألوان، حيث يمكن، على سبيل المثال، استخراج كل المعالم المرسومة باللون الأخضر على الخريطة باستخدام عدد قليل من الأوامر البسيطة.
- **دقة استبانة الصورة**. وهى تُقاس بعدد النقاط لكل بوصة. وتتراوح دقة الاستبانة المعتادة ما بين ١٠٠ و ٤٠٠ نقطة في البوصة الواحدة (على الرغم من أن الصور الجوية يتم في العادة مسحها ضوئياً بدرجة استبانة أعلى على ماسحات ضوئية ذات أغراض خاصة). وتحافظ الاستبانة الأعلى على قدر أكبر من تفاصيل الخريطة الأصلية وينتج عنها خطوط أكثر انسياباً في مجموعة البيانات المحولة إلى متّجهات في نظام المعلومات الجغرافية. ولكن الصور الناتجة ستكون أكبر وتتطلب ذاكرة إضافية ومساحة أكبر على القرص؛ وينتج عن مضاعفة دقة الاستبانة صور بحجم يبلغ أربعة أضعاف حجم الصورة الأصلية. ويتوقف الاختيار على خواص وثيقة المصدر، والمعدات المتاحة، والاستخدام المقصود للصورة الناتجة.
- **السطوع والتباين والعتبة**. تحدد هذه المعايير مظهر الصورة الناتجة. فالسطوع يحدد مجمل كمية ضوء أو ظلمة الصورة. ويستخدم التباين لتحديد كيفية الحفاظ على قيم التدرج بين الأسود والأبيض أو درجات اللون الدقيقة.

ويجعـل التباين الأعـلى الصورة تبدو أكثر حدة، ولكنه قد يـؤدي أيضاً إلى فقدان في التنـوع والتفاصيل. والعتبة معيار يسـتخدم في النمط الثنائي لتحديد درجات اللون الرمادي في الوثيقة الأصلية التي تحوَّل إلى نقاط ضوئية سـوداء أو بيضاء. وقـد يكون اختيار المعيار مختلفاً تمامـاً، وذلك اعتماداً على ما إذا كان الهدف من المسح هو إنتاج تمثيل دقيق وجذاب بصرياً للوثيقة المصدر، أو ما إذا كان الهدف هو التحويل اللاحق إلى متّجهات. وفي الحالة الأخيرة، قد يبرز التباين أو السـطوع الأعلى معالم الخريطة، مما يسهل لاحقاً تحويلها إلى شكل مَتّجهات.

- **تصحيـح جاما**. يحقق التحكـم في الإضاءة وتباين اللون نتائـج جيدة إذا كانت قيـم النقاط في البوصـة الواحدة في الصورة منتظمة التوزيـع إلى حد ما على مدى التدرج من الأسـود إلى الأبيض. وليسـت هذه هي الحال في كثير من الأحيان. فعلى سـبيل المثال، ربما تتكون الصورة ابتداءً من مناطق سـاطعة جداً ومناطق قاتمة جداً. وتصحيح جاما هي تقنية تضع في الاعتبار توزيع القيم الرمادية في الصورة وتقوم بتعديلها تلقائياً لتحدث سطوعاً أو قتامة في بعض المناطق، أو تقوم بتمديد قيم الخلايا على نطاق أوسـع من قيم التظليل. ويمكن أن تسـاعد هذه التقنية في كثير من الأحيان في الحفاظ على التنوع الطفيف في الصورة.

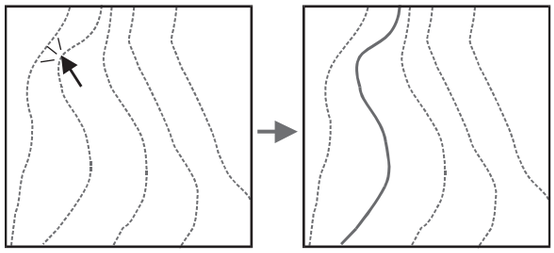
٣-٧٤- ومسـح الوثيقة المصدر هي فقط الخطـوة الأولى والواضحة إلى حد ما، وبما أن النتيجة النهائية لعملية التحويل هي إنشاء قاعدة بيانات جغرافية رقمية من النقاط والخطوط، فإن المعلومات التي جرى مسحها ضوئياً على صور خطوط المسح تحتاج إلى تحويلها إلى معلومات إحداثية. وهذه العملية هي "التحويل من خطوط مسـح إلى متّجهات". وحتى وقت قريب، كانت هذه الخطوة تمثل الحلقة الضعيفة في عملية المسح الضوئي، وهذا هو السبب في أن الرقمنة كانت في العادة الأسـلوب المفضل لإدخال البيانات. ولقد أدى التقـدم في تطوير البرمجيات مؤخراً، كما أدت تقنيات التعرف على الأنماط وسرعة التجهيز والمعالجة، إلى اعتماد الكثيرين المسـح الضوئي كأسلوب مفضل لإدخال البيانات.

٣-٧٥- ويمكن إجراء التحويل من خطوط مسـح إلى متّجهات بطريقة آلية أو شبه آلية أو بطريقـة يدوية. ففي الطريقة الآلية، تقـوم البرمجيات المتخصصة بالتحويل التلقائي لجميع الخطوط على صور خطوط المسـح إلى متواليات من الإحداثيات. وبما أن الخطوط السـميكة على الخريطة تؤدي إلى خطوط على صورة خطوط المسح تكون بعرض عدة نقاط ضوئية، فإن عملية تحويل خطوط المسـح إلى متّجهات آلياً تبدأ بلوغاريتم لترقيق الخط. والخطوة التالية هي تحديد إحداثيات كل نقطة ضوئية تحدد الخط، وربما يعقبها إزالة الإحداثيات الزائدة عن الحاجة - أي الخطوط المسـتقيمة التي يمكن أن تكون ممثلة بعدد أقـل من الإحداثيات. كذلك تتيح برمجيات التحويل في العادة للمستعمِل أن يحدد مستويات التفاوت المسموح. وعلى سبيل المثال، فإن المعالم التـي تتألـف من نقطة ضوئية واحدة أو مـن عدد قليل من النقاط الضوئيـة يمكن في الواقع أن تمثل بقعاً ترابية على خرائط المصدر، ويمكن بالتالي حذفها تلقائياً. وأيضاً، إذا كانت الصورة قد مُسـحت ضوئياً باستخدام ماسـحة ألوان، فإن برمجية تحويل خطوط المسح إلى متّجهات غالباً ما تتيح للمسـتعمل تحديد رموز الخطوط التي تسـند إلى الألوان. وهذا يفيد في اسـتخراج أنواع مختلفـة من المعالـم في طبقات منفصلة لبيانـات نُظم المعلومات الجغرافية. وعلى سـبيل المثال، يمكـن أن تمثَّـل الأنهار باللون الأزرق على الخريطة المصدر، في حين تمثَّل الطُرق باللون الأسـود وتكون حدود الوحدة الإدارية باللون الأحمر.

٣-٧٦- وفي الطريقة شبه الآلية ينقُر المشّغل على كل خط يراد تحويله (انظر الشكل ٣ - ٨). ويقوم النظام عندئذ بتتبع ذلك الخط إلى أقرب التقاطعات ويحوله إلى تمثيل بالمتَّجهات. ويميز هذه الطريقة أنه بإمكان المشغّل أن يختار مجموعة فرعية من المعالم على الخريطة، فيختار، على سبيل المثال، كل الطُرق ولكن لا يختار الأنهار. وأخيراً يتم ببساطة، بالطريقة اليدوية، استخدام صورة خطوط المسح الممسوحة ضوئياً كخلفية على شاشة الحاسوب. وتُنشأ الإحداثيات بتتبع المعالم على الصورة الممسوحة ضوئياً باستخدام فأرة الحاسوب، كما يحدث في الرقمنة على الشاشة المذكورة أعلاه.

الشكل ٣ - ٨

التحويل شبه الآلي إلى متّجهات



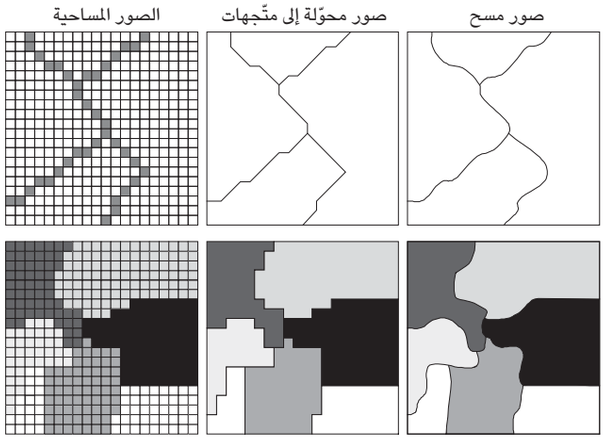
٣-٧٧- وإذا حُوِّلت المعالم الخطية أو المساحية آلياً من صور خطوط مسح منخفضة الاستبانة نسبياً إلى نسق متَّجهات، فإن الخطوط الناتجة قد تظهر فيها حواف حادة غير طبيعية. ومن الممارسات الشائعة أن تُصقل بيانات المتّجهات، باستخدام وظيفة رسم المنحنيات أو وظائف التعميم المتاحة في برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية. ويبين الشكل ٣ - ٩ أمثلة لمجموعة بيانات بخطوط ومضلّعات.

٣-٧-١ اعتبارات إضافية

٣-٧٨- هناك أمور يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند التخطيط لمشروع تحويل البيانات على أساس المسح الضوئي للخرائط. إذ يمكن أن يحقق الإعداد المناسب للخريطة الأساسية قبل المسح تحسناً ملحوظاً في جودة المخرَج. وينبغي أن تكون الخرائط مسطحة ونظيفة.و ينبغي إزالة أي مخلفات للشريط اللاصق قد تكون موجودة على الخريطة لأنها قد تترك آثاراً على سطح الماسحة. ويمكن إبراز المعالم الباهتة على الخريطة باستخدام قلم عادى أو قلم علامات. كذلك يمكن للمشغِّل أن يعيد تتبع رموز الخطوط وتشذيب المضلّعات المتداخلة لإنتاج خطوط صلبة وامتلاءات، مما يسهل عملية التحويل إلى متّجهات تلقائياً. ويمكن أيضاً إحداث هذه التغييرات بالصورة الممسوحة ضوئياً قبل التحويل إلى متّجهات. ويمكن استخدام أي حزمة رسم تقوم على أساس خطوط المسح لهذا الغرض. ومع ذلك، فإنه غالباً ما يكون من الأسهل إجراء هذه التغييرات يدوياً. وينبغي أن يُستخدم قلم علامات مائي القاعدة أو قلم رصاص شمعي حيث إن قلم العلامات الزيتي القاعدة قد يترك آثاراً على السطح الزجاجي للماسحة، ولأن علامات القلم الجرافيت تعكس الضوء على نحو يمكن أن يجعلها غير مرئية. وبالنسبة للصور، يحقق الورق غير اللامع نتائج أفضل من الورق المصقول.

الشكل ٣ – ٩

التحويل من خطوط المسح إلى المتّجهات، وتنعيم بيانات الصورة الناتجة عن المسح



٣-٧٩- وهناك خطوة إضافية تُتخذ في كثير من الأحيان لتحويل الخرائط المعقدة نسبياً التـي تُظهر كثيراً من المعالم المختلفة (مثل الخرائط الطوبوغرافية)، أو الخرائط الرديئة النوعية. ولمثل هذه المصادر لبيانات الخرائط، يمكن تحسـين الدقة وتقليل جهود ما بعد التجهيز بالقيام أولاً بتتبع كل ما يلزم من سـمات الخريطة على وسـيط شـفاف، مثل المايلر. وعلى الرغم من أن ذلـك يزيد من عبء العمل على المشـغِّل، فإنه يجد أن التتبـع في كثير من الأحيان يكون أسرع في نهايـة المطاف لأنه يقلّل من الوقـت اللازم لتدقيق وتصحيح الأخطاء. وبالتالي فإن وثيقة المصدر التي يتم مسحها ضوئياً تكون أكثر وضوحاً وتتضمن فقط المعالم التي تكون هناك حاجة فعلية لها. ويُستخدم هذا الإجراء في معظم تطبيقات المسح الضوئي المهنية ذات النطاق الكبير. ويمكن تجنـب عمل مسـودات لو أمكن الحصـول على عمليات فصـل الألوان الأصليـة لخرائط المصدر المنشورة، وهذه يمكن الحصول عليها غالباً لسلاسل الخرائط الطبوغرافية الوطنية. ويحتوي كل فصل ألوان على مجموعة فرعية فقط من معالم الخريطة المطبوعة، مما يجعل من الأسـهل فصل المعالم إلى طبقات بيانات منفصلة.

٣-٨٠- وعلى الرغم من هذه الخطوات الأوّلية، قد تظل هناك حاجة إلى مزيد من المعالجة للصور الممسـوحة ضوئياً قبل العمليات الروتينية للتحويل إلى متّجهات. ويمكن أن تشـمل هذه المعالجـة مزيداً من تعزيز وتحسـين الصور، مـن قبيل زيادة الاسـتبانة أو التباين، وكذلك إزالة البقع أو القيام بتغييرات تفاعلية على مستوى النقاط الضوئية. وتوفر برمجيات رسومات خطوط المسح الموجهة أو برمجيات المتجَهات ما يلزم من وظائف لهذه الأغراض.

٣-٨١- وتوفر حزم نُظم المعلومات الجغرافية التي تدعم بيانات خطوط المسـح عمليات تحويل خطوط المسـح إلى متّجهات. وهذه البرمجيات مصممة أساساً للتحويل من بيانات خطوط المسـح في نظام المعلومـات الجغرافية إلى بيانات متّجهـات في نظام المعلومـات الجغرافية وليس لتحويـل الصـور المعقدة الممسـوحة ضوئياً إلى معالـم متّجهات نظيفة. وبالنسـبة لمشروع كبير للتحويل إلى متّجهات فإن من المناسب استعمال حزمة برمجيات مصممة لأغراض خاصة. وتتوافر الآن العديد من الحزم التجارية وغير التجارية للتحويل من خطوط المسح إلى المتّجهات (على سبيل

المثال، Vextractor وAbleVector وPTracer)، وكذلك امتدادات البرمجيات مثل ESRI ArcScan. وتختلف الخيارات المتاحة بين هذه المنتجات. فبعضها يصحح مستويات الصور الممسوحة ضوئياً أو يمكّن من التعرف ضوئياً على الحروف في تذييلات الخريطة، وهو ما يمكن تخزينه كخصائص لمعالم المتّجهات الناتجة. وتختلف الأسعار اختلافاً كبيراً، ومن ثم ينبغي لموظفي تحويل البيانات أن يقارنوا بعناية بين الخيارات والوظائف المتاحة وبين متطلبات مهام تحويل البيانات.

’٢‘ مزايا وعيوب المسح الضوئي

٣-٨٢- من مزايا المسح الضوئي ما يلي:

- يمكن استخدام الخرائط المقروءة ضوئياً كخلفية لمعلومات المتّجهات. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام الخرائط الطبوغرافية الممسوحة ضوئياً بالاقتران مع الحدود المرقمنة لمناطق العدّ لإنتاج خرائط العدّادين، وذلك باستخدام الرقمنة على الشاشة.
- يمكن تحويل الخرائط الأساسية الواضحة أو عمليات فصل الألوان الأصلية إلى متّجهات بسهولة نسبية، وذلك باستخدام برمجيات تحويل خطوط المسح إلى متّجهات.
- الماسحات الضوئية الصغيرة غير مكلفة نسبياً وتوفر حصراً سريعاً للبيانات.

أما عيوب المسح الضوئي فمنها ما يلي:

- يتطلب تحويل خرائط كبيرة على ماسحات صغيرة إعادة تجميع شاقة ومملة للأجزاء المفردة.
- مع أن الماسحات الضوئية الكبيرة العالية الناتج مكلفة، فإنه يمكن تبرير تكلفتها إذا ما استخدمت للمسح الضوئي للخرائط ذات المقاييس الكبيرة، وللتحويل إلى متّجهات، مما يسفر عن قواعد بيانات جغرافية رقمية.
- على الرغم من أوجه التقدم التي أُحرزت مؤخراً في برمجيات التحويل إلى متّجهات إلاّ أنه ما زالت هناك حاجة إلى التدقيق ووضع علامات المعالم.
- يشكل المسح الضوئي لكميات كبيرة من الخرائط المطبوعة تحديات في تخزين الملفات على العديد من النُظم الحاسوبية المكتبية. وينبغي للمكاتب الإحصائية الوطنية التي تفكر في مسح جميع خرائط مناطق العدّ النظر في إمكانية الاستثمار في محركات قرصية صلبة منفصلة ذات نظام تخزين احتياطي لاستيعاب كميات كبيرة من الملفات المنتَجة.

(ب) الرقمنة

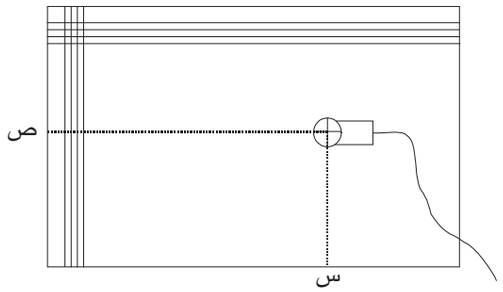
٣-٨٣- كانت الرقمنة اليدوية تقليدياً أكثر نهج أتمتة البيانات المكانية شيوعاً. وتتطلب الرقمنة اليدوية جدول رقمنة يتراوح في حجمه بين جداول صغيرة من ٣٠×٣٠ سم إلى جداول رقمنة كبيرة من حجم ١٢٠×١٨٠ سم. وتسهّل جداول الرقمنة الكبيرة التحويل الرقمي لصحائف الخرائط الأكبر حجماً. ويتعين عند تحويل خارطة كبيرة رقمياً على قرص صغير رقمنتها في عدة قطع وتجميعها في وقت لاحق. وفي عملية التحويل الرقمي تُثبَّت الخريطة على لوح الرقمنة، وذلك باستخدام أشرطة حاجبة. ومن الناحية المثالية ينبغي أن تكون الخريطة مسطحة، غير ممزقة أو

مطوية. وكثيراً ما تنكمش إحدى الورقات، وخاصة في الظروف الرطبة، وتسبب هذه الانكماشات تشوهات تنتقل إلى قاعدة بيانات الخرائط الرقمية.

٣-٨٤- والخطوة الأولى في الرقمنة هي تحديد عدد من "نقاط الضبط" المعرَّفة بدقة على الخريطة (وهى لا تقل في العادة عن أربع). وتخدم نقاط الضبط هذه غرضين: أولاً، إذا تمت رقمنة خريطة كبيرة على عدة مراحل وكان هناك اضطرار لشطب الخريطة من جدول الرقمنة في بعض الأحيان، فإن نقاط الضبط تسمح بإعادة التسجيل الدقيق للخريطة على لوح الرقمنة. وثانياً، يتم اختيار نقاط الضبط التي تكون إحداثياتها في العالم الحقيقي في نظام الإسقاط الأساسي للخريطة معروفة. وبالتالي فإن نقاط الضبط المثالية هي نقاط تقاطعات شبكة خطوط العرض والطول التي تظهر على كثير من الخرائط الطبوغرافية. وفي خطوة تحديد المرجعية الجغرافية التي تسبق أو تتبع رقمنة معالم النقاط أو الخطوط، تُستخدم هذه المعلومات لتحويل الإحداثيات التي تقاس بالسنتيمتر أو البوصة على أقراص الرقمنة إلى إحداثيات العالَم الحقيقي – التي عادة ما تكون بالمتر أو بالقدم - لمسقط الخريطة. وبعد اختيار نقاط الضبط، يتتبع المشغِّل معالم الخط على الخريطة، وذلك باستخدام مؤشر الحاسوب الذي بتواصل مع لوح الرقمنة. ويحتوي اللوح على شبكة من الأسلاك (يظهر جزء منها في الشكل ٣ - ١٠). وتخلق هذه الشبكة مجالاً كهرومغناطيسياً. ويحتوي المؤشر على ملف معدني، يتيح للوح الرقمنة والمؤشر أن يعملا بمثابة مرسل ومستقبل. ويسمح هذا للمؤشر أن يحدد أقرب الأسلاك في الاتجاهين س، ص. ويتم تحديد الموقع بدرجة عالية من الدقة من خلال الاستكمال الداخلي. وتُرسم المعالم التي تمت رقمنتها فوراً على شاشة الحاسوب. ويتيح هذا لمشغّل الحاسوب رصد أى الحدود تم تصويرها وما إذا كانت هناك أي أخطاء رئيسية قد دخلت عليها.

الشكل ٣ - ١٠

جدول الرقمنة



٣-٨٥- وتسجل الإحداثيات على هيئة نقاط، أو مسافات أو اتجاه متصل. وفي نمط النقاط، يضغط مشغّل الحاسوب على زر في المؤشر في كل مرة يتغير فيها اتجاه الخط. وبالنسبة للخطوط المنحنية، يحدد عدد الإحداثيات المسجلة مدي استقامة الخط في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وفي نمط المسافات، تُسجَّل الإحداثية تلقائياً عندما يكون المشغّل قد حرك المؤشر مسافة محددة. وأخيراً، في نمط الاتجاه المتصل، يسجِّل المؤشر الإحداثيات تلقائياً على فترات زمنية محددة مسبقاً. ومن المحاذير في نمطي المسافات والاتجاه المتصل أن أجزاء الخطوط المعقدة ذات المنحنيات الكثيرة قد تُسجَّل بأعداد قليلة جداً من الإحداثيات، وفي المقابل، قد تنتج الأجزاء الطويلة المستقيمة كثيراً من النقاط المتكررة. أما الأسلوب المفضل للرقمنة لدى مشغّلي الحاسوب من ذوي الخبرة فهو أسلوب النقاط، الذي يترك للمشغّل خيار كثافة الإحداثية.

٣-٨٦- و غالباً ما تكون عملية الرقمنة مملّة ومرهقة للمشـغّلين. ومن المهم، علاوة على توفير تدريب جيد للمشغّلين، تهيئة بيئة تشغيل جيدة، بما في ذلك البيئة المكتبية الصحية للقائمين على الرقمنة. ويؤدى وجود مجموعة أوامر تشـغيل متسـقة لبرمجيات نُظم المعلومات الجغرافية توجه عمل المشـغّل، وإجراءات مراقبة الجودة، إلى تقليل أخطاء الرقمنة إلى الحد الأدنى وتقليل الوقت اللازم للتدقيق فيما بعد.

٣-٨٧- وللمشـغّل، خلال عملية الرقمنـة، اختيار رموز المعالم لكل خـط أو نقطة يتم حصرها. فعلى سـبيل المثال، يمكن إعطـاء رموز للأنواع المختلفة من الحـدود الإدارية من الرمز ١ لحـدود المحافظـة إلى الرمز ٣ لحـدود الحي. وفي بعض نُظـم المعلومـات الجغرافية المهيكلة طبولوجياً، يكون على المستعمل أيضاً أن يضيف نقاط تمييز لكل مضلّع يتم رقمنته. ويمكن عمل ذلـك يدوياً خلال الرقمنة أو تلقائياً قبـل بناء الطوبولوجيا. وتوفر نقاط التمييز هذه الرابط بين المضلّع وجدول الخصائص الجغرافية الذي يحتوي على بيانات عن المضلّع (انظر المرفق الأول).

٣-٨٨- وثمّة شكل من أشكال إدخال البيانات لا يستخدم جداول رقمنة، ويسمى أحياناً الرقمنـة على الشاشـة. وللرقمنة على الشاشـة الآن معنيان. ففي الطريقة القديمة، كان مشـغّل الحاسـوب يتتبع ملامح الخريطة على صفحة شـفافة ثم يرفق هذه الخريطة بشاشة الحاسوب. وباسـتخدام وحـدة إدخال بيانات نظام معلومـات جغرافية، أو مجرد حزمة رسـومات يمكنها التعامل مع نسـق رسـومات يتفق مع نظام معلومات جغرافية، يمكن رقمنة الخطوط والنقاط على الشاشـة باستعمال فأرة الحاسـوب (انظر الشكل ٣ - ١١). أما في الطريقة الحديثة للرقمنة على الشاشة فتستخدم صورة خريطة ممسوحة رقمياً لتتبع الخطوط الخارجية ونقلها إلى طبقة نظام معلومات جغرافية. ويسـتخدم المشغّل خريطة ممسوحة ضوئياً أو صورة جوية أو صورة سـاتلية كخلفية. وتكون هذه الصـورة قد تم وضع مرجعيتها جغرافيـاً، أي أنه تم تحويلها إلى نسـق بنفس المسـقط ونفس نظام إحداثيات العالم الحقيقي الذي للطبقات الأخرى في مشروع نظـام المعلومات الجغرافيـة. ويقوم المحلّل بتحويل الصورة عن طريق اسـتخدام نقاط الضبط و"ربـط" الصورة بمواقع معروفة في بقية الطبقات وفي العالَم الحقيقي. وتشـمل نقاط الضبط الجيدة تقاطعات الشـوارع والمعالم المكانية البارزة. ومن ثـم يتتبـع المحـلّل المعالم بالفأرة من على الصورة الممسوحة ضوئياً، ويخلق بهذا طبقة جديدة في هذه العملية.

مزايا وعيوب الرقمنة

٣-٨٩- من مزايا الرقمنة ما يلي:

- من السهل تعلُّم الرقمنة، وبالتالي لا تحتاج إلى أيد عاملة ماهرة مكلّفة.
- يمكن إضافة معلومات الخصائص خلال عملية الرقمنة.
- يمكـن تحقيـق قدر كبير من الدقة مـن خلال الرقمنة اليدويـة، أي ليس هناك في العادة فقدان للدقة مقارنة بالخريطة المصدر.

٣-٩٠- أما عيوب الرقمنة فمنها ما يلي:

- الرقمنـة عمل شـاق ممل، قـد يؤدي إلى تعب المشـغّل وما ينجم عنه من مشـاكل الجودة التي قد تتطلب قدراً كبيراً من المعالجة اللاحقة.
- الرقمنـة اليدويـة بطيئة جداً. وقد تحتاج بيانات مشروعـات تحويل البيانات على نطاق واسع عدداً كبيراً من المشغّلين ومن جداول الرقمنة.

- عـلى عكس جمـع البيانات الأوّلية باسـتخدام النظـام العالمي لتحديـد المواقع أو التصوير الجوي، فإن مدى دقة الخرائط المرقمنة محدود بجودة مادة المصدر.

الشكل ٣ - ١١

الرقمنة على الشاشة

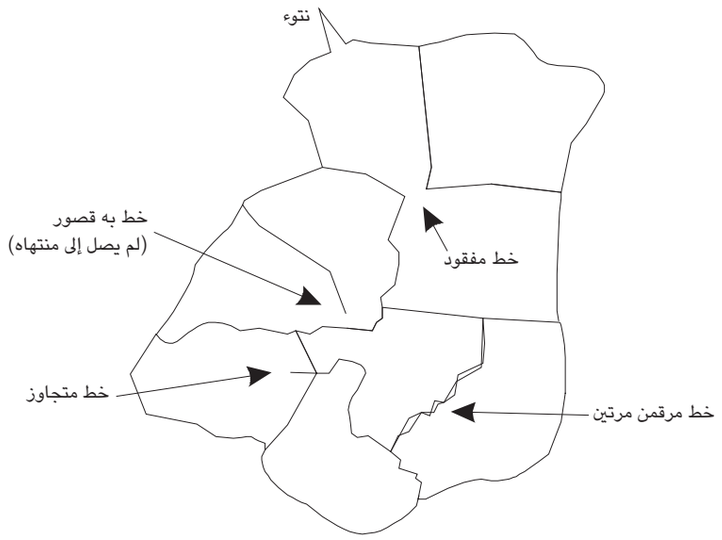
(ج) التدقيق

٣-٩١- الهـدف من تحويـل المعلومات الجغرافية من الشـكل التناظري إلى الشـكل الرقمـي هـو إنتاج تمثيل دقيـق لبيانات الخريطـة الأصلية. وهذا يعنـي أن جميع الخطوط التـي تتصل على الخريطـة يجب أيضاً أن تتصـل في قاعدة البيانات الرقميـة. وينبغي أن لا يكـون هناك أي معالم مفقـودة أو خطوط متكررة. والرقمنة اليدويـة عرضة للخطأ. ويبين الشـكل ٣ - ١٢ أكثر أنواع الأخطاء شـيوعاً. وعندما يحدث قصور في مرمى الخط، أو فقدان في الخطـوط، فإن الأثر الصافي هـو خلق مضلّع واحد بينما توجد في الواقع منطقتان. وعندما يُرقْمـن نفس الخط مرتين، فإن الأثر الصـافي هو خلق مضلّع أو أكثر من مضلّع إضافي بينما لا شيء من هذا موجود على أرض الواقع. ويلزم بعد التحويل من خطوط المسـح إلى المتّجهات ربـط أجـزاء الخطوط المنفصلة يدوياً. ويحدث هذا، على سـبيل المثال، حـين تتقاطع الطُرق والأنهـار المرسـومة كخطوط رفيعة مع طرق رئيسـية مرسـومة كخطوط سـميكة، فإذا ما اسـتُخرجت الطُرق أو الأنهار الفرعية إلى طبقة خريطة منفصلة، فسـتكون هناك ثغرات في شبكة الطُرق عند التقاطعات مع الطُرق الرئيسية.

٣-٩٢- ويمكـن تجنـب بعـض الأخطـاء الشـائعة للرقمنة المبينـة في الشـكل ٣ - ١٢ باسـتخدام مقاييس السماح التي يحددها المسـتعمِل في برمجيات الرقمنة. فعلى سبيل المثال، قد يحـدد المسـتعمِل أن كل نقاط النهايات لخط ما تكون أقرب مـن ١ ملم من خط آخر يتم ربطها تلقائيـاً بهذا الخط (الوصـل السريع). ويمكن أيضاً إزالة المضلّعات المتشـظية الصغيرة تلقائياً،

الشكل ٣ - ١٢

بعض أخطاء الرقمنة الشائعة



وهـي المضلّعات التي تنشـأ عنـد رقْمنة الخط مرتين. ومـع ذلك، فإن بعض المشـاكل فقط هي التـي يمكن حلها بهـذه الطريقة. ويظل التصحيـح اليدوي لأخطـاء الرقمنة بعد مقارنة دقيقة للخريطة الأصلية والخريطة المرقمنة عنصراً ضرورياً من عناصر عملية تحويل البيانات.

(د) بناء وصيانة الطوبولوجيا

٣-٩٣- يتطلـب تحويل البيانات الجغرافية بحيث تصبـح النقاط عُقداً أو نقاط اتصال للمضلّعات تحديد هويتها بحيث تَعرف وضعها بالنسبة إلى الأجسام الأخرى، وهذا تبسيط لمعنى "الطوبولوجيا" التي تعرَّف بأنها دراسـة خواص الأشـكال الهندسـية التي لم تتغير بالتشويه. وتختلـف البيانات الصحيحة طوبولوجياً عن الجداول أو الأجسـام المرسـومة بدون طوبولوجيا (غالباً ما يشـار إليها باسم "سباجيتى"). وتَعرف الأجسام ذات الطوبولوجيا مواقعها في الفراغ المطلق، وكذلك تعرف أقرب جيرانها. ويدعم إنشـاء طوبولوجيا الخرائط الرقمية عملية التدقيق، فهـو، مثـلاً، يتيح للمسـتعمل التعرف على المشـاكل، مثل المضلّعـات التي ليسـت مغلقة تماماً. وتصـف طوبولوجيا المعالـم العلاقات المكانية بـين المعالم الجغرافية المتصلـة أو المتاخمة، مثل الطُرق المتصلة في التقاطعات (انظر المرفق الأول عن نُظم المعلومات الجغرافية). وينطوي إنشاء قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية طوبولوجيا على تعريف هذه العلاقات المكانية ووصفها في قاعدة البيانات. أما الكيفية التي يتم بها هذا فهي من خصائص البرمجيات. ومن مزايا تخزين المعلومات طوبولوجياً تسـهيل مهمـة التحليل، لأن كثيراً من عمليات نُظـم المعلومات الجغرافية لا يتطلـب في الواقع معلومات إحداثيات ولكنها تقوم على أسـاس من الطوبولوجيا وحدها. فعلى سـبيل المثال، يمكن تحديد جـيران أحد الأحياء من جدول قاعدة بيانـات تحدد لكل خط المضلّع الذي على اليمين والمضلّع الذي على اليسار (انظر المرفق، الفقرة م - ١ - ٥).

٣-٩٤- ولا داعي في العادة لأن يقلق المستعمل بشأن كيفية تخزين نظام المعلومات الجغرافية للمعلومات الطوبولوجية. ذلك أنه إذا توافر شرط نظافة قاعدة البيانات الرقمية – بمعنى أن جميع الخطوط متصلة والمضلّعات محددة بشكل سليم – فإن من وظائف نظام المعلومات الجغرافية بناء الطوبولوجيا وتهيئة كل ما يلزم من ملفات البيانات الداخلية. ولا تنجح هذه الوظيفة في أدائها إلاّ إذا كانت قاعدة بيانات الخرائط لا تحتوي على أي أخطاء. ومن ثم فإن بناء الطوبولوجيا يعمل أيضاً بمثابة اختبار لسلامة قاعدة البيانات.

(هـ) تكامل الخريطة الرقمية

٣-٩٥- ينبغي أن يستفيد مشروع وضع خرائط التعداد من جميع مصادر البيانات الجغرافية المكانية المناسبة. ومن المحتمل أن تكون هذه مخزَّنة في أنساق مختلفة، باستخدام مقاييس رسم ومساقط رسم مختلفة. ويتطلب إدماج مصادر هذه البيانات غير المتجانسة قدراً كبيراً من المعرفة بطرق دمج وتكامل بيانات نظام المعلومات الجغرافية إذا كان الهدف هو إنتاج قاعدة بيانات خرائطية رقمية كاملة للتعداد بلا فراغات بينية. وتناقِش الفقرات التالية أهم الطُرق التي تسهل تكامل بيانات الخرائط الرقمية.

(و) تحديد المرجعية الجغرافية

٣-٩٦- تحديد المرجعية الجغرافية، أو الإسناد الجغرافي، هي عملية إسناد إحداثيات صفحة خريطة خطوط مسح (صورة) إلى إحداثيات من نظام مرجعي معروف، مثل خطوط العرض والطول. وتوفر جميع حزم نُظم المعلومات الجغرافية تقريباً الوظائف الضرورية لتحديد المرجعية الجغرافية. وكل ما هو مطلوب من المستعمِل تحديد عدد من نقاط الضبط المعروفة إحداثياتها في العالم الحقيقي. وعلى أساس بيانات مدخلات الإحداثيات في وحدات الرقمنة، ومخرجات الإحداثيات في العالم الحقيقي، يقوم النظام بحساب مجموعة من معايير التحويل التي تؤدي عمليات التحويل التالية (انظر الشكل ٣ - ١٣):

- **الترجمة**. يتم تحريك المعلَم الجغرافي إلى موضع جديد بمجرد إضافة (أو طرح) القيم الثابتة للإحداثيين س، وص. وعادة ما يكون الناتج المقابل مختلفاً عن س، وص.
- **التكبير والتصغير (مقياس الرسم)**. يُكبَّر المَعلم أو يّصغر بضرب الإحداثيين س، وص في مُعامل لكل من الإحداثيين س، وص. ويتم عادة وضع مقياس الرسم بالتناسب مع أصل نظام الإحداثيات.
- **تدوير الوضع**. يجري تحريك المعلَم الجغرافي بشكل دوار حول أصل نُظم الإحداثيات بزاوية معينة. وتضمن هذه العملية صحة توجيه الخريطة الرقمية الناتجة حتى لو لم تكن صفحة الخريطة الأصلية قد وضعت على لوحة الرقمنة بمحاذاة دقيقة.

الشكل ٣ - ١٣

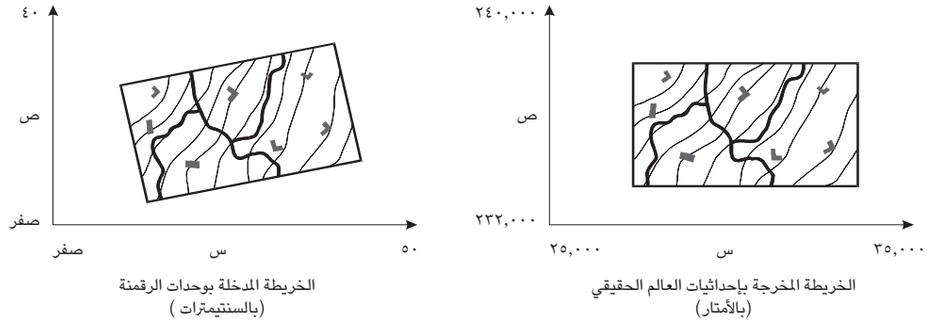
الترجمة، والتكبير والتصغير، وتدوير الوضع

٣-٩٧- ويلاحظ أن شكل المعالم المرقمنة لا يتغير في هذا التحويل كما يحدث في تغيير الإسقاط، وما يُعدَّل هو الحجم النسبي واتجاه الأجسام فقط. وبعد حساب معايير الترجمة الصحيحة والتكبير والتصغير وتدوير الوضع يطبِّق النظام هذه المعايير على كل إحداثيات النقاط والخطوط في قاعدة البيانات. والناتج هو خريطة تبدو مماثلة جداً للخريطة الأصلية، ولكنها أصبحت الآن مسجّلة في نظام الإحداثيات السليم الذي استُخدم في إنتاج الخريطة الأساسية الأصلية (انظر الشكل ٣ - ١٤). ومن المهم التأكد من أن الخطأ في هذه العملية عند أدنى حد ممكن. وعادة ما يوفر النظام معلومات عن الخطأ في تقدير معلَمات التحويل لكل نقطة، وهو ما يساعد في الكشف عن الأخطاء في تحديد إحداثيات نقاط الضبط في عالم الواقع. ويرد المزيد من التفاصيل التقنية في مثال وارد في المرفق الثاني.

٣-٩٨- وتحدث مشكلة خطيرة عندما يكون مسقط ونظام إحداثيات الخريطة الورقية الأصل غير معروفين. وللأسف فإن هذه المشكلة تواجَه في كثير من الأحيان لأن الكثير من الخرائط الورقية، وخاصة الخرائط المواضيعية، لا تحتوي على هذه المعلومات. وفي هذه الحالة نحن أمام خيارين: إما تجربة عدد كبير من المساقط المحتملة للخريطة (يعتبر الإسقاط القياسي المستعمل في برنامج رسم الخرائط في البلد مرشَّحا جيداً لهذا الغرض)، أو تعديل شكل الصفحة (انظر المسرد في آخر الدليل).

الشكل ٣ - ١٤

الخريطة بوحدات الرقمنة؛ والخريطة بإحداثيات عالَم الواقع



٣-٩٩- ويتطلب تعديل شكل الصفحة عدداً كبيراً من نقاط الضبط الموزعة توزيعاً جيداً على الخريطة. ويمكن أحياناً استخدام خريطة رقمية للبلد أو الحدود الإدارية أو غيرها من النقاط الواضحة التحديد التي توجد أيضاً في الخريطة المرقمنة، وذلك للعثور على الروابط بين النقاط المتناظرة. وبعد ذلك يستخدم النظام إحداثيات المدخلات وإحداثيات المخرجات لحساب التحولات المتعددة الحدود في المستويات الأعلى. وعادة ما يكون الخطأ الذي يقع في تعديل شكل الصفحة كبيراً جداً، ومن ثم ينبغي تجنب هذه العملية ما أمكن ذلك. غير أن إجراء هذا التعديل قد يكون مناسباً في بعض الحالات، حين يكون من الواضح أن مدخلات الخرائط لا تتوافق مع أي مسقط محدد جيداً، وذلك من أجل الاستفادة من المعلومات الجغرافية المتاحة. ومن الأمثلة الجيدة على ذلك في سياق إعداد خرائط التعداد تحديد المرجعية الجغرافية للخرائط الكروكية المرسومة يدوياً. وتقدم الفقرة م ٢- ٦ في المرفق الثاني مثالاً عملياً لتحديد المرجعية الجغرافية يشرح كيفية تحويل خريطة رقمية إلى قاعدة بيانات رقمية مسندة جغرافياً على نحو صحيح.

٣-١٠٠- أما طبقات البيانات المسندة جغرافياً لنفس المنطقة أو لنفس الإحداثيات التي جُمعت باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع فلن تكون متوافقة مع الخرائط المرقمنة لأن مرجعيتها قد وضعت في نظام إحداثيات العالم الحقيقي. ولهذا السبب، فإن إحداثيات النقطة والخط المرقمنة تحتاج إلى تحويلها من وحدات رقمية إلى إحداثيات العالَم الحقيقي للخريطة، التي تُقاس بالأمتار أو الأقدام (انظر أيضاً المرفق الثاني). وكما ذُكر أعلاه، يمكن القيام بهذه الخطوة في معظم النُظم إما في بداية الرقمنة أو بعد اكتمال أتمتة البيانات المكانية.

(ز) تغيير الإسقاط والمسند

٣-١٠١- من الضروري تغيير الإسقاط إذا كان المطلوب هو تجميع الخرائط التي رُقمنت من صحائف خرائط مختلفة في قاعدة بيانات متينة. والمطلوب في عمليات التحويل هذه هو تحويل إحداثيات معالم الخريطة الرقمية دون تغيير شكلها. وعند التحويل من مسقط إلى آخر، فإن شكل وتشوه معالم الخريطة يتغيران بكل تأكيد، على الرغم من أن التغييرات قد تكون غير محسوسة تقريباً في المقاييس الكبيرة لرسم الخرائط.

٣-١٠٢- وأحياناً تستخدم مساقط مختلفة في الخرائط المعدة بمقاييس رسم مختلفة، وفي حالات أخرى، ربما تكون وكالة رسم الخرائط قد غيرت الإسقاط القياسي الموحّد المستعمل لرسم الخرائط في البلاد، فتصبح مساقط صحائف الخرائط الأقدم مختلفة عن صحائف الخرائط التي نُقِّحت مؤخراً. وكذلك قد تكون وكالة رسم الخرائط عدّلت المسند الجغرافي الذي يحدد الإطار المرجعي لعمل رسم الخرائط في البلد، فيصبح نظام الإحداثيات في الخرائط الطبوغرافية القديمة، على سبيل المثال، مختلفاً قليلاً عنه في الخرائط الأحدث.

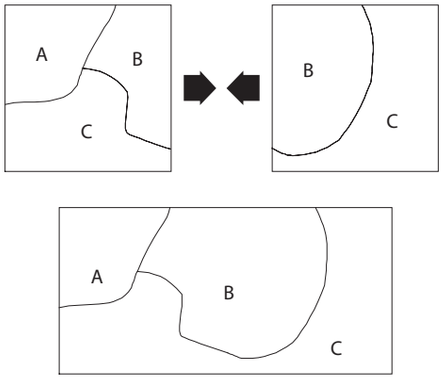
٣-١٠٣- وترد في المرفق الثاني مناقشة أكثر تفصيلاً للمساقط ومراجع الإسناد الجغرافي. وسيكون من المفيد لوكالة إعداد خرائط التعداد أن ترتب لأن يقوم موظفون من ذوي الدراية أو خبراء من وكالة خارجية بتقديم المشورة حول أفضل استراتيجية للتوفيق بين المساقط والمسائل ذات الصلة، من أجل إنتاج قاعدة خرائط متسقة للتعداد الوطني. وقد لا تحتاج الخطوات التقنية الفعلية لتغيير المساقط جهداً كبيراً، لأن جميع برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية توفر ما يلزم من وظائف لتغيير المساقط.

(ح) دمج قطاعات الخريطة المنفصلة

٣-١٠٤- الغرض من مشروع إعداد الخرائط الرقمية هو إنتاج قاعدة بيانات متينة لمنطقة كبيرة أو للبلد بأكمله. ولإنتاج خرائط بمقاييس رسم متوسطة أو كبيرة (على سبيل المثال، ١: ٢٥٠ ٠٠٠ أو أكبر)، تؤخذ معلومات خريطة الأساس من صحائف خرائط طبوغرافية منفصلة. وهذه ترقمن على حدة ثم تُضم صحائف الخريطة الرقمية في نظام المعلومات الجغرافية (انظر الشكل ٣ - ١٥).

الشكل ٣ - ١٥

دمج صحائف الخرائط الرقمية المتاخمة



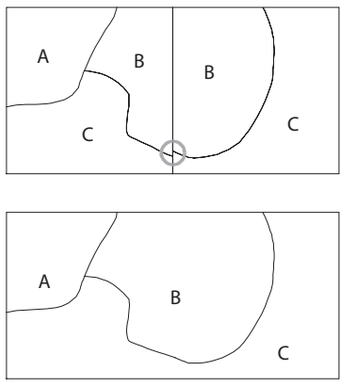
٣-١٠٥- وهذه العملية هي في العادة عملية بسيطة وسهلة، ولكن مطابقة صحائف الخرائط قد لا تكون دائماً متقنة. فقد يُزاح مكان أحد المعالِم الذي يغطي صفحتين، مثلاً، مثل الطُرق أو الحدود – على خريطة حدود (انظر الشكل٣ - ١٦). وربما دخلت أخطاء خلال الرقمنة، أو أن الأخطاء قد تكون في الواقع موجودة في صحائف الخريطة المصدر. فعلى سبيل المثال، ربما تكون صحائف الخريطة المتاخمة قد أُنتجت في أوقات مختلفة مما نتج عنه عدم اتصال أحدث المعالم، مثل الطُرق الجديدة، عبر حدود صحيفتي الخريطة، أو قد تكون رموز الخريطتين مختلفة.

٣-١٠٦- وتزداد حدة المشكلة إذا لم تكن الخرائط التي تغطي كامل البلد موضوعة بمقياس الرسم المطلوب، مما يتطلب تحقيق التكامل بين صحائف خرائط أُعدت بمقاييس رسم مختلفة وبكثافة معالِم مختلفة. وتواجَه هذه المشكلة غالباً عند دمج صحائف خرائط مناطق التقاء المناطق الحضرية والريفية حيث تلزم مواءمة خرائط المدن ذات مقياس الرسم الكبير مع خرائط المناطق الريفية ذات المقياس الأصغر. ونتيجة للتنوعات في التعميم في رسم الخرائط، فقد تكون المعالم موجودة أو غير موجودة على الخرائط ذات المقياس الأصغر، أو قد يكون استخدام منظومة الرموز مختلفاً في مجموعتي الخرائط. ويتطلب دمج هذه الخرائط قدراً كبيراً من حسن التقدير والخبرة. والحِنكة مطلوبة عند إدماج خرائط ذات مقاييس رسم مختلفة.

٣-١٠٧- وتسمى عملية إصلاح هذه الأخطاء تشذيب الحواف. وهي تجرى يدوياً في العادة، وتنطوي على قدر كبير من التدقيق. وإذا لم تكن الإزاحة كبيرة وكانت المعالِم متوافقة عبر صحائف الخريطة فإنه يمكن ربط المعالم تلقائياً باستخدام وظيفة التشذيب التي تقدمها بعض حزم نظام المعلومات الجغرافية.

الشكل ٣ - ١٦

التشذيب بعد ضم صحائف الخرائط المتاخمة



دال - تنفيذ قاعدة بيانات لمناطق العدّ

٣-١٠٨- في سياق قيامه ببناء قاعدة بيانات جغرافية، يبدأ المكتب الوطني للإحصاءات في إدراك فوائد تنظيم نفسه حول نموذج جغرافي. ولتصميم نماذج بيانات التعداد، يجب أن ينظر المكتب الوطني للإحصاءات في احتياجات مستعملي بياناته، وكذلك في الشروط والأحكام القانونية والدستورية اللازمة لأعمال التعداد. وعموماً، يمكن وضع نموذج نظري للربط بين جمع البيانات الجغرافية الأساسية من مختلف طبقات العدّ، مثل مناطق العدّ، والمعالِم الطبيعية (بما في فيها الارتفاعات والانحدارات والخصائص) وغيرها من الطبقات التي تؤثر في إجراء التعداد، شاملة السمات التي تمثل بنقاط أو مساحات، مثل المعالم البارزة. وقد أتى ذكر طوبولوجيا المتّجهات أعلاه باعتبارها تلعب دوراً رئيسياً، لا سيما في ترسيم الحدود والمناطق الإدارية.

٣-١٠٩- ومع أهمية طوبولوجيا المتّجهات، ينبغي أيضاً الاستعانة بغيرها من أشكال البيانات في مشروع نظام المعلومات الجغرافية، بما فيها الخرائط الممسوحة ضوئياً في شكل ملفات خطوط المسح، والصور الساتلية، والصور الجوية، وملفات التصميم بمساعدة الحاسوب (التي يمكن استيرادها مع الطوبولوجيا والمعالِم، أو بوصفها "سباجيتى" بلا معالِم) وبيانات النظام العالمي لتحديد المواقع في جداول من النقاط.

٣-١١٠- ومن ثمرات التقدم في الحوسبة في أواخر التسعينات وأوائل الألفية، تطوير بيانات قائمة على أساس الأجسام المرصودة في عالم الحوسبة. فمن الممكن في البرمجة الموجهة نحو الأجسام تعريف الأجسام بأن لها آلاف الخصائص المختلفة، بالمعنى الحرفي، وعندما تُستورد هذه الخصائص في نظام المعلومات الجغرافية يسمح لها بأن "تتصرف" على نحو متوقع في ظروف محاكاة، مما يتيح وضع نماذج متطورة، مثل تحليل طرق السفر.

٣-١١١- وقواعد البيانات الجغرافية ليست مجرد جداول بيانات، وإنما يمكن تعريف أنواع كياناتها بأن لها خصائص محددة تحكم السلوك في العالَم الحقيقي. ومنطقة العدّ، باعتبارها وحدة جغرافية، هي نوع من الأجسام له وظيفة هي تحديد الأراضي من أجل عمليات تغطية التعداد. ومن الناحية التشكيلية، تكون منطقة العدّ متجاورة الأجزاء، وتتداخل مع الوحدات الإدارية، وتتكون من وحدات على أساس من عدد السكان.

١ - قواعد البيانات العلاقاتية

٣-١١٢- قبل الحديث عن هياكل محددة لقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية للتعداد، نبدأ باستعراض مفاهيم قواعد البيانات العلاقاتية. فكل نُظم المعلومات الجغرافية الكبيرة العاملة تقوم على أساس قواعد بيانات جغرافية يمكن القول بأنها تمثل أهم جزء من نُظم المعلومات الجغرافية. وتشكّل قواعد البيانات الجغرافية الأساس لجميع الاستعلامات والتحليل واتخاذ القرار. ونظام إدارة قواعد البيانات هو الذي يقوم بتخزين قواعد البيانات.

٣-١١٣- ويمكن تعريف الجسم الجغرافي بأنه حزمة متكاملة من الهندسة والخواص والطُرق. فالأجسام من نفس النوع العام تُضم معاً بوصفها طبقات أجسام، ويُشار إلى الأجسام المفردة في الطبقة باسم "الحالات". وفي كثير من نُظم المعلومات الجغرافية يتم تخزين كل طبقة أجسام مادياً على هيئة جدول قاعدة بيانات، لكل جسم صف ولكل خاصية عمود. وعلى سبيل المثال، يمكن أن تشمل طبقة أجسام باسم "إضاءة الشارع" حالات مثل "مصباح الغاز" و"مصباح بخار الصوديوم" و"مصباح بخار الزئبق".

٣-١١٤- ويُستخدم نموذج قاعدة البيانات العلاقاتية لتخزين واسترجاع ومعالجة جداول البيانات التي تشير إلى المعالم الجغرافية في قاعدة بيانات الإحداثيات. وهو يقوم على نموذج الكيان والعلاقة.

٣-١١٥- ويمكن، في سياق جغرافي، أن يكون "الكيان" وحدة إدارية أو وحدة تعداد أو أي معلَم مكاني مطلوب جمع معلومات عن خصائصه. وعلى سبيل المثال، قد يمثل الكيان معلم "منطقة عدّ" (الشكل ٣ - ١٧). وتعتبر مناطق العدّ المفردة في المنطقة أو البلد حالات لهذا الكيان، وتمثَّل كصفوف في جدول الكيان. وفي الاتجاه العكسي، يشير نوع الكيان إلى هيكل جدول قاعدة البيانات: أي خصائص الكيان المخزنة في أعمدة الجدول. وقد يكون هذا بالنسبة لمنطقة العدّ هو محدد الهوية الوحيد، أو المساحة السطحية، أو السكان، أو رمز منطقة قائد الطاقم المكلف بالمنطقة، إلخ.، علماً بأن نوع الكيان يشير فقط إلى التعريف العام لجدول قاعدة البيانات وليس إلى القيم الفعلية المسجّلة لكل حالة. وتُستخدم خاصية أو أكثر (أعمدة) في نوع الكيان كمفاتيح أو محدّدات للهوية. ويمكن أن تكون واحدة من تلك الخصائص هي المفتاح الرئيسي الذي يقوم بدور محدّد الهوية الوحيد لنوع الكيان. ويمكن أن يكون المفتاح الرئيسي بالنسبة لقاعدة بيانات مناطق العدّ، هو رمز منطقة العدّ.

الشكل ٣ - ١٧

مثال لجدول الكيان: منطقة عدّ

الكيان: منطقة عدّ

رمز منطقة العدّ	المساحة	عدد السكان	رمز قائد الطاقم
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
...	...	...	...

النوع (الخصائص)

المفتاح الرئيسي

أشكال متنوعة من قواعد البيانات العلاقاتية وهياكل البيانات الجغرافية

٣-١١٦- يمكن تقسيم نُظم إدارة قواعد البيانات إلى أنواع مختلفة، منها العلاقاتية، وقواعد بيانات الأجسام الجغرافية وقواعد البيانات العلاقاتية للأجسام. وتتكون نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية من مجموعة من الجداول، كل منها عبارة عن مصفوفة ثنائية الأبعاد من السجلّات التي تحتوي على خصائص الأجسام المطلوب دراستها. ومع أنها تتسم بالمرونة والفائدة، فهي ليست مصممة للتعامل مع أنواع البيانات الوافرة، مثل الجغرافيا، حيث يمكن أن تكون طوبولوجيا وعلاقات الأجسام معقدة. ومن بين برامج نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية، التجارية منها والمفتوحة المصدر، برامج مايكروسوفت أكسس وأوراكل.

٣-١١٧- وقد صُمّمت نُظم إدارة قواعد بيانات الأجسام لمعالجة ضعف مركزي في نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية، ألا وهو عدم قدرتها على تخزين أجسام كاملة في قاعدة البيانات مباشرة. ويمكن لنُظم إدارة قواعد بيانات الأجسام تخزين الأجسام باستمرار وتقديم أدوات استعلام عن الأجسام المختزنة. وتعتبر نُظم إدارة قواعد بيانات الأجسام العلاقاتية هجيناً من قواعد بيانات الأجسام الجغرافية وقواعد البيانات العلاقاتية، إذ تتألف من محرك قاعدة بيانات علاقاتية مع إطار قابلية تمدد للتعامل مع الأجسام. والأفضل أن يكون لقواعد البيانات العلاقاتية للأجسام المكونات التالية: المُحلل اللغوي للاستعلام (SQL) (لغة الاستعلام المهيكلة)، ومحسّن الاستعلام، ولغة الاستعلام، والفهرسة، وإدارة التخزين، وخدمات المعاملات، والنسخ.

٣-١١٨- وقد أوفت شركات البرمجيات بالحاجة إلى السعة المكانية في قواعد بياناتها العلاقاتية من خلال استخدام امتدادات جغرافية لنُظم إدارة قواعد البيانات. ومن أهم نُظم إدارة قواعد البيانات، مع امتدادات قاعدة البيانات المكانية، ما يلي: IBM DB 2 Spatial Extender وInformix Spatial Datablade وOracle Spatial. وتتعامل هذه المنتجات البرمجية مع النقاط والخطوط والمضلّعات كأنواع معالِم يمكن تجميعها في أنواع أكثر ثراءً، وذلك باستخدام قدرات مرجعية طوبولوجية وخطية، وباستخدام الفهرسة بطريقة شجرة التجميع (R-tree) وشجرة التربيع (quadtree).

٣-١١٩- وهناك تحديات خاصة تتعلق بتوسيع نُظم إدارة قواعد البيانات لتخزين البيانات الجغرافية. فنماذج بيانات الأجسام مركزية الهندسة، وذلك لأنها تجعل للعالم نموذجاً بوصفه مجموعات من الأجسام، مثل النقاط والخطوط والمضلّعات أو خطوط المسح. وتؤدى العمليات في الهندسة كإجراءات منفصلة، وذلك باستخدام برامج أو نصوص. ولكن في هذا تبسيطاً زائداً بالنسبة للنُظم الجغرافية، وخاصة عندما تحتوي على العديد من الكيانات التي تنطوي على أعداد كبيرة من الخواص والعلاقات وأنماط السلوك المعقدة.

٣-١٢٠- وتحدد العلاقات الارتباط بين الكيانات. فعلى سبيل المثال، يمكن ربط جدول يصف مناطق العدّ بجدول كيان منطقة قائد الطاقم. ولهذا الجدول ملامح خاصة، مثل اسم قائد الطاقم، والمكتب الإقليمي المسؤول، ومعلومات الاتصال. والمفتاح الرئيسي في هذا الجدول هو رمز قائد الطاقم، الذي يوجد أيضاً في جدول منطقة العدّ. وهكذا يمكن لنظام إدارة قاعدة البيانات العلاقاتية ربط الجدولين بحيث يتسنى لكل حالة في جدول منطقة العدّ أن تتطابق مع الحالة المقابلة في جدول منطقة قائد الطاقم.

٣-١٢١- ويطلق على عملية تصميم هيكل قاعدة بيانات علاقاتية من خلال سلسلة من الخطوات اسم "التوحيد". ويكون الناتج قاعدة بيانات تنطوي على أدنى قدر من التكرار. وبعبارة أخرى، فإن البيانات تنظم في عدد من الجداول، بحيث يتم تجنب القيم الكثيرة التكرار.

وهذا مما يقلّل من مساحة التخزين ويتجنب الأخطاء التي قد تحدث عند استخدام عمليات قواعد البيانات المعتادة، مثل أخطاء الإدراج أو الحذف أو التحديثات.

٣-١٢٢- ويوضح الشكل ٣ - ١٨ الفرق بين جدول البيانات البسيط وشكله في صورته الموحدة، وذلك باستخدام مثال قاعدة بيانات مقاطعة من أحد الأقاليم. ففي الحالة الأولى، تتكرر المعلومات عن الإقليم لكل قسم فيه. وهذا لا يعتبر هدراً لمساحة التخزين فحسب، ولكنه يجعل من الصعب أيضاً تحديث أو تغيير المعلومات عن الأقاليم، لأن هذا يحتاج إلى تبديل القيم لكل مقاطعة من المقاطعات. أما في هيكل قاعدة البيانات الموحد فقد استُبدل اسم الإقليم برمز رقمي موجز، يوفر رابطاً بجدول ثان. وهنا يصبح رمز المحافظة هو المفتاح الرئيسي لمعلومات الإقليم الذي يشتمل على اسم الإقليم، وعدد السكان، ومعدّل الخصوبة الكلي. وبعد ربط قاعدتي البيانات مؤقتاً عن طريق رمز الإقليم، يمكن الوصول إلى معلومات الإقليم عن كل حالة من الحالات في جدول المقاطعة التابعة له.

٣-١٢٣- وتحديد هيكل قاعدة بيانات نظيفة ليس مهمة هينة. وإذا كانت بعض برمجيات إدارة قواعد البيانات توفر وظائف توحيد تهيئ تلقائياً هيكل قاعدة بيانات علاقاتية، فإن هذا لا يغني، في العادة، كبديل جيد لتصميم شامل لقاعدة بيانات كاملة.

٢ - تحديد محتوى قاعدة البيانات (نمذجة البيانات)

٣-١٢٤- بمجرد أن يتحدد نطاق الأنشطة الجغرافية للتعداد يكون على مكتب التعداد أن يحدد ويوثق هيكل قواعد البيانات الجغرافية بمزيد من التفصيل. وتُعرف هذه العملية أحياناً بنمذجة البيانات، وتشمل تحديد المعالم الجغرافية المطلوب إدراجها في قاعدة البيانات، وخصائصها وعلاقاتها بالمعالِم الأخرى. والمخرج الناتج هو معجم بيانات تفصيلي تسترشد به عملية تطوير قاعدة البيانات ويكون أيضاً بمثابة توثيق في المراحل اللاحقة.

٣-١٢٥- وتجدر الإشارة إلى أن العديد من قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية تُنشأ دون نمذجة تفصيلية للبيانات. وتتطلب هذه الخطوة وقتاً وقدراً من الخبرة في مجال مفاهيم قواعد البيانات. إلاّ أن الاستثمار الإضافي في مشروع شامل لإعداد خرائط التعداد له مردوده. وتفرض عملية نمذجة البيانات مستوى من الدقة والاتساق تضمن إعداد قواعد بيانات من نوعية جيدة وأسهل في الصيانة. وقد يكون من المستحسن بالنسبة لوكالة إعداد خرائط التعداد التي تقوم بهذه العملية للمرة الأولى، أن تعين استشارياً من ذوي الخبرة في قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية لتوجيه الفريق أثناء العملية.

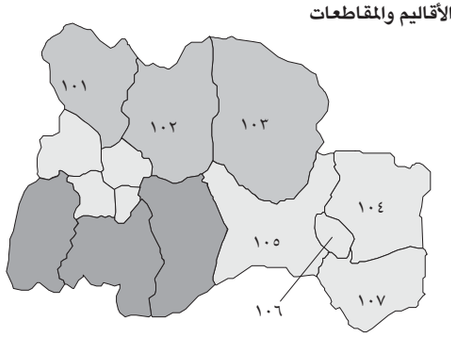
٣-١٢٦- وكما ذُكر من قبل، فإن العديد من الوكالات الوطنية والدولية تقوم بدور نشط في وضع نماذج عامة للبيانات المكانية، كجزء من البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية. وغالباً ما يستطيع مكتب التعداد الوطني، ببساطة، تكييف معيار وطني للبيانات المكانية يناسب احتياجاته الخاصة المتعلقة بجمع البيانات الإحصائية. وفي الحالات التي تكون فيها هذه المعلومات غير متاحة، فيجب وضع نموذج البيانات داخلياً. ويمكن أن تكون نماذج البيانات المتاحة من وكالات رسم الخرائط والوكالات الإحصائية في بلدان أخرى مرجعاً مفيداً لهذا الغرض.

٣-١٢٧- ويرد في المرفق الثالث مثال للكيفية التي يبدو عليها وصف نموذج بيانات في معجم بيانات. ويرتبط بنموذج البيانات معايير البيانات الفوقية التي ترد مناقشتها أدناه، ومعاجم أكثر بساطة لقواعد البيانات تصاحب قواعد البيانات التي توزع على عامة الجمهور (انظر المرفق الرابع).

الشكل ٣ - ١٨

جداول قاعدة بيانات علاقاتية

الأقاليم والمقاطعات



جدول البيانات الأصلي

المحدد	الإقليم	المقاطعة	سكان الإقليم	معدل الخصوبة الإجمالي للإقليم	سكان المقاطعة	معدّل 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	فيرالو	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
...	...	...	...	...	...	...

جدول البيانات بعد التوحيد

المقاطعات

المحدد	الإقليم	المقاطعة	سكان المقاطعة	معدّل الخصوبة الإجمالي للمقاطعة
١٠١	ميريدا	بالما	٨٩ ٧٦٣	٣,٤
١٠٢	ميريدا	سانتا ماريا	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	الإقليم TFR
ميريدا	٢١٤ ٠٨٤	٣,٢
لاباز	٣٩٧ ٨٨١	٣,٧
...	...	...

هاء - المسائل المتعلقة بنوعية البيانات

١ - متطلبات الدقة

٣-١٢٨- لعل وضع معايير مقبولة لدقة البيانات هو من أهم الواجبات في التخطيط لمشروع تطوير قواعد البيانات الرقمية. ففي كثير من الميادين، مثل المرافق العامة وإدارة المرافق، ورسم الخرائط التضاريسية أو المائية (الهيدرولوجية)، توجد معايير لدقة قواعد البيانات يمكن اعتمادها لأي مشروع جديد. لكن إعداد خرائط التعداد، على النقيض من ذلك، كان يجري في العادة بلا تخطيط مسبق، وذلك باستخدام التقنيات اليدوية والخرائط الكروكية، مع قليل من الاهتمام بمسألة الدقة الجغرافية. وكان هذا كافياً طالما كانت خرائط التعداد تُستخدم لأغراض التعداد فقط. ولكن، مع نظام المعلومات الجغرافية، أصبحت خرائط التعداد جزءًا لا يتجزأ من العديد من التطبيقات التحليلية في الحكومة والقطاع الخاص والقطاع الأكاديمي. وهذا هو أحد العوامل الرئيسية التي تبرر الاستثمار في رسم الخرائط الرقمية للتعداد في المقام الأول. وعندما تقترن خرائط التعداد بغيرها من مصادر أخرى للبيانات الجغرافية الرقمية، تصبح أوجه القصور في الدقة واضحة على الفور. ولذلك فإن متطلبات الدقة في إعداد الخرائط الرقمية أعلى مما هو مطلوب في تقنيات رسم خرائط التعداد التقليدية.

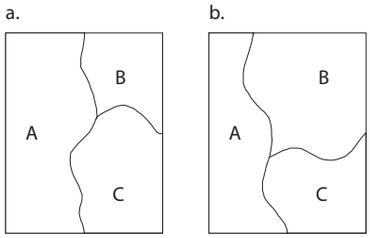
٣-١٢٩- وتشير الدقة في نظام المعلومات الجغرافية إلى كل من بيانات الخصائص – جدول الخصائص الجغرافية وبيانات التعداد التي يمكن أن تُلحق بها - والبيانات الجغرافية. ولا تختلف المسائل المتعلقة بدقة بيانات الخصائص عن تلك التي تواجهنا في إدخال البيانات المتعلقة بالتعداد وأنشطة تجهيزها. ولذلك سوف تجرى مناقشتها، ولكن باختصار. وتتعلق

دقة البيانات الجغرافية بالنقاط والخطوط والمساحات التي يتم تخزينها في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية والتي تصف المعالِم على سطح الأرض.

٣-١٣٠- ويمكن تقسيم دقة البيانات الجغرافية إلى دقة "منطقية" ودقة "مكانية". وأحياناً يُطلق على الدقة المكانية تعبير الدقة المطلقة. وتشير الدقة المنطقية إلى سلامة العلاقات بين المعالم الجغرافية. فعلى سبيل المثال، يجب أن يتصل طريق في طبقة ما في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية بجسر في طبقة أخرى. والنهر المخزّنة بياناته في قاعدة بيانات هيدرولوجية تحدد الحدود بين وحدتين إداريتين ينبغي أن يتطابق مع الحدود بين هاتين الوحدتين. ويجب أن تندرج المدينة الممثلة بنقطة في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، في الوحدة الإدارية المناظرة في طبقة أخرى من نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن أن تُمثَّل نفس العلاقات المنطقية بشكل صحيح في خرائط مختلفة تبدو مختلفة الشكل تماماً. وعلى سبيل المثال، تمثل الخريطتان في الشكل ٣ -١٩، بشكل صحيح، العلاقات بين ثلاث وحدات إدارية.

الشكل ٣ - ١٩

الدقة المنطقية



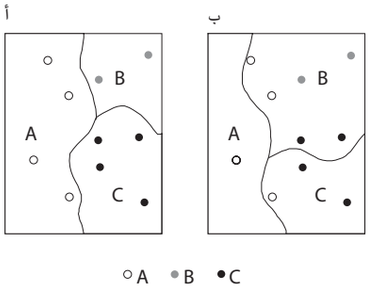
٣-١٣١- أما الدقة المكانية، فتتكفل بأن تكون إحداثيات المعالِم في قاعدة بيانات نُظم المعلومات الجغرافية صحيحة بالنسبة لمواقعها الحقيقية على سطح الأرض. وهذا يعني أنه لا بد أن تنفَّذ قياسات رسم الخرائط بدرجة عالية من الدقة باستخدام أجهزة قياس دقيقة، مثل النُظم العالمية لتحديد المواقع. وبطبيعة الحال، فإن مجموعة البيانات الخالية من الأخطاء الموقعية تمثل بدقة أيضاً العلاقات المنطقية بين المعالِم الجغرافية.

٣-١٣٢- وقد تكون الدقة المنطقية في بعض التطبيقات أكثر أهمية من الدقة المكانية. فبالنسبة لقواعد بيانات التعداد، قد يكون من المهم أن نعرف أن شارعاً ما يحدد حدود منطقة العدّ، أكثر من معرفة أن الإحداثيات تمثل موقع الطريق على وجه الدقة على الطبيعة. والواقع أن الخرائط الكروكية التي تنتج في أنشطة إعداد خرائط التعداد التقليدية عادة ما تكون دقيقة منطقيا ولكنها منخفضة الدقة مكانياً. وهذا لا يمثل مشكلة إذا كانت الخرائط تُستعمل فقط لدعم عمليات التعداد، طالما أن التشوهات لا تعيق التوجه في منطقة العدّ. ولكن إذا كانت خرائط التعداد سوف تُستخدم لاحقاً في أغراض أخرى، فإن ذلك قد يؤدي إلى مشاكل كبيرة.

٣-١٣٣- ويبين الشكل ٣ - ٢٠ - أ، على سبيل المثال، مجموعة من عينات مواقع مسح تم تحديدها باستخدام نظام عالمي دقيق جداً لتحديد المواقع. وتتسم الخريطة الأصلية الأساسية بدرجة عالية من الدقة المكانية، حتى إن النقاط تقع في الوحدة الإدارية الصحيحة. أما الخريطة الأساسية في الشكل ٣ - ٢٠- ب، فهي وإن كانت دقيقة منطقياً، فإنها على درجة منخفضة في الدقة المكانية. ولذلك فإن بعض النقاط التي جرى قياسها بدقة بواسطة النظام العالمي لتحديد المواقع تقع في وحدات إدارية غير صحيحة، وهذا من شأنه أن يؤدي إلى نتائج غير صحيحة عند تجميع نتائج المسح من قِبَل وحدة إدارية.

الشكل ٣ - ٢٠

المشاكل التي تنشأ عن عدم الدقة المكانية



٣-١٣٤- ولذلك ينبغي أن يكون توفير درجة كافية من الدقة في تحديد المواقع هو الهدف من عملية رسم خرائط التعداد الرقمية إذا كانت الحدود الناتجة ستستعمل أيضاً في أغراض أخرى غير العدّ الفعلي. وبطبيعة الحال، فإن عدداً قليلاً من مجموعات البيانات الجغرافية هو الذي تصل درجة دقته إلى مائة في المائة. وفي أي جهد لرسم الخرائط، يدوياً كان أو رقمياً، تنشأ مفاضلة بين الدقة التي يمكن بلوغها وبين الوقت والأموال اللازمة للوصول إلى هذا المستوى من جودة البيانات. وعادة ما يتطلب الحصول على دقة فوق ٩٠٪ أو ٩٥٪ قدراً أكبر مما هو مناسب من مدخلات الوقت والموارد الأخرى. بل إن بعض التقديرات تزعم أن زيادة الدقة من ٩٥٪ إلى ١٠٠٪ سوف تتطلب ٩٥٪ من الميزانية الإجمالية للمشروع (Hohl, 1998).

٣-١٣٥- ومن الممارسات الشائعة في رسم الخرائط الطوبوغرافية تحديد معايير الدقة على أساس مواقع أماكن النقاط. فيجب، مثلاً، أن تكون الارتفاعات المكانية في نطاق س من الأمتار من أماكنها الحقيقية في ص في المائة من الحالات. وترتفع نسبة الخطأ المقبول عندما ينخفض مقياس رسم الخرائط. فعلى سبيل المثال، ينبغي في خريطة بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ٢٥ أن يكون الخطأ أقل منه في خريطة بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ١٠٠. وبما أن خرائط التعداد تقوم، إلى حد كبير، على أساس الخرائط الطوبوغرافية المتاحة، فينبغي وضع معايير الدقة لرسم خرائط التعداد في تعاون وثيق مع خبراء السلطات الوطنية لرسم الخرائط. وهذا من شأنه أيضاً كفالة التوافق بين جودة منتجات مشروع رسم خرائط التعداد وغيرها من مجموعات الخرائط الرقمية الوطنية.

٣-١٣٦- ومع أن وجود درجة عالية من الدقة في تحديد المواقع أمر مرغوب فيه، فإن معايير الدقة المرتفعة جداً سوف تؤدي إلى زيادة التكاليف، والمبالغة في توقعات المستعمِل، وربما الإحباط بين موظفي رسم الخرائط الذين قد لا يكونون قادرين على بلوغ الأهداف المحددة المرتفعة للغاية. وفي المقابل، فإن انخفاض دقة المعايير إلى درجة كبيرة قد يؤدي إلى منتجات ليست على درجة كافية من الجودة. وربما يرفض المستعملون المنتَج إذا كانوا على عِلم بعيوبه، وقد يستخدمونه بثقة مبالغ فيها، وهو ما يمكن أن يؤدي إلى أخطاء جسيمة في نتائج التحاليل. والمفهوم الشائع في تطوير قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية هو "الملاءمة للاستخدام"، وهو ما يأخذ في الاعتبار أن البيانات المكانية الرقمية لا تتسم بالكمال أبداً، وأنها قد تكون صالحة لإحدى المهام، ولكنها قد تكون من نوعية لا تصلح لمهمة أخرى.

٣-١٣٧- ويجب على هيئة التعداد، عند تحديد معايير الجودة، إذ تأخذ في الاعتبار احتياجاتها الداخلية، أن تراعي احتياجات المستعملين الخارجيين للخرائط الرقمية للتعداد. ولذا ينبغي تطوير المبادئ التوجيهية الخاصة بدقة البيانات بالتعاون مع جميع أصحاب المصلحة،

وذلك كجزء من تقييم احتياجات المستعملين. وتتأثر المعايير أيضاً بالموارد المتاحة، ونوعية مواد المصدر – فقد تكون طبقات البيانات المختلفة ذات نوعيات مختلفة – وكذلك بالتكنولوجيا المختارة لجمع البيانات الميدانية.

٢ - مراقبة الجودة

٣-١٣٨- مراقبة الجودة هي مجموعة من العمليات والقواعد التي تضمن أن قواعد البيانات التي وضعت في عملية رسم خرائط التعداد مطابقة لمعايير الدقة المحددة. وتشدد المبادئ والتوصيات المنقحة لتعدادات السكان والمساكن (الأمم المتحدة، ٢٠٠٨) على أهمية مراقبة الجودة، كما أنها تلقي نظرة عامة عن هذه المسائل في عملية التعداد. وتنطبق هذه المفاهيم العامة أيضاً على بناء قواعد البيانات الجغرافية.

٣-١٣٩- ويجب أن تتخلل مراقبة الجودة عملية التعداد برمتها، وهى لا تقل أهمية للبرامج الجغرافية. وكاستراتيجية عامة، فإن أفضل تصاميم البرامج هي التي تشتمل على بروتوكولات لضمان مراقبة الجودة في كل مرحلة من مراحل عملية التعداد.

٣-١٤٠- وتشكِّل الاختبارات وإجراءات مراجعة الأخطاء الجزء الأساسي من عملية مراقبة الجودة. ومع ذلك، فإن مراقبة الجودة هي مسألة سلوك مهني بين موظفي التعداد الجغرافي للحد من الأخطاء في كل خطوة من عملية تحويل البيانات. وينبغي تشجيع موظفي التعداد على الإبلاغ عن المشكلات في منتجات المخرجات. وقد يشير تكرر وقوع الأخطاء إلى عدم كفاية الإجراءات أو إلى أوجه قصور في التدريب، وقد يتطلب تغييرات في المهام التي يكلف بها العاملون أو تعديلاً في المعدات أو التقنيات. ولذلك فمن المهم جداً أن لا يخشى العاملون الإبلاغ عن المشاكل التي تواجههم في عملهم وأن يفهموا بشكل واضح الهدف العام من إجراءات مراقبة الجودة.

٣-١٤١- ومع أن التخصص في المهام الموكلة إلى العاملين يمكن أن يحسن من جودة البيانات في معظم الحالات، فإن العديد من المهام في مجال وضع قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية تتسم بالتكرار الممل. ومن الممكن أن تتسبب رتابة العمل في زيادة الأخطاء حيث يتناقص التركيز. ويمكن أن يساعد تناوب مهام العمل بين العاملين على تلافي هذه المشكلة، كما أن ذلك من شأنه أن يساعد في تعرض العاملين لجوانب مختلفة من العملية الشاملة لتحويل البيانات، وهو ما يُتوقع أن يؤدي إلى تحسين فهمهم للمهام التي توكل إليهم، وبالتالي إلى تحسين الجودة الشاملة للمنتَج. كما ينبغي أيضاً أن يُطلب من العاملين اقتراح أي تغييرات على الإجراءات يرون أنها تؤدي إلى تحسين جودة البيانات. وينبغي تقييم هذه الاقتراحات في بيئة محكومة – وليس في سياق الأعمال المعتادة الجارية – قبل تنفيذ التغييرات. وبهذه الطريقة يصبح تحقيق أعلى درجة ممكنة من جودة البيانات عملية مستمرة.

٣-١٤٢- وتتكون إجراءات مراقبة الجودة من أساليب آلية وأساليب يدوية. وتفضل الإجراءات الآلية لأنها سريعة وموثوق بها، غير أن العديد من جوانب تحويل البيانات لا يمكن تقييمها إلاّ من خلال التفتيش والمقارنة بالمعاينة البصرية. والأساليب الآلية لإدخال بيانات الخصائص الجغرافية تشبه الأساليب المستخدمة في إدخال بيانات التعداد. وتكفل ضوابط النطاق والرموز أن حقول الخصائص لا تحتوي إلاّ على القيم المسموح بها. ويمكن إجراء اختبارات إحصائية لتحديد القيم الخارجة عن النطاق. ويجب أن يكون عدد الوحدات الإدارية أو وحدات التعداد في قاعدة البيانات الرقمية مطابقاً للعدد المناظر في القائمة الرئيسية للمنطقة الجغرافية. ويعتبر محدد هوية المنطقة الجغرافية أهم حقل في قاعدة البيانات الجغرافية لأنه يضمن المطابقة

بين الخرائط الرقمية الأساسية وبيانات التعداد المجمعة. ولذا يجب تكريس أكبر الموارد من أجل تدقيق بيانات الخصائص - الآلي منها واليدوي - لضمان عدم وجود أخطاء في تلك الخصائص.

٣-١٤٣- والخيارات محدودة نسبياً فيما يتعلق بمراقبة الجودة الآلية للبيانات الجغرافية. وتؤدي بعض حزم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية مهمة التحقق من دقة طوبولوجيا قاعدة البيانات، ومنها، على سبيل المثال، التأكد من أن جميع المناطق مغلقة وأن جميع الخطوط متصلة. ويمكن ضم قاعدة بيانات قرية مع مجموعة بيانات حدود وحدة إدارية ذات نوعية معروفة للتأكد من أن محددات الهوية الإدارية في قاعدة بيانات القرية صحيحة (عملية إدماج المعالم المحددة بنقاط في مضلّع). وبعض الأخطاء تكون واضحة، كما هو الحال عندما لا تتطابق حدود وحدتين إداريتين تمت رقمنتهما بصورة منفصلة. ولكن اكتشاف بعض الأخطاء الأخرى قد لا يكون بنفس السهولة، ومن ذلك، على سبيل المثال، عندما تكون بعض الحدود الداخلية أو بعض الطُرق غير موجودة في مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. ولذلك يجب أن تعتمد مراقبة جودة المنتجات الخرائطية في الجزء الأكبر منها على المقارنة البصرية بين مواد المصدر (الخرائط والصور الجوية وغير ذلك) والبيانات المرقمنة. ولهذا الغرض، ينبغي أن تطبع الخرائط الرقمية، ما أمكن ذلك، بنفس مقياس رسم خرائط المصدر، ثم مقارنة مادة المصدر والمنتَج جنباً إلى جنب أو بالمراكبة على منضدة مضيئة. ويشير وجود أي خطأ منتظم إلى مشكلة في إجراءات تحويل البيانات، ويجب أن تعالج على الفور. ولا ينبغي أبداً أن يقوم بمراجعة الأخطاء يدوياً نفس الموظف الذي أنتج البيانات.

٣-١٤٤- وينبغي توثيق خطوات مراقبة الجودة بشكل دقيق وكامل. ويعتبر السِجل المطبوع عموماً أنسب وسيلة لتوثيق جودة البيانات، وإن كان يمكن أيضاً استخدام السِجلات الرقمية الآلية. وينبغي أن يحدد السِجل إجراءات مراقبة الجودة التي تم أداؤها، ومتى جرت ومن الذي قام بها، ومن الذي أنتج البيانات التي تم التحقق منها، ونتائج الاختبارات. وينبغي إنشاء سِجلات للاختبارات اليدوية منها والآلية. وهذه السِجلات لا تفيد فقط في توثيق دقة مجموعة البيانات ولكنها يمكن أيضاً أن تفرز العاملين الذين يحتاجون إلى تدريب إضافي.

٣-١٤٥- والمتوقع أن تؤدى المجموعة المتسقة من إجراءات مراقبة الجودة إلى منتج بدرجة مقبولة من الدقة. ومع ذلك، قد يحدث أحياناً، في معظم المشروعات، أن تضاف في العادة خطوة أخيرة لضمان النوعية، تتكون من جولة أخرى من التدقيق وعملية أخيرة لحل المشكلات. وستناقش مسألة ضمان النوعية في فقرات تالية.

٣ - تقسيم البلد إلى وحدات للتجهيز

٣-١٤٦- تتكون قاعدة البيانات الرقمية الكاملة لمناطق العدّ من آلاف الوحدات. وبالنسبة للبلدان الكبيرة، ليس من العملي عادة تخزين جميع مضلّعات منطقة العدّ في نفس طبقة البيانات المادية. وبدلاً من ذلك يمكن تقسيم البلد إلى مناطق عمليات في نطاق هيكل إداري لا مركزي للتعداد، وبذلك يمكن لمختلف المكاتب الإقليمية ومختلف المشغّلين داخل كل مكتب إقليمي العمل على أجزاء منفصلة من قاعدة البيانات في ذات الوقت. وإذا تم فرض الاتساق بين حدود فروع قاعدة البيانات الوطنية، فإنه يمكن ضم القطع المنفصلة في مرحلة لاحقة لإنتاج خرائط على مستوى القسم الإداري أو المحافظة أو على المستوى الوطني. ومع ذلك فإن هذه العملية تتطلب بعض المطابقة لحواف الخرائط، تنطوي على الربط اليدوي للمعالم المتصلة التي تمتد عبر بلاطتين أو أكثر من بلاطات البيانات.

٣-١٤٧- ومن المرجح بالنسبة للبلدان الأكبر، أن يكون عمل رسم الخرائط لا مركزياً. وفي هذه الحالة، تتحدد مناطق العمليات بشكل طبيعي بالمناطق التي تقع في نطاق اختصاص كل مكتب تعداد إقليمي. وعلى سبيل المثال، قد يسند البلد مهمة رسم خرائط التعداد إلى أربعة مكاتب إقليمية، ويقوم المكتب الرئيسي في نفس الوقت بدور هيئة التنسيق الشامل وبدوره كأحد المكاتب الإقليمية. ويمكن، في داخل كل مكتب إقليمي، تقسيم قواعد البيانات إلى مناطق أصغر. وعادة ما يكون العمل على قواعد بيانات اصغر في الحجم أقل تطلُّباً حاسوبياً. كما يتيح التقسيم إلى أجزاء أصغر إمكانية قيام عدة مشغّلين بالعمل في وقت واحد على أجزاء منفصلة من قاعدة البيانات.

٤ - الخريطة الرقمية الإدارية الأساسية

٣-١٤٨- يعتمد اختيار التصميم التنفيذي على بيئة التجهيز وكذلك على البيئة التنظيمية. وإذا تم اختيار النهج اللامركزي، فينبغي لمكتب التعداد الوطني أن يقوم أولاً بوضع قالب جاهز للحدود الوطنية للمستويات الإدارية الرئيسية في البلاد. فعلى سبيل المثال، ينبغي أن يضع مكتب التعداد مجموعة من الحدود الرقمية المكانية للمقاطعات أو المناطق أو المحافظات، وكذلك، إذا أمكن، للأقسام والأحياء الفرعية أيضاً، أو أن يحصل على تلك المجموعات إن وجدت، أو أن يكلف إحدى الجهات بإعدادها. وينبغي أن تكون هذه الحدود بالغة الدقة وأن تُبين كل التفاصيل التي تلزم لرسم خرائط مناطق العدّ بمقاييس رسم خرائط أكبر (على الأقل بمقياس ١: ٢٥٠ ٠٠٠ مثلاً). ويجب أن تستخدم هذه الحدود خلال عملية رسم خرائط التعداد بأكملها وكذلك في توزيع معلومات التعداد الإجمالية ذات المرجعية المكانية على هذه المستويات الإدارية.

٣-١٤٩- وقد تكون هذه الحدود موجودة بالفعل في شكل رقمي لدى الوكالة الوطنية لرسم الخرائط. وفي هذه الحالة، فإنها تعتبر خريطة البلد الرقمية الإدارية الأساسية المعترف بها رسمياً (انظر المناقشة أعلاه عن البنية الأساسية للبيانات المكانية الوطنية). ومن الواضح أن من الضروري أن تتطابق الرموز المستخدمة في القاعدة الإدارية مع الرموز المستخدمة في قاعدة بيانات التعداد.

٣-١٥٠- ويجب توزيع الحدود الرسمية لكل منطقة عمليات في المحافظات على المكاتب المسؤولة عن وضع حدود مناطق العدّ. وبعد ذلك يجرى إدخال حدود مناطق العدّ في مضلّعات الوحدة الإدارية الرسمية. ومن شأن هذا أن يضمن تطابق الحدود المتجاورة بشكل كامل في أي تجميع لاحق. وإذا قامت المكاتب المحلية برقمنة حدود الأحياء بصورة منفصلة، فمن غير المحتمل أن تتطابق الحدود تماماً. وعندئذ سوف يتطلب هذا قدراً كبيراً من التدقيق. وعلاوة على ذلك، سيكون هناك قدر كبير من ازدواجية العمل، حيث ستجرى عملية رقمنة لنفس الحدود مرتين – في كل من المكتبين الإقليميين المتجاورين، أو المشغّلين فيهما.

٥ - التعامل مع وحدات المناطق المنفصلة

٣-١٥١- غالباً ما تقسَّم الوحدات الإدارية إلى وحدات مكانية أو مضلّعات متميزة منفصلة. وعلى سبيل المثال، يمكن أن تكون المحافظة مكونة من جزء بري وعدد من الجُزر. وهذه ليست مشكلة بالنسبة لتجهيز بيانات التعداد، لأنه سوف يكون هناك سِجل واحد للمحافظة في كل جدول من جداول بيانات التعداد. إلاّ أن هذه المحافظة سيكون لها في قواعد بيانات الخصائص

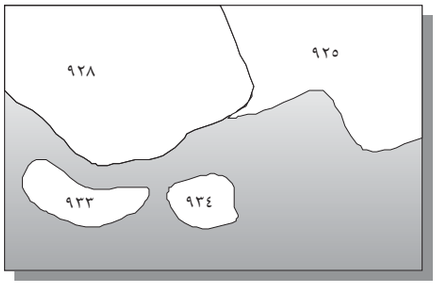
الجغرافية سِجلان أو أكثر، أي سجل لكل مضلّع، وهذا من شأنه أن يسبب مشاكل عند ربط معلومات خصائص التعداد بالمضلّعات عبر جدول الخصائص الجغرافية. وفي نظام قواعد البيانات العلاقاتية، يُربط سِجل بيانات التعداد بكل مضلّع في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي تحتوي على نفس محدِّد هوية المحافظة. ولا تمثل القيم المتوسطة أو الكثافة مشكلة في رسم الخرائط، ذلك أن متوسط الدخل أو الكثافة السكانية تنطبق على المحافظة بأكملها. ومع ذلك فإن بيانات العدّ، مثل مجموع عدد السكان أو عدد الأسر المعيشية تمثل مشكلة عندما يريد مستعمل البيانات أن يجمع العدد الكلي للسكان في جميع المحافظات. وبما أن السِجلات تتكرر لكل مضلّع يخص نفس المنطقة، فسوف يحدث بعض العدّ المزدوج، وسيكون العدد النهائي مبالغاً فيه. وهناك نهجان للتعامل مع هذه المشكلة.

٣-١٥٢- تتيح بعض حزم نُظم المعلومات الجغرافية المتقدمة تحديد "المناطق". ومن الممكن أن تتكون المنطقة من مضلّع واحد أو أكثر، ولكن هناك سِجلاً واحداً فقط لكل منطقة في جدول الخصائص الجغرافية. ويتتبع النظام داخلياً أي المضلّعات يخص أي منطقة. وفي بعض الحزم يمكن أن تتداخل المناطق، ولو أن هذه ليست ميزة مفيدة لتطبيقات التعداد، حيث يتعين أن تكون كل مناطق التعداد متنافية.

٣-١٥٣- وكثير من برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية غير المتقدمة لا تتيح هذا الخيار. وفي هذه الحالة، يكون الحل البسيط هو إضافة حقل بيانات إضافي ("قيمة العَلامة الدلالية") إلى جدول الخصائص الجغرافية (انظر الشكل ٣ - ٢١). ويفترض هذا الحقل قيمة مقدارها ١ (واحد) لأكبر مضلّع ينتمي إلى المنطقة و٠ (صفر) للمضلّعات الأصغر. وقبل جمع أو استخراج متوسط أي قيمة من قيم الخصائص، يمكن للمستعمل أولاً اختيار المضلّعات ذات القيمة واحد في هذا الحقل. ويمكن إضافة حقل يحتوي على عدد المضلّعات التي تنتمي إلى نفس الوحدة. وهذه المعلومات يمكن أن تتولد بسرعة باستخدام ميزة التكرار أو التبويب المتقاطع في برمجية نظام المعلومات الجغرافية.

الشكل ٣ - ٢١

التعامل مع الوحدات الإدارية التي تتألف من عدة مضلّعات



محدد الهوية الداخلي	محدد الهوية الإداري	اسم الوحدة الإدارية	العلامة الدلالية
٩٢٥	٠٢٠١٥	كالانا	١
٩٢٨	٠٢٠١٢	باجور	١
٩٣٣	٠٢٠١٢	باجور	صفر
٩٣٤	٠٢٠١٢	باجور	صفر

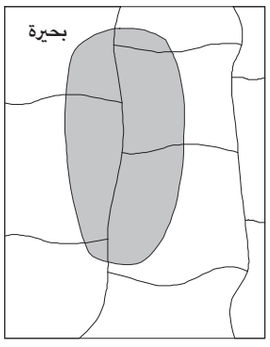
٦ - حساب المساحات

٣-١٥٤- تتعـزز فائدة قواعد بيانات التعـداد إذا أُدخِل فيها عدد من المتغيرات الجغرافية الموحدة. وأهم هذه المتغيرات هي مسـاحة كل منطقة عدّ أو وحدة إدارية. وتَحسـب أي برمجية لنظـام المعلومات الجغرافية مسـاحة المضلّع شرط أن تكون قاعدة البيانات مُسـندة إسـناداً صحيحاً في إسـقاط مرجعي لمسـاحة منطقة مسـاوية. ومـع ذلك، فإنه بحسـب درجة وضوح ودقة الحدود المرقمنة، قد يكون هناك خطأ كبير في قياسـات نظام المعلومات الجغرافية بسـبب التعميـم الزائد في تحديد الحدود أو عـدم ظهور الجُزر الصغيرة جداً على خريطة أُعدت بمقياس رسـم صغير. وإذا كان لدى الوكالة الوطنية لرسم الخراط أرقام دقيقة للمساحات، فمن الأفضل استعمالها.

٣-١٥٥- وتُستخدم أرقام المساحات لحساب تقديرات الكثافة، وأهمها الكثافات السكانية. وعادة ما تشـير أرقام المسـاحات المنشورة إلى مدى الحدود الكلية القانونية للوحدة الإدارية - أي مسـاحتها الكلية. وفي بعض الأحيان يمكن أن يؤدي هذا إلى تقديرات كثافة مضللة بعض الشيء. ففي إحدى الحالات، على سـبيل المثال، أفادت إحدى نشرات التعداد الوطني عن مسـاحة عدد من الأحياء السـكنية المجاورة لبحيرة كبيرة، وشملت المساحات الواردة في التقرير ضمن الأحياء جزء البحيرة الممتد من الشاطئ إلى خط وسط البحيرة (انظر الشكل ٣-٢٢)، ونتج عن ذلك مضاعفة المسـاحة الإجمالية لبعض الأحياء، وبالتالي، ظهرت تقديرات الكثافة السـكانية أقل مما هي عليه في الواقع بمقدار النصف. وحينما تُستخدم الإحصاءات الرسمية عن الكثافة السكانية، على سبيل المثال، باعتبارها معايير لتخصيص الموارد أو لتحديد الأولويات في البرامج الحكومية، فإنه يمكن أن يكون للخطأ في تحديد كثافة السكان عواقب وخيمة.

الشكل ٣ - ٢٢

بحيرة تغطي مساحة واسعة في العديد من وحدات إدارية



٣-١٥٦- وفي البلدان التي تواجه مشكلة في هذا الصدد، قد يقرر مكتب الإحصاء أن يورد في التقرير حقلين للمساحة: أحدهما "المساحة الكلية" للوحدة الإدارية والثاني "مساحة الأرض"، أي إجمالي المساحة منقوصاً منه المساحة المغطاة بالكتل المائية، وربما غيرها من المساحات غير المأهولة، مثل مناطق المحميات. كما تورد بعض البلدان في تقاريرها مساحة الأراضي الزراعية، وهو ما يتيح للمسـتعملين إمكانية حسـاب الكثافة السـكانية الزراعية، أو عدد الهكتارات من الأراضي الزراعية لكل فرد من السكان في المنطقة. ويمكن حساب هذه الأرقام بسهولة في نظام المعلومات الجغرافية،

باستخدام طبقات بيانات جغرافية مناسبة، مع مراعاة المحاذير المتعلقة بتعميم الخرائط المذكورة أعلاه. وعلى أي حال، فإن من المهم أن يكون تحديد المساحات الصافية موثقاً توثيقاً جيداً.

٣-١٥٧- ولما كانت معظم حزم نُظم المعلومات الجغرافية تعامل كل مضلّع في قاعدة البيانات بوصفه سجلاً منفصلاً، فإن أرقام المساحات التي يتم حسابها بواسطة نظام المعلومات الجغرافية للوحدات الإدارية أو وحدات التعداد التي تتألف من أكثر من مضلّع لن تكون مفيدة في حساب الكثافة. وبدلاً من ذلك، لابد من تجميع مساحات جميع المضلّعات التي تنتمي إلى نفس الوحدة الإدارية أو وحدة التعداد. ويمكن أن يتم ذلك في نظام المعلومات الجغرافية باستخدام وظائف التبويب المتقاطع المناسبة.

واو - وضع البيانات الفوقية

٣-١٥٨- يوصي هذا الدليل بالنظر إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية باعتباره عملية طويلة الأجل وليس جهداً لمرة واحدة. ذلك أن الاستعانة بعناصر قواعد البيانات سوف تتواصل مراراً وتكراراً على مدى فترة طويلة من الزمن، وفي بعض الأحيان يحدث هذا بعد فترة بينية كبيرة. وبسبب إمكانية تغيير العاملين بشكل متكرر، لا يجب أن تعتمد الذاكرة المؤسسية على مجرد ما يتذكره محلّلو النُظم الجغرافية المكانية المشاركون في التطوير الأوّلي للبيانات. ولذلك فإن التوثيق التفصيلي لجميع الخطوات المتعلقة بتطوير قاعدة بيانات التعداد المكانية الرقمية مسألة إلزامية.

٣-١٥٩- ويطلق تعبير "البيانات الفوقية"، أي البيانات الواصفة للبيانات، على المعلومات عن نوعية البيانات، وأشكالها، وخطوات التجهيز، وكل ما سواها من المعلومات ذات الصلة بمجموعة البيانات. وللبيانات الفوقية عدة أهداف، منها:

- دعم صيانة وتحديث مجموعات البيانات الرقمية التي تحتفظ بها المؤسسة.
- دعم توزيع البيانات، عن طريق توفير معلومات عن ملاءمة مجموعة البيانات لاستخدام المستعملين من الخارج.
- دعم دمج مجموعات البيانات المنتجة خارج المؤسسة مع مقتنيات المؤسسة من قواعد البيانات.

٣-١٦٠- وقد تختلف الآراء بين منتجي البيانات حول ما هو ضروري من بيانات فوقية اختلافاً واسعاً. لذلك بدأت بلدان كثيرة في وضع معايير عامة للبيانات الفوقية الجغرافية. وتهدف هذه المعايير إلى توحيد أعراف توثيق المعلومات المكانية، ومن ثم فإنها تدعم إنشاء بنية أساسية للبيانات المكانية الوطنية عن طريق تسهيل تبادل وتكامل البيانات المكانية. وعلى الصعيد الدولي تحاول عدة منظمات تنسيق وضع معايير للبيانات الفوقية المكانية بين مجموعات من البلدان. ومن هذه الهيئات مجموعة العمل المعنية بالمعلومات الجغرافية/علوم رياضيات الأرض (www.statkart.no/isotc211/) التابعة للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO/TC211)، ودائرة المفوضية الأوروبية للتبادل المفتوح للمعلومات (www.2.echo.lu/oii/en/oii-home.html)، واللجنة الدائمة المعنية بالبنية الأساسية لنُظم المعلومات الجغرافية في آسيا والمحيط الهادئ. (www.permcom.apgis.gov.au).

٣-١٦١- ولأن بيانـات التعـداد ذات المرجعية المكانية جزء لا يتجزأ من البنية الأساسـية للبيانات المكانية الوطنية، فيجب أن تتكامل جهود وضع الخرائط الرقمية للتعداد، قدر الإمكان، مع سائر الجهود الجغرافية المكانية في البلد. وفيما يتعلق بالبيانات الفوقية، فإن هذا يعني أنه إذا وجدت معايير قياسـية وطنية أو إقليمية للبيانات الفوقية، فإن من واجب هيئة التعداد الوطنية اتِّباعها. ومن شـأن التعاون الوثيق مع المنظمة الوطنية المسـؤولة – التـي عادة ما تكون الهيئة الوطنية لرسم الخرائط أو مجلساً استشارياً مشتركاً بين الإدارات – أن يسهل تبني تلك المعايير. وإذا لـم توجـد معايير وطنية معتمـدة، فيمكن أن تلجأ هيئة التعداد، توفـيراً للوقت والموارد، إلى اقتباس معايير قياسـية مناسبة تكون معتمدة في بلد آخر وتكييفها حسب ظروف البلد، بدلاً من وضع معايير البيانات الفوقية ابتداءً من الصفر.

٣-١٦٢- ومـن أمثلة معايير البيانات الفوقية القياسـية معايير المحتوى للبيانات الفوقية الجغرافيـة المكانية الرقمية (CSDGM) التي وضعتها اللجنـة الفيدرالية للبيانات الجغرافية في الولايـات المتحدة (www.fdgc.gov)، وهي بمثابة بيـان توضيحي لأنواع المعلومات التي تدرج في قاعدة البيانات الفوقية. ومجموعة المعايير الكاملة شـاملة جداً، وتقوم لجان مختلفة متخصصة بوضع المبادئ التوجيهية لأنواع محددة من البيانات. ومن هذه اللجان، على سـبيل المثال، اللجنة الفرعيـة المعنية بالبيانات الثقافيـة والديمغرافية، ومقرها في مكتب التعـداد في الولايات المتحدة الأمريكيـة (http://www.census.gov/geo/www/standards/scdd/). (انظـر أيضـاً اللجنـة الفيدرالية للبيانات الجغرافية للولايات المتحدة، ١٩٩٧ب). وسوف تقتصر مناقشة الموضوع هنا على العناصر الرئيسية لتعريف البيانات الفوقية في هذه المعايير.

٣-١٦٣- تتكون معايير المحتوى للبيانات الفوقية الجغرافية المكانية الرقمية (CSDGM) من سبعة أقسام رئيسية، ويمكن تصورها كجدول جاهز لقاعدة بيانات مقسَّم إلى حقول تصف الجوانـب المختلفة لمجموعة بيانات مكانية. وتحتوي بعـض الحقول على مجموعة من الرموز أو الخصائص محددة سـلفاً، ولكن الكثير من العناصر هي حقول نصية يصف فيها منتج البيانات خصائص قاعدة البيانات مثل الجودة أو معلومات عن الروابط بين البيانات. وتعتبر أهم العناصر إلزاميـة ويجب إدخالهـا في كل مجموعة من البيانات. وهذه المجموعـة الإلزامية من الحقول هي نقطـة انطلاق جيدة لتحديد جدول جاهز للمعلومات الفوقيـة لمنظمة التعداد. ويتصف البعض الآخر من العناصر بأنه "إلزامي عند الاقتضاء" وإلاّ يوصف بأنه "اختياري".

٣-١٦٤- وفيما يلي أهم عناصر المعيار القياسي:

- **معلومات التعريف**، بما في ذلك عنوان مجموعة البيانات: المنطقة المغطاة، والكلمات الرئيسية، والغرض، والخلاصة، وضوابط الدخول إلى البيانات واستخدامها.
- **معلومـات عن نوعية البيانات**، مثل تقييم الدقة الأفقية والرأسـية، والاتسـاق المنطقـي، والدقـة الدلاليـة، والمعلومات الزمنيـة، واكتمال مجموعـة البيانات وروابطها. وتشـمل الروابط مصادر المعلومات المسـتخدمة في إنتاج مجموعة البيانات، وخطوات التجهيز والمنتجات الوسيطة.
- **معلومـات عن تنظيم البيانات المكانية**، وتشـير إلى الطريقـة التي يتم بها تخزيـن البيانات، مثـل النقاط، وخطوط المسـح، والمتّجهـات، ومعلومات عن تقسيم صحائف الخرائط الرقمية إلى بلاطات.
- **معلومات المرجعية المكانية**، وتشـمل إسـقاط الخريطـة وجميع المعلَمات التي تحدد نظام الإحداثيات.

- **معلومات الكيان والخصائص**، وهى تحتوى على تعاريف مفصلة لخصائص مجموعة البيانات، بما فيها أنواع خصائص البيانات، والقيم المسموح بها، والتعاريف. وهذه إلى حد كبير هي نفس المعلومات الواردة في معجم البيانات، الذي يرد وصفه في الفقرة ٣ - ١٢٧ أعلاه.
- **معلومات التوزيع**، وتشمل موزِّع البيانات ونسق ملف البيانات، وأنواع الوسائط غير المباشرة، والربط الإلكتروني للبيانات على الشبكة، والرسوم الواجب دفعها وكيفية طلب البيانات.
- **المعلومات المرجعية للبيانات الفوقية**، وهى توفر معلومات عن البيانات الفوقية ذاتها، والأهم في ذلك هو بيانات الشخص الذي وضع البيانات الفوقية ومتى وُضعت.

٣-١٦٥- وبالإضافة إلى الأقسام السبعة الرئيسية، يشمل معيار المحتوى عناصر أساسية بدرجة أقل، كثيراً ما يشار إلى مرجعيتها في الفروع الرئيسية. وبدلاً من تكرار هذه العناصر مرات عديدة، فإنها تحتاج إلى تخزينها في مكان واحد. والأقسام الثلاثة الأقل أساسية هي ما يلي:

- **معلومات الاقتباس**، وهى تضمن اتساق الإشارة إلى مصدر المعلومات، والعنوان، وتاريخ النشر، والناشر.
- **معلومات الفترة الزمنية**، سواء كانت تاريخاً واحداً أو تواريخ متعددة أو مدى زمنياً بين تاريخين.
- **معلومات الاتصال**، مثل الشخص الذي يمكن الاتصال به و/أو المنظمة، والعنوان ورقم الهاتف والبريد الإلكتروني.

٣-١٦٦- ومن مزايا توحيد نسق معلومات البيانات الفوقية بين الحكومة وغيرها من منتجي البيانات أنه يمكن تطوير أنظمة عامة لإدارة البيانات الفوقية واستخدامها. فعلى سبيل المثال، توجد مجموعة من الأدوات لإدارة معايير المحتوى للبيانات الفوقية الجغرافية المكانية الرقمية (CSDGM)، تشتمل على نماذج لإدخال البيانات في نسق نصي أو نسق قاعدة بيانات أو نسق حاسوبي (عن طريق الإنترنت أو الإنترانت)، وعلى أجهزة لقراءة البيانات الفوقية يمكن أن تستخدمها المكتبات أو نُظم توزيع البيانات على الإنترنت. كما أضاف بائعو البرمجيات التجارية إلى برمجياتهم أدوات توثيق لتسهيل تطوير البيانات الفوقية في نسق CSDGM.

٣-١٦٧- ويعتبر تحديد إطار جاهز للبيانات الفوقية التي تستخدم لمشروع إعداد خرائط التعداد جانباً واحداً من جوانب إدارة البيانات الفوقية. أما الجانب الآخر فهو تنفيذ إجراءات صيانة البيانات الفوقية. ويجب أن تقرر منظمة التعداد متى يتم إدخال البيانات الفوقية ومن يقوم بإدخالها وفي أي نسق يتم تخزينها – نماذج ورقية أو ملفات رقمية - ومن الذي يشرف على مدى اكتمال البيانات ودقتها وقابليتها للاستخدام. وينبغي أن يرافق وضع البيانات الفوقية كل خطوة من خطوات إنشاء قاعدة البيانات، كما ينبغي ألاّ يعتبر مجرد خطوة توثيق نهائية. وكذلك ينبغي لصالح مستعملي المستقبل أو مستعملي البيانات من الخارج أن تُعتبر البيانات الفوقية بمثل أهمية قواعد البيانات المكانية ذاتها.

زاي - موجز واستنتاجات

٣-١٦٨- يعـرض الفصل الثالث المحتوى التقني، خطوة بخطوة، لعملية تجميع البيانات الرقمية على مسـتوى منطقة العدّ، بما في ذلك أساسيات قاعدة البيانات الجغرافية وآليات إدخال البيانات، والترميز الجغرافي، وترسيم مناطق العدّ.

٣-١٦٩- وبانتهـاء هذه المرحلة التنفيذية، تكـون الوكالة الوطنية للإحصاءات قد أنجزت تغطية شـاملة ومتينة لمناطق العدّ على أسـاس التعداد السـابق، جاهزة للتحديث الميداني. وعند نقطة معينة، يكون المكتب الوطني للتعداد قد أدى أقصى ما في إمكانه تقريباً في داخل المكتب وهو بحاجة إلى الخروج إلى الميدان.

٣-١٧٠- وتبقـى مهمة نهائية هي توفـير الدعم لقرار إنتاج قاعدة بيانات على مسـتوى مناطق العدّ من أجل العمليات الشـاملة لإجراء التعداد. وهذا مما يجعل التعداد أكثر دقة، ويوفر مدخـلات أفضـل بكثير للتحليل والنـشر اللاحق، كما يدعـم نتائج ما بعد نشر بيانـات التعداد، وخاصة بالنسبة للتطبيقات الإنسانية (على سبيل المثال، التأهب لمواجهة الكوارث وإدارتها)، وهو ما سيتناوله الفصل السادس.

الفصل الرابع

تكامل العمل الميداني باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع وبيانات الاستشعار من بُعْد

٤-١- تتواصل في هـذا الفصل عملية بناء قاعدة بيانـات جغرافية خطوة بخطوة على مسـتوى مناطق العدّ، وهي العملية التي عرضت في الفصل الثالث. ويهمنا في هذه العملية إبراز أهمية الأدوات ومصادر البيانات الجديدة التي صارت ممكنة بفضل تكنولوجيا السـواتل - وهى عـلى وجه التحديـد: النظام العالمي لتحديد المواقع، والاستشـعار من بُعد (بمـا في ذلك التصوير الجوي) - وسنتطرق مباشرة إلى الوسائل الجديدة ومصادر البيانات الجديدة.

٤-٢- والموضوع الرئيسي للفصل الرابع هو اسـتخدام النظـام العالمي لتحديد المواقع والاستشـعار من بُعد في تحديد مناطق العدّ. والدافع الرئيـسي وراء ذلك هو التحقق الميداني من صحة حدود مناطق العدّ التي يتم إنشاؤها في مختبرات نُظم المعلومات الجغرافية بالمكتب الوطني للإحصاء من خرائط تعداد سابق. وإذا لم تكن الخرائط الدقيقة متاحة، تُتّخذ هذه التكنولوجيات أساساً لتحديد مناطق العدّ في المكتب الرئيسي للتعداد قبل القيام بالعمل الميداني لإكمالها والتحقق من صحتها. وبفضل بيانات الاستشعار من بُعد، يمكن للمحلّلين الجغرافيين تحديد المناطق التي هي في أشد الحاجة إلى تحديث وتمييزها عن المناطق التي تتطلب حداً أدنى من التحديث. ويعرض الفصل بعض أساسـيات النظـام العالمي لتحديد المواقع، بالإضافة إلى بعـض المبادئ التوجيهية لاستخدام بيانات النظام العالمي لتحديد المواقع في التعداد (بما في ذلك بعض الأمثلة على استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع في تحديد مناطق العدّ والحدود الإدارية ومواقع الوحدات السـكنية ومناطق السـكن الجماعي)، واسـتخراج المعالِـم الأخرى. وتغطي موضوعات الفصل الحوسـبة النقالة وأجهزة الحاسوب المحمولة باليد، وتتناول الاستشعار من بُعد، عن طريق الصور الساتلية وعن طريق التصوير الجوي، وتعرض بعض الأساسـيات والمبادئ الإرشـادية لاستخدام المكاتب الوطنية للإحصاءات.

٤-٣- ومـن الناحيـة المثاليـة، ينبغي في هـذه المرحلة مـن العملية أن تكـون الوكالة الإحصائية قد قامت بالمسح الضوئي لخرائط مناطق العدّ من التعداد السابق وحولتها إلى قاعدة بيانـات جغرافيـة رقمية لمناطق العدّ. ورغـم أن قاعدة البيانات قد اسـتهلكت وقتاً طويلاً فإنها تبـدو، مـن حيث الفعالية، مجرد مسـوَّدة، حيث إن خرائط منطقة العـدّ التي جرى تحديدها في المكتـب الرئيسي للتعداد لم يتم تحديثها في الميدان بعد. وتتوقف درجة التعاون في هذا الجهد بين المقار الرئيسية والمكاتب الميدانية للتعداد على مستوى المركزية في عمليات التعداد، فضلاً عن بنية الاتصالات وإمكانيات الوصول إلى مختلف المناطق في البلد. ويفترض هذا الدليل أن تتكامل أعمال المقار الرئيسية والعمليات الميدانية من خلال العمليات التي تجري في الميدان وتبادل البيانات.

٤-٤- وعموماً فإن الهدف النهائي للرقمنة الجغرافية هو تسخير التكنولوجيات الجديدة لعمل خرائط أفضل بسرعة أكبر، وتحسين جودة بيانات التعداد بشكل شامل. ومرة أخرى، يظل تركيزنا على الأوضاع الخاصة للبلاد، مع إيلاء الاهتمام لكيفية تقسيم الأراضي إلى أقاليم إدارية، ومناطق عدّ تستخدمها الوكالة الإحصائية للتعداد. ومن خلال دمج الصور الساتلية يمكن للمحلّلين ومخططي التعداد تحديد المناطق التي تتطلب مزيداً من العمل الميداني، وذلك، على سبيل المثال، للتوصل إلى تفسير لأسباب أي نمو جديد في المناطق المحيطة بالمدن. ومن المنطقي لأغراض التخطيط والأغراض اللوجستية تحديد هذه المناطق ذات الأولوية في وقت مبكر، للتعرف على مناطق التغير السريع منذ آخر تعداد للسكان والتركيز عليها. هذا هو ما يعنيه نهج "كشف التغيير"، الذي يمكن أن يتم بأقصى فعالية بالاستفادة بشكل متكامل من البيانات الميدانية والمختبرية وبيانات الاستشعار من بُعد.

٤-٥- ويُعرَّف الاستشعار من بُعد بأنه استخدام تقنيات التقاط الصور باستعمال جهاز استشعار بهدف جمع معلومات عن منطقة معينة أو موضوع معين. والاستشعار من بُعد هو أداة قوية لكي "ترى" المشهد الطبيعي لمنطقة التعداد على نحو يمكن أن يحسّن من دقة العدّ بشكل كبير، ومن المحتمل أيضاً أن يكون استثماراً كبيراً للمكاتب الإحصائية الوطنية. وليس الاستشعار من بُعد مجرد وسيلة لتحسين الخرائط الميدانية، بل إن من الأفضل استخدامه، في الواقع، بالاقتران مع المصادر الأخرى للبيانات، مثل الخرائط الميدانية وأوصاف الحدود ومناطق العدّ من التعدادات السابقة. ولأن الاستشعار من بُعد هو استثمار كبير فإن من الضروري للمكاتب الإحصائية الوطنية أن تقرر خططها بعناية قبل الالتزام بالحصول على صور الاستشعار من بُعد وبالتدريب. وتحدد هذه الخطط تحليلات البيانات والمنتجات مسبقاً، بحيث لا ينتج المكتب الوطني للإحصاءات بيانات دخيلة أو عديمة الفائدة للجمهور. وهذا أمر بالغ الأهمية بشكل خاص حتى لا يُنظر إلى التكنولوجيا باعتبارها إضافة مكلفة وليست وسيلة لتحقيق غاية. وبعد أن يقرر المكتب الوطني للإحصاءات مسألة الاستخدام المحدد للبيانات، فعندئذ فقط يمكن تقييم الآثار من حيث الموارد، وخاصة الموارد البشرية.

ألف - النظام العالمي لتحديد المواقع

٤-٦- كانت أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع في البداية مجرد مبتكرات جذابة، ولكنها في الواقع أحدثت ثورة في الملاحة إلى درجة جعلت استعمالها أمراً شائعاً. ولقد أحدث استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع في السنوات الأخيرة تحولاً في رسم الخرائط الميدانية للتعداد. فعن طريق تسجيل خطوط العرض والطول في نسق سهل الاستخدام يمكن للنظام العالمي لتحديد المواقع إضافة الموقع إلى أي تطبيق بسهولة بالغة. ولأن أسعار أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع قد هبطت – إذ بالإمكان شراء نموذج يمكن الاعتماد عليه بأقل من ١٠٠ دولار – فقد تم إدماج التكنولوجيا في مجالات عديدة، واكتسبت استخداماً شخصياً على نطاق واسع، ومكاسب كبيرة في السوق الاستهلاكية للسيارات والقوارب وقطاع التشييد ومعدات المزارع، وجرى تضمينها في الحواسيب المحمولة باليد وأجهزة الحاسب المحمول. أما أكبر المجموعات المهنية من المستخدمين لها فهم العاملون في مجالات إدارة المرافق والاتصالات والمساحة والملاحة. ولا يمكن إغفال دور النظام العالمي لتحديد المواقع في البحوث الميدانية المتطورة في مجالات مثل علم الأحياء، والغابات، والجيولوجيا، ووجدت كذلك تطبيقات متزايدة له

في مجال علم الأوبئة والدراسات السكانية. وسوف يصبح استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع أداة رئيسية في تطبيقات رسم خرائط التعداد.

٤-٧- ويشير معظم النقاش إلى نظام الولايات المتحدة الذي يشار إليه باسم النظام العالمي لتحديد المواقع، وهو النظام الأكثر استخداماً، والذي نشأت من أجله سوق تجارية ضخمة لمصنِّعي أجهزة الاستقبال وشركات خدمات المساحة. وقد دخلت من فترة قريبة نُظم أخرى لتحديد المواقع بالسواتل، بما فيها منظومة جلوناس الروسية، ونظام جاليليو للاتحاد الأوروبي، ونظام بيدو الصينى، وهي نُظم تتناولها الفقرات التالية.

١ - كيف يعمل النظام العالمي لتحديد المواقع

٤-٨- النظام العالمي لتحديد المواقع هو نظام لاسلكي للملاحة في جميع أنحاء العالم باستخدام سواتل في مدارات حول الأرض. وتقوم أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع بجمع الإشارات المرسلة من مجموعة عددها ٢٤ من السواتل- ٢١ منها سواتل فاعلة و٣ سواتل احتياطية - ومحطاتها الأرضية. وهذا النظام الذي يطلق عليه اسم نافستار (NAVSTAR) تقوم بالإنفاق عليه وصيانته وزارة الدفاع بالولايات المتحدة الأمريكية. وتدور السواتل حول الأرض في ستة مستويات مدارية على ارتفاع حوالي ٢٠ ٠٠٠ كيلومتر. وفي أي وقت من الأوقات توجد ٥ إلى ٨ من سواتل النظام العالمي لتحديد المواقع داخل "مجال الرؤية" لأجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع على سطح الأرض.

٤-٩- ويتحدد موقع جهاز استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع على سطح الأرض بقياس المسافة من عدة سواتل، بأبعاد ثلاثية (س، ص، ع). ويُصدر كل من ساتل النظام العالمي لتحديد المواقع وجهاز الاستقبال إشارة متزامنة بدقة (باستخدام ما يسمى الشفرة شبه العشوائية). ويتحقق التزامن بفضل ساعات دقيقة جداً على الساتل وفي داخل جهاز الاستقبال. ويقيس جهاز الاستقبال الفارق الزمني بين الإشارة الداخلية والإشارة الواردة من الساتل. والفارق الزمني هو الوقت الذي تستغرقه الإشارة للسفر من الساتل إلى جهاز الاستقبال. وحيث إن الإشارة تسافر بسرعة الضوء (٣٣٨ ٢٩٩ كم/ثانية)، فإنه يمكن ببساطة ضرب فارق تأخر الوقت في سرعة الضوء للحصول على المسافة.

٤-١٠- وبمجرد معرفة المسافة من عدة سواتل، يمكن تحديد الموقع بطريقة حساب المثلثات في المساحة. وإذا حصلنا على قياس المسافة من ساتل ثان، يمكننا حصر موقعنا بين النقطتين اللتين تتقاطع عندهما الدائرتان. ولتأكيد موقعنا على وجه الدقة، فإننا بحاجة إلى تحديد المسافة من ساتل ثالث. وتتقاطع دوائر المسافة حول السواتل الثلاثة في نقطة واحدة فقط، وهى موقعنا الحقيقي. وبطبيعة الحال، فإننا في الواقع نعيش في عالم ثلاثي الأبعاد. أما إذا تم القياس على أساس مسافة ساتل واحد فقط، فيمكن أن نكون في أي مكان على دائرة محيط الساتل. أما مع قياسين للمسافة، فإننا يمكن أن نكون في أي مكان على الدائرة التي يشكلها تقاطع هذين المجالين. وأخيراً، فإن المجال المحيط بساتل ثالث يتقاطع مع هذه الدائرة في موقعين. ومرة أخرى فإن واحداً من هذه المواقع فقط هو في العادة الموقع الفعلي. ومع ذلك، فإنه لتحسين تقدير الموقع يؤخذ قياس رابع. ويساعد القياس الرابع أيضاً على تصحيح أي عدم دقة في ساعة جهاز الاستقبال الداخلية. وفي المقابل فإن ساعة الساتل الذرية فائقة الدقة.

٢ - دقة النظام العالمي لتحديد المواقع

٤-١١- يمكن لأجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع غير المكلفة أن توفر بصورة معقولة معلومات دقيقة عن خطوط العرض والطول والارتفاع لموقع المستخدِم في أي مكان في العالم وفي أي وقت. ووفقاً لمعظم بائعي أجهزة الاستقبال المنخفضة التكلفة "المستقلة" يكون الموقع المسّجل في العادة دقيقاً إلى حوالي ١٥ - ٢٠ متراً للتطبيقات المدنية. أما معلومات الارتفاع فهي إلى حد ما أقل موثوقية من خطوط الطول والعرض.

٤-١٢- وتتأثر الدقة بعدة عوامل، أحدها هو عدد ومواقع السواتل. ومن الناحية المثالية، تكون هذه السواتل موزعة في الفضاء بشكل يتيح أفضل الحسابات الهندسية. ويشير تمييع الدقة الموقعية إلى انتشار السواتل في السماء، ويمكن حسابه كعدد كمي. وثمة عامل آخر يؤثر على جودة الإشارة وهو أشكال عدم الانتظام المدارى. وهذه يمكن فهمها من خلال جداول التقويم الفلكي. والتأثير القمري عامل آخر، كما هو الحال مع الاضطرابات الجوية التي تعدل الإشارة وهي تنتقل عبر الأثير. ويتسبب "الخطأ الناتج عن تعدد المسارات" عن تناثر الإشارات التي تصدر من المباني أو غيرها من الأجسام الصلبة. وتمثل هذه الأخطاء بشكل أو بآخر الضجيج العشوائي - أي التذبذبات العشوائية للموقع على المدى القصير. وحتى عام ٢٠٠٠، كان أكبر مصدر للخطأ هو الإتاحة الانتقائية، التي كانت وزارة دفاع الولايات المتحدة تنفذها للحد من الدقة في الإشارة. وعلى الرغم من توقف الإتاحة الانتقائية منذ ذلك التاريخ، فإنه يمكن إعادتها في أوقات الحرب.

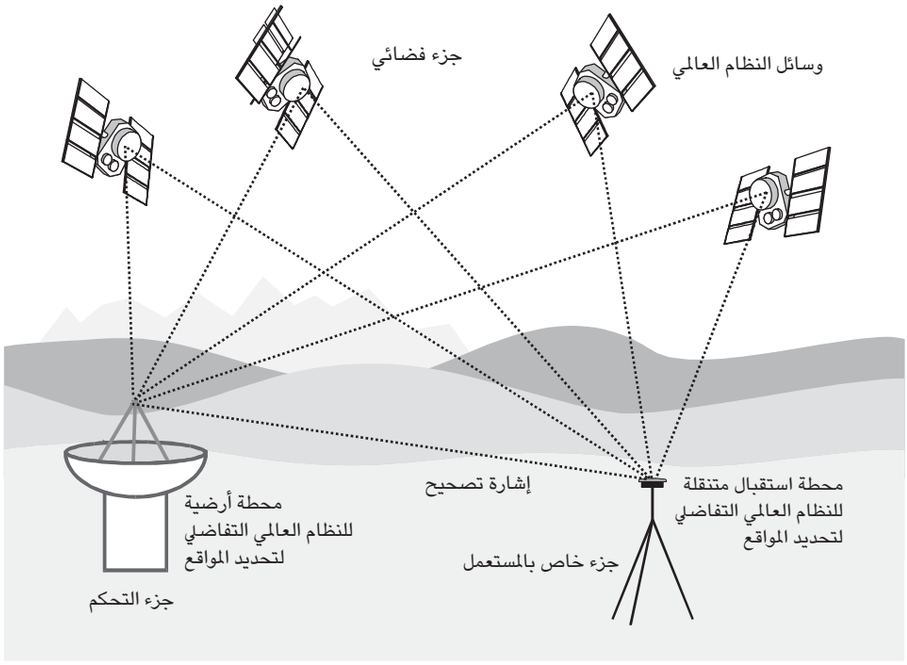
٤-١٣- ولا يفيد تكرار قراءات إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع بالضرورة في تحسين تقديرات الإحداثيات. وللحصول على مواقع أكثر دقة، يحتاج المرء إلى استخراج متوسط قراءات الإحداثيات على مدى فترة زمنية طويلة جداً - أي أكثر من ٢٤ ساعة. وفي الواقع، توجد الآن خيارات أفضل متاحة لتحسين إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع.

٣ - النُظم التفاضلية لتحديد المواقع

٤-١٤- بالنسبة للتطبيقات التي تتطلب درجة أعلى من الدقة، تستخدم النُظم التفاضلية العالمية لتحديد المواقع (DGPS) معلومات تصويب مرسلة من محطة قاعدية ذات إحداثيات معروفة على وجه الدقة لتصحيح الإشارات الساتلية (انظر الشكل ٤ - ١). وتتزايد شعبية هذه النُظم، كما أنها أصبحت سهلة المنال. ويتطلب النظام التفاضلي تعاون اثنين من أجهزة الاستقبال، يكون أحدهما ثابتاً والآخر متنقلاً. وتتعرض الإشارات التي تتلقاها المحطة القاعدية والوحدة المتنقلة لنفس الأخطاء. ويقيس جهاز استقبال المحطة القاعدية أخطاء التوقيت، ثم يقدم معلومات التصحيح للوحدات المتنقلة. وتتلقى المحطة المرجعية نفس إشارات النظام العالمي لتحديد المواقع، ثم تحسب أوقات سفر الإشارات وتقارنها بما هي عليه في الحقيقة وتنتج مُعامل تصحيح الخطأ. وتعتمد الدقة التي يمكن تحقيقها مع هذه النُظم على النظام وإجراءات جمع الإحداثيات. ويمكن أن تتحقق دِقَّة حتى مسافة مترين مع أجهزة ذات أسعار معقولة جداً وفى فترات ملاحظة أقصر، مع نتائج أفضل في الأوضاع الثابتة. ويمكن للنُظم الأكثر تكلفة والتي تقوم بجمع البيانات لمدة أطول لكل قراءة إحداثيات أن تحقق دقة تصل إلى مسافة تقل عن متر واحد.

الشكل ٤ - ١

النُظم التفاضلية لتحديد المواقع



٤-١٥- وهنـاك عدد من الخيارات لتنفيـذ تصويبات النظام العالمـي لتحديد المواقع في الوقـت الحقيقي. فالكثير من الوكالات الحكومية في كثير مـن البلدان يقوم الآن بتركيب محطات قاعديـة للأنظمـة العالميـة التفاضلية تبـث معلومات التصويب باسـتمرار. وعادة مـا تقع هذه المحطـات بالقرب من المناطق السـاحلية حيـث تقوم بدعم الملاحـة في البحر. وأحيانـاً ما تقوم بإنشـاء محطات قاعدية غير مكلفة نسـبياً جماعات من العاملين في مجال الزراعة الدقيقة مثلاً، كما أن بعض الوحدات المحمولة الراقية للنظام العالمي لتحديد المواقع يمكن تحويلها إلى محطات قاعديـة للأنظمة التفاضلية لتذيع معلومات التصويب، وهى تسـتخدم الإنترنت بشـكل متزايد. ويحتاج المسـتخدم لإيجاد مـكان معروف على وجه التحديد في المناطـق المجاورة، وعندها يكون رسـم الخرائط بدقة ممكناً. وأخيراً، فإن معلومات التصويب يجري بثها عن طريق السواتل ذات المدار الثابت بالنسبة للأرض، كما هو الحال بالنسبة للملاحة الجوية.

٤-١٦- وإذا كانـت بيانات الوقـت الحقيقي غير ضرورية، فقد يكـون التجهيز اللاحق لإحداثيـات النظام العالمـي لتحديد المواقع خياراً مفيداً وأقل تعقيداً. وهنا، يمكن للمسـتخدم أن يجمع الإحداثيات بواسطة جهاز استقبال عادي للنظام GPS. ويُسجل في ذاكرة جهاز الاستقبال بالنسبة لكل إحداثية الوقت والساتل المستخدم. ويمكن لمستعمل البيانات عندما يعود إلى المكتب تحميـل معلومات التصويب اللازمة عن تلك الفترة الزمنيـة وتطبيق معامِلات التصويب على كل الإحداثيات التي جُمعت. وتتاح ملفات بيانات التصويب من عدد من المصادر التجارية أو العامة في كثـير من بلـدان العالم. وحيثما لا تكون هـذه المعلومات متاحة من مصـادر ثانوية يمكن أن تُقام محطة قاعدية في موقع مركزي. ويمكن، على سبيل المثال، إقامة محطة قاعدية في العاصمة للنظـام التفاضلي لدعم رسـم خرائط التعداد، بحيث يمكن في زمن لاحـق إعادة تصويب بيانات

الإحداثيات التي يتم جمعها في الميدان باستخدام أجهزة استقبال عادية غير مكلفة. وفي الدول الكبيرة يحتاج الأمر إلى إنشاء أعداد مضاعفة من المحطات القاعدية.

٤-١٧- وجدير بالذكر أن بعض الأنظمة الوطنية الجديدة تستفيد من تكنولوجيا السواتل والاتصالات الجديدة عبر الإنترنت، ومنها نظام تعزيز المنطقة الواسعة WASS، وهو نظام DGPS قاري أسسته إدارة الطيران الفيدرالية بالولايات المتحدة. ويشمل ذلك ساتلاً ثابتاً بالنسبة للأرض (المصطلح يشير إلى الموقع الثابت للساتل، في مقابل الساتل المتحرك في مدار) يبث معلومات التصويب على تردد النظام العالمي لتحديد المواقع، وذلك باستخدام ٢٤ محطة تعمل في الولايات المتحدة. وهذه المحطات المرجعية التي تعمل باستمرار (CORSs) قد صُممت أيضاً لمجال لطيران ولكن لها العديد من التطبيقات الأخرى. ويوفر كل موقع قياسات لنظام GPS، مما يسمح بتصويب الأخطاء ويمكّن من تحديد المواقع بدقة تقارب بضعة سنتيمترات. وكانت هذه الخدمة، في وقت نشر هذا الدليل، متاحة فقط في أمريكا الشمالية، ولكن قد يتاح في القريب العاجل (وقت إعداد هذه الطبعة)، نظام مماثل لأفريقيا.

٤-١٨- وتطور حكومات في مناطق أخرى سواتل تقوم على نُظم تفاضلية مماثلة. ففي آسيا، يطور اليابانيون نظام تعزيز ساتلي متعدد الوظائف سيعمل في مختلف أنحاء آسيا بدقة تصل إلى ثلاثة أمتار. كما أن لأوروبا خدمة إجنوس EGNOS، أو الخدمة الأوروبية لتقوية الملاحة بالسواتل الثابتة، وتتألف من ثلاثة سواتل ثابتة بالنسبة للأرض، وشبكة عددها ٣٤ من المحطات الأرضية. وقد بدأت خدمة EGNOS في عام ٢٠٠٥، وصدرت شهادة اعتمادها في عام ٢٠٠٨ باعتبار أن دقة خدمتها تصل إلى أقل من مترين. وتشمل منطقة الخدمة أفريقيا وأمريكا الجنوبية.

٤ - نُظم ملاحة ساتلية عالمية أخرى

٤-١٩- توجد عدة بدائل لنظام الولايات المتحدة العالمي لتحديد المواقع NAVSTAR GPS. والمصطلح الأكثر عمومية لمثل هذه النُظم هو نُظم الملاحة العالمية GNS. والنظام الروسي المقابل للنظام العالمي لتحديد المواقع هو نظام جلوناس GLONASS الذي تديره وزارة الدفاع في الاتحاد الروسي. وقد أكملت جلوناس منظومتها الكوكبية، التي بدأت في عام ١٩٧٦، في عام ١٩٩٥ لكنها سقطت بفعل عدم الإصلاح أو الترميم، إلاّ سبعة سواتل فقط ظلت في المدار في عام ٢٠٠٧. وتخطط وكالة الفضاء الروسية لإعادة الانتشار الكامل لجلوناس قبل عام ٢٠١١، بعدد ٢٤ من السواتل. وسوف تشهد اتفاقية تعاون مع حكومة الهند إطلاق ساتلين من الأراضي الهندية في مقابل الحصول على إشارات عالية الدقة.

٤-٢٠- ويجري حالياً إنشاء نظام جاليليو Galileo للاتحاد الأوروبي من جانب الاتحاد الأوروبي ووكالة الفضاء الأوروبية، لكي يبلغ المشروع مرحلة التشغيل الكامل بحلول عام ٢٠١٣. وسوف يضم جاليليو مجموعة من ٣٠ ساتلاً تُطلق بين عامي ٢٠٠٦ و٢٠١٠، واثنتين من المحطات الأرضية في ميونيخ وروما. وسيكون أحد التحسينات على نظام الولايات المتحدة العالمي لتحديد المواقع GPS هو إدراج "رسالة سلامة"، تبلغ المستخدِم على الفور بأخطاء الإشارات، ومن التحسينات الأخرى أن جاليليو سوف يعمل في أقصى خطوط العرض. وسيتم تشغيل جاليليو بشكل مترابط مع نظام الولايات المتحدة العالمي لتحديد المواقع على مستوى المستعملين.

٤-٢١- وسوف يكون لنظام بيدو (Beidou) الذي اقترحته الصين مؤخراً ٣٥ ساتلاً، من بينها خمسة سواتل ثابتة بالنسبة للأرض و٣٠ ساتلاً في المدار. وسيتم عرض خدمة مجانية

بدقة ١٠ أمتار للموجودين في الصين؛ أما المشتركون من الخارج فسيحصلون على خدمة أكثر دقة لقاء رسوم. وقد أُطلق ساتلان إضافيان في منظومة Beidou II في عام ٢٠٠٧.

٤-٢٢- وتختلف أسعار وقدرات أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع المتاحة تجارياً، وتبين المواصفات التقنية مدى الدقة التي يمكن تحقيقها في تحديد المواقع. وكلما ازداد جهاز الاستقبال قوة، زاد سعره. ومستعمل النظام هو الذي يحدد ما إذا كانت الدقة الإضافية تساوي التكلفة الإضافية. وفي كثير من تطبيقات رسم الخرائط تكفي دقة الأجهزة القياسية العادية تماماً. وتختلف أجهزة الاستقبال أيضاً من حيث سهولة الاستعمال وقدرات التتبع المفيدة في الملاحة - ويمكن للعديد من أجهزة الاستقبال الآن رسم الخرائط - وكذلك من حيث مساقط الخريطة ونُظم المرجعية الجغرافية المدعومة. والاعتبارات الإضافية في اختيار أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع هي قوة تحمّل الجهاز، واستهلاك الطاقة (بما أن البطاريات مكلفة فإن استعمال محولات الطاقة التي تستخدم في السيارات مفيدة)، وسعة تخزين الإحداثيات، وسهولة نقل الإحداثيات المختزنة إلى جهاز الحاسوب المحمول أو المكتبي.

٤-٢٣- ويعرض معظم البائعين منتجات متكاملة تجمع بين جهاز استقبال وجهاز حاسوب صغير أو محمول باليد، بحيث يمكن رسم الإحداثيات الملتقطة على الشاشة مباشرة إما بمفردها أو على خريطة قاعدة رقمية. وسوف نتناول هذه التكنولوجيات أدناه، هي وأنظمة رسم الخرائط الميدانية المتكاملة.

٥ - النظام العالمي لتحديد المواقع في تطبيقات رسم خرائط التعداد

٤-٢٤- تقدم تكنولوجيا النظام العالمي لتحديد المواقع العديد من التطبيقات في أنشطة رسم الخرائط، بما في ذلك إعداد وتصويب خرائط العدّادين لأنشطة التعداد. وكما ذُكر أعلاه، لا بد من التأكيد على أهمية إدماج استخدام التكنولوجيا الجديدة في خطة جامعة قوية مفصلة. ومن الممكن باستخدام نظام DGPS تصويب المواقع الجغرافية لحدود مناطق العدّ، وتحديد معالِم النقاط، مثل مرافق الخدمات أو مراكز القرى، بطريقة فعّالة من حيث التكاليف. ويمكن تحميل الإحداثيات أو إدخالها يدوياً في نظام المعلومات الجغرافية أو أي نظام آخر لرسم الخرائط الرقمية أو غير ذلك، حيث يمكن الجمع بينها وبين معلومات أخرى ذات مرجعية جغرافية. وترد أدناه بعض المبادئ التوجيهية لتحديد مناطق العدّ في الميدان، تليها أمثلة لعمليات من عمليات التعداد يمكنها الاستفادة من النظام العالمي لتحديد المواقع (للمزيد من المعلومات حول تحديد مناطق العدّ، انظر الفصل الثالث).

٤-٢٥- وكما هو معروف، فإن منطقة العدّ هي الوحدة الجغرافية التشغيلية لجمع بيانات التعداد. ويمكن أن تستخدم أيضاً بوصفها وحدة لنشر بيانات التعداد، لكنها في الأساس وحدات لجمع البيانات. ومن سمات مناطق العدّ تغطيتها الشاملة لأراضي البلد، وهي مصمّمة لتمثيل مناطق "متساوية في حجم السكان". وهي تَستخدم معالِم كالطُرق والمسطحات المائية لتكون حدوداً يمكن ملاحظتها على أرض الواقع. وباستخدام بيانات الاستشعار من بُعد، بالإضافة إلى خرائط التعداد السابق، يمكن توفير ساعات عمل لا حصر لها، ويمكن إبقاء التدقيق الميداني في أدنى الحدود، كما يمكن إعادة توجيه الموارد لمعالجة احتياجات المناطق السريعة التغير.

٤-٢٦- ويجب عند تحديد مناطق العدّ، أن يفهم ممثلو التعداد أن الحجم المثالي لمنطقة العدّ يشمل الحجم المساحي وحجم السكان الذين تضمهم المنطقة. وتمثل منطقة العدّ مساحة الأرض التي يستطيع عدّاد واحد أن يغطيها خلال فترة جمع بيانات التعداد. ويجب تحديد

العدد الأقصى للسكان في منطقة العدّ على أساس الخطة التي يضعها المكتب الوطني للإحصاء، باستخدام نتائج الاختبار السابق على التعداد لتحديد عدد الأيام اللازمة للتعداد.

٤-٢٧- وتمثل التقديرات السكانية أهم عنصر في تحديد منطقة العدّ. وحيث إن مناطق العدّ تقوم على أساس المساحة وعدد السكان، فينبغي وضع نظام لتقدير عدد السكان في كل منطقة عدّ يتوخى الحصول منها على أدق التقديرات في حدود الموارد المتاحة، ذلك أن عدم الحصول على تقديرات جيدة لسكان منطقة العدّ مسبقاً سوف يعيق العدّ ويؤثر سلبياً على نوعية النتائج.

٤-٢٨- ويمكن الحصول على التقديرات السكانية لمناطق العدّ من خلال التعاون مع المسؤولين المحليين. وعلى الرغم من أن وحدات مناطق العدّ نفسها قد تكون غير مألوفة، فإن بإمكان المسؤولين المحليين في المناطق الريفية تقدير حجم النجوع والقرى. وفي بعض الأحيان تكون تقديرات الوحدات السكنية أسهل من التقديرات السكانية للمساحات الصغيرة من الأراضي. وإذا تعذّر الحصول على مشاركة المسؤولين المحليين، يمكن أن تتم التقديرات بواسطة موظفي المكتب الوطني للإحصاء في زيارات ميدانية أو من خلال استخدام المعلومات الموجودة مثل الصور الجوية أو صور السواتل أو خرائط الطُرق السريعة أو خرائط التخطيط أو السجلّات الإدارية لدفاتر تسجيل السكان، أو سجلّات شركات المرافق، أو من نتائج التعداد السابق. وفي الحالة الأخيرة، قد يتعين تسوية الأعداد لتعكس النمو السكاني في المنطقة.

٤-٢٩- ويستند تحديد المبادئ التوجيهية لتحديد مناطق العدّ إلى الهدف الأسمى المتمثل في التغطية الكاملة، مما يعني أن تقل التداخلات والثغرات إلى أدنى حد ممكن. وعادة ما يُسلط الضوء على رمز خاص، مثل الخط المتعرج، لأجل وضوح الرؤية. وتتبع حدود مناطق العدّ معالم بارزة مثل الطُرق والجداول والبحيرات وخطوط السكك الحديدية التي يمكن رؤيتها جميعاً على الخريطة وعلى أرض الواقع. وتُعتبر بعض الملامح الطبيعية حدوداً رديئة، مثل حواف المناطق المزروعة والغابات، ولا يجب أن تُستخدم إلاّ في حال عدم وجود أي شيء بارز آخر. ويمكن استخدام خطوط موازية "خطوط الزيجان" للإشارة إلى ضرورة بيان الوحدات السكنية على جانبي الطريق.

٤-٣٠- و ينبغي أن يوازن التحديد العام لمناطق العدّ بين حجم السكان ومساحة الأرض وسهولة التنقل. فإذا كانت ظروف التنقل تتطلب من العدّاد قضاء قدر غير متناسب من الوقت متنقلاً بين الوحدات السكنية، فيجب تقليل حجم منطقة العدّ . ويمكن أن تكون المعالِم الطبيعية مثل المنحدرات والأنهار والمستنقعات والغابات عوائق أمام التنقل، وكذلك يمكن أن تكون الأحوال التي من صنع الإنسان مثل أنماط الاستيطان المشتت ونظام شبكة الطُرق المتشظى، وسوء البنية التحتية على وجه العموم – عوائق أخرى.

٦ - مهام معيَّنة لرسم الخرائط يُستعان فيها بالنظام العالمي لتحديد المواقع

٤-٣١- من مهام رسم الخرائط التي تفيد فيها الاستعانة بالنظام العالمي لتحديد المواقع ما يلي:

(أ) **تحديد حدود مناطق العدّ**. حدود منطقة العدّ مضلّعة الشكل وتستند إلى معالم أرضية طبيعية. ونظراً لصغر حجم وحدات العدّ، فمن المرجّح أن يكون التحديد

الكامـل للأرض باسـتخدام النظام العالمي لتحديد المواقع غيـر عملي تماماً إلاّ إذا اتبـع منهج انتقائي يركز الجهود على المناطق التي طرأت عليها تغيُّرات في الآونة الأخيـرة. وهذا معروف في عِلم الاستشـعار من بُعد بنهج "الكشـف عن التغيير". فـإذا كان بلـد ما يبلغ عدد سـكانه ٢٠ مليونـاً ويتطلب نحـو ٤٠ ٠٠٠ منطقة عد يسـكن كلاً منها نحو ٥٠٠ شـخص، فمن المحتمل أن يسـتغرق مجرد الجهد في تسجيل الحدود بواسطة وحدات النظام العالمي لتحديد المواقع وحده عدة سنوات. أمـا النهج المفضل فهو رقمنة حدود منطقة العدّ من التعداد السـابق، والاسـتعانة بالنظـام العالمي لتجديـد المواقع على الأرض عند الحاجـة، وخاصة عندما تحدث تغييرات في الحدود، مثل إنشاء أحياء جديدة أو عمليات إلحاق أراض؛

(ب) **تحديد الحدود الإدارية**. في معظم البلدان تكون الحدود الإدارية (مثل المقاطعات والأحيـاء والمناطـق المحليـة الفرعية) قد سـبق تحديدها من قبل بمقياس رسـم صغير، أي بطريقة (تعميمية). ومن المرجّح جداً أن هذه الوحدات تفتقر إلى الدقة اللازمـة لأعمال التعـداد. ولذلك ينبغي للمكاتب الإحصائيـة الوطنية أن توازن بدقة بيـن الفائـدة المرجوة من إجراء حـدود إدارية مفصلة في وقـت التعداد في مقابل التكلفـة في الوقت والعمل. وإذا كان ذلك ممكناً فإنه ينبغي لتلك المكاتب الحصول علـى الملفات الرقمية الحالية للحدود الإداريـة. ومن المحتمل أن تكون هذه متاحة مـن الوكالة الوطنية لرسـم الخرائط. وينبغي تمحيص البيانـات الفوقية المرافقة، بمـا في ذلـك معلومات المسـند ومعلومات الإسـقاط، قبل محاولة اسـتخدام هذه البيانات في مشروع نظام المعلومات الجغرافية؛

(ج) **أماكن الوحدات السـكنية**. قطعت بعض البلدان شوطاً بعيداً في تسجيل خطوط العرض والطول لكل وحدة سـكنية في البلاد، بل إنه في بعض الأحيان يتم تصوير كل مسكن. ويتطلب أداء هذه المهمة للبلد بأسره نفقات كبيرة من الموارد. وإذا قام بهـا من يأخذ التعداد في سـياق عملية العدّ، فقد لا تتطلـب بالضرورة وقتاً طويلاً، ولكن تخزين وفهرسة الملفات يجب أن يتم بشكل شامل لتفادي الازدواجية المكلفة في العمل؛

(د) **مواقـع السـكن الجماعي**. مواقع السـكن الجماعي هي أي نوع مـن المجمعات السـكنية المحلية أو المؤسسـية، بما في ذلـك الفنادق والثكنات العسـكرية ودور الأيتـام ومخيمـات العمال والأديرة ودور المسـنين والمستشـفيات وبيـوت الطلبة والمؤسسـات الإصلاحية. ويمكن أن يكون السـكان في المجتمعات المؤسسية في بعـض الأحيان أكثر عرضة للكـوارث الطبيعية. وتتزايد مطالبـة مخططي الأعمال الإنسـانية بتحديد مواقع السـكن الجماعي من أجل التخطيط للاسـتجابة للكوارث علـى نحـو فعّال. وعلاوة علـى ذلك، فإن تحديد أماكن السـكن الجماعي بواسـطة وحـدات النظام العالمي لتحديد المواقع قد يكون أقل إرهاقاً – لأنها أقل عدداً – من قياس كل الوحدات السكنية في البلد؛

(هـ) **المعالِـم الأخـرى ذات الصلـة (بما في ذلك الطُـرق)**. يمكن أن تكـون المعالِم الأخـرى، مثل الطُرق، مفيدة في تحديد مناطـق العدّ أو توفير المعلومات الملاحية. والمسطحات المائية مفيدة أيضاً لتوجيه مسجّلي التعداد، ويمكن استخدام المعالِم الأرضيـة كنقاط ضبط لتحديـد المرجعية الجغرافية للصور السـاتلية أو الخرائط

الثانويــة. وينبغــي أن يستفســر المكتــب الوطني للإحصــاء من مختلــف الدوائر الحكومية عن مدى وجود نُســخ رقمية من البيانات الأساســية، مثل بيانات الطُرق، توفيرًا في الوقت والمال لأجل العدّ الفعلي.

٤-٣٢- ويجــب من أجل تطبيقــات التعداد النظــر بعناية في اســتخدام النظام العالمي لتحديد المواقع على نطاق واســع. فبالنســبة لكثير من المهام، بما فيها تســجيل قراءات كل وحدة ســكنية وتخطيط مناطق العدّ، ربمــا تتجاوز المعدات اللازمة لعدد كبير مــن العاملين الميدانيين موارد مشروع التعداد.

٤-٣٣- وتختلــف الطريقة الدقيقة التي تســتخدم بها إحداثيات النظــام العالمي لتحديد المواقــع لإعــداد خرائط التعــداد باختلاف الاســتراتيجية المختارة لرســم خرائط التعــداد. ويمكن اســتخدام النظام العالمي في وضع نمط الإحداثيات لكل مبنى في كل قرية أو لكل تقاطع في شــبكة شــوارع مدينة، على سبيل المثال. وتســاعد الخرائط المتاحة أو الخرائط الكروكية التي تُرسم خلال جمــع البيانات في تفســير معلومات الإحداثيات عند عــودة العدّادين إلى المكتــب. والاحتمال الثاني هــو جمع إحداثيــات النظام العالمي لتحديــد المواقع بشــكل متواتر، حيث يقوم النظام بتســجيل الإحداثيــات عــلى فترات منتظمة. وبهــذه الطريقة يمكن تســجيل معالِم الخطوط تلقائياً بالســير عــلى طريق أو بالتنقــل في مركبة أو على دراجة. وإذا خُطط لهذا بعنايــة فإنه من الممكن أن يكون طريقة فعّالة من حيث التكلفة لإنشــاء قاعدة بيانات الشــوارع أو شــبكات الطُرق، وإن كان ذلك يتوقــف عــلى المعايير المختــارة لنوعية البيانــات وما إذا كانت دقــة الخطوط الناتجــة كافية. ومن أجل الســلامة، ولتوفير نســخة احتياطية في المناطــق التي لا تتوافر فيها إمــدادات طاقة كهربائية منتظمة، يمكن اســتعادة الإحداثيات من وحدة النظام العالمي لتحديد المواقع وتسجيلها يدوياً على كشــوف بيانات، كبديل أقل تكلفة لإعداد نُسخ احتياطية. ولا يمكن لوحدات النظام العالمي لتحديد المواقع أن تعمل بدون طاقة البطارية، وبالتالي ينبغي ضمان توفير إمدادات كافية من البطاريات، بما في ذلك البطاريات الاحتياطية. وينبغي إغلاق الوظيفيات الأخرى لوحدات النظام العالمي لتحديد المواقع بحيث لا يتمكن الأفراد الميدانيون من برمجة أو تغيير إعدادات هذه الوظيفيات. وأخيراً، فإنه ينبغي وضع علامة واضحة على كل الأجهزة، حتى إذا ما سُرقت لا يكون من السهل بيعها.

٧ - الاحتياجات التدريبية لاستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع

٤-٣٤- لكفالــة نجاح أي مــشروع نظام عالمي لتحديــد المواقع، يجــب أن يدير المكتب الوطني للإحصاءات أمر شراء المعدات بعناية، وأن يتخذ الترتيبات اللازمة للتدريب وللاحتياجات مــن الموظفين ويضع بروتوكولات لجمــع النقــاط (Montana and Spencer, 2004). كما يوصى بوجود منسِّــق GPS لهذه الأنشــطة. وينبغي في الحد الأدنى، أن يكون هذا الشــخص على دراية بوحدات النظام العالمي لتحديد المواقع والمعلومات ذات الصلة بجمع وتخزين النقاط. كما ينبغي للمنسِّق متابعة العاملين في الميدان للتأكد من أنهم يعملون على نحو متسق باستمرار. ويمكن أن يشمل أي برنامج تدريبي للعاملين في الميدان فهم عمليات وحدات النظام العالمي لتحديد المواقع، وكذلك كيفية حساب جهاز الاستقبال للموقع وحل مشاكل الخلل في الوحدات.

٤-٣٥- ومــن الناحيــة المثالية، ينبغي أن يســبق التخطيط لاســتخدام النظــام العالمي لتحديــد المواقــع فترة العدّ بســنوات، كجزء مــن التخطيط العــام للتعداد. وكحــد أدنى، ينبغي التخطيط للمشــاريع المتصلة بالنظام العالمي لتحديد المواقع قبل ســتة أشــهر من تنفيذها، وأن تكون استراتيجيات جمع البيانات قد تم وضعها وتقديمها. وفي هذه المرحلة من عملية التخطيط،

يمكن تحديد الاحتياجات من الأجهزة، ويمكن تصميم جداول البيانات مع وضع ضوابط لاتساق تسـمية مختلف الوحـدات الإدارية والجغرافية، حتى تتوافق مناطق العـدّ ومعرِّفـات المعالم مع الرموز المستعملة للإحداثيات في قاعدة بيانات النظام العالمي لتحديد المواقع.

٤-٣٦- ولتفادي أي خسـارة فادحة في أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع أو النسـخ الاحتياطية، ينبغي لمنسِّـقي النظام تنفيذ نظام للنُسـخ الاحتياطية. ويمكن أن يتم هذا ببسـاطة وسهولة بكتابة خطوط العرض وخطوط الطول على النُسخ الورقية من استمارات المسح والنسخ منها في وقت لاحق في جدول بيانات.

٤-٣٧- ولغرض تحميل إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع إلى الحاسـوب المحمول أو المكتبي، يمكن استخدام برامج مشاركة، مثل GPS Utility، وEasyGPS، وGPSBabel المجاني، جنبـاً إلى جنب مع برمجيات مورِّدي الأجهزة، وذلك لتحميل النقاط. ويمكن أن يقوم المشـغِّلون بإعادة صياغة الملفات المحمّلة في نسـق إكسـل أو غيره من أنسـاق جداول البيانات لإدراجها في مـشروع نُظم المعلومات الجغرافية، وعندها يمكن إضافة بيانات سـمات إضافية. كما يمكن, في بعـض البرامـج، إضافة النظام العالمي لتحديد المواقع إلى مشروع نظـام المعلومات الجغرافية في نسق جدول مُصاغ بشكل صحيح أو في شكل "بيانات الأحداث".

٨ - موجز: مزايا وعيوب النظام العالمي لتحديد المواقع

٤-٣٨- مزايا النظام العالمي لتحديد المواقع هي:

- أنه نسـبياً غير مكلف، وسـهل الاسـتعمال في جمع البيانـات الميدانية. ولا تتطلب الوحدات الحديثة منه إلاّ القليل من التدريب لاستخدامها على النحو السليم.
- الدقـة الكافية بالنسـبة للعديد من تطبيقات رسـم خرائط التعـداد – من الممكن تحقيق درجة عالية من الدقة مع التصويب التفاضلي.
- يمكـن قراءة البيانات المجمعة مباشرة في قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية، ممـا يجعل من غير الـضروري إدخال بيانات وسـيطة أو اتخاذ خطوات لتحويل البيانات.
- توافره في جميع أنحاء العالم.
- سـوف تصبح النُظم العالمية الجديدة لتحديـد المواقع متاحة عبر الإنترنت مباشرة في السنوات الخمس المقبلة.

٤-٣٩- أما عيوب النظام فهي كما يلي:

- كعنصر مادي، تعتبر أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع رخيصة، ولكن العمليات الميدانيـة التي تسـتخدم النظام يمكن أن تكون مسـتهلكة للوقت (وبالتالي تكون باهظة التكاليف) إذا لم تُخطَّط على النحو الصحيح.
- يجب أن يتضمن التخطيط الشامل تحديد أي المنتجات ستتم عن طريق استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع على نطاق واسع.
- قـد تحدث عرقلة للإشـارات في المناطـق الحضرية أو المناطـق الحراجية الكثيفة (خطأ تعدّد المسارات).

- قـد لا تكون الدقة القياسـية للنظـام كافية في المناطق الحضريـة ولحصر المعالِم الخطية مما يجعل التقنيات التفاضلية ضرورة لازمة.
- النظام التفاضلي لتحديد المواقع أغلى سعراً وقد لا يتاح في كثير من الأماكن النائية. ويتطلـب هذا النظام المزيد مـن الوقت في مجال جمع البيانات ومزيداً من الدقة في التجهيز اللاحق للحصول على معلومات أكثر دقة.
- قد يلزم عدد كبير جداً من وحدات النظام لفترة قصيرة فقط من جمع البيانات مما يجعل تنفيذ النظام على نطاق واسع مكلفاً للغاية.
- كلمـا زاد تعقيـد القيـاس الـذي يقوم بـه الجهاز، تـزداد الحاجـة إلى مزيد من التدريب.

٤-٤٠- ويمكن أن تنشـأ مشـاكل في تطبيق النظام العالمي لتحديد المواقع. ففي المناطق الحضرية الكثيفة، قد يجعل خطأ تعدد المسارات تحديد مناطق العدّ المجاورة أمراً شبه مستحيل. كما يمكن للمباني العالية أو الشـوارع ذات الأشـجار الكثيفة على جانبيها أن تجعل من الصعب تلقى إشـارات من عدد كاف من السـواتل الفضائية حيث إن إشارة السـاتل لا تستطيع اختراق الأجسام الصلبة. ومع ذلك فإنه بإمكان جامع البيانات المدرَّب الحصول على معلومات الإحداثيات بالسـير على الأقدام إلى موقع أكثـر انفتاحاً وتطبيق معادلة لتصويب الإحداثيات المسـجَّلة. وفي بعض الحالات، يكون من الضروري اسـتخدام النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع أو تدقيق قـراءات النظـام مع مصـادر بيانات إضافية، مثل الخرائط المنشـورة والصـور الجوية أو حتى الخرائط الكروكية التي أُنتجت خلال العمل الميداني. وقد أنشأت بعض البلدان شبكات محطات قاعدية للنظام العالمي لتحديد المواقع لدعم الدقة العالية جداً لرسـم الخرائط باسـتخدام النظام التفاضلي. ولكن هذه الشبكات لا توجد حتى الآن في بعض البلدان النامية.

باء - أنظمة رسم الخرائط الميدانية المتكاملة باستخدام الحواسيب المحمولة باليد

٤-٤١- انتـشرت في بعض البلدان تكنولوجيـات جديدة تجمع بين وظيفية الحاسـوب الشـخصي مع النظـام العالمي لتحديـد المواقع في عمليات التعـداد. ومن مزايا اسـتخدام أجهزة الحاسوب المحمولة باليد أو المساعدات الرقمية الشخصية، قدرتها على الحصر المباشر أي - القدرة على تسـجيل المعلومات مباشرة من دون تدوين، والاسـتغناء عن العديد من الخطوات الوسيطة. ويمكن تحديث الخرائط في الحال. وتُلتقط الإحداثيات وتعرض على الفور على شاشـة الحاسوب المحمـول. وإذا كانت الخريطة الأساسـية الرقمية متاحة، فإنه يمكن عـرض الإحداثيات فوقها. ويمكن للموظفين الميدانيين إضافة معلومات أي خاصية مطلوبة وتخزين هذه البيانات في قاعدة بيانـات جغرافية. ويمكن بعد ذلـك دمج هذه المعلومات في قاعدة البيانـات الجغرافية في المكتب الوطني. وبالنظر إلى أن الحواسيب الشخصية المحمولة وغيرها من أجهزة الحاسوب المحمولة قد أصبحت أقل كلفة، فإن أنظمة رسـم الخرائط الميدانيـة المتكاملة قد أصبحت خياراً ناجعاً لجمع البيانات الميدانية لأغراض التعداد.

الإطار ٤ – ١

دراسة حالة لتجربة النظام العالمي لتحديد المواقع: فيجي

كان التعداد السكاني عام ٢٠٠٧ في فيجي أول تعداد في منطقة المحيط الهادئ باستخدام تكنولوجيا النظام العالمي لتحديد المواقع، ليربط استبيانات التعداد بمواقع ذات مرجعية جغرافية لجميع الأسر المعيشية في البلاد. وفي فيجي، كما هو الحال في كثير من البلدان النامية، لم تكن توجد أي قاعدة بيانات لأمكنة المساكن على وجه التحديد، وكان عدم وجود أسماء أو أرقام للشوارع يعني عدم وجود قوائم للعناوين. وكان للنظام العالمي لتحديد المواقع ميزة واضحة لأنه زاد من دقة وشمول تغطية مواقع الأسر المعيشية واستُخدم بوصفه أداة للإدارة والرصد (للتأكد والتحقق من صحة البيانات)، وبالتالي تبسيط أنشطة التعداد لمدراء التعداد والعدّادين. وقد أتاحت مواقع النظام العالمي تجميع بيانات التعداد في مجموعة من الوحدات الإدارية، مثل وحدات الصحة والتعليم، والتطبيقات ذات القاعدة البيئية.

وتم شراء حوالي ٢٠٠ وحدة GPS Garmin eTrex و٢٠ جهاز حاسوب محمولاً لهذه الأنشطة، كما تم تدريب عشرة موظفين على أجهزة GPS وESRI Arcview وتكليفهم بالاضطلاع بعملية التأكد من صحة البيانات، وتحميل إحداثيات الطُرق، كما تم تدريب ٢٠٠ مشغِّل GPS على مدى ثلاثة أسابيع، وأُعطى كل مشغِّل وكل مشرف ورقة "غش"، وهي موجز خطوة بخطوة لكيفية إنشاء وحدة GPS، وتسجيل نقاط الطُرق، وتحميل نقاط الطُرق من جهاز GPS إلى جهاز الحاسوب، وعرض نقاط الطريق فوق الصورة، وتصدير وطباعة ملفات الصور JPEG.

وأُجريت العمليات الميدانية، حيث كان مشغّلو GPS يتبعون العدّادين ويجمعون نقاط الطريق. وقام المشرفون بزيارات دورية لهؤلاء المشغِّلين لمراجعة وتحميل البيانات. وحيثما كانت الصور متاحة كان يجرى وضع نقاط الطُرق على Google Earth من أجل التحقق من المواقع. ووضع نظام "عد نقاط الطريق ثلاث مرات" لتمكين الربط بين المواقع المنزلية والاستبيانات. وكان العدّاد يضع أولاً ملصقاً مع رمز فريد من ستة أعداد على المنزل الذي تجري فيه المقابلة، مع وضع ملصق آخر على بوابة المنازل المسيجة، ويوضع ملصق صغير يحمل نفس الرقم على استمارة تخصص لهذا المنزل. كذلك كان يوضع ملصق احتياطي آخر على بوابة المنزل الذي يكون بابه الأمامي وبوابته متباعدين. وقد يسر ذلك أخذ نقاط الطريق. وثانياً، يقوم مشغّل GPS بزيارة المسكن ويُدخل نفس الرقم كتعريف لنقطة الطريق كي يربطها في وقت لاحق مع الاستبيان.

وبمجرد الانتهاء من العمل الميداني، جرى إنشاء قاعدتي بيانات لنقاط الطُرق، إحداهما مع إحداثيات خطوط الطول والعرض الخاصة بها والأخرى مع الاستبيانات. ومن الممكن ضم كلتا قاعدتي البيانات باستخدام المعرّف الفريد لنقاط الطريق/الاستبيان. وفي هذه المرحلة، أُجريت عملية تدقيق لتحديد الاستبيانات التي كان ينقصها نقاط الطريق أو كانت غير صحيحة. ثم خرج فريق إلى الميدان لتصحيح هذه المسائل.

وكانت هناك بعض الصعوبات، يمكن أن تكون دروساً مستفادة لتعدادات المستقبل:

- في المراحل الأولى من جمع النقاط بأجهزة GPS كان المشغِّلون يسجلون نقاط الطريق قبل الحصول على مستويات مقبولة من الدقة. ولحل هذه المشكلة تمت زيادة فترة الانتظار.
- أدّى فقدان الملصقات بسبب اثنين من الاحتفالات الدينية (حيث تم طلاء المنازل لهذه المناسبة) إلى ضرورة عودة المشغِّلين إلى المكتب لجمع أسماء وعناوين السكان المقيمين، قبل العودة إلى الميدان لجمع نقاط الطريق.
- في بعض الأحيان أُدخلت الرموز ذات الأعداد الستة بطريقة غير صحيحة في جهاز GPS بوصفها نقاط طريق وفى قاعدة البيانات من الاستبيانات. ويمكن أن تكون الطريقة لعلاج هذا الأمر في الميدان في المستقبل هي استخدام قارئات الرموز الملحقة بنظام GPS.
- وثمة مصدر آخر للخطأ هو أن تدوين نقاط الطريق في جهاز GPS قد تأخر على عملية العدّ، وكان هذا التأخير لشهور أحياناً. وإذا كان أعضاء فريق العدّ هم الذين يضعون نقاط الطريق أيضاً فإن ذلك من شأنه إزالة هذه الأخطاء.

ومن الفوائد المتوقعة لمعلومات النظام العالمي لتحديد المواقع بالنسبة لفيجي، القدرة على الإعداد للكوارث الطبيعية وإدارتها عند حدوثها. ذلك أن وضع المعلومات الأساسية لمواقع الأسر المعيشية على نموذج رقمي لتضاريس الأرض يُظهر بشكل واضح السكان المتضررين من أي كارثة.

المصدر: عرض فيجي في حلقة عمل عقدت في نوميا، ٢٠٠٨.

٤-٤٢- ومكّنت نواحي التقدم التكنولوجي، بما في ذلك النُظم العالمية لتحديد المواقع، والاتصالات اللاسلكية، وتصغير الحواسيب، من تحقيق العديد من التطبيقات الجديدة لنُظم المعلومات الجغرافية المحمولة باليد، وخصوصاً في تطوير البرمجيات المتخصصة للتعداد الميداني. ويمكن باستعمال أجهزة مختلفة بحجم كف اليد وحجم الجيب، دعم العديد من تطبيقات العرض، والاستعلام، والتطبيقات التحليلية البسيطة، وذلك ببرامج وبيانات مخزّنة في الذاكرة، لأن الأجهزة المحمولة باليد لا تحتوي على محركات الأقراص الصلبة. وتشمل الميزات الأخرى الاتصال عبر البلوتوث و/أو الاتصال اللاسلكي عبر الواي فاي، والتزامن مع جهاز الحاسوب الشخصي للسماح بالتحميل السريع للبيانات والتحديثات، وأيضاً لضمان وجود نُسخ احتياطية لمنع فقدان البيانات. ولقد جرى تطوير نظام المعلومات الجغرافية لاستخدامه على "الهواتف الذكية". كما يمكن استخدام أجهزة المساعد الرقمي الشخصي المصممة لقوة التحمل في أغراض الجمع المتنقل للبيانات في البيئات القاسية. وتشمل برمجيات أجهزة الحاسوب المحمول باليد صيغاً "نحيفة" من التطبيقات المكتبية الشائعة. ومن أمثلة برمجيات نظام المعلومات الجغرافية المستخدمة في أجهزة الحاسوب المحمولة باليد برامج Autodesk OnSite وESRI ArcPad وIntergraph Intelliwhere.

الشكل ٤ - ٢

حدود مناطق العدّ التي جرى تحديدها فوق صورة ساتلية بانكروماتية

٤-٤٣- ويجب على المكاتب الإحصائية الوطنية التي تفكر في استخدام أجهزة الحاسوب المحمولة باليد، سواء لرسم خرائط ما قبل التعداد أو في العدّ الفعلي، أن تنظر في تكاليف أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع - الحواسيب المجهزة المحمولة باليد يمكن بسهولة أن تكلف ٧٥٠ دولاراً أمريكياً للوحدة الواحدة المجهزة لقوة التحمل. والسؤال العملي بالنسبة لمن يديرون العمليات الجغرافية هو:ما هي القيمة الإضافية لاستخدام وحدة GPS تكلف ٧٥٠ دولاراً (أو أكثر) في مقابل وحدة GPS بتكلفة ١٠٠ دولار فقط؟ من العوامل المحبذة قابلية قراءة الخريطة على الشاشة، ومتطلبات الطاقة، ولا سيما في المناطق التي لا يمكن الاعتماد على الكهرباء فيها، وغيرها من الظروف البيئية السلبية لأجهزة الحاسوب، حتى القوية التحمل منها.

جيم - الاستشعار من بُعد عن طريق السواتل

١ - استخدام التصوير للتحقق الميداني من خرائط منطقة العدّ المنتجة في مقر هيئة التعداد

٤-٤٤- منذ نشر دليل عام ٢٠٠٠، اكتسبت بيانات الاستشعار من بُعد حجماً وشعبية وسهولة في الاستخدام. ولقد أحدث الاستشعار من بُعد ثورة في رسم الخرائط وخاصة منذ ظهور صور السواتل ذات الاستبانة القوية (متر واحد أو أفضل). ولقد حان الوقت للاستفادة من هذه الموارد القيمة لأعمال التعداد. إن أحد التحديات التي تواجه المكاتب الإحصائية الوطنية هي مجرد كم الأراضي المطلوب رسم خرائطها. وإذا ما استخدمت الصور الساتلية على نحو عملي، فإنه يمكن توفير ساعات عمل غير محدودة عن طريق إتاحة الفرصة لمكتب الإحصاءات الوطني لتركيز الاهتمام على المناطق الحيوية. ويمكن استخدام بيانات الاستشعار من بُعد كمرجع مستقل لعملية التحقق ميدانياً. ويدعو هذا الدليل إلى نهج يقوم على فرز المساحة السطحية للبلاد وتقسيمها إلى مناطق تحتاج إلى مزيد أو إلى قليل من الاهتمام. وهذا هو ما تعنيه عبارة نهج "الكشف عن التغيير"، المفيد بشكل خاص في وضع الخطوط المحيطة بالمناطق المأهولة بالسكان.

٤-٤٥- ووفقاً للمخطط المعروض في الفصل الثالث، يكون المكتب الوطني للإحصاءات، في هذه المرحلة، قد أتم رقمنة خرائط مناطق العدّ من التعداد السكاني القديم وحلّل المعلومات الجغرافية الأخرى وأدخلها جميعاً في قاعدة البيانات الجغرافية، لكنه لم يصحح النتائج بعد في الميدان. وبواسطة الحدود المؤقتة لمناطق العدّ، المركبة على صور الاستشعار من بُعد (انظر الشكل ٤ - ٢، أعلاه) يمكن بسرعة تحديد مواقع المستوطنات السكانية وتحديد المناطق ذات الأولوية. ومع ذلك فإنه يجب أن يكون التخطيط لمثل هذه الأنشطة مفصلاً وواقعياً.

٢ - مبادئ الاستشعار من بُعد بواسطة السواتل

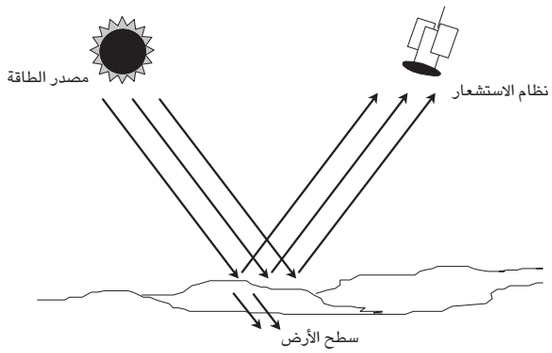
٤-٤٦- تمثل صور السواتل في علم المعلومات الجغرافية، واحداً من أشكال عديدة للبيانات الجغرافية التي يمكن استخدامها لتحليل وعرض النتائج. وتُرتَّب أنساق الصور كمجال مستمر، يسمى أيضاً خطوط المسح، حيث تمثل صفوف البيانات ما يقابل النقاط الضوئية التي تعبّر عن قيم. ويعتبر الاستشعار من بُعد "حصراً أوّلياً" للبيانات، وهو، في الواقع، من أكثر أشكال حصر خطوط المسح الأولية استعمالاً. ومنذ ظهور السواتل في المدارات تحققت إمكانات كبيرة لعمل قراءات لسطح الأرض مع العديد من التطبيقات الحالية والمخططة لأعمال التعداد.

ومن أهم نقاط القوة في الاستشعار من بُعد لأعمال التعداد أن بإمكانه أن يغطي المناطق الخطرة أو الوعرة، وبذلك يوفر ساعات لا تحصى من العمل الميداني، إذا جرى بشكل صحيح.

٤-٤٧- وتُجمع صور السواتل من نُظم ذات قواعد فضائية، يستخدم معظمها أجهزة استشعار بصرية سلبية لقياس الإشعاع المنعكس من الأجسام على سطح الأرض في الطيف الكهرومغناطيسي المرئي وغير المرئي (انظر الشكلين ٤ - ٣ و٤ - ٤). ويُعتبر معظم جمع بيانات السواتل سلبياً لأنه يستقبل الطاقة المنبعثة من الأرض، على العكس من أجهزة الاستشعار الفاعلة، مثل الرادار، والتي، بالمناسبة، يمكنها أيضاً اختراق الغيوم. ولا تستخدم النُظم الساتلية الأفلام الفوتوغرافية لتسجيل الطاقة المنعكسة، إنما تقوم مجموعة كواشف كهرو بصرية - مماثلة لآلة تصوير ذات جهاز شحنة مزدوجة – بقياس كثافة الإشعاع الكهرومغناطيسي وتسجيلها رقمياً كخطوط مسح عادية أو صورة من الصفوف والأعمدة.

الشكل ٤ - ٣

عملية الاستشعار من بُعد

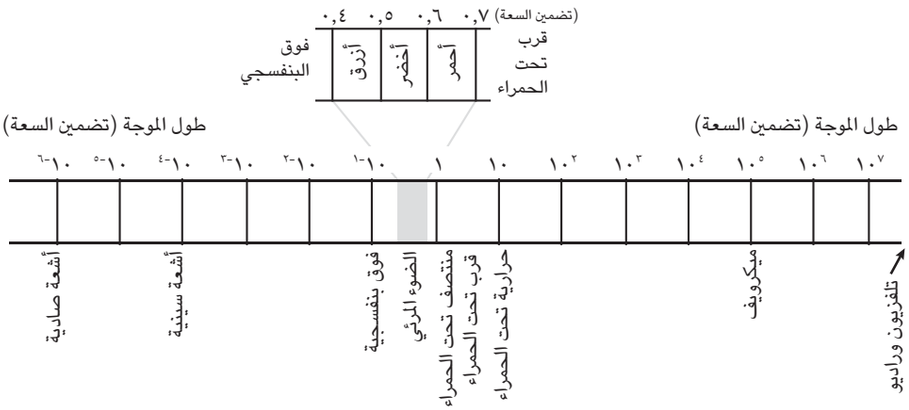


٤-٤٨- وتعمل أجهزة الاستشعار الساتلية بكيفية متعددة الأطياف وحساسة لألوان الطيف المرئية وغير المرئية. وتعني عبارة "متعددة الأطياف" أن الساتل يجمع عدداً من الصور (أو النطاقات)، ويقيس كل منها الطاقة المنعكسة في جزء مختلف من الطيف الكهرومغناطيسي، وعادة ما يكون هذا في النطاق المرئي وفي مدى أقرب إلى مدى الأشعة تحت الحمراء. ومن شأن القدرة على فصل الصورة إلى نطاقات طيفية مختلفة والجمع بين نطاقات محددة في تحليل الصور أن ييسر تصنيف المعالم على الأرض وفقاً لخواصها الانعكاسية. وعلى سبيل المثال، قد تظهر حقول الأرز إشارة قوية في نطاق معين، في حين أن مناطق مبنيّة تظهر بجلاء في نطاق آخر. وتلتقط أجهزة استشعار السواتل "الحساسة للألوان" الطاقة المنعكسة عبر نطاق واسع من الطيف. وتكون الصور الناتجة مماثلة للصور الفوتوغرافية بالأبيض والأسود. كما أنها في العادة توفر استبانة أعلى مما للصور المتعددة الأطياف، وبالتالي فإنها الأساس المفضل لتطبيقات رسم خرائط التعداد.

٤-٤٩- وتتألف البيانات الرقمية التي تنتجها نُظم الاستشعار من مجموعة من الأرقام التي تشير إلى مستوى الطاقة المنعكسة من الأماكن المقابلة على سطح الأرض. ويرسل الساتل هذه البيانات إلى محطة من شبكة محطات الاستقبال على الأرض، حيث يتم تصحيحها إشعاعياً وهندسياً وتتحدد لها مرجعية جغرافية. ويمكن تفسير الصور الناتجة الرقمية أو المطبوعة بصرياً

الشكل ٤ - ٤

الطيف الكهرومغناطيسي



على نحو مماثل لتفسير الصور الجوية، أو يمكن تحليلها باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية، كما يمكن تجميعها مع غيرها من طبقات مشروع نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن عرض صور السواتل الرقمية في نظام المعلومات الجغرافية، حيث يستطيع المشغِّل الماهر تحديد المعالم على الصورة. وتصنف الصور المتعددة الأطياف باستخدام التقنيات الإحصائية، لاستخدامها في الكثير من التطبيقات، مثل الدراسات الاستقصائية لاستخدام الأراضي أو إدارة الموارد الطبيعية. وتتنبأ كل هذه التقنيات بفئات الغطاء الأرضي على أساس من علاقات معايرة بين مواقع الضبط لفئة معينة معروفة وخواصها الطيفية.

٣ - دقة وضوح بيانات الاستشعار من بُعد

٤-٥٠- تُقاس الاستبانة المكانية لصورة ساتلية بحجم نقطة ضوء واحدة بكسل (pixel) على الأرض. وتوجد قياسات أخرى لدقة الوضوح، بما فيها القياسات الزمانية والراديومترية والطيفية. ويتراوح حجم النقطة الضوئية للسواتل التجارية بين أقل من متر واحد لأكثر الأنظمة العالية الدقة انتشاراً، مثل Quickbird وIkonos. كما يُعتبر الاستشعار الهندي من بُعد والاستشعار البانكروماتيكى SPOT's، والتصوير الاستشعاري المتعدد الأطياف Landsat نُظماً عالية الاستبانة أيضاً وتسمح برسم الخرائط بمقاييس رسم ١: ٢٥ ٠٠٠ إلى ١: ٥٠ ٠٠٠ أو أقل. وتعتزم شركة GeoEye طرح جهاز استشعار يبلغ حجم نقطة الضوء فيه ٠,٤١ متراً وذلك اعتباراً من آذار/مارس ٢٠٠٨.

٤-٥١- ويقارن الشكل ٤ - ٥ أحجام نقاط ضوء تمت محاكاتها عن طريق التجميع من صورة جوية رقمية ذات استبانة تبلغ نصف متر. وتغطي الصورة منطقة على الأرض مساحتها ١٠٠×١٥٠ متراً. ويمكن فيها تمييز المساكن الفردية، وحتى السيارات، بدقة وضوح تبلغ مترين دون الاستعانة بنقاط ضوئية أكبر. ويمكن استخلاص المزيد من المعلومات من بيانات الاستشعار من بُعد عن طريق استخدام وسائل متطورة لمعالجة الصور، بما في ذلك كشف الحواف وخوارزميات خاصة للترشيح. وقد استخدمت هذه التقنيات بنجاح لرسم الخرائط وكشف التغيير في مناطق بُنيت حديثاً في بعض المدن التي تنمو بسرعة في العالم النامي.

٤-٥٢- ويفيد التصوير الساتلي في أغراض كثيرة. ومن بين أنواع التصوير المتاحة، ابتداءً من التصوير ذي الاستبانة المكانية المنخفضة والاستبانة الزمانية العالية، مثل METEOSAT، والرادار، إلى التصوير ذي الاستبانة المكانية والزمانية المتوسطة، مثل AVHRR. فإن الوحيد الذي يخدم أعمال التعداد جيداً هو نطاق ضيق نسبياً من نُظم الاستشعار من بُعد، وتحديداً البيانات ذات الاستبانة المكانية العالية، مثل Quickbird (٠,٨٢م) و Ikonos (١ م) وIRS (٥,٨ م pan) و Orbimage 3 and 4 (١ م) و SPOT 5 (٢,٥م) وقد أُطلق برنامج Ikonos في عام ١٩٩٩، وأُطلق برنامج Quickbird عام ٢٠٠١.

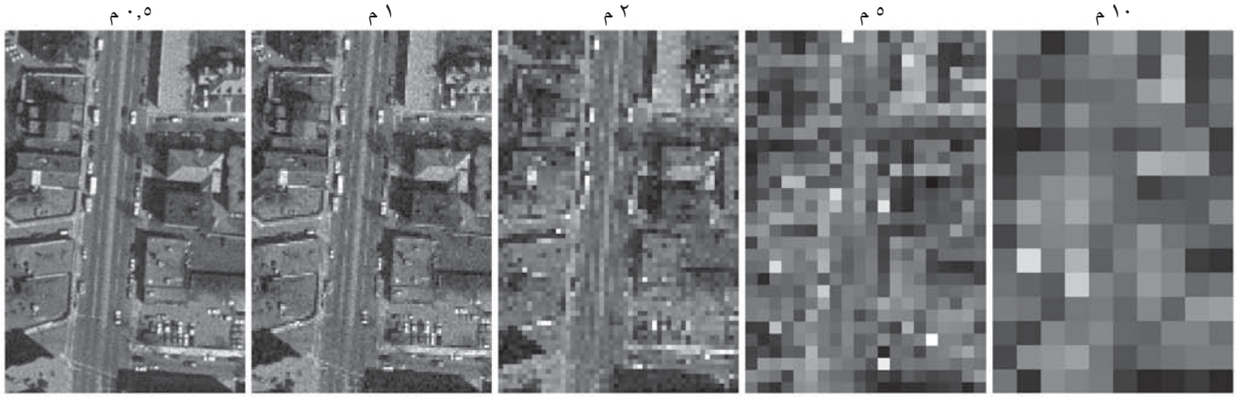
٤-٥٣- وبالنسبة لمعظم تطبيقات التعداد، تلزم استبانة مكانية بدرجة خمسة أمتار أو أقل لتحديد الوحدات السكنية وانتشار المستوطنات السكانية، أما التصوير المتعدد الأطياف فهو أقل من ذلك ضرورة بصورة مطلقة. والجانب السلبي لهذه المصادر للبيانات هو المساحة الصغيرة نسبياً التي ينجزها التصوير ذو الاستبانة العالية، بمعني أنه يتعين الحصول على العديد من المشاهد لتغطية جزء بسيط من أراضي البلد، مما يجعل منظور التغطية الكاملة مكلفاً.

٤-٥٤- ومن الممكن مع الاستبانة المكانية - بدرجة ٣٠م أو ١٥ م لراسم الخرائط المواضيعية المعزَّز(ETM- Enhanced Thematic Mapper) أن يستطيع لاندسات (Landsat) تحديد المعالم الخطية، مثل الطُرق والأنهار، وغيرها من الطبقات الفرعية، مثل البحيرات وغيرها من المسطحات المائية. ومن مزايا لاندسات الهامة الأخرى أنه متاح مجاناً. وفي بعض الحالات قد يكون Landsat و ASTER مفيدين لتوثيق تغير الغطاء الأرضي والتأثيرات البشرية، ولكن هذه المصادر للبيانات أقل فائدة لأعمال التعداد. وينبغي للمكتب الوطني للإحصاءات، في تحديده أي منتجات الاستشعار من بُعد يستخدمها للعدّ، إن وجدت، أن يحرص على تقييم الأهداف والتكاليف. وأحد الخيارات التي يمكن أخذها في الاعتبار، وخاصة بالنسبة للبلدان الكبيرة، هو استخدام خليط متناغم من الصور يحتوي صوراً باستبانة ١م أو ٥م للمناطق المكتظة بالسكان مثل المدن، مع تغطية من لاندسات للمناطق الريفية المحيطة بها. وفي هذه الحالات ستظل الحاجة إلى رسم خرائط المناطق الريفية على الطبيعة من أجل التخطيط اللوجستي خلال العدّ على الوجه الأفضل.

٤-٥٥- ويوفر معظم المشغِّلين التجاريين خيارات عديدة للحصول على الصور الساتلية. وبصفة عامة، يقوم التسعير على أساس ما إذا كانت الصور "من الأرشيف" أو أنها تُجمع لأول مرة. وأغلى الخيارات هو الطلبات الخاصة للحصول بصورة عاجلة على صور لمنطقة معيَّنة. ومع

الشكل ٤ - ٥

بيان حجم نقاط الضوء في الصور الجوية وفي الصور الساتلية



دقتها العالية في الوضوح فإن هذه السواتل تغطي منطقة صغيرة على الأرض، بحيث إنها تغطي فقط مناطق مختارة على طول مسار الساتل. وهناك خيار أقل تكلفة للحصول على الصور على أساس زمني أقل باستخدام صور الأرشيفات، والتي يمكن شراء أجزاء منها بتكلفة أقل كثيراً. ويعتمد سعر الصور أيضاً على درجة التجهيز والمعالجة للبيانات الخام. وقد يشمل هذا التصحيح الراديو متري والتصويب الهندسي والمرجعية الجغرافية مع نقاط الضبط الأرضية أو من دونها. وعلى سبيل المثال، تتكلف الصور من الأرشيف، المتاحة من Digital Globe (في آذار/مارس ٢٠٠٨) ١٦ دولاراً لكل كيلومتر مربع، بحد أدنى ٢٥ كيلومتراً مربعاً. وصور Ikonos هي أقل تكلفة، نحو ٨ دولارات لكل كيلو متر مربع. وتتوقف الأسعار في شراء الصور على مساحة المنطقة التي تجري تغطيتها، وتكلف المساحات الأكبر ثمناً أقل للكيلومتر المربع. وفي العادة تكون بيانات الصور الخام أقل تكلفة من الصور الخرائطية التي تُنتج من صور السواتل. ومع ذلك، فإن الصور تُشترى، في العادة، مجهزة بالكامل. وترد في الجدول ٤ - ١ قائمة بأهم منتجات السواتل المدنية للاستشعار من بُعد ذات الاستبانة المكانية العالية جداً. ويحتفظ مكتب شؤون الفضاء الخارجي التابع للأمانة العامة للأمم المتحدة بقائمة أكثر شمولاً (انظر: www.oosa.unvienna.org). ومن ضمن أجهزة الاستشعار الأخرى آلوس ALOS، وهو النظام الياباني المستخدم في الأمريكتين، ومرفق آلاسكا الساتلي (ASF) وCBS26 وIMPE، وهو النظام الصيني البرازيلي المجاني لأفريقيا.

الجدول ٤ - ١

منتجات السواتل المدنية للاستشعار من بُعد ذات الاستبانة المكانية العالية جداً

المنتج	الشركة	تاريخ الإصدار	الطراز	حجم نقطة الضوء عند السمت	الارتفاع (كم)
Quickbird	Digital Globe	٢٠٠١	Pan/4ms	٢,٤٤/٠,٦١	٤٥٠
Ikonos 2	GeoEye	١٩٩٩	Pan/4ms	٣,٢٨/٠,٨٢	٦٨٠
OrbView 3	OrbImage	٢٠٠٣	Pan/4ms	٤,٠/١,٠	٤٧٠
Spot 5	SpotImage	٢٠٠٢	Pan/4ms	١٠/(٢,٥)٥	٨٣٠
Cartosat-1	NASDA, Japan	٢٠٠٤	Pan	٢,٥	٦١٧
Cartosat-2	NASDA, Japan	٥/٢٠٠٤	Pan	١	٦٣٠

٤-٥٦- ويمكن طلب الصور عبر الإنترنت أو من خلال موزع محلي أو إقليمي. وربما يكون الخيار الآخر الأقل تكلفة هو استخدام البنية الأساسية للبيانات المكانية للبلد للوصول إلى الأرشيف العام للصور. ويمكن لممثلي المكتب الوطني للإحصاء الاتصال بالوكالات الأخرى، ولا سيما الوكالات الوطنية لرسم الخرائط، للاستفسار عن استخدام المحفوظات الموجودة للاستشعار من بُعد من أجل أعمال التعداد، والتوقيع على اتفاق استخدام، عند اللزوم، يحدد على وجه الدقة الكيفية التي يمكن بها استخدام الصور.

٤ - مصادر بيانات سواتل الاستشعار من بُعد عبر شبكة الإنترنت

٤-٥٧- يمكن القول بأن موارد الصور الساتلية الجديدة القائمة على شبكة الإنترنت لها نفس الأهمية للمكاتب الإحصائية الوطنية، حيث يمكن أن تكون بمثابة الوسيلة البصرية التوضيحية المساعدة لأعمال التعداد، وللتخلص، في ذات الوقت، من تكاليف وعناء شراء الصور. ويمكن الآن الوصول إلى بيانات الاستشعار من بُعد على شبكة الإنترنت باستخدام تطبيقات مثل

Google Earth وArcGIS Explorer وMicrosoft Virtual Earth وغيرهـا مـن مصادر البيانات على شبكة الإنترنت. وميزة الحصول على البيانات باستخدام شبكة الإنترنت في مقابل شراء الصور هـي أنه يمكن للمكتب الوطني للإحصاء اختبار مدى إمكانية الاسـتفادة من الصور دون الدفع مقدمـاً. أما الجانب السـلبي فهـو أن دقة الوضوح والجودة الكلية للصورة قد لا تكون مناسـبة لرسم خرائط تفصيلية لمناطق العدّ.

٤-٥٨- وبرنامـج Google Earth هـو برنامج عالَم افتراضي يرسـم خرائط الأرض من خلال تبويب وعرض صور السواتل. ولقد كان لهذا البرنامج تأثيره في الأوساط الجغرافية المكانية، كما أنه دفع إلى الاهتمام العام بتكنولوجيا السـواتل والخرائـط. ولقد جرى تطوير هذا التطبيق على يد شركة Keyhole، ثم اشـترته شركة غوغل في عام ٢٠٠٤. ومعظم الصور المدرجة في غوغل إيرث ترد من Quickbird من إنتاج شركة Digital Globe، وإن كانت قد أضيف إليها الآن بعض الصور الجوية والمباني الثلاثية الأبعاد. ويقدم غوغل إيرث اسـتبانة مكانية إلى مسـافة ١٥ م أو أفضل لمعظم أنحاء العالم، وذلك باسـتخدام الإسقاط الجغرافي ومسند WGS84. وتخضع صور غوغـل إيرث لحماية حقوق الطبع. ولا يمكن للمسـتخدِمين الوصول إلى المصدر الفعلي للبيانات، لكن بإمكانهم تصفحها، كما يمكنهم إضافة البيانات الخاصة بهم.

٤-٥٩- وتقدم غوغل إيرث حالياً ثلاثة مسـتويات من الترخيص: غوغل إيرث المجاني للمشـاهد (Google Earth viewer)، وإصدار Google Earth Plus مقابل رسـم اشتراك قيمته ٢٠ دولاراً في السنة، وإصدار Pro، وهو نسخة احترافية للتطبيقات التجارية مقابل ٤٠٠ دولار في السـنة (الأسـعار في آذار/مارس ٢٠٠٨ ويرجى التحقق من آخر الأسعار). وتتضمن نسخة Plus دمج النظام العالمي لتحديد المواقع، مما يتيح للمسـتخدم قراءة المسـارات ونقاط الطُرق مـن جهـاز GPS. وبالإضافة إلى ذلك يقـدم Google Earth Plus دعماً مباشراً لخطوط منتجات Magellan و Garmin GPS، ودعـم طباعـة باسـتبانة عالية، ودعم العملاء عـن طريق البريد الإلكترونـي، ومسـتورد البيانات الذى يمكنه قـراءة نقاط العناوين من جـدول بيانات، وذلك باستخدام قيم تفصل بينها علامات "فاصلة"، ولكن ذلك يقتصر على ١٠٠ نقطة/عنوان.

٤-٦٠- وتتضمن وظيفية إصدار Pro برمجيات إضافة، مثل صناعة الأفلام، وهو يسمح للمستعمل بتمثيل بيانات تقوم على الموقع المكاني باستخدام أدوات رسم ثلاثية الأبعاد. كما يمكن للمستعملين نقل ما يصل إلى ٢ ٥٠٠ موقع نقاط من جداول بيانات. وثمة وحدة استيراد بيانات تسـمح للمسـتعمل بإضافة بيانات جغرافية، بما فيها البيانات الديموغرافية في نسق shapefile و tab format. وتسـمح أدوات القياس المتاحة في الإصدار Pro للمسـتعمل بحسـاب المسـاحات والمسـافات الخطيـة، كما يمكن تصدير الصـور بحجم يبلغ ١١ × ١٧ بوصـة أو ٨٠٠ ٤ نقطة ضوئية. ولا يباع غوغل إيرث برو على الانترنت ولكن يجب شراؤه عن طريق مندوب مبيعات.

٤-٦١- ومـن الممكـن في أي من إصدارات غوغـل إيرث، تصدير البيانـات الجغرافية في نسـق kml (لغة ترميـز Keyhole) إلى غوغل إيرث، كما يمكن تنزيل نـص مجاني يتيح تحويل النقـاط والمضلّعات إلى النسـق الصحيـح، على الرغم من أن المضلّعات قـد تكون أكثر صعوبة في الاسـتيراد. وتعنـى الطوبولوجيا البدائيـة، أي عدم وجود جداول خصائـص لمضلّعات المعالِم أو جـداول لمواقع العُقد، أن البيانات المشْـكِلة قد لا يتم اسـتيرادها. ويمكن للإصدار Pro اسـتيراد ملفـات shapefiles ولكن لا يمكنه تصديرها. وقد يثير نقل الخرائط الممسـوحة ضوئياً إلى غوغل إيرث للاستخدام في التعداد، مثل خرائط مناطق العدّ، مشاكل تتصل بالقيود الشديدة لحجم الملف (١٨ ٠٠٠×١٨ ٠٠٠ بكسـل). وهـذه يمكـن التغلب عليها عن طريق اسـتخدام نص "Python script regionator"، ولكن هذا قد يخلق صعوبات في إدارة الملفات.

٤-٦٢- وقد يؤدى غوغل إيرث، لا سيما إصدار Pro بقدراته على تصدير الصور، بعض المهام المفيدة للمكاتب الإحصائية الوطنية على الرغم من وظيفته المحدودة جداً بالمقارنة مع التصوير القائم بذاته. وتشمل نقاط القوة في غوغل إيرث انخفاض التكلفة وسهولة الاستخدام لبعض المهام ذات المستوى المنخفض. وتسمح الاستبانة المكانية لمعظم الصور (١٥ متراً) للمشتغلين في تحديد مناطق العدّ برؤية المشهد الطبيعي العام بقدر من التفصيل، ولكنه لا يكفي لإحصاء الوحدات السكنية. ومن ضمن نقاط الضعف في غوغل إيرث عدم وجود الاستبانة اللازمة للاستخدام في تحديد مناطق العدّ، وصعوبة نقل الصور إلى برنامج نُظم المعلومات الجغرافية، وضرورة وجود اتصال إنترنت فائق السرعة لتحميل الصور، ونقص البيانات الفوقية والأصالة. أما مصادر البيانات الساتلية الأخرى على الإنترنت، مثل البيانات التي يتم الحصول عليها من خلال التطبيق المجاني ArcGIS Explorer لمعهد أبحاث النُظم البيئية، فقد تتحايل على بعض مشاكل غوغل إيرث، بتوفير إمكانية استيراد الصور مباشرة إلى مشاريع نُظم المعلومات الجغرافية، ولكن الاستبانة المكانية للصور المتاحة قد لا تكون كافية بالنسبة لبعض تطبيقات التعداد.

٤-٦٣- وتُظهر الصور الساتلية العالية الاستبانة مستوى من التفاصيل الجغرافية يماثل الصور الخرائطية الرقمية التي تُنتج من الصور الجوية، ولكن المشكلة الرئيسية في الصور الساتلية هي أن الحصول على صور ساتلية خالية من السُحب أصعب بالمقارنة بالصور التي يمكن الحصول عليها من طائرات تحلق على ارتفاع منخفض وتعمل وفق جدول زمني مرن. وتسمح الصور عالية الاستبانة، الخالية من السحب، بحصر الوحدات السكنية وتقدير عدد السكان وتحديد مناطق العدّ. وكثيراً ما يتم التصوير الجوي على أساس كل حالة بعينها، ويمكن أن يكون أكثر ملاءمة للمسح التفصيلي ومشاريع رسم الخرائط التفصيلية. وهناك التصوير الجوي الرقمي الجديد الذي أخذ يكتسب شعبية، ويمكن أن يقدم صوراً بجودة فائقة تزيد حتى عن غالبية الصور الساتلية العالية الاستبانة (انظر الفقرات ٤ - ٧٣ إلى ٤ - ٨٩ أدناه).

٥ - تطبيقات الاستشعار من بُعد لتحليل بيانات السكان

٤-٦٤- توفر تقنيات الاستشعار من بُعد إمكانات لتحديد المناطق ذات النمو السريع أو التغير السريع، مما يتيح للمكاتب الإحصائية الوطنية تركيز الموارد على المناطق التي توجد فيها حاجة ماسة إليها. ولا يزال تحليل بيانات السكان باستخدام الاستشعار من بُعد في مهده، ولكنه حقق مكاسب سريعة. ويصف تقرير المجلس الوطني للبحوث بالولايات المتحدة (NRC, 2007) الأساليب البديلة لتقدير أعداد السكان بأنها لا تزال غير قوية بدرجة كافية للاستجابة للمساعدات الإنسانية. ولا تملك أجهزة الاستشعار عالية الاستبانة المكانية، مثل Ikonos وQuickbird العمق الذي لأرشيفات بيانات لاندسات (Landsat)، كما أن تغطية مساحات واسعة يمكن أن تكون مكلفة جداً. ولكن لاندسات، كما ذُكر، تعاني من مشاكل عند استخدامها في تقدير حجم السكان، وكذلك مشاكل على المدى الطويل مع أجهزتها الاستشعارية، إضافة إلى الفوارق في التمويل. ومن المحتمل أن تتاح للباحثين في المستقبل القريب تطبيقات بديلة لتطبيقات لاندسات تزودهم بصور عالية الاستبانة، مثل سبوت (SPOT).

٤-٦٥- وتشمل خصائص السكان التي يمكن تقييمها باستخدام صور السواتل أعداد الوحدات السكنية، وقياس مساحات الأراضي الحضرية (حجم الاستيطان) وتقديرات الغطاء الأرضي/استخدام الأراضي كبدائل لانتشار السكان، والكثافة السكانية (Jensen and Cowen,

1999). وفي بعض المناطق المعرضة للكوارث تكون للصور الجوية ميزة على صور السواتل في قدرتها على التقاط المشاهد دون غطاء السُحب. ولا يزال دور الرادار محدوداً في التحليل السكاني على الرغم من أن له ميزة اختراق الغيوم.

٤-٦٦- ويمكن استخدام نهج "الكشف عن التغيير" لقياس التغير السكاني مكانياً، ولا سيما لتحديد مناطق النمو السريع، وذلك باستخدام اثنتين أو أكثر من الصور لنفس المكان على مدى فترة زمنية مدتها خمس سنوات أو أكثر. ولتحديد حجم الانتشار الحضري يقوم المحلّلون بتصنيف كل صورة باستخدام أسلوب تصنيف جامد، بحيث يُعتبر كل بكسل إما حضرياً أو غير حضري، وهذا يتوقف على البصمة الطيفية. ويمكن بعد ذلك حساب التغيرات في الغطاء الأرضي بمراكبة الصور وقياس النمو في المناطق المأهولة بالسكان.

٤-٦٧- واستخدمت دراسة الحالة (Yankson,2004) التي ذكرها آنتوس بيانات Landsat TM من أعوام ١٩٨٥ و١٩٩١ و٢٠٠٢ لحساب المعدلات السنوية للانتشار المساحي لمدينة أكرا خلال تلك الفترة الزمنية. ووجد "يانكسون" أنه ما بين ١٩٨٤ و١٩٩١، اتسعت أكرا بمعدل حوالي ١٠ كيلومترات مربعة سنوياً. وقد زادت هذه إلى ٢٥ كيلومتراً مربعاً سنوياً بين عامي ١٩٩١ و٢٠٠١. واقتصرت هذه الدراسة على قياس مدى النمو المساحي. ولفهم التغييرات الداخلية الكبيرة التي قد تكون ذات صلة بالتنمية، فإن على المرء اعتماد نهج التصنيف اللين الذي يقيس التراكم الحضري بوصفه متغيراً مستمراً. وبدلاً من تصنيف البكسل كحضري أو غير حضري، يمكن للمحلّل استخدام بيانات تصنيف على مستوى البكسل الفرعي لتصنيف كل بكسل على أن له درجة من الحضرية ممثلة بنسبة مئوية. وهذا مما يؤيد فكرة اتّباع نهج مستمر في استخدام نُظم المعلومات الجغرافية لرسم خرائط عمليات التعداد.

٤-٦٨- واستخدمت الدراسات الصحية الصور الملتقطة بالاستشعار من بُعد في إبراز الفوارق بين المناطق الحضرية في ظواهر مثل انتشار الأمراض. وقد استخدم كاسترو Castro (٢٠٠٤) التصوير الجوي ومضلّعات مناطق الأحياء لتحديد المواقع المحتملة لتكاثر الملاريا الضارة. ومن الممكن الكشف عن المستوطنات والأحياء غير الرسمية على أساس بصمة الخاصية النمطية المميزة للمستوطنات، والتي يمكن أن تشمل أسطح المنازل الكثيفة، والنمو الخضري المنخفض، والطُرق والممرات الترابية. وبصفة عامة تفتقر الأحياء غير الرسمية إلى حد أدنى من النسيج التركيبي المميز، وهذا يعني انخفاض التباين في السطوع، وتركيزات عالية من السطوح المنيعة (Weeks, 2007).

٤-٦٩- وأخيراً، فإن معظم التطبيقات السكانية المتقدمة لبيانات الاستشعار من بُعد تستخدم التحليل القائم على الأجسام أكثر من استخدامها التحليل القائم على البكسل. وقد أوضح بيليكا (Pellika, 2006) كيفية استخدام التطبيق المؤتمت لتجزئة صورة عالية الاستبانة إلى مناطق أصغر متماثلة في الحجم والشكل واللون، ثم وضع بطاقة وصف لكل منطقة بوصفها نوع سطح معين، مثل "سطح أحد المنازل". وهذا الأسلوب من شأنه أن يتيح تجميع كل أسطح المنازل من نوع معين ووصفها بأنها جزء من مستوطنة غير رسمية. وبتطبيقه لهذا الأسلوب على عدة مناطق دراسة تمكن بيليكا من تحقيق ٩٧ في المائة من الدقة. وهناك بعض السلبيات في تحليل الصور على أساس الأجسام، وهى أنه على الرغم من الأتمتة، فإنه لا يزال يستغرق وقتاً طويلاً؛ وعلاوة على ذلك، فإنه محدد بالمواقع، ويعتمد على وجود بيانات مفصلة عالية الاستبانة. وفي الوقت الحاضر يتطلب التحليل برمجيات مكلفة وخبرات واسعة غير متاحة، في كثير من الأحيان، لدي معظم موظفي المكاتب الوطنية للإحصاء.

٤-٧٠- وكما هو الحال في الصور الجوية، يمكن أن يكون الحصول على صور السواتل - وإن كان في العادة أقل تكلفة من صور عمليات المسح الجوي - مرتفع التكاليف إلى حد ما. ولذلك ينبغي، ما أمكن ذلك، الحصول على البيانات الساتلية العالية الاستبانة بموجب ترتيب لتقاسم التكاليف مع وكالات أخرى، أو يمكن استخدامها بشكل انتقائي في المناطق التي تكون التغطية الخريطية لها غير كافية.

٦ - مزايا وعيوب بيانات الاستشعار الساتلي من بُعد

٤-٧١- من مزايا بيانات الاستشعار الساتلي ما يلي:

- التغطية المحدَّثة لمساحات واسعة جداً بتكلفة منخفضة نسبياً، مع صور منخفضة الاستبانة المكانية.
- توفر الصور العالية الاستبانة المكانية القدرة على تغطية مناطق على مستوى تفصيلي كاف لتحديد مناطق العدّ، شريطة وجود تقديرات سكانية للمناطق التي يجرى تحديدها.
- تتيح الصور الساتلية رسم خرائط للمناطق الوعرة.
- يمكن استعمال الصور كمراجعة مستقلة للتحقق الميداني.
- للصور استخدامات متعددة، ويمكن بمجرد شرائها استخدامها في تطبيقات أخرى.
- قد تتيح مصادر الصور المباشرة من الشبكة درجة من الوظيفية منخفضة التكلفة (أو بلا تكلفة على الإطلاق).
- تفيد في تحديث الخرائط الطوبوغرافية للمناطق الريفية، مثل تحديد المستوطنات أو القرى الجديدة التي لا توجد على الخرائط.

٤-٧٢- أما العيوب، فمنها ما يلي:

- الاستبانة المكانية لكثير من النظم، وخاصة ذات التكلفة المنخفضة منها، لا تكفي لتطبيقات التعداد.
- في حالة أجهزة الاستشعار البصرية، تحد السُحب والغطاء النباتي من إمكانية تفسير الصور.
- مشكلة التباين المنخفض بين المعالِم - مثل الطُرق الترابية ومواد البناء التقليدية في المناطق الريفية - تجعل التحديد صعباً في سياقات العالم النامي بصفة خاصة.
- يتطلب تجهيز الصور قدراً كبيراً من الخبرة التي قد لا تكون متاحة في المكتب الوطني للإحصاء. ونظراً لمحدودية الموارد البشرية في المكاتب الإحصائية الوطنية قد تقرر تلك الوكالات الاستعانة بالخبرة من مكان آخر من أجل أداء مهامها في رسم الخرائط. وإن كان يمكن باستخدام هذا النهج التعاوني المؤسسي، تقاسم النفقات والخبرة.

دال - التصوير الجوي

١ - لمحة شاملة عن التصوير الجوي

٤-٧٣- حتى مع ظهور الصور الساتلية العالية الاستبانة، لا يزال التصوير الجوي مفيداً لتطبيقات رسم الخرائط التي تتطلب درجة عالية من الدقة وسرعة إنجاز المهام. والصور الجوية مماثلة للخرائط والصور الساتلية لأنها توفر مشهداً من أعلى إلى أسفل للمعالم على سطح الأرض. وهي تختلف عن الخرائط من حيث إنها لا تُظهر سوى المعالِم الظاهرة للعيان على سطح الأرض. وبطبيعة الحال فإن الحدود الاصطناعية والمعلومات الموضوعية والتعليقات التفسيرية غير موجودة. وبدون مزيد من التجهيز والمعالجة لا توفر الصور الجوية الدقة الهندسية للخريطة. كما أن زاوية الكاميرا وتباين التضاريس يؤثران على منظر الصورة الجوية. ولذا فإن المعالجة الإضافية لازمة لإنتاج صور خرائطية تجمع بين الدقة الهندسية للخريطة الطوبوغرافية والتفاصيل الكثيرة للصورة (انظر الإطار ٤ - ٢).

٤-٧٤- ويُستخدم التصوير المساحي - أي علم الحصول على قياسات من الصور الفوتوغرافية - لإنشاء وتحديث الخرائط ذات القاعدة الطبوغرافية، وإجراء عمليات مسح التربة والمسح الزراعي، ودعم العديد من جوانب التخطيط الحضري والإقليمي. وكثيراً ما تستخدم مشاريع التعداد أيضاً عمليات مسح بالصور الجوية للقيام بسرعة بوضع خرائط للمناطق التي لا تتاح لها خرائط محدَّثة مستكملة أو التي يصعب مسحها باستخدام الأساليب الميدانية التقليدية. ويوفر المسح الجوي قبل فترة وجيزة من التعداد أكمل أساس لتحديد مناطق العدّ في غضون فترة زمنية قصيرة معقولة.

٤-٧٥- وقد استُخدمت الصور الجوية لرسم الخرائط بعد اختراع الطائرات بوقت قصير جداً، واستخدمت التطبيقات الأولى كاميرات عادية. إلاّ أنه سرعان ما استخدمت نُظم كاميرات معدَّة بشكل خاص لتقلل من التشوه الهندسي ورُكِّبت على طائرات معدّة بشكل خاص لكي تتيح لنظام الكاميرا مواجهة الأرض أسفلها مباشرة من خلال فتحة في أرضية الطائرة. وقد تطورت بسرعة معدات تفسير الصور الجوية وتحويل المعلومات المستخلصة من هذه الصور إلى خرائط. وعلى سبيل المثال، أصبح تفسير أزواج الصور المجسمة هو الطريقة الشائعة لإنتاج خرائط الخطوط الكنتورية للارتفاعات.

٤-٧٦- ويتم الحصول على الصور الجوية باستخدام كاميرات متخصصة على متن طائرات تحلق على ارتفاع منخفض. وتلتقط الكاميرا الصورة الفوتوغرافية إما على فيلم أو رقمياً. وبالمقارنة مع نُظم الاستشعار الرقمية، فإن الفيلم عادة ما يقدم قدرة استبانة فائقة (أي القدرة على تمييز التفاصيل الصغيرة)، على الرغم من أن التطورات الأخيرة في مجال التصوير الرقمي قد غيرت هذا. ووفقاً للمؤلفات التي تنتجها شركة المسح الجوي MJ Harden، فإنه بإمكان أحدث أجهزة الاستشعار التقاط صور ١٢ بتة (bit) باستبانة أرضية تبلغ في صغرها ١,٥ بوصة لكل بكسل صورة، مع ٤ ٠٩٦ درجة من درجات الانتقال من الأسود إلى الأبيض مقابل ٢٥٦ درجة على الأفلام. وتقارن شركة Rob Wooding and Associates في جنوب أفريقيا الصور الجوية الرقمية بالصور الساتلية الرقمية باستبانة متر واحد، وتخلص إلى أن الصور الجوية أقل كلفة وأكثر دقة. ويتوقف هذا على موقع المكان الذي تطير عليه الطائرة، ولذلك ينبغي تقييم الاحتياجات لكل حالة على حدة.

٤-٧٧- والمنتج النهائي لمشروع التصوير الجوي هو في العادة صور مطبوعة لمنطقة على الأرض. وفي تصميم المسح الجوي للصور، تتداخل الصور الناتجة بنسبة بين ٣٠ و٦٠ في

المائة. ويمكن لأخصائيي التصوير المساحي الجمع بين هذه الصور لإنتاج مجموعة متناغمة من الصور الخالية من الفراغات تغطي المنطقة بأسرها. ويمكن أن تُستخدم مجموعة الصور الجوية المطبوعة كما تستخدم الخرائط. كما يمكن أيضاً وضع تعليقات عليها، واستعمالها مرجعاً للعمل الميداني، وفي تيسير رقمنة المعالم لإنشاء أو إكمال قواعد البيانات الجغرافية.

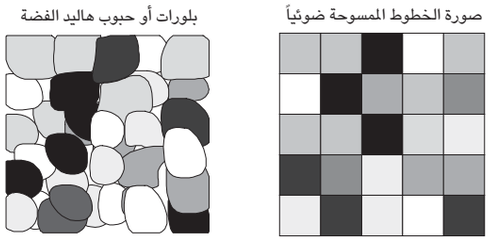
٤-٧٨- لقد غيرت أوجه التقدم التي تحققت مؤخراً في معالجة الصور الرقمية في النسق الذي تتحول به الصور الجوية إلى منتجات مفيدة. ففي الأنظمة التناظرية، تكون الصورة في العادة منتَجاً وسيطاً. والنهج الأكثر شيوعاً هو تحويل الصور السلبية إلى فيلم شفاف يجرى مسحه ضوئياً باستخدام جهاز مسح ضوئي عالي الاستبانة جداً. والنتيجة هي صورة رقمية يمكن عرضها ومعالجتها على جهاز الحاسوب. ويظهر الفرق المجهري بين الصور الفوتوغرافية والصور الرقمية في الشكل ٤ - ٦. وعلى سبيل المثال يتكون فيلم التصوير الأبيض والأسود من طبقة من الجيلاتين تتخللها بلورات هاليد الفضة الضئيلة الحساسة للضوء، وهذه البلورات أو الحبوب غير منتظمة في الشكل والحجم. أما الصورة الممسوحة ضوئياً فهي مجموعة منتظمة من البكسلات (pixels) (عناصر الصورة).

٢ - تطبيق الصور الجوية في رسم خرائط التعداد

٤-٧٩- تناسب خرائط التصوير المساحي بشكل جيد تطبيقات حصر الوحدات السكنية وتقدير عدد السكان. وأحياناً ما يسمى حصر المساكن والسكان عن طريق الصور الجوية باسم عمليات مسح سطوح المباني. ففي المناطق الريفية، حيث يمكن تمييز المستوطنات بشكل واضح على الصور الجوية، وحيث المنازل متناثرة إلى حد ما، فإن عدد الوحدات السكنية يمكن تحديده بسهولة كبيرة. وحينئذ يسمح التقدير الموثوق به لمتوسط عدد الأشخاص لكل أسرة معيشية بعمل تقدير دقيق بدرجة كافية لعدد السكان لأغراض التعداد السكاني. وفي المناطق الحضرية قد تكون المنازل متقاربة جداً. وكذلك قد يكون تحديد عدد الأسر التي تعيش في بيوت متعددة الطوابق صعباً. ومع ذلك، فإنه يظل ممكناً، مع بعض التدريب والمعرفة بالمنطقة، تحقيق درجة كافية من الدقة في التقديرات السكانية، وحينئذ يمكن لموظفي التعداد تحديد حدود مناطق العدّ التي تضم عدداً محدداً من الوحدات السكنية. وبما أن خرائط التصوير المساحي مسندة جغرافياً بشكل صحيح فسوف يتم تسجيل مناطق العدّ الناتجة بإسقاط خرائطي صحيح له محددات معلومة. وهذا يعني أنه لن يكون ضرورياً اللجوء إلى عمل إسناد جغرافي، قد يكون مملاً، لجعل الحدود الرقمية متوافقة مع غيرها من بيانات نُظم المعلومات الجغرافية.

الشكل ٤ - ٦

أفلام التصوير مقابل الصور الممسوحة ضوئياً



الإطار ٤ – ٢

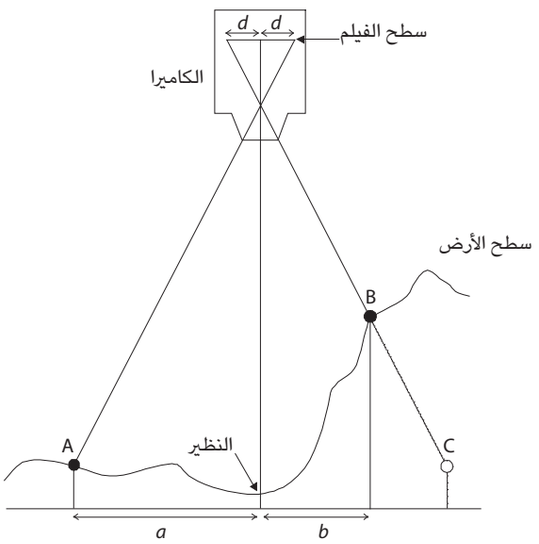
إعداد صور التصوير المساحي الرقمية

لإنتاج صور مساحية رقمية تشبه الخرائط، يجب التخلص من تشوهات الصورة التي يرجع السبب فيها إلى زاوية الكاميرا وتضاريس الأرض. ويوضح الشكل ٤ – ٧ التشويه الذي يتسبب فيه تباين التضاريس (نقلاً عن جونز، ١٩٩٧). والصورة الفوتوغرافية هي أساساً إسقاط منظور لسطح الأرض. النقطة (B) في الصورة تقع على ارتفاع أعلى مقارنةً بالنقطة (A). وفي الواقع تقع النقطة (B) على مسافة (b) من نظير السمت، وهي النقطة التي تقع رأسياً تحت المركز المنظور لعدسة الكاميرا. ومع ذلك، فإن إسقاط المنظور في الكاميرا يعطي انطباعاً مضللاً، إذ يبدو أن (B) تقع في النقطة (C)، وبالتالي يقع إسقاطها على نفس المسافة (d) من مركز سطح الفيلم للنقطة (A).

وبالتالي فإنه لتصحيح التشوهات في الصورة الجوية، يحتاج الأمر إلى معرفة الارتفاع عند كل نقطة على الأرض. ويمكن تحديد الارتفاع من الأزواج المجسَّمة من الصور الجوية. وهذه الصور تغطي المنطقة نفسها تقريبا على الأرض، ولكنها قد أُزيحت مسافة صغيرة. وتتيح راسمات الخطوط البيانية التحليلية المجسَّمة للمشغِّل أن يشارك بشكل صحيح في تسجيل أزواج الصور المجسَّمة وأن يستخرج مواقع المعالم بأبعاد ثلاثية. وتدعم أحدث برمجيات أنظمة رسم الخرائط وجود درجة عالية من الأتمتة لتسجيل الصور وإزالة التشوهات. ويمكن مراعاة كل المعايير ذات الصلة، مثل درجة ميل الكاميرا أثناء الطيران وانحرافات العدسة. وبذلك يمكن للمشغّل استخراج البيانات

الشكل ٤ – ٧

التشوه بسبب التضاريس



الرقمية ذات المرجعية الصحيحة جغرافيا من الصور الجوية. وتشمل المنتجات بيانات متجهات نُظم المعلومات الجغرافية المتولدة مباشرة من الصور الجوية أو الخرائط السلكية الإطار التي تبين التضاريس أو النماذج الرقمية للارتفاع، في صورة بخطوط المسح مناظرة للصورة الجوية، حيث تشير قيمة كل بكسل إلى ارتفاع تلك النقطة عن سطح الأرض. ومع أن النماذج الرقمية للارتفاع ذات فائدة متوسطة في تطبيقات إعداد خرائط التعداد، فإن لهذه البيانات فائدة كبيرة في التطبيقات البيئية وتطبيقات الموارد الطبيعية، وخاصة في علم المياه.

وبعد عملية التسجيل في نظام جغرافي مرجعي سليم، وبعد إزالة التشوهات، تكون الصور الجوية الأوّلية قد تم تحويلها إلى خرائط صور مساحية. وعادة ما تنتَج هذه الخرائط بمقياس رسم ١: ٢٠٠٠ حتى ١: ٢٠٠٠٠، تبعاً لارتفاع الطائرة وعملية التجهيز والمعالجة. ويمكن إدماج الصور المساحية الرقمية المتجاورة لإنشاء قاعدة بيانات متقنة للصور لمدينة بأكملها أو منطقة بأكملها أو حتى لكامل البلد. ويستطيع فنيو رسم الخرائط استخلاص أو تحديد المعالم على خرائط الصور المساحية من خلال الرقمنة على الشاشة، أو يمكن أن تُستخدم كمجرد خلفية لتوفير سياق لطبقات بيانات نُظم المعلومات الجغرافية القائمة.

٤-٨٠- ويقوم تفسير الصور الجوية في معظم الأحيان على أساس التفسير البصري. وبالتالي لا يحتاج موظفو رسم خرائط التعداد إلى تدريب على التقنيات المتقدمة لمعالجة الصور. ويمكن رسم حدود مناطق العدّ على الصورة الجوية. أما المعالم الجغرافية الإضافية التي توفر المرجعية الجغرافية للعدادين فإنه يمكن أيضاً استخراجها من الصور. ويمكن تحديد هذه المعالم بصورة تفاعلية على الحاسوب باستخدام الفأرة أو جهاز إشارة مماثل. ويمكن، بدلاً من ذلك، أن يقوم موظفو التعداد بطباعة الصور وتتبع المعالم على صفائح فيلمية من البلاستيك (من الأسيتات أو المايلر (acetate or mylar))، وهذه يمكن مسحها ضوئياً وتحويلها إلى متّجهات. وتتطلب هذه العملية خطوة إضافية والمزيد من المواد، ولكنها غالباً ما تحسن من دقة المنتَج (انظر أيضاً الأقسام المتعلقة بالرقمنة والمسح).

٤-٨١- ولا بد من التأكيد على أن ملف حدود مناطق العدّ التي تقوم على الاستشعار من بُعد بواسطة السواتل أو الصور الجوية لا معنى له دون وجود بيانات مرجعية كافية - مثل المعالم البارزة وأسماء الشوارع - لأن العدّادين قد لا يكونون قادرين على تحديد مواقعها بأنفسهم.

٣ - مسائل التنفيذ والقضايا المؤسسية المتعلقة بالتصوير الجوي

٤-٨٢- يتطلب بناء خرائط التصوير المساحي الرقمية خبرة كبيرة في طرق التصوير المساحي، وقد لا تكون هذه متاحة في العادة في منظمة التعداد. لذلك تحتاج المنظمة إلى وضع اتفاق تعاون مع وكالة وطنية أخرى، والأرجح أن تكون هذه إدارة رسم الخرائط أو وحدة استطلاع بالقوات الجوية. والبديل لذلك هو التعاقد مع شركة تجارية لرسم الخرائط الجوية. ويوجد العديد من الشركات الدولية لرسم الخرائط، يمكن أن توفر الطائرات، والكاميرات ومعدات المعالجة والتجهيز.

٤-٨٣- ومع ذلك فإن هذه الخدمات ليست رخيصة. ومن حُسن الحظ أن الصور الجوية مفيدة في العديد من التطبيقات المختلفة، بما في ذلك تخطيط تقديم الخدمات، وتحديث خرائط المدن ومشروعات تمليك الأراضي. ويمكن بتقاسم التكاليف فيما بين الإدارات الحكومية، وربما مع القطاع الخاص، أن تُخفض نفقات التعداد بقدر كبير بالنسبة لمنظمة التعداد. وحيث تكون التغطية الوطنية الكاملة بالصور الجوية غير ممكنة بسبب قيود الموارد، فإنه لا يزال من الممكن إنتاجها عن مناطق محددة. ومن الأمثلة على ذلك استخدام التصوير الجوي لتقدير عدد الناس الذين يعيشون على القوارب من جانب مكتب الإحصاء في هونغ كونغ، الصين (انظر NIDI- Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute, 1996). ويوضح هذا كيفية استخدام هذه التقنيات لعد السكان الذين يصعب حصرهم. ومن الأمثلة الأخرى البدو أو اللاجئون، والمناطق الحضرية أو الأقاليم التي تنمو بسرعة، والمناطق التي يصعب الوصول إليها في مواسم معيَّنة.

٤-٨٤- ويتضح من الفقرات السابقة أن وضع خرائط التصوير المساحي الرقمية يتطلب قدراً كبيراً من الخبرة الفنية والمعدات المتخصصة. وعلى العكس من ذلك، لا يحتاج استخدام هذه الخرائط إلى تدريب إضافي يذكر، وإن كان من الضروري أن تكون متوافقة مع الخطة الشاملة للتعداد. وعلى سبيل المثال، قد تتكون قاعدة بيانات مدينة مسجّلة ببساطة في شكل مجموعة من الصور على وسيطة تخزين سهلة الحمل، مثل الأقراص الفيديوية الرقمية، التي يمكن عرضها بسلاسة على نظام معلومات جغرافية عادي أو على جهاز حاسوبي مكتبي لرسم الخرائط. ويمكن الحصول على خرائط التصوير المساحي الرقمية في أنساق الرسوم العادية، مثل TIFF. وبالتالي لا يحتاج المستخدم إلى برمجيات متخصصة لمعالجة الصور. وفي الواقع يمكن استعمال أي

حزمة رسـومات لاسـتخلاص معالم من الصور على الرغم من أن معلومات الإسـناد الجغرافي قد تضيع في هذه العملية. وهذه المعلومات تشمل أبعاد وإحداثيات الصورة على أرض الواقع، وعادة مـا تكون في ملف صغير. وبهذه المعلومات تصبح معظم الحزم الحاسـوبية للحاسـوب المكتبي لوضـع الخرائط قادرة على تسـجيل هذه الصور عـلى أي بيانات نظام معلومـات جغرافية يتم تخزينها في نفس النظام المرجعي الجغرافي.

٤-٨٥- وتفيـد خرائط التصوير المسـاحي الرقميـة أيضاً بوصفها خلفية توفر سـياقاً لعرض مواقع النقاط التي جُمعت باسـتخدام النظام العالمـي لتحديد المواقع، أو معالم مرقمنة، مثل المرافق الصحية وشبكات النقل. وفي الماضي، كان يُزود العدّادون، بالإضافة إلى خرائط مناطق العدّ، بنسـخ من خرائط التصوير المسـاحي الرقمية التي تظهر حدود مناطق العدّ، وذلك لتيسير التوجه في المناطق المعينة لهم. ومع ذلك فإن من الأرجح اليوم إدماج الصور الملتقطة بالاستشعار من بُعد في صلب مشروع نظام المعلومات الجغرافية بدلاً من ضمها كخريطة منفصلة.

٤-٨٦- ومن المشاكل التي تعوق تطبيق هذه التكنولوجيا في مكاتب التعداد، الحجم الكبير للبيانـات التـي ينطوي عليها العمل بخرائط التصوير المسـاحي الرقمية عالية الاسـتبانة لمناطق واسعة. وبالتالي قد يكون من الأفضل لمكتب التعداد الحصول على صور جوية رقمية أقل استبانة وتبـين تفاصيل كافية لتطبيقـات التعداد، ويكون من الأسـهل تجهيزهـا ومعالجتها وتخزينها. وغالباً ما تكون خرائط التصوير المسـاحي الرقمية ذات درجة استبانة عالية جداً، وأحجام بكسل على الأرض في نطاق سنتيمتري (عادة ٥ - ٣٠ سم)، ولكن خرائط التصوير المساحي الرقمية، التي يعاد توزيعها بأحجام بكسل بين ٠,٥ و٢ متر تكفي لتحديد مناطق العدّ.

٤-٨٧- أما مسـتقبل التصوير الجوي فهو أن يكون عملية رقميـة بالكامل، ومن ثم تزول الحاجة إلى إنتاج صور مطبوعة وسيطة. وقد بدأ تشغيل النُظم التي تستخدم ضوابط النظام العالمي لتحديـد المواقع أثناء الطيران والكاميرات ذات اللوحات الرقمية. وتسـتخدم الكاميرات ذات اللوحات الرقمية سلسلة من الأجهزة الازدواجية الشحن يمكن أن تنتج صوراً بحجم ٩,٢١٦×٩,٢١٦ بكسل، بدقة في تحديد المواقع تبلغ ١ - ٤ سـم. ومع الاسـتغناء عن الخطوات الوسيطة لإنتاج صور مطبوعة وما يلحق بها من مسح ضوئي، فسوف تكون هذه التكنولوجيا أرخص كثيراً وأسرع من تكنولوجيات التصوير التقليدية. وسوف تستمر الزيادة في استبانة الكاميرا الرقمية بشكل مطرد، وكذلك في سرعات التجهيز التي يؤديها الحاسوب. ولذا فإن من المرجح أن يحل رسم الخرائط الجوية الدقيق، في الوقت الحقيقي والرقمي، محل التصوير الجوي التقليدي في المستقبل بشكل تام.

٤ - مزايا وعيوب الصور الجوية

٤-٨٨- تشمل مزايا الصور الجوية ما يلي:

- توفـر الصور الجويـة قدراً كبيراً مـن التفصيل ويمكن تفسـيرها بصرياً. كما أن المعلومات عن أنواع عديدة من المعالم - كالطُرق والمباني والأنهار - تظهر في نفس الوقت.
- جمـع البيانـات أسرع، ولذلك يمكن أن تُنتَج بيانـات الخريطة بسرعة أكبر بكثير من اسـتخدام عمليات المسح الأرضية لرسم الخرائط. وبالتالي فإن الصور الجوية الحديثة أسـاس ذو موثوقية أعلى لإعداد خرائط التعداد مقارنة مع الخرائط التي لا يجرى تحديثها بانتظام.

- يمكن اســتخدام الصور الجويــة لإنتاج خرائط لمناطق يصعــب الوصول إليها أو لمناطق يصعب العمل الميداني فيها أو يكون خطراً.
- رسم الخرائط الطوبوغرافية باستخدام التصوير الجوي يمكن أن يكون أقل تكلفة من التصوير باستخدام تقنيات المسح التقليدية. ولكن بما أن متطلبات الدقة لأجل خرائط التعداد أقل منها لرسم الخرائط الطوبوغرافية، فإن التكاليف الكبيرة ليس لها بالضرورة ما يبررها إذا كانت المنتجات تستخدم لإعداد خرائط التعداد فقط.
- الصور الجوية المطبوعة مفيدة في العمل الميداني لتوفير "الصورة الأكبر". ويمكن للموظفين الميدانيين الاطلاع على طبيعة الأرض التي يمكنهم مشاهدتها، في السياق الأوســع للمنطقــة المحيطة. والصــور الجويــة الرقمية مفيــدة كخلفية في عرض مجموعات بيانات نُظم المعلومات الجغرافية.

٤-٨٩- أما عيوب الصور الجوية فهي كما يلي:

- تتطلب معالجة الصور الجوية وتجهيزها معدات مكلِّفة وخبرة متخصصة. ولذلك فــإن مكاتب التعــداد تحتاج إلى التعــاون مع وكالات أخرى للوصــول إلى خرائط التصوير المساحي الرقمية، أو الاعتماد على الدعم الخارجي.
- قد يكون للصور الجوية حقوق تأليف وحقوق توزيع محدود.
- تظل الصور الجوية بحاجة إلى معلومات عن أسماء المعالم التي ينبغي استخراجها مــن خرائــط ربما كانت قديمة. ولا يعنــي التصوير الجوي بالــضرورة أن العمل الميداني لا لزوم له. فإن من المحتمل أن لا يكون كافياً للمناطق النائية، على الرغم من أنه قد يوفر الدعم بالنسبة لمناطق العدّ التي يصعب الوصول إليها.
- قد يكون تفســير الصور الجوية أمراً صعباً حيث تكون المعالم خافية تحت كثافة غطــاء نباتي أو غطاء من السُــحب، أو حيــث لا يوفر التباين تمييــزاً واضحاً بين المعالم المتجاورة (على ســبيل المثال، بين بيوت المزارع المصنوعة من مواد طبيعية والأراضي المحيطة بها).
- تتألف الصور الجوية الرقمية من كميات كبيرة جداً من البيانات الرقمية، وبالتالي فهي تتطلب حواسيب قوية نوعاً ما للعرض وللتجهيز والمعالجة اللاحقة.

هاء - موجز واستنتاجات

٤-٩٠- استعرض الفصل الرابع عملية استخدام أدوات حديثة في العمل الميداني للتعداد، مثــل النُظم العالمية لتحديد المواقع والاستشــعار من بُعد، وإدماجهــا في العمل على أرض الواقع. وتتيح الاستفادة من هذه الأدوات الجغرافية المكانية للمكتب الوطني للإحصاء تركيز الجهود على المناطــق السريعة التغير داخل البلاد. وحتى هذه النقطــة في عملية التعداد يكون المكتب الوطني للإحصاء قد أنجز قاعدة بيانات جغرافية لمناطق العدّ. وتتمثل الخطوة التالية في تصميم وطباعة وتوزيع خرائط قاعدة البيانات الجغرافية من أجل استخدامها في العدّ الفعلي.

الفصل الخامس

استعمال قواعد البيانات الجغرافية (الخرائط) أثناء التعداد

ألف - مقدمة: استعمال الأدوات الجغرافية المكانية أثناء عمليات العدّ في التعداد

٥-١- تستعمل الخرائط في جميع أغراض التخطيط قبل التعداد مباشرة وأثناءه. ومن الأنشطة التي تستخدم الخرائط توزيع العدّادين على مناطق العدّ، وتحديد المناطق الوعرة أو التي يصعب الوصول إليها، وإدارة اللوجستيات اللازمة لنقل الموظفين الميدانيين والإمدادات الميدانية، وتحديد مواقع السكان الذين يصعب عدّهم، وتحديد أماكن المعيشة الجماعية، وترسيم الحدود الإدارية على مستويات متعددة، ورصد التقدُّم في عمليات التعداد، وعمل خرائط للمواقع داخل الخرائط.

٥-٢- ويتناول هذا الفصل عملية رسم خرائط التعداد هذه، مع التركيز على كيفية استعمال ما تتيحه قواعد البيانات الجغرافية من يُسر في إتاحة المعلومات الصحيحة بين أيدي العدّادين بطريقة حسنة التوقيت والتنظيم. وبشكل أعم فإن هذا الفصل يبين كيف أن التكنولوجيا الجغرافية المكانية يمكن أن تدعم عمليات التعداد أثناء عملية العدّ. ومن المواضيع التي يشملها هذا الفصل: تجميع الخرائط، وتحديد الطبقات للعدادين والمشرفين، والعناصر الأساسية لطباعة الخرائط وتوزيعها.

٥-٣- وبشكل عام فإن هذا الفصل يتبع نهج إدارة المشروع في عملية العدّ، وهي عملية ترتكز بشدة على وجود خطة. فعند تخطيط السوقيات بالتفصيل، تقل احتمالات الخطأ والبطء في العملية. فالتعداد هو عملية إقليمية، إذ يقسَّم البلد إلى وحدات تشغيلية يمكن تغطيتها بالكامل. ومن مزايا الخريطة الرقمية للعدادين أنها يمكن تعديلها حسب السياق الفعلي لإجراء التعداد في البلد. وتحديد مناطق العدّ رقمياً يتيح لوكالة الإحصاءات الوطنية وثيقة حيَّة، تقوم على أساس الأعمال التي جرت في التعدادات السابقة مع إضافة قيمة جديدة من الاستشعار من بُعد والنظام العالمي لتحديد المواقع.

٥-٤- وحين نصل إلى هذه المرحلة من العملية تكون عملية تجميع الخرائط من التعدادات السابقة وجميع الأعمال الميدانية متاحة في نسق ذي مرجعية جغرافية، إذ يكون مخططو التعداد قد حددوا المناطق التي تحتاج إلى مزيد من الاهتمام، وذلك باتباع نَهج تتبُّع التغييرات المذكور في الفصل الرابع. وإذا كانت وكالة الإحصاءات الوطنية قد قامت بعملها على

النحو الصحيح، فسيكون لديها الآن كل ما تحتاجه باستثناء عملية العدّ ذاتها. والفلسفة وراء هذا النهج هي أن قاعدة البيانات المدقَّقة والمحدثة بشكل جيد ستكون هي الأساس للخرائط التي يحملها العدّادون إلى الميدان، وتكون المهمة، لأغراض العدّ، هي استخراج الخرائط من قاعدة بيانات مناطق العدّ ووضعها بين يدي العدّادين.

باء - ضمان النوعية، وإنتاج خرائط مناطق العدّ، والاحتفاظ بقاعدة البيانات

١ - نظرة عامة

٥-٥- تتوقَّف دقة واستكمال بيانات التعداد بدرجة كبيرة على نوعية الخرائط التي يحملها العدّادون والمستخرجة من قاعدة البيانات الخرائطية. والخطوة النهائية قبل توزيع خرائط مناطق العدّ على العدّادين، بالإضافة إلى عملية متواصلة لمراقبة النوعية وتحسين النوعية عند تحويل البيانات، هي الاستعراض الدقيق لجميع الخرائط المنتجة. وهذا يتطلب أيضاً التحقق من صحة الحدود الإدارية عن طريق المديرين المحليين. وينبغي حل أي مشاكل متبقية أو أي تناقضات قبل إخراج المنتجات النهائية.

٥-٦- وعند هذه النقطة يكون قد تم إنشاء المكاتب الميدانية للتعداد. ولمستوى المركزية في الهيكل التنظيمي للتعداد أثر مباشر على إجراءات توزيع خرائط مناطق العدّ وخرائط رؤساء الأفرقة الميدانية. ويمكن أن يُعرض في المكتب الميداني خريطة من مقياس رسم صغير، مجمَّعة من خرائط مناطق العدّ، لبيان التقدُّم في العمليات. ومن جهود التخطيط الأخرى في المكاتب الميدانية تقدير أعباء العمل وتكاليف السفر، وترتيبات توزيع وتلقي مواد التعداد، وتحديد المناطق الساخنة، وترتيب زيارات موظفي المكاتب إلى المواقع الميدانية.

٥-٧- ومن الناحية النظرية فإن إنتاج خرائط مناطق العدّ هي عملية مباشرة ما دامت نوعية قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية مُرضية. وتعتبر هذه الخطوة تحدياً للسوقيات لأنه سيكون مطلوباً إنتاج وتوزيع آلاف الخرائط مع تعليمات بخصوص قراءة الخرائط وما يتصل بذلك من إرشادات.

٢ - إنتاج مسودات الخرائط ووضع إجراءات ضمان النوعية

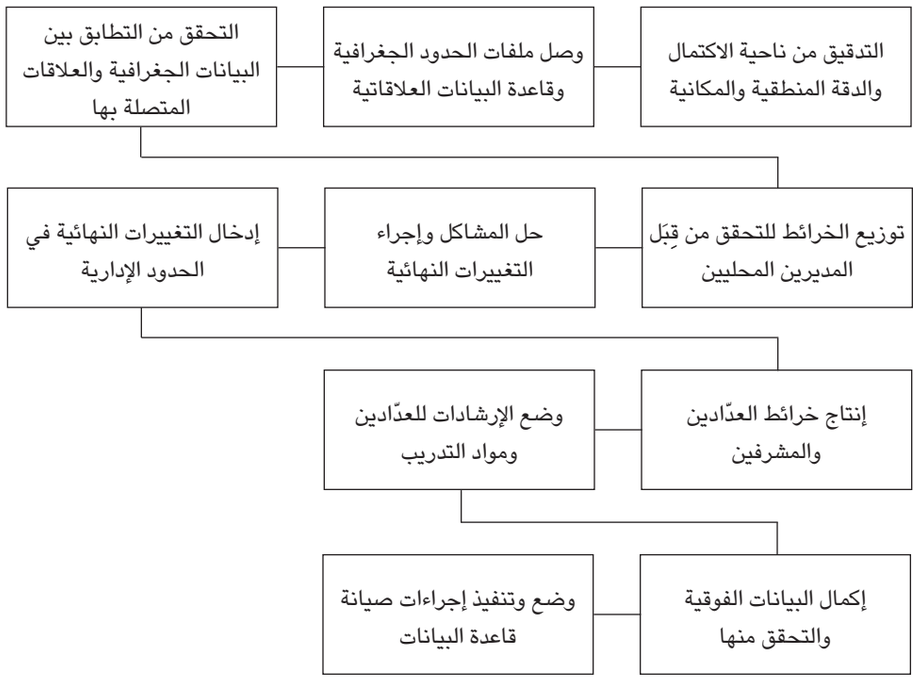
٥-٨- تشرح الفقرات التالية هذه العملية بالتفصيل، أي عملية إعداد خرائط التعداد للعدادين. وتشمل الخطوات تكامل قواعد البيانات الجغرافية، وتجميع المعلومات التي توضع على الخرائط، والتحقق من قِبل السلطات المحلية، وطباعة الخرائط وتوزيعها.

٣ - التحقق من مطابقة الحدود وملفات الخصائص، وطباعة خرائط العرض العام

٥-٩- عند إعداد التصميم النهائي للخرائط وطباعتها ينبغي مضاهاة مجموعات البيانات الخاصة بالحدود وملف الخصائص الجغرافية إن لم يكونا قد أُدمجا في قاعدة بيانات متسقة. وتنطوي هذه الخطوة أيضاً على التأكُّد من صحة مضاهاة بيانات الحدود وبيانات

الشكل ٥ - ١

مراحل ضمان النوعية، وإنتاج المنتجات، وصيانة قاعدة البيانات



الخصائص الجغرافية. فإذا كان كلاهما صحيحاً، فلا بد أن يتوافر على الأقل معلَم خرائطي واحد (نقطة أو خط أو مضلع) لكل سِجل في ملف الخصائص الجغرافية؛ أما إن لم يكن الأمر كذلك، فلا بد من وجود خطأ في قاعدة البيانات الجغرافية - أي أن إحدى مناطق العدّ مفقودة - أو أن يكون جدول الخصائص الجغرافية محتوياً على بند مزدوج أو تسجيل خاطئ. وإذا وجد مضلعان أو أكثر لسِجل واحد للخصائص، فعلى المسؤولين عن ضمان النوعية التأكد من أن الإجراءات المقرَّرة لمثل هذه الحالات قد اتُبعت.

٥-١٠- وينبغي أن يأخذ المسؤولون عن إعداد خرائط مناطق العدّ في اعتبارهم ضرورة أن تغطي خرائط مناطق العدّ كامل إقليم البلد تغطية دقيقة. وبمعاملة حدود مناطق العدّ باعتبارها "سوراً" حول المناطق المخصَّصة للعدادين، يمكن ضمان التغطية الكاملة. وتقل الأخطاء كثيراً إذا استُخدمت في تحديد حدود مناطق العدّ الخطوط الوسطى للشوارع والطرق، لكي يتمكَّن العدّادون من شمول الوحدات السكنية على أحد جانبي الشارع أو الطريق وترك الجانب الآخر للعداد المسؤول عن منطقة العدّ التالية. ويمكن الاضطلاع على قواعد أخرى خاصة بترسيم حدود مناطق العدّ في الفصلين الثالث والرابع.

٥-١١- وبعد التأكد من مضاهاة البيانات الجغرافية ومعلومات الخصائص على النحو السليم، يجب وضع بطاقات تعريف على الخريطة، كما يجب اختيار الرموز التي تعرِّف المعالم على خرائط الأساس (للاطلاع على معلومات عن النشر من خلال الخرائط، يرجى الاطلاع على الفصل السادس). ويمكن إعداد البطاقات تفاعلياً (أي يدوياً)، أو بطريقة شبه آلية أو بطريقة آلية، باستخدام حُزمة من حُزم نُظم المعلومات الجغرافية أو أي برمجية أكثر تخصصاً لتصميم

الخرائـط. وإذا كان مشروع إنتاج الخرائط للتعداد كبيراً جداً، فسـيكون إعـداد بطاقات المعالم عملاً يسـتغرق وقتـاً طويـلاً ومملاً. وإذا كان تصميم خريطة منطقـة العدّ عملية معقَّدة - كما يحـدث مثلاً عند ضم الكثير من طبقات الخرائط الرقمية من أجل إنتاج كل خريطة لمنطقة عد - فإن الموارد المطلوبة لوضع البطاقات بصورة سـليمة من حيث وقت العاملين والموارد الحاسوبية قد تكون كبيرة جداً.

٥-١٢- وتوفِّـر معظم أنظمـة المعلومات الجغرافية وأنظمة رسـم الخرائط بمسـاعدة الحاسوب وظائف تؤدي وضع البطاقات آلياً، وما على المستعمل إلاّ أن يحدِّد حقل الخصائص في جـدول الخصائص في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الذي يُسـتعمل في إعداد البطاقة، كأن يكون مثلاً اسـم شـارع أو عنوان مبنى. وعندئذ يسـتعمل النظام بعض القواعد البسـيطة لوضـع البطاقـات عـلى المعلَم أو قريباً منه. وبوسـع المسـتعمل عـادة أن يقرِّر حجـم البطاقة، وما إذا كان الأمر يسـتدعي وضـع البطاقات بعضها فوق بعض إذا كانـت المعالم متقاربة جداً. وعلى أي حال سيحتاج الأمر إلى تعديلات يدوية على البطاقات في جميع الحالات فيما عدا الحالات البسيطة.

٥-١٣- وبالنسبة لبرامج إعداد خرائط مناطق العدّ الكبيرة جداً، قد يحتاج مكتب التعداد إلى شراء حُزمة برامجية متخصصة لوضع الأسـماء، مثل مابلكس (Maplex). ولهذه البرمجيات لوغاريتمات متقدمة جداً تضمن مراعاة أهم القواعد الخاصة بوضع البطاقات، وهي:

- عدم وجود تداخل بين البطاقات، وإن وجد ففي أضيق الحدود.
- عدم وجود تداخل بين المعالم والبطاقات، وإن وجد ففي أضيق الحدود.
- أن يكون إسناد البطاقات للملامح واضحاً (دون لبس).
- أن يكون المظهر العام مريحاً، من حيث حجم الحروف وشكلها على سبيل المثال.

٥-١٤- وتنظِّم البرمجيات وضع البطاقات على أسـاس عدد من القواعد التجريبية التي يمكن تعديلها لأغراض خاصة من قِبل المستعمل. ويمكن للمستعمل أن يحفظ البطاقات المصمَّمة لطبقـة بيانات خاصة في نظام المعلومات الجغرافية بوضعهـا في طبقة بيانات تذييلية منفصلة، ويقوم بإسقاطها فوق طبقات المعالم الجغرافية حسب الحاجة.

٤ - ضمان النوعية

٥-١٥- بالرغـم من أنـه يمكن إجراء الكثير من عمليات التأكد من الاتسـاق تفاعلياً على شاشات الحاسوب، فإن أفضل طريقة لضمان النوعية النهائية هي أداء هذه المراجعة باستخدام خرائـط ورقية مطبوعة. ولذا يجب إنتاج خرائط ذات نسـق كبير تحتوي على كل المعلومات التي يجـب توافرها أيضاً عـلى الخرائط النهائية لمناطـق العدّ. ويجري إنتاج هـذه الخرائط من أجل ضمـان النوعيـة النهائية وللتحقق من صحة بياناتها، ويجب أن تتـوَّلى وحدة إدارية تنظيم هذه العملية. وإذا طُبعت الخرائط بنفس مقياس الرسم الذي تطبع به الخرائط النهائية لمناطق العدّ، فإن الأمر سيقتضي إعداد عدة صحائف خرائطية لكل إقليم في البلد.

٥-١٦- والمقصود بضمان النوعية هو المراجعة النهائية لقاعدة بيانات الخرائط الرقمية قبـل إخـراج منتجات التعداد. وضمان النوعية يشـبه إلى حد كبير مراقبة الجودة، التي نوقشـت في الفصـل الثالـث. وتتألف هـذه العملية مـن مراجعة باسـتخدام برمجيـات ومراجعة يدوية.

وتجري بعض أعمال المراجعة على جميع المنتجات، أما المراجعات الأكثر تعقيداً والتي تستغرق وقتاً أطول فتُجرى على مجموعة فرعية من المنتجات، باتباع استراتيجية مقبولة للمعاينة.

٥-١٧- وتركِّز إجراءات ضبط النوعية أثناء عملية تحويل البيانات على صحة الحدود والإحداثيات الطوبولوجية والمكانية. ومن المهم ضمان مطابقة تامة بين الحدود التي جرت عليها عملية رقمنة وتخزين بشكل منفصل. فعلى سبيل المثال يجب أن تكون الحدود بين المناطق الإدارية المتجاورة متطابقة إذا كانت خرائط المناطق مختزنة في ملفات منفصلة للخرائط الرقمية. وينصبّ التركيز في عملية ضمان النوعية على ملاءمة المنتجات الخرائطية النهائية لمهام العدّادين. وينطوي ذلك على التحقق من عدة جوانب من تكامل البيانات، وهو ما ستتطرق إليه الفقرات التالية. وليست عملية ضمان النوعية بمهمة بسيطة، فهي تتطلَّب وقتاً طويلاً وموارد كبيرة، ولا بد لمكتب التعداد من أن يُعِد جداوله الزمنية وميزانيته وفقاً لذلك، ولكن إذا تمت هذه العملية بشكل ناجح فسوف ينتج عنها تعداد يتسم بأكبر قدر من الدقة.

٥-١٨- وتشمل عملية التدقيق التي يقوم بها موظفو خرائط التعداد التحقُّق من تطبيق معايير القبول التالية:

- **وضوح القراءة**. يجب أن تكون كل التذييلات على الخريطة مقروءة بوضوح. ويحدث في بعض الأحيان أن يكون من الصعب، بسبب وجود كثير من المعالم مرسوماً على الخريطة، قراءة أسماء الشوارع أو المعلومات النصيِّة الأخرى. ويمكن حذف بطاقات بعض النصوص غير الحرجة من أجل تحسين وضوح الخريطة. ويجب أيضاً أن يكون من الواضح لقارئ الخريطة أن يميِّز الصلة بين كل نص والمعلَم الذي يشير إليه، وقد يكون من الضروري في بعض الحالات استخدام الأسهم لتوضيح هذه الصلة.
- **طبقات البيانات**. من المهم مراعاة تسلسل طبقات البيانات على الخريطة، لأن الطبقات العليا قد تطمس معالم هامة في طبقة بيانات جغرافية تحتها.
- **مقياس الرسم للخريطة**. قد يكون من الضروري في حالة منطقة عد كبيرة جداً ولكنها تحتوي على منطقة مزدحمة صغيرة نسبياً وضع خريطة صغيرة على الخريطة الكبيرة، أو خريطة منفصلة للتأكُّد من إمكان التعرُّف على كل تفاصيلها.
- **مصدر المعلومات وحقوق النشر**. يجب أن يُدرج في كل خريطة مصادر ملكية البيانات التي استُعملت في إنشاء قاعدة البيانات الرقمية المستعملة في إنتاج خريطة منطقة العدّ. ويشمل هذا تاريخ إنتاج الخريطة، لكي يستطيع العدّاد تحديد ما إذا كان التاريخ حديثاً أو أن المعلومات تحتاج إلى إدخال تصحيحات ميدانية.

٥ - التدقيق من قِبل السلطات المحلية والمراجعة النهائية من قِبل الوحدة الإدارية

٥-١٩- يجب، من أجل التحقُّق الحتمي من اتساق البيانات، إرسال خرائط مناطق العدّ المطبوعة إلى السلطات المحلية للتأكُّد من دقتها. ويجب أن يتأكد المسؤولون الإداريون المحليون، في إدارة التعداد وخارجها، من أن قاعدة البيانات الجغرافية تضم جميع المستوطنات وجميع أجزاء المدن الكبيرة. ومن مزايا إشراك السلطات المحلية في هذه العملية أن عملية التدقيق يقوم بها

أشـخاص يعرفون المنطقة المحلية معرفة جيدة. فقد تختلف المسميات وطريقة كتابة الأسماء في بعض البلدان التي تُستعمل فيها عدة لغات أو عدة لهجات. ومن شأن موافقة المسؤولين المحليين على الخرائط أن تقلِّل من احتمال الأخطاء التي يمكن أن يتعرَّض لها العدّادون المحليون في تفسير الخرائط.

٥-٢٠- وهنـاك جزء هام مـن عمليـة التحقُّق وهو التأكـد من صحة الحـدود الإدارية للوحـدات الداخلة في خرائـط مناطق العدّ. فهذه الحدود قد تتغيَّر مع إضافة محافظات أو أقاليم أو أقسـام على فترات متقاربة بغض النظر عن جهود إجراء التعداد. ويسـبِّب هذا في أحيان كثيرة مشـاكل لوكالات الإحصاءات الوطنية لأن عليها أن تُنتج ملخصات لإحصاءات هذه الوحدات. وقد تـم تناول إجـراءات إدارة الحدود الإدارية في الفصـل الثالث. ومن الناحيـة المثالية يجب تجميد الحدود الإدارية بموجب قرار حكومي قبل التعداد بعدة شهور، فهذا من شأنه أن يوفِّر استقراراً للإطار المرجعي طوال فترة التعداد. والحدود القائمة في فترة التعداد هي التي تُستخدَم في جداول التعداد، ومن الخيارات التي يمكن اللجوء إليها لحل هذه المشكلة حين تحدث في فترات قريبة من عملية العدّ ما يلي:

(أ) إذا ظلـت التغيُّرات في الحدود الإدارية مسـتمرة، فمن الخيـارات الممكنة مواصلة تقصـي هذه التغييرات قبل التعـداد. ومع حدوث أي تغيير يجـب إدخاله فوراً في قاعدة بيانات الخرائط الرقمية. وبهذه الطريقة تظل الحدود صحيحة في وقت العدّ. غير أن المراقبة الدائمة للتغيرات والتعديلات في قواعد بيانات الحدود تتطلَّب موارد إضافية، وينبغي لوكالة الإحصاءات الوطنية أن تنظر في إمكانية اسـتخدام محرِّك لقاعدة البيانات المكانية يقوم بتسجيل تاريخ إقرار الحدود الإدارية المختلفة؛

(ب) وفـي بعض البلدان يتم الإعـلان عن التغيُّرات في الحدود مسـبقاً. وبناءً عليه تقوم وكالـة إعداد الخرائط للتعداد بترتيب جدول عملها في هذه المناطق بحيث تؤخرها إلى مرحلة متأخرة في عملية خرائط التعداد؛

(ج) والخيـار الأخير هو أن تحـدِّد وكالة إعداد خرائط التعداد تاريخـاً يتم عنده تجميد بيانات الحدود، وأن تقوم بمراجعة الحدود في مرحلة لاحقة، ربما بعد إجراء التعداد. أمـا إذا كانت التغييرات في حـدود الوحدات الإدارية تمس مناطـق العدّ القائمة أو حدوداً أخرى، ففي هذه الحالة ينبغي إعادة تنظيم اسـتبيان الأُسـر المعيشية لهذه الوحـدات بحيث تعكس الوحدات الصحيحة. وهذا يضيف خطوة جديدة بعد عملية العدّ وقد يؤخر نشر نتائج التعداد.

٦ - إنتاج خرائط مناطق العدّ (بما في ذلك طباعة الخرائط)

٥-٢١- بعـد إكمال إجـراءات التدقيق وضمان النوعية لكل خرائط الأسـاس وترسـيم مناطـق العدّ، يقوم موظفو خرائط التعداد بطبع خرائط الإشراف النهائية وخرائط مناطق العدّ. ويمكن أن يتم هذا العمل في موقع وكالة الإحصاءات الوطنية الرئيسي أو في مكاتبها الميدانية، وفقاً لنوع الهيكل التنظيمي للوكالة. وتبيِّن الخرائط التي تُستخدم في الإشراف عدة مناطق عد، وتطبع على مقياس رسـم أصغـر (أي أنها أكثر عمومية)، ويشـبه تحديد نموذج خريطـة مناطق العدّ المفردة إجراءات تفصيل المناطق في الطرق التي كانت متبعة قبل الإعداد الرقمي لخرائط التعداد. وينبغي أن تكون خرائط مناطق العدّ بسيطة لأن العدّادين الذين يستعملونها قد تكون خبراتهم

بالخرائط محدودة. ومن ناحية أخرى يجب أن تشتمل هذه الخرائط على معلومات كافية تيسِّر للعداد مهمته. ويجب من حيث المبدأ أن تشتمل على المعلومات التالية:

(أ) كامل منطقة العدّ، محدَّدة بخطوط واضحة للحدود؛

(ب) بعض أجزاء المناطق المجاورة (أي المناطق المحيطة) لتسهيل التعرُّف عليها؛

(ج) أي معلومات جغرافية أو نصية موجودة في قاعدة البيانات الجغرافية للتعداد تسهِّل على العدّاد العمل بسلاسة في منطقة العدّ، مع استعمال القواعد الخرائطية المعتادة في وضع الرموز (مثل الخطوط المتقطِّعة لبيان الممرات، واللون الأزرق للمياه، وما إلى ذلك). ويجب أن تشمل خرائط مناطق العدّ المعالم التالية:

'١' أسماء الشوارع؛

'٢' المباني؛

'٣' المعالِم؛

'٤' الملامح المائية؛

'٥' المعالِم البارزة أو الهامة الأخرى، ويمكن أن يشمل ذلك المعالِم الطبوغرافية والمجاري المائية وما إلى ذلك؛

'٦' مفتاح متسق للخرائط، بما في ذلك الأسماء الدقيقة والرموز الدقيقة للمناطق الإدارية ومناطق العدّ، وسهم يشير إلى جهة الشمال، ومقياس رسم واضح، وتذييل يوضِّح الرموز المستعملة للمعالم الجغرافية.

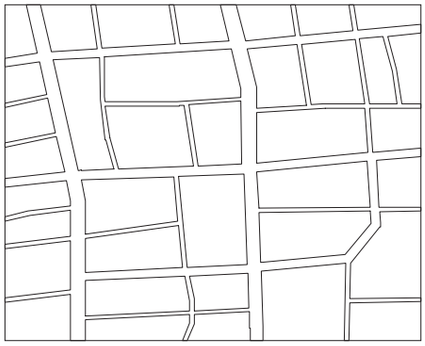
٥-٢٢- ويبين الشكل ٥ - ٢ عناصر خريطة افتراضية لمنطقة عد حضرية، وجميع المعالم مختزنة في طبقات خريطة منفصلة في نفس نظام الإسناد المكاني أو في جداول رسوم بيانية جاهزة. والعناصر الرئيسية هي: شبكات الشوارع، والمباني، وطبقة حدود منطقة العدّ. وبالإضافة إلى ذلك، تخزن التذييلات والرموز والبطاقات وأرقام المباني في طبقات بيانات منفصلة، ومع ذلك فيمكن إضافة هذه البيانات بصورة دينامية. والعنصر الأخير هو جدول جاهز يتألف من خطوط دقيقة (إطار يبيِّن الحد الخارجي للخريطة) ومفتاح خريطة يُستعمل بصورة متسقة لجميع مناطق العدّ. ويبين الشكل ٥ - ٣ كامل منطقة العدّ بكل العناصر المتراكبة على خريطة واحدة. ويمكن أن تحتوي مناطق العدّ، بحسب نطاق أنشطة وضع خرائط العدّ وصعوبة منطقة العدّ، على معلومات تزيد أو تنقص عن هذه الخريطة العيّنة.

الشكل ٥ - ٢

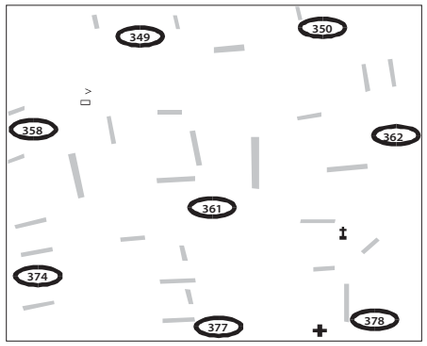
عناصر عيِّنة لخريطة رقمية لمنطقة عدّ

مبان

شبكة طرق

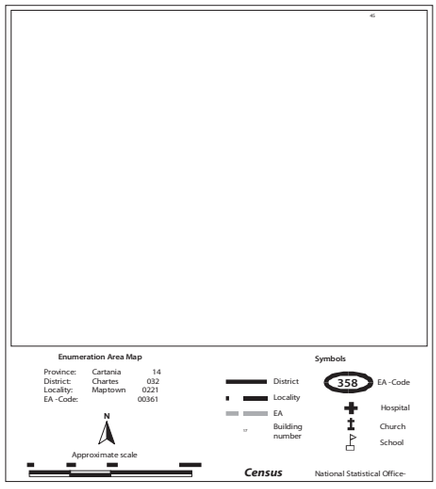


تذييلات ورموز

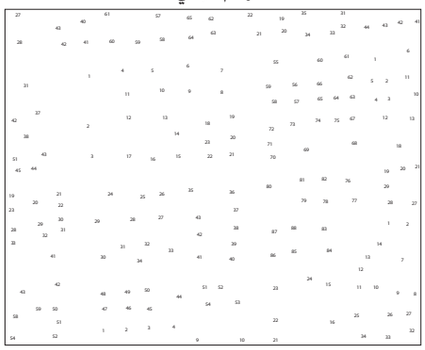


حدود

الخطوط الدقيقة ومفتاح الخريطة

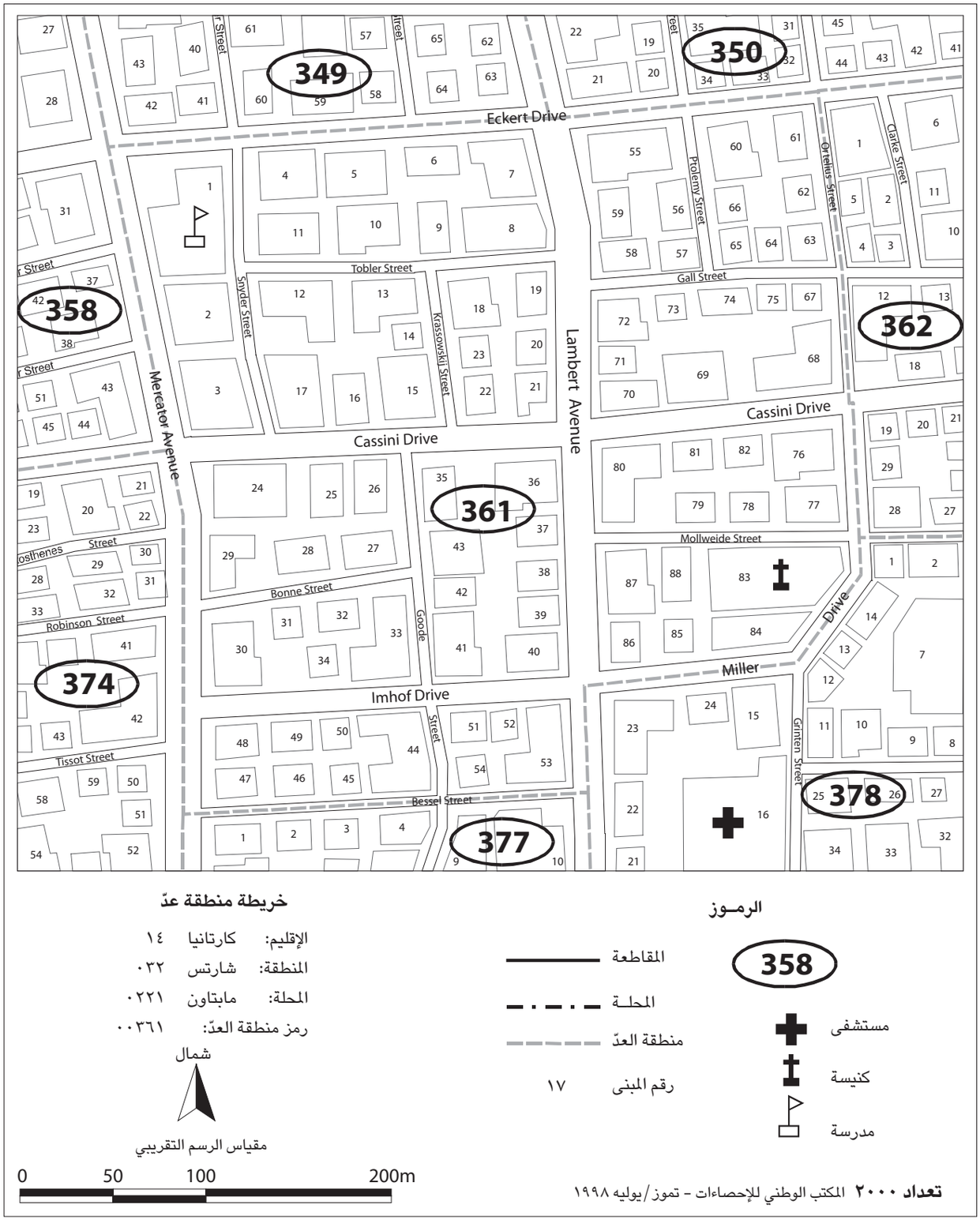


أرقام المباني



الشكل ٥ – ٣

مثال لخريطة منطقة عدّ حضرية



٥-٢٣- وفي كثير من البلدان التي لم تنتقل بالكامل إلى المرحلة الرقمية لجولة التعداد المقبلة، قد يكون تصميم خرائط منطقة العدّ أبسط مما هو موضَّح في الشكل ٥ - ٣. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام صور طبوغرافية مُعدة بخطوط المسح كخلفية لحدود مناطق العدّ بدلاً من خريطة أساس رقمية مُدمجة بصورة كاملة في نسق قائم على المتجهات. وفي بعض الحالات قد تكون معالم الخريطة أكثر عمومية، مثلاً باستخدام الخطوط الوسطى فقط للشوارع والمضلعات لصفوف مباني المدينة بالكامل بدلاً من المنازل المفردة.

٥-٢٤- ويجب اتخاذ قرارات بشأن نسق خرائط مناطق العدّ المطبوعة وألوانها. (يرجى الرجوع إلى الفصل السادس بشأن معايير اختيار الطابعات). وبالنظر إلى الاستبانة العالية لطابعات الليزر، ينبغي إنتاج خرائط منطقة العدّ بحجم A3 (٤٢٠×٢٩٧ ملليمتراً، أي بحجم صفحتين من مقاس A4) أو على أوراق بحجم ١١×١٤ بوصة، إن أمكن. وتمتاز الطابعات ذات الحجم القياسي، بالمقارنة بطابعات النسق الأكبر أو طابعات الألوان الكبيرة، بأنها أقل تكلفة وأعلى سرعة في الإنتاج، وإذا حُسبت التكلفة على أساس الصفحة، بما في ذلك تكلفة الحبر أو أسطوانات الطباعة، فإن طابعات الليزر أقل تكلفة بكثير من الطابعات النفاثة للحبر. وهذه اعتبارات مهمة بالنظر إلى آلاف خرائط مناطق العدّ التي يحتاجها التعداد. وقد تنشأ بعض المشاكل في المناطق الكبيرة جداً التي تحتوي على مناطق صغيرة مزدحمة. وهذه تحتاج إلى طباعة خرائط ذات نسق أكبر أو إضافة خرائط صغيرة داخل الخريطة الكبيرة تبيِّن التفاصيل في الأجزاء الكثيفة السكان بمنطقة العدّ.

٥-٢٥- ولكي تستطيع وكالة الإحصاءات الوطنية تتبُّع مخزونها من الخرائط الورقية قبل بدء العدّ، يمكن أن تنظر في ترميز خرائطها بالأعمدة المتوازية. والترميز بالأعمدة المتوازية هو من التكنولوجيات السهلة التنفيذ، باستعمال قارئة أعمدة الترميز وبرمجية قاعدة بيانات بسيطة. وأعمدة الترميز لا تحتوي على أي بيانات وصفية، وإنما تحتوي على رقم مرجعي يتم اختياره عشوائياً يستعمله الحاسوب في البحث عن السجلات. وتميِّز قارئة أعمدة الترميز الضوء والظلام عن الضوء المنعكس، وتحوِّل هذا الضوء المنعكس إلى إشارة إلكترونية (عالية للّون الأسود ومنخفضة للّون الأبيض). وتأتي كثير من قارئات أعمدة الترميز مع وصلة USB ومع وحدة لفك الترميز إما مندمجة في الجهاز أو منفصلة عنه. ويمكن أن تستخدم وكالة الإحصاءات الوطنية بطاقات أعمدة الترميز المطبوعة سلفاً أو أن تستخدم برمجية تضع ترميزاً عمودياً لكل خريطة تنتجها (ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات على الموقع www.barcodehq.com/primer).

٥-٢٦- ويمكن استعمال خريطة منطقة العدّ ذات التصميم الجيد باللونين الأبيض والأسود. ومع أن الطابعات الملونة أصبحت منخفضة الثمن، فإن المواد الوسيطة التي تستعملها أكثر محدودية منها في طابعات الأسود والأبيض، كما أن هذه المواد غالية الثمن في الغالب. ويمكن تصوير الخرائط باللونين الأبيض والأسود دون ضياع معلومات، مما يمكِّن الموظفين المحليين من إنتاج نُسخ إضافية لخرائط مناطق العدّ حسب الطلب. أما إذا توافرت الموارد فإن الألوان يمكن أن تسهم في وضوح تصميم الخريطة، إذ يمكن على سبيل المثال إبراز خط الحدود بلون مميَّز على الخريطة. ويمكن تحقيق نفس الأثر على الخريطة باللونين الأبيض والأسود بإبراز حدود منطقة العدّ باستخدام قلم ألوان زاهي اللون (يمكن الاطلاع على مزيد من المناقشة حول موضوع الألوان في المرفق الخامس).

٥-٢٧- وإذا أمكن، قد تلجأ وكالات الإحصاءات الوطنية إلى اختبار لمدى مقروئية الخرائط، ثم تُتخذ القرارات المتعلقة بالتصميم، مثل حجم الخريطة وألوانها أو مقياس الرسم والعناصر الأخرى في الخريطة، على أساس الخبرة العملية وليس على أساس رأي فريق التصميم الداخلي وحده.

٥-٢٨- وينبغي إعداد عدة نُسخ من كل خريطة من خرائط مناطق العدّ، علاوة على نُسخ احتياطية يُحتفظ بها في مكتب إعداد خرائط التعداد المركزي. وتقدَّم كل خريطة لمنطقة العدّ إلى سلطات التعداد المحلية وإلى المشرفين والعدّادين، أي أن الأمر يحتاج إلى أربع أو خمس نُسخ. ويتوقف القرار الخاص بتوزيع الخرائط رقمياً أو في شكل ورقي على مدى مركزية عملية التعداد، فإذا كانت أنشطة إعداد الخرائط تتم في مكتب مركزي للتعداد أو في عدد قليل من المكاتب، فإن النهج المفضَّل هو توزيع ملفات الخرائط رقمياً وليس في صورة ورقية. ويمكن نقل هذه الملفات إلى مكاتب التعداد المحلية على أقراص مدمجة للقراءة فقط أو على أقراص تصوير رقمية أو عن طريق الإنترنت أو عن طريق موقع مخصَّص على الشبكة. ولا يحتاج المكتب المحلي إلى برمجيات للخرائط إذا كانت الخرائط تُنقل في نسق ملفات عادي مثل نسق الوثائق المحمولة (PDF) أو كملف تصويري يدخل في نسق برمجيات تجهيز النصوص. ويمكن طباعة هذه الملفات على أي نظام حاسوبي عادي. وبهذه الطريقة تتمكَّن المكاتب المحلية من إنتاج أي عدد من نُسخ خرائط مناطق العدّ تحتاجها، كما أنها تتيح الاستجابة السريعة للمشاكل من نوع ضياع الخرائط الورقية. وينبغي أن يعتمد موظفو التعداد أكثر طريقة يمكن الاعتماد عليها وتكون فعَّالة من ناحية التكاليف ضمن الخيارات المتاحة.

٥-٢٩- وإذا كانت قاعدة البيانات الجغرافية للتعداد متسقة وحسنة التنظيم فستكون طباعة خرائط مناطق العدّ سريعة ولا يكون هناك داع للتعاقد على هذا العمل. فطباعة خرائط مناطق العدّ لا تحتاج إلى برمجيات متقدِّمة لنظام المعلومات الجغرافية، وإنما يمكن إنجازها باستعمال حُزم الخرائط المستعملة على الحاسوب المكتبي الرخيصة الثمن. ويمكن أتمتة بعض هذه العمليات باستعمال لغة الماكرو التي تأتي مع البرمجية. وعلى سبيل المثال يمكن أن يرفق بقائمة مناطق العدّ إحداثيات حدود مناطق العدّ (وتُعرف أيضاً بأنها امتداد الخريطة) في وحدات الخرائط. ويمكن حينئذ توجيه البرمجية لكي تستعرض هذه القائمة وتُدخل محتوى طبقات البيانات في جدول جاهز مُعد سلفاً يبيِّن مفتاح الخريطة وسائر المعلومات الهامشية، وطباعة عدد معيَّن من النُسخ.

جيم - استخدام البنية الأساسية الجغرافية المكانية أثناء عملية العدّ في التعداد

٥-٣٠- الإسهام الرئيسي لقواعد البيانات الجغرافية في إجراء تعداد ناجح هو في مرحلتي ما قبل عملية العدّ وما بعدها، ومع ذلك، فإن البنية الأساسية الجغرافية المكانية لها دور أيضاً أثناء عملية العدّ، بما أنها تساند التخطيط اللوجستي ورصد التقدُّم في التعداد. وفي نفس الوقت فإن عملية العدّ تُعطي فرصة لمكتب التعداد للقيام بجولة أخرى من مراقبة نوعية قواعد البيانات الرقمية الخاصة بالتعداد. ونناقش هاتين المسألتين في الفقرات التالية.

١ - استعمال الخرائط الرقمية من أجل السوقيات في التعداد

٥-٣١- للخرائط دور متعدد الأغراض في عمليات التعداد، ومن هذه الأغراض أن التكنولوجيا الجغرافية المكانية لها دور نشط في تخطيط الأعمال التمهيدية واللوجستية لعملية

العـدّ. ومـن المهام التي تسـتعمل فيها قاعدة البيانات الجغرافية: تنسـيب الوحـدات الإدارية في مناطق التشـغيل، وتحديد مواقع المكاتب الميدانية، وتخطيط سفر العاملين الميدانيين والعدّادين. وإذا كانـت الخرائط الرقمية ستُسـتخدم في هذه الأغراض، واختـارت وكالة الإحصاءات الوطنية عـدم إقامـة قاعدة بيانـات جغرافية رقميـة، فيمكن أن تسـتعمل وحدة إعداد خرائـط التعداد قاعـدة بيانات جغرافية مكانية ذات اسـتبانة منخفضة، تتكوَّن مـن خرائط رقمية ذات مقياس رسـم صغير للمسـتوطنات والطرق والأنهار والأقسـام الإدارية. ويمكن أن تكون هذه الخرائط ذات مقيـاس رسـم يتراوح بـين ١ إلى ٠٠٠ ٥٠ و١ إلى ٠٠٠ ٥٠٠، ذلك أن مقياس الرسـم ١ إلى ٠٠٠ ٠٠٠ ١ لـن يسـاعد كثيراً نظراً لعمومية بياناته. ويمكـن الحصول على هذه المجموعات من البيانـات في معظم الحالات من المصادر الموجودة، مثل الوكالة الوطنية لإعداد الخرائط أو إدارات المسـاحة. ويمكن لوكالة الإحصاءات الوطنية أن تطوِّر سلاسـل بياناتها أو أن تستعمل البيانات "المعلَّبة" التي تأتي مع برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية.

٥-٣٢- وتحتـوي كثير من حُزم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية على ملامح تفيد في تحليل الشـبكات بما يمكِّن موظفي التخطيط من تحديد المسـافات وتكاليف السفر على شبكات الطـرق. وتختلـف نوعية بيانات الطـرق اختلافاً كبيراً فيما بين المناطـق، ومن الضروري توخي الحذر عند اسـتعمال بيانات الخرائط ذات مقياس الرسـم الصغير (أي العمومية بشـكل كبير). ولا يمثِّل تخطيط السـفر إلى مناطق العدّ في الحضر مشـكلة كبيرة، أما في الريف فتتسع المسافات وتتنوَّع المعالم الطبيعية مما يجعل السـفر أمراً صعباً ويزيد من تكلفة الأنشـطة الميدانية. وهذا أحد العوامل المهمة أيضاً في تحديد مواقع المكاتب الميدانية المسؤولة عن عدد من مناطق الإشراف أو مناطق مسـؤولي الفرق. وينبغي اختيار مواقع المكاتب الميدانية بشـكل يقلِّل من وقت السـفر بمـا يسـهِّل وظائف الإشراف لمـشرفي التعداد في الأقاليم. ويمكن اسـتعمال خاصيـة التجميع في برمجية نظام المعلومات الجغرافية في تحديد وعرض المهام الإقليمية.

٥-٣٣- ولا يتسـم اسـتعمال قواعـد البيانات الجغرافيـة للأغراض اللوجسـتية بنفس الأهمية التي يتسـم بها في تحديد مناطق العدّ. ذلك لأن كثيراً من المهام الأولى يمكن أداؤها بنفس القدر من الجودة من خلال دراسة الخرائط المنشورة، ولو أن ذلك يقلِّل من فائدة قاعدة البيانات الجغرافية. ومن فوائد اسـتعمال قاعدة البيانات الجغرافية لهذه الأغراض أنها تتيح تقديراً أدق للمسـافات ووقت السـفر، وأن موظفي التعداد يمكنهم إنتاج الخرائط التي تبيِّن مختلف جوانب عمليـة التخطيط للتعـداد بسرعة. ثم إن وضع قاعـدة بيانات جغرافية صغـيرة للبلد منخفضة الاستبانة هو عمل جيد يفيد في إنتاج قاعدة بيانات تفصيلية ذات مرجعية جغرافية للتعداد، وهي مهمة أصعب بكثير.

٢ - رصد التقدُّم في عمليات التعداد

٥-٣٤- يقوم موظفو المقر الرئيسي لوكالة الإحصاءات الوطنية أثناء التعداد والأنشطة التـي تـلي عملية العدّ مباشرة برصـد التقدُّم في أعمـال العدّ وجمع البيانـات. وتقوم مكاتب التعـداد الإقليمية في العادة بتجميع المعلومات عن إتمام أنشـطة العدّ وإعداد النتائج الأوَّلية، ويقـوم المقـر الرئيسي بجمع هذه المعلومات وتقييم مدى سلاسـة العمليات والأماكن التي قد تواجه فيها مشاكل.

٥-٣٥- وتنفِّذ بعض البلدان استراتيجية "العدّ السريع" حيث يتم إعداد أرقام مجموع السـكان بسرعة ومقارنتها بالتقديرات السـابقة، وبذلك يمكن اكتشاف المناطق التي تبدو فيها

أرقـام التعداد عالية أو منخفضة بشـكل لافـت للنظر واتخاذ ما يلزم مـن إجراءات تصحيحية بسرعـة. ويجري في العادة تجميع هذه التقديرات في شـكل جـداول. وإذا وجدت قاعدة بيانات خرائطية رقمية للتعداد فيمكن عرض هذه البيانات جغرافياً أيضاً، وهذا يُيسِّر اكتشاف المناطق التي قد تكون فيها مشاكل.

٥-٣٦- ويمكن من الناحية العملية تجميع أي إحصاءات موجزة مناسبة في نظام عادي لقاعدة بيانات علاقاتية. ومن أمثلة ذلك الحصول على مؤشر يبين ما إذا كان العدّ قد تم في مناطق الإبلاغ، أو النسـبة المئوية من مناطق العدّ في كل منطقة من التي تم إكمال العدّ فيها. ويسـتطيع موظفـو التعداد عندئـذ ربط هذه المعلومات بشـكل منتظم بقاعدة البيانـات الجغرافية وإعداد نواتج في شكل خرائط لتقييمها من قِبل مشرفي التعداد العموميين.

٥-٣٧- والعنـصر الرئيـسي في هذا الإجراء السريـع لمراقبة النوعية هـو تدفق المعلومات بشـكل سريع من المشرفين إلى المكاتـب الإقليمية وإلى المقر الرئيـسي. وأسرع طريقة لتبادل هذه المعلومات هي عن طريـق الإنترنت. فإذا كان لدى المشرفين المحليين والإقليميين اتصال بالإنترنت فيمكن نقل هذه المعلومات عن طريق تبادل قاعدة البيانات على الإنترنت في حماية كلمات السر.

٣ - مبادئ توجيهية لاستعمال الخرائط من قِبل العدّادين أثناء التعداد

٥-٣٨- ينبغي أن يشـمل برنامج التدريب للعدادين المهارات الأساسية لقراءة الخرائط وفهـم بياناتها. وبمجرَّد وصول العدّاد إلى منطقة العدّ، عليه أن يتعرَّف على المنطقة على الطبيعة وعلى الخريطة. وعليه ثانياً أن يتأكد من كيفية اسـتعمال الخريطة التي بين يديه، حتى ولو كان واثقـاً من الأماكـن. ويعني التعرُّف على الخريطة وضع الخريطة بشـكل مسـطَّح بحيث تظهر كل أجزائها؛ ويبدأ العدّاد تحديد معالم الخريطة بدءًا من تقاطع الشـوارع والتعرُّف على المواقع على الخريطة وعلى الطبيعة، وتحديد المعالم، أي المسـاكن ودور العبادة وطرق السكك الحديدية والأنهار وما إلى ذلك، ومضاهاتها بالرموز الموجودة على الخريطة.

٥-٣٩- ويجب أن يقوم العدّادون، بمسـاعدة رؤسـاء الفرق، بوضـع خطة التجول في منطقـة العـدّ لتفادي ضرورة العودة إلى نفـس المكان مرة أخرى. ويمكن تقسـيم منطقة العدّ إلى أجـزاء أو مبانٍ أو قطاعات. ويضع العـدّاد علامة X عند النقطة التي يبدأ منها عمله اليومي ويضـع على الخريطة تاريخ توقفـه في المكان في نهاية اليوم. وينبغـي أن يتبع العدّادون قاعدة "الـزم اليمين"، أي أن ينطلق في اتجاه عقرب السـاعة من نقطة البدء بحيث تكون البيوت التي يجري فيها العدّ على يمين العدّاد وأن يمسـك بالخريطة بشـكل يضمن أن تكون في اتجاه خط السير. وعند الدوران في أي ناصية، يجب أن يمسك بالخريطة بشكل يجعل المعالم على الخريطة في نفس اتجاهها على الأرض. ويجب أن يحدِّد العدّادون الوحدات السكنية على الخريطة من أجل زيارات العودة إذا اقتضى الأمر. ويجب توضيح العقبات التي توجد على الأرض على الخريطة، مثل عدم اسـتواء الأرض، أو المياه، أو الطرق الرديئة، لفائدة العدّادين في المستقبل الذين يستعملون هذه المعلومات.

٤ - تحديث التصويبات على خرائط مناطق العدّ أثناء العدّ

٥-٤٠- مـن المحتمَل، حتى مع تنفيذ برنامج دقيق لمراقبـة النوعية خلال إعداد خرائط العدّاديـن، أن تحتوي كثير من الخرائط على أخطاء، وأحياناً أخطاء جسـيمة. فعلى سـبيل المثال

يمكن أثناء العمل الميداني الأوّلي أن يكون قد تم إغفال بعض المباني أو الشوارع أو تسجيلها على نحـو خاطـئ على الخرائط. ولما كان العمل الميداني في وضع القاعـدة الجغرافية للتعداد لا بد أن يجري قبل عملية العدّ بشـهور أو حتى بسـنوات، فإنه يحدث أن تقام مبانٍ أو مرافق جديدة لم تدخل في خرائط العدّ.

٥-٤١- وينبغـي لمكتب التعداد، علاوة على تقديم التدريب على جمع البيانات والمهارات الأساسـية لقراءة الخرائـط، أن ينبِّه العدّادين إلى وضع تذييلات عـلى خرائط المناطق أثناء العدّ تبيِّـن أي أخطاء أو حذف. وينبغـي أن يقوم موظفو الخرائط في التعداد بجمع خرائط مناطق العـدّ بعد التعداد ومتابعة أي تعديلات مقترحة فيها من خلال عملية مقرّرة لإدخال التنقيحات على قاعدة البيانات الجغرافية الرئيسية للتعداد (يرجى الرجوع إلى الفصل السادس بشأن مزيد مـن المعلومات عن هذا الموضوع). وقد يتطلب ذلك إدخـال التصويبات المقابلة في قاعدة بيانات التعـداد الرقمية، وقـد يتطلب أيضاً مراجعة ميدانية إضافية أو الحصول على صور سـاتلية أو جوية للتحقق من التغييرات. وهذه العملية ليسـت بسـيطة ولكنهـا ضرورية لضمان أن تكون لدى وكالة الإحصاءات الوطنية أحدث المعلومات عن مناطق العدّ، فهذا من شـأنه أن يقلّل عبء العمل على أنشطة رسم الخرائط قبل التعدادات أو عمليات المسح المقبلة. غير أن ذلك لا يجب أن يؤخِّر إصدار نتائج التعداد.

الإطار ٥ - ١

إنتاج الخرائط الميدانية للتعداد في الهند

١ - تعتبـر عمليـة إجراء التعداد فـي الهند مـن العمليات البالغـة الضخامة حيث إنها تعنـي عدّ وجمع معلومات عن أكثر من بليون من البشر في هذا البلد. وللخرائط دور حاسم في ضمان التغطية الكاملة لجميع المناطق الجغرافية في البلد دون حذف أو تداخل.

٢ - ويبدأ تحضير الخرائط التي تبيِّن الحدود الإدارية للولايات والمناطق الفرعية والقرى والمدن قبل بدء التعداد بثلاث سـنوات تقريبـاً. ويتم جمع البلاغات عن التغييرات في الاختصاصـات من الحكومات الإقليمية والسـلطات المحلية. وبناءً عليـه يتم تعديل الخرائط التي أُعدت في وقت التعداد السـابق مع بيان التغييرات المبلّغة، ويتم الحصول على تصديق السـلطات المعنية قبل اسـتخدام هذه الخرائط في التعداد. وإذا حدثت تغييرات أخرى في الاختصاصات فإنها تُدخَل في حينها، ثم يتم تجميد الحدود الإدارية قبل التعداد. وتحتفظ المنُظمة القائمة بالتعداد بقاعدة بيانات بملفات الحدود لاستخدامها في تحديث البيانات باستعمال تكنولوجيا نُظم المعلومات الجغرافية.

٣ - وأثناء عمليات وضع قوائم المنازل، التي تجري قبل عدّ السـكان بنحو سـتة أشهر إلى ثمانية أشهر، يتـم تحديـد صفوف المبانـي التي توزَّع على نحو مليوني عـدّاد. ولما كانت قاعدة البيانـات الجغرافية التي تبيِّن تفاصيل المباني والمنازل، إلخ.، ليسـت متاحة في نسـق رقمي، فتستعمَل الرسومات المعدّة باليد، التي تبيِّن ملامح المباني والمنازل والطرق والمعالم الرئيسية، التـي أُعدت في التعداد السابق، وذلك في المناطق الريفيـة. أما في المناطق الحضرية فتسـتعمَل آخر الخرائط المتاحة من السـلطات المحلية في تحديد قوائم صفـوف المنـازل. وعلى أسـاس المعلومات التي تم جمعها أثنـاء إعداد قوائم المنازل، تُعَـد القوائم الجديدة لصفوف المنازل التي يُعهد بها إلى العدّادين، ويشمل كل منها منطقة يتراوح عدد سكانها بين ٥٠٠ و ٧٥٠ نسمة للاستعمال في وقت العدّ. أما خرائط مناطق العدّ التي تُرسم يدوياً، وتعرف باسم "الخرائط التوجيهية" فيستعملها العدّادون أثناء عدّ السكان، كما أن الوكالات الأخرى تستعملها في عمليات المسح الميداني.

٤ - وتوجد خرائط رقمية تبيِّن الحدود الإدارية إلى مستوى المدينة والقرية، ولكن لا توجد حتى الآن خرائط رقمية تفصيلية تبيِّن ملامح المباني والمنازل والشوارع والحارات وشبكات الطُرق والمعالم الرئيسية، بالنسبة للمدن والقرى. ويجري الآن تنفيذ مبادرة لإعداد قاعدة بيانات جغرافية رقمية تفصيلية للمدن الكبرى، تستخدَم فيها تكنولوجيا التصوير الساتلي. وستقوم إدارة المساحة في الهند، وهي الوكالة الحكومية المسؤولة في المقام الأول عن وضع الخرائط في البلد، بتقديم خرائط تفصيلية لهذا الغرض في نسق رقمي على أساس التصوير الساتلي. وقد اقتُرح إجراء دراسات استقصائية ميدانية خاصة لجمع معلومات عن أرقام المنازل وأنواع المباني وأغراض الاستعمال والسكان، وما إلى ذلك، من أجل إقامة روابط مع الخرائط الرقمية ثم من أجل رسم حدود صفوف المباني لأغراض العدّ في التعداد. ونتيجة هذه الممارسة هي إعداد خرائط ذات مرجعية جغرافية لاستعمالها في التعداد. وسيزوَّد العدّادون بهذه الخرائط التي تبيِّن مواقع صفوف المباني لأغراض العدّ وتفصيلات عن ملامح المباني، والشوارع والحارات وما إلى ذلك. وستوزَّع هذه الخرائط أيضاً على الوكالات الحكومية الأخرى من أجل تنفيذ برامجها الخاصة (ولمزيد من المعلومات يمكن الاتصال بالسيد شنموي شاكرافورتي Chinmoy Chakravorty على الموقع: cchakravory.rgi@censusindia.gov.in.

دال - موجز واستنتاجات

٥-٤٢- تناولنا في الفصل الخامس عملية وضع الخرائط المطلوبة لأغراض العدّ مع التركيز العملي الذي ينطلق من حيث انتهت المناقشة حول قواعد البيانات الجغرافية. وشمل الفصل فقرات عن سير العمليات بالنسبة لخرائط العدّادين وتجميعها وتحديد طبقات الخرائط للعدّادين وللمشرفين، وطباعة الخرائط وتوزيعها، كما نوقِش نهج إدارة المشروع إزاء عمليات العدّ وخطة طوارئ في حالة حدوث تأخيرات.

الفصل السادس

قواعد البيانات الجغرافية واستخدامها في نشر نتائج التعداد ومنتجاته وخدماته

ألف - مقدمة

٦-١- ناقشنا في الفصل الخامس استعمال البنية الأساسية الجغرافية المكانية لدعم عمليات العدّ في التعداد. وسنتناول في الفصل السادس المهام الجغرافية التي تقوم بها وكالة الإحصاءات الوطنية بعد العدّ، ومع نشر معلومات التعداد ذات المرجعية الجغرافية واستعمال تلك المعلومات. وعند هذه النقطة في العملية من المفترض أن نتائج العدّ قد تجمّعت. وقد أكدنا في كل فصول هذا الدليل على أن جميع الخطط الجغرافية يجب أن تواكب خطة التعداد العام. والغرض الأساسي الثاني الذي تتوخاه وكالة الإحصاءات الوطنية من استثماراتها في قاعدة البيانات الجغرافية هو إمكانية استعمال قاعدة البيانات في جميع مراحل عملية التعداد. وبعد اكتمال العدّ يمكن استعمال النتائج في زيادة تحديث قاعدة البيانات. ويثير استعمال قاعدة البيانات الجغرافية في إنتاج منتجات تهدف إلى تثقيف الجمهور قضايا تتعلق بالتجميع وبنطاق البيانات، وتتطلب مدخلات من جهات خارج وكالة الإحصاءات الوطنية.

٦-٢- وإذا ما توافرت قاعدة بيانات كاملة لنظام معلومات جغرافية رقمية، فيمكن عندئذ إنتاج قواعد بيانات إحصائية للوحدات الإدارية أو الإحصائية، ببساطة عن طريق التجميع. أما البلدان التي لا تستعمل التقنيات الرقمية لإنتاج خرائط مناطق العدّ لجولة تعدادات ٢٠١٠، فلا يزال أمامها خيارات أخرى في هذه المرحلة لوضع قواعد بيانات رقمية ذات مرجعية جغرافية من أجل إنتاج خرائط من نوعية مقبولة للنشر ترفَق بتقارير التعداد، من أجل التوزيع للمستعمِلين الخارجيين الذين يرغبون في تحليل بيانات التعداد مكانياً، أو من أجل التطبيقات الداخلية. ويمكن تجميع قاعدة البيانات هذه على مستوى مناسب من الهيكل الإداري أو لمناطق إحصائية تجميعية أخرى. وعند هذا المستوى من التجميع فإن الموارد المطلوبة لإنتاج قاعدة بيانات رقمية تقل كثيراً عن الموارد اللازمة لإنشاء قاعدة بيانات رقمية كاملة لخرائط مناطق العدّ.

٦-٣- غير أن هذا الفصل، في معظمه، يفترض وجود قاعدة بيانات رقمية كاملة لمناطق العدّ أوالوحدات السكنية لأغراض العدّ في التعداد. ولكي تبرِّر وكالة الإحصاءات الوطنية الاستثمارات اللازمة لإنشاء قاعدة البيانات هذه، ينبغي أن يكون لديها نظرة طويلة الأجل، ترى أن المهام العاجلة بعد الانتهاء من التعداد ليست سوى الخطوات الأولى في تحضير المواد الجغرافية اللازمة من أجل عملية التعداد القادمة.

٦-٤- وأهم المواضيع التي يتناولها الفصل السادس هي مهام الإدارة المتصلة بقواعد البيانات الجغرافية بعد إجراء التعداد وفي فترات ما بين التعدادات، وتطوير منتجات التعداد ونشرها. ومن المواضيع الأخرى التي يتناولها هذا الفصل إدخال التغييرات الناتجة عن العمل الميداني، وعملية تجميع البيانات من أجل وحدات النشر، وصيانة قواعد البيانات، ونشر المنتجات والخدمات، واعتبارات السرّية وخصوصية البيانات، والتسويق، والتواصل مع الخارج، والمنتجات الجغرافية، وخرائط التعداد وقواعد بيانات التعداد من أجل النشر، وبعض طُرق تحليل بيانات التعداد مكانياً، والمسائل المتصلة بإعداد الخرائط عن طريق الإنترنت، وتوزيع قواعد بيانات التعداد.

باء - المهام المطلوبة بعد عملية العدّ وفي الفترة الفاصلة بين تعدادين

٦-٥- يبدو أثر التخطيط الجيد في أبهى صوره بعد عملية العدّ. فإذا كانت وكالة الإحصاءات الوطنية قد اتبعت خطة شاملة وُضعت في مرحلة مبكرة من العملية والتزمت بها، فهذا يعني أن تحديد المنتجات النهائية هو الذي حرّك الخيارات في مرحلة العدّ. وإذا كانت الخطة تدعو إلى نشر النتائج على مستوى مناطق العدّ، فإن ذلك يعني أنه لن تكون هناك ضرورة لإجراء توافقات. أما إذا كانت النتائج لا تُنشر على مستوى مناطق العدّ، ففي هذه الحالة يصبح من الضروري إجراء بعض التوافقات. وستكون هناك ضرورة لإجراء مزيد من التوافقات من أجل التغييرات الجغرافية التي ظهرت أثناء العدّ. ويجب أن تتفق وكالة الإحصاءات الوطنية منذ البداية على نوع الأخطاء التي تحتاج إلى اهتمام مباشر وأيها يمكن أن ينتظر لأنه قد يؤخِّر نشر النتائج.

المهام الوسيطة

١ - إدخال التحديثات والتغييرات التي اكتشفها العدّادون

٦-٦- يعتَبر تدريب العدّادين على ملاحظة الأخطاء أو عدم الاتساق في تحديد مناطق العدّ أو معالم خريطة الأساس في المنطقة التي يعملون بها جزءًا من عملية العدّ. وينبغي لمكتب إعداد خرائط التعداد أن يشجِّع العدّادين على تسجيل الأخطاء، وعلى المشرفين المحليين عندئذ تجميع هذه الأخطاء بعد العدّ وعرضها على مكتب خرائط التعداد، وعندئذ تستطيع الوحدة الجغرافية للتعداد تصحيح قاعدة بيانات الخرائط التي استعملت في إنتاج خرائط مناطق العدّ، على هذا الأساس، من خلال عملية تضع تفاصيلها وكالة الإحصاءات الوطنية. ولهذا الإجراء ميزتان.

٦-٧- أولى الميزتين هي أنها تضمن أن يتم التبويب ووضع الخرائط الرقمية والخرائط الورقية على أساس حدود مناطق العدّ التي استعملت فعلاً أثناء العدّ. وثانيتهما أن إدخال تعديلات حدود مناطق العدّ في قاعدة البيانات الجغرافية الرئيسية يسهّل عمليات التعداد المقبلة وغيرها من أنشطة جمع البيانات الإحصائية التي تقوم على أساس نفس وحدات الجمع الجغرافية أو ما يشابهها. ولهذا ميزة واضحة هي الحفاظ على حداثة بيانات قاعدة البيانات الجغرافية قدر الإمكان، وفي نفس الوقت مساندة الدور النشط الذي يقوم به المشاركون في الميدان في تحسين نوعية البيانات بشكل عام. إلاّ أنه لا يجب إجراء أي توفيقات ما لم يتم تقدير لأثرها على خطة التعداد ككل.

٢ - تجميع وحدات جمع البيانات ووحدات التبويب أو الوحدات الإحصائية

٦-٨- أهم مسؤولية بعد العدّ هي دعم إنتاج بيانات إحصائية مبوّبة من استمارات التعداد. وبيانات التعداد مطلوبة بمختلف أنواع تجميعاتها لأن مستعمِلي بيانات التعداد من مختلف القطاعات يستندون إلى مناطق جغرافية مختلفة في أعمالهم التخطيطية وعملياتهم. لذلك لا بد من تجميع البيانات عن مختلف وحدات الإبلاغ حسبما هو مطلوب لتلبية الحاجة إلى نطاق واسع من منتجات التعداد. وليس من المحتمل أن يحتاج جميع المستعمِلين إلى مستوى التفصيل الذي تمثله قاعدة البيانات على مستوى مناطق العدّ في جميع أنحاء البلد، فضلاً عن أن إدارة الملفات تمثّل تحدياً كبيراً.

٦-٩- ومن أجل مضاهاة وحدات جمع البيانات (مناطق العدّ) ووحدات التبويب على مختلف المستويات الجغرافية يحتاج الأمر إلى وضع جدول "معادلة" أو "ملفات مقابَلة". ويُطلَق على الجدول الذي يوفّق بين هاتين الفئتين الجغرافيتين أحياناً اسم "جدول المقابلة". وتُدرَج في ملفات المعادلة لكل وحدة تبويب قائمة مناطق العدّ التي تتألف منها تلك الوحدة. وبعد تحديد هذه القوائم يمكن القيام بعمليات التجميع باستخدام عمليات قواعد البيانات المعتادة. ويبيِّن الجدول ٦ - ١ التغيُّرات في مناطق العدّ أو الوحدات الأخرى من تعداد إلى آخر، ومنه يتبيَّن أن إحدى مناطق العدّ (مسار التعداد) من تعداد عام ٢٠٠٠ قد قُسِّمت إلى ثلاث مناطق عدّ جديدة (مسارات التعداد) لعام ٢٠١٠، مع تنقيح الترميز ليعكس هذه الحقيقة.

٦-١٠- ويمكن تسهيل إعداد ملفات المعادلة باتباع نظام ترميز ثابت في جميع مراحل العملية. ويتناول هذا الدليل بشكل تفصيلي عملية الترميز الجغرافي لوحدات التعداد وخصائصه، وخاصة في الفصل الثالث. ويؤكّد الترميز الجغرافي على ضرورة وضع جداول تحويل واضحة ومرنة من أجل تخصيص رموز عددية أو هجائية عددية لكل منطقة عدّ في المراحل الأولى من مشروع وضع خرائط التعداد.

الجدول ٦ - ١

مقارنة وحدات العدّ القديمة والجديدة

طول الحقل	وصف الحقل
١ إلى ١١	رمز مسار التعداد
١٢	بطاقة الجزء (P)
١٣ إلى ١٨	طول جانب الشارع في مسار تعداد ١٩٩٠
١٩ إلى ٢٢	النسبة المئوية لطول جانب الشارع في مسار تعداد ١٩٩٠
٢٣ إلى ٣١	رمز مسار تعداد ٢٠٠٠
٣٢ إلى ٣٣	تذييل مسار تعداد ٢٠٠٠
٣٤	بطاقة الجزء (P) من مسار تعداد ٢٠٠٠
٣٥ إلى ٤٠	طول جانب الشارع في مسار تعداد ٢٠٠٠
٤١ إلى ٤٤	النسبة المئوية لطول جانب الشارع في مسار تعداد ٢٠٠٠
٤٥ إلى ٥٠	طول جانب الشارع في المنطقة التي يغطيها السجل
٥١ إلى ٦٤	١٤ المساحة الأرضية للسجل (١٠٠٠ متر مربع)
٦٥ إلى ٦٦	٢ الاسم الموجز للولاية في تعداد ٢٠٠٠

طول الحقل	وصف الحقل				
٦٧ إلى ١٢٦	٦٠ اسم المنطقة المركزية في تعداد ٢٠٠٠				
يبيِّن السجل التالي أن المسار ٤٠٢ في تعداد ١٩٩٠ انقسم إلى ثلاثة مسارات في تعداد ٢٠٠٠، هي: ٤٠٢-٠١ و٤٠٢-٠٢ و٤٠٢-٠٣					
10001040200P	11735029610001040201	34771000	3477	9796DEKent	
10001040200P	11735044210001040202	51891000	5189	32059DEKent	
10001040200P	11735026210001040203	30691000	3069	59822DEKent	

٦-١١- وقـد يكون عدد وحدات المخرجات التي تحتاج إلى ملفات معادلة كبيراً جداً. وقد يحتاج الأمـر، علاوة على تغطية الوحدات الإدارية والقانونية، مثـل الدوائر والمحافظات، إلى جمع بيانـات التعداد عن مجموعة كبيرة من وحدات التخطيط أو الوحدات التشـغيلية. ومن أمثلة هذه الوحـدات: الوحدات الصحية، والمناطـق التعليمية، ومناطق تخطيط النقـل، والدوائر الانتخابية، ومناطق خدمات المنافع، والمناطق البريدية، ووحدات التخطيط البيئي (انظر الشكل ٦ - ١). وقد تتطابق هذه الوحدات في بعض الحالات مع الوحدات الإدارية، ولكنها لا تتفق في غالب الأحيان مع وحدات الإبلاغ القياسـية. وعلاوة على ذلك، قد تأتي طلبـات بتبويبات خاصة من القطاع الخاص والأوساط الأكاديمية. لذلك فإن من المهام الأساسية لمكتب إعداد خرائط التعداد وضع إجراء ثابت لإنتاج ملفات المعادلة والحفاظ عليها. ويشدّد هذا الدليل في مختلف أجزائه على ضرورة التخطيط الفعّال، لما له من فوائد عديدة لوكالة الإحصاءات الوطنية، منظورة وغير منظورة.

٦-١٢- ويحتـاج الأمـر إلى وضع ملفـات معادَلـة إضافيـة للتوفيق بين مناطـق الإبلاغ الإحصائـي أو مناطـق العدّ السـابقة والحالية. ونظـراً للتعديلات التي تُجرى بـين الحين والحين عـلى وحدات جمع البيانات ووحـدات التبويب، فمن الصعب على مسـتعمِلي بيانات التعداد تحديد

الشكل ٦ - ١

أمثلة لوحدات التبويب ووحدات الإبلاغ في التعداد

التغييرات في متغيِّرات التعداد مع مرور الوقت. ولذلك يجب على الوحدة الجغرافية في مكتب التعداد أن تواكب تلك التغييرات في جغرافية التعداد في البلد وأن تتيح لمستعمِلي البيانات ملفات معادِلة تمكّنهم من التوفيق بين بيانات التعدادات المتتالية.

٦-١٣- وتزداد فائدة هذا المجهود حين تشترك وكالة الإحصاءات الوطنية في نشاط البنية الأساسية للبيانات المكانية في البلد، لأنها تزوّد مستعمِلي بيانات التعداد بالمواصفات الدقيقة المطلوبة لتحديد الموقع الصحيح لملفات التعداد لأغراضهم الخاصة.

٣ - حفظ بيانات قاعدة البيانات

٦-١٤- بعد تصحيح الأخطاء وجوانب عدم الاتساق في قاعدة البيانات الجغرافية، يجب إنتاج نُسخ أساس من جميع مجموعات بيانات الخرائط وحفظها. وتكون قاعدة البيانات الأساسية، التي تم تجميد جغرافية التعداد فيها لكي تعكس الوضع الفعلي في وقت التعداد، هي الأساس لجميع النواتج الخرائطية، بما في ذلك الخرائط المرجعية، والخرائط المواضيعية لنتائج التعداد، والمستخرجات الرقمية من قاعدة البيانات الأساسية للتوزيع. وتشير جميع نتائج التعداد التي تبوَّب بعد عملية العدّ إلى الوحدات المرجعية في قاعدة البيانات هذه. ويعني ذلك أيضاً أن جميع الوثائق والبيانات الفوقية قد دُقِّقت تدقيقاً جيداً حتى يتمكَّن مكتب التعداد من الإجابة على أي أسئلة بخصوص البيانات قد تثار في المستقبل. وينبغي الاحتفاظ بنُسخ احتياطية من قاعدة البيانات المرجعية هذه في مكان آمن بمجرد الانتهاء من إكمال العمل في قاعدة البيانات.

٦-١٥- وبالنسبة لوكالات الإحصاءات الوطنية التي لديها برامج متواصلة للخرائط، تعتبر قاعدة البيانات هذه أساساً للتحديثات الدورية للأنشطة التي تجري بين التعدادات. وينطوي وجود برنامج دائم للخرائط على مزايا نناقشها فيما يلي.

٤ - صيانة قواعد البيانات: مزايا وجود برنامج دائم للخرائط

٦-١٦- كما أوضحنا في هذا الدليل، فإن الفوائد التي يوفرها برنامج جغرافي رقمي للتعداد تفوق التكاليف الكبيرة التي تُنفق عليه، ولكن هذا العائد لا يتحقق إلاّ إذا استُخدمت قاعدة البيانات الناتجة عن التعداد في كثير من التطبيقات التي تتجاوز المهام الأساسية للتعداد. ولن تتحقق الفوائد الكاملة إلاّ إذا تم الحفاظ على قاعدة البيانات بحيث لا تحتاج التحديثات اللازمة لتطبيقات التعدادات التالية إلاّ إلى موارد قليلة نسبياً. وما لم توجد درجة كبيرة من الاستمرارية في البرنامج الوطني لإعداد خرائط التعداد فلن يتيسَّر إتاحة قاعدة البيانات الخرائطية للتعداد لعدد كبير من الاستعمالات وضمان أقصى استفادة منها في عمليات العدّ اللاحقة. ومن ثم فإن استمرارية الأنشطة الجغرافية للتعداد هي التي تضمن تحقيق فوائد الاستثمار في وضع قواعد البيانات.

٦-١٧- ومن الاعتبارات الهامة في هذا الصدد أن يقوم مكتب خرائط التعداد بتنفيذ إجراءات صيانة قاعدة البيانات بعد التعداد مباشرة. وينطوي ذلك على تحديث دائم للحدود وغيرها من المعالم كلما جدّ عليها تغيير. وفي الفترة التي تنقضي بين التعدادات ينبغي تنفيذ نظام واضح لصيانة قاعدة البيانات. فينبغي توثيق التغييرات التي تُدخل على قاعدة البيانات ونشرها. وعلى سبيل المثال يجب أن تقتصر سلطة إدخال تعديلات على قاعدة البيانات الأساسية على مجموعة صغيرة من الأفراد، لأن اقتصار هذه الحقوق الإدارية الخاصة على أفراد قليلين

يتفادى إمكانية قيام أفراد مختلفين بإدخال تغييرات على نُسخ مختلفة من قاعدة البيانات ومن ثم يحتاج الأمر بعد ذلك إلى التوفيق بينها.

٦-١٨- وفي أثناء الفترة التي تنقضي بين تعدادين، يجب أن تتابع وكالة وضع الخرائط للتعداد اتجاهات الصناعة والمناهج الأخرى الجديدة التي تتبعها سائر الوكالات الوطنية لإعداد خرائط التعداد، وبهذه الطريقة تكون القرارات الخاصة بالاستثمار في البرمجيات وتحديث المعدات قائمة على معرفة. وبالنظر إلى سرعة التغيُّرات التكنولوجية، قد يحتاج الأمر إلى استثمارات في هذه المجالات لكي تسير عمليات التعداد في الفترة الفاصلة بين تعدادين بنوعية جيدة.

٦-١٩- ويتطلب وضع قاعدة بيانات خرائطية رقمية خبرات خاصة في استعمال الحاسوب والمفاهيم الجغرافية وحُزماً برامجية متخصصة. وتدريب الموظفين هو من الأمور المكلِّفة إلاّ إذا اقتصر التدريب على المفاهيم الجغرافية الأساسية والمهام الأساسية. ولذلك فإن استمرارية الموظفين هي من العوامل الحاسمة في أي برنامج طويل الأجل لإعداد خرائط التعداد. ومن المهم أن يحدِّد مكتب التعداد مجموعة الموظفين الأساسيين الذين يقومون بصيانة قاعدة البيانات في الفترة التي تمضي بين تعدادين، والذين يقدمون الخدمات الجغرافية المكانية لسائر التطبيقات الإحصائية، مثل الدراسات الاستقصائية بالعينة، والذين يمثلون الذاكرة المؤسسية للتعداد؛ فهذا من شأنه أن يعمل على تيسير العمليات بسلاسة في تطبيقات نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد في علميات العدّ اللاحقة. ويمكن لمجموعة الموظفين الأساسين، على سبيل المثال، أن يقوموا بتدريب الموظفين المؤقتين الذين يستخدمون في أعمال الرقمنة أو الأعمال الميدانية. هذا فضلاً عن أن الاحتفاظ بمجموعة الموظفين الأساسين يقلِّل من التكلفة الابتدائية المطلوبة لاستئجار خبراء جغرافيين، لأن هؤلاء سيحتاجون إلى بعض الوقت للتأقلُم الكامل مع العملية الخرائطية للتعداد (يرجى الرجوع إلى الفصل الثاني بشأن الاعتبارات التفصيلية الخاصة بمسائل الموارد البشرية).

٦-٢٠- ومرة أخرى لا بد من التأكيد على أهمية وجود نظرة طويلة الأمد للأنشطة الخرائطية للتعداد، وأن وجود استراتيجية طويلة الأجل هو الضمان الأكبر لتحقيق الفوائد الناتجة عن الموارد الإضافية المطلوبة للحفاظ على قدرة خرائطية لدى وكالة الإحصاءات الوطنية.

جيم - نشر المنتجات الجغرافية للتعداد

٦-٢١- كثيراً ما تتجاهل وكالات الإحصاءات الوطنية مسألة النشر مع أنها تمثِّل أهم وسيلة لتعريف الجمهور ودعم الأنشطة الأخرى. ولا بد من التنبيه مرة أخرى إلى أنه ينبغي لوكالة الإحصاءات الوطنية تحديد مجموعة المنتجات والخدمات في مرحلة مبكرة من العملية، بما في ذلك الهياكل والأنساق. وتتناول الفقرات التالية تخطيط نشر المعلومات، ومسائل كشف البيانات وسرية البيانات، والتسويق، والتواصل مع الجهات الأخرى، والتوعية.

١ - التخطيط لنشر البيانات

٦-٢٢- من الضروري وجود تنسيق وثيق في الجدول الزمني لمشروع التعداد بكامله بين تحديد منتجات وخدمات المخرجات الجغرافية وتوقيت إصدارها. فقد يحتاج تبويب بيانات التعداد معلومات من وحدة الخرائط للتعداد، كما أنه لا يمكن إكمال الخرائط المواضيعية وقواعد البيانات الجغرافية الرقمية إلاّ بعد إكمال عملية تجهيز بيانات التعداد.

٦-٢٣- وينبغي أن يسترشد اختيار نواتج المخرجات المناسبة بتقدير تفصيلي لاحتياجات العمـلاء - أي أبحاث السـوق - التي يجب إجراؤها في المراحـل الأولى من التخطيط للتعداد. ومن الضروري جداً عمل خطط منتجات النشر في مرحلة مبكرة جداً ونشرها على نطاق واسع من أجل معرفة ردود أفعال مجتمع المستعمِلين.

٦-٢٤- ومـن المفيد إنشـاء لجنـة استشـارية تتكوَّن مـن ممثلين من معظم الأوسـاط المسـتعمِلة لبيانـات التعداد لإبداء المشـورة لوكالة الإحصـاءات الوطنية. وليـس من الضروري أن تقتـصر مهام اللجنة الاستشـارية على مرحلـة تخطيط التعداد، ولكنها يمكـن أن تكون آلية رسمية أو شبه رسمية لتبادل الأفكار بين وكالة الإحصاءات الوطنية ومستعمِلي البيانات. ويمكن الاسترشـاد بالأمثلـة الواردة في مقدمة هذا الدليل عن اسـتعمال بيانات التعـداد التفصيلية لأخذ فكرة عن الطائفة الواسعة من المستعمِلين التي يحتاج مكتب التعداد إلى أن يأخذها في الاعتبار في إعداد تقديراته لحاجات المستعمِلين.

٦-٢٥- ولا تفيد كثيراً الخبرات السـابقة بشـأن مـا هو مرغوب لدى مسـتعمِلي بيانات التعـداد، في تحديد منتجـات وخدمات مخرجات التعـداد. فالطلب يتغيَّر، على الأقل كاسـتجابة للقدرات التكنولوجية الجديدة بين مسـتعمِلي البيانات الرقمية، فقد كانت منتجات قواعد بيانات الخرائط الرقمية وخدماتها غير متاحـة تقريباً بعد الجولة الأخيرة من التعدادات، وهذه ستكون من أهم نواتج جولة التعدادات الحالية؛ ومع أن الطلب على الخرائط الورقية قد يكون أكبر في كثير من البلدان منه على المعلومات الرقمية، فإن هذا الوضع يتغيَّر مع زيادة انتشار منتجات التوزيع الإلكتروني لمنتجات الخرائط، وينبغي أن تكون وكالة إعداد خرائط التعداد مرنة في الاستجابة إلى احتياجات العملاء المتغيِّرة وطلباتهم الخاصة.

٦-٢٦- ومـن الأفضـل لوكالة التعـداد الوطنية أن تكـون لديها نظرة مسـتقبلية لعدة سـنوات قادمة لدى تخطيط اسـتراتيجية النواتج. فعلى سـبيل المثال، أصبحت الإنترنت من أهم قنـوات توزيـع البيانات حتـى في البلدان الفقيرة مع تحسُّـن البنية الأساسـية للاتصالات عالمياً. وتضـاف أصناف جديدة من مسـتعمِلي البيانات مع إتاحة منتجات بيانات جديدة. وعلى سـبيل المثـال تبحـث شركات الهاتـف الخلوي عن بيانـات ديمغرافية ذات مرجعيـة جغرافية من أجل تخطيط إقامة أبراجها الجديدة ومرافقها الأساسـية الأخرى. ولكي يزيد مكتب التعداد من المزايا المجتمعية لبيانات التعداد فبإمكانه البحث عن فئات المسـتعمِلين الجُدد وعرض منتجاته عليهم. ومن الوسائل الفعَّالة في ذلك الاشتراك مع سائر مستعمِلي البيانات الحكوميين وغير الحكوميين في بنية أساسية وطنية للمعلومات المكانية.

٦-٢٧- وينبغـي لمكتـب التعداد أن يجري تقديـراً لحجم الطلب المحتمـل على منتجات التعداد وخدماتـه، بما يتيح إجراء تقدير مبدئي للقدرات المطلوبة لخدمة طلبات العملاء. وهذه، مـرة أخـرى، مهمة صعبـة لأن الطلب قد يزيد مع ظهـور منتجات وخدمات جديـدة ومع تزايد الإدراك لـدى المسـتعمِلين الجُدد بما هو متـاح لتلبية احتياجاتهم. لذلك ينبغـي أن يكون مكتب التعداد مسـتعداً لخدمة الطلـب المتزايد على المنتجات والخدمات التـي يتيحها. والخطط الفعَّالة هـي التـي تواكب مسـتوى الطلب. لذلك فإن من المهـم أن يتـم في مرحلة مبكـرة تحديد واضح لطلبات مسـتعمِلي البيانـات التي يجب تلبيتهـا (أي المطلوبة قانوناً من مكتـب التعداد)، والتي ينبغي تلبيتها (من خلال أفكار تتعلق بتحسـين خدمة العملاء) والتي لا يتيسر تلبيتها (بسـبب ضيق الموارد). كما أن وجود مجموعة واضحة من الأولويات يسـهِّل وضع جدول زمني لمنتجات وخدمات التعداد وتوزيعها.

٦-٢٨- وينبغي أن يسعى مكتب الإحصاءات الوطني بكل قوة إلى إتاحة نتائج التعداد ومنتجاته وخدماته لأكبر قطاع من المستعمِلين من خلال سياسة مفتوحة لنشر البيانات. والسياسة المفتوحة لنشر البيانات، أي بتكلفة منخفضة أو بشكل مجاني، يمكن أن تساعد في تقليل حجم العمل على مكتب التعداد. ففي البلدان التي تتاح فيها بيانات التعداد مجاناً، يمكن لمزودي الخدمات من القطاع الخاص تلبية الاحتياجات الخاصة لبعض مستعمِلي بيانات التعداد، بما يمكّن مكتب التعداد من التركيز على مستعمِلي البيانات الذين تلزمه القوانين والتشريعات بخدمتهم.

٦-٢٩- وهناك بعض منتجات البيانات الجغرافية للتعداد مطلوبة للاستعمال الداخلي والاستعمال الرسمي، وهذه قد تشمل ملفات المعادلة ومكتبات الخرائط المرجعية، وكذلك المنتجات ذات الأغراض الخاصة مثل خرائط الدوائر الانتخابية. وتقضي قوانين بعض البلدان بأن يقوم مكتب التعداد بإتاحة هذه المنتجات الخرائطية. وقد يكون مطلوباً إعداد هذه الخرائط على أساس منتظم أو بناءً على الطلب، من الوزارات أو البرلمان مثلاً.

٦-٣٠- وهناك منتجات أخرى أكثر عمومية ينتجها مكتب التعداد للنشر على نطاق أوسع إلى المستعمِلين الحكوميين ومستعمِلي القطاع الخاص وإلى الجمهور. وينبغي أن يسعى مكتب التعداد إلى الاستفادة من أكبر عدد من قنوات التوزيع المتاحة وتلبية احتياجات أكبر عدد من المستعمِلين، وذلك عن طريق نشر التحليلات إلى جانب البيانات والنتائج. وسنتناول في الفقرات التالية بعض أمثلة التحليلات المكانية التي يمكن إتاحتها.

٦-٣١- وتناقش الفقرات التالية أيضاً منتجات التعداد وخيارات النشر، بما في ذلك المنتجات المطلوبة، كالخرائط المواضيعية التي يمكن توزيعها في شكل ورقي أو في نسق رقمي، ونشر قواعد البيانات الخرائطية الرقمية، ونشر أطالس التعداد الرقمية، واستراتيجيات نشر المعلومات على أساس الإنترنت. ويحتاج الأمر إلى إعداد خلفية دقيقة عن تقنيات إعداد الخرائط المواضيعية لكثير من تلك المنتجات. وتقتصر المناقشة في الفقرات التالية على المواضيع العامة المتصلة بإعداد الخرائط المواضيعية، ويرد عرض أكثر شمولاً لتصميم الخرائط المواضيعية في المرفق الرابع.

٢ - اعتبارات الإفصاح عن البيانات وسرية البيانات: مشكلة التمايز

٦-٣٢- ينبغي أن تكون وكالة الإحصاءات الوطنية على علم بأن اهتمامات الجمهور بالحفاظ على سرية معلومات التعداد الشخصية يمكن أن تؤثر على نشر البيانات. وقد وضعت الأمم المتحدة خطوطاً توجيهية من أجل الحفاظ على سرية البيانات الشخصية (انظر، على سبيل المثال، الأمم المتحدة، ٢٠٠٨).

٦-٣٣- وهناك وكالات حكومية مختلفة ومستعمِلون خارجيون للبيانات يحتاجون إلى بيانات التعداد عن مجموعات مختلفة من الوحدات الجغرافية الصغيرة. فعلى سبيل المثال، تستعمل بعض المنظمات مناطق بريدية صغيرة أو مناطق صحية كوحدات أوّلية. ولتلبية احتياجات هؤلاء من البيانات، قد يرغب مكتب التعداد الوطني في توزيع معلومات التعداد عن عدة مجموعات من المناطق الجغرافية الصغيرة ذات الحدود المستقلة بعضها عن بعض. وعند نشر بيانات الحدود وجداول البيانات لمجموعتين أو أكثر من المناطق الصغيرة يمكن للمستعمِل الحاذق، باستعمال عمليات جغرافية وبعض التصرف في جداول البيانات، الوصول إلى إحصاءات من التعداد عن مناطق جغرافية صغيرة جداً. وقد لا تكون عمليات العدّ الخاصة بهذه الوحدات الجديدة في

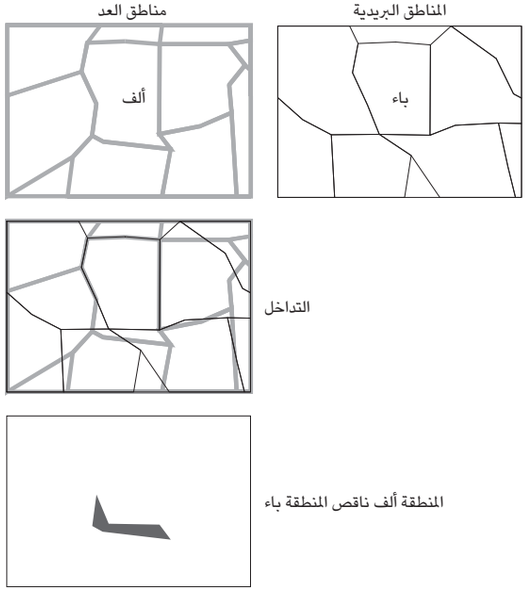
التعـداد داخلة ضمن عتبة الإفصاح لدى وكالة الإحصاءات. ويطلق على هذه المشـكلة "مشـكلة التمايز" في الإفصاح عن البيانات الإحصائية (انظر Duke-Williams and Rees, 1998).

٦-٣٤- وهذه المشـكلة لا تحدث إذا كانت الحدود تتداخل بشـكل غير منتظم ما لم تكن القيمة المسـجَّلة لإحدى المنطقتين قيمة صفرية. وفي معظم الحالات لا يمكن للمستعمِل أن يتأكد من أن القيمة هي صفر فعلاً، لأن معظم مكاتب التعداد تسـتعمل تشوشـاً أو ترميزاً واسعاً (بأن تجعـل البيانات داخـل نطاق مثل "< ١٠" بدلاً مـن الرقم الصغير الحقيقي) لكي لا يسـتطيع المستعمِلون اشتقاق الخصائص الدقيقة للمجموعات الصغيرة من الأفراد في المناطق ذات الكثافة السكانية الخفيفة.

٦-٣٥- ويمكـن أن تحدث مشـكلة التمايـز إذا تداخلت منطقة ما تنتمـي لمجموعة من المناطق الجغرافية في منطقة مجموعة أخرى، وكان لدى المستعمِل جداول بيانات لكلتا المجموعتين. فعـلى سـبيل المثال، تتداخل المنطقة البريدية باء في الشـكل ٦ - ٢ في منطقـة العدّ ألف. وبتراكب مجموعتي الحدود يمكن تحديد المنطقة الجغرافية الموجودة في ألف ولكنها ليست موجودة في باء. وباستعمال جداول البيانات يمكن اشتقاق بيانات التعداد للأفراد الذين يعيشون في تلك المنطقة الصغيرة بطرح الأعداد الخاصة بالمنطقة البريدية باء من الأعداد الخاصة بمنطقة العدّ ألف. وقد تكون هذه الأعداد دون عتبة الكشف حتى ولو لم تكن الأعداد الخاصة بالمنطقتين ألف وباء دون تلك العتبة.

الشكل ٦ - ٢

مشكلة التمايز في الكشف عن البيانات الإحصائية



٦-٣٦- ولتفادي مشاكل الإفصاح عن البيانات، ينبغي أن تقوم وكالة الإحصاءات الوطنية باستعراض دقيق لحدود المناطق الجغرافية البديلة للتعداد. فإذا كانت مشكلة التمايز ممكنة، فيمكن إدخال مزيد من تدابير السرية للبيانات. وفي Duke-Williams and Rees، ١٩٩٨ تحليل لمشكلة التمايز بالتفصيل، وهما يوصيان، بناءً على تجاربهما، ببعض التوصيات العامة لمواجهة هذه المشكلة:

- استخدام مستويات دنيا للعتبة في الجداول. يمكن إضفاء مزيد من الحماية بإدخال بعض التشوُّش في قيم البيانات لكل منطقة صغيرة جداً أو باستخدام نطاقات بدلاً من القيم الحقيقية للأعداد الصغيرة، فهذا من شأنه أن يقلِّل من خطر نشر بيانات التعداد لأكثر من مجموعة واحدة من وحدات المناطق الصغيرة.
- ينبغي أن تكون جغرافية التعداد الأوَّلية المختارة للتوزيع ذات فائدة عامة قدر الإمكان. فعلى سبيل المثال إذا كانت معظم الوكالات في البلد تستخدم المناطق الإدارية الصغيرة كمناطق مرجعية لها، فينبغي نشر بيانات التعداد لتلك الوحدات الإحصائية.
- لا توجد سوى مخاطرة بسيطة بالنسبة لنشر جغرافيات بديلة تكون مناطقها أكبر بكثير من مناطق وحدات التعداد الأوَّلية، وحتى إذا كانت مشكلة التمايز قائمة في هذه الحالات فإن الأعداد الناتجة عنها لن تكون في الغالب أدنى من عتبة السلامة المقرَّرة.
- إذا تشابهت جغرافيتا تعداد تقريباً من حيث درجة الوضوح - أي إذا تشابهت كثير من الحدود - فإن خطر وجود تمايز يزداد عن الحالات التي تكون الحدود فيها مختلفة جداً.
- يمكن تخفيف مشاكل التمايز إذا استقرت وكالة الإحصاءات الوطنية على حدود إدارية أو إحصائية موحَّدة ذات إحداثيات معروفة مع تعميم مستوى خطوط الحدود.

٣ - تسويق منتجات وخدمات التعداد الجغرافية

٦-٣٧- بالنظر إلى الطلب الكبير والمتزايد على بيانات التعداد التفصيلية، ينبغي لوكالة الإحصاءات الوطنية أن تنظر في الطُرق التي تمكِّن من تسهيل وصول المستعمِلين إلى منتجاتها وخدماتها. ويمكن وضع استراتيجيات لبناء قدرة داخلية تلبي احتياجات المستعمِلين أو للاستعانة بخبرة خارجية. وينبغي لوكالات الإحصاءات الوطنية أن تعمل على تنمية قدراتها الداخلية لتوزيع بياناتها وتحليلاتها، مع عدم الاعتماد على الكيانات الخارجية، مثل الشركات التجارية، إلاّ حين يتجاوز الطلب المحتمل قدرات النشر الداخلية.

٦-٣٨- ولدى النظر في ما إذا كانت وكالة الإحصاءات الوطنية ستتبع أسلوب البيع أو إتاحة الوصول المجاني إلى البيانات، عليها أن توازن بين توليد الدخل وتوسيع قاعدة مستعمِلي البيانات. ففي البلدان التي تهدف إلى استعادة بعض التكاليف المتعلقة بوضع قواعد البيانات الجغرافية للتعداد والتي يوجد فيها طلب قوي على البيانات الإحصائية للمناطق الصغيرة، يمكن النظر في إمكانية الدخول في اتفاقات تسويق مع وكالة خاصة لبيع البيانات. ويمكنها التعاون في هذا الصدد مع الموزعين المحليين للبرمجيات الرئيسية لنُظم المعلومات الجغرافية، ومزودي

الخرائط والصور على الشبكة، وبائعي البيانات الديمغرافية ذات المرجعية الجغرافية. وتقوم معظم وكالات بيع نُظم المعلومات الجغرافية الكبيرة بإنتاج وبيع مجموعات بيانات جغرافية عن كثير من المواضيع، وهذا مصدر إضافي ممكن للدخل، كما أنه وسيلة ممكنة لتيسير استعمال نواتج البرمجيات عن طريق تقديم مجموعات البيانات في نسق البيانات الخاص ببرمجياتها. وأحياناً يتعاون بائعو البرمجيات من القطاع الخاص مع المؤسسات الإحصائية ومؤسسات إعداد الخرائط الوطنية في إنتاج قواعد بيانات لنُظم المعلومات الجغرافية مصمَّمة بطريقة مهنية.

٦-٣٩- وهذا الأسلوب يعود بفوائد على مكتب الإحصاءات الوطني. فيمكن لبائعي البرمجيات والبيانات الإسهام بما لديهم من دراية فنية وربما موارد حاسوبية في تطوير حُزم توزيع قواعد البيانات الجغرافية، والحصول في المقابل على جزء من عوائد مبيعات قواعد البيانات. ويمكن لبائعي البرمجيات التشغيلية العالميين أن يسهموا أيضاً في زيادة توزيع البيانات الجغرافية الوطنية. وقد يأتي الطلب في بلدان أخرى من شركات تعمل على الصعيد الدولي أو من أكاديميين يدرسون في البلد.

٦-٤٠- ومن المشاكل المحتملة في التعاون مع بائعي البرمجيات التجاريين أن البائع قد يرغب في توزيع البيانات في النسق المملوك له حصراً. وينبغي لمكتب التعداد أن يتأكد من أن مستعملي البيانات الذين يريدون استعمال نسق آخر سيتمكنون من الوصول أيضاً إلى البيانات. وقد أشرنا من قبل إلى عيوب التوزيع التجاري للبيانات. ويجب أن تتوخى وكالات الإحصاءات الوطنية الحذر فيما يتعلق بتوقيع حقوق التسويق والتوزيع مع شركات في القطاع الخاص، لأنها حين تفعل ذلك قد لا تستطيع توزيع البيانات بالمجان أو بتكلفة منخفضة جداً. فإذا ما كان الهدف هو التوزيع على أوسع نطاق ممكن فمن الأفضل الاعتماد على تنمية قواعد البيانات وتوزيعها محلياً.

٦-٤١- ومن شركاء التوزيع المحتملين أيضاً الجامعات والإدارات الحكومية الأخرى التي تنشر المعلومات. وفي جميع الأحوال يجب وضع اتفاق واضح للتسويق وتقاسم العوائد تفادياً لأي مشاكل تطرأ في المستقبل. وينبغي لمكتب التعداد أن يُجري تقييماً تفصيلياً للقيمة السوقية لبياناته بالمقارنة بتكاليف إنتاج البيانات والإعلان عنها وبيعها لكي يتأكد من أن الاتفاقات التي يعقدها ستكون مفيدة للجانبين على أساس الشراكة بين القطاع العام والقطاع الخاص أو بين القطاع العام والقطاع العام.

٤ - الاتصال والتوعية

٦-٤٢- ينبغي لمكتب التعداد الوطني وضع خطة إعلامية لزيادة التوعية بالبيانات التي يتيحها التعداد ولضمان أوسع انتشار لبيانات التعداد ذات المرجعية الجغرافية، ويمكن أن تشمل هذه الخطة كتيِّبات مطبوعة وملصقات تعرض خرائط التعداد. ويمكن توزيع هذه الكتيِّبات والملصقات على نطاق واسع على المدارس والجامعات والمؤسسات التجارية والمكاتب الحكومية على مختلف المستويات. ويمكن أن يسبق التعداد حملة تسويقية وتوزيعية لزيادة الوعي بالحاجة إلى البيانات الإحصائية الحديثة وضمان مشاركة الجمهور الكاملة.

ويمكن لمكتب الإحصاء أيضاً أن ينظِّم سلسلة من الندوات الإقليمية في مختلف أنحاء البلاد يقوم فيها موظفو التعداد بشرح استخدامات حُزم الخرائط المجانية أو ذات التكلفة المنخفضة التي تستخدم في تحليل بيانات التعداد، لطائفة واسعة من المستعمِلين المحتملين، وأن يقوم في نفس الوقت بتوعية الجمهور بمختلف المنتجات التي تصدر نتيجة لجهود التعداد.

٥ - قائمة المنتجات المحتملة

٦-٤٣- تناقش الفقرات التالية مختلف المنتجات التي يمكن لوكالة الإحصاءات الوطنية نشرها بعد إكمال العدّ، وهي تشمل ملفات المعادلة والمقارنة، ومكتبة الخرائط المرجعية، وملفات المعاجم والملفات المركزية والخرائط المواضيعية.

(أ) ملفات المعادلة والمقارنة

٦-٤٤- وردت الإشارة فيما سبق إلى أن ملفات المعادلة هي من أول مسؤوليات مكتب إعداد خرائط التعداد بعد العدّ الفعلي. وهذه الملفات هي من ملفات المخرجات المهمة، علاوة على استعمالها الوسيط في تبويب بيانات التعداد. فقد يحتاج مستعمِلو البيانات إلى معلومات تساعدهم في تحديد موقع منطقة عد ضمن منطقة إحصائية معيَّنة أو منطقة إدارية من مناطق المخرجات، أو في تحديد الوحدات الإحصائية للمناطق الصغيرة التي تتكوَّن منها وحدة الإبلاغ التجميعية.

٦-٤٥- وينبغي إتاحة ملفات المعادلة في شكل ورقي وفي نسق رقمي. ويحتاج معظم مستعمِلي البيانات الذين يتعاملون مع بيانات التعداد الرقمية، سواءً كانت ذات مرجعية جغرافية أو في شكل جداول، إلى أن تكون هذه الملفات متاحة في شكل مقروء للحاسوب، لأن ذلك ييسِّر استعمالها مباشرة في عمليات قواعد البيانات.

(ب) مكتبة الخرائط المرجعية

٦-٤٦- بالإضافة إلى ملفات المعادلة ينبغي لمكتب التعداد أيضاً أن ينتج خرائط مرجعية لجميع وحدات الإبلاغ. وهذه الخرائط مطلوبة قانوناً من مكتب إعداد خرائط التعداد في بعض البلدان، من أجل الاستعمالات الحكومية الرسمية واستعمالات الجمهور.

٦-٤٧- ويمكن نشر الخرائط المرجعية في نسق رقمي في شكل رسومات بسيطة أو تذييلات أو ملفات PDF. وبما أن القدرة على استعمال الملفات الرقمية ليست متاحة لجميع المستعمِلين فينبغي إتاحة مجموعات كاملة من الخرائط المرجعية الورقية عند الطلب.

٦-٤٨- ويجب أن يصاحب الخرائط المرجعية وصف تفصيلي لتعاريف كل منطقة جغرافية بالتعداد. ويعتبر دليل الخرائط المرجعية الجغرافية الصادر عن مكتب الولايات المتحدة للتعداد، والمتاح على الإنترنت، مثالاً جيداً لوثيقة الخرائط المرجعية الشاملة (متاح على الموقع www.census.gov/geo/www/garm.html).

(ج) المعاجم الخرائطية والملفات المركزية

٦-٤٩- من مسؤولية وكالة إعداد خرائط التعداد الوطنية، في العادة، أن تُنتج معجماً يشمل قائمة بأسماء الأماكن وموقعها الجغرافي. ومع ذلك فبوسع البرنامج الوطني لرسم الخرائط أن يوفِّر على نطاق كبير ويُطبّق لأغراض التعداد قاعدة معلومات أفضل أو أحدث تعتبر أساساً لمعجم وطني. وفي بعض البلدان، حين لا يتوافر مصدر آخر لهذه البيانات، يكون المعجم أحد المنتجات المطلوبة من مشروع إعداد خرائط التعداد. وإذا كان مشروع إعداد خرائط التعداد قد استخدم نظام المعلومات الجغرافية بكثافة في جمع البيانات، ففي هذه الحالة يكون وضع معجم يشمل جميع الأماكن الجغرافية نتاجاً مباشراً. ويمكن أن يشمل المعجم أسماء جميع الأماكن

المأهولــة مع مختلف تســمياتها، وتحديد مواقعهــا بخطوط الطول وخطــوط العرض، والرموز الإدارية، وعدد السكان.

٦-٥٠- وينبغــي تخزين المعجم وتوزيعه في شــكل رقمي، بما يتيح الاســتعمال المباشر للإحداثيات ومعلومات الأسماء في نظام المعلومات الجغرافية. ومن المفيد أيضاً وضع نظام بسيط للاســتعلام، يتيح للمســتعمِلين طلب إحداثيات عن مكان معيَّن، مثل القرية أو المحافظة. ويمكن إتاحــة هذه البيانات عن طريق الإنترنت باســتعمال طريقة للوصــول المباشر إلى قاعدة البيانات. ومن المنتجات الأخرى للتعداد ملفات الحدود الرقمية، وهذه سنتناولها في الفقرات التالية.

٦ - الخرائط المواضيعية المعدة للنشر

(أ) مزايا الخرائط

٦-٥١- قبل مناقشــة أنواع الخرائط المواضيعية التي يمكن إنتاجها من أجل مطبوعات التعداد، قد يكون من المفيد المرور سريعاً على الأســباب التي تجعل من هذه الخرائط المواضيعية وسيلة شديدة الفعالية لعرض نتائج التعداد:

- فالخرائط توصِّل المفهوم أو الفكرة.
- والخرائــط تعتــبر دعماً للمعلومــات النصية، فهنــاك مواضيع ومســائل يصعب توضيحها بالكلمات تكون أيسر فهماً بالاستعانة بالخرائط أو الرسوم البيانية.
- والخرائــط تجتذب انتباه المشــاهد، وهي توفِّر اســتراحات بــين صفحات التقرير تســتلفت عين القارئ. ومن شــأن ذلك أن يحافظ على انتباه القارئ ويشجعه على قراءة النص المرفق.
- يمكــن تلخيص كمية كبــيرة من المعلومات بشــكل موجز في الخرائــط. ولا تقارن قــدرة الخرائــط بغيرها من حيث القدرة على عرض كميــات كبيرة من الأرقام ومن المعلومــات عــن العلاقــات المكانية بين المشــاهد. ويمكــن على ســبيل المثال وضع ٣ ٠٠٠ قيمــة من قيــم البيانات على خريطــة واحدة للكثافة الســكانية للصين أو الولايــات المتحدة. ويمكن طباعــة هذه الخريطة على صفحــة عادية دون أن تفقد كثــيراً من وضوحها. وبالمقارنة يصعب وضــع ٣ ٠٠٠ رقم على صفحة من الحجم العــادي، وحتى لو أمكن ذلك فإنها لن تقدِّم نفــس الكمية من المعلومات، فهي لن تبرز مثلاً الأماكن التي تتمحوَّر حولها الكثافة الســكانية أو عدم الكثافة السكانية.
- يمكن اســتخدام الخرائــط للوصف، والتقــصي، والتثبت، والتبويــب، بل والزينة. فالخرائــط تفيد في أغــراض عديدة. وخرائــط عرض البيانــات في تقارير التعداد هي خرائط وصفية بطبيعتها، فهي ببســاطة تبيِّن نتائج التعداد الحالي مع بعض التحليل أو دون تحليل. وفي المقابل فإن الخبير السكاني أو الجغرافي الذي يستعمل بيانات التعداد قد يســتعمل الخرائط لاكتشاف الصلة بين مختلف المتغيِّرات، مثل العمر المتوقع ومعدلات الأمية. وفي التقرير النهائي يمكن اســتعمال الخرائط التي تعكــس هذه العوامــل إضافة إلى النصوص واللوحات البيانيــة لدعم النتائج التي يتوصــل إليها المحللون. وهكــذا تصبح الخريطة أداة لتأكيــد النتائج التي يمكن، أو لا يمكن، الحصول عليها بإلقاء نظرة على الخريطة وحدها. ويمكن اســتعمال الخرائــط أيضاً لأغراض حصر بنود معيَّنة، مثلاً لبيان جميع المدارس أو العيادات

الصحيــة في البلد. ومن الطبيعي أن عملية الحصر هذه تؤدي مباشرة إلى التحليل، فهي تبرز على ســبيل المثــال المناطق التي لا تصلها خدمات المنافع العامة بشــكل كافٍ. وأخيراً فإن الخرائط لها قبول شــعبي لأنها تلفت الأنظار وتتسم بالجاذبية. ويمكــن ملاحظة الأعداد الكبيرة من الخرائط المعلَّقة عــلى حوائط المكاتب، مع أن القليلين هم الذين يعلِّقون لوحات إحصائية أو جداول أرقام في هذه الأماكن.

- والخرائط تشــجِّع على المقارنة: فســواءً كانت الخريطة وصفية أو تفســيرية فإن الغرض من الخرائط المواضيعية هو مقارنة الأشــياء عبر الفضاء الجغرافي. وتتيح الخرائط أنواعاً مختلفة من المقارنات:
  - بيــن مختلف المناطــق على نفــس الخريطة: أيــن توجد أعلى مناطــق الكثافة السكانية؟
  - بيــن مختلف الخرائط: هل معــدَّل وفيات الأطفال مرتفع أكثر في المنطقة ألف أو المنطقة باء؟
  - بيــن مختلف المتغيِّــرات الخاصة بنفــس المنطقة: أين مناطــق الاختلاف في معدلات الأمية بين الذكور والإناث في المناطق، وبأي درجة؟
  - بين الخرائــط الخاصة بفترات زمنية مختلفة: هل انخفضت معدلات الخصوبة منذ آخر تعداد؟

(ب) وضع خرائط مواضيعية لبيانات التعداد

٦-٥٢- يشــجِّع اعتماد التكنولوجيــا الجغرافية المكانية في عمليــات التعداد على انتهاج نظرة جديدة للخرائط تختلف عن النظرة التقليدية. فباســتعمال الحاسوب يمكن إنتاج الخرائط بسرعة على شاشــة الحاســوب، وهذا يســاعد على ترســيخ أســلوب في العمل يعتبر مثالياً للتثبت مــن صحة البيانات، واستكشــاف أنماط البيانات، وتحليل البيانــات، وهو مجال يُطلق عليه الآن بشــكل متواتر اســم "التصور الجغرافي". ويخرج التصور الجغرافي عن المبــادئ المعتادة لإنتاج الخرائــط وعرضها، فهو يعرَّف بأنه إنتاج عروض تصويرية واســتعمالها لحفز التفكير والفهم وبناء المعارف عن البيئة الإنسانية والمادية، بمقاييس جغرافية (Longley، وآخرون، ٢٠٠٥).

٦-٥٣- ويُطلــق عــلى الخرائــط المنتجة على شاشــة الحاســوب أحياناً اســم "الخرائط الافتراضية" لتمييزها عن الخرائط المطبوعة أو الخرائط الورقية المرسومة، رغم أن الخط الفاصل بــين خرائــط الحاســوب والخرائط الورقيــة يتلاشى باضطــراد. وفي عملية التعــداد لا يكاد يولى لتصميم الخرائط التقليدية في المراحل الأولى من مشروع إعداد خرائط التعداد رقمياً سوى اهتمام بسيط نسبياً. وأصبح التركيز، كما يتبيَّن في الفصل الثالث، على وضع قواعد البيانات والتثبُّت من البيانات. وحتى إنتاج خرائط مناطق العدّ، التي تبيِّن المعالم في منطقة عمل العدّادين، لا يســتأثر إلاّ بشكل بسيط نسبياً من أشكال إعداد الخرائط.

٦-٥٤- إلاّ أن مكتب التعداد يريد بعد إكمال عملية جمع بيانات التعداد إنتاج خرائط من نوعيــة جيدة تصلح للنشر، تبيِّن نتائج التعداد وترفق بتقارير التعداد المنشــورة. وهذه الخرائط مقصود بها خدمة جمهور أوســع غير متخصص. ولذلك يجب أن تصمَّم هذه الخرائط بدقة أكبر بكثير، سواءً كان الناتج النهائي مطبوعاً في شكل كتاب أو منشوراً في قرص مدمج أو قرص رقمي مصوَّر أو معروضاً على موقع على الإنترنت.

٦-٥٥- ويعـرض الجدول ٦ - ٢ قائمة بالخرائط المواضيعيـة التي يمكن تضمينها في أطلـس التعـداد أو على موقـع الإنترنت لمكتب التعـداد. ويمكن النظر في أنـواع كثيرة أخرى من الخرائـط للنـشر حول موضوعات خاصـة أو لإبراز جوانب مهمة من نتائـج التعداد في مختلف مناطـق البلـد. وكما أن جداول بيانات التعداد يمكن تفصيلها حسـب الجنـس وفئات العمر أو حسب المناطق الريفية والحضرية، فإن خرائط التعداد يمكن أيضاً تقسيمها إلى مكوِّنات سكانية. والخرائط التي تبين المقارنات عبر الزمن، إذا وجدت مؤشرات قابلة للمقارنة من تعدادات سابقة، تفيد أيضاً في إعطاء معلومات مهمة (لإلقاء نظرة عامة على مبادئ إعداد الخرائط الرقمية، يمكن الرجوع إلى المرفق الخامس).

الجدول ٦ - ٢

خرائط مواضيعية مقترحة لأطلس التعداد

فئات/عناوين الخرائط الموضوعية
دينامية السكان وتوزيعهم
نسبة تغيُّر السكان أثناء الفترة المنقضية بين التعدادين
متوسط معدَّل النمو السنوي
الكثافة السكانية (عدد الأشخاص لكل كيلو متر مربع)
النسبة المئوية للسكان الحضر من مجموع السكان
توزيع المدن الكبرى وأحجامها
معدلات الهجرة إلى الداخل والهجرة إلى الخارج ومعدلات الهجرة الصافية
المواليد في البلد والمواليد في بلدان أجنبية
المواليد في أقسام إدارية أخرى من البلد
الخصائص الديمغرافية
نسبة الذكور إلى الإناث (عدد الذكور مقابل كل مائة أنثى)، ويمكن أن يكون ذلك حسب الفئات العمرية
النسبة المئوية للسكان في فئة العمر صفر - ١٤
النسبة المئوية للسكان في فئة العمر ١٥-٦٤
النسبة المئوية للسكان في فئة العمر ٦٥ فأكثر
النسبة المئوية للإناث في سن الحمل (١٥ إلى ٤٩)
نسبة الإعالة الإجمالية (النسبة المئوية للسكان في فئتي العمر صفر - ١٤ و٦٥ سنة فأكثر مقارنة بالسكان في فئة العمر ١٥ - ٦٤)
الحالة الزواجية
معدلات المواليد
معدل الخصوبة الكلي
العمر الوسيط عند أول زواج
معدل الوفيات
معدل وفيات الرُضَّع
العمر المتوقع عند الميلاد
النسبة المئوية للسكان من ذوي الإعاقة
الخصائص الاجتماعية والاقتصادية
النسبة المئوية للأطفال غير المنتظمين في المدرسة الابتدائية

فئات/عناوين الخرائط الموضوعية
معدل معرفة القراءة والكتابة لدى الكبار (فئات العمر ١٥ فأكثر)
متوسط عدد سنوات الدراسة (فئات العمر ٢٥ فأكثر)
معدل الأمية بين السكان في فئة العمر ١٥ فأكثر
عدد الأميين بين السكان من فئة العمر ١٥ فأكثر
المستوى التعليمي للسكان من فئات العمر ١٠ سنوات فأكثر
القوة العاملة كنسبة مئوية من مجموع السكان
نسبة النساء في القوة العاملة من الراشدين
النسبة المئوية للقوة العاملة موزَّعة حسب القطاعات الاقتصادية، ونوع المهنة والوضع الوظيفي
الأُسر المعيشية والإسكان
متوسط عدد الأشخاص في الأسرة المعيشية
النسبة المئوية للأسر المعيشية التي ترأسها امرأة
متوسط عدد غرف السكن لكل أسرة معيشية
حالة الإشغال (ملك، إيجار، إلى آخره)
أنواع مواد البناء
النسبة المئوية للسكان الذين لديهم مأوى مناسب
النسبة المئوية للسكان الذين تصلهم مياه آمنة
النسبة المئوية للسكان الذين تصلهم الكهرباء
النسبة المئوية للسكان الذين تصلهم خدمات الإصحاح
النسبة المئوية للسكان الذين تصلهم الخدمات الصحية

المصدر: الأمم المتحدة (٢٠٠٨).

٦-٥٦- وتصدر خرائط التعداد ذات النوعية المعدّة للنشر عادة لوحدات الإبلاغ الإحصائية التجميعية فقط، وقد تُنتج وكالة التعداد خرائط وطنية ذات عرض عام تبيِّن توزيع المؤشرات حسب المحافظات أو المناطق، وكذلك خرائط تفصيلية لكل محافظة، كما يمكن إنتاج خرائط تفصيلية جداً للمناطق الحضرية الرئيسية باستعمال البيانات الخاصة بصفوف المباني أو مناطق العدّ.

٦-٥٧- وتقدِّم برمجيات نظام المعلومات الجغرافية وإعداد الخرائط على الحاسوب المكتبي نطاقاً واسعاً من الوظائف في مجال إعداد الخرائط، كما أن كثيراً من صُناع الخرائط التجاريين قد تحولوا إلى تقنيات الإنتاج الرقمي بالكامل. ومع ذلك فلا يزال تحقيق نواتج جغرافية عالية المستوى يتطلب خبرات ودراية كبيرة. ولا تعوِّض الأدوات التي توفرها نُظم رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب عن التدريب على رسم الخرائط. وقد أدّى انتشار برمجيات إعداد الخرائط السهلة الاستعمال إلى انتشار أنواع من الخرائط تنتهك الكثير من مبادئ التصميم الخرائطي المعيارية. وكان ذلك في البداية بسبب عدم وجود وظائف خرائطية مناسبة في برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية، ولكن حتى مع التحسينات في قدرات برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية وسهولة استعمال تلك البرمجيات، لا يزال معدو الخرائط الذين ليس لديهم تدريب كافٍ على تقنيات رسم الخرائط يجدون صعوبة في إنتاج خرائط من نوعية جيدة.

٦-٥٨- وفي معظم وكالات التعداد يكون المهنيون في مجال إعداد الخرائط مسؤولين عن إنتاج الخرائط للنشر والتوزيع. فهؤلاء بوسعهم إنتاج خرائط من نوعية جيدة على الحاسوب بعد تلقي شيء من التدريب على تقنيات رسم الخرائط رقمياً.

٦-٥٩- وقد أدّى الانتشار الواسع لبرمجيات نُظم الخرائط الجغرافية وإعداد الخرائط على الحاسوب إلى زيادة كبيرة في إنتاج الخرائط المواضيعية الذي يقوم به أخصائيون في المواضيع غير مدرَّبين تدريباً كافياً على مبادئ تصميم الخرائط. وقد وضعت المعلومات الواردة في المرفق الخامس لفائدة الموظفين الأساسيين المسؤولين عن وضع الخرائط، وكذلك للأشخاص من داخل وخارج وكالات التعداد الذين يقومون من وقت لآخر بوضع خرائط من واقع قواعد البيانات المكانية الرقمية. ويمكن الاطلاع على مزيد من المراجع الممتازة عن إعداد الخرائط ووضع الخرائط المواضيعية في Robinson وآخرون (١٩٩٥)، و Kraak و Ormeling (١٩٩٧)، و Dent (١٩٩٩). وقَامَ MacEachren (١٩٩٤) بوضع كتاب تمهيدي عظيم الفائدة عن رسم الخرائط المواضيعية، خصِّيصاً لفائدة مستعمِلي نُظم المعلومات الجغرافية الذين ليس لديهم تدريب رسمي كافٍ في رسم الخرائط. ويزداد انتشار كُتيبات التصميم التي تتناول بشكل خاص خرائط نُظم المعلومات الجغرافية (انظر على سبيل المثال Krygier و Wood، ٢٠٠٥؛ و Brewer، ٢٠٠٥).

(ج) أطالس التعداد الرقمية

٦-٦٠- إذا كانت قاعدة البيانات الجغرافية العمومية تستهدف المستعمِلين الذين تتوافر لهم خبرة كبيرة بنظام المعلومات الجغرافية فإن أطلس التعداد الرقمي يستهدف الجمهور بصفة عامة والمدارس وغير ذلك من المستعمِلين من غير ذوي الخبرة. ونتناول هنا نهجين لإنتاج أطلس رقمي للتعداد، وهما: أطلس "ثابت" للتعداد يتكوَّن من مجموعة من الخرائط والمواد الأخرى التي أعدها مكتب التعداد، وهي أساساً وسيلة عرض يمكن للمستعمِل فيها أن يغيِّر ترتيب مشاهدة المحتويات، ولكنه لا يستطيع تغيير المحتوى نفسه. أما الأطلس الآخر فهو أطلس التعداد "الدينامي" وهو يجمع بين قاعدة بيانات جغرافية رقمية وأطلس للتعداد في حُزمة خرائطية بسيطة. ويستطيع المستعمِل استعمال البيانات في إنتاج خرائط حسب الطلب يمكن طباعتها أو نسخها في حُزم تطبيقات برمجية أخرى.

'١' الأطلس الثابت

٦-٦١- يمكن أن يضم أطلس التعداد الرقمي الثابت خرائط وجداول ورسوماً بيانية، وربما منتجات متعددة الوسائط، مثل الصور أو لقطات الأفلام التصويرية، في شكل جذّاب للنظر وفي بيئة ميسَّرة للمستعمِل. ويمكن وضع هذه المكوِّنات معاً في برمجية عرض عادية مثل العرض بطريقة الشرائح في برنامج بوّر بوينت (PowerPoint). وتتيح بعض حُزم عرض الرسوم البيانية إنتاج نُسخ منفصلة من العرض البياني يمكن توزيعها مع برمجيات تمكِّن من مشاهدتها. ويمكن نقل معظم العروض أو الرسوم في نسق PDF وتوزيعها عن طريق الوسائط المقروءة بالحاسوب أو عن طريق الإنترنت. ويمكن إنتاج الخرائط باستعمال حُزم برمجية لإعداد الخرائط على الحاسوب المكتبي، أو إدماجها في برمجيات العرض، باستعمال نسق تبادل بياني أو عن طريق أوامر القص واللصق في برنامج ويندوز (Windows).

٦-٦٢- ومنصَّة العرض البديلة هي الإنترنت. فلدى معظم مستعمِلي الحاسوب وسيلة تصفُّح على الحاسوب يمكن استخدامها لمشاهدة الملفات المختزنة محلياً على الحاسوب، وكذلك مشاهدة المحتوى من بُعد. ويمكن إدخال الخرائط والمحتويات البيانية الأخرى في شكل صور بيانية في نسق GIF أو JPEG. وهما من الأنساق التي يمكن إنتاجها من تصاميم خرائط نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن أن يَنتج عن تصميم العرض عرض "خطي"، حيث يوجَّه القارئ

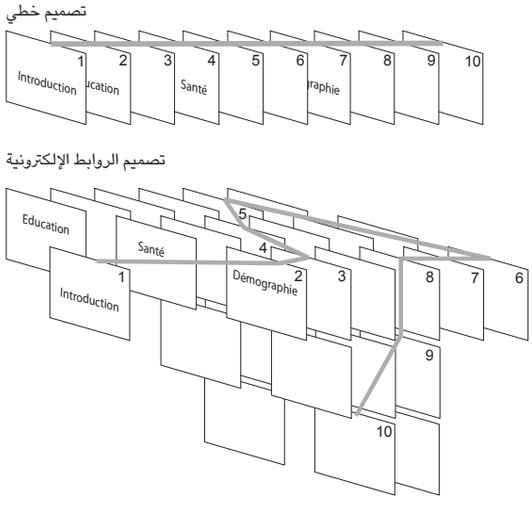
من خلال سلسلة من الخرائط والرسوم البيانية مرتَّبة بشكل يعكس موضوعاً متماسكاً. وهذه وسيلة مناسبة للعروض القصيرة نسبياً، أما العروض التي تحتوي على مجموعة كبيرة من الخرائط فقد يسبِّب عرضها ملَلاً للمتابع حين يستعرض عدداً كبيراً من الشرائح مع المواد المتصلة بها، وقد لا تكون مشوِّقة له.

٦-٦٣- ومعظم برمجيات العرض توفِّر خياراً أفضل للتصميم ولكنها تقوم على أساس الوصلات الإلكترونية. وهذه الوصلات تتيح للمستعمِل التنقل بين مختلف أجزاء العرض، كما تتيح له إدماج موارد إضافية ومعلومات قد لا يهتم بها سوى عدد قليل من المشاهدين. وعلى سبيل المثال يمكن إضافة روابط إلى صفحة تحتوي على إسقاطات للسكان لمناطق معيَّنة، تصلها بورقة منهجية تشرح الافتراضات الخاصة بالإسقاطات.

٦-٦٤- ويوضِّح الشكل ٦ - ٣ مفهوم الروابط الإلكترونية، في مقابل التصميم الخطي. ففي التصميم ذي الروابط الإلكترونية يجري عرض عدد من الموضوعات في شكل مواز تربط بينها روابط حاسوبية حسب الحاجة. وعلى سبيل المثال يمكن أن تكون الموضوعات أو الفصول المتوازية التي تلي صفحة المقدِّمة (١) عن التعليم والصحة والمؤشرات الديمغرافية. ويمكن للمستعمِل أن يستعمل مساراً - يبينه الخط الرمادي - يبدأ من الموضوع الديمغرافي (٢) فتَعرض إحدى الشرائح (٣) خريطة وجداول ورسوماً بيانية للفئة السكانية دون عمر ١٥ سنة. ومن هناك يمكن استعمال روابط تصل بالقارئ إلى خرائط تبين مؤشرات صحة الطفل (٤)، والمرافق التعليمية (٥) وهلم جراً.

الشكل ٦ - ٣

خيارات تصميم العرض لأطلس رقمي ثابت للتعداد



٦-٦٥- وتحتاج التصاميم التي تستعمل الروابط الإلكترونية دقة بالغة في تصميم العرض لأن المستعمِل قد يجد نفسه في متاهة بعد تتبُّع عدد من الروابط. ومن الضروري أن تضم البرمجية أدوات واضحة للتحوُّل على كل صفحة، بما في ذلك روابط الفتات (breadcrumbs) التي تتيح للمستعمِل العودة من الصفحة التي يتصفحها واتخاذ مسلك آخر.

٦-٦٦- والروابط الإلكترونية مألوفة لأي شخص يستعمل الإنترنت. وبدلاً من استعمال حُزم برمجية للعرض، يمكن أيضاً تنفيذ أطلس ثابت للتعداد بلغة الإنترنت المعيارية HTML. وتتيح أدوات تصميم صفحات الويب مرونة كبيرة للمستعمِل في تصميم قواعد بيانات التعداد. ومن الأدوات التي تساعد في جعل العرض شيقاً، على سبيل المثال، وجود خريطة يمكن النقر على بعض أجزائها لزيادة المعلومات. فيمكن على سبيل المثال أن تعرض صفحة البداية خريطة عامة للبلد، مع إرشادات توجِّه إلى النقر على المحافظة التي يهتم بها المتصفِّح للوصول إلى خرائط تفصيلية على المستوى دون الوطني. وتتيح تكنولوجيا الويب أيضاً إدخال محتوى متعدِّد الوسائط وروابط إلى معلومات خارج برنامج العرض، مثل الروابط التي توصِّل إلى أجزاء أخرى من صفحة مكتب التعداد على الويب أو صفحات الوكالات الحكومية الأخرى. وهذه الوسائل متاحة بالطبع للمستعمِلين الذين لهم اتصال بالإنترنت.

٦-٦٧- ومن مزايا استعمال أدوات تصميم صفحات الويب إمكانية توزيع نفس الأطلس الثابت للتعداد على أقراص مدمجة للقراءة فقط أو على أقراص دقيقة للاستعمال على الأجهزة غير المتصلة بالإنترنت، ويمكن نشرها على صفحة مكتب التعداد على الإنترنت لمن يشاء أن يطّلع عليها في أي مكان في العالم.

’٢‘ الأطالس الدينامية

٦-٦٨- وكبديل لأطلس التعداد الثابت يمكن نشر خريطة رقمية وقاعدة بيانات مع برمجيات رسم الخرائط ذات الصلة، بما يتيح للمستعمِل إنتاج خرائط لمؤشرات التعداد حسب الطلب. ويحتاج هذا بالطبع إلى بعض المعرفة برسم الخرائط لدى المستعمِل. ويحتوي أطلس التعداد الدينامي على ملفات رقمية للحدود ذات استبانة منخفضة عما هو مطلوب في قاعدة بيانات التعداد الكاملة، بما يتيح استخراج البيانات بسرعة واستعمال قدرة تخزينية أقل. وينبغي أن يشتمل جدول الخصائص المتكامل تكاملاً شديداً على عدد مختار من مؤشرات التعداد فقط. ويجب أن تكون بيانات الكثافة والنسب الملائمة لإعداد الخرائط محسوبة من قبل.

٦-٦٩- ويتفق هذا النهج مع احتياجات المستعمِلين الذين ليست لهم خبرات ومهارات في مجال نُظم المعلومات الجغرافية تتيح لهم استعمال قاعدة البيانات الجغرافية المكانية الرقمية للتعداد ولكنهم يريدون مرونة في استخدام معلومات التعداد الجغرافية واستعمالاتها أكبر مما يتاح في أطلس التعداد الثابت المُعد في شكل حُزمة.

٦-٧٠- والمشكلة بالطبع هي أن بعض هؤلاء المستعمِلين قد لا يكون لديهم حُزم برامجية لنُظم المعلومات الجغرافية لاستعمالها على الحاسوب المكتبي لاستخراج الخرائط. لذلك ينبغي لمزوِّد البيانات أن يتيح حُزمة سهلة الاستعمال مع البيانات والحدود. ويجب ألاّ تتطلَّب هذه الحُزم إلاّ أدنى قدر من التدريب والخبرة. والمهم أن يكون هذا التطبيق من نوع ”اللعب بمجرد التوصيل“ (plug - and - play)، لكي يتمكن المستعمِل بعد تحميل البرنامج مباشرة من إنتاج الخرائط.

٦-٧١- وقد طوَّرت بعض مكاتب التعداد برمجيات لمشاهدة الخرائط في الداخل ووزَّعتها مع منتجات بيانات التعداد. إلاّ أن صيانة هذه البرمجيات مكلِّفة وتحتاج إلى موارد يمكن استخدامها بدلاً من ذلك في تطوير البيانات ونشرها. ويوفِّر بعض بائعي نُظم المعلومات الجغرافية حالياً مجموعات أدوات برمجية لنظام المعلومات الجغرافية يمكن استخدامها في

إنتاج تطبيقات حسب الطلب، أو إدخال وظائف نُظم المعلومات الجغرافية في المنتجات البرامجية الأخرى (مثل جداول البيانات الممتدة أو تطبيقات قواعد البيانات).

٦-٧٢- وهنـاك بدائل أخرى في شـكل برمجيات مجانية لتصفُّح الخرائط على الشاشـة ويمكن توزيعها مع قواعد البيانات.

٦-٧٣- ويقـوم بعض بائعـي برمجيات نُظـم المعلومات الجغرافيـة بإتاحة برمجيات مجانية لتصفح الخرائط، وتسـمح للمسـتعمِلين بتوزيـع نُظم الخرائط البسـيطة هذه بالمجان ضمن حزمـة توزيع قواعد البيانات. ومن أمثلة هذه البرمجيـات حُزمة ArcGIS Explorer التي تنتجها شركة ESRI الموجودة في ردلاندز، كاليفورنيا، بالولايات المتحدة الأمريكية. وهذا المتصفِّح هو عبارة عن سطح بيني خرائطي للبيانات المنتجة باستعمال حُزمة ArcGIS.

٦-٧٤- وهذا السـطح البيني للمتصفح ArcGIS بسـيط في اسـتعماله ويؤدي وظائف إعداد الخرائط الأساسـية لإنتاج خرائط مواضيعية يمكن نقلها بين الحواسـيب في نسـق خرائط بتـات (bitmaps) أو ملفات فوقية للوينـدوز (Windows Metafiles). ويمكن لهذا المتصفِّح أن يقرأ البيانات من القرص الصلب الحاسوبي أو من قرص مدمج للقراءة فقط. وإذا كان الحاسوب متصلاً بالإنترنت فإنه يعرض البيانات الموجودة في المواقع البعيدة على الشبكة. ووظائفه التحليلية محدودة، ولكنه قابل للاستعمال مع مختلف أنواع الاستعلامات الخاصة بالبيانات - التفاعلية أو باستخدام الأوامر الحاسوبية مثل SQL، ويصلح لمضاهاة العناوين.

٦-٧٥- وينبغي أن تتضمن الوثائـق الخاصة بأطلس التعداد الدينامي نفس المعلومات تقريباً التي تصاحب قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد الأكثر شمولاً، إلاّ أن تصميم النـص يجب أن يراعى فيه أن المسـتعمِل قـد لا تكون لديه خبرة. ولذلك يجب تفادي اسـتعمال المصطلحات التقنية لنُظم المعلومات الجغرافية. وبما أنه ليس من المحتمل أن يستعمل مستعمِلو قاعـدة البيانات تطبيقات متقدِّمة، فينبغي أن تركِّز الوثائق على المعلومات الخاصة بالخصائص أكثر من التفاصيل الجغرافية التقنية.

٦-٧٦- ويبـين الشـكل ٦ - ٤، الذي أعدتـه لجنة الإحصـاءات الحكوميـة في أوكرانيا، استعمال العناصر الإحصائية والبيانية في نفس عرض الخريطة.

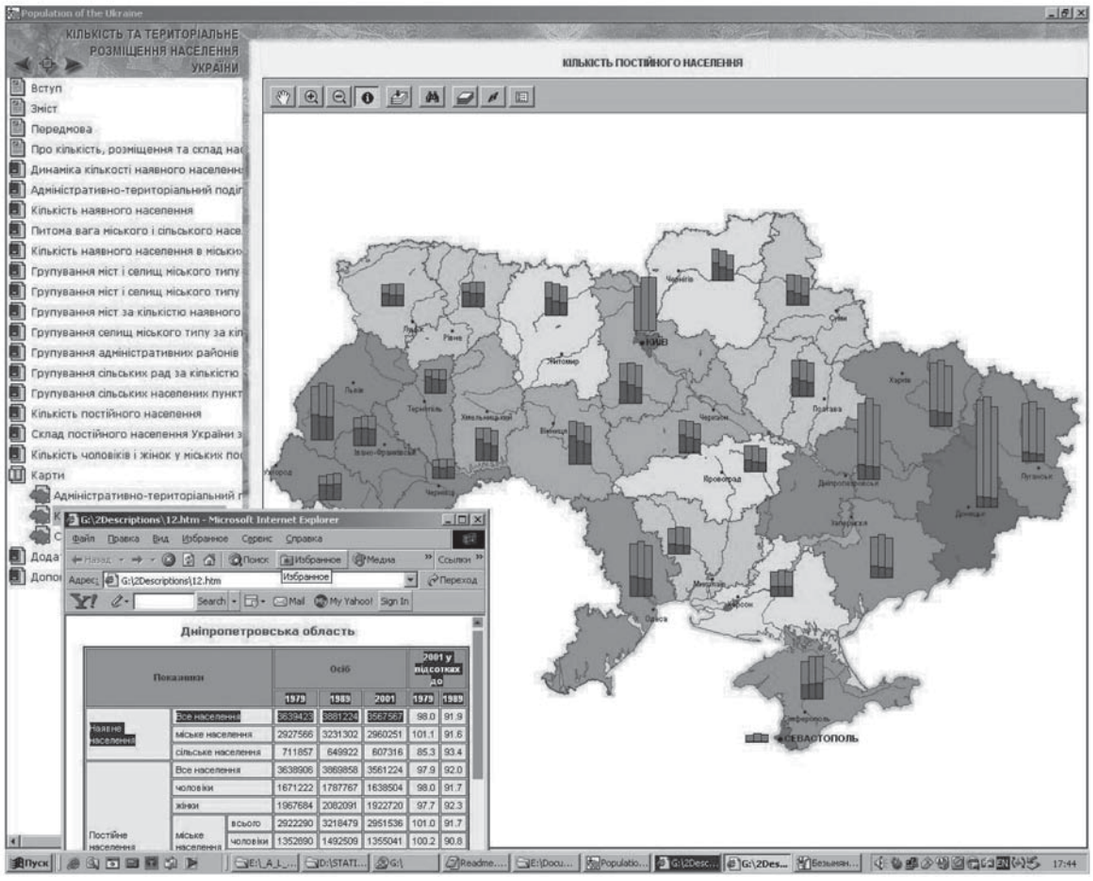
(د) تقنيات التحليل المكاني

٦-٧٧- رغم أن التحليل المكاني يُسـتخدم في بعض الأحيان أثناء مرحلة العدّ (إذ يمكن، على سـبيل المثال، اسـتعمال التجميع العنقودي في تحديد الوحدات السكنية لأغراض العدّ)، فإن الاسـتعمال الأسـاسي للتحليل المكاني هو لمنتجات وخدمات التعداد. وهناك تقنيات متنوعة تتيح القيـام بوظائف أكثر من مجـرَّد إعداد الخرائـط المواضيعية الاعتيادية (التي تسـتخدم الألوان والظلال)، ومنها تقنيات العزل، والاسـتكمال الخطي، وتحليل أنماط النقاط، والخرائط البيانية، بالإضافة إلى كثير من الأدوات المتاحة حالياً في البرمجيات التجارية والمفتوحة المصدر.

٦-٧٨- والافتراض الأسـاسي وراء اسـتعمال الطُرق الجديدة للتحليل المكاني هو وجود البيانات السـكانية بمسـتوى عالٍ من التركيز على الخصائص المكانية، أعلى مما كان موجوداً في السـابق على مسـتوى مناطق العدّ أو العناقيد السكانية أو مستويات المناطق الصغيرة. وإذا أراد المحلِّلـون أو غيرهم من مسـتعمِلي نُظم المعلومات الجغرافية تحليل التوزيع المكاني للسـكان أو المتغيرات السـكانية على الخريطـة أو غيرها من المتغيرات مقابل متغـيرات أخرى، فيمكنهم الآن

الشكل ٦ - ٤

صورة من الأطلس الدينامي لأوكرانيا



استعمال مجموعة مختلفة من التقنيات، منها الاستعلامات البسيطة، والمقايسات، وعمليات التحويل، والموجزات الوصفية، والنماذج.

٦-٧٩- ويعرِّف Longley وآخرون (٢٠٠٥) التحليل المكاني بأنه مجموعة من الطُرق تتغيَّر نتائجها بتغيُّر مواقع الأشياء التي يجري تحليلها. ويُطلق على التحليل المكاني في بعض الأحيان اسم "سمت نُظم المعلومات الجغرافية" لأنه يشمل طُرق تحويل البيانات إلى معلومات، ويمكن استخدامه للإجابة على أسئلة مثل: ما هي العلاقة المكانية بين س، وص؟ أو أين توجد خصائص مشابهة؟ أو هل يوجد نموذج يمكِّن من وصف النمط العام، وأين توجد الاختلافات؟

٦-٨٠- ومن الأشكال السائدة للتحليل المكاني، والتي تفيد بشكل خاص عند استعمالها مع بيانات السكان، ما يلي:

- "الاستعلامات"، وهي أبسط أنواع عمليات التحليل. وهي تستعمل برنامج نظام المعلومات الجغرافية للإجابة على الأسئلة البسيطة التي يتقدَّم بها المستعمِلون، دون أي تغيير في قواعد البيانات أو إنتاج أي بيانات جديدة. وهذه في العادة هي الخطوة الأولى في التحليل، حيث يسعى المحلّل إلى تحديد مجموعة فرعية من الوحدات، مثل الأماكن المأهولة، ذات خصائص معيَّنة، تتيح التحقق من وجود ظاهرة معيَّنة بشكل نمطي في مقابل الملاحظات الأخرى. ومن أمثلة الاستعلام التي تستعمل فيها

بيانات التعداد ذات الترميز المكاني: "اختيار جميع المدن التي يزيد عدد سكانها عن ١٠٠٠ نسمة". ويمكن عندئذ تلخيص خصائص هذه المدن، مثلاً لقياس معدلات الخصوبة الكلية فيها في مقابل المدن الأصغر حجماً والقرى، ثم وضع النتائج على خريطة. ويشير تعبير "التحليل الاستطلاعي للبيانات" إلى معرفة الأنماط والاتجاهات في البيانات باستعمال تقنيات مختلفة، منها تقنيات الاستعلام.

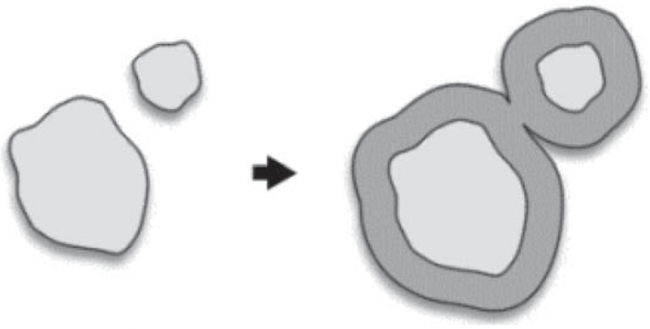
- المقايسة التحليلية، باستعمال الخصائص المكانية من بيانات السكان، بما في ذلك الخصائص البسيطة للأشياء، مثل الطول والمساحة والشكل، وكذلك العلاقات فيما بين أزواج من الأشياء، مثل المسافة أو الاتجاه، لوصف الملامح التي تكشف عنها البيانات. ويمكن بسهولة عمل "قياسات للمسافة" باستخدام أي من برامج نُظم المعلومات الجغرافية، باستعمال النقاط الوسطى في المدن الكبيرة والصغيرة والقرى. ويمكن إجراء تحليل لاختيار القرى الواقعة على مسافة تزيد على كيلومتر واحد من مدرسة أو عيادة أو مصدر مائي، ثم يجري تحليل تلك القرى باستعمال المعلومات عن خصائص الأماكن المأهولة ذاتها.

٦-٨١- وفي المثالين الأوَّلين تجري عملية استعلام من مجموعات البيانات أو الحصول على قياسات، ولكن لا ينتج عن ذلك بيانات جديدة. أما عمليات التحويل فهي طُرق للتحليل المكاني تستخدم عمليات هندسية بسيطة وقواعد حسابية أو منطقية لإنشاء مجموعات جديدة من البيانات. ويمكن أن تشمل عمليات التحويل تحويل بيانات خطوط المسح إلى بيانات متّجهات، أو تحويل مجموعة من إحداثيات نظام المعلومات الجغرافية إلى طريق أو حدود.

٦-٨٢- وأشهر تقنية من تقنيات التحويل هي "العزل"، وهي أهم هذه الطُرق أيضاً. وينطوي العزل على إنشاء طبقة بيانات جديدة عن طريق تحديد جميع المناطق التي تقع في نطاق مسافة معيَّنة من الأصل. ويمكن إجراء هذه العملية على النقاط والخطوط والمضلّعات (انظر الشكل ٦ - ٥)، كما يمكن ترجيحها بقيم صفات معيَّنة. ويمكن استخدام تقنية العزل لعمل نماذج لزمن السفر، على سبيل المثال عن طريق إنشاء "منطقة تجمُّع" حول معلَم معيَّن، مثل المدرسة أو العيادة. ويوفِّر هذا مقياساً لإمكانية الوصول إلى المكان يمكن وضعه على خريطة على نطاق البلد بكامله. ويمكن أيضاً استخدام بيانات السكان بالاقتران بمجموعات البيانات الأخرى، مثل طبقات البيانات التي تبيِّن المناطق المعرَّضة للفيضان. ويؤدي التحليل إلى التعرُّف على السكان والمستوطنات المعرَّضة للخطر والتي يمكن إدخالها في برامج تخفيف الكوارث.

الشكل ٦ - ٥

عزل جسم مضلَّع



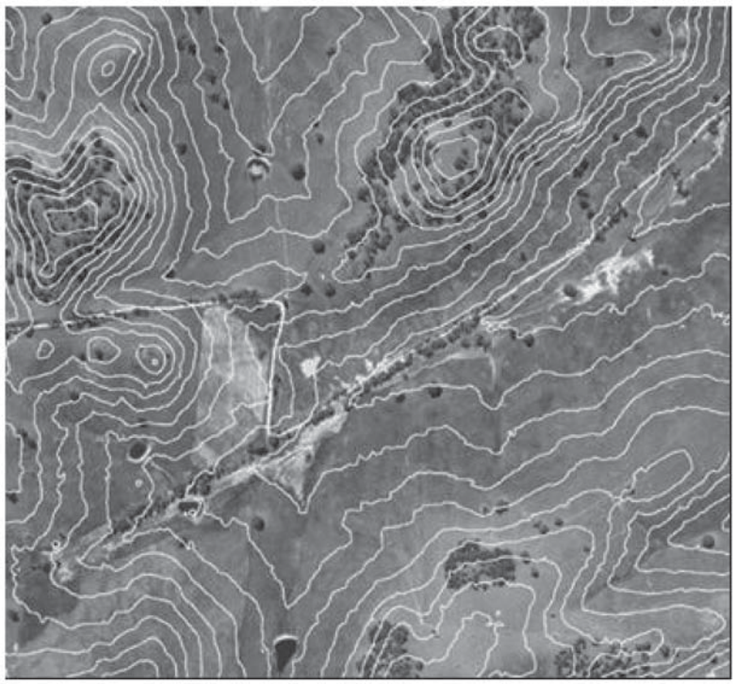
تغطية المدخلات تغطية المخرجات

٦-٨٣- ومـن أمثلة التحويل الأخـرى تحليل "نقطة في مضلّع"، مـن أجل تحديد ما إذا كانت نقطة ما تقع داخل شكل مضلّع أو خارجه. ويمكن استعمال هذه الطريقة لمقارنة النقاط المركزيـة ذات الترميـز الجغـرافي التي تقع في القرى داخـل وخارج مناطق الخطر، مثل مسـار الأعاصير المدارية أو مناطق الزلازل. وينطوي تحليل "تراكب المضلّعات" على مقارنة بين موقعي طبقتـين مختلفتين من طبقات بيانات المضلّع. فعلى سـبيل المثـال يمكن مقارنة حدود منطقتين إداريتين لاستكشاف أي أخطاء في عملية العدّ الميداني.

٦-٨٤- ومـن طُـرق التحليل المكانـي طريقـة "الاسـتكمال المكانـي" التي تسـتعمل لاسـتكمال القيـم التي تقع بين الملاحظات. وتسـتخدم مجموعة مختلفة مـن الطُرق، بما في ذلك الترجيح العكسي للمسـافات، والاسـتكمال بطريقة "كريغ"، لقياس قيـم المواقع غير الداخلة في العينة، على أسـاس القانون الأول لتوبلر (Tobler) الذي يقول إن جميع الأشياء المتقاربة تتشابه أكثر من الأشـياء البعيدة. وفي طريقة كريغ تجري نمذجة للخصائص العامة لمسـطح معيَّن من أجل تقدير الأجزاء الناقصة في المسطح (انظر الشكل ٦ - ٦ بشأن توضيح كيفية استقاء خطوط الكفاف عن طريق الاستكمال الخطي من صورة ساتلية).

الشكل ٦ - ٦

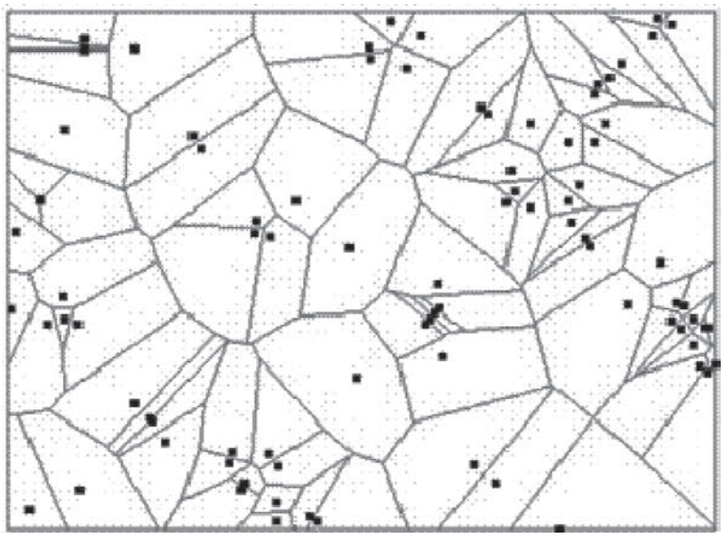
مثال للاستكمال الخطي لبيان خطوط الكفاف



٦-٨٥- وهناك طريقة مضلّعات ثييسـن (Thiessen)، وهي أجسـام مكانية تسـتعمل لإنشـاء مناطـق حول بيانات نقطة معيَّنة على أسـاس المسـافة بين النقاط الموزَّعـة في فراغ ذي بُعدين. وتفترض هذه الطريقة أن قيم البيانات غير الداخلة في العينة تساوي قيم البيانات الداخلة في نقاط العينة (انظر الشكل ٦ - ٧ لتوضيح نظرية مضلّعات ثييسن).

الشكل ٦ - ٧

رسم لمضلّعات ثيسن



٦-٨٦- أما الموجزات الوصفيــة فهي أوصاف مكانية تعادل الإحصاءات الوصفية (مثل الوســيط والانحراف المعياري) التــي تمثِّل أصل مجموعات البيانات باســتعمال العددين ١ و٢. وتعتبر "مراكز الســكان" المعادل ذا البُعدين للوسيط الإحصائي، وتُستخدم عادة لعرض مراكز الســكان، باستخدام المتوسط المرجَّح للإحداثيين س، وص للنقاط السكانية. وأما "نمط النقاط" أو "تحليــل الكوكبات" فينظر إلى توزيع النقاط في الفــراغ، بغض النظر عن موقعها الفعلي، من أجل تحديد ما إذا كانت الأنماط عشوائية أو كوكبية أو متناثرة. ويشير إحصاء موران (بين صفر و١) إلى الخصائص العامة لنمط الصفات، ويمكن اســتخدامه لتحديد "النقاط الســاخنة" التي تكــون فيها القيم العالية محاطة بقيم عالية، أو النقاط الباردة، التي تكون فيها القيم المنخفضة محاطة بقيم منخفضة. وهذه الطُرق مفيدة بشكل خاص في تحديد السكان المعرَّضين للمخاطر أيضاً.

٦-٨٧- أما "الخرائط البيانية" (انظر الشــكل ٦ - ٨) فتُســتعمل أحياناً لعرض نتائج التعداد. وفي الخريطة البيانية يجري التوســع في المضلّعات الأصلية أو تقليصها على أســاس قيم خصائصها، مثل حجم السكان أو طريقة التصويت المعتادة، ومن ثم يستطيع المحللون الحصول عــلى بيانات نصية وتمديدات مــن برمجيات ESRI أو غيرها (انظر مثــلاً MAPresso على الموقع www.mapresso.com) لإنشاء هذه الخرائط باستعمال طبقات المضلّع.

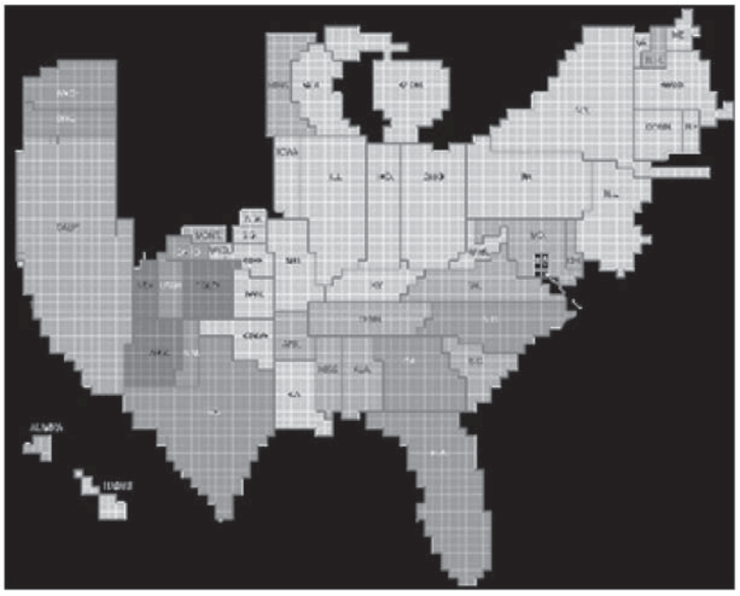
(هــ) المسائل المتعلقة بإنتاج الخرائط وطباعتها: أنواع المخرجات

٦-٨٨- بعــد اكتمال التعداد يقوم المكتــب الإحصائي بتقديم مخرجــات خرائطية ذات نوعية جيدة للنشر لأغراض متنوعة. وفيما يلي بعض الأمثلة:

- خرائــط مرجعيــة معيارية تصف كل وحدة إحصائية حُــدِّدت للنشر أثناء تبويب بيانات التعداد.

الشكل ٦ - ٨

مثال لخريطة بيانية



- الخرائط التي ترفق كإيضاحات لتقارير نتائج التعداد ومنهجياته. والخرائط هنا ليســت هي المحتوى الرئيسي للمنشــور، وإنما هي تكمِّل النص. ويجري طباعتها عادة باللونين الأبيض والأســود، وهذا أســهل في الإنتاج مقارنة بالطباعة بالألوان. وتُطبع هذه النشرات عادة بأعداد كبيرة لأغراض التوزيع الواســع النطاق. ولذلك فإن الطباعة تتم في مطابع مكاتب التعداد أو يُتعاقد عليها في مطابع خارجية.
- أطالس التعداد المطبوعة، وهذه قد تصدر في أشكال تتراوح ما بين كُتيبات صغيرة الحجــم إلى أطالس مطبوعة شــاملة تحتوي على عشرات الخرائــط أو حتى مئات الخرائط.
- أطالس التعداد الرقمية، التي ورد وصفها أعلاه، وهي بديل فعَّال من حيث التكلفة بالمقارنة بالنُسخ المطبوعة في البلدان التي ينتشر فيها استعمال الحاسوب. ويمكن إعداد أطالس التعداد على أســاس خرائط ثابتة مُعدة ســلفاً أو سطح بيني بسيط لخرائط مواضيعية يستطيع المستعمِل اختيار متغيرات الخريطة ونظام التصنيف والرموز الخرائطية والألوان والشكل الأساسي.
- ويمكن نشر معظم الخرائط على الإنترنت وفي شكل مطبوع أيضاً. والخيار هو مرة أخرى ما بين الخرائط الثابتة التي لا تختلف عن ســائر الأشــكال أو الصور التي تُنشر على الإنترنت، وبين السطح البيني الخرائطي الدينامي الذي يتيح للمستعمِل التحكم في عملية التصميم المواضيعي.
- خرائــط ذات أغراض خاصة في أنســاق مختلفة يتم إنتاجها للاســتعمال الداخلي أو الخارجي من قِبل مســتعمِلي البيانات الخارجيين بناءً على الطلب. وتُطبع هذه المنتجات بأعداد صغــيرة أو على الأجهزة الداخلية للطباعة مثل طابعات الليزر أو الحبر النفاث.

- مـواد العرض، مثل عروض الشرائح المصوَّرة أو الملصقات ذات الحجم الكبير عن مواضيع التعداد، ويفيد إدخال الخرائط فيها لأغراض التوضيح.

(و) أدوات وبرمجيات الخرائط

٦-٨٩- سـهَّلت برمجيات نُظـم المعلومات الجغرافية المتطـورة الجديدة كثيراً من مهام إنتاج خرائط ذات نوعية جيدة. ومع ذلك فلا يزال من الضروري استخدام نفس مبادئ التصميم التي استعملها رسامو الخرائط على مدى الزمن لرسم خرائط فعَّالة وجذابة.

٦-٩٠- ولـم تكـن الأجيال الأولى من برمجيـات نُظم المعلومات الجغرافيـة توفِّر أدوات مريحة لرسـم الخرائط. فقد كان إنتاج الخرائط يتم باسـتخدام سطوح بينية تعتمد على الأوامر أو لغـات الماكـرو. وكان يتحتَّم على المسـتعمِل الذي يريد وضع نصوص عـلى الخرائط أن يحدِّد الإحداثيـات على صفحة الخريطة للموقع الذي يريد أن يضع فيه النص، وحجم النص وأسـلوبه باسـتخدام أوامر منفصلة. أما الجيل الجديد من برمجيات وضع الخرائط باسـتخدام الحاسوب المكتبـي فقـد أدخلت تحسـينات كثـيرة على مهام تصميـم الخرائـط. فلدى المسـتعمِل إمكانية اسـتعمال أنماط مختلفة من الخط وأشـكال الخطوط والحشـو وكذلك قـص ولصق إيضاحات فنيـة في تصميـم الخرائط. وتأتي هذه البرمجيـات أيضاً مع مجموعات خاصـة لرموز الخرائط تيسِّر اسـتخدام الرموز بالنقاط أو بالخطوط المسـتعملة بشكل شائع في الخرائط الطوبوغرافية والمواضيعية. ويشـبه السـطح البيني المسـتعمِل في حُزم إعداد الخرائط على الحاسـوب المكتبي بشكل عام حُزم برمجيات الرسوم، حيث يستطيع المستعمِل أن يختار الأساليب التي يرغب فيها من قائمة تفاعلية، كما يمكنه تحريك عناصر الخريطة وتغيير حجمها باستخدام فأرة الحاسوب. والخريطة التي تظهر على شاشـة الحاسـوب تبين بشـكل واقعي مظهر الخريطة كما يبدو على الصفحات المطبوعة.

٦-٩١- وتلبـي وظائف تصميم الخرائط في برمجيات الخرائط الحديثة على الحاسـوب المكتبي وحُزم نُظم المعلومات الجغرافية معظم احتياجات المسـتعمِلين. ومع ذلك يفضِّل رسامو الخرائط المهنيون في بعض التطبيقات نقل الخريطة الأساسية من نظام المعلومات الجغرافية إلى برمجيـة تصميم للخرائط أو إلى برنامج النشر المكتبي أو حُزم الرسـوم البيانية، لأن هذه الحُزم توفِّر وظائف بيانية متقدِّمة مثل تصوير الأماكن المظـلَّلة على الخريطة، أو الحشو التدريجي أو الشفافية، مما يعطي راسم الخريطة مرونة أكبر في التصميم. ولنقل البيانات من نظام المعلومات الجغرافيـة إلى الحُزمـة البيانية هناك طريقتان: إما اسـتخدام خيار القـص واللصق الموجود في برنامج ويندوز، وإما المرور بملف وسيط في نسق اعتيادي يمكن نقله باستخدام الحُزمة البيانية. أما خيارات النواتج فنناقشها فيما يلي.

٧ - خيارات النواتج: الملفات الرقمية

٦-٩٢- توجد أنسـاق مختلفة لنشر البيانات في ملفـات رقمية، ويجب أن يميِّز المحلّلون بين أنساق النشر أو الأنساق البيانية (وهي أنساق مكتملة تصلح للنشر) وأنساق البيانات (وهي في شكل خام نسبياً).

٦-٩٣- وتتيـح جميع حُزم البرمجيـات البيانية وبرمجيات نُظـم المعلومات الجغرافية للمسـتعمِل أن ينقل تصميم الخريطة إلى عدد من أنسـاق الملفات البيانية. وهذا الخيار مفيد من

عدة نواحٍ: فهو يتيح تبادل الملفات بين الحُزم البرامجية، إذ يمكن، على سبيل المثال، نقل خريطة أوَّليــة من نظام للمعلومات الجغرافية ولوحات بيانية مــن برمجية إحصائية إلى حُزمة برامجية بيانية يتم فيها تصميم الشــكل النهائي للصفحة. ويمكن نقل الرسم البياني النهائي إلى برمجية لمعالجة النصوص لإدماجها في تقرير أو مطبوعة. ومعظم الرســوم البيانية الواردة في هذا الدليل منتجــة بهذه الطريقة. ويمكن إدماج ملفات الرســوم البيانية في مواقع الشــبكة كصور لخرائط ثابتة؛ ويمكن تبادلها أيضاً كملفات مرفقة عن طريق البريد الإلكتروني.

٦-٩٤- ويمكن تقسيم أنساق الملفات البيانية، المشابهة لهيكل البيانات في نُظم المعلومات الجغرافيــة، إلى ملفات يمكن أن تتعامل مع رســوم المتّجهات والملفــات التي هي عبارة عن صور مساحية أو ملفات للصور. والصور المساحية تمثِّل أشياء مختلفة المظهر مثل اختلاف الألوان أو الظلال في النقاط الصغيرة جداً المرتَّبة في شــكل شبكة عادية. وتُستخدم أطياف الألوان ودرجات الظــلال لإنتاج صور مثل الصــور الفوتوغرافية. ولا يحتاج الأمر إلى ألوان كثيرة لإظهار الأشــياء الأقل وضوحاً الموجودة عادة على الخرائط المواضيعية.

٦-٩٥- وتمثِّل أنســاق الرسوم البيانية بالمتّجهات أجســاماً من الرسوم البيانية كنقاط وخطــوط ومســاحات، باســتخدام نظام إحداثي داخلي يمكن أن يكون مســتقلاً عــن الجهاز أو مرتبطاً بحجم صفحة المنتج. وبعض أنساق الملفات يمكنها استيعاب الصور المساحية والأجسام التي تمثِّل متّجهات. وهذه الأنســاق مفيدة في خرائط نُظــم المعلومات الجغرافية التي تضم، على ســبيل المثال، صوراً ســاتلية مع طبقات بيانات في شــكل خطوط ومضلّعات. وبغض النظر عن كون النسق مساحياً أو اتجاهياً فلا بد من تحويل مضمون الرسوم البيانية إلى خطوط مسح قبل عــرض المعلومات على الشاشــة أو الطابعة لأن أياً منهما هي في الأســاس جهاز عرض للخطوط. ويتم هذا التحويل تلقائياً من خلال نظام تشغيل الحاسوب ومحركات الطابعة.

٦-٩٦- وتناقش الفقرات التالية وصفاً موجزاً لأكثر انســاق الملفات شيوعاً، وهي ليست قائمة كاملة ولا شاملة، بل هناك العشرات من الأنساق المختلفة الأخرى.

(أ) انساق البيانات

٦-٩٧- ترتبط أنساق ملفات المتّجهات بشكل أكبر ببيانات المتّجهات في نظام المعلومات الجغرافيــة، وهي تعــرض بيانات الخطــوط والمضلّعات في شــكل مضغوط أكثــر وتحافظ على الاســتبانة الكاملة لطبقات البيانات الأصلية في نظام المعلومات الجغرافية. ومن أنســاق الرسوم البيانية المعيارية القائمة على المتّجهات ما يلي:

- **WMF**. وهو نسق ملفات البيانات الفوقية لنظام ويندوز، وهو نسق ملفات بياني يســتعمل في نظام ويندوز، وأكثر ما يســتخدم في بيانــات المتّجهات، ولكن يمكنه أيضــاً تخزيــن صور خرائط البتــات. وهناك نموذج أكثر شــمولاً من هذه الملفات يطلــق عليه EMF وضع من أجل نُظم وينــدوز ذات ٣٢ بتة. وبرنامج WMF هو من أكثر الأنســاق ثباتاً لنقل ملفات الصور ذهابــاً و جيئة بين تطبيقات ويندوز، وهو أيضاً أحد الأنساق المستعملة في نظام ويندوز عند نسخ شكل بياني على لوح القص واللصق ولصقه بعد ذلك في تطبيق آخر.
- **VML**. وهي لغة نصوص للمتّجهات في نسق XML تستعمل في إنتاج الرسوم البيانية للمتّجهــات. وقد اقترحت ميكروســوفت وميكروميديا وآخــرون لغة VML كمعيار أمام كونسورتيوم الشبكة العالمية في عام ١٩٩٨، ولكنها رُفضت كمعيار للشبكة لأن

شركات Adobe و Sun وآخرون قدَّمت مقترحات منافسة عُرفت باسم PGML. وقد تـم ضم المعيارين معاً في معيار جديد هو SVG. ومع أن لغة VML رُفضت كمعيار في كونسـورتيوم الشبكة العالمية وتجاهلها مطورو البرمجيات بشكل عام، فلا تزال ميكروسـوفت تسـتخدمها في متصفِّح Explorer 5.0 وما بعده وفي البرنامج المكتبي Microsoft Office 2000 وما بعده. ويسـتخدم برنامـج خرائط Google حالياً لغة VML لتحديد المتّجهات عند تشغيله على المتصفِّح Explorer 5.0.

- **CGM.** أي ملفات البيانات الفوقية للرسـوم الحاسوبية، وهو معيار دولي لتخزين بيانات الرسـوم البيانية المزدوجة الأبعاد. وقد طوِّرت هذه اللغة في الأصل كمعيار صِرف للمتّجهات، كما أن النُسـخ الأحدث يمكنها التعامل مع الرسـوم المساحية. وتوجد ثلاثة أنواع من أنساق CGM: أحدها نظام لترميز الحروف يقلّل من حجم الملفات ويزيد من سرعة نقلها، وواحد عبارة عن رمز ثنائي يعمل على سرعة النفاذ إلى الشبكة، والأخير هو سياق لنص واضح من أجل تحرير الملفات.
- **HPGL.** وهي لغة الرسوم البيانية لشركة Hewlett-Packard (HP) وهو نسق للملفات اسـتُعمل أساسـاً للطابعات بالنقـاط، التي كانت واسـعة الانتشـار كجهاز طباعة لمشـاريع نُظم المعلومات الجغرافية التـي تحتاج إلى طباعة خرائط كبيرة، وذلك قبل اختراع الطابعات الكبيرة الحجم ذات الحبر النفاث والطابعات الكهربية الثابتة.
- **DXF.** أي نسـق تبادل الرسـوم، وهـي برمجية طوَّرتها شركـة Autodesk، وهي شركـة متخصصـة في التصميم بمسـاعدة الحاسـوب (CAD) وبرمجيـات نُظم المعلومـات الجغرافية. وقد صُمِّمت هذه اللغة في الأصـل لتبادل الملفات الموضوعة بطريقـة Autodesk بين مختلـف المنصَّات، ثم أصبحت النسـق المعياري للتبادل الـذي تتعامل به معظم برمجيات نُظـم المعلومات الجغرافية وكثير من برمجيات الرسوم البيانية.
- **PS وEPS.** الملف الملحق "بوست سكريبت" هو أساساً لغة برمجة لوصف بيانات المتّجهات في ملف نصوص محض. وهو أكثر أنسـاق الصفحات اسـتخداماً، وقد طوَّرته شركة Adobe، وهي شركة برمجيات للرسوم البيانية. وهو أكثر فعالية في الرسـوم البيانية القائمة على المتَّجهات والمسـتقلة القياس، كما أن ملفات البوست سـكريبت هذه يمكن أن تشـتمل على صور مسـاحية. والاسـتعمال الرئيسي لهذا النسق هو باعتباره نسق مخرجات لإرسال الوثائق والرسوم إلى طابعات البوست سـكريبت. ومن ثم فإن البوسـت سكريبت هو أساساً نسـق مخرجات. وتتعامل كثير من الحُزم البرمجية للرسـوم البيانية مع مدخلات البوسـت سكريبت، ولكن بما أن رموز هذه اللغة ليسـت قياسـية تمامـاً فلا يمكن في كثير من الأحيان نقل ملفاتهـا إلى برامـج أخرى من أجل إدخال المزيد من التحريـر عليها إذا كانت تلك الملفات موضوعة في برنامج حاسـوبي مختلف. وينطبق هذا على وجه الخصوص عند نقل ملف بوسـت سكريبت من منّصة حاسوبية إلى أخرى. وأحياناً يكون من المستحيل إدخال ملف بوست سكريبت حتى ولو كان ناشئاً عن نفس البرمجية.

ومـع أنـه يحدث كثيراً ألاّ يكون بالإمكان تعديل ملف بوسـت سـكريبت منقول، فإن معظم البرمجيات تسـتطيع إدخال ملف بوست سـكريبت في وثيقة. وبدلاً من ظهور محتوى الملف، لا يظهر سـوى مربع ذي علامة على شاشة العرض. وعند إرسال الملف

إلى طابعة بوست سكريبت، تقوم الطابعة بطباعة ملف بوست سكريبت الأصلي. وبما أن ملفات بوست سكريبت هي مستقلة من حيث القياس، فيمكن تعديل الرسم المنقول بطريقة بوست سكريبت ليلائم المساحة المرغوبة (يرجى الاطلاع على الفقرة ٦ - ١٠٢ أدناه بشأن ملفات الوثائق المحمولة (PDF)).

(ب) نسق التصوير المساحي

٦-٩٨- ويمكن تكوين الصور المساحية عن طريق برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية أو برمجيات الرسوم البيانية مباشرة. وفي بعض الظروف الأخرى هناك اثنان من الخيارات المتاحة لتكوين صور حاسوبية. وأحد هذين الخيارين هو استعمال الأمر الخاص بنسخ ما يظهر على الشاشة في برمجية الرسوم البيانية ذات التوجه المساحي. وهذه الأوامر الخاصة بالتقاط ما يظهر على الشاشة هي أحياناً أفضل من أوامر النقل في حُزم نُظم المعلومات الجغرافية أو حُزم الرسوم البيانية في الحفاظ على الألوان الأصلية للعرض. والخيار الثاني هو استعمال برمجية متخصصة أو جهاز متخصص في تحويل الرسوم البيانية إلى رسوم مساحية. وهذه الأجهزة الخاصة بمعالجة الرسوم المساحية يمكنها، على سبيل المثال، إنتاج صور ذات استبانة عالية جداً تحافظ على أدق التفاصيل في نسق يقوم على المتّجهات، إلاّ أن الملفات الناتجة يمكن أن تكون كبيرة الحجم جداً.

٦-٩٩- ويتوقف حجم الملفات على عاملين: عدد الألوان الموجودة في الصورة ودرجة انضغاط الصورة. فعلى سبيل المثال، يتطلب نسق الصورة الذي لا يمكن معه سوى استعمال لونين فقط (أسود وأبيض) بتة واحدة لتمثيل كل بكسل، ويمكن لكل ثماني بتات (بايت واحد) في البكسل تخزين ما يصل إلى ٢٥٦ لوناً، بينما تستطيع الأنساق المتقدِّمة للعرض أو أنساق الصور التي تستعمل ٢٤ أو ٣٢ بتة لكل بكسل تخزين ما يزيد على ١٦ مليون لون. وبالنسبة للخرائط المواضيعية، يكفي في العادة عدد صغير نسبياً من الألوان المميَّزة، فالأنساق ذات ١٦ أو ٢٤ بتة تفيد بشكل أكبر في الصور الفوتوغرافية أو الصور البيانية الواقعية.

٦-١٠٠- وتستخدم معظم أنساق الصور شكلاً من أشكال الانضغاط الذي يقلِّل حجم الملف. وأبسط خطط الانضغاط هي الترميز الواحد للقيم وتكرارها، وهي تقنية تستعمل أيضاً في بعض نُظم الخرائط المساحية في نظام المعلومات الجغرافية. وعند وجود عدد كبير من النقاط الضوئية (البكسلات) بنفس اللون في صف من الصور، فإن البرنامج يخزِّن عدد مرات التكرار ولون البكسل مرة واحدة فقط. فمثلاً عند وجود خمس نقاط ضوئية تحمل رقم اللون ٤ فإنها تمثَّل بالعددين ٥ و٤ بدلاً من ٤،٤،٤،٤،٤. ويمثِّل رقم اللون في الواقع فهرست لجدول ألوان تحتويه مقدمة ملف صغير يشتمل على مواصفات اللون في نموذج ألوان شائع مثل الأحمر/الأخضر/الأزرق (RGB).

٦-١٠١- وفيما يلي بعض أنساق الملفات المساحية المعيارية:

- **BMP**. وهو نسق خريطة البتات المستقلة عن الجهاز في نظام ميكروسوفت ويندوز، وهو يتيح لنظام ويندوز أن يعرض صور خرائط البتات على أي نوع تقريباً من أنواع أجهزة العرض. وهذا النسق هو من أبسط أنساق ملفات المساحة، ويمكن استعمال الترميز الواحد للقيم وتكرارها فيه، ولكن حجم الملفات هو في العادة أكبر منه في أنساق الصور الأخرى.

- **TIFF**. هو نسـق ملفات الصور المعلَّمة بأشـكال، وهو من أوسـع أنسـاق الصور المساحية استعمالاً، ويمكن فيه استعمال أعداد مختلفة من الألوان وأعداد مختلفة مـن خطـط الانضغاط. ويمكـن نقل الصـور في نسـق TIFF باسـتعمال معظم البرمجيات التي تستعمل فيها الصور، على الرغم من حدوث بعض المشكلات أحياناً في اسـتيراد الصور التي تسـتحدث على منصَّات معدات مختلفة. ولنسـق ملفات الصور المعلَّمة بأشـكال أهمية خاصة للتطبيقات الجغرافية، حيث إنه يسـتخدم غالباً كنسـق لعرض الصور السـاتلية أو الصور المأخوذة مـن الجو، أو الخرائط المستنسـخة بالماسحات الضوئية أو البيانات المسـاحية الأخرى في نُظم المعلومات الجغرافيـة أو حُزم إعداد الخرائط على الحاسـوب المكتبي. وقـد أدَّت الحاجة إلى نسـق ملفات عادي مستقل عن جهاز العرض من أجل التصوير الجغرافي المكاني إلى استحداث معيار جغرافي لنسق ملفات الصور المعلَّمة بأشكال، وهو معيار يوفِّر المواصفـات الخاصة بالمعلومات الداخلة في مقدَّمة الصور من نسـق TIFF، والتي تصف جميع المعلومات الجغرافية المرتبطة بالصورة، مثل الإسـقاط، والإحداثيات التي تمثل الواقع، ومدى الخريطة، إلى آخره، مع الالتزام في نفس الوقت بمواصفات نسـق TIFF المعيارية. ويدِّعم معظم بائعي نُظم المعلومات الجغرافية هذا النسق الجغرافي، كما تدعمه الوكالات الحكومية والمؤسسات الأكاديمية.

- **GIF**. أي نسـق التبادل التصويري، وهو مصمَّم لتسـهيل تبادل الصور المساحية بين منصَّات المعدات الإلكترونية. ويمكن فيه اسـتعمال نُظم الانضغاط التي تقلِّل حجـم الصورة إلى درجة كبـيرة، ولذلك يعتبر مثالياً في تبـادل الصور عن طريق شـبكات الحاسـوب. وقد طوِّر هـذا النسـق، في الواقع، في شركـة CompuServe لاسـتعماله في خدمات نشراتها الإعلامية المبكِّرة. ويستعمل هذا النسق ما يصل إلى ٢٥٦ لوناً، وهو أحد نسقين للتصوير المساحي يمكن استعمالهما على متصفحات الويب. ومعظم الصور المسـاحية غير الفوتوغرافية الموجودة على صفحات الويب هي في الواقع في نسق GIF.

- **JPEG**. وهو نسـق طوَّره الفريق المشـترك لخبراء التصويـر الفوتوغرافي باعتباره برنامجـاً لضغـط الملفات للصور التي تشـتمل على عدد كبير جداً مـن الألوان أو الظلال الرمادية، مثل الصور الفوتوغرافية أو الصور البيانية التي تشـبه الصور الفوتوغرافية. وتتعامل متصفحات الويب مع هذا النسـق أيضاً، وهو يسـتعمل في عرض الصور على صفحات الويب. ولهذا النسق خيارات مختلفة لضغط الصور، ولكنها ليسـت كلها قابلة للعودة إلى الأصل. ونتيجة لذلك فإن الصورة التي تُنقل إلى جهـاز آخر بدرجة عالية من الانضغاط لا يمكن اسـتعادتها بنفس التفاصيل التـي في الصورة الأصلية. والنسـق الجديد من JPEG، وهـو JPEG ٢٠٠٠، يمكن استعماله الآن مع برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية.

- **PNG**. (أي الرسـوم البيانية المحمولة على الشبكات) وهو نسق طوِّر ليكون الخَلَف لنسـق ملفات GIF، وهو مفتوح المصدر. وهذا النسق من الملفات يمكنه التعامل مع الألوان الحقيقية (١٦ مليون لون)، بينما لا يتعامل نسـق الملفات GIF إلاّ مع ٢٥٦ لوناً. ويعتبر النسق PNG من الأنساق الممتازة حين تكون بالصورة مساحات كبيرة من الألوان المتسـقة. وهو نسـق "عديم الفاقدية" ويناسـبه على نحو أفضل إدخال

تحرير على الصور، بينما تناسب الأنساق الأخرى "ذات الفاقد" مثل JPG صور التوزيع النهائي من طراز الصور الفوتوغرافية نظراً لصغر حجم ملفاتها. وكثير من المتصفحات القديمة لا يناسبها نسق الملفات PNG، ولكن مع إطلاق المتصفح Internet Explorer 7 أصبحت معظم المتصفحات الحديثة الشائعة تتعامل مع النسق PNG. وهناك برنامج التوافق Adam7 الذي يتيح إلقاء نظرة أولى على الصورة حتى إذا لم يُنقل منها سوى نسبة صغيرة من البيانات. وقد أوصى كونسورتيوم نُظم المعلومات الجغرافية المفتوحة (www.opengis.org) بلغة النصوص الجغرافية الجديدة (GML)، وهذه التوصية يجري الآن تنفيذها (ولمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى الموقع (www.opengeospatial.org/standards/gml).

- **DGN**: أي نسق ملفات التصميم للمحطات الطرفية الصغيرة، وهو يُستعمل في بيئة نظام المعلومات الجغرافية المعيارية لبينتلي (Bentley) وفي الحُزم الجغرافية لنُظم المعلومات الجغرافية. ولا يدِّعم هذا النسق بيانات الخصائص مباشرة وإنما يوفِّر وصلات لجداول قواعد بيانات خارجية. وهناك نسق استيراد مستقل يجمع بين الملفات الجغرافية والخصائص.

٦-١٠٢- وهناك نسق للوثائق يعتبَر فريداً من نوعه من حيث إنه لا يناسب أي فئة مساحية أو اتجاهية ولكنه واسع الانتشار، وهو النسق PDF.

- **PDF**. نسق الوثائق المحمولة، وقد طوّرته شركة أدوب (Adobe)، وكان استعماله الأصلي من أجل توزيع الوثائق المعقّدة، التي تحتوي على نصوص ورسوم بيانية، على الإنترنت. ويمكن إنشاء ملفات PDF من أي برمجية لمعالجة النصوص أو الرسوم البيانية، باستعمال محرّك طابعة أدوب أكروبات بمجرد تركيبها. ويمكن تحميل برنامج قراءة ملفات PDF مجاناً من موقع شركة أدوب على الشبكة. ويتنبأ بعض الخبراء بأن النسق PDF سيحل محل ملفات البوست سكريبت كمعيار أساسي لطباعة الرسوم البيانية ذات النوعية العالية. ولغة PDF هي أبسط من لغة بوست سكريبت، مما يجعل ملفات PDF أسهل استعمالاً للصور المساحية. وعملية المساحة بالنسبة للملفات التصويرية ضرورية للعرض على شاشة الحاسوب وللطباعة ذات الاستبانة العالية.

(ج) أنساق بيانات نظام المعلومات الجغرافية

٦-١٠٣- توجد أنساق مختلفة لنشر البيانات المكانية في أشكال خام لمستعمِلي نظام المعلومات الجغرافية المتخصصين ومحلّلي البيانات المكانية. ومن هذه الأنساق ما يناسب بيانات الإحداثيات الجغرافية وكذلك البيانات المجدولة، والتي يمكن وصلها أو ربطها كخصائص بالبيانات المكانية في نظام المعلومات الجغرافية.

(د) بيانات الإحداثيات

٦-١٠٤- تختلف برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية اختلافاً كبيراً من حيث أنساق البيانات التي تدعمها، فلكل برمجية تجارية نسقها للبيانات الخاص بها. وإضافة إلى ذلك فإن وظائف نقل البيانات من وإلى البرمجية تتيح للمستعمِل تحويل البيانات من مجموعة مختارة

من البيانات الخارجية. وفي بعض الحالات، لا بد من شراء وظائف التحويل هذه بشكل منفصل. وفي معظم الحالات تستطيع برمجيات كثير من البائعين قراءة برمجيات البائعين الآخرين.

٦-١٠٥- وعلى الرغم من بعض الجهود التي تبذلها جماعات التكنولوجيا الجغرافية المكانية التجارية والعامة (يرجى الاطلاع، لأغراض هذه المناقشة لنسق بيانات لغة النصوص الجغرافية (GML)، على الموقع (www.opengis.org))، لا يوجد حتى الآن نسق مقبول ومعترف به عالمياً سواء من مصدر خاص أو مفتوح المصدر، لنظام المعلومات الجغرافية، وإنما يوجد عدد من أنساق التبادل من تطوير بائعي نُظم المعلومات الجغرافية الرئيسيين، أصبحت بالفعل هي المعيار وأصبحت مدعومة أيضاً بنُظم البرمجيات الأخرى. ومن أهم هذه الأنساق ما يلي:

- **نسق ARC/Info (.e00) لتصدير الملفات**، وقد استُحدِث باعتباره نسق تبادل بين المنصّات الحاسوبية لقواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية، وهو من إنتاج معهد بحوث الأنظمة البيئية ARC/Info GIS. ويمكن ضغط ملفات التصدير للتعامل مع الأحجام الأصغر من الملفات، إلاّ أنه من الأفضل، من أجل ضمان أكبر قدر من التوافق، استعمال نسق التصدير غير المضغوط، ثم ضغط الملفات الناتجة باستخدام برنامج الضغط والأرشفة المعتاد، مثل PKZIP. والنسق e00. ليس منشوراً، ولكن كثيراً من برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية الأخرى قد استحدَثت نُظماً لاستيراد الملفات منه.
- **ملفات أشكال معهد بحوث الأنظمة البيئية** (.shp) وهو نسق أبسط يستخدمه برنامج ArcView و ArcGIS لنُظم المعلومات الجغرافية على الحاسوب المكتبي. وتتكون قاعدة ملفات الأشكال من عدة ملفات تحتوي على بيانات الإحداثيات، وعلى فهرس مكاني وبيانات الخصائص، على الترتيب. وأنساق ملفات هذه البرمجية منشورة ويمكن لكثير من نُظم المعلومات الجغرافية الأخرى استيراد ملفات الأشكال منها.
- وهناك نسق جديد يُستعمل مع ArcGIS هو نسق **قاعدة البيانات الجغرافية** (File Geodatabase)، وهذه الملفات تخزّن كحافظة ملفات في نظام للملفات، وهي مصمّمة للتعامل مع نموذج المعلومات الكامل لقاعدة البيانات الجغرافية، بما في ذلك المعلومات الطبوغرافية، والكتالوجات المساحية، ومجموعات البيانات الشبكية، ومجموعات بيانات التضاريس، وأدلّة العناوين. وكل ملف من ملفات قاعدة البيانات هذه يمكن أن يتسع لـ ١ ٠٠٠ جيجابايت. وتستعمِل قواعد البيانات الجغرافية الشخصية نظام ملفات ميكروسوفت أكسس (.mdb)، ويمكن أن تصل سعة الملف إلى ٢ جيجابايت. ويستخدِم محرِّك قاعدة البيانات المكانية ArcSDE أيضاً ملف قاعدة البيانات الجغرافية.
- نسق **KML لـ Google** (لغة النصوص من إنتاج شركة كيهول) وهو مخطّط للغة تقوم على أساس النسق XML للتعبير عن الشروح الجغرافية والعرض البصري على الخرائط المعدّة للشبكة حالياً أو مستقبلاً (ثنائي الأبعاد) ومتصفحات Earth (ثلاثية الأبعاد). وقد تم تطوير نسق KML أساساً لاستعماله من قِبَل شركة Keyhole، وهي شركة اشترتها غوغل في عام ٢٠٠٤. ويُحدِّد ملف KML مجموعة من المعالم (العلامات والصور والمضلّعات والنماذج الثلاثية الأبعاد والأوصاف النصّية وما إلى ذلك) لعرضها في برنامج جوجل إيرث وفي الخرائط

وعـلى المتصفحات النقّالة أو أي متصفح آخـر لبرنامج جوجل إيرث ثلاثي الأبعاد يستخدم طريقة ترميز KML. ولكل مكان خط طول وخط عرض. وهناك بيانات أخـرى يمكن أن تجعل الشـكل أكثر خصوصية، مثل الميـل والعناوين والارتفاع، وكلها تحدِّد "منظر الكاميرا". وتوزّع ملفات KML غالباً في صيغة ملفات KMZ، وهي ملفات KML مضغوطة، تحمل التمديد kmz. (وللاطلاع على مناقشة للنسق GML، يرجى الرجوع إلى الفقرتين ٦ - ١٠١ و٦ - ١٠٥ فيما سبق).

- نسـق **التبادل** MapInfo (.mif) وهو يُستخدَم لتبادل الملفات المُنتَجة بنظام Map-Info، وهو نظام لرسم الخرائط على الحاسوب المكتبي، وهو من الأنظمة الرائدة في هذا المجال. وملفات MIF توضع في نسق النظام الأمريكي الموحّد لتبادل المعلومات (ASCII)، ويمكن لكثير من البرامج قراءتها.
- **أوتوكاد** (AutoCAD DXF)، النسـق (.dxf) هو نسق نشأ في عالم نظام التصميم بمسـاعدة الحاسـوب (CAD). وهو يناسـب نقل ملفات الإحداثيـات الجغرافية، ولكنه ليس جيداً بنفس القدر بالنسبة لتحويل معلومات الخصائص.

٦-١٠٦- كل هذه الأنسـاق يمكنها التعامل مع معلومات الخصائص ومعلومات الحدود. وكل برمجيـات نُظـم المعلومات الجغرافية التجارية بها وظيفة اسـتيراد ملفـات لواحدٍ أو أكثر عـلى الأقـل من تلك الملفـات. ومن الناحيـة المثالية ينبغي لمكتـب التعداد أن يتيـح قواعد بياناته الجغرافيـة المعدّة للنشر العام بعدة أنسـاق بحيث يلبّي حاجات أكبر نطاق من المسـتعمِلين على مختلـف مهاراتهم فيما يتصل بنُظم المعلومات الجغرافية وعلى اختلاف منصّات البرمجيات التي يسـتعملونها. وينبغي أن يسترشد اختيار أنساق التوزيع بالمعلومات المتاحة عن أكثر نُظم وضع الخرائط اسـتعمالاً في الأوسـاط التي تسـتعمل نتائج التعداد وبالمرونة والمتانة التي تتصف بها أنساق البيانات.

٦-١٠٧- ولا يُعتَـبر من الخيـارات الملائمة توزيع بيانـات نُظم المعلومـات الجغرافية في صيغتهـا الداخلية المحليـة - مثل الدليل الذي يحتوي على Arc/Info أو مسـاحة عمل في برنامج MapInfo، إذ لا يمكن غالباً تحويل البيانات في أنسـاقها المحلية إلى نظام تشغيل آخر، وقد يوجد عدم توافق في أثناء المسارات أو قد لا تستطيع برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية الأخرى استيراد بيانات نُظم معلومات جغرافية في أنسـاقها المحلية. لذلك من الأفضل دائماً اسـتخدام نسق متين لتبادل البيانات، كالأنساق التي تستعملها معظم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية.

(هـ) البيانات المبوَّبة

٦-١٠٨- ولا تؤكـد برمجيات نُظم المعلومـات الجغرافية الجديدة على اسـتيراد الجداول، وإنما تركّز اهتمامها على قواعد البيانات العلاقاتية، مثل أوراكل وأكسس. ولا تزال معظم برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية قادرة على التعامل مع عدة أنساق ملفات لبيانات الخصائص. ولبعض هـذه البرمجيات وظائف تربط قاعدة بيانات الإحداثيات بنظـام إدارة قاعدة بيانات خارجية. إلاّ أنه من الأفضل، لغرض توزيع البيانات، استخدام نسق بيانات بسيط وشائع الاستعمال من أجل جداول البيانات. وأكثر الأنسـاق شـيوعاً في الاسـتعمال هو نسـق (.dbf) dBase وهو نسق يمكن إنتاجه باسـتعمال معظم برمجيات إدارة قواعد البيانات ومجموعات الجداول الإلكترونية، وكذلك برمجيات التبويب للتعدادات، مثل REDATAM (أي استرجاع بيانات المناطق الصغيرة باستعمال الحواسيب الصغيرة)، و CSPro (أي نظام تجهيز بيانات التعداد والمسح)، وهي مجموعة متكاملة

من أدوات تحليل السكان متاحة مجاناً من مكتب التعداد للولايات المتحدة الأمريكية. ويُستعمَل أيضاً نسق القيم المفصولة بالفواصل (csv.) للجداول، وهو نسق لا يحتكره بائع معيَّن.

٦-١٠٩- ومع أن توزيع البيانات المبوّبة في نسق dBase يضمن توافقاً واسع النطاق مع برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية، فإنه يعتريه بعض القصور. فعلى سبيل المثال تقتصر أسماء الحقول، التي توضع في الصف الأول من الجدول، على عشرة حروف. ويتوفّر مع الوثائق المرفقة ببرمجيات كشوف البيانات الحاسوبية أو إدارة قواعد البيانات عادة تفاصيل عن مسائل التوافق. وأهم حقل في تصميم الجدول هو المعرِّف المشَترك الذي يُستعمَل في الربط بين بيانات الخصائص وبين حدود وحدات الإبلاغ. وينبغي أن يوضَع هذا الحقل في العمود الأول في كل جدول للخصائص. ومن الممارسات الجيدة أيضاً تبويب مجموعات البيانات بنظام ثابت، باستعمال المعرِّفات الجغرافية مثلاً.

دال - الطباعة

١ - نظرة عامة

٦-١١٠- يحتاج مكتب التعداد إلى عدد من الطابعات للوثائق ذات العدد المحدود أو لتجارب ضبط النوعية. وتتطوّر تكنولوجيا الطباعة بشكل مستمر ويزداد معه خيارات المنتجات المتاحة. وينبغي أن ينظر مكتب التعداد في الاعتبارات التالية عند اختيار الطابعات التي يحتاجها:

- تكلفة المعدات والصيانة وتكلفة الطباعة لكل صفحة.
- سرعة الإنتاج (عدد الصفحات للدقيقة).
- وضوح المنتجات من حيث عدد النقاط لكل بوصة مربعة وعدد الألوان أو الظلال التي يمكن إنتاجها.
- أحجام الورق.
- أنواع الطباعة المطلوب إنتاجها (ورق عادي، ورق مصقول، شرائح شفافة، إلخ.).

٢ - أنواع الطابعات

٦-١١١- فيما يلي أكثر أنواع الطابعات شيوعاً (بالنسبة لاحتياجات وكالة الإحصاءات الوطنية تعتَبر طابعات الليزر أفضل الخيارات من ناحية كفاءة التكاليف والمتانة، ولكن توجد خيارات أخرى متاحة):

- **طابعات الليزر**. تستخدم هذه الطابعات أشعة الليزر ونظاماً من الأجهزة البصرية لإفراز سطح ذي توصيلية ضوئية بصورة انتقائية، ثم يوصَّل مسحوق الحبر بهذا السطح حيث ينجذب إلى الأماكن التي تحمل الشحنة، ثم يُنقَل الحبر ويُثبَّت على وجه الصفحة. بعد ذلك تجري عملية تشبه عملية التصوير الكهروستاتيكي لنسخ الصورة من الاسطوانة إلى الورق. ويمكن لطابعات الليزر الأحادية اللون أن تُخرج نوعية منتجات تقارب أنظمة الطباعة الحرَفية المتقنة. وقد انخفضت أسعار طابعات الليزر الملوّنة إلى درجة تسمح بالنظر فيها من أجل تطبيقات الرسوم البيانية.

- **طابعات نفث الحبر**. وتؤدّي الطابعات النافثة للحبر مهام الطباعة بنفث قطرات ألوان مشحونة كهربائياً عبر فوّهة على الصفحة. وتستعمِل طابعات نفث الحبر السائل حبراً سائلاً يجف عن طريق التبخّر، ويُرسَل الحبر بالضغط الهيدروليكي من خلال فوّهة باستخدام تقنية تسمى النفث النبضي للحبر. أما النفث الحراري للحبر فيستخدم الحرارة لخلق فقاعة من الحبر في فوّهة المِحبَر، وتُدفَع الفقاعة من خلال الفوّهة إلى الورق عندما تصل إلى حجم معيَّن. وتستخدِم طابعات نفث الحبر الجاف حبراً يتم تحويله من حالته الجامدة قبل إمكان نفثه على الورق حيث يتجمّد بسرعة. وتُنتِج طابعات نفث الحبر الجاف نقاطاً أدَقّ على الصفحة بالمقارنة بتكنولوجيا نفث الحبر السائل. وتستخدَم طابعات نفث الحبر الورق العادي، ومع ذلك يوصى من أجل تحقيق نوعية منتجات أفضل باستخدام ورق مصقول خصيصاً. ونظراً لأن طابعات نفث الحبر تتميّز بتكلفة معقولة وسهولة في التشغيل وتوجد منها أنواع مختلفة لأحجام الورق المختلفة فإنها تعتَبر أكثر أجهزة الطباعة الملوّنة استخداماً في الوقت الحاضر.
- **الطابعات الحرارية**. وهذه تحتاج إلى ورق خاص وأشرطة مغطاة بالحبر تتحرك عبر رأس حرارية ويُنفَث الحبر على الورق الذي تُسَلّط عليه الحرارة من رأس حرارية. والأشرطة المستعمَلة في هذه الطابعات مغطاة بثلاثة ألوان (الأزرق والأحمر الذي يميل إلى الزرقة والأصفر (CMY))، أو أربعة ألوان (الأزرق والأحمر الذي يميل إلى الزرقة والأصفر والأسود (CMYK)) مما يتطلّب أن يمر الرأس الحراري على الورق ثلاث أو أربع مرات. وفي طابعات الشمع الحراري، تسبّب الحرارة طبقة من الشمع الملوّن التي تثبت على الورق. وفي عمليات الصباغة الحرارية، تُنشَر الصبغة على سطح الورق المطلوب طباعته. وتحقِّق طابعات نشر الصبغة عادة درجة وضوح أعلى واختلافاً أكبر في الألوان من طابعات الشمع الحراري.
- **الطابعات الكهروستاتيكية**. تستخدِم هذه الطابعات مسحوق حبر يُنقَل عن طريق شحنات كهربائية إلى سطح غير موصِّل. ومسحوق الحبر إما أن ينجذب أو يُرَدّ. وتوجِّه الطابعات الكهروستاتيكية الشحنة مباشرة إلى ورق مصقول خصيصاً. ويُستخدم مسحوق الحبر لكل لون في تمريرات منفصلة، ثم تجري عملية إذابة لمسحوق الحبر على الورق بعد استخدام كل الألوان. وهناك عملية كهروستاتيكية أخرى هي التصوير الجاف، الذي يستخدم اسطوانة أو حزاماً يتم شحنه عند تعريضه للضوء.

٦-١١٢- ولا تحتاج كثير من خرائط المسودات إلى طباعة بالألوان، بل إن من مزايا الخرائط ذات الحجم الصغير التي تُطبع باللونين الأبيض والأسود أنه يمكن تصويرها بسهولة. وتجمع طابعات الليزر التي تستخدِم الورق من حجم A4 أو حجم الرسائل بين الطباعة السريعة والاستبانة العالية جداً (٦٠٠ نقطة للبوصة المربعة أو أكثر)، وتعتَبر مثالية لطباعة التقارير والوثائق الأخرى التي تتكوّن في معظمها من نصوص، مع بعض الإيضاحات البيانية والخرائط.

٦-١١٣- وتفيد طابعات الألوان في طباعة الخرائط المعقَّدة التي يكون التظليل الأحادي اللون والترميز غير كافٍ فيها. وطابعات نفث الحبر هي حالياً أكثر طابعات الألوان استخداماً – من طابعات الحاسوب المكتبي بمقياس الورق A4 أو ورق الرسائل إلى طابعات الأنساق الكبيرة

(مثلاً ٦٠ × ٩٠ سنتيمتراً أو ٢٤ × ٣٦ بوصة) - ولو أن طابعات الليزر الملوّنة في طريقها إلى أن تحل محلها. وتُنتِج هذه الطابعات خرائط من نوعية جيدة وذات استبانة ٦٠٠ نقطة لكل بوصة. ولا تزال سرعة الطباعة بطيئة نسبياً في الطابعات النافثة للحبر.

٦-١١٤- وتعتَبر التكلفة عاملاً مهماً في اتخاذ القرارات بشأن الطابعة المناسبة لمشروع نظام المعلومات الجغرافية. ويجب أن يؤخذ في الحسبان أن سعر شراء الطابعة لا يمثّل سوى جزء بسيط من التكلفة. وقد انخفضت أسعار الطابعات بشكل كبير، ولكن تكلفة اسطوانات الحبر والأنواع المخصوصة من الورق لا تزال عالية. وفي بعض الحالات يبدو أن منتجي الطابعات يحافظون على سعر منخفض للمعدات بأمل تحقيق ربح أكبر من بيع اللوازم الخاصة بتلك المعدات. ولذلك، ينبغي أيضاً مقارنة تكلفة الطباعة لكل صفحة اعتيادية (مثلاً الصفحة التي يغطي الحبر ٥ في المائة من مساحتها). ويمكن الاطلاع على هذه المقارنات في المجلات التي تهتم بشؤون الحواسيب.

٣ - الطباعة التجارية

٦-١١٥- بالنسبة لطباعة الأعداد الكبيرة من الوثائق، قد تكون الطابعات الشخصية بطيئة وتكلفة الصفحة عالية، ولذلك يجري عادة طباعة الكتيّبات والملصقات وأطالس التعداد في مرافق الطباعة الداخلية أو في المطابع التجارية. وإذا كان حجم الطباعة كبيراً فإن تقنية الطباعة التناظرية، التي تتم عن طريق ألواح الطبع واستخدامها في ماكينات الطباعة التجارية، هي أرخص تكلفة وأسرع إنتاجاً من عمليات الطباعة الرقمية.

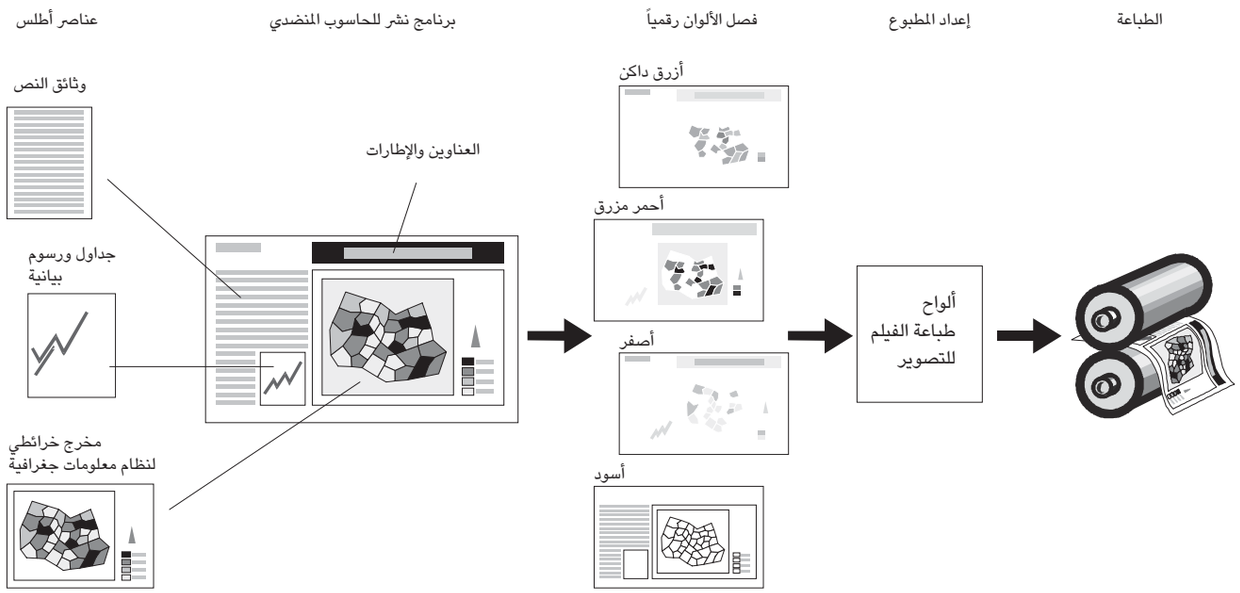
٦-١١٦- ومع ذلك فإن عملية التحضير للطباعة حتى إنتاج ألواح الطباعة قد أصبحت رقمية بالكامل. وقد تبدو عملية إنتاج أطلس رقمي للتعداد أشبه بالشكل الموضّح أدناه (انظر الشكل ٦ - ٩). فبعد مرحلة التخطيط الأوّلية التي يتحدّد فيها النص والرسوم البيانية ومضمون الخرائط، يقوم موظفو خرائط التعداد بإنتاج جميع الخرائط لإدخالها في الأطلس. وتُخَزّن هذه الخرائط في صيغة ملف ملحَق "بوست سكريبت" جاهز للطباعة. أما بالنسبة لتصميم الخرائط المعقَّدة التي تشتمل على رسوم بيانية مُنتَجة باستعمال برمجيات خارجية أو صور خارجية، فقد يتم إنتاج التصميم باستعمال حُزَم برامجية متقدمة جداً للرسوم البيانية. ويقوم موظفو مكتب التعداد الآخرون بكتابة النص الذي يُرفَق بالخرائط، والجداول والمراجع وغير ذلك من المحتوى النصّي، باستخدام برمجيات معالجة النصوص العادية.

٦-١١٧- والخطوة التالية هي تجميع كل عناصر الأطلس في برنامج طباعة على الحاسوب المكتبي. ويتم وضع العناوين النصّية وعناوين الأشكال والصور والنصوص والعناصر البيانية بالنسق المطلوب وترتيبها في إطار جذّاب يضاهي بشكل دقيق حجم الصفحة في المُنتَج المطبوع المطلوب. ويمكن القيام بهذا العمل داخلياً بالمكتب أو عن طريق مقاول أو مكتب خدمات خارجية. ومن العوامل التي تؤخذ في الاعتبار في تقرير ما إذا كان التعاقد الخارجي وارداً: النوعية والتكاليف وعدد النُسَخ المطلوب إنتاجها والوقت المتاح.

٦-١١٨- وبعد استكمال تصميم الأطلس النهائي، يُحفَظ في ملف مُخرجات رقمي. وأكثر نسق للملفات شيوعاً هو ملف بوست سكريبت المغلَّف، ولكن بعض الطابعين التجاريين يمكنهم استعمال نسَق ملفات خاص ببرمجياتهم. ومعظم برمجيات الرسومات والنشر المكتبي المتقدمة يمكنها أيضاً إنتاج عمليات فصل الألوان، وهذه يمكن أن تُخزّن في ملفات منفصلة أو تُخزّن جميعها في ملف واحد. وتستخدِم ماكينة الطباعة أربعة ألواح طباعة كل منها للون معيَّن من

الشكل ٦ - ٩

عملية الطباعة الرقمية



الألوان الأزرق والأحمر المائل للزرقة والأصفر والأسـود (أي نمـوذج الألوان CMYK). ويتم إنتاج ألوان الخرائط والرسوم البيانية بخلط هذه الألوان بنسب معيّنة. ثم تُرسَل الملفات الرقمية لمصفف الصـور الـذي يُنتِج الفيلم الذي تُنتَج منه ألواح الطباعة. ويؤدّي اسـتخدام الملفات الرقمية لإنتاج الفيلـم عادة إلى أفضل النتائج. وقد يكون إعداد نُسَـخ جاهزة للكاميرا ومطبوعة على طابعة ليزر ومُنتجة باسـتخدام تقنيـات فوتوغرافية أقل تكلفة، ولكنه لا يُنتِج نفس درجة الاسـتبانة. وما لم يكن قد تم ترتيب خط إنتاج بالفعل وتم اختباره، فمن المستحسَن عادة الحصول على نُسخة أوّلية بالألوان من الطابعة وتقييمها قبل الإنتاج النهائي. ويقدّم الكثيرون من بائعي معدات وبرمجيات الطباعة معلومات إضافية عن هذا الموضوع؛ كما توجد معلومات أخرى على مواقع الشبكة.

هاء - البيانات الجغرافية الرقمية للنشر

٦-١١٩- أدّى زيادة تطوير البرمجيات واتسـاع انتشار الإنترنت في جميع أنحاء العالم إلى توفير إمكانيات واسعة لنشر البيانات الجغرافية الرقمية، وسوف يتزايد الطلب على قواعد البيانات الرقمية التي تشـتمل على مسـتخرجات من قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية الرئيسـية لوكالة التعـداد. وبيانات التعداد هي من المدخلات الهامة في تخطيط السياسـات وفي التحليل الأكاديمي في مجـالات كثيرة. ومن التطبيقات التـي تحتاج فيها الوكالات الحكومية إلى إحصاءات سـكانية ذات مرجعية جغرافيـة للمناطق الصغيرة: توفير الخدمات الصحيـة، وتوزيع الموارد التعليمية، وتصميم المرافق والبنية التحتية، وتخطيط الدوائر الانتخابية. ويستخدِم المستعمِلون التجاريون هذه البيانات في أغراض التسويق واتخاذ القرارات بشأن مواقع أعمالهم.

٦-١٢٠- وأتـاح التقـدّم في تكنولوجيات تجهيـز البيانـات ونُظم المعلومـات الجغرافية إمكانيـة قيام كثير مـن وكالات الإحصاءات الوطنيـة بإنتاج قواعد بيانـات جغرافية رقمية على

مستوى مناطق العدّ أو على مستويات صغيرة مناظرة. وينبغي لهذه المنظمات، من أجل تلبية الطلبات عليها، أن تأخذ باستراتيجية نشر البيانات رقمياً، وأن تأخذ في الاعتبار مزايا وتكاليف تقديم خدمات البيانات على هذا المستوى التفصيلي.

٦-١٢١- فمن المزايا: تحقيق الدقة، وبيان التفاصيل بشكل غير مسبوق، وإمكانية استعمال بيانات التعداد في تطبيقات كثيرة، خاصة حين تكون ذات مرجعية جغرافية، مثل التضاريس. ومن المزايا أيضاً سهولة إدارة وتخزين آلاف الوحدات.

٦-١٢٢- أما التكاليف فمنها تكاليف تجهيز البيانات وإدارتها، والمسائل المتعلقة بسرِّية البيانات وضبط النوعية. وذلك أن نشر نتائج التعداد على مستوى وحدات جمع البيانات قد يكشف عن أخطاء لم تكن متوقّعة في العملية. وينبغي أن ترافق عملية نشر البيانات الجغرافية وجود بيانات فوقية، ويجب أخذ تكلفة هذه البيانات الفوقية في الاعتبار أيضاً.

٦-١٢٣- ومن الأساليب البديلة لنشر قواعد البيانات على مستوى مناطق العدّ اشتقاق مُنتَج جديد على نفس المستوى التفصيلي.

١ - استراتيجيات نشر البيانات الرقمية للوصول إلى المستعمِلين المحتملين

٦-١٢٤- ذكرنا فيما سبق أنه ينبغي لوكالات التعداد الوطنية أن تأخذ في الاعتبار التكلفة والمزايا المترتبة على نشر البيانات على نطاق واسع، عند تخطيط المنتجات والخدمات. ذلك أن النطاق الواسع لمستعمِلي بيانات التعداد التفصيلية المحتملين يعني أن على وكالة الإحصاءات الوطنية أن تتبع استراتيجية متعددة الطبقات لنشر البيانات الرقمية. وبشكل عام يمكن التمييز بين أنواع المستعمِلين التاليين:

- **مستعمِلو نُظم المعلومات الجغرافية المتخصّصون**. وهؤلاء بوسعهم التعامل بسهولة مع مجموعات بيانات كبيرة واستعمال بروتوكول نقل الملفات للوصول إليها، وهؤلاء يحتاجون إلى بيانات فوقية تفصيلية. وكثيراً ما يلجأ المستعمِلون المتخصصون إلى إدماج بيانات التعداد على مستوى المناطق الصغيرة في بيانات نُظم المعلومات الجغرافية لديهم الخاصة بالمرافق الصحية والمناطق التعليمية أو مناطق المبيعات، على سبيل المثال. ويُطلَق على هؤلاء المستعمِلين في بعض الأحيان اسم "مستخرجي البيانات" أو "المستعمِلين الأقوياء"، وهم يحتاجون إلى الوصول إلى معلومات مكانية ومعلومات عن الخصائص في نسق جغرافي رقمي شامل. وينبغي لمكتب التعداد أن يكون قادراً على توفير وثائق شاملة (انظر الفصل الثالث - واو، بشأن وضع البيانات الفوقية) عن المعالم الجغرافية المستعمَلة في قواعد البيانات الجغرافية، وكذلك عن متغيرات التعداد كل على حدة. ويمكن توزيع المعلومات المكانية في نسق جغرافي مفتوح يمكن تحويله بسهولة إلى أي عدد من أنساق نُظم المعلومات الجغرافية التجارية.
- **مستعمِلو الحواسيب** في المصالح الحكومية وفي القطاع التجاري أو القطاع الخاص الذين يريدون أن يتمكّنوا من تصفُّح المعلومات المواضيعية في قواعد البيانات المكانية. وهم يريدون إنتاج خرائط مواضيعية، ومن ثم يريدون أن يكون بوسعهم التصرّف بقدر بسيط في المعالم الخرائطية. وينبغي أن يكون

بوسعهم أيضاً إجراء تحاليل بسيطة مثل تجميع وحدات التعداد في مناطق من تصميمهم. وأفضل ما يخدم مصالح هؤلاء المستعمِلين هو إتاحة تطبيق شامل سابق التجهيز يُسوّق تجارياً أو يكون متاحاً مجاناً في برمجية خرائط للحاسوب المكتبي. ولا يحتاج هؤلاء إلى وثائق كثيرة لأنه ليس من المحتمل أن يقوموا بإجراء تغييرات على المعالم الجغرافية لقاعدة البيانات أو إجراء عمليات أكثر تقدّماً تتصل بنظام المعلومات الجغرافية.

- **المستعمِلون الهواة**. وهؤلاء يحتاجون في الغالب إلى تصفّح الخرائط المعدّة سلفاً على جهاز الحاسوب، وربما إجراء بعض الاستعلامات الأوّلية. وأفضل ما يخدم مصالح هذه المجموعة هو استراتيجية لتوزيع البيانات تتمثّل في أطلس رقمي للتعداد مستقل بذاته. ويمكن أن يتكوّن الأطلس من سلسلة من صور الخرائط الثابتة، في شكل عرض متحرِّك على سبيل المثال. وقد يلبّي حاجتهم سطح بيني بسيط لإعداد الخرائط، مع إمكانية تصفّح الخرائط المعدّة سلفاً، ويتيح لهم تقديم استعلامات أوّلية. ويمكن إتاحة الخرائط الثابتة مع سطح بيني بسيط للخرائط عن طريق الإنترنت.

(أ) تحديد محتوى البيانات

٦-١٢٥- الخطوة الأولى في إعداد قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية لنشرها للعموم هي تحديد محتوى البيانات المنشورة. ويجب أن تُخَطِّط وكالة الإحصاءات الوطنية لنشر مجموعات بيانات منفصلة غير مجموعات البيانات التشغيلية المستعملة لأغراض الإدارة الداخلية. ومن الأسباب الأساسية لهذا النهج أن الاحتفاظ بنوعي البيانات بشكل منفصل يتيح للوكالة الاستمرار في صيانة وتحديث قاعدة بياناتها الداخلية على أساس متواصل. أما عن مجموعات البيانات المعدّة للنشر فهناك عدد من الأسئلة تحتاج إلى إجابة، على النحو الوارد أدناه.

'١' إلى أي مستوى تُنشَر البيانات؟

٦-١٢٦- ينبغي أن يكون هدف منظمة التعداد هو نشر بيانات التعداد المسندة جغرافياً على أصغر مستوى من مستويات تجميع البيانات بشرط عدم إفشاء سرّية البيانات أو التضحية بصحة البيانات إحصائياً، وذلك من أجل تعظيم الفوائد العامة لجمع بيانات التعداد. وحتى على مستوى مناطق العدّ قد توجد مناطق إبلاغ خاصة لا تحتوي إلاّ على عدد قليل من الأسر المعيشية، ولذلك لا يمكن نشر بيانات التعداد عنها بشكل منفصل. وإذا استدعى الأمر يمكن حذف البيانات الخاصة بمناطق إبلاغ مختارة أو ترميزها بشكل مختلف.

'٢' هل توضع قاعدة بيانات جغرافية كبيرة أو مجموعة من قواعد بيانات التعداد؟

٦-١٢٧- تتألف قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية عالية الاستبانة للتعداد من آلاف من وحدات الإبلاغ، وتتجاوز أحجام هذه البيانات القدرة الحسابية لمستعمِل البيانات العادي. وعلاوة على ذلك ينبغي لوكالة الإحصاءات الوطنية أن تأخذ في الاعتبار الحجم المادي لملفات البيانات وأثره في تنزيل البيانات على خواديم الشبكة. فعلى سبيل المثال يستغرق تنزيل ملف بيانات بسعة ٣ جيجابايت ثلاثة أيام باستخدام خادوم يعمل على سعة ٥٦ كيلوبايت.

٦-١٢٨- وبدلاً من توزيع قاعدة البيانات الكبيرة يمكن لوكالة التعداد أن تنظر في إنتاج مجموعة قواعد بيانات للتعداد. فعلى مستوى البيانات المتوسطة الاستبانة - كالأقسام الإدارية مثلاً - يمكن لقاعدة بيانات وطنية موجزة أن تفي بغرض إلقاء نظرة شاملة تفصيلية بشكل كافٍ على الظروف الاقتصادية والاجتماعية في البلد. ويمكن إقامة قاعدة بيانات لكل تقسيم مدني كبير، أو حتى متوسط، تبيِّن المؤشرات على مستوى الوحدات الأصغر ومستوى مناطق العدّ. وتفيد أيضاً في هذا الغرض قواعد بيانات منفصلة للمناطق الحضرية الكبيرة.

٦-١٢٩- وأخيراً، فإن قاعدة بيانات للمستوطنات في البلد مع بيانات التعداد المتصلة بها ستلبّي حاجات المستعمِلين الذين لا يحتاجون إلى الاستبانة المكانية التي توفّرها قاعدة البيانات الجغرافية لوحدات الإبلاغ. ويجب أن تشتمل قاعدة البيانات هذه على الأقل على جميع المستوطنات المصنّفة باعتبارها مناطق حضرية مع المؤشرات التجميعية للتعداد لكل مدينة أو منطقة حضرية. ومن الناحية المثالية ينبغي توفير قاعدة بيانات أيضاً على مستوى القرية يستفيد منها المخططون في المجالات الصحية والتعليمية والزراعية. ويمكن إنشاء قاعدة بيانات على مستوى القرية على أساس دليل بأسماء الأماكن والمواقع إذا كانت هذه المعلومات قد جُمعت أثناء الأنشطة الميدانية قبل العدّ الفعلي.

٦-١٣٠- ووجود قواعد بيانات لأجزاء فرعية من البلد يسهِّل استعمال البيانات. فكثير من المستعمِلين لا يحتاجون معلومات من التعداد إلاّ عن مناطق صغيرة نسبياً، ربما تكون مناطقهم الخاصة. وقاعدة بيانات التعداد الوطنية الصغيرة هي أسهل للتجهيز لدى المستعمِلين ذوي القدرات الحاسوبية المتوسطة في مجال نُظم المعلومات الجغرافية. وفي البلدان التي تتقاضى رسوماً على الوصول إلى البيانات أكبر من تكلفة إنتاجها تصبح مجموعات البيانات الصغيرة أيسر منالاً لأعداد أكبر من المستعمِلين غير التجاريين.

٦-١٣١- وعند توزيع قواعد بيانات صغيرة منفصلة، يجب الحرص على أن تكون الأجزاء والعناوين متوافقة. ويجب أن تكون الحدود المشتركة بين المجموعات الفرعية من قواعد البيانات متطابقة تماماً. ويجب أن تكون الأجزاء المنفصلة من قاعدة البيانات مشمولة بنفس نظام الإسناد الجغرافي ولها نفس التعاريف التي تتضمنها قاعدة بيانات الخصائص. وإذا كانت قاعدة البيانات الرئيسية التي يستعملها مكتب التعداد مفصّلة جداً فقد يكون من المفيد لبعض مستخدمي البيانات إتاحة نسخة أكثر تعميماً لخرائط التعداد الرقمية أيضاً. وتتيح بعض البلدان خرائط التعداد الرقمية بمقاييس رسم اسمية مختلفة للخرائط أو بمستويات مختلفة من الدِقة للإحداثيات. وقد تكون الرسوم أعلى بالنسبة للمستعمِلين الذين يطلبون مستوى عالياً من الدقة والتفاصيل.

٦-١٣٢- وكثير من منتجي بيانات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية يوزّعون بياناتهم في إحداثيات خطوط الطول/خطوط العرض (أي إحداثيات جغرافية)، وليس في شكل إسقاطات معيّنة. والإحداثيات الجغرافية هي أكثر نُظم الإسناد شيوعاً ويمكن بسهولة تحويلها إلى نُظم الإسقاطات الأخرى إذا أراد المستعمِل استعمال حدود التعداد بالاقتران بطبقات بيانات أخرى. ومن جهة أخرى قد تكون بعض الإسقاطات الوطنية ونُظم الإحداثيات غير ميسرة للتعامل مع برمجيات نظام المعلومات الجغرافية. وفي هذه الحالة سيجد المستعمِلون صعوبة في استخدام قواعد بيانات التعداد في تطبيقات التحليل الجغرافي.

'٣' ما هي درجة الإحكام المطلوبة في التكامل بين الحدود وقاعدة البيانات؟

٦-١٣٣- تتميَّز قواعد بيانات نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد بعدد كبير من حقول الخصائص. وتوفِّر استبيانات التعداد معلومات ربما تُخَزّن في مئات الحقول الخاصة بالمتغيِّرات. ومن غير العملي عادة تخزين كل هذه الحقول في نفس جدول البيانات، وإنما الأفضل اختيار عدد صغير من أهم المؤشرات في جدول الخصائص الجغرافية وعرض باقي المعلومات في سلسلة من الجداول المنفصلة. ويمكن ترتيب هذه الجداول الخارجية حسب الموضوع: البيانات الجغرافية، بيانات الأسر المعيشية، إلخ. وبعد ذلك يستطيع المستعمِل أن يربط الجداول بنظام المعلومات الجغرافية باستخدام المعرِّف الجغرافي المشتَرك حسب الحاجة. ومن المهم جداً التأكيد على ضرورة ثبات الترميز بما يضمن تعريف مختلَف الكيانات الجغرافية بشكل لا لبس فيه.

'٤' ما هي كمية البيانات الفوقية اللازم تقديمها؟

٦-١٣٤- يعتَبر إنتاج البيانات الفوقية والوثائق الداعمة ضرورة لا مندوحة عنها كمرفقات لأي نشر للبيانات، ولكن القدر المعيَّن من المعلومات المطلوب يختلف باختلاف المستعمِلين. ومن المهم التمييز بين المستعمِلين الداخليين، الذين يحتاجون في الغالب إلى قدر كبير من البيانات الفوقية، والمستعمِلين الخارجيين، الذين يحتاجون إلى قدر أقل من البيانات الفوقية. وتتناول الفقرات التالية من هذا الفصل، كما تناولت الفقرات السابقة، موضوع البيانات الفوقية (لمزيد من المعلومات انظر الفصلين الثاني والثالث - فيما سبق والفقرات ٦-١٣٧ إلى ٦-١٣٩ فيما يلي).

(ب) مصطلحات أسماء الملفات

٦-١٣٥- مع أن نُظم ويندوز وماكنتوش ويونكس ولينكس كلها تتعامل مع أسماء الملفات الطويلة، فمن الأفضل استعمال مصطلحات أسماء الملفات في برنامج دوس ٨ - ٣ (أي ذي الحروف الثمانية) في جميع ملفات البيانات والمعلومات التي توَزّع، ووضع معايير داخلية لضمان الاتساق. وقد يستخدِم بعض المستعمِلين نُظم دوس أو ويندوز ٣-١ أو برمجيات قديمة لنظام المعلومات الجغرافية, ويقلّل استعمال أسماء الملفات القصيرة من فرص عدم التوافق، خاصة مع برمجيات الشبكات القديمة. ومن شأن تنسيق الاصطلاحات في تسمية الملفات في الوثائق الموزّعة على المستعمِلين أن تسهِّل عليهم العثور على البيانات التي يحتاجونها بسرعة.

(ج) ضغط الملفات

٦-١٣٦- غالباً ما تكون ملفات نظام المعلومات الجغرافية كبيرة جداً، وإذا أضيف إليها بيانات الجداول فقد يصبح حجم مجموعة ملفات التوزيع من الضخامة بمكان. ومما يسهِّل توزيع البيانات بشكل كبير، ضغط بيانات الملفات خاصة لأغراض التوزيع على الإنترنت أو في شكل أقراص صغيرة أو مدمجة. وأكثر برمجيات ضغط الملفات استعمالاً في بيئة ويندوز هي برمجيات PKZIP و Winzip، وهي متاحة على معظم الحواسيب، كما أن البرمجيات التي تستخرج الملفات من المحفوظات المضغوطة موجودة أيضاً على نظام التشغيل UNIX. إلاّ أنه يلاحَظ أيضاً أن معظم الأنساق، بما فيها ملفات قواعد البيانات الجغرافية، لا يمكن ضغطها، ومن ثم فإن الملفات القابلة للاستخراج ذاتياً هي الأنسب للمستعمِل غير المتمرّس، وهي لا تحتاج إلى برمجية لفك الضغط. إلاّ أن هذه البرمجيات لا تعمل إلاّ في مستوى معيّن في نُظم الحواسيب، ولا ينبغي استخدامها إلاّ إذا كانت المنصة الحاسوبية المستهدفة معروفة.

(د) الوثائق، بما فيها معاجم البيانات

٦-١٣٧- ليس من الضروري أن تكون الوثائق التي تصاحب توزيع مجموعات البيانات شاملة بالقدر المطلوب في شمول المعلومات التي تُستعمَل داخلياً والتي تُجمَع لأغراض جميع قواعد البيانات (انظر الفصول من الثاني إلى الخامس فيما سبق). فالمستعمِل العادي يمكنه قراءة نصوص ASCII البسيطة. ولا يحتاج مستعمِلو البيانات عادة إلى معلومات تفصيلية عن الروابط بين البيانات أو خطوات التجهيز، هذا فضلاً عن أن سهولة التفسير هي الأهم بالنسبة للمستعمِل الخارجي. لذلك ينبغي أن تحتوي المعلومات على وصف كامل ودقيق وواضح لجوانب المعلومات التي يهتم بها المستعمِل. ولا بد لمكتب التعداد من أن يحتفظ بقاعدة بيانات فوقية شاملة؛ ولكن وثائق البيانات الموجّهة إلى المستعمِلين يمكن تجميعها بسرعة. ويمكن أن تحتوي وثائق البيانات على المعلومات التالية:

- أسماء مجموعات البيانات والمعلومات المرجعية، بما في ذلك جميع مصادر البيانات.
- سرد وصفي لمحتوى مجموعات البيانات.
- وصف للتسلسل الهرمي للوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ وعلاقاتها بالمعالم الأخرى (مثل المستوطنات). ويجب أن يشمل هذا وصفاً واضحاً للتعاريف الإحصائية المستخدَمة لكل نوع من أنواع وحدات الإبلاغ. ومن المفيد إعداد قائمة كاملة بوحدات الإبلاغ ورموزها الجغرافية.
- المتطلبات من البرمجيات والمعدات.
- أنساق البيانات بشكل عام وإرشادات بشأن فك ضغط الملفات وتحميلها.
- معلومات الإسناد الجغرافي (يجب أن تكون جميع مجموعات البيانات الجغرافية في نظام واحد للإسناد)، على النحو التالي:
  - الإسقاط الخرائطي، مع كل المعالم المطلوبة مثل خطوط الطول وخطوط العرض المعيارية، والتحديد الكاذب للبعد شرقاً أو شمالاً.
  - وحدات الإحداثيات (مثلاً: درجات عشرية أو أمتار أو أقدام).
  - مقياس رسم خريطة المصدر (أي مقياس رسم الخريطة الورقية التي تم رقمنة الحدود على أساسها).
  - بيانات الدقة الجغرافية (مثل أي معلومات عن الدقة العددية يمكن إعطاؤها عن خرائط المصدر). وإذا لم يكن من الممكن إجراء تقييم كمّي لنوعية البيانات فيمكن وصف الدقة بوجه عام.
  - من المفيد إضافة خرائط مطبوعة لمجموعات البيانات في نُظم المعلومات الجغرافية، فهي على سبيل المثال تمكّن المستعمِل من التأكد من أداء تلقي الخرائط بصورة صحيحة.
- قائمة اصطلاحات للتعامل مع وحدات الإبلاغ غير المتصلة.
- معلومات عن المنتجات ذات الصلة، مثل قواعد البيانات التفصيلية التي تحتوي على نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد، أو ملفات إضافية للبيانات يمكن استعمالها بالنسبة للحدود.

- سرد لمراجع منشورات التعداد ذات الصلة.
- معلومات عن الجهة التي يمكن الاتصال بها لدعم احتياجات المستعمِلين.
- معلومات براءة الذمة وحقوق النشر وما إلى ذلك.

٦-١٣٨- وعلاوة على ذلك ينبغي أن يُرفق بكل مجموعة بيانات معجم بيانات يقدِّم معلومات عن كل طبقة من طبقات بيانات نظام المعلومات الجغرافية أو عن كل جدول بيانات. وتعبير "معجم بيانات" هو تعبير قديم يشير إلى الأنساق وأسماء الحقول المستعمَلة في مجموعة البيانات. ويجب أن تحتوي البيانات المقدّمة على ما يلي:

- أسماء الملفات وأنساق الملفات.
- أنواع المعالم (النقاط والخطوط والمضلّعات).
- العلاقة بين ملفات بيانات الإحداثيات وجداول البيانات الخارجية الخاصة بالخصائص.
- وبالنسبة لكل حقل في جدول الخصائص وفي الجداول الخارجية الإضافية:
  - اسم الحقل.
  - وصف محتوى الحقل (مثل: مجموع السكان، ٢٠٠٥) والتعريف الإحصائي الدقيق المستخدَم. وبالنسبة للمؤشرات الجغرافية المشتَقّة، يمكن بيان الصِيَغ المستخدَمة، مثل استخدام أسماء الحقول للمتغيِّرات المستعمّلة كبسط أو مقام.
  - تعاريف الحقول، بما في ذلك أنواع المتغيِّرات (مثل حقل رقم صحيح أو عدد صحيح أو حرف)، ومدى القِيَم المقبولة، والأوامر المستخدمة للتعامل مع القِيَم المفقودة. وبالنسبة للمعلومات السرّية، يجب توضيح خطة الترميز بالتفصيل. وعلى سبيل المثال، في قاعدة بيانات المستوطنات، يمكن استخدام حقل عددي يسمّى (النوع) على النحو التالي: "١" العاصمة المركزية و "٢" عاصمة إقليمية و "٣" مركز إداري، وهلم جرا.
  - أي معلومات متاحة عن نوعية البيانات تمكِّن المستعمِل من الحكم على مدى ملاءمة البيانات لمهمة معيَّنة.

٦-١٣٩- ويمكن أيضاً ضم وثائق البيانات ومعاجم البيانات في دليل شامل للمستعمِل. ويمكن أن يحتوي الدليل الشامل للمستعمِل على إيضاحات تفصيلية لمحتوى قواعد البيانات، وروابط البيانات ونوعيتها. ويمكن أيضاً تضمينه إيضاحات أكثر تفصيلاً (خطوة بخطوة) لأمثلة من التطبيقات أو نُسَخ من خرائط التعداد معدّة من واقع قاعدة البيانات. ويرد في المرفق الرابع مثال لمعجم بيانات.

(هـ) مراقبة الجودة والتأكد من أن منتجات البيانات قابلة للتوزيع

٦-١٤٠- ذكرنا فيما سبق أن مراقبة الجودة خطوة مهمة قبل نشر المنتجات النهائية للتوزيع. فبعد إنتاج النسخة النهائية من جميع قواعد البيانات في الشكل الذي توزّع به البيانات (أي المضغوط) ينبغي اختبار قاعدة البيانات على جميع المنصّات الإلكترونية المستهدفة (ويندوز، ويونكس، وماكنتوش، ولينوكس).

٦-١٤١- وتظل الأقراص المدمجة للقراءة فقط هي أنسب أنواع وسائط التوزيع لمجموعات البيانات الكبيرة بالنسبة لمعظم المستعمِلين. فيمكن تحميل قرص مدمج ببيانات يبلغ حجمها ٧٠٠ ميجابايت، ثم إن معظم أجهزة الحاسوب مهيأة لقراءة هذه الأقراص. وعلاوة على ذلك فإن قارئات الأقراص المدمجة ليست غالية الثمن وأن إنتاج أقراص أصلية رقمية داخلياً ليس مكلفاً. ومن شأن هذا أن يتيح توزيع مجموعات بيانات ذات توجّه مخصّص لا يطلَب منها عادة سوى عدد محدود من النُسَخ. أما بالنسبة للتوزيع الواسع لمجموعات البيانات الكبيرة فإن للأقراص المدمجة ميزة تتمثّل في رِخَص تكاليف الإنتاج للوحدة، فضلاً عن إمكانية الاحتفاظ بها لفترة طويلة وإمكانية قراءتها على منصّات حاسوبية متعددة.

٦-١٤٢- وقد حلّت أقراص الفيديو الرقمية (DVD) في بعض المجالات محل الأقراص المدمجة (CD-ROM) وشاع استعمال قارئات الأقراص الرقمية في أجهزة الحاسوب المكتبية. ويتسع قرص الفيديو الرقمي حالياً إلى ٤,٧ جيجابايت من المعلومات على وجه واحد.

٦-١٤٣- وعلى المدى الطويل ستصبح واسطة التوزيع الأساسية للبيانات هي الإنترنت. أما في الوقت الراهن فإن عرض النطاق المحدود - أي كمية البيانات التي يمكن نقلها في فترة زمنية معيَّنة - لا يزال يعوق توزيع الملفات الكبيرة جداً في كثير من البلدان، نظراً لطول الفترة اللازمة لتنزيل الملفات بسبب ضعف البنية التحتية للإنترنت. أما العقبة الرئيسية فهي الحصول على وصلات بالمودم من البيت أو المكتب إلى كابلات الإنترنت الرئيسية. ولكن يمكن نقل ملفات كبيرة إلى الأوساط الأكاديمية والحكومية والتجارية الذين لديهم خطوط توصيل سريعة بالإنترنت.

٦-١٤٤- ومن مزايا توزيع البيانات عن طريق الإنترنت أنها تقلِّل كثيراً من تكاليف الإنتاج التي تتحملها منظمات التعداد، لأن التكاليف ستقتصر على تطوير السطح البيني للبرمجيات، وصيانة المواقع على الشبكة، وزيادة استعمال موارد خواديم الشبكة. ويمكن بهذه الطريقة إتاحة قواعد البيانات الجغرافية للتعداد إلى المستعمِلين بتكلفة منخفضة جداً أو مجاناً. وقد تقرِّر بعض المنظمات تقاضي رسوم على البيانات المنقولة على الشبكة. وقد يكون من أسبابها دعم برنامج المنشورات للمستعمِلين الذين ليس لديهم اتصال بشبكة الإنترنت، أو قد تريد المنظمة استعادة جزء من تكلفة جمع بيانات التعداد وتجهيزها وإصدارها.

٢ - المسائل القانونية والتجارية

٦-١٤٥- تناقش الفقرات التالية بعض المسائل التي ينبغي أن تأخذها منظمات التعداد الوطنية في الاعتبار فيما يتعلق بإنتاج البيانات الجغرافية وملكيتها. ومن هذه المسائل: حقوق النشر، والمعاوضة فيما يتعلق بترويج البيانات الجغرافية تجارياً ومسائل المسؤولية.

(أ) حق نشر البيانات

٦-١٤٦- حق النشر هو حق حصري مضمون قانوناً لنشر أي عمل أو نسخه أو بيعه - وهو في هذا السياق قاعدة بيانات جغرافية رقمية. ولأن البيانات الرقمية من السهل استنساخها فإن حقوق النشر بالنسبة لقواعد البيانات الجغرافية هي مسألة ملحّة أكثر مما كانت بالنسبة للخرائط الورقية. لذلك فمن الضروري أن يضع مكتب التعداد سياسة بشأن الوصول إلى البيانات بالنسبة لبيانات التعداد المبوّبة والخرائط.

٦-١٤٧- وتغطي حقوق النشر مجالين هما: الحقوق الأدبية والحقوق المادية. أما الحقوق الأدبية فتحمي سلامة العمل بأن تحظر أي تغيير في المُنتَج الأصلي. وأما الحقوق المادية فتشير إلى الحق في أي عائد مالي عند نشر وتوزيع المُنتَج، أو استخدامه أو نقله. ويوضّح اتفاق الترخيص جميع الحقوق الممنوحة لصاحب حق النشر.

٦-١٤٨- وتتصل مسألة حقوق النشر بسياسة تسعير منتجات البيانات الرقمية. ولدى منظمة التعداد عدة خيارات تقرر على أساسها استراتيجية التسعير للبيانات المكانية الرقمية. فيمكن للوكالة أن تقرّر:

- أن تتحمل التكلفة الكاملة عن جمع بيانات التعداد وتوزيعها.
- أن تتقاضى تكاليف توزيع البيانات (تكاليف إعداد الوسيطة والشحن).
- استرداد جميع تكاليف جمع البيانات وتجميعها وتبويبها، أو جزء منها.
- أن تحصل على عائد يزيد على التكلفة الفعلية للاستثمار في نظام المعلومات الجغرافية وتطوير البيانات.

(ب) عمليات المعاوضة في التسويق التجاري للبيانات الجغرافية

٦-١٤٩- تختلف قوانين حقوق النشر من بلد إلى بلد. ففي أقصى النطاق، لا تفرض بعض الحكومات حقوق نشر على المعلومات التي تنتجها الوكالات العامة، والمنطق في هذا هو أن دافعي الضرائب قد موّلوا بالفعل عمليات جمع البيانات، ومن ثم لا يجب تحميلهم تكاليف أخرى لاستعمالها. ونتيجة لذلك توزّع البيانات الجغرافية التي تنتجها الهيئات العامة مجاناً أو بتكاليف إنتاجها. وكذلك يُسمَح لأي مؤسسة تجارية باستعمال المعلومات التي تتيحها الحكومة ووضعها في برمجيات وبيعها مقابل ربح مادي.

٦-١٥٠- ففي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، أدّت حرية الوصول إلى البيانات العامة إلى قيام صناعة خدمات كبيرة تقوم على إنتاج بيانات التعداد ذات المرجعية المكانية في أنساق مختلفة للبيع إلى القطاع العام والمؤسسات التجارية والمستعمِلين من الجمهور. ومع أن الشركات تتقاضى مقابل هذه البيانات فإن الاستعمال غير الحصري لبيانات التعداد قد أدّى إلى إدخال كثير من الشركات في السوق، وأدّت المنافسة إلى الحفاظ على أسعار منخفضة لبيانات التعداد المنشورة في أنساق مختلفة، وإلى زيادة نطاق المنتجات المتخصصة المتاحة. أما المستعمِلون الذين يرغبون في تحويل البيانات لاستعمالهم الخاص فإن لديهم مجالاً للوصول إلى البيانات مجاناً.

٦-١٥١- وكان لهذا التطوّر آثار انعكست في اتساع استعمال بيانات التعداد في التطبيقات الجغرافية اتساعاً هائلاً. وأدّت زيادة عدد المستعمِلين بدورها إلى تشجيع التطوير التجاري لبرمجيات إعداد الخرائط بسهولة على الحواسيب المكتبية وتقديم خدمات قيمة مضافة. والمردود الاقتصادي العام لهذا التطوّر كبير، إذ زادت عوائد الضرائب وتحسَّنت سُبل الوصول إلى المعلومات وأدّى ذلك إلى مكاسب في الإنتاجية وإلى تحسين عملية اتخاذ القرارات في القطاعين العام والخاص. كل هذه المزايا تبرّر إتاحة البيانات دون تحصيل أي رسوم عليها، وهذا يعتَبر في حد ذاته إعانة عمومية للشركات الخاصة.

٦-١٥٢- وفي بلدان أخرى أدّى انخفاض الميزانيات الحكومية إلى زيادة الضغط على الوكالات العامة من أجل توليد الدخل لدعم عملياتها، ونتيجة لذلك نجد أن أسعار بيانات التعداد ذات المرجعية الجغرافية عالية جداً في بعض الأحيان، مما يحدّ من استعمال المعلومات. وربما

تعكس هذه الأسـعار القيمة التجارية للبيانات لدى المؤسسـات المالية ودوائر الأعمال، على سبيل المثال؛ إلاّ أنها قد تكون عبئاً على الشركات الصغيرة أو المسـتعمِلين غير التجاريين خارج السـوق الذين يحتاجون إلى معلومات التعداد، وقد يحدّ هذا من الاستعمال العام لبيانات التعداد الجغرافية، وبالتالي من فوائد هذه البيانات. وكما يشير بريفوست وجلروث (Prevost and Gilrath, 1997)، كثيراً ما تؤدّي جهود استرداد التكاليف التي تجعل المنتجات الجغرافية للتعداد بعيدةً عن متناول المسـتعمِلين غير التجاريين إلى عمليات غير قانونية تتصل بنشر مجموعات البيانات وإلى عمليات نسـخ تسـتغرق وقتاً طويلاً مـن المواد الأصلية، أو اسـتخدام بيانات بديلة أرخـص تكلفة وأقل نوعية.

٦-١٥٣- وهناك بعض اتفاقات الترخيص التقليدية التي تستبعد أو تعوق توزيع مُنتجات وخدمـات التعـداد، مما يؤثّر على الفوائد التـي تعود على المجتمع من جمع بيانـات التعداد. وقد يكون هذا الأثر الاقتصادي العام الناتج عن عدم تداول هذه المعلومات أكبر من الدخل الذي تجنيه منظمـات التعداد. والواقع أن سياسـات توزيع البيانات التي تنتجهـا الحكومة في بعض البلدان تتجـه الآن نحـو التوزيع المجانـي أو المنخفـض التكلفـة، وعيـاً مـن هذه الحكومات بأن المزايا التي تجنيها من تحصيل أسـعار عالية لا تبرّر تكلفـة تنفيذ قوانين حظر النشر أو تكلفة الفوائد التي كان من الممكن أن يجنيها المجتمع لولا القيود على المعلومات الحيوية.

٦-١٥٤- وهنـاك قيود أخرى قد تعـوق الوصول إلى البيانات وإلى اسـتعمالاتها الثانوية حين يلجأ مكتب التعداد إلى التعاون مع مؤسسة خاصة لإنتاج البيانات أو حين تستعمَل البيانات التي تأتي من منتجي البيانات من القطاعين العام والخاص في إنتاج خرائط التعداد. فعلى سبيل المثـال قد تدخـل وكالة التعـداد في اتفاق مع شركة خاصـة لإعداد الخرائط يسـتنزف جزءًا من تكلفـة إنتاج الخرائط الرقمية من أجل التعداد. ولن تسـتطيع الشركة أن تسـترجع استثماراتها إلاّ إذا أُعطيـت امتيـازاً حصرياً بتوزيع البيانات الجغرافية في السـوق (وهذه مسـألة غير واردة بالطبـع إذا كانت الوكالة ستشـتري خدمات الشركـة وبذلك تصبح جميع حقـوق الملكية عائدة للوكالة التي تقوم بالتعداد).

٦-١٥٥- وإذا اسـتُعمِلت بيانات من وكالات أخرى، مثل الوكالات الوطنية لإعداد الخرائط أو السـلطات المحلية، في إنتاج خرائط التعداد، فينبغي أن توضّح بالتفصيل على الخرائط مسائل الأسـعار وحقوق النشر وتحديد مصدر المعلومات الواردة على الخريطة. وينبغي تفادي أي نزاع حول حقوق الملكية، خاصة وأن وكالة التعداد سـتحتاج إلى تعاون هذه الوكالات في أنشطة إعداد خرائط التعداد في المستقبل.

٦-١٥٦- وفي معظم البلدان، تؤدّي ضرورة المعاوضة بين التوزيع العام لبيانات التعداد والضغـوط مـن أجل اسـتعادة بعض تكاليف جمـع البيانات، إلى حلول وسـط بين الموقفين الموصوفين أعلاه. فيمكن على سـبيل المثال وضع ترتيبات بين الوكالات الحكومية التي ترغب في إدمـاج البيانات التي تتداولها فيما بينها في منتجاتهـا. ويمكن لوكالة التعداد أن تدخل في اتفاقـات مع هيئات إعـداد الخرائط الوطنية بشـأن توزيع الخرائط الرقمية الأساسـية مثل خرائط الطُرق والأنهار، إلخ. إلى مسـتعمِلي بيانات نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد. ويمكن أيضاً منح تخفيضات خاصة للأوساط الأكاديمية والمستعمِلين غير التجاريين. ومن الخيارات الأخرى إتاحة بعض المنتجات الأولية مجاناً وتقاضي رسـوم عن منتجات القيمة المضافة التي تحتاج إلى مزيد من التجهيز.

(ج) مسائل المسؤولية

٦-١٥٧- قضت المحاكم في قضايا عديدة بأن منتجي البيانات يمكن أن يكونوا مسؤولين إذا أدّت الأخطاء في المعلومات الجغرافية إلى أضرار عرضية أو أضرار أخرى. وتناولت معظم القضايا حتى الآن الحوادث الناشئة بسبب معلومات ناقصة أو خاطئة في الخرائط الطوبوغرافية. فقد جرى توثيق بعض الحالات التي حدثت فيها حوادث تحطُّم طائرات في البحر بسبب معلومات خاطئة على الخريطة الملاحية. ويسترشد واضعو تصميم الخرائط ومحتوى المعلومات فيها بالغرض الذي توضَع الخرائط من أجله، ولكن الخرائط تُستخدَم أحياناً لغير الغرض الذي توقّعه منتجو البيانات. وعلى سبيل المثال قد تنشر وكالة التعداد معلومات عن وحدات إبلاغ مع قاعدة بيانات لشبكة الشوارع. ولما كانت المعلومات الخاصة بالطُرق ليست حيوية بالنسبة لاستعمالات بيانات التعداد فقد تكون ضوابط النوعية لتلك المعلومات أقل صرامة مما لو جُمعت معلومات الطُرق من أجل خدمات الطوارئ أو نُظم تشغيل الطُرق. وإذا استُعمِلت البيانات غير الدقيقة لأغراض غير مقصودة منها فقد يحدث ضرر من استعمالها.

٦-١٥٨- ومن الأمثلة الأخرى المتعلقة بموضوع المسؤولية المتصلة إلى درجة كبيرة بنشر بيانات التعداد مسألة إفشاء سرّية البيانات. ووكالات التعداد تنشر عادة بيانات تجميعية على مستوى لا يكشف عن معلومات عن الأفراد أو الأسر المعيشية أو عن مجموعات صغيرة من الأفراد. وإذا قام مكتب التعداد بإعادة تجميع بيانات المناطق الصغيرة لعدة مناطق جغرافية صغيرة - مثل مناطق العدّ أو قطاعات من أقسام الرمز البريدي أو الدوائر الصحية أو التعليمية - فقد يتيح ذلك إمكانية أن يقوم أفراد باستخدام عمليات نُظم المعلومات الجغرافية استخداماً لا أخلاقياً والقيام بعزل معلومات عن مجموعات من الأشخاص أقل من المستوى الأدنى الذي تكشف عنه مستويات النشر (انظر الفقرات ٦ - ٣٢ إلى ٦ - ٣٦ أعلاه بشأن مشكلة التمايز). وقد يؤدّي هذا في بعض البلدان إلى اتخاذ إجراءات قانونية من قِبَل الأشخاص المعنيين.

٦-١٥٩- ومن الطريف أن جونسون وأونسراد (١٩٩٥) يزعمان أن بيع بيانات نُظم المعلومات الجغرافية وتقييد الاستخدام الثانوي للبيانات قد يزيد من مسؤولية ناشر البيانات. وقد تعني الرسوم التي يتقاضاها مزوّد البيانات ضمناً أن المواد خالية من الخطأ ومناسبة للأغراض المقصودة، ومع ذلك فإن وضع البيانات موضع الملكية العامة قد يحمي الوكالة من هذا النوع من المطالبات.

٦-١٦٠- وينبغي لوكالة التعداد، قبل توزيع المعلومات ذات المرجعية المكانية، أن تتشاور مع خبراء قانونيين وأن تُرفق بالمنتجات التي تحتوي على البيانات نصّاً بعدم مسؤولية الوكالة إزاء مستعمِلي البيانات. ويمكن أن يشتمل نصّ عدم المسؤولية على النقاط التالية:

- إعلان بأن المعلومات يُعتقَد أنها دقيقة في وقت جمعها وأنها مأخوذة من مصادر يُعتمَد عليها، ولكن لا يمكن إعطاء ضمانة بدقة هذه البيانات.
- تحذير بأن المعلومات يمكن أن تتغيَّر، مع الإبلاغ عن التغييرات الفعلية.
- إذا كانت أجزاء من قاعدة البيانات الجغرافية قد أعدّت بمعرفة وكالة خارجية فيجب النصّ على ذلك بوضوح.
- النص على أن استعمال البيانات ينطوي على القبول بعدم المسؤولية، وموافقة مستعمِل البيانات على ذلك.

٣ - الخرائط على الإنترنت

٦-١٦١- تستخدِم كثير من المؤسسات الإحصائية الوطنية الشبكة الحاسوبية العالمية كوسيلة لنشر المعلومات والبيانات. وتتراوح صفحات الشبكة بين قوائم وجداول بسيطة لنتائج التعداد وبين سطوح بينية متقدمة لتلقي الاستعلامات، ومن خلالها يستطيع المستعمِل طلب جداول متقاطعة خاصة.

٦-١٦٢- وينبغي تشجيع استخدام شبكة الإنترنت لنشر البيانات لأسباب عديدة، إلاّ أن اختيار النشر عن طريق الإنترنت يمثّل استثماراً من جانب وكالات الإحصاءات الوطنية خاصة من ناحية العبء الذي يضعه النشر على الإنترنت على كاهل خواديم الحاسوب وطاقات التخزين وتحديث البيانات والاحتفاظ بنُسخ احتياطية منها. وحبذا لو تنظر وكالات الإحصاءات الوطنية في التكاليف الكلية على مدى حياة البيانات للاستثمار في النشر عن طريق الإنترنت كجزء من تخطيطها العام للتعداد.

٦-١٦٣- والإنترنت مناسبة بدرجة كبيرة لعرض المعلومات الجغرافية وتوزيعها. وأبسط الخيارات هو وضع صور ثابتة للخرائط التي ينتجها مكتب الإحصاءات على الإنترنت. ويمكن على سبيل المثال إنتاج سلسلة من الخرائط تبيِّن متغيِّرات التعداد باستخدام برمجيات إعداد الخرائط على الحاسوب المكتبي. وتتيح معظم البرمجيات للمستعمِل حفظ الخرائط في نسق تصويري عادي، مثل النسق (GIF) أو (JPEG). ويمكن بعد ذلك إدماج هذه الأشكال في صفحات الويب، بنفس الطريقة التي يتم بها إدماج أي صور أو رسوم أخرى. ويمكن لمواقع الشبكة هذه أن تتيح للمستعمِلين الوصول إلى معلومات مفيدة، ولكنها لا تتيح للمستعمِل التصرّف في البيانات وإنتاج خرائط حسب الطلب لمناطق جغرافية معيَّنة. وهناك مناهج أخرى تناقشها الفقرات التالية تتيح للمستعمِل درجة كبيرة من التعامل مع قواعد البيانات الجغرافية للتعداد.

٦-١٦٤- وقد استحدثت معظم شركات نُظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المكتبي أدوات للتعامل مع الخرائط على الإنترنت مستقلة عن منصّة التشغيل، تستخدم بروتوكولات تبادل البيانات العادية. وتتيح هذه الأدوات لمنظمات التعداد وضع المعلومات الجغرافية على حاسوب خدمة الشبكة وتتيح للمستعمِلين إعداد خرائط وتقديم استفسارات على أساس هذه البيانات بشكل تفاعلي، باستخدام متصفحات الإنترنت العادية. وبهذه الطريقة يمكن لمستعمِلي الإنترنت الوصول إلى تطبيقات نُظم المعلومات الجغرافية دون أن يُضطروا إلى شراء برمجيات لنظام المعلومات الجغرافية محمية بالملكية الفكرية. ويمكن توزيع أي بيانات يمكن تخزينها أو تناولها باستخدام نظام المعلومات الجغرافية بهذه الطريقة - بما في ذلك خرائط المتّجهات والصور المساحية وجداول البيانات.

٦-١٦٥- وتُستخدَم برمجيات إعداد الخرائط على الإنترنت أيضاً كأداة داخلية لإتاحة البيانات المكانية إلى موظفي المكاتب الإحصائية على الإنترنت. وبهذه الطريقة يستطيع كل موظف الوصول إلى المعلومات الجغرافية عن طريق البرمجية التي يستعملها في التصفح بدلاً من شراء تراخيص لمواقع حزم نُظم المعلومات الجغرافية التجارية التي تدار من حاسوب مركزي لخدمة الشبكة.

٦-١٦٦- ويُطلَق اسم البنية الأساسية الخدمية كمصطلح عام لمناهج تشمل خدمات حاسوب خدمة الشبكة، وحاسوب المستعمِل، ومزيجاً من الطريقتين (ويرد وصف كل من هذه الطُرق أدناه):

- في الاستراتيجيات المتعلقة بحواسيب خدمة الشبكة (الخادوم)، يرسل المستعمِل طلب خريطة إلى حاسوب خدمة الشبكة الذي يحتوي على قاعدة البيانات. ويقوم برنامج رسم الخرائط على حاسوب خدمة الشبكة بتلبية هذا الطلب وإنتاج الخريطة - في نسق GIF مثلاً - ويرسلها إلى المستعمِل.
- وفي المقابل ففي الاستراتيجيات التي تركِّز على جانب العميل يتم القيام بمعظم عمليات التجهيز محلياً على حاسوب المستعمِل أو "العميل".
- وأخيراً، فإن النهج المختَلَط يجمع بين هذين النهجين.

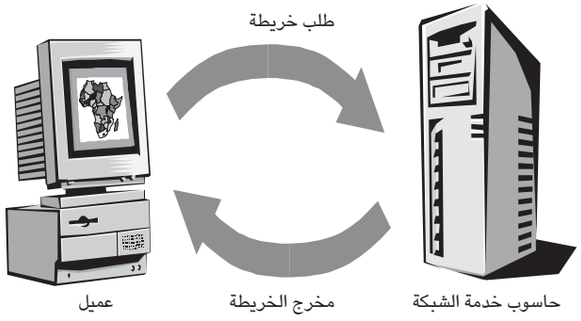
(أ) نُهج حاسوب خدمة الشبكة

٦-١٦٧- يُطلق على هذه الاستراتيجيات أحياناً هندسة "العميل النحيل/الخادوم السمين"، وهي تضع معظم مهام تجهيز البيانات على عاتق خادوم الشبكة الذي يقع في مقرّ المنظمة التي تقوم بتوزيع البيانات. ويشبه هذا النهج بنية الحاسوب الرئيسي التقليدية، حيث يوجد حاسوب مركزي قوي يقوم بإدارة البيانات وتخزينها وتجهيزها لعدد من المستعمِلين تصل فيما بينهم معدات طرفية غير ذكية.

٦-١٦٨- ويوجز الشكل ٦ - ١٠ مبدأ استراتيجية حاسوب خدمة الشبكة، وفيه يتصل المستعمِل بموقع على الشبكة ويطلب من خلاله إحدى الخرائط. وتشمل المواصفات التي يُدخِلها المستعمِل من أجل طلب الخريطة: المنطقة الجغرافية التي يطلب عنها الخريطة - إما باسم المنطقة، أو اسم التقسيم الإداري، أو من خلال إحداثيات تشكل مستطيلاً للحدود - والمتغيِّر الذي يريد رسم خريطته، والتصنيف، وخطة الألوان، وطبقات البيانات الإضافية التي تحدِّد السياق، مثل الطُرق والأنهار أو الحدود الإدارية.

الشكل ٦ - ١٠

رسم الخريطة على الإنترنت: نهج حاسوب خدمة الشبكة



٦-١٦٩- ويُرسَل طلب المستعمِل عن طريق الإنترنت إلى حاسوب خدمة الشبكة ويوجَّه إلى برمجية نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن العثور على موقع برمجية نظام المعلومات الجغرافية إمّا على حاسوب خدمة الشبكة أو على حاسوب منفصل متصل بذلك الخادوم. ويمكن أن تكون برمجية نظام المعلومات الجغرافية برمجية تجارية لرسم الخرائط على الإنترنت أو برمجية معدّة خصيصاً لرسم الخرائط على الإنترنت على أساس نموذج لبرمجية لرسم الخرائط تباع تجارياً. وعن طريق برمجية الخرائط يمكن الدخول إلى قاعدة البيانات المطلوبة والوصول إلى الخريطة وإرسال الناتج مرة أخرى إلى المستعمِل في شكل صفحة من صفحات الويب. وتُرسَل الخرائط

عادة في شكل صور بيانية اعتيادية في نسق (GIF) أو (JPEG)، لأن متصفّحات الويب لا تستطيع تناول أنساق البيانات الاتجاهية. أما إذا أراد المستعمِل تعديل تصميم الخريطة فيقوم بإرسال طلب جديد إلى حاسوب خدمة الشبكة.

٦-١٧٠- ومن مزايا نهج حاسوب خدمة الشبكة أن المستعمِل ليس بحاجة إلى حاسوب قوي للوصول إلى قواعد البيانات الجغرافية التي قد تكون كبيرة جداً. وفي حالة وجود حاسوب قوي لخدمة الشبكة فإنه يمكّن من القيام بعمليات جغرافية مكانية صعبة إلى حدٍ ما، مثل مضاهاة العناوين أو تحديد المسالك في الشبكة الحاسوبية. وكل ما يحتاجه المستعمِل هو متصفّح عادي ووصلة إنترنت. ويتم الحفاظ على سلامة البيانات في هذه العملية لأن المستعمِل لا يستطيع التصرّف في قاعدة البيانات ذاتها، كما أن المستعمِل يطمئن إلى إمكانية الوصول إلى أحدث البيانات المتاحة. وهذه الطريقة تتيح لمزوّد البيانات السيطرة بشكل أكبر على ما يمكن للمستعمِل أن يشاهده والطريقة التي يمكنه مشاهدة البيانات بها. ويمكن تحديد خيارات تصميم الخرائط مُسبقاً بما يضمن حتى للمستعمِلين غير المتمرسين الحصول على ناتج خرائطي مقبول. ومن عيوب هذا النهج إمكانية ازدحام الحركة على شبكة حواسيب الخدمة.

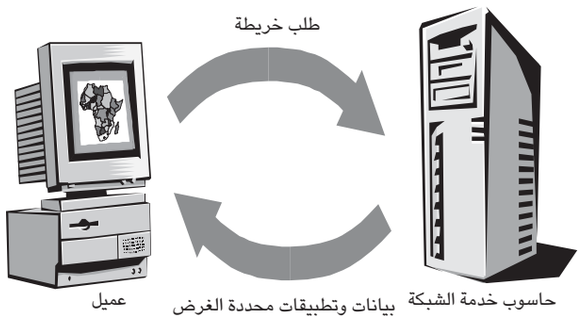
(ب) نُهج التصرّف من قِبَل العملاء

٦-١٧١- هذه النُهُج، أو ما يسمّى بالتصميم الهندسي السمين للعملاء، تنقل إلى مستعمِل الحاسوب كثيراً من عمليات التجهيز المطلوبة. ويُستعمَل حاسوب خدمة الشبكة أساساً للحفاظ على قاعدة البيانات ويُرسِل إلى المستعمِل الأجزاء المطلوبة من قاعدة البيانات، وقد تُرفَق بها نماذج خرائط. وهناك نوعان من المناهج التي تركّز على العميل.

٦-١٧٢- في النهج الأول لا توجد قدرة لإعداد الخرائط على حاسوب المستعمِل وإنما يقوم حاسوب خدمة الشبكة، بعد تلقّي طلب المستعمِل، بإرسال البيانات الجغرافية وكذلك إرسال برنامج صغير يمكّن من رسم الخرائط أو التحليل الجغرافي (الشكل ٦ - ١١). وهذا البرنامج الصغير هو عبارة عن قطعة من برمجية مستقلة عن المنصّة الحاسوبية، ومكتوبة بلغة البرمجة جافا، ويمكن تنفيذها على متصفّحات الويب الاعتيادية. وبهذه الطريقة يمكن للمستعمِل العمل بشكل مستقل عن حاسوب خدمة الشبكة، لأن تصفّح طبقات الخرائط أو تغيير التصميم الخرائطي لا يحتاج إلى إرسال طلبات جديدة إلى حاسوب خدمة الشبكة.

الشكل ٦ - ١١

نقل الخرائط عن طريق الإنترنت: نهج التركيز على المستعمِل



٦-١٧٣- وفي نهج بديل متصل بالعملاء يوجد بصفة دائمة على حاسوب العميل برنامج رسم خرائط أو برنامج مُصغَّر أو وحدة تصفّح قابلة للربط المباشر. ووحدة الربط المباشر هي برنامج يوسّع قدرة وحدة تصفّح الإنترنت لتمكينها، مثلاً، من عرض ملفات بنسق معيَّن. ومن مزايا هذا النهج أن برمجية رسم الخرائط لا تحتاج إلى تنزيل في كل مرة يتصل فيها المستعمِل بحاسوب خدمة الخرائط.

٦-١٧٤- وبعد تنزيل البيانات والبرامج، لا يحتاج العميل إلى مزيد من الاتصال بحاسوب خدمة الخرائط، إذ يمكنه القيام مباشرة برسم الخرائط أو التحليل الجغرافي دون الاتصال بالشبكة. ويمكن الاستفادة من موارد الحاسوب الخاصة بالمستعمِل مما ينتج عنه عادة سرعة في التجهيز. ويمكن للنُهُج التي تعتمد على العميل أن توفِّر للمستعمِل مرونة أكبر وحرية أكثر في تحليل البيانات المكانية وعرضها. ومع ذلك فقد تكون ملفات البيانات والبرامج كبيرة جداً مما يتطلب وجود وصلة بالإنترنت، وفي هذه الحالة قد لا يستطيع المستعمِلون ذوو الحواسيب غير القوية تنفيذ مهام الخرائط والتحليل الأكثر صعوبة. وقد تتيح النُهُج التي تعتمد على العميل للمستعمِل إمكانية الاحتفاظ ببيانات الخرائط الخام التي يطلبها من حاسوب خدمة الشبكة على جهازه الخاص. وهذا قد يمثّل مشكلة إذا كانت البيانات الجغرافية الموجودة على خادوم وكالة التعداد محمية بحقوق النشر.

(ج) النُهُج الهجينة

٦-١٧٥- تتميَّز نُهُج التركيز على خادوم الشبكة بأنها تتيح الوصول إلى الخرائط البسيطة نسبياً لجمهور واسع من غير المتخصصين، ولذلك فهي تناسب بشكل أكبر في عرض خرائط التعداد التي يعدّها مكتب التعداد للجمهور العام. أما النُهُج التي تركِّز على العميل فهي الأفضل للشبكات الحاسوبية الداخلية حيث يستطيع عدد أصغر من المستعمِلين لديهم معرفة أوسع بنُظم المعلومات الجغرافية والخرائط الوصول إلى قواعد البيانات الأكثر تعقيداً. ولذلك فإن هذه النُهُج تناسب بشكل أكبر النفاذ إلى البيانات الجغرافية داخلياً لموظفي التعداد.

٦-١٧٦- وتجمع النُهُج الهجينة بين مزايا النهجين. فهي توفِّر المرونة للمستعمِل في توجيه أسئلة والحصول على معلومات من الخرائط محلياً ولكنها تضع معظم عبء التجهيز لمهام التحليل الأكثر صعوبة على عاتق خواديم الشبكة. وهذا يحتاج إلى درجة من الاتصال بين العميل وحاسوب خدمة الشبكة بشأن قدرة التجهيز المتاحة.

(د) فُرص توزيع بيانات التعداد، بما في ذلك الخرائط على خادوم الشبكة

٦-١٧٧- تتسم برمجيات رسم الخرائط عن طريق الإنترنت حالياً بأنها قابلة للتحكُّم في حجمها. وبوسع مزوِّدي البيانات شراء برمجيات جاهزة (من على الرف) يمكنها التعامل مع مجموعات البيانات الاعتيادية. ولما كان إعداد الخرائط من بيانات التعداد يعتَبر تطبيقاً اعتيادياً إلى حدٍ كبير، فمن المحتمل ألاّ تجد مكاتب الإحصاءات الوطنية صعوبة في العثور على حلول حاسوبية مناسبة. أما التطبيقات الأكثر تعقيداً فيمكن الحصول من أجلها على حزمة أدوات تتكوّن من نماذج برمجية تتيح لمزوّدي البيانات تصميم السطوح البينية لحواسيب خدمة الخرائط حسب الطلب.

٦-١٧٨- وقد بدأ مفهوم حاسوب خدمة الخرائط كبرمجية تطويرية مفتوحة المصدر لبناء تطبيقات على الإنترنت مسندة مكانياً. وحاسوب خدمة الخرائط (Mapserver) هو أكثر تكنولوجيات

حواسيب خدمة الشبكة المفتوحة المصدر المتاحة اليوم استعمالاً لإعداد الخرائط على الحاسوب (انظر www.opengeospatial.org) وهو أحد المكوّنات الأساسية اللازمة لترجمة بيانات نُظم المعلومات الجغرافية إلى صور خرائطية يمكن مشاهدتها على شاشة الحاسوب على الشبكة. والواقع أن برمجية (Mapserver) تتعامل بسهولة مع معايير هيئة نُظم المعلومات الجغرافية المفتوحة، كما أنها تتسم بمخرجات خرائطية متقدمة، بما في ذلك الخرائط المواضيعية، وأتمتة عناصر الخرائط، وخاصية رسم الخرائط بحسب مقياس الرسم المطلوب، وخاصية أعلمة المعالم، وإنتاج مخرجات حسب الطلب على أساس نماذج معدّة سلفاً، كما أنها تتفاعل بسهولة مع برامج الكتابة على الخرائط وطبعها، وعرض الخرائط، ومع طائفة واسعة من أنساق المتّجهات والأنساق المساحية (وللاطلاع على مزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى الموقع: http://mapserver.gis.umn.edu).

٦-١٧٩- ومع زيادة قدرة الشبكات أمكن نقل مجموعات البيانات الكبيرة ونماذج البرامج إلى المستعمِلين، كما أمكن خدمة مجموعة أكبر من المستعمِلين في نفس الوقت. ويمكن التغلُّب على المشاكل المتعلقة بالحلول التي ترتكز على العميل والتي ترتكز على حاسوب الخدمة بتحسين وتسريع وصلات الإنترنت. فهذا ييسّر إتاحة إمكانية أكبر للاتصال بحواسيب خدمة الشبكة على نحو أكثر تواتراً ودون تأخير، مما يؤدّي إلى تنفيذ طلبات المستعمِلين بشكل فوري تقريباً.

٦-١٨٠- وبالنسبة لبيانات التعداد فإن أفضل استراتيجية للوصول إلى البيانات على الإنترنت وتوزيعها تتوقف على قدرات المستعمِل وخبراته. وتتيح مرونة النظام تقديم الخدمات لأي مستوى من المستعمِلين، بمن فيهم "المستعمِلون الأقوياء" والمستعمِلون النشطون وغير النشطين. وهذه الفئات من المستعمِلين توازي تقريباً التقسيم الطبقي للمستعمِلين الوارد أعلاه، على النحو التالي:

- **المستعمِلون الأقوياء**. الذين يرغبون في الحصول على كامل قاعدة البيانات لاستعمالها على حواسيبهم، باستخدام برمجيات نظام المعلومات الجغرافية التجارية. ويتم خدمة هؤلاء عن طريق وسائل توزيع البيانات التقليدية مثل شراء الأقراص المدمجة والأقراص الرقمية المصوّرة أو خيارات التنزيل من على الإنترنت للمجموعات "الخام" من بيانات نُظم المعلومات الجغرافية للتعداد.
- **المستعمِلون النشطون**. وهؤلاء لديهم بعض الخبرة في استعمال نُظم المعلومات الجغرافية ولكن ليس لديهم قدرات محلية في مجال نُظم المعلومات الجغرافية. ويرغب هؤلاء المستعمِلون في تنزيل أجزاء من قاعدة البيانات مع نماذج من برامج نُظم المعلومات الجغرافية تؤدي المهام المطلوبة.
- **المستعمِلون السلبيون**. وهؤلاء لا يرغبون في أكثر من الحصول على خريطة محدّدة الملامح سلفاً. وتتم تلبية طلب المستعمِل من خلال حاسوب خدمة الشبكة وتُرسل المعلومات المطلوبة إلى المستعمِل عن طريق الإنترنت في نسق مناسب - مثل الأشكال المساحية أو ملفات البوست سكريبت لأجل لخرائط، وكشوف البيانات الحاسوبية أو ملفات قواعد البيانات لأجل البيانات.

٦-١٨١- ويمكن لنظام مرن لتوزيع البيانات على الشبكة أن يؤدّي الوظائف التالية:

- المستعمِلون هم الذين يحدّدون الإطار الجغرافي للمنطقة ذات الاهتمام. ويتلخص طلبهم في تنزيل البيانات أو في طلب خريطة. ويمكن تحديد المنطقة الجغرافية باستعمال أي من العناوين الجغرافية التالية:

- اسم المنطقة الجغرافية، مثل: مدينة أو منطقة إدارية أو حيّ.
- مستطيل يحدِّد حدوداً حسب إحداثيات جغرافية معيَّنة.
- منطقــة يتم تحديدها تفاعلياً من جانب المســتعمِل عن طريق وظيفتي التصفّح ودرجــة التقريــب؛ فمثلاً قــد يبدأ الســطح البينــي بخريطة للبلد ثم يســتطيع المستعمِل أن يُقَرِّب إلى منطقة تهمه ويختار المنطقة الجغرافية المحدّدة برسم مستطيل أو مضلّع على الشاشة. ومع قيام المستعمِل بالتقريب، تظهر تفاصيل إضافية على الســطح البيني للخريطة؛ وتبيِّن الخريطة في البداية حدود البلد أو المحافظة مثلاً، وحين يقرّب المستعمِل خريطة المحافظة تظهر حدود المناطق الإداريــة أو المدن أو الأحياء. وباختيار مدينة معيّنة تظهر الشــوارع الرئيســية وحدود مناطق العدّ الحضرية. ويتوقّف مســتوى التفاصيل على مقياس الرســم للخريطة المعروضة على شاشة المستعمِل.
- منطقــة يحدّدهــا اســتعلام جغرافي. فمثــلاً قد يطلب مســتعمِل تجــاري يريد معلومــات عن الخصائــص الديمغرافية لزبائن محتملين، معلومات ديمغرافية خاصــة بمنطقــة دائرة نصــف قطرها خمســة كيلومترات تحيــط بموقع مركز تجاري. وقد تطلب وكالة تخطيط حكومية بيانات عن الســكان الذين يعيشــون في نطاق خمسة كيلومترات من مدخل أو مخرج لطريق سريع مقتَرح.

٦-١٨٢- ويحدد المســتعمِل المتغيرات ذات الأهمية بالنسبة له ونوع الــمُنتج الذي يرغبه. ويمكن أن تتضمن الخيارات خرائط يســتطيع المســتعمِل تحديد تصميمها الخرائطي، مثل عدد الفئــات، ونوع التصنيف وظلال الألــوان. وقد يكون الــمُنتج مجرد جدول بيانات يُبيّن المتغيرات المختارة لمنطقة معيّنة. ويبين المســتعمِل أيضاً ما إذا كان مطلوباً نماذج تشــغيل لقاعدة البيانات أو للاستعلام الجغرافي والتحليل، أو ما إذا كان مطلوباً نتيجة في شكل خريطة أو قاعدة بيانات.

٦-١٨٣- ويقــوم حاســوب خدمة الشــبكة الذي يحمــل قاعــدة البيانات بتفســير طلب المستعمِل وإنشاء قاعدة البيانات الفرعية المطلوبة من قاعدة البيانات الأصلية. وبالنسبة للمناطق التي يتم اختيارها باســتعمال أسماء جغرافية فإن الأمر هين ولا يحتاج، مثلاً، إلاّ اختياراً منطقياً لجميــع مناطــق العدّ في التعداد في نطاق منطقة إدارية معيَّنة. وأما الأماكن المطلوبة التي لا تتفق مــع الهرم التنظيمي الجغــرافي للتعداد فيحتاج الأمــر إلى مزيد من التجهيــز. وفي بعض البلدان تتــاح حالياً قواعد بيانات جغرافية مكانية للوحدات الســكنية، أو هي في ســبيل الإنشــاء، يقترن فيها كل مســكن بإحداثية جغرافية، ويســتطيع نظام المعلومات الجغرافية الموجود على حاسوب خدمة الشبكة إكمال الجدول المطلوب عن طريق اختيار جميع الأسر المعيشية التي تنطبق عليها أوصــاف المنطقــة الجغرافية المحدّدة. وإذا لــم يكن ذلك ممكناً تقوم قاعــدة البيانات الجغرافية المكانية الموجودة على حاســوب خدمة الشبكة بأداء اســتقراء داخلي مساحي باستعمال التقنيات التي ورد وصفها فيما سبق.

٦-١٨٤- وتعود نتيجة الاســتعلام إلى المســتعمِل، إما كبيانات أساسية يستطيع المستعمِل عــن طريــق برمجية نظام المعلومــات الجغرافية التحكم فيها، أو في شــكل خريطة أو تقرير من قاعدة البيانات يمكن استعماله بشكل مباشر. وطبيعي أن تتاح للمستعمِل، بالإضافة إلى البيانات الأساسية أو الخرائط، وثائق البيانات وغير ذلك من المعلومات ذات الصلة.

٦-١٨٥- وقد تُقدّم هذه الخدمات مجاناً أو على أســاس دفع رسوم، وفقاً لسياسات البلد في توزيــع البيانــات. وقد تُلبّى الطلبات على المعلومات الأساســية التي تم تجميعها فعلاً بشــكلٍ مجاني وتُلبّى الطلبات الأكثر تعقيداً على أساس دفع رسوم.

٦-١٨٦- وسريــة البيانات هي مــن الاعتبارات المهمــة إذا كانت الجداول المقدّمة حســب الطلــب تحتوي عــلى بيانات عن مناطق صغيرة جداً. وأمن البيانات على الإنترنت هو بنفس القدر من الأهمية في إدارة بيانات التعداد على الشــبكات وكذلــك في تطبيقات الإنترنت التجارية. ولذلك يجب فصل الشبكة الداخلية التي تمكّن من الوصول إلى بيانات التعداد عن المناطق الصغيرة جداً، باســتعمال جدار مانع، عن مجال الإنترنت الذي يتيح للمســتعمِل الخارجي الوصول إلى بيانات التعداد التجميعية.

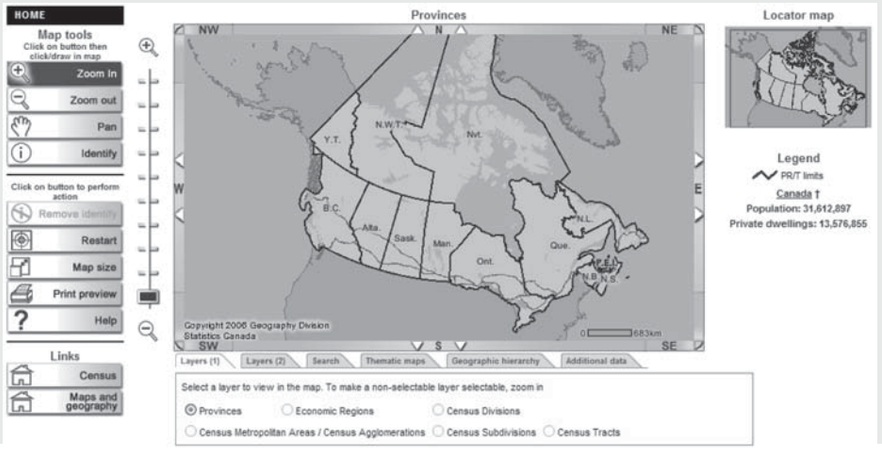
٦-١٨٧- ومن الواضح أن الســطح البيني الذي يســتعمل في توزيع البيانات بهذا الشكل لابــد أن يكون طموحاً جداً، حيث إنــه يتطلب وصلات سريعة للإنترنت، كما أنه لا يمكن أن يصل إلى عدد كبير من المستعمِلين إلاّ إذا كان الاتصال بالإنترنت ميسّراً وشائعاً في البيوت ودوائر الأعمال والوكالات الحكومية. وهذه الظروف ليســت مواتيــة حتى الآن في جميع البلدان، ولكن بالنظر إلى سرعة انتشــار التكنولوجيا فســيكون بوســع كثير من البلدان تلبية غالبية الطلبات على البيانات عن طريق الإنترنت في المســتقبل القريب. وتســعى بعض منظمات التعداد بالفعل إلى الإسراع في استراتيجياتها الخاصة بتوزيع بيانات تشتمل على عناصر من تلك التي يرد ذكرها هنا.

الإطار ٦ - ١

دراسة حالة لاستعمال شبكة الويب في رسم الخرائط لنشر بيانات التعداد: كندا

منذ أواخر تسعينات القرن الماضي أصبحت الإنترنت من وسائط النشر الأساسية للإحصاءات في كندا. ويتيح النشــر عن طريق شــبكة الويب إمكانيات هائلة في تزويد المســتعمِلين بمرونة كبيرة للوصول إلى البيانات الإحصائية. ومن أهم الاعتبارات في اســتثمار هذه الإمكانيات وجود أدوات تتيح للمســتعمِل التعامل بســهولة مــع البيانــات المتاحــة. وقد طوّرت إدارة الإحصــاءات في كندا أداة لإعــداد الخرائط على شــبكة الويب تتيح للمســتعمِل اســتقصاء بيانات التعداد جغرافياً عن طريق التفاعل مع الخريطــة. وأداة البحث الجغرافي هذه تمكن المســتعمِل من البحث عن البيانات الأساســية الجغرافية والديمغرافية للمناطق في كندا، وتحديد هذه المعلومات وتصفحها والحصول على معلومات أساسية عنها.

برنامج البحث الجغرافي، ٢٠٠٦



ويستطيع المستعمِل الذي يبحث عن مكان محدد في كندا التفاعل مع مجموعة مشتركة من أدوات الخرائط موجودة على الجانب الأيسر من شاشة الحاسوب، وتكبير الخرائط أو تصغيرها أو تحريكها أو تحديد مناطق ذات اهتمام فيها. وتوجد مجموعة من الأوامر تحت نافذة الخريطة يمكن للمستعمِل من خلالها أداء مجموعة مختلفة من الوظائف، مثل اختيار نوع معين من المناطق الجغرافية، والبحث عن منطقة ذات اهتمام، باستعمال عدة أنواع من المعلومات (اسم المكان، عنوانه، أو الرقم الكودي)، كما يمكنه إعداد خرائط موضوعية لبيانات التعداد، وتحديد العلاقات بين طبقات الهيكل الهرمي الجغرافي، أو الحصول على مزيد من البيانات. ومتى تم للمستعمِل تحديد منطقة معيّنة، فبوسعه أن يطّلع على أعداد السكان والمساكن، والاختيار من بين ٣٥ متغيراً من متغيرات التعداد لرسم خرائط مواضيعية دينامية، والاتصال بأكثر من عشرة آلاف خريطة مرجعية موضوعة في النَسق PDF، أو الوصول إلى ثروة هائلة من البيانات الديمغرافية والاجتماعية والاقتصادية عن ملامح المجتمعات المختلفة في تعداد ٢٠٠٦.

وتنتج إدارة الإحصاءات في كندا، بالإضافة إلى محرك البحث الجغرافي، مجموعة كاملة من مُنتجات البيانات الجغرافية للتعداد يمكن الوصول إليها على الشبكة. وهذه المنتجات مرتّبة في ثلاثة خطوط إنتاج رئيسية هي: مجموعة منتجات الخرائط (في النسق PDF) وتشمل خرائط مرجعية توضح المناطق الجغرافية المعتادة، وخرائط مواضيعية لها تعرض إحصاءات تتصل بمواضيع مختلفة. وهناك مجموعة المعلومات المكانية، وهي تشمل ملفات الحدود لجميع المناطق الجغرافية القياسية، وملف شبكة الطُرق، وملف البيانات الجغرافية المائية. وتتيح هذه المنتجات المكانية للمستعمِلين إمكانية تطوير قواعد بياناتهم الجغرافية المكانية الخاصة للأغراض التحليلية أو إدماج المناطق الجغرافية للتعداد في قواعد بياناتهم الجغرافية المكانية. وأخيراً هناك مجموعة معلومات الخصائص، التي تتضمن بيانات عن الخصائص لكل منطقة جغرافية (مثل عدد السكان والمساكن، ومساحة الأراضي، والكثافة السكانية) والعلاقات بين المناطق الجغرافية. ويمكن استعمال هذه المنتجات بشكل مستقل عن المنتجات الخاصة بالمعلومات المكانية، أو مقترنة بها (لمزيد من المعلومات يمكن الاتصال بالسيد جو كريزوفتش على الموقع Joe.Kresovic@statcan.gc.ca).

واو - موجز واستنتاجات

٦-١٨٨- تناول الفصل السادس المسائل المتعلقة بالمهام الجغرافية بعد العدّ، بما في ذلك نشر البيانات. إذ أنه بعد تلقي التغييرات على القواعد الجغرافية من الميدان، تبدأ عملية التدقيق المستمر لقاعدة البيانات الجغرافية من أجل استعمالها في التعدادات والدراسات الاستقصائية المقبلة. ويمكن نشر البيانات على مستوى مناطق العدّ المعدّلة أو عن طريق تجميع البيانات في وحدات نشر جديدة، مثل المناطق العنقودية. ويمكن إنتاج عدد من المنتجات والخدمات الثابتة والدينامية من التعداد، بما في ذلك الخرائط والتقارير والأطالس، والأقراص الحاسوبية المدمجة، والمواقع على الشبكة الإلكترونية.

٦-١٨٩- على أن نشر البيانات على المستوى التفصيلي يثير عدداً من القضايا المتصلة بالإفصاح عن المعلومات والسرية. ومن المسائل الأخرى المتصلة بنشر البيانات مسألة توزيع البيانات مجاناً أو مقابل رسوم من أجل توليد الدخل عن طريق بيع منتجات القيمة المضافة، مثل الأقراص الحاسوبية المدمجة أو أقراص الفيديو الرقمية. وتضمّن الفصل السادس أيضاً وصفاً لمنتجات البيانات الجغرافية، مثل أدوات تصفح الخرائط، والملفات المكانية للخصائص لاستعمالها في برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية، ومنتجات الخرائط للإنترنت.

ثبت المراجع

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.

Bertin, J. (1983). Semi*ology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press. First published in French as *Semiologie Graphique*. Paris, 1977.

Brewer, C. (1994). Colour use guidelines for mapping and visualization. In A. M. MacEachren and D. R. F. Taylor, eds. *Visualization in Modern Cartography*. London: Pergamon.

_____ (2005). *Designing Better Maps: A Guide for GIS Users*. Redlands, California: ESRI Press.

Bugayevskiy, L. M., and J. P. Snyder (1995). *Map Projections : A Reference Manual*. 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.

Castro, M., et al. (2004). Integrated urban malaria control: a case study in Dar es Salaam, Tanzania. *American Journal of Medical Hygiene*, 103-117.

Dent, B. D. (1999). *Cartography*: *Thematic Map Design,* 5th edition. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers.

Duke-Williams, O., and Rees, P. H. (1998). Can census offices publish statistics for more than one small area geography? An analysis of the differencing problem in statistical disclosure. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 12, No. 6.

Economic Commission for Africa (2007). Determination of fundamental data sets for Africa: geoinformation in socio-economic development. Document ECA/ISTD/GEO/2007/02E. Addis Ababa.

Fothergill, S., and J. Vincent (1985). *The State of the Nation: An Atlas of Britain in the Eighties*. London: Pan Books.

Garson, G. D. (2003). *Public Information Technology: Policy and Management Issues*. Hershey, Pennsylvania: Idea Publishing Group.

Hohl, P., ed. (1998). *GIS Data Conversion: Strategies, Techniques, Management*. Santa Fe, New Mexico: Onword Press.

Hurskainen, P., and P. Pellikka. (2006). Change detection of informal settlements using multi-temporal aerial photographs: the case of Voi, SE Kenya. Proceedings of the Fifth Conference of the African Association of Remote Sensing of the Environment. Helsinki.

Jensen, J. R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 2nd edition. New York: Prentice-Hall.

_____, and D. Cowen (1999). Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 65, No. 5, pp. 611-622.

Johnson, J., and H. J. Onsrud (1995). Is Cost Recovery Worthwhile?. *Proceedings of the Annual Conference of the URISA*, San Antonio, Texas, July.

Khosrow-Pour, M. (2005). *Practicing e-Government: A Global Perspective*. Hershey, Pennsylvania: Idea Publishing Group.

Kraak, M. J., and F. J. Ormeling (1997). *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.

Krygier, J., and D. Wood. (2005). *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*. New York: Guilford Press.

Longley, P., M. Goodchild, D. Maguire and D. Rhind. (2005). *Geographic Information Systems and Science*. New York: John Wiley and Sons.

Lynch, M., and K. E. Foote (1997). Legal issues relating to GIS: the geographer's craft project. Austin: University of Texas.

MacEachren, A. M. (1994). *Some Truth with Maps: A Primer on Symbolization and Design*. Washington, D.C.: Association of American Geographers.

_____ (1995). *How Maps Work: Representation, Visualization and Design*. New York: Guilford Press.

McDonnell, R. and K. Kemp (1995). *International GIS Dictionary. Cambridge*, United Kingdom: GeoInformation International.

Monmonier, M. (1993). *Mapping It Out. Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University of Chicago Press.

Montana, L., and J. Spencer (2004). *Incorporating Geographic Information into Measure Surveys: A Field Guide to GPS Data Collection*. Chapel Hill, North Carolina: Carolina Population Center of the University of North Carolina.

Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (1996). Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large-Scale Demographic Surveys, 22-26 April 1996. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund.

Niebert, D. D., ed. (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook*. Global Spatial Data Infrastructure.

O'Looney, J. A. (2002). *Wiring Governments: Challenges and Possibilities for Public Managers*. Westport, Connecticut: Quorum Books.

Padmanabhan, G., J. Yoon and M. Leipnik (1992). *A Glossary of GIS Terminology*, Technical Report, No. 92-13. Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis.

Prévost, Y., and P. Gilruth (1997). *Environmental Information Systems in Sub - Saharan Africa*. Building Blocks for Africa 2025, Paper No. 12. The World Bank, Washington, D.C. and UNDP/UNSO, New York.

Rhind, D., ed. (1997). *Framework for the World*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.

Robinson, A. H., J. L. Morrison, P. C. Muehrcke, A. J. Kimerling and S. C. Guptill (1995). *Elements of Cartography,* 6th edition. New York: John Wiley and Sons.

Snyder, J. P. (1982). *Map Projections Used by the United States Geological Survey*, Washington, D.C.: Government Printing Office.

_____ (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*. Chicago: University of Chicago Press.

Tomlinson, R. (2007). *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. Redlands, California: ESRI Press.

Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.

_____ (1990). *Envisioning Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.

United States, Census Bureau (1978). *Mapping for censuses and surveys*, Statistical Training Document ISP-TR-3. Washington, D.C.: United States Department of Commerce, Bureau of the Census.

United States, Federal Geographic Data Committee (1997a). *Framework Introduction and Guide*. Washington, D.C.

_____ (1997b). The subcommittee on cultural and demographic data. Washington, D.C. (www.census.gov/geo/www/standards/scdd/index.html).

United States, National Center for Health Statistics (1997). *Atlas of United States Mortality*. Washington, D.C.: Center for Disease Control and Prevention.

United States, National Research Council (2007). *Tools and Methods for Estimating Populations at Risk from Natural Disasters and Complex Humanitarian Crises*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Weeks, J. (2007). Can we spot a neighbourhood from the air? Defining neighbourhood structure in Accra, Ghana. *GeoJournal*, 69:9-22.

White, J. D. (2007). *Managing Information in the Public Sector*. Armonk, New York: M. E. Sharpe.

Yankson, P., et al. (2004). A flexible model for urban vegetation cover measurement based on remote-sensing images. China: Wuhan University.

الأمم المتحدة (٢٠٠٧): نُظم المعلومات الجغرافية لتعدادات السكان، رقم المبيع: E.97.XVII.30.

الأمم المتحدة (٢٠٠٨): مبادئ وتوصيات لتعدادات السكان والمساكن، التنقيح ٢، منشورات الأمم المتحدة، رقم المبيع: E.07.XVII.8.

المرفق الأول

نُظم المعلومات الجغرافية

ألف - نظرة عامة على نُظم المعلومات الجغرافية

م ١-١- نظـام المعلومات الجغرافية هو أداة تسـتند إلى الحاسـوب في إدخال المعلومات وتخزينهـا وإدارتهـا واسـترجاعها وتحديثها وتحليلهـا وإخراجها. وتتصـل المعلومات في نُظم المعلومات الجغرافية بخصائص المواقع أو المناطق الجغرافية. وبمعنى آخر فإن نظام المعلومات الجغرافيـة يتيح الإجابة على أسـئلة حول مكان الأشـياء أو ماهية الأشـياء التـي توجد في موقع معين.

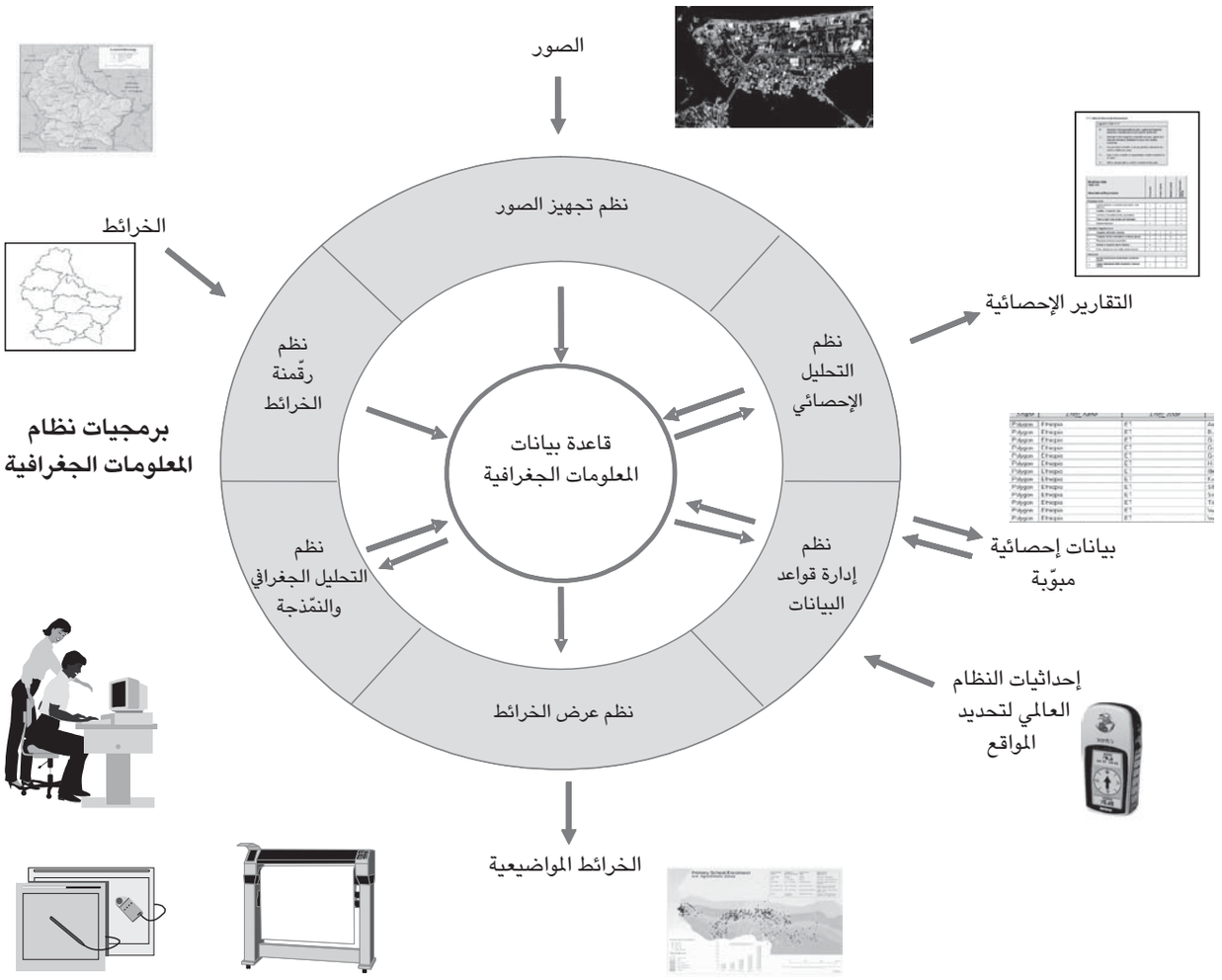
م ١-٢- وتعبير "نظـام المعلومات الجغرافية" له معانٍ تختلف باختلاف السـياق. فقد يشـير إلى النظام الشامل من المعدات والبرمجيات المستخدمة للتعامل مع المعلومات المكانية، وقد يشـير إلى برمجيـة معيّنة مصمّمة لمعالجـة المعلومات عن الخصائص الجغرافية، وقد يشـير إلى تطبيق من التطبيقات، مثل قاعدة بيانات جغرافية شاملة للبلد أو المنطقة. وأخيراً فإنه يستعمل أحياناً لوصف مجال الدراسـة الذي يهتم بالطُـرق واللوغاريتمات والإجراءات الخاصة بالتعامل مع البيانات الجغرافية المكانية. وعلى سبيل المثال يقدّم عدد كبير من جامعات العالم الآن مناهج تُمنح عنها درجات علمية في نُظم المعلومات الجغرافية، كما أن تعبير "علم المعلومات الجغرافية" يستعمل بشـكل متزايد للإشـارة إلى البحث الأكاديمي في البرمجيات والإجراءات الجغرافية التي تسـتند إلى الحاسـوب. ويستعمل الآن على نطاق واسـع تعبير يتصل بالموضوع، هو التكنولوجيا الجغرافية المكانية، وهو تعبير أكثر شمولاً يضم تكنولوجيا نُظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار من بُعد، والنظام العالمي لتحديد المواقع.

م ١-٣- وقد أسهمت عدة علوم في وضع أُسس نظام المعلومات الجغرافية، كما هو مبيّن في الشـكل م ١ - ١. فقـد سـاهمت تقاليد المسـاحة ورسـم الخرائط في وضـع القواعد والأدوات اللازمة لقياس وتمثيل المعالم على أرض الواقع، وسـاهمت علوم الحاسوب في وضع إطار تخزين المعلومـات الجغرافيـة وإدارتهـا، كما أسـهمت هذه العلـوم، إضافة إلى الرياضيـات، في تطوير أدوات معالجة الأشـكال الهندسية التي تمثل الملامح الجغرافية على أرض الواقع. وباحتواء نظام المعلومـات الجغرافية على بيانات مأخوذة من الدراسـات الاسـتقصائية الاقتصادية والاجتماعية والبيئيـة والطبوغرافية، فإنه يسـاند طائفة واسـعة من التطبيقات في مجـالات عريضة تتراوح ما بين المجالات الأكاديمية بدرجة كبيرة مثل علوم الآثار أو علوم المحيطات، والتطبيقات التجارية، بما فيها التسويق والعقارات.

م ١-٤- ومـن تطبيقات نُظـم المعلومـات الجغرافية اسـتعمالها في الأغراض الشـبيهة بالجـرد، ومن ذلك اسـتخدامات قطاع المرافـق العامة، حيث تقـوم شركات الهاتف مثلا بإدارة

الشكل م ١ - ١

أسس نظام المعلومات الجغرافية



المصدر: Ebener، منظمة الصحة العالمية

بنيتها التحتية المادية وصيانتها باستعمال قاعدة بيانات جغرافية. ومن الأمثلة الأخرى نُظم إدارة تسـجيل الأراضي التي تقوم بها الوكالات الحكومية المحلية والإقليمية. ويستخدم نظام المعلومات الجغرافية في بعض المجالات لدعم جمع البيانات. ومن أبرز هذه الأمثلة بالطبع استعماله في إعداد الخرائـط الرقمية وقواعد البيانات الجغرافية لأغراض عمليات التعداد ونشر البيانات، التي يركز عليها هذا الدليل. وهناك تطبيقات تتسم بدرجة أكبر من التحليل في المؤسسات الأكاديمية أساساً، وفي كثير من المجالات التطبيقية أيضاً، مثل إدارة الموارد الطبيعية أو التسويق. وتستخدم شركات إدارة الغابات، على سبيل المثال، نظام المعلومات الجغرافية للوصول إلى أفضل الطُرق للاستفادة من أشـجار الغابات بشكل مستدام، كما أن شركات التسويق وتجارة التجزئة تستخدم تحليلات مكانية متقدمة من أجل استهداف العملاء أو تحديد مواقع المنشآت الجديدة.

١ - المعدات والبرمجيات والبيانات

م ١-٥- وردت مناقشــة المسائل المتعلقة بالمعدات والبرمجيات في هذا الدليل في سياق إقامة وصيانــة قواعد البيانات الجغرافية لعمليات التعــداد. وبصفة عامة، لا تختلف المعدات المطلوبة عن المعــدات التي تســتخدم في التطبيقــات الأخرى ذات التوجــه الجغرافي التي تتســم بكمية هائلة من البيانات: حاسوب أو محطة طرفية من نوع حديث ويناسب الاستعمال المكتبي، وشاشة عرض كبيرة ذات استبانة عالية، وأجهزة إدخال البيانات المعتادة - أي لوحة المفاتيح والفأرة. وتستخدم جداول الرقمنة ذات الأنساق الكبيرة أو جهاز مسح لتحويل الخرائط الورقية إلى قواعد بيانات رقمية. وهذه الأدوات هي أيضاً التي يستعملها المهندس المعماري أو مُصمم الرسوم البيانية. وتُستخدم الراسمات البيانية ذات الأنساق الكبيرة والطابعات المكتبية لإنتاج الخرائط للعرض وللتحليل البصري.

م ١-٦- وقد تطورت برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية تطوراً سريعاً منذ نشأتها، من النُظم القائمة على أساس تسلسل التعليمات، التي كانت صعبة التعلّم جداً، إلى البرمجيات السهلة التشغيل والاستخدام التي تعتمد على قوائم الأوامر، والتي يمكن لأي شخص أن يستخدمها بأقل قدر من التدريب. ويســتخدم مُحللو نُظم المعلومات الجغرافية برامج حديثة جداً لإنشــاء قواعد بيانــات جغرافيــة جديدة والقيــام بتحليلات مكانية متقدمة. وفي المســتوى الأوســط توجد حزم برامجية مختلفة لاستعمالها في الحاسوب المكتبي لأغراض الخرائط، تجمع ما بين السطح البيني المعتاد وبين طائفة واســعة من القدرات من حيث إدخــال البيانات وإدارتها وتحليلها ونواتجها. وأخــيراً، وعلى المســتوى الأدنى، توجد برمجيات لتصفح البيانات الجغرافية، لا تتيح للمســتعمِل تغيير البيانات، ولكنها تتيح له مجموعة كبيرة من وسائل العرض. وتمثل هذه البرمجيات الأخيرة، وبعضها يوزع مجاناً، أداة ممتازة لتوزيع البيانات.

م ١-٧- ومن الأدوات الحديثة التــي يروج لها عدد من بائعي نُظم المعلومات الجغرافية مجموعــات أدوات تتكون من نصــوص أو قواعد تطبيقات للبرمجيات المتصلــة بنُظم المعلومات الجغرافية تتيح للمســتعمِل القيام برســم خرائط حســب الطلب في حــدود بيئة برمجية تخضع لمقاييس الصناعة ومستهدفة الغرض. وبعض مجموعات الأدوات هذه قائم بذاته وبعضها يمكن إدماجه في حزم البرمجيات الأخرى. وتشتمل بعض هذه المنتجات أيضاً على الأدوات اللازمة لوضع تطبيقات لرسم الخرائط قائمة على استعمال الإنترنت.

م ١-٨- وتركِّــز الاتجاهات الحديثــة في برمجيات نُظم المعلومــات الجغرافية على إعداد الخرائــط عن طريق الإنترنت وعــلى التصاميم النموذجية التي تتيح إدمــاج الوظائف الجغرافية المكانية في أي تطبيق. ويستطيع المستعمِلون الآن القيام باستعلامات وتحليلات للبيانات من قواعد البيانات الجغرافية من بُعد باســتعمال متصفحاتهم على شبكة الويب وبرمجيات يمكن تحميلها حسب الطلب. وبالنسبة للتطبيقات المتقدمة جداً حدث تقارب كبير بين نُظم المعلومات الجغرافية ونُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية، فكما أن برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية تستعمل نُظم إدارة قواعــد البيانات العلاقاتية في تخزين معلومات الخصائص ومعالجتها، تحتوي بعض نُظم إدارة قواعــد البيانات أيضاً على وظائف لتخزين الأشــكال الجغرافيــة ومعالجتها. وتتلاشى الآن الفوارق بين نُظم المعلومات الجغرافية وغيرها من نُظم المعلومات الأخرى.

م ١-٩- والبيانــات هــي العامل الأقوى في تطويــر تطبيقات نُظم المعلومــات الجغرافية (انظــر الشــكل م ١ - ٢). وكثير من مجاميع البيانات الجغرافية الشــائعة هــي معادلات رقمية للخرائط الورقية مثل الخرائط الطبوغرافية التي تبين الطُرق والأنهار والارتفاعات والمستوطنات، في شكل طبقات متراكبة. وتشــمل المعلومات المواضيعية خصائص اقتصادية واجتماعية مُسندة

حسب الوحدات الإدارية، وخرائط تفسيرية تُبيّن الغطاء الخضري أو استعمال الأراضي، ويمكن وصف الأشكال الموجودة على الخريطة الرقمية في جدول بيانات مرفق في قاعدة البيانات المكانية الرقمية. وفي بعض الأحيان قد يكفي عدد قليل من الخصائص في تشخيص مجموعة من الملامح، وفي حالات أخرى، كما هو الحال في قاعدة بيانات التعداد، تكون معلومات الخصائص المخزّنة في النظام شاسعة.

الشكل م ١ - ٢

أنواع المعلومات المخزّنة في نظام المعلومات الجغرافية

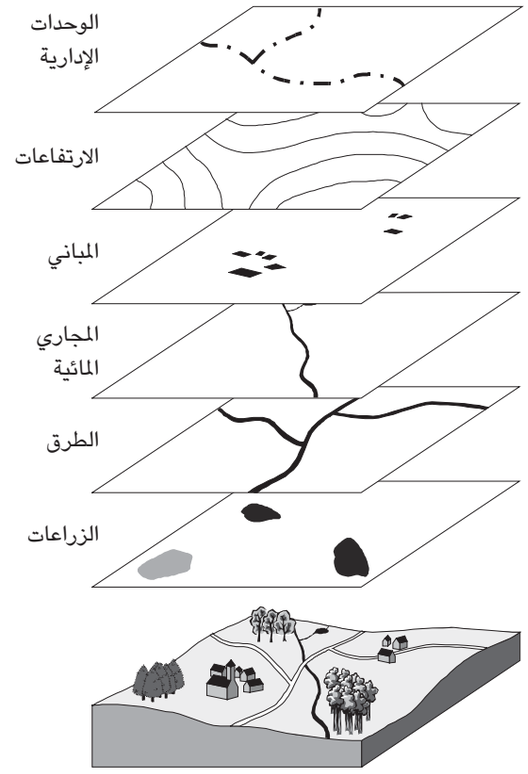
م ١-١٠- ومن مصادر المعلومات الجغرافية الأخرى ما يأتي عن طريق الاستشعار من بُعد (أي التصوير الجوي أو الساتلي). ويجري إدماج الصور أو الرسوم المأخوذة من طائرات تطير على ارتفاع منخفض أو من السواتل مع المعلومات الأخرى ذات المرجعية الجغرافية. وأحياناً توفِّر هذه الصور المعلومات الأساسية المواضيعية أو الطبوغرافية. ولكن الذي يحدث في الغالب هو تفسير هذه المعلومات المستفادة من هذه الصور وتخزينها كمعلومات خريطة رقمية، ثم تُدمَج فيها المعلومات المأخوذة من الوسائط المتعددة مثل الصور والفيديو والنصوص، وحتى المعلومات الصوتية، وإدماجها جميعاً في نظام المعلومات الجغرافية. ويتم إدماج هذه المعلومات عادة عن طريق الوصلات الحارة، إذ يستطيع المستعمِل النقر تفاعلياً على أي خاصية لكي يشاهد الصور أو الفيديو الخاصة بأي موقع جغرافي. وممّا سهَّل هذه العملية كثيراً ظهور برامج خرائط سهلة الاستعمال على الإنترنت مثل جوجل إيرث (Google Earth).

٢ - طبقات البيانات الجغرافية

م ١-١١- قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية هي تمثيل حاسوبي للطبيعة كما هي على أرض الواقع. وتوفِّر برمجيات نظام المعلومات الجغرافية الأدوات اللازمة لتنظيم المعلومات حول معلَم مكاني محدَّد. والمبدأ التنظيمي الأساسي لنظام المعلومات الجغرافية هو طبقات البيانات، كما هي معروضة في الشكل م ١ - ٣. فبدلاً من تخزين جميع الملامح المكانية في موضع واحد، كما هو الحال في الخريطة الطبوغرافية، يتم تجميع مجموعات من الملامح المتشابهة في طبقة بيانات واحدة أو أكثر.

الشكل م ١ - ٣

طبقات البيانات - الفراغ كنظام للفهرسة



م ١-١٢- ويمكـن أن تحتوي قاعـدة البيانات الجغرافية على طبقات مـن الملامح المادية، مثـل الطُـرق والأنهار والمبانـي، وكذلك على طبقات مـن ملامح محدّدة لا يمكـن ملاحظتها على الأرض، مثل الحدود الإدارية أو المناطق البريدية. وعلاوة على ذلك تتيح برمجيات نظام المعلومات الجغرافية إنشـاء طبقات جديدة من البيانات على أسـاس البيانات الموجودة بالفعل. فيمكن على سبيل المثال إنشاء طبقة بيانات جديدة لمساقط المياه مستمدة من بيانات الارتفاعات الرقمية، أو لجميع المناطق في نطاق مسافة معيّنة من مستشفى مثلاً.

م ١-١٣- وفي سـياق إنشـاء قاعدة بيانات جغرافيـة متعددة الطبقات، يمكن اسـتخراج ملامـح من مجموعة من المصـادر الطبوغرافيـة والمواضيعية المختلفة. تضـاف إلى ذلك إمكانية إدمـاج الملاحظات الميدانيـة والبيانات المجموعة عن طريق الاستشـعار من بُعد من السـواتل أو الصـور الجوية، مع بيانات الخريطة. ويوفِّر نظام المعلومـات الجغرافية الأدوات اللازمة لإدماج جميـع هذه المجموعـات المختلفة من البيانات في إطار مرجعي مشـترك يحدده نظام الإحداثيات الجغرافية، وهذا من شـأنه أن يتيح للمسـتعمِل الجمع بين أنواع مختلفة من البيانات، وإنشـاء مجموعـات بيانات جديدة أو تنفيذ اسـتعلامات صعبـة تنطوي على عدة طبقـات من البيانات. ويشـار أحياناً إلى إمكانية إدماج بيانات من مصادر غير متجانسـة باسـتعمال الموقع الجغرافي كرابـط بينها بتعبير "الفراغ كنظام للفهرسـة". وهذه في الواقع من أهـم مزايا نظام المعلومات الجغرافية.

باء - نماذج بيانات نظام المعلومات الجغرافية

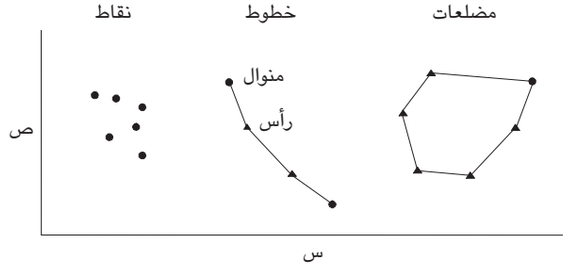
م ١-١٤- على الرغم من عدم تجانس المعلومات التي يمكن تخزينها في قاعدة البيانات الجغرافية، لا يوجد سوى عدد قليل من الطُرق لتمثيل المعلومات المكانية. وفي وضع تطبيقات لنظام المعلومات الجغرافية، يحتاج الأمر إلى ترجمة الملامح على أرض الواقع إلى معلومات تمثيلية مبسَّطة يمكن تخزينها والتعامل معها على الحاسوب. وهناك نموذجان للبيانات - أي للتمثيل الرقمي الداخلي للمعلومات - هما الشائعان في برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية التجارية حالياً، ولو أن كثيراً من البرامج الحالية يمكنها معالجة كلا النموذجين من البيانات بسهولة. فنموذج بيانات "المتّجهات" يُستعمل لتمثيل الملامح المميَّزة مثل المنازل والطُرق والأحياء، ونموذج البيانات "المساحية" يستعمل في الغالب الأعم لتمثيل الملامح المتغيرة باستمرار، مثل الارتفاعات أو المناخ، وإن كان يُستخدم أيضاً لتخزين بيانات الصور والرسوم من السواتل وكاميرات التصوير المحمولة جواً. ولأغراض تطبيقات التعداد نجد أن نموذج بيانات المتّجهات هو الأكثر فائدة، وإن كان من الأسهل تخزين كثير من مجموعات البيانات الفرعية باستخدام النموذج المساحي.

١ - المتّجهات

م ١-١٥- تمثِّل نُظم المعلومات الجغرافية القائمة على المتّجهات المعالم على أرض الواقع باستخدام مجموعة من الأوليات الهندسية: أي النقاط والخطوط والمضلّعات (انظر الشكل م ١ - ٤). وتمثَّل النقطة في قاعدة البيانات الحاسوبية بالإحداثيين س، وص، والخط هو عبارة عن تسلسل للإحداثيين س، وص، وتسمى النقاط الطرفية فيه عادة باسم المنوال، ويطلق على النقاط الوسيطة اسم الرؤوس. ويتم تمثيل المضلّعات أو المساحات بسلسلة مقفلة من الخطوط، بحيث تتساوي النقطتان الأولى والأخيرة في الحلقة. ويمكن استعمال النقاط لتمثيل المنازل، أو الآبار، أو نقاط التحكم الجيوديسي، واستعمال الخطوط في وصف ملامح مثل الطُرق والأنهار، كما يمكن، على سبيل المثال، تمثيل مناطق العدّ أو المناطق الإدارية بمضلّعات.

الشكل م ١ - ٤

النقاط والخطوط والمضلّعات



م ١-١٦- وأبسط أنواع بيانات المتّجهات تقتصر على خزن البيانات دون إقامة علاقات بين الملامح الجغرافية (انظر الشكل م ١ - ٥). وهذا ما يطلق عليه أحياناً اسم "نموذج الإسباجيتي" (انظر، على سبيل المثال، أرونوف (Aronoff, 1991))، حيث إن الخيوط في قاعدة البيانات تتداخل ولكنها لا تتقاطع، مثل الإسباجيتي في الطبق. وتوجد "نماذج بيانات طوبولوجية" متطورة تخزن العلاقات بين مختلف المعالم في قاعدة البيانات. فعلى سبيل المثال تقسَّم الخطوط التي

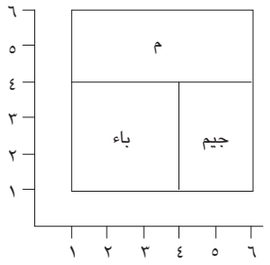
تتقاطــع، وتضاف نقــاط وصل عند التقاطع. وبدلاً من تحديد الحــدود بين المضلّعات المتجاورة مرتــين - مــرة لكل مضلّــع مغلق الحلقة - يخزَّن الخــط مرة واحدة فقــط، إلى جانب المعلومات التــي يحدَّد على أساســها موقع المضلّع إلى يمين الخط أو إلى يســاره. وتخزَّن المعلومات الخاصة بالعلاقات بين نقاط الوصل والخطوط والمضلّعات في جداول الخصائص.

م ١-١٧- وتتضــح مزايــا النمــوذج الطوبولوجي حــين نفكر في الأســئلة التــي يمكن أن نطلــب الإجابــة عنها من قاعدة البيانات المكانية. إذ تتيح قاعدة البيانات المكانية المهيكلة بشــكل طوبولوجي توجيه استعلامات سريعة بشأن مواضيع بيانات معينة وعلاقتها بمواضيع البيانات الأخرى. فعلى ســبيل المثال يمكن بسرعة تحديد جميع جيران منطقة عد معيَّنة، إذ يبحث النظام بسرعة في قائمة الخطوط التي تحدِّد منطقة العدّ هذه ويعثر على جميع مناطق العدّ الأخرى التي تحدها نفس الخطوط.

الشكل م ١ - ٥

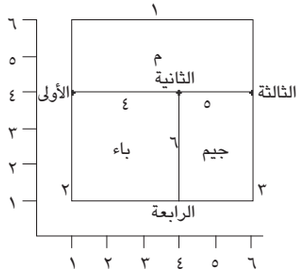
نماذج بيانات المتّجهات: نموذج الإسباجتي مقابل النموذج الطوبولوجي

هيكل بيانات "الإسباجتي"



المضلّعات	الإحداثيات
م	(١,٤)، (١,٦)، (٦,٦)، (٦,٤)، (٤,٤)، (١,٤)
باء	(١,٤)، (٤,٤)، (٤,١)، (١,١)، (١,٤)
جيم	(٤,٤)، (٦,٤)، (٦,١)، (٤,١)، (٤,٤)

هيكل البيانات "الطوبولوجية"



صفر = المضلّع "الخارجي"

المضلّع	الخطوط
م	٥,٤,١
باء	٦,٤,٢
جيم	٦,٥,٣

العقدة	س	ص	الخطوط
الأولى	١	٤	٤,٢,١
الثانية	٤	٤	٦,٥,٤
الثالثة	٦	٤	٥,٣,١
الرابعة	٤	١	٦,٣,٢

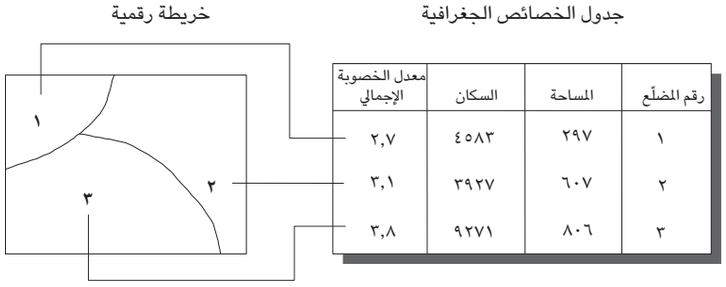
الخطوط	من نقطة الوصل	إلى نقطة الوصل	المضلّع الأيسر	المضلّع الأيمن
١	الأولى	الثالثة	صاد	م
٢	الأولى	الرابعة	باء	صاد
٣	الثالثة	الرابعة	صاد	جيم
٤	الأولى	الثانية	م	باء
٥	الثانية	الثالثة	م	جيم
٦	الثانية	الرابعة	جيم	باء

م ١-١٨- وتُســتخدم معظم برمجيــات نُظم المعلومــات الجغرافية حالياً هيــاكل بيانات طوبولوجيــة بالكامــل، تتيح إجراء عمليات معقَّدة مثل مراكبــة المضلّعات. وفي هذه العملية، يتم الجمع بين مجموعتي بيانات متّجهات - مثلاً لمقاطعات إدارية وحدود مســتجمعات مائية. ويتم اســتحداث مضلّعات أصغر جديدة بتقاطع المضلّعات من مجموعتي بيانات المدخلات. وتُستعمل معظم نُظم رســم الخرائط على الحاســوب المكتبي هياكل بيانات أبسط من ذلك. ففي هذه النُظم

يتــم تحديد جميع المضلّعات باعتبارها حلقات مقفلة، بحيث تخزَّن الخطوط التي تحدِّد الحدود بين منطقتين مرتين في قاعدة البيانات.

الشكل م ١ - ٦

البيانات المكانية وغير المكانية المختزنة في نظام المعلومات الجغرافية القائم على أساس المتّجهات



م ١-١٩- وتعلَّــم كل خاصية من الخصائص في قاعــدة البيانات داخلياً بمعرِّف وحيد يربط الملامح الهندســية مع مدخل مقابل في جدول بيانات أو جدول خصائص (انظر الشــكل م ١ - ٦). ويمكن للمستعمِل إضافة معلومات عن كل خاصية من الخصائص في سجل قاعدة البيانات المناظر. ويمكن للمســتعمِل مثلاً أن يضيف إلى كل نقطة تمثِّل منزلاً قائمة عناوين بريدية، ونوع المســكن، وما إذا كان متصلاً بالكهرباء أو بالمنافع الصحية. وفي قاعدة بيانات مناطق التعداد يمكن للمستعمِل أن يضيــف الرمز الإداري الرســمي وعــدد الوحدات الســكنية وأي بيانات تتصــل بالتعداد جُمعت بالنسبة لمنطقة العدّ. ولأسباب عملية تقوم معظم نُظم المعلومات الجغرافية باستعمال نموذج قاعدة البيانات العلاقاتية لتخزين الخصائص أو المعلومات غير المكانية بشكل منفصل في قاعدة البيانات. ويتم إدماج ملفات الخصائص بشــكل وثيق مع البيانــات الجغرافية الرقمية، ويمكن الدخول إليها من خلال نظام المعلومات الجغرافية أو من خلال نظام إدارة قاعدة البيانات العلاقاتية.

م ١-٢٠- وبين طرفي النموذج - نموذج الإسباجتي البسيط والنموذج الطوبولوجي الكامل الأكثر تقدماً - وجدت بعض برمجيات إعداد الخرائط على الحاســوب المكتبي حلاً وسطــاً. وهذه النُظم، وإن لم تكن طوبولوجية بالكامل، تتيح إجراء حســاب سريع للمعلومات المتعلقة بالجوار والتوصيلية، وبهذا فهي تجمع بين ســهولة تنقيح نموذج البيانات البسيط وعناصر من القدرات التحليليــة القوية التي يوفرها نموذج بيانات نظام المعلومات الجغرافية الطوبولوجي القائم على أساس المتّجهات.

٢ - النموذج المساحي

م ١-٢١- تقسِّم برمجيات نظام المعلومات الجغرافية المساحي الفراغ إلى مجموعة منتظمة من الصفوف والأعمدة. ويطلق على الخلية في هذه المجموعة أو الشــبكة أحياناً اسم نقطة ضوئية (بيكســل)، أي عنصر من عناصر الصورة. وتكشــف الخلية أصل نموذج البيانات في الاستشعار من بُعد ومعالجة الصور. وفي معظم النُظم المساحية تخزَّن قيمة خاصية أي موقع، مثل ارتفاعه، في الخلية المناظرة في الرســم المســاحي. لهذا فإن قاعدة بيانات الارتفاعات هي ببســاطة شريط طويل مــن أرقام الارتفاع. والمعلومة الإضافية الوحيدة المطلوبة في هذا النظام هي عدد الصفوف

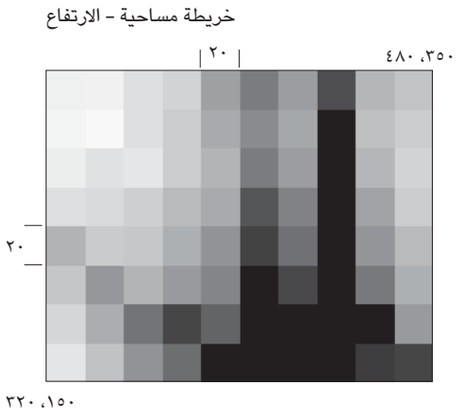
والأعمدة في الصورة المســاحية، وحجم الخلية المســاحية (وهي عادة مربعة الشــكل) في وحدات العالَم الطبيعي (أي بالأمتار أو بالأقدام مثلاً) وإحداثيات أحد أركان الصورة المســاحية بالكامل (انظر الشكل م ١ - ٧). وتخزَّن هذه المعلومات عادة في عنوان فرعي أو في ملف صغير منفصل. وتتيح هذه المعلومات للنظام إمكانية حســاب أبعاد الشــبكة. فعلى سبيل المثال إذا كان الإحداثي س للركن العلوي الأيمن هو ١٥٠+١٠×٢٠=٣٥٠، فيمكن للنظام أن يستخدم هذه المعلومات في تسجيل الشبكة المساحية على النحو الصحيح مع طبقات البيانات الجغرافية الأخرى، لكي يرسم مثلاً ملامح المتّجهات فوق الشبكة.

الشكل م ١ - ٧

مثال لملف بيانات مساحي

ملف مساحي وفق النظام الأمريكي الموحّد لتبادل المعلومات (ASCII)

عدد الأعمدة	١٠								
عدد الصفوف	٨								
الإحداثي س بالركن السفلي الأيسر	١٥٠								
الإحداثي ص بالركن السفلي الأيسر	٣٢٠								
حجم الخلية (خلايا مربَّعة)	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



م ١-٢٢- وطبيعــي أن هذه الطريقة لتخزين البيانات تتصف بعدم الكفاءة بدرجة كبيرة إذا كان الكثير من الخلايا لها نفس القيم في الرســم المســاحي. فعلى ســبيل المثال تخزَّن الأجسام البارزة أيضاً في بعض الأحيان في نسق مساحي. وتبين خريطة المنطقة الإدارية في النسق المساحي في كل خليــة رمز تعريف المنطقة أو عدد الســكان الإجمالي للمنطقــة التي تقع فيها الخلية. ومن الواضح أنه ســتكون هناك كثير مــن الخلايا المتماثلة ولها نفس القيمة. ولذلك تســتخدم معظم برامج نُظم المعلومات الجغرافية المساحية شكلاً من أشكال ضغط البيانات. وأبسط هذه الأشكال هــو الترميز الذي يعتمد على طول التشــغيل، حيــث يخزِّن النظام أزواجاً مــن رقمين، هما قيمة البيانات وعدد مرات تكرار القيمة. وهذا من شأنه أن يقلل كثيراً من حجم الملف.

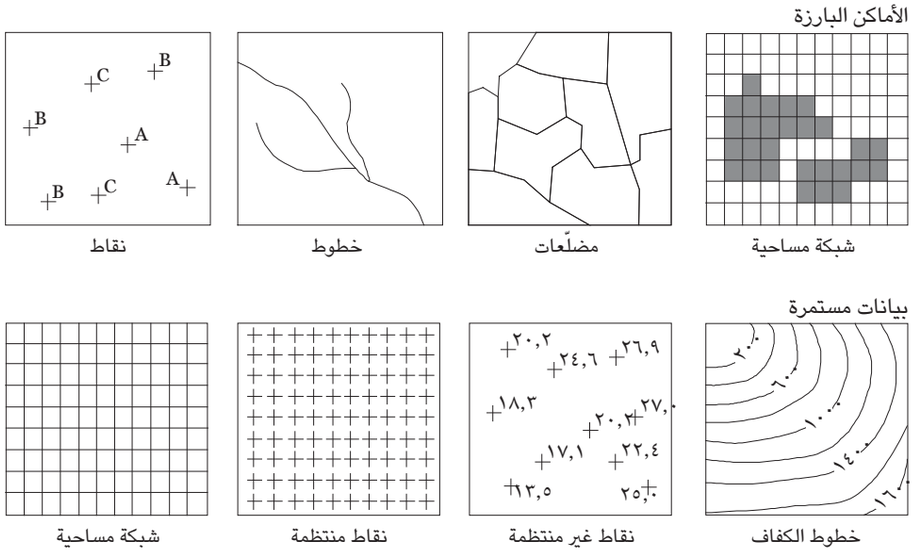
م ١-٢٣- وتُســتخدم البيانــات المســاحية غالباً في تخزيــن بيانات دائمــة التغيُّر أو صور بها كثير من الأطياف الرمادية المختلفة الدرجات. وكما أنه يمكن إبراز الأشــياء البارزة في نســق مســاحي، يمكن أيضاً تمثيل البيانات المستمرة باستعمال هيكل البيانات ذات المتّجهات. وأفضل مثال عــلى ذلك هو خطوط الكفاف التي تبين الارتفاعات عــلى الخرائط الطبوغرافية. وترد أمثلة أخرى في الشكل م ١ - ٨.

٣ - مزايا وعيوب نموذج المتّجهات ونموذج البيانات المساحية

م ١-٢٤- أهم مزايا نموذج البيانات المساحية هو بساطته. ومن السهل تنفيذ كثير من العمليات على البيانات الجغرافية وتطبيقها بشكل أسرع في نظام المعلومات الجغرافية المساحي. وتجري عمليات نمذجة البيانات المستمرة، التي تُجرى غالباً على الارتفاعات أو البيانات المائية، بنظام المعلومات الجغرافية المساحي. ومن عيوب هذا النظام ضرورة المعاوضة بين حجم مجموعة البيانات المساحية الناتجة والدقة التي تظهر بها الملامح المكانية. وفي الشبكة المساحية المُعدة بشكل جيد تظهر جميع المنحيات في الحدود مع تفصيلات كافية، ولكنها تحتاج إلى كمية كبيرة من مساحة قرص التخزين. أما بالنسبة للتحاليل الجغرافية التي تستعمل "الأجسام" مثل النقاط والخطوط والمضلّعات، فيفضَّل نموذج المتّجهات.

الشكل م ١ - ٨

يمكن استخدام كل من نموذج المتّجهات ونموذج البيانات المساحية في عرض البيانات المستمرة وبيانات الأماكن البارزة



م ١-٢٥- ويمكن إنجاز كثير من عمليات نظام المعلومات الجغرافية على كلا نموذجي البيانات. ويتوقف اختيار النموذج الأفضل على التطبيق. فبالنسبة لتطبيقات التعداد وكثير من التطبيقات الاقتصادية والاجتماعية الأخرى يفضَّل نموذج المتّجهات. ذلك أن هيكل بيانات المتّجهات يتيح تمثيلاً أكثر إيجازاً للنقاط والمضلّعات التي تحدِّد الأغراض الاقتصادية والاجتماعية. والصلة الوثيقة بين هذا النظام ونُظم إدارة قواعد البيانات تيسِّر التطبيقات الاقتصادية والاجتماعية التي تتسم بكمية كبيرة من المعلومات عن الخصائص - منها على سبيل المثال مئات المتغيرات في التعدادات والدراسات الاستقصائية - التي ترتبط بعدد معيَّن من الملامح المكانية مثل مناطق التعداد والقرى أو المناطق العنقودية في الدراسات الاستقصائية. وأخيراً فإن النواتج المطبوعة من قواعد بيانات النُظم الجغرافية ذات المتّجهات تشبه في العادة بدرجة أكبر الخرائط المنتجة باستخدام التقنيات التقليدية لرسم الخرائط.

م ١-٢٦- ومع ذلك فإن القدرة على تناول البيانات المساحية لها أهمية متزايدة في التطبيقات السـكانية. فبعـض بيانـات المدخلات التي تفيد في تحديد مناطق العدّ تأتي في شـكل مسـاحي. ويناقش الفصل الرابع في هذا الدليل، على سبيل المثال، استعمال صور الاستشعار من بُعد في عمل خرائط التعداد وتحديثها. ومن حُسن الحظ أن الاختيار بين نموذجي البيانات لا يعني بالضرورة أن يكـون إمـا هذا وإما ذاك. فكثير من برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية تتعامل حالياً مع كلا النوعين من البيانات المكانية. وهذا يتيح، على سـبيل المثال، اسـتعمال البيانات المساحية كخلفية يمكن رسـم ملامح الخطوط والمضلّعات عليها. وهكذا يمكن عرض الصور المنتجة بالاستشـعار من بُعد أو سطوح المرتفعات على شاشة الحاسوب مع المعلومات الأخرى ذات الصلة للمساعدة في تحديد حدود مناطق العدّ.

٤ - الدقة المكانية ودقة التمييز

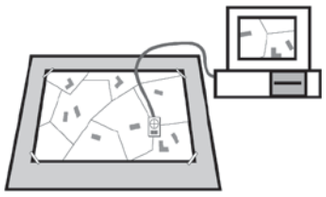
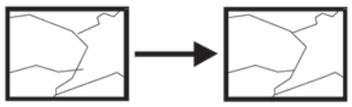
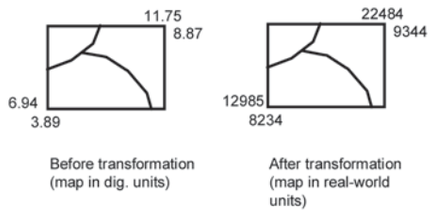
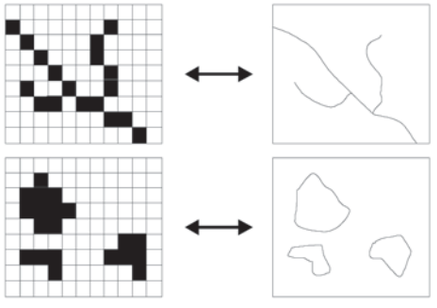
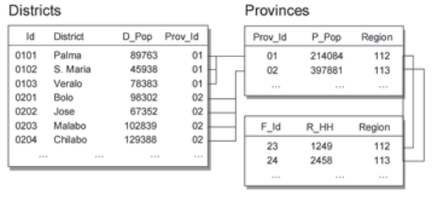
م ١-٢٧- يسـتعمل مفهومـا الدقة هذان بشـكل تبـادلي في الغالب، وإن كانا يشـيران إلى معنيين مختلفين. فالدقة المكانية تشـير إلى درجة تطابـق الموقع في الخريطة مع الموقع الحقيقي عـلى سـطح الأرض. أما دقة التمييز فهي تشـير إلى القدرة على التمييز بـين المقادير الصغيرة أو الأبعاد الصغيرة في القياس. فعلى سبيل المثال، إذا كانت أدوات المسح المستعملة تقيس الإحداثيات بالأمتار فقط، فإن مواقع النقاط في نظام المعلومات الجغرافية سـيكون دقيقاً إلى أقرب متر. أما إذا كان لدينا أداة أكثر دقة للقياس فيمكننا الحصول على إحداثيات للنقطة تكون دقيقة إلى أقرب سنتيمتر أو إلى أقرب ملليمتر.

م ١-٢٨- وفي الممارسة العملية يمكن أن تكون الدقة التي يمكن بها تخزين الإحداثيات في نظام المعلومات الجغرافية ذي المتّجهات غير محدودة افتراضياً، لأنه يستعمل أنواعاً من البيانات ذات دقـة مزدوجة (٨ بايت لكل رقم يمثّل نقطـة عائمة) لتخزين الإحداثيات الجغرافية. على أن دقة الإحداثيات المكانية تتوقف إلى حد كبير على أدوات جمع البيانات. وتحقق أفضل أدوات المسح المستعملة في التطبيقات الهندسية أو الأبحاث الخاصة بالتكتونية السطحية دقة تصل إلى أقل من ملليمـتر واحد. إلاّ أن معظم البيانات المسـتعملة في نظام المعلومـات الجغرافية تأتي من مصادر بيانات يقل فيها مسـتوى الدقة عن هذا بكثير مثل الخرائط الورقية ونُظم تحديد المواقع العالمية المحمولة باليد أو حتى الخرائط الأوَّلية التي تستعمل في أثناء العمل الميداني. وفي هذه الحالات من المحتمل أن تقاس الدقة بالأمتار وليس بالملليمترات.

جيم - قدرات نظام المعلومات الجغرافية

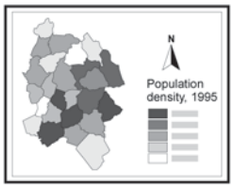
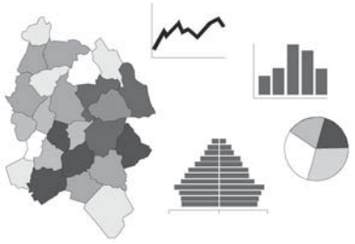
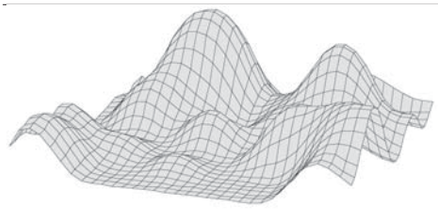
م ١-٢٩- يورد الجـدول التالي نظرة عامة على قدرات نظـام المعلومات الجغرافية. وهذه القائمة ليسـت كاملة بأي شـكل من الأشـكال، لأن برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية الحديثة وحتى برمجيات وضع الخرائط على الحاسـوب المكتبـي تتيح وظائف متخصصة عديدة لإدخال البيانات وتناولها ولأغراض التحليل والعرض.

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، ومن ثم تحول إلى صيغة متّجهات.	
التنقيح	بعد تحويل الخطوط رقمياً، تجب مراجعة البيانات لاستكشاف الأخطاء. ومن المشاكل الشائعة عدم اتصال الخطوط (التي لم تتصل لكي تبلغ الهدف أو التي تتجاوز الهدف)، والخطوط المفقودة أو التي حُوّلت رقمياً مرتين. وبعض هذه العمليات يتم آلياً في نظام المعلومات الجغرافية.	
بناء الطوبولوجيا	لا توجد أي علاقة بين الخطوط المحوَّلة رقمياً والمحددة بالمتّجهات. ويمكن لبرمجيات نظام المعلومات الجغرافية أن تحسب علاقات الجوار والتوصيلية بين المعالم في مجموعة البيانات.	
الإسناد الجغرافي وتغيير الإسقاطات	الخطوط المحولة رقمياً ترسم بالسنتيمترات أو البوصات. ويلزم تحويلها إلى وحدات من العالم الحقيقي تتطابق مع نظام الإحداثيات للخريطة المرجعية مثل الأمتار أو الأقدام. ومن أجل تكامل البيانات، قد يتعيَّن تغيير إسقاط الخرائط الرقمية أيضاً.	
التحويل من خطوط المسح إلى المتّجهات	تدعم معظم البرامج التجارية لنُظم 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 المتّجهات أيضاً لتحويل الخرائط المستنسخة بالماسحات الضوئية. ويتطلب الأمر إجراء عملية التحويل العكسية – من المتّجهات إلى خطوط المسح – للتحليل والنمذجة في نظام المعلومات الجغرافية القائم على خطوط المسح.	
إدارة بيانات الخصائص	يوصف كل مَعلَم في قاعدة البيانات بمعرِّف وحيد. ويستخدم المعرِّف للربط بالمعلومات الخارجية المتعلقة بالمعالم 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 معرِّف مشترك. فيمكن، مثلاً، تجميع مناطق العدّ إلى مناطق تشغيل للتعداد تتساوى تقريباً من حيث حجم السكان.	
استحداث مجموعات فرعية	إضافة إلى اختيار مجموعات فرعية تلبية للاستعلامات، يمكن لنظام المعلومات الجغرافية أن يستحدث أيضاً مجموعات فرعية حسب الطلب باستخدام عمليات "تقطيع".	

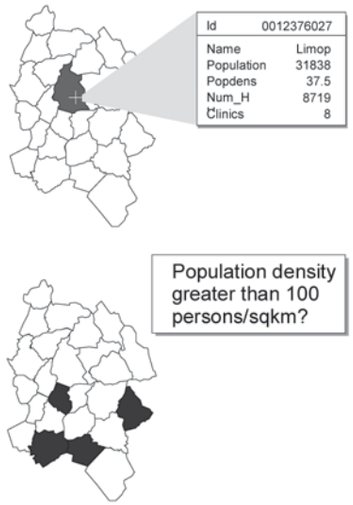
العرض

وظائف تتعلق برسم الخرائط الجغرافية	ليس استحداث مخرجات خرائطية للعرض إلاّ تطبيقاً واحداً من تطبيقات رسم الخرائط في نظام المعلومات الجغرافية، ومن التطبيقات الأخرى المهمة إعطاء رموز للخرائط لتمييز المعالم في عملية التنقيح والتحليل على الشاشة.	
العرض المجمَّع لبيانات الصور والمتّجهات	تأتي بيانات الصور أو خطوط المسح من مصادر متنوعة: تخزّن جميع الخرائط المستنسخة بالماسحات الضوئية، والصور المستشعرة من بُعد، وبيانات خطوط المسح في نظام المعلومات الجغرافية في شكل من أشكال النسق الشبكي. ويمكن أن يوفّر عرض بيانات خطوط المسح والمتّجهات معاً سياقاً قيّماً للتحليل وأن يمكّن من استخراج المعالم انتقائياً من بيانات خطوط المسح.	
الربط برسم الخرائط الإحصائية	يتمثَّل تحليل البيانات المكانية عادة في عملية جمع بين رسم الخرائط وفحص بيانات الخصائص. وللرسوم البيانية الإحصائية قيمة كبيرة إذا أمكن عرضها على الخرائط.	
العرض المجسَّم (الثلاثي الأبعاد) للأسطح	يمكن عرض البيانات المستمرة مثل الارتفاع أو المطر – وإلى حد ما أيضاً كثافة السكان – في أنساق متنوعة، منها شبكات خطوط المسح، وخطوط الكفاف، والمحاكاة المرئية المجسَّمة، باستخدام إطارات سلكية يمكن وضع معالم أخرى فوقها.	

الاستعلام

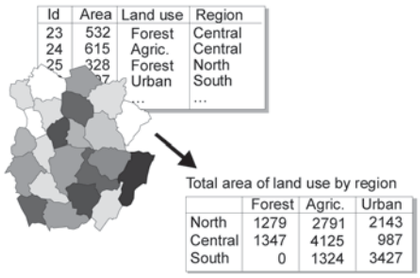
الاستعلامات المكانية من قاعدة البيانات

ماذا يوجد في ...؟ وأين يوجد ...؟ هما أكثر سؤالين جغرافيين أساسيين يمكن أن تجيب عنهما نُظم المعلومات الجغرافية. وبنمط تصفح بسيط، يستطيع المستعمِل أن يختار معالم على خريطة رقمية ويحصل على معلومات عنها. ومن جهة أخرى، يمكن للمستعمِل أن يختار معالم تتواءم مع مجموعة من المعايير ويعرضها على الخريطة. وتُربط نُظم المعلومات الجغرافية عادة ببرنامج لإدارة قواعد البيانات، وتبني عمليات الاستعلام على مفهوم لغة الاستعلام المهيكلة SQL. وتتيح أنظمة المعلومات الجغرافية أيضاً الاستعلام على أساس العلاقات الجغرافية، مثل المسافات (ماذا يوجد في نطاق س من الكيلومترات من هذا المكان؟) أو استفسارات تبني على أساس طبقة أو طبقتين من بيانات نظام المعلومات الجغرافية (أي المباني يوجد في منطقة العدّ هذه؟)



تلخيص الخصائص

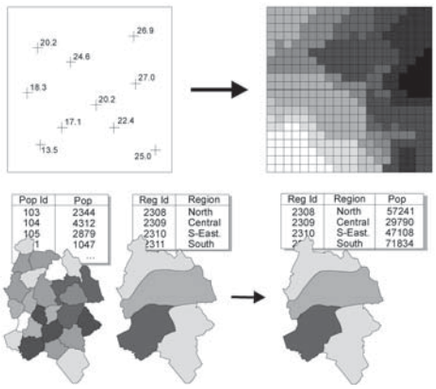
تتيح لنا عمليات قواعد البيانات استخراج إحصاءات موجزة مفيدة أو إجراء تبويب متقاطع من جداول الخصائص الجغرافية لمجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. مثلاً، يمكن أن نحسب القيمة الدنيا والعظمى والمتوسطة لحقل في الجدول. أو يمكن أن نجري تبويباً متقاطعاً لحقلين أو أكثر في الجدول وننتج إجماليات موجزة لحقل ثالث لكل مجموعة من فئات الخصائص. ويتيح لنا هذا، مثلاً، أن نحسب المساحة الكلية لكل فئة من فئات استغلال الأراضي في مناطق من البلد. ويستخدم التبويب المتقاطع غالباً بعد الجمع بين طبقتين أو أكثر من طبقات نظام المعلومات الجغرافية بعملية تراكب المضلّعات (انظر أدناه)



تحويلات البيانات المكانية

الاستكمال الداخلي

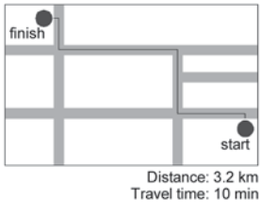
يتيح الاستكمال الداخلي، استحداث تغطية منمذجة من بيانات العينة. فيمكن، مثلاً، استناداً إلى مجموعة من الأسطح المطيرة في محطة ما، استحداث سطح من خطوط المسح يبيّن سقوط المطر في المنطقة بأكملها. والأهم بالنسبة للتطبيقات الاجتماعية – الاقتصادية هو ما يسمى الاستكمال المساحي. فمثلاً، يمكن باستخدام توزيعات السكان حسب المقاطعات تقدير عدد السكان في مناطق مراقبة بيئية لا تتطابق حدودها مع حدود المقاطعات.



عمليات المسافات والأوقات

الحسابات البسيطة للمسافات

تعتبر حسابات المسافات من العمليات الأساسية لأنظمة المعلومات الجغرافية. ويمكن حساب المسافات كخطوط مستقيمة أو كمسافات شبكة. ويمكن، مثلاً، تقدير المسافات وأوقات السفر استناداً إلى قواعد بيانات الطُرق الجغرافية.

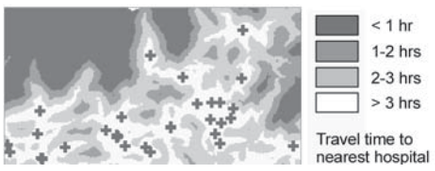


المناطق العازلة

يعتبر استحداث مناطق عازلة نوعاً خاصاً من عملية المسافات. ويمكن إنشاء المناطق العازلة حول النقاط، أو الخطوط أو المضلّعات، ويمكن ترجيحها بقيم الخصائص، فيمكن مثلاً، إنشاء مناطق عازلة حول الطُرق المعبّدة أوسع منها حول الطُرق الترابية. وتستخدم المناطق العازلة غالباً في الاستعلامات المكانية. فلتحديد عدد حالات البلهارسيا في نطاق ٣ كيلومترات من نهر، مثلاً، يوجّه استعلام عن منطقة عازلة، ونقطة في مضلّع، واستفسار من قاعدة بيانات، بهذا التسلسل.

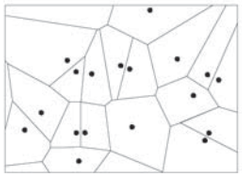
العثور على أقرب مَعلم

يستخدم مزيج من الاستعلام من قاعدة البيانات وحساب المسافة حينما نريد تحديد أقرب مَعلَم من عدد من معالم أي فئة معيَّنة. فقد نرغب، مثلاً، أن نحسب بالنسبة لكل المواقع في منطقة ما، المسافة إلى أقرب مستشفى. وغالباً ما تسمى مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الناتجة مسافة الوصول.



مضلّعات ثيسن (Thiessen)

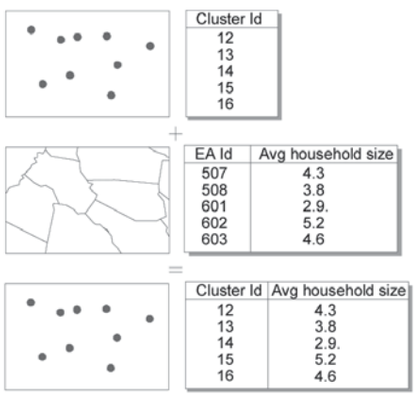
توجد طريقة مختلفة لتحديد أقرب مَعلَم، وهي عملية يتم فيها تقسيم المنطقة بأكملها إلى مضلّعات تنسب إلى أقرب مرفق. وتسمى وحدات المناطق الناتجة مضلّعات ثييسن. وغالباً ما تستخدم هذه الوظيفة لتحديد مستجمع أمطار أو مناطق خدمات.



الجمع بين طبقات البيانات

عملية الجمع بين نقاط أو خطوط في مضلّعات

تتطلب الكثير من الأسئلة، التي يمكن أن تساعد عملية أنظمة المعلومات الجغرافية في الإجابة عنها، الجمع بين عدة مجموعات بيانات. فمثلاً، يمكن أن يكون لدينا مجموعة من إحداثيات النقاط تمثل تجمعات من مسح ديمغرافي ونود أن نجمع بين معلومات المسح وبيانات من تعداد متاحة وفقاً لمنطقة العدّ. ويحدد نظام المعلومات الجغرافية لكل نقطة منطقة العدّ التي تقع فيها ويرفق بيانات التعداد بسجل خصائص نقطة المسح تلك.

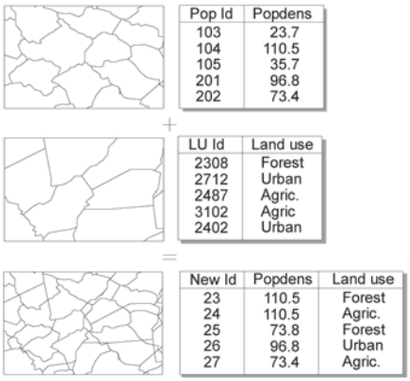


Cluster Id
12
13
14
15
16

EA Id	Avg household size
507	4.3
508	3.8
601	2.9.
602	5.2
603	4.6

Cluster Id	Avg household size
12	4.3
13	3.8
14	2.9.
15	5.2
16	4.6

	وتتيح لنا نفس العملية تلخيص خاصية نقاط أو خطوط معالم لمجموعة من المناطق. مثلاً، يمكننا أن نحدِّد متوسط معدل الخصوبة لكل دائرة صحية باستخدام عينة من الأسر المعيشية التي شملها المسح (نقاط).
تراكب المضلّعات	يسمى الجمع بين مجموعتي بيانات في نظام المعلومات الجغرافية تراكب المضلّعات. ويدمج النظام مجموعتي البيانات ويستحدث وحدات مناطق جديدة من مناطق التراكب. وتحتوي مجموعة البيانات الجديدة الناتجة على خصائص مجموعتي البيانات. ويتوقف على أنواع البيانات ما إذا كان من الضروري الإبقاء على الخصائص دون تغيير (مثل المعلومات أو المعدلات حسب الفئات) أو تقسيم المضلّعات الجديدة (مثل بيانات العدّ). ويستخدم تراكب المضلّعات غالباً بالجمع بينه وبين التبويب المتقاطع، لحساب بيانات التعداد حسب منطقة استغلال الأراضي مثلاً.



Pop Id	Popdens
103	23.7
104	110.5
105	35.7
201	96.8
202	73.4

LU Id	Land use
2308	Forest
2712	Urban
2487	Agric.
3102	Agric
2402	Urban

New Id	Popdens	Land use
23	110.5	Forest
24	110.5	Agric.
25	73.8	Forest
26	96.8	Urban
27	73.4	Agric.

المرفق الثاني

نُظم الإحداثيات وإسقاطات الخرائط

ألف - مقدمة

م ٢-١- ألقى الاستعراض الوارد في المرفق الأول لمفاهيم نظام المعلومات الجغرافية الضوء على مزايا دمج البيانات المكانية. وبتنظيم الأنواع المختلفة من المعلومات الجغرافية كطبقات بيانات، يمكن إجراء عمليات القياس، والاستعلام، والنمذجة، وأنواع أخرى من التحليلات التي تستفيد من البيانات عن مجالات كثيرة مختلفة من المواضيع. وبالتالي يمكن تحليل بيانات التعداد بالاقتران ببيانات استخدام الأراضي أو البيانات الزراعية الإيكولوجية، أو يمكن ربط معلومات الدراسات الاستقصائية الاقتصادية الاجتماعية بالبيانات المسندة جغرافياً بشأن مخاطر المرض. وهذه القدرة على ربط البيانات المأخوذة من مصادر متعددة يتيحها التكامل الرأسي لمختلف طبقات البيانات. وهذا يعني ببساطة أن جميع مجموعات البيانات الجغرافية يتم إسنادها باستخدام نفس نظام الإحداثيات، وبذا تتحاذى طبقات البيانات المختلفة بصورة صحيحة عند تراكبها بعضها فوق البعض الآخر.

م ٢-٢- ولدى بناء قاعدة البيانات الجغرافية - لأغراض التعداد مثلاً - يجب على واضع نظام البيانات أن يضمن تسجيل جميع الإحداثيات المكانية والحدود المستمدة من مصادر بيانات مطبوعة أو من معاجم رقمية أو من العمل الميداني في نظام إحداثيات مناسب في عملية يُطلق عليها اسم "الإسناد الجغرافي". وهذا من شأنه أن يضمن أن الخرائط الرقمية التي تُعد بشكل منفصل للمناطق المتجاورة تتواءم بشكل كامل عند عرضها معاً على شاشة الحاسوب أو على صفحة مطبوعة.

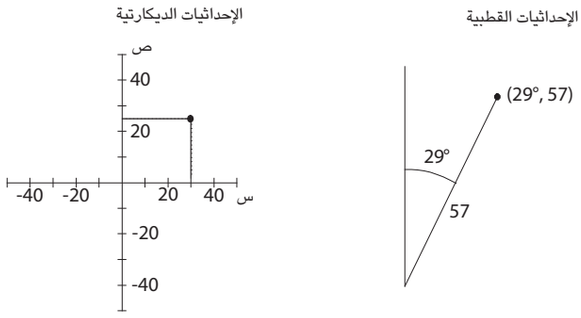
م ٢-٣- وبالنسبة لخرائط التعداد التي تُعد باستخدام التقنيات التقليدية، لم يكن هذا الأمر مثار اهتمام خاص لأن الخرائط الورقية - وهي عادة ما تكون خرائط كروكية تُرسم في الميدان، كانت لا تستخدم إلاّ لأغراض العدّ، ولم تكن تُدمج مع بيانات أخرى ولا تستخدم في أي نوع من أنواع التحليل المكاني. لذلك كانت المعرفة بنُظم الإحداثيات وإسقاط الخرائط أقل أهمية كثيراً مما يلزم لبناء قاعدة بيانات رقمية مقصود بها خدمة كثير من الأغراض المختلفة. ويقدِّم هذا المرفق عرضاً موجزاً للمفاهيم الهامة لرسم الخرائط. وهناك كُتب منهجية عن رسم الخرائط تقدم كثيراً من المعلومات الإضافية، مثل روبنسون وآخرون (١٩٩٥)، و Kraak و Ormeling (١٩٩٦) و Dent (١٩٩٨)، كما أنه يمكن العثور على معلومات أكثر تخصصاً عن الموضوع في Canters and Decleir (١٩٨٩) وSnyder (١٩٩٣) وBugayevskiy and Snyder (١٩٩٥).

باء - الإحداثيات

م ٢-٤- في علم رسم الخرائط، تسمى الطريقة التي تقاس بها مواقع الأجسام على سطح الأرض نظام الإحداثيات الجغرافية. وقد يشار إليها أيضاً بنظام الإسناد الجغرافي. وفي هندسة البُعدين، فإن أكثر نُظم الإحداثيات شيوعاً هو "نظام الإحداثيات الديكارتية" نسبة إلى العالم الفرنسي رينيه ديكارت (١٥٦٩ - ١٦٥٠). وتحدَّد الإحداثيات باعتبارها مسافات عمودية على محورين ثابتين (س وص) بقياسها من أصل ثابت. وهذا هو النظام المستخدم في نُظم المعلومات الجغرافية، وكذلك في تطبيقات الرسوم البيانية الحاسوبية الأكثر عمومية. وهناك طريقة بديلة لتحديد المواقع هي "نظام الإحداثيات القطبية"، الذي يقيس الزاوية والمسافة من نقطة أصل ثابتة (انظر الشكل م ٢ - ١).

الشكل م ٢ - ١

نظاما إحداثيات بلانار والإحداثيات القطبية

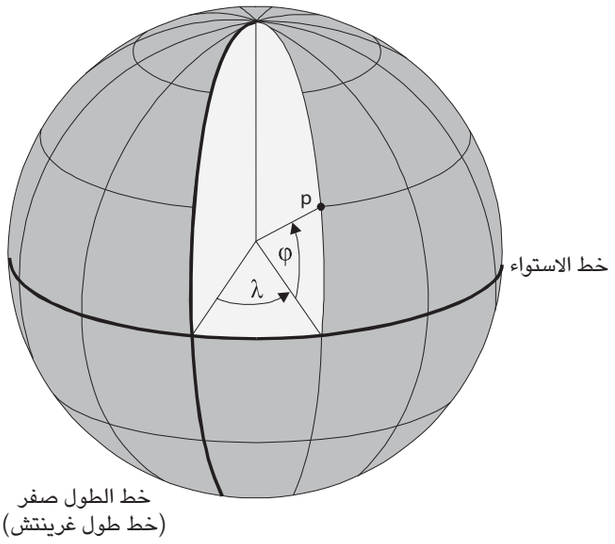


م ٢-٥- وتبين الخريطة المسطَّحة، سواءً على الورق أو على شاشة الحاسوب، الإحداثيات في نظام بلانار، وهو نظام إحداثيات ثنائي الأبعاد، حيث تقاس الإحداثيات بوحدات معيارية، مثل الأمتار والأقدام. ويسمى خطا الإحداثيات عادة "س" و"ص"، وإن كان قد يستعمل تعبيرا "شرقاً" و"شمالاً" في نصوص الخرائط. غير أن الأجسام التي تظهر على الخريطة تمثِّل المعالم الموجودة على سطح الأرض. وبما أن الأرض كروية، فإن الإحداثيات على سطح الأرض تقاس وفق نظام إحداثيات كروي. وبصورة أكثر تحديداً، تُستخدم عادة إحداثيات خطوط الطول وخطوط العرض لأغراض الإسناد المكاني. وهذا النظام هو نظام إحداثيات قطبية كروية، تحدِّد فيه كل نقطة (P) كزاوية بين خط العرض (φ) ومستوى محدَّد بخط الإستواء، وزاوية خط الطول (λ)، مقاساً نسبة إلى المستوى المحدَّد بخط الزوال صفر (خط غرينيتش). (انظر الشكل م ٢ - ٢)

م ٢-٦- ولإنتاج خرائط ورقية مطبوعة للعالم أو بعض أجزائه، يحتاج الأمر إلى ترجمة هذه الإحداثيات الكروية من خطوط الطول وخطوط العرض بشكل ما إلى نظام إحداثيات بلانار. ويُطلق كتاب حديث عن الإسقاطات الخرائطية على عملية إنتاج هذه الأشكال التمثيلية لأجزاء من الكرة الأرضية ذات الثلاثة أبعاد في بُعدين فقط اسم "تسطيح الأرض" (Snyder, 1993).

الشكل م ٢ - ٢

الإحداثيات على الكرة الأرضية: نظام الإسناد وفقاً لخطوط الطول وخطوط العرض

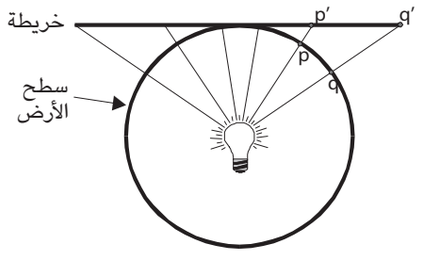


إسقاطات الخرائط

م ٢-٧- تسمى عملية الرياضيات التي تترجم بها الإحداثيات الكروية لخطوط الطول وخطوط العرض إلى إحداثيات بلانار "إسقاطات خرائطية". ويمكننا تصور هذه العملية كإسقاط بتخيُّل وجود مصدر ضوء، في مركز الأرض مثلاً، ولو افترضنا أن سطح الأرض شفاف لا تظهر فيه إلاّ الملامح التي تهمنا، فيمكننا ببساطة وضع ورقة مسطَّحة على سطح الأرض وإعادة استشفاف المعالم المسقطة على هذا السطح القابل للإظهار. فمثلاً، إذا كان أحد المعالم موجوداً على النقطة P على سطح الأرض، فيجب وضعه فوق النقطة `P على الخريطة. وكما يتبيَّن في الشكل م ٢ - ٣، كلما كانت النقطة بعيدة عن الموقع الذي تلامس فيه الخريطة الكرة الأرضية، زاد انحراف المسافة النسبية عن النقاط الأقرب إلى نقطة التماس. فمثلاً، نجد أن المسافة بين النقطتين p و q على سطح الأرض أقل كثيراً من المسافة بين النقطتين `p و`q على الخريطة. أما النقاط التي تقع على خط الإستواء فلا يمكن إسقاطها إطلاقاً باستعمال هذه الطريقة لأن أشعة الضوء التي تمر من خلال خط الاستواء تسير بموازاة الخريطة. ولذلك فإن طريقة الإسقاط هذه لا تفيد إلاّ في المناطق التي تقع قريباً من نقطة التماس نسبياً.

الشكل م ٢ - ٣

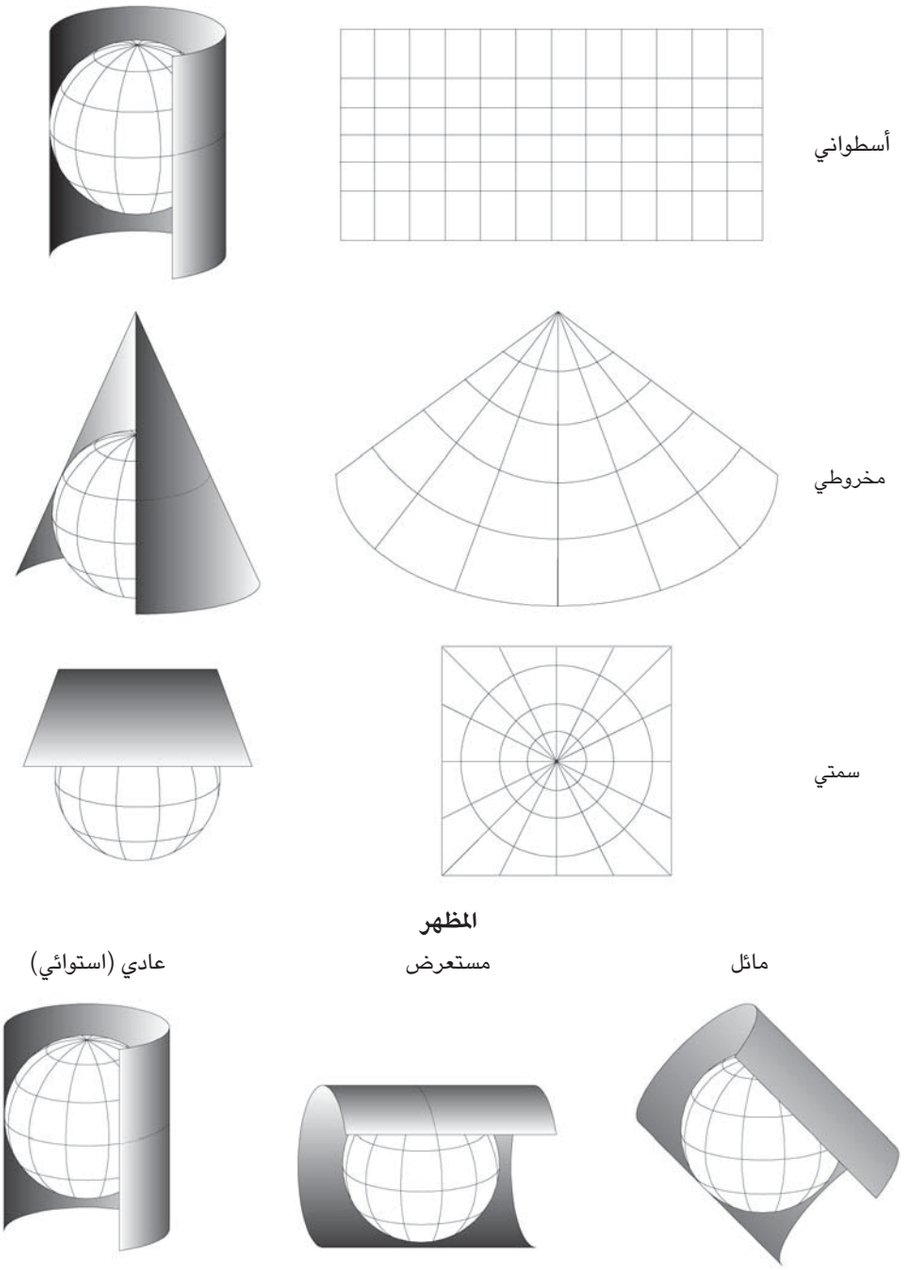
رسم توضيحي لعملية الإسقاط الخرائطي (الإسقاط السمتي)



م ٢-٨- وقـد قام أخصائيو عِلم الخرائط، على مدى القرون، بتطوير كثير من الإسـقاطات الخرائطية، يمكن تصنيفها حسـب الطريقة التي توضع بها الخريطة على سـطح الكرة الأرضية أو حولها. ويبيِّن الشكل م ٢ - ٤ نظرة عامة تعرض كيفية تكوين ثلاثة أنواع من إسقاطات الخرائط - وهي الكروية والمخروطية والسمتية. وكما يتبيَّن من شبكة الأرضية على يمين الخريطة، فإن كل نوع من مساقط الخريطة يبرز نمطاً متميِّزاً من خصائص شبكة خطوط الطول وخطوط العرض.

الشكل م ٢ - ٤

أنواع مساقط الخرائط

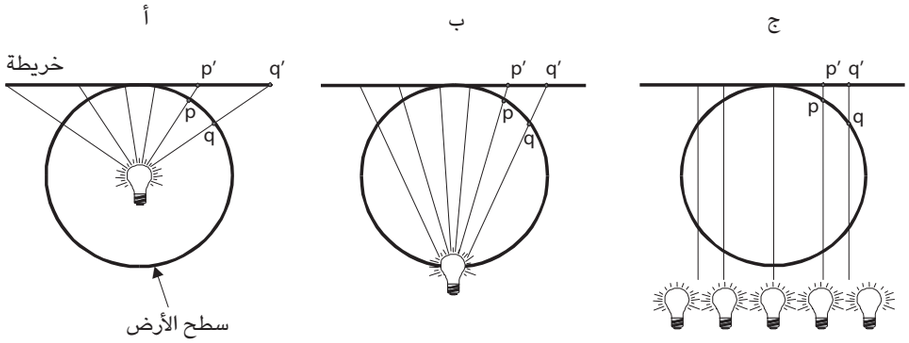


م ٢-٩- ويمكن لخبير علم الخرائط أيضاً أن يختار الموقع الذي يلامس فيه "السطح القابل للإظهار" الكرة الأرضية - سواءً كان هذا السطح كروياً أو مخروطياً أو مسطحاً. وخط التماس هذا أو نقطة التماس هذه هو المنطقة التي يقل فيها تشوه الحجم أو الشكل إلى أدنى حد. وإذا أنتجنا خرائط لمنطقة معيَّنة من العالم، يمكننا أن نختار جانب مسقط الخريطة الذي يمكِّن من تعظيم تمثيل الخريطة للمنطقة المراد إبرازها.

م ٢-١٠- ولا يوجد مصدر الضوء المفترض دائماً في مركز الأرض (انظر الشكل م ٢ - ٥ أ)، ولكن يمكن أن يوجد عند القطب البعيد (انظر الشكل م ٢ - ٥ ب)، أو يمكننا أن نتخيل سلسلة من مصادر الضوء التي تصدر ضوءًا من قاعدة مسطحة موازية للخريطة بدلاً من مصدر نقطة (انظر الشكل م ٢ - ٥ ج). وطبقاً لمصطلحات علم رسم الخرائط تسمى طُرق الإسقاط هذه، على التوالي، المسقط المزولي، والمسقط المجسَّم، والمسقط المنظور (الأورثوغرافي). 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 م ٢ - ٥

الطرق المختلفة لتكوين المساقط



جيم - خصائص إسقاطات الخرائط

م ٢-١١- على الرغم من أن مصدر الضوء المتخيل طريقة جيدة لإظهار مبدأ الإسقاطات الخرائطية، فإن هذه الإسقاطات، من الناحية العملية، تحدَّد رياضياً. فإذا عُرف خطا طول وعرض موقع ما، تستخدم صيغة للحصول على النقطة المقابلة في نظام إحداثيات بلانار الإسقاطي. ويتوافر لراسم الخرائط خيارات كثيرة مختلفة لاستحداث إسقاط خريطة لها خصائص محددة لا تقتصر على الطريقة التي يرتب بها السطح المراد إنتاجه حول الأرض، والجانب الذي يظهر منه، وموقع مصدر الضوء المتخيل.

م ٢-١٢- ولا توجد طريقة مثالية لتمثيل الإحداثيات الكروية على خريطة مسطحة، ومن ثم لا يوجد إسقاط خرائطي يخدم كل الأغراض. فكل إسقاط جيد بالنسبة للحفاظ على بعض الخصائص ولكنه سيئ بالنسبة للبعض الآخر. وحسب طريقة الإسقاط، تحدث أنواع مختلفة من التشوهات. لهذا تصنف الإسقاطات الخرائطية طبقاً للخاصية التي يحافظ عليها. 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 الاستواء. 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 المساحة النسبية لكل المعالم بصورة صحيحة بإسقاطات المناطق المتساوية. ومن الأمثلة على ذلك إسقاط مولوايد Mollweide.

- **المسافة المتساوية**. لا يوجد الإسقاط الذي يمثِّل المسافات بين جميع النقاط 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 تُحسب 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. وحتى إسقاطات الأبعاد المتساوية لا تبين كل المسافات بصورة صحيحة، ولكنها يمكن أن تمثِّل بدقة كل المسافات من نقطة أو نقطتين إلى جميع النقاط الأخرى، أو على امتداد خط أو خطين. والمثال على ذلك هو الإسقاط المخروطي ذو الأبعاد المتساوية. وتجدر الإشارة إلى أن الحساب الدقيق جداً للمسافات يتم عادة باستخدام صيغ هندسية مضبوطة بدلاً من المسافة الإقليدسية البسيطة. وتبني هذه الحسابات على أساس إحداثيات خطوط الطول والعرض لحساب ما يسمى مسافة الدائرة الكبرى.
- **الزوايا الصحيحة**. المساقط المشكلة تحفظ الزاويا حول كل النقاط والأشكال فوق المناطق الصغيرة. وتتقاطع خطوط الطول وخطوط العرض بشكل متعامد. وهذه المساقط تحقق أكبر فائدة في الملاحة. ومثالها هو مسقط ميركاتور.

م ٢-١٣- لهذا تمثِّل كل مساقط الخرائط حلاً وسطاً بين الخصائص الخرائطية المرغوبة. وهناك مساقط خرائطية تناسب تطبيقات معينة بشكل أفضل من غيرها. وبالإضافة إلى خصائص مساقط الخرائط، هناك مسائل يجب مراعاتها، وهي حجم المنطقة المطلوب رسم خريطتها، ومداها الرئيسي (شمال – جنوب أو شرق – غرب) وموقع المنطقة على الكرة الأرضية (مثلاً قطبية، أو على خط عرض من خطوط الوسط، أو استوائية).

م ٢-١٤- وتقدِّم الكتب المدرسية في علم رسم الخرائط والكثير من أدلة نُظم المعلومات الجغرافية قوائم شاملة تبيِّن 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، يمثِّل حلاً وسطاً صُمِّم في الأغلب لأغراض جمالية مثل رسم خرائط الأطلس. وفي حالات أخرى، مثلاً حيثما يكون المطلوب هو فقط رسم خريطة منطقة صغيرة نسبياً، قد يكون التشوه الناتج عن أي إسقاط هامشياً بالنسبة لتطبيق معيَّن.

م ٢-١٥- ويبيِّن الشكل م ٢ - ٦ بعض الإسقاطات الخرائطية الشائعة. وفي أعلى الشكل تظهر الأرض ككرة، وبإحداثيات خطوط الطول والعرض غير المسقطة التي ترسم كأنها إحداثيات بلانار؛ وبالإضافة إلى ذلك، فإن الكثيرين من موزعي بيانات نظام المعلومات الجغرافية ينشرون

بيانات خرائط رقمية في إحداثيات "جغرافية" غير مسقطة، لأن من الأسهل 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 بدقة أكبر: مراجع الإسناد الجغرافية

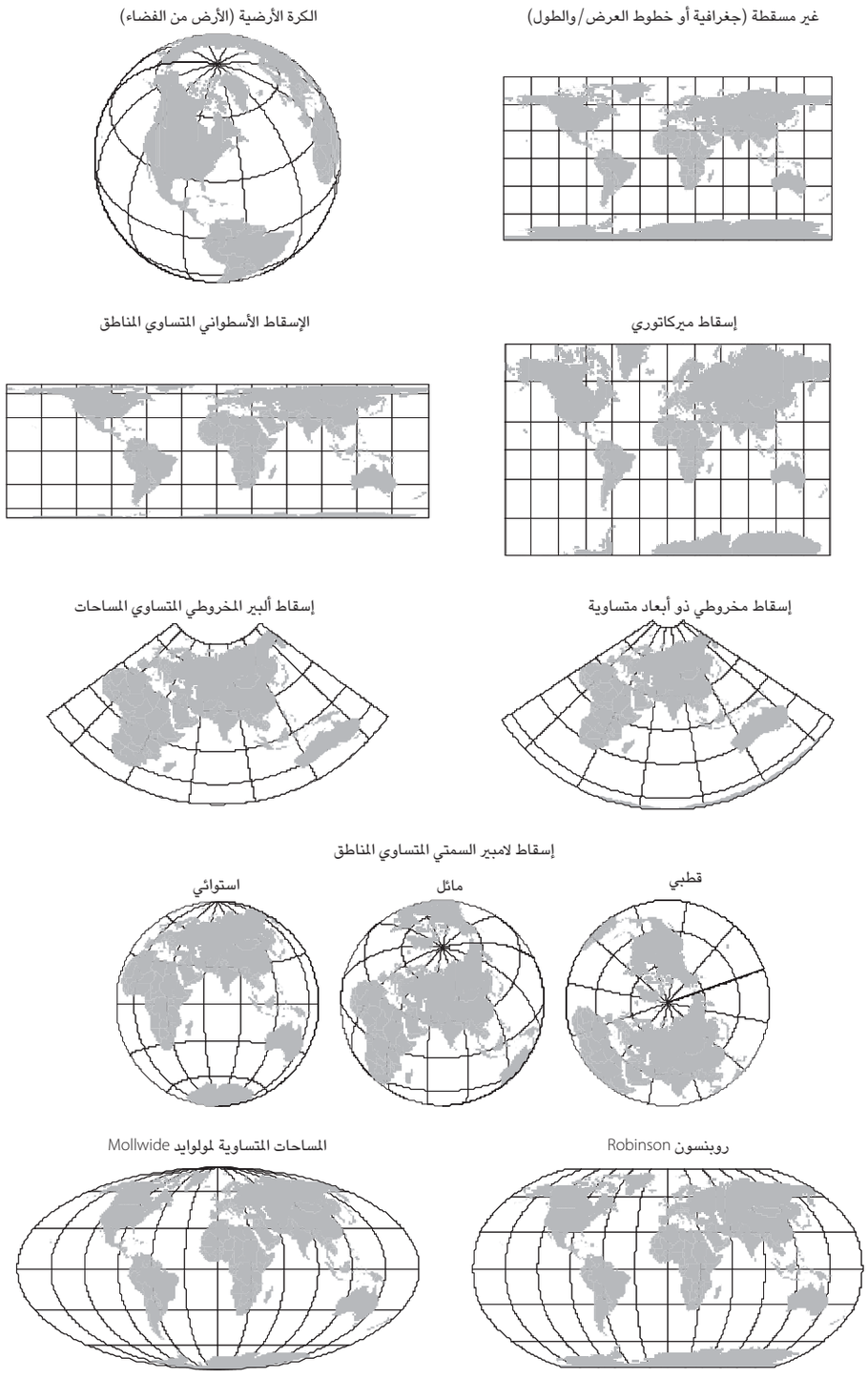
م ٢-١٦- مما يعقِّد التحويل من إحداثيات خطوط الطول والعرض الكروية إلى إحداثيات بلانار أن الأرض ليست كرة على نحو تام ذات نصف قطر ثابت. وتبيّن المقاييس المحددة بدقة شديدة أن سطح الأرض متغيِّر بدرجة عالية وأنه يتغيَّر باستمرار. والأهم، أن الأرض تتسطح عند القطبين وبالتالي فالمسافة من مركز الأرض إلى القطب الشمالي (المحور الأصغر نسبياً) أصغر من المسافة إلى خط الاستواء (المحور الأكبر نسبياً). لهذا فإنه لأغراض الدقة في الرسم، توصف الأرض بدقة أكبر بأنها جسم إهليلجي أو شبه كروي، مع وجود علاقة محددة بين نصف القطر القطبي والاستوائي (انظر الشكل م ٢ – ٧). وتُسمى المعلَمات التي تصف المجسم الإهليلجي وأصل نظام الإحداثيات المستخدم في إسناد معالم الخرائط وتوجهه "المسند الجيوديسي" (نسبة إلى علم قياس الأرض: الجيوديسيا).

م ٢-١٧- وتختلف أنسب المعلَمات المستخدمة لتقريب الشكل الإهليلجي للأرض عبر الكرة الأرضية. ومن حسن الحظ أن كل وكالة وطنية لرسم الخرائط تستعمل عادة مسنداً معيارياً واحداً لكل أنشطتها الخاصة برسم الخرائط، وأن عدداً قليلاً من مراجع الإسناد هو الذي يجري استخدامه في رسم الخرائط الإقليمية، أو القارية، أو العالمية. وتتعقد الأمور حين يتغيَّر المسند الذي تستعمله وكالة رسم الخرائط. وقد طرأ تحسّن كبير على مراجع الإسناد على مدى القرنين الماضيين، وبالتالي فإن الخرائط الأقدم لمكان ما ربما تكون قد بنيت على أساس مسند معين، في حين أن الخرائط الأحدث ربما جُمعت باستخدام مسند أحدث وأكثر دقة.

م ٢-١٨- وبالنسبة لرسم الخرائط بمقياس رسم صغير لتغطية منطقة كبيرة أو لإعداد الخرائط الكروكية في تطبيقات لا تتطلب دقة عالية، فإن المشاكل التي يثيرها اختلاف المراجع الإسنادية لا تكاد تذكر، أما بالنسبة لرسم الخرائط بتحديد دقيق وبمقاييس رسم كبيرة فإن المعاوضة قد تكون كبيرةً إلى حد بعيد. ويبيِّن الجدول م ٢ – ١ إحداثيات مبنى المقر الدائم للأمم المتحدة في شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة UTM، التي تُناقَش أدناه بتفصيل أكبر. وقد تم إسقاط إحداثيات خطى 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: ٠٠٠ ٢٥. وإذا تعاملنا مع الأرض على أنها كرة كاملة بدلاً من كونها مجسَّماً ناقصاً فسوف يحدث ذلك معاوضة تزيد عن ١٨ كيلومتراً.

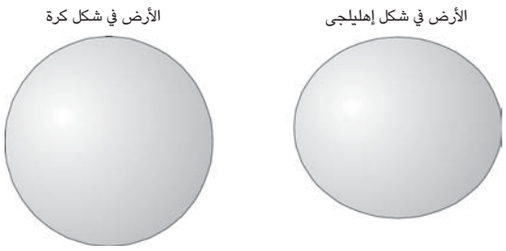
الشكل م ٢ – ٦

إسقاطات الخرائط الشائعة



الشكل م ٢ - ٧

الشكل الكروي مقابل الإهليلجي



الجدول م ٢ - ١

الإحداثيات المسقطة لمبنى الأمانة العامة للأمم المتحدة في نيويورك باستخدام مجسمات ناقصة إسنادية مختلفة

	إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة (أمتار)	
إسناد الجسم الإهليلجي	الإزاحة شرقاً (س)	الإزاحة شمالاً (ص)
كلارك، ١٨٦٦	٥٨٧ ١٤١,٣	٤ ٥١١ ٣٣٧,١
كلارك، ١٨٨٠	٥٨٧ ١٤٢,٦	٤ ٥١١ ٢٤٥,١
النظام الجيوديسي العالمي ٨٤	٥٨٧ ١٣٩,٠	٤ ٥١١ ٥٤٩,٧
بيسل	٥٨٧ ١٢٨,٥	٤ ٥١١ ٠٩٥,٤
كروي	٥٨٦ ٩١٧,٢	٤ ٥٢٩ ٩٢٠,٦

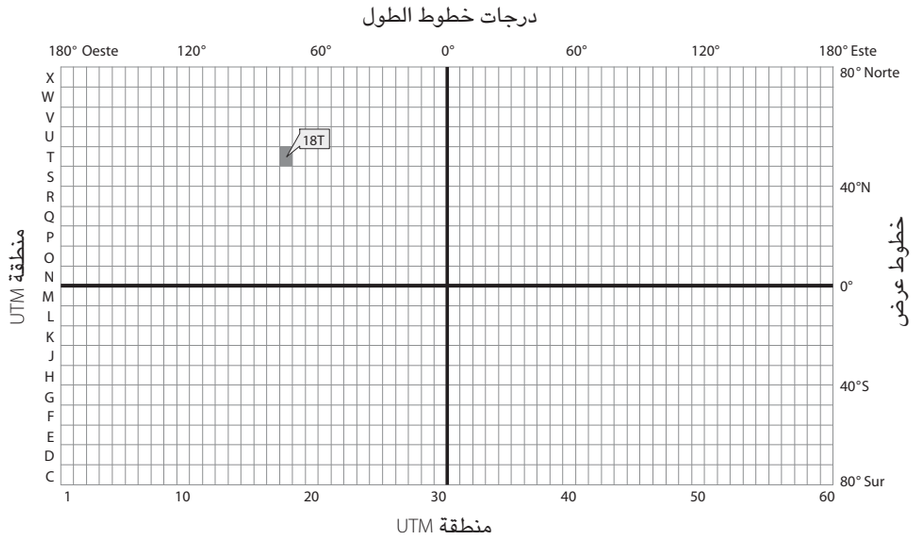
شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة الشاملة (UTM)

م ٢-١٩- هناك نظام إسناد خرائطي يستحق مناقشة أكثر تفصيلاً وهو نظام شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة الشاملة. وهو من أكثر النُظم الشائعة التي تستخدم لرسم الخرائط بمقياس رسم كبير في العالم. وهو مبني على أساس إسقاط أسطواني مستعرض (إسقاط ميركاتوري المستعرض الشامل)، وفيه تمس الأسطوانة الكرة الأرضية على امتداد خط طول معين. ويُختار خط طول "محلى" للأجزاء المختلفة من العالم. والتشوهات في المقياس والشكل والمسافة على امتداد هذا التماس صغيرة جداً. ويتكون نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض الشامل من ٦٠ منطقة خطوط طول (انظر الشكل م ٢ - ٨).

م ٢-٢٠- ولكل منطقة اتساع يتكون من ست درجات من خطوط الطول، ثلاث درجات في كل اتجاه من خط طول التماس. وترقم مناطق نظام إحداثيات ميركاتور المستعرضة الشاملة (UTM) متسلسلة من الغرب إلى الشرق بدءًا بالدائرة الأولى الممتدة من خط الطول ١٨٠° غرباً إلى ١٧٤° غرباً، وخط الطول المركزي فيها هو ١٧٧° غرباً. وتقسم المناطق بعد ذلك إلى صفوف ارتفاع كل منها ثماني درجات. ويخصص لها حروف من الجنوب إلى الشمال بدءًا بخط عرض ٨٠ جنوباً، ويرمز له بالحرف C. ونظراً لأن التشوه عند القطبين كبير جداً، لا تحدد مناطق UTM للمناطق التي تتجاوز هذه الحدود.

الشكل م ٢ – ٨

نظام شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة الشاملة



م ٢-٢١- وتقاس الإحداثيات بالأمتار (أو الأقدام) بدءًا من دائرة خط الطول المركزية كاتجاهات إلى الشرق في الاتجاه الشرقي – الغربي وإلى الشمال في الاتجاه الشمالي – الجنوبي. ولتجنُّب الحصول على أرقام سالبة، يضاف رقم ٥٠٠ ٠٠٠ للاتجاه شرقاً. ولنفس السبب يضاف ١٠ ٠٠٠ ٠٠٠ إلى الاتجاه شمالاً، ولكن فقط للإحداثيات في نصف الكرة الجنوبي. وتسمى هذه المعاوضة "الاتجاه المصطنع شرقاً" و"الاتجاه المصطنع شمالاً".

م ٢-٢٢- ولبيان استخدام نظام UTM، نقدَّم مثالاً في الشكل م٢ – ٩: يقع مبنى المقر الدائم للأمم المتحدة في نيويورك عند خط عرض ٠١″ ٤٥′ ٤٠° شمالاً وخط طول ٠٤″ ٥٨′ ٧٣° غرباً. ويوجد هذا الموقع في المنطقة 18 T في شبكة UTM، التي تمتد من ٧٢° إلى ٧٨° غرباً ومن ٤٠° إلى ٤٨° شمالاً. والإحداثيان س وص لشبكة UTM بالأمتار هما ١٣٩,٠ ٥٨٧ و٥٤٩,٧ ٥١١ 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 ٥١٢ ٤ كيلومتراً شمال خط الاستواء.

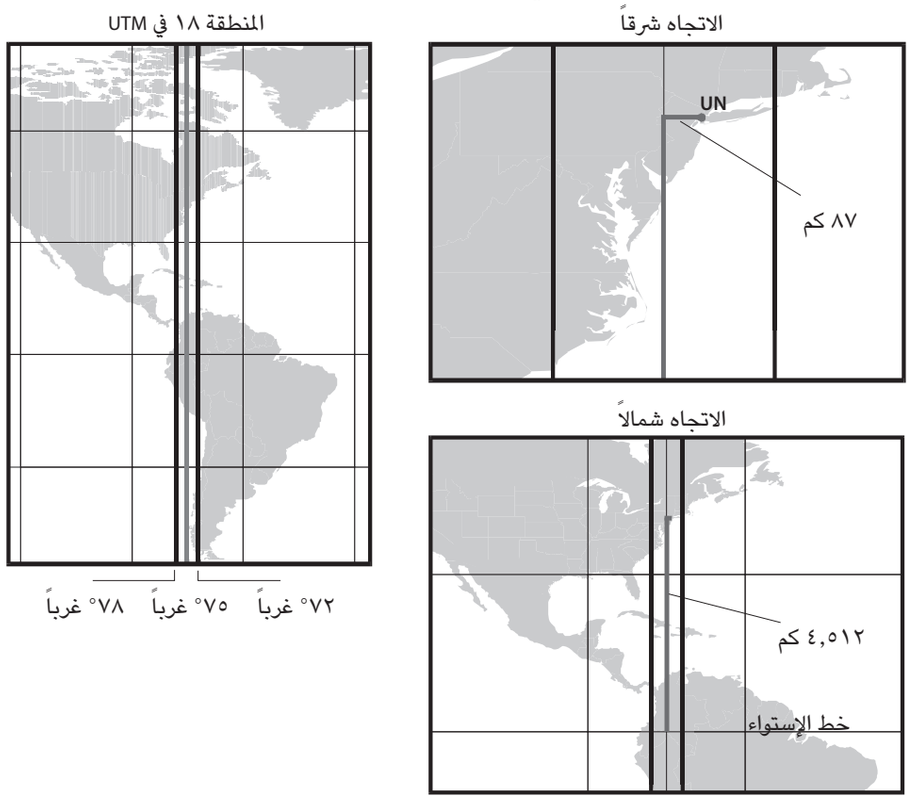
هاء - مقياس رسم الخرائط

م ٢-٢٣- 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. ويحدِّد مقياس رسم الخرائط الذي يتم اختياره الحجم أو المساحة المراد تغطيتها على صفحة خريطة عادية أو في عرض رقمي. ويمثِّل هذا المقياس بنسبة بين المسافة على الخريطة والمسافة على الأرض في العالم الحقيقي. فعلى خريطة طبوغرافية مقياس رسمها ١: ٠٠٠ ٢٥ يمثِّل السنتيمتر الواحد ٠٠٠ ٢٥ سنتيمتر أو ٢٥٠ متراً في العالم الحقيقي.

م ٢-٢٤- ونظـراً إلى أن مقياس رسـم الخرائط هو في صورة كسر أو نسـبة، فكلما زادت المسافة الممثلة على الأرض، صغر مقياس الرسم. فمثلاً تعتبر الخريطة التي ترسم بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ٠٠٠ ١، خريطة مقياس رسـم صغير، حيث إن قسـمة ١ على ٠٠٠ ٠٠٠ ١ عدد صغير جـداً (٠,٠٠٠٠٠١). ومقيـاس الخريطة ١: ٠٠٠ ٥ مقياس كبير نسـبياً حيث إن قسـمة ١ على ٠٠٠ ٥ عدد كبير نسبياً (٠,٠٠٠٢). لهذا، تبيّن الخرائط التي ترسم بمقياس رسم صغير مناطق كبـيرة، في حـين أن الخرائط التي ترسـم بمقياس رسـم كبير تركز على المناطـق الصغيرة. ومن الناحية العملية، يجري غالباً الخلط بين المقياس الصغير والمقياس الكبير، لأن الاستخدام في اللغة العامية لكلمتي "كبير" و "صغير" يشـير إلى المسـاحة المغطاة أو حجـم الظواهر وليس الكسر. فنمـاذج المنـاخ العالمي، مثلاً، توصف غالباً بالنمـاذج الكبيرة المقياس. ولهذا فـإن التقليد المفيد المتبع لتجنُّب سوء الفهم هو الإشارة الصريحة إلى "مقياس رسم الخرائط".

الشكل م ٢ - ٩

موقع مبنى المقر الدائم للأمم المتحدة في نظام الإسناد UTM



م ٢-٢٥- بعض مقاييس رسم الخرائط الشائعة:

مقياس رسم الخريطة	يمثل السنتيمتر الواحد على الخريطة	
١: ٠٠٠ ٥	٥٠ متراً	مقياس كبير
١: ٠٠٠ ٢٥	٢٥٠ متراً	
١: ٠٠٠ ٥٠	٥٠٠ متر	
١: ٠٠٠ ١٠٠	كيلو متر واحد	
١: ٠٠٠ ٥٠٠	٥ كيلومترات	
١: ٠٠٠ ٠٠٠ ١	١٠ كيلومترات	مقياس أصغر

م ٢-٢٦- وبالنظر إلى التحول من الخرائط التناظرية إلى قواعد البيانات الجغرافية الرقمية، من الضروري التأكيد على أن البيانات الجغرافية الرقمية ليس لها مقياس رسم. فبمجرد إدخال الإحداثيات التي تحدِّد المعالم الجغرافية في نظام المعلومات الجغرافية، يمكن عرضها بأي مقياس محدَّد. ويمكن للمستعمل أن يبحر داخل أو خارج الخريطة مستعملاً خاصية التكبير والتصغير 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 معيَّن. فالخرائط المطبوعة بمقاييس رسم مختلفة، مثلاً، تبيِّن درجات متفاوتة من التفاصيل. فالمباني التي تتكون منها قرية تظهر على خريطة ترسم بمقياس رسم ١: ٢٥ ٠٠٠، أما على الخريطة التي ترسم بمقياس رسم ١: ٥٠٠ ٠٠٠ فتظهر القرية بأكملها كنقطة، هذا إن ظهرت أصلاً.

م ٢-٢٧- ويطلق تعبير التعميم على العملية التي تُبسَّط بها معالم الخرائط أو تجمع، وهي عنصر بالغ الأهمية في صنع الخرائط. فبسبب تعميم المعالم هذا – حيث تصبح الطُرق الريفية المتعرجة خطوطاً مستقيمة، وتختفي التفاصيل في حدود المقاطعات – لا يبدو منطقياً طبع خريطة بمقياس رسم ١: ٥ ٠٠٠ من قاعدة بيانات رقمية إذا كانت قد حُوِّلت رقمياً من صفحة خريطة رسمت بمقياس ١: ٢٥٠ ٠٠٠، أو جمع مجموعات بيانات رقمية مستمدة من خرائط رسمت بمقاييس رسم مختلفة جداً. ويتبين من ذلك أن من المهم الإشارة إلى مقياس رسم الخريطة التي تمثِّل المصدر في الوثيقة التي تتضمن مجموعة البيانات الجغرافية الرقمية. وبسبب هذه القضايا المتعلقة بمقاييس رسم الخرائط أيضاً، من المهم بصورة بالغة في مشروع رسم خرائط رقمية كبيرة أن نقرر من البداية متطلبات مقياس رسم المخرجات، حتى يقوم بناء قاعدة البيانات المستحدثة على أساس مواد مرجعية مناسبة.

واو - مثال للإسناد الجغرافي

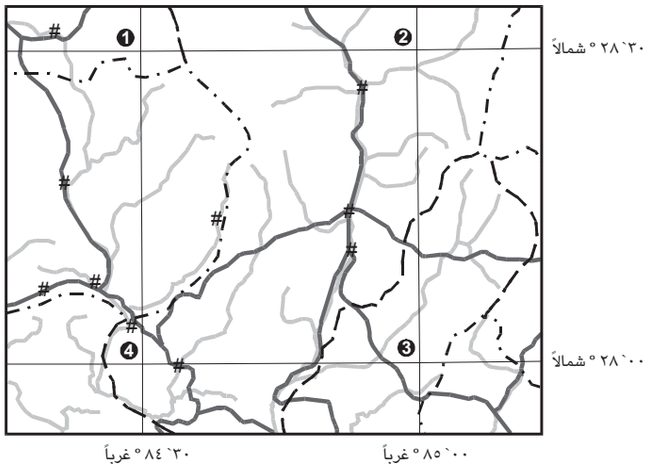
م ٢-٢٨- نوقشت في الفصل الثاني وفي القسم الخاص بدمج الخرائط الرقمية مشكلة إسناد الخريطة التي حُوّلت رقمياً أو استُنسخت بالمسح الضوئي في إحداثيات وحدة خرائطية مناسبة لتخزينها في نظام المعلومات الجغرافية. ولبيان عملية الإسناد الجغرافي، تصف الفقرات التالية مثالاً واقعياً. فيبيِّن الشكل م٢ - ١٠ أدناه خريطة حوِّلت رقمياً بعدة طبقات. وبعد تحويلها رقمياً، تم إسناد إحداثياتها في وحدات جدول التحويل الرقمي، وهي البوصات في هذه الحالة. ومن أجل استخدام الخريطة المحوَّلة رقمياً إلى جانب بيانات رقمية أخرى لهذه المنطقة الجغرافية، يلزم تحويل الإحداثيات المرقمنة إلى إحداثيات العالم الحقيقي التي تتوافق مع إسقاط الخريطة الأصلي. وقد يرغب القراء الذين ليسوا على اطّلاع على أنظمة الإحداثيات ومساقط الخرائط أن يستعرضوا المادة الواردة في الفقرات م ٢ - ١ إلى م ٢ - ٧ أعلاه.

م ٢-٢٩- والخطوة الأولى هي أن نقرر نقاط ضبط محددة تحديداً جيداً، وهذا في العادة جزء أساسي من عملية التحويل الرقمي. ويجب أن توزَّع نقاط الضبط بشكل جيد عبر المنطقة المطلوبة لتحسين تقديرات معلَمات التحويل. ويعني هذا ألاّ تكون كلها في منطقة واحدة أو في مركز الخريطة. وبالإضافة إلى الطُرق، والأنهار، والوحدات الإدارية، والبلدات، تبيِّن الخريطة أيضاً شبكة منتظمة من خطوط العرض وخطوط الطول تفصل بينها مسافات من نصف درجة. وتعتبر تقاطعات شبكة الأرضية (في مسقط الخريطة) اختياراً جيداً لنقاط الضبط، حيث إن من السهل تحديد إحداثياتها. وترقم نقاط الضبط الأربع المختارة بأعداد من واحد إلى أربعة. وأزواج

إحداثياتها على التوالي هي: (٨٤,٥، ٢٨,٥)، و(٨٥,٠، ٢٨,٥)، و(٨٥,٠، ٢٨,٠)، و(٨٤,٥، ٢٨,٠). ويلاحظ أنه نظراً لأن برامج نظام المعلومات الجغرافية تستخدم إحداثيات بلانار، فيتحتم علينا أن نحدد أزواج خطوط الطول/خطوط العرض (أي س/ص) بدلاً من خطوط العرض/خطوط 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.

الشكل م ٢ - ١٠

نقاط الضبط على صفحة الخريطة



م ٢-٣٠- وليس من الممكن استخدام إحداثيات خطوط الطول/خطوط العرض مباشرة للتحويل، لأن الخريطة الورقية الأصلية ليست مسجَّلة بإحداثيات خطوط الطول/خطوط العرض الجغرافية، إذ أن القليل من الخرائط المطبوعة قد سُجِّل بهذه الصورة. وغالباً ما يشار إلى أن شبكة خطوط العرض والطول لا تتكوَّن من خطوط مستقيمة. والمسقط الأصلي للخريطة في هذا المثال هو مسقط ألبير Albers المخروطي ذو المناطق المتساوية بالمعلَمات التالية:

- خطا العرض المعياريان: ٢٧° و٣٠° شمالاً
- خط الطول المركزي: ٨٤°
- خط عرض الأصل: ٢٨°

م ٢-٣١- وتبيِّن هذه المحددات عادة على صفحة الخريطة. وقبل تحويل الإحداثيات، يلزم أولاً أن تُحوّل إحداثيات خطوط 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 س وخط العرض هو الإحداثي ص) في ملف للنص أو من خلال وصلة بيانية تشمل قائمة اختيارات، وتحديد معلَمات الإسقاط ذات الصلة في وحدة تغيير الإسقاط في البرمجية.

م ٢-٣٢- وبطبيعة الحال، إذا استطعنا أن نقرا إحداثيات نقاط الضبط في العالم 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 الإحداثيات آلياً إلى مسقط جغرافي محدد.

م ٢-٣٣- والآن يتوافر لدينا أزواج إحداثيات نقاط الضبط الأربع في إحداثيات جدول الرقمنة، فضلاً عن إحداثيات مسقط العالم الحقيقي - التي تقاس في هذه الحالة بالأمتار. وتبيّن مجموعتا الإحداثيات في الجدول م ٢ - ٢. وتوجد نقطة الضبط الأولى، مثلاً، على بُعد نحو ٤٩ كيلومتراً شرق خط الطول المركزي (٨٤° شرقاً) و٥٥,٥ كيلومتراً شمال خط عرض الأصل (٢٨° شمالاً).

م ٢-٣٤- والخطوة الثالثة هي حساب معلمات التحويل استناداً إلى مجموعتي أزواج الإحداثيات. وتوفر معظم نُظم المعلومات الجغرافية هذا الخيار. ومن الناحية التقنية، تقدر المعلومات باستخدام معادلات الانحدار التالية:

$$س' = أ + ب\ س + ج\ ص$$

$$ص' = د + هـ\ س + و\ ص$$

حيث تمثِّل س' و ص' إحداثيي العالم الحقيقي. و س و ص هما إحداثيا الرقمنة لنقاط الضبط؛ وتمثل أ، و ب، و ج، و د، و هـ، و و المعلَمات المطلوب تقديرها. وأخطاء التقدير في التحويل هي فروق الانحدار.

م ٢-٣٥- ويبيِّن الجدول م ٢ - ٢ لكل نقطة ضبط زوج الإحداثيات في نظام مدخلات الإحداثيات (وحدات الرقمنة) وفي نظام المخرجات (مسقط ألبير بالأمتار). وبالإضافة إلى ذلك، يبيّن الجدول أخطاء (فروق) التحويل التي حسبها النظام بوحدات مخرجات (أمتار). ويلاحظ أن خطأ التحويل يبلغ نحو ٧,٨ أمتار في اتجاه س ونحو ١٤,٦ متراً في اتجاه ص. ونادراً 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 فعلاً، مثل الخلط بين إحداثيات س وص أو معلَمات نقاط الضبط. وعموماً، يجب أداء العملية بحرص كبير، لأنها ستؤثر بدرجة كبيرة على الدقة وبالتالي على فائدة قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الناتجة عنها.

م ٢-٣٦- ويعطي الجدول أيضاً فكرة عن الخطأ الكلي في التحويل. وهذا هو خطأ متوسط الجذر التربيعي، المبين بوحدات إحداثيات المدخلات والمخرجات (بالبوصات والأمتار على التوالي). ويشير الخطأ الكبير في متوسط الجذر التربيعي إلى أن مواقع نقاط الضبط في وحدات خرائط المدخلات والمخرجات لا تتوافق مع نفس المواقع النسبية. وبالنسبة لمشروع تحويل بيانات على نطاق كبير، يجب تحديد الحد الأقصى المقبول لخطأ متوسط الجذر التربيعي وعدم تجاوزه. وما يعتبر مقبولاً يتوقف على مقياس رسم الخرائط الورقية الأصلية وعلى متطلبات دقة التطبيق. ومع أن رسم خرائط التعداد لا يتطلب عادة درجة كبيرة جداً من الدقة، فإن تطبيقات الخرائط المساحية، مثلاً، تحتاج إلى التزام معايير أعلى بكثير.

م ٢-٣٧- ويحوِّل النظام كل الإحداثيات في قاعدة بيانات الخريطة إلى نظام إحداثيات المخرجات في نفس الخطوة. وبعد ذلك يتم إسناد قاعدة بيانات المخرجات بصورة سليمة بنفس إحداثيات الخريطة الورقية الأصلية. وبعد ذلك، يمكن إسقاط هذه الخريطة بإسقاطات خرائطية

مختلفة، مثل دمجها في قاعدة بيانات شاملة بمسقط معياري مختلف. والهدف من هذا الوصف هـو بيان المبادئ العامة للتحويل. وعلى الرغم من أن التطبيـق الفعلي يعتمد تحديداً على البرامج الحاسـوبية، إلاّ أن فهم هذه الخطوات التي يشملها الإسناد الجغرافي يساعد في تقدير أهمية هذه الخطوة.

الجدول م ٢ - ٢

معلمات التحويل

نقطة الضبط	الإحداثيات في وحدات التحويل الرقمي (بالبوصات)		الإحداثيات في وحدات العالم الحقيقي المسقطة (بالأمتار)		الأخطاء المحسوبة في وحدات العالم الحقيقي (بالأمتار)	
	س	ص	س	ص	س	ص
١	١١ ٧٧٧	١٩ ٦٦٠	٤٨ ٩٣٦,٢	٥٥ ٥٢٩,٦	- ١٤,٥٩	٧,٨٠
٢	٢٦ ٦٧٠	٢٠ ٦٦١	٩٧ ٨٧١,٥	٥٥ ٨٣٥,٢	١٤,٦٠	-٧,٨١
٣	٢٧ ٦٩٦	٣ ٨٢٤	٩٨ ٣٣٣,٠	٤٠٩,٣	-١٤,٥٥	٧,٧٨
٤	١٢ ٧٥١	٢ ٨١٠	٤٩ ١٦٦,٩	١٠٢,٣	١٤,٥٤	-٧,٧٧
متوسط خطأ الجذر التربيعي (المدخلات، المخرجات)			٠,٠٠٥٠٣٤	١٦,٥٢٤		

زاي - اعتبارات عملية

م ٢-٣٨- يتطلب أي مشروع كبير لرسم الخرائط الرقمية (مثلاً لدعم عمليات التعداد) دمج معلومات خرائطية من مصادر مختلفة. ولهذا السبب يلزم اختيار مسقط معياري ونظام إحداثيات. ومن الناحية المثالية، يجب أن يكون نظام الإسـناد المختار هو نفـس النظام المسـتخدم في أنشطة رسـم الخرائط الأخرى في البلد. وتسـتخدم معظم البلدان مسقطاً معيارياً ونظاماً للإحداثيات، بما يناسب طبيعة أراضيها، لسلسة الخرائط الوطنية بمقاييس الرسم المختلفة.

م ٢-٣٩- وتوفِّر كل برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية تقريباً وظائف لتحويل الإحداثيات مـن نظـام إسـناد إلى آخر (مثـلاً من أمتـار إلى أقدام أو من وحـدات تحويل رقمـي إلى وحدات خرائطيـة)، لتحويل الخرائط الرقمية من خطوط العرض/خطوط الطول إلى مسـقط خرائطي، أو لتغيير المساقط، وتتيح للمستعمل أيضاً أن يختار مرجع إسناد جيوديسياً وأي معلَمات أخرى ذات صلـة. وفي حـالات نادرة، قد لا تقبل البرمجية مسـقطاً معيّناً، وقد يلزم اسـتخدام برمجية متخصصـة. وتدعم النُظم العالمية لتحديد المواقع، التي نوقشـت بالتفصيل في الفصل الرابع من هذا الدليل، وتدعم أيضاً مسـاقط مختارة للخرائط، كما تدعم معظم مراجع الإسناد الجيوديسي. لهـذا، يمكن حصر الإحداثيات التي تجمع في الميـدان كأزواج خطوط عرض وخطوط طول أو في نظام إحداثيات.

م ٢-٤٠- وتتضمن الخرائط الطبوغرافية عادة مسـاقط ومعلومات مراجع الإسناد. ومن المشـاكل المرتبطة بمجموعـات البيانات الخرائطية الرقمية أن أنسـاق نُظم المعلومات الجغرافية المعيارية لا تخزِّن بالضرورة معلومات الإسـقاط على نحو واضح. فمثلاً، قد تحصل وكالة تعداد على مجموعة بيانات نظام معلومات جغرافية للطرق أو الهيدرولوجيا دون معلومات عن مساقط

خرائطهـا. فإذا جمّعت مثل هذه البيانات مع خرائط التعداد الرقمية، فإنها قد لا تتواءم بصورة تامة. لهذا يستحيل تحقيق الدمج الرأسي ما لم تدخل مجموعتا البيانات في نفس نظام الإسقاط. وإذا لـم يمكـن تقرير مسـقط الخريطة بمتابعة الترتيـب التنازلي لمجموعة البيانـات رجوعاً إلى الخرائط التي تمثِّل المصدر، فالاختيار الوحيد هو التوفيق بين الخريطتين الرقميتين لهذا الغرض بالـذات، وهو ما قد ينتج عنـه أخطاء كبيرة. لهذا من المهم توثيق كل مجموعات البيانات بصورة مناسـبة وحفـظ البيانـات الفوقية – وهي المعلومـات الخاصة بالبيانات – مـع مجموعة بيانات الخريطة الرقمية.

م ٢-٤١- وهناك اعتبار عملي أخير يتصل بالتحويل بين أنسـاق تخزين إحداثيات خطوط العـرض وخطـوط الطـول. ويعبر عن هذه عـادة بالدرجـات والدقائق والثوانـي. فموقع مبنى المقـر الدائم للأمـم المتحدة في نيويورك، مثلاً، هو خط عرض ٠١″ ٤٥′ ٤٠° شـمالاً وخط طول ٠٤″ ٥٨′ ٧٢° غربـاً. ولإدخال إحداثيي خط العرض وخط الطول المذكورين في نظام المعلومات الجغرافية أو في نظام إسـقاط خرائطـي، نحتاج إلى تحويل الإحداثيـين إلى درجات عشرية أولاً. وهـذا يجعلها تبدو أساسـاً كإحداثيات ديكارتية س، وص عاديـة. ولتحويل الدرجات والدقائق والثواني إلى درجات عشرية نحسب، مثلاً، خطي عرض وطول مقر الأمم المتحدة كالآتي:

$$40+\frac{\left(45+\frac{1}{60}\right)}{60}=40.7502778$$

$$73+\frac{\left(58+\frac{4}{60}\right)}{60}=73.9677778$$

م ٢-٤٢- ونظـراً لأن خط طول مقـر الأمم المتحدة يقع غرب دائـرة خط طول غرينيتش المركزيـة، فإنـه يحدد كرقم سـالب بالدرجات العشريـة (أي – ٧٣,٩٧). وبالمثـل، يعبر عن قيم خطوط العرض في نصف الكرة الجنوبي بأرقام سالبة.

م ٢-٤٣- ولإعـادة تحويـل خـط العرض إلى درجـات ودقائق وثـوان مثـلاً، تجري هذه المعادلة:

الدرجات: ٤٠

الدقائق: ٠,٧٥٠٢٧٧٨ × ٦٠=٤٥,١٦٦٦٨=٤٥

الثواني: ٠,٠١٦٦٦٨ × ٦٠=١

المرفق الثالث

نمذجة البيانات

ألف - مقدمة

م ٣-١- يتضمن المرفق الحالي مناقشة لموضوعات تتعلق بنمذجة البيانات الجغرافية ومثالاً لما يتضمنه معجم بيانات تفصيلي يمكن أن يستخدمه مكتب التعداد لتوثيق قواعد البيانات الجغرافية لأغراض التعدادات. ويقدم المرفق الرابع معجم بيانات أبسط يمكن إرفاقه بمنتجات التعداد الجغرافية التي تُنشر إلى الجمهور.

باء - تعريف المصطلحات الرئيسية

م ٣-٢- نموذج البيانات المكانية - هو وصف الكيانات الجغرافية، مثل المنازل، أو الوحدات الإدارية، أو الأنهار. وفي نماذج البيانات المتعلقة بالأجسام البيانية، يشمل التعريف عادة أيضاً العمليات التي يمكن أداؤها على الكيانات. ونموذج البيانات مستقل عن أي برنامج حاسوبي محدد، ولهذا يمكن للمستعمل أن يطبق نموذج البيانات في أي برمجية شاملة لنظام المعلومات الجغرافية.

م ٣-٣- هيكل البيانات المكانية - هو هيكل يطبق نموذج بيانات محدد، ويتألف من هياكل ملفات محددة تستخدم لتمثيل أنواع مختلفة من الكيانات. فمثلاً، تمثل الوحدات الإدارية أو المسطحات المائية كمضلّعات - أي سلسلة من الإحداثيات يكون فيها الإحداثي الأول هو نفسه الإحداثي الأخير. ويمكن هيكل البيانات من أداء عمليات حاسوبية تحدد العلاقات بين الكيانات الجغرافية. فمثلاً، قد يتماكن طريق مع جزء من حدود مضلّع يحدد وحدة إدارية.

م ٣-٤- نسق البيانات - مصطلح أكثر عمومية يطبق عادة على مجموعة محددة من هياكل البيانات في نظام برنامج حاسوبي. وقد استخدمت بعض أنساق البيانات التجارية على نطاق واسع بحيث أصبحت المعيار الواقعي. وكان نسق تبادل الرسوم البيانية DXF، مثلاً، قد صمم في البداية لبرنامج AutoCad، والآن تدعمه كل برامج نُظم المعلومات الجغرافية التجارية تقريباً.

م ٣-٥- معجم البيانات - هو وثيقة رئيسية تصف نموذج البيانات، فضلاً عن أي رموز تستخدم للتعريف بالكيانات وخصائصها.

م ٣-٦- وأخيراً، مخطط قاعدة البيانات - هو وصف للعلاقات المنطقية بين الكيانات المكانية، وجداول الخصائص، وقواعد سلامة البيانات، يحدد معالم قاعدة بيانات مكانية كاملة وشاملة.

جيم - قالب نموذجي

م ٣-٧- القالب النموذجي التالي مأخوذ بتصرف من التعريف الشامل لتعريفات الكيانات الجغرافية في قاعدة البيانات الطبوغرافية الوطنية الكندية - معجم البيانات (Geomatics Canada, 1994).

الجدول م ٣ - ١

المعلومات المطلوب جمعها لتحديد نموذج البيانات المكانية

اسم الكيان	الاسم الموجز للمعلَم الجغرافي.
التعريف	الوصف التفصيلي للكيان الجغرافي.
خصائص المجال الثابتة	الخصائص التي يمكن أن يكون لها عدد محدود من القِيم المحددة مسبقاً، مثل نوع الوحدة الإدارية (مقاطعة، إقليم، إلخ.)، أو نوع سطح الطريق. وهذه الرموز المحددة مسبقاً هي "مجال" القِيم المحتملة.
خصائص المجال المتغايرة	هي الخصائص التي تنطوي على احتمال أن يكون لها عدد غير محدود من القِيم الممكنة. لهذا لا يمكن تحديد مجالها. ومن أمثلة ذلك معرف الهوية للوحدة الإدارية، أو سكان الوحدة، أو اسم نهر.
	وتوصف كل خاصية بالمعلومات التالية: الاسم؛ النوع، مثلاً: أبجدي عددي (A) أو عدد صحيح (I) أو حقيقي (R). عدد الحروف أو الأرقام المسموح بها؛ مجال القِيم، أي قائمة بكل القِيم المحتملة وتعريفاتها، لخصائص المجال الثابتة، أو تعريف الخصائص، لخصائص المجال المتغايرة.
التشكيلات المسموح بها لقِيم الخصائص	بالنسبة لخصائص المجال الثابتة، تُذكر 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 قِيم الخصائص المسموح بها في عملية المراجعة الآلية للاتساق. إذا لم يكن للكيان مجال ثابت، يدخل "لا يوجد". وإذا كانت هناك خاصية مجال ثابت واحدة، تُدرج جميع القِيم المسموح بها. وإذا كانت هناك عدة خواص مجال ثابت، تُدرج جميع تشكيلات القِيم المسموح بها.
العلاقات	وصف العلاقات التي قد تتواجد بين الكيان الجغرافي والمعالم المكانية الأخرى. ويفيد هذا، مثلاً، في تحديد كيفية تماكن الأنهار أو الطُرق مع حدود وحدة إدارية أو منطقة عدّ. وتحدد العلاقات بالخصائص التالية: - اسم الكيان وشكله الهندسي - مثلاً، نقطة (P)، أو خط (L)، أو مساحة (A)؛ - العلاقة - مثلاً: وصل، بالنسبة لخط يتصل بنقطة؛ أو مشترك، بالنسبة لمساحة تتشارك حدوداً مع خط؛ - مدى أساسيته، ويحددها زوج من القِيم التي تحدد عدد المرات الدنيا والقصوى التي يمكن أن يدخل فيها الكيان في علاقة. فمثلاً، ينسب تقاطع الطريق إلى معالِمه. فلا بد من أن يكون لهذا التقاطع طريق يتصل به على الأقل، ويمكن أن يرتبط بعدد غير محدود من الطُرق. وإذا تعذَّر تحديد العدّد الأقصى، فإنه يمثَّل بـ (N). وهكذا فإن العلاقة بين تقاطع الطريق والطريق هي (1,N)؛ - اسم وهندسة الكيان المرتبط؛ يلاحظ أن هذا التعريف 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)	المعلَم الهندسي المستخدم لتمثيل الكيان، وهو المساحة (المضلّعات) بالنسبة للوحدات الإدارية في كل الحالات تقريباً. غير أن التمثيل الهندسي لكيان مكاني، بالنسبة للمعالم الأخرى، قد يتوقف على مقياس رسم الخريطة. فيمكن مثلاً تمثيل قرية كمساحة تمثّل حدودها بمقاييس رسم خرائطية كبيرة (مثل ١: ٠٠٠ ٢٥)، في حين قد تبدو كنقطة بمقاييس رسم خرائطية صغيرة (مثل ١: ٠٠٠ ٢٥٠). وبنفس مقياس رسم الخريطة هذا، قد تمثّل قرية أكبر أو بلدة كمساحة، ولكن قرية صغيرة تمثّل كنقطة. وبحسب نوع المعلَم، يمكن أن يشير الحجم الأدنى للكيانات إلى مساحة سطحها، أو عرضها، أو طولها، أو ارتفاعها.
ملاحظات	أي 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.

م ٣-٨- وأهم معلومات القالب الجاهز لقاعدة البيانات هي تعريف كل كيان والوصف التفصيلي لكل الخصائص المختزنة للمعالم الجغرافية. وقد تكفي هذه المعلومات الواصفة الأساسية لقاعدة البيانات بالنسبة للكثير من مشروعات رسم خرائط التعدادات. غير أنه إذا كانت قاعدة بيانات التعداد ستلحق بقاعدة بيانات نظام وطني للمعلومات الجغرافية، فمن المستصوب بذل المزيد من الوقت والجهد في إعداد تصميم قاعدة البيانات لضمان التوافق مع المعلومات المستمدَّة من وكالات أخرى. وفي هذه الحالة، يجب تحديد العلاقات بين الوحدات الإدارية أو وحدات التعداد والمعالم الجغرافية الأخرى بوضوح.

م ٣-٩- ولتوضيح محتويات معجم البيانات، يقدِّم الجدول م ٣ - ٢ مثالاً يصف تعريفاً لطبقة بيانات وحدة إدارية. وهذا المثال للتوضيح فقط. أما المواصفات الدقيقة فتتفاوت حسب التطبيق المتَّبع في كل بلد.

الجدول م ٣ - ٢

مثال: وحدات إدارية في بلد ذي 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 ا (١):	
١ - إقليم	المستوى الأول للوحدة الإدارية
٢ - مقاطعة	المستوى الثاني للوحدة الإدارية
٣ - منطقة محلية	المستوى الثالث للوحدة الإدارية
مؤشر الريف/الحضر ا (١):	
١ - لا ينطبق	المناطق المحلية فقط هي التي تصنف كريف أو حضر
٢ - ريف	وحدة إدارية تتألف من بلدة أو مدينة
٣ - حضر	وحدة إدارية ذات خصائص ريفية سائدة
خصائص المجال المتغايرة	
معرف الوحدة الإدارية ا (١٤)	
ملاحظة: في قاعدة البيانات النموذجية هذه، تخزَّن كل المعلومات عن الخصائص (مثل الاسم، والاسم البديل، وعدد الأسر المعيشية، والسكان، إلخ.) في جداول بيانات منفصلة تُربط بجدول الخصائص الجغرافية عن طريق معرِّف الوحدات الإدارية.	
التشكيل المسموح لقِيم الخصائص	
إقليم/لا ينطبق	
مقاطعة/لا ينطبق	
منطقة محلية/حضر	
منطقة محلية/ريف	ملاحظة: هذه التشكيلات فقط ممكنة: مثلاً، لا توجد أقاليم حضرية أو مقاطعات ريفية.
العلاقات	
وحدة إدارية (P) مشتركة (0,N) طريق (L)	
وحدة إدارية (P) مشتركة (0,N) نهر (L)	
وحدة إدارية (P) مشتركة (0,N) جسم مائي (P)	

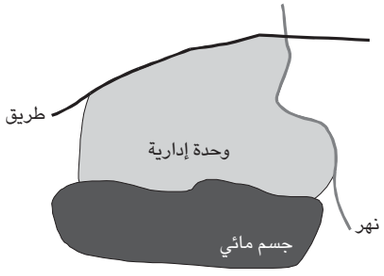
ملاحظة: تمثِّل الطُرق والأنهار كخطوط (L)، وقد تتماكن مع أجزاء من حدود وحدة إدارية، تمثل بمضلّع (P). وبالمثل، قد تتماكن حدود إدارة مع شاطئ أو جسم مائي مثل بحيرة، تمثل كمضلّع (0,N) إشارة إلى مدى أساسية العلاقة. ويعني أنه، مثلاً، عند حد أدنى قد يتماكن صفر من الطُرق مع حدود وحدة إدارية، وأنه لا يمكن تقرير الحد الأقصى (المشار إليه بـ N، بمعنى أنه أي عدد).

التمثيل الهندسي والحجم الأدنى

تمثل الوحدة الإدارية كنقطة إذا كانت المساحة السطحية تعادل كيلومتراً مربعاً واحداً أو أقل وكمساحة إذا كانت أكبر من كيلومتر مربع.

ملاحظة: يجب أن تتماكن الوحدات الإدارية مع حدود مناطق العدّ. ويجب أن تغطي الوحدات الإدارية الأراضي الوطنية بصورة شاملة. وبمعنى آخر، يجب ألاّ يكون أي جزء من أراضي البلد غير منتسب إلى وحدة إدارية.

رسم بياني



المرفق الرابع

مثال لمعجم بيانات للتوزيع

م ٤-١- فيما يلي مثال لمعجم بيانات للتوزيع فيما يتعلق بقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية لتعداد المناطق المحلية في بلد مفترض هو بوبلانديا. وقد يستعمل تعبير معجم البيانات وتعبير "البيانات الفوقية" أحياناً بشكل متبادل، وإن كان التعبيران مختلفين من حيث الممارسة. فمعجم البيانات يسبق في الواقع البيانات الفوقية، ويشير تعبير معجم البيانات عادة إلى المعلومات التـي توزَّع مع البيانات التي تنشرها الوكالة. أمـا البيانات الفوقية، فقد وضعت المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس إرشـادات محدَّدة بشـأنها، ولكن لكل بلد أن يسـتعمل الاقتباس في تكييف أي من أنسـاق البيانات الفوقية المشتركة حسب اسـتعمالات البلد. والمثال المقدَّم أدناه هو للتوضيح فقط، وينبغي تصميم معجم البيانات بشكل واعٍ في مكتب التعداد الوطني بحيث يأخذ في الاعتبار المسائل ذات الصلة بظروف البلد.

معجم البيانات: قاعدة بيانات المناطق المحلية في نظام المعلومات الجغرافية

عنوان قاعدة البيانات	قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية للمناطق المحلية للتعداد
المصدر	المكتب الإحصائي الوطني، فرع التعداد، قسم رسم الخرائط ١٩٩٦، التعداد الوطني للسكان والمساكن، بوبلانديا ١٩٩٥.
محتوى قاعدة البيانات	تتألف قاعدة البيانات من طبقة بيانات نظام معلومات جغرافية للمناطق المحلية في البلد. وتوزع قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية في نسق ملف Arc shape (معهد بحوث النُظم البيئية) أو نسق MapInfo Inter-change (شركة MapInfo) أو ملف نصي عادي للإحداثيات. ويحتوي جدول بيانات الخصائص الجغرافية المتعلقة بطبقة المناطق المحلية في نظام 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، أحدهما لخصائص السكان (POP.DBF) والآخر لخصائص الأسر المعيشية (HH.DBF). ويمكن ربط هذين الجدولين بقاعدة بيانات المناطق المحلية في نظام المعلومات الجغرافية باستخدام الحقل المشترك (LOC_CODE). وما لم يُنص على خلاف ذلك، تشير جميع البيانات إلى تاريخ التعداد وهو ١ تموز/يوليه ٢٠٠٥.
الوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ	تحتوي قاعدة البيانات على معلومات عن ١ ٢٩١ منطقة محلية في تسعة أقاليم و١٢٣ مقاطعة.
المتطلبات من البرمجيات والمعدات	يمكن الاطلاع على قاعدة البيانات باستعمال أي برمجية لنظام المعلومات الجغرافية أو لتصفح الخرائط على الحاسوب تتعامل مع أي من النسقين Arc shape أو MapInfo Interchange، وتتوقف المتطلبات الحاسوبية على البرمجية المستعملة في الدخول إلى البيانات، ولكن يكفي بوجه عام جهاز يعمل بسرعة ٤٨٦ ميغاهرتز أو أسرع، مع ذاكرة تداول انتقائي بسعة ٨ ميغابايت أو أكثر. ويمكن الاطلاع على البيانات من قرص مدمج أو تحميلها على القرص الصلب للحاسوب، وهي تتطلب مساحة ١٦ ميغابايت.
نسق توزيع قاعدة البيانات	توزَّع قاعدة البيانات في شكل غير مضغوط على قرص مدمج، ويمكن الدخول إليها مباشرة.
الإسقاط	مخروطي، متساوي الأبعاد.

عنوان قاعدة البيانات	قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية للمناطق المحلية للتعداد
خطوط العرض	٢٠ و٦٠ درجة شمالاً.
خط الطول المركزي	١٤٠ درجة غرباً.
وحدات الإحداثيات	أمتار.
تعويض فروق الإحداثيات	لا شيء.
مقياس رسم خريطة المصدر	مقاييس رسم مختلفة. رسمت معظم خرائط المناطق الحضرية بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ٢٥ أو بمقاييس رسم أكبر؛ ورسمت معظم خرائط المناطق الريفية بمقياس رسم ١: ٠٠٠ ٥٠ أو بمقاييس رسم أصغر.
معلومات عن الدقة عموماً	وفقاً لمعلومات الوكالة الوطنية لرسم الخرائط، تبلغ دقة بيانات الإحداثيات في المتوسط +/- ١٠٠ متر في المناطق الريفية و +/- ٣٠ مترا في المناطق الحضرية.
وحدات الإبلاغ المنفصلة	تتألف بعض المناطق المحلية من أكثر من مضلّع واحد. ويحتوي جدول الخصائص على حقل (FLAG)، قيمة ١ للمضلّع الرئيسي (وهو الوحيد للمناطق المحلية التي تتكون من مضلّع واحد فقط)، وصفر لأي مضلّعات أصغر. ولتجنُّب ازدواج العدّ عند تجميع بيانات التعداد، يجب عدم البدء بالتجميع إلاّ بعد اختيار المناطق المحلية ذات الحقول التي تبلغ قِيمتها ١ فقط.
المنتجات ذات الصلة	نشر المكتب الإحصائي الوطني قواعد بيانات رقمية مماثلة لنظام المعلومات الجغرافية الخاص بمناطق العدّ. ونظراً لأن عدد مناطق العدّ كبير جداً، فقد استحدثت قواعد بيانات أنظمة معلومات جغرافية منفصلة لكل إقليم. ويجب الاتصال بالمكتب الإحصائي الوطني للحصول على مزيد من المعلومات.
المراجع	المكتب الإحصائي الوطني (٢٠٠٥). التقرير الفني عن نشاط رسم خرائط التعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ٢٠٠٥، فرع التعداد، قسم رسم الخرائط. المكتب الإحصائي الوطني (٢٠٠٥). التقرير المنهجي والإداري للتعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ٢٠٠٥، فرع التعداد. المكتب الإحصائي الوطني (١٩٩٦). نتائج التعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ٢٠٠٥، فرع التعداد، قسم رسم الخرائط.
جهة الاتصال للمعلومات	المكتب الإحصائي الوطني، فرع التعداد قسم رسم الخرائط، خدمات المستعملين صندوق بريد ٩٩٩٩ تاروتا، إقليم سامباس هاتف: ٩٩-٩٩-٩٩٩٩٩ فاكس: ٩٩-٩٩-٩٩٩٩٨ البريد الإلكتروني: geog@census.gov.xx عنوان الإنترنت: www.census.gov.xx

ملفات البيانات الجغرافية

LOC.SHIP - قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية المتعلقة بحدود المناطق المحلية

اسم الملف:	LOC.SHP
نوع الملف:	نسق ملف ESRI Arc shape
أنواع المعالم:	مضلّعات
الملفات المصاحبة:	LOC.DBF جدول خصائص المضلّعات (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	القِيم المفقودة
LOC_CODE	الرمز الرسمي للمنطقة المحلية. يوفِّر ارتباطاً بجداول البيانات الخارجية POP.DBF و HH.DBF. ويتم إنشاء الرمز الجغرافي بسلسلة المعرِّفات الإدارية: عددان للإقليم + ٣ أرقام للمقاطعة + ٣ أعداد للمنطقة المحلية	Int, 8	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
المساحة	مساحة المنطقة المحلية بالكيلومتر المربع	Real, 6.1	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
الحقل	يشير إلى ما إذا كان المضلّع رئيسياً بالنسبة للمنطقة المحلية. وفيما يتعلق بالمناطق المحلية التي تتكوَّن من مضلّعين أو أكثر، فإن أكبرها فقط هو الذي له قيمة ١	Int, 1	٠–١	صفر – ثانوي ١ – رئيسي	
حضر	مؤشر لما إذا كانت المنطقة المحلية قد صنِّفت كحضر أو ريف	Int, 1	٠ – ١	٠ – ريف ١ – حضر	-1
LOC_NAME	اسم المنطقة المحلية	Char, 25	لا يوجد	لا يوجد	"لا ينطبق"
DIST_NAME	اسم المنطقة المحلية	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	-999
AREA_LAND	مساحة المنطقة المحلية المغطاة بأرض بالكيلومترات المربعة	Real, 10.3	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
AREA_WATER	مساحة المنطقة المحلية المغطاة بأجسام مائية بالكيلومترات المربعة	Real, 10.3	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999

POP.DBF – مؤشرات تعداد السكان

اسم الحقل	الوصف	تعريف الحقل	المدى	الرموز	القِيم المفقودة
LOC_CODE	الرمز الرسمي للمنطقة المحلية. يوفِّر رابطاً بجداول بيانات خصائص نظام المعلومات الجغرافية LOC.DBF و HH.DBF	Int, 8	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
POP_TOT	إجمالي السكان الذين شملهم العدّ	Int, 7	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
POP_DENS	كثافة السكان من حيث عدد الأفراد في الكيلومتر المربع	Real, 5.1	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
...	...	...	...	...	...

HH.DBF – مؤشرات تعداد الأُسر المعيشية

اسم الحقل	الوصف	تعريف الحقل	المدى	الرموز	القِيم المفقودة
LOC_CODE	الرمز الرسمي للمنطقة المحلية	Int, 8	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
HH_NUM	عدد الأسر المعيشية	Int, 7	قيمة إيجابية	لا يوجد	-999
HH_HEAD	جنس رب الأسرة المعيشية	Int, 1	صفر – ١	صفر – ذكر ١ – أنثى	-1
...	...	...	...	...	...

المرفق الخامس

تصميم الخرائط المواضيعية

ألف - مقدمة

م ٥-١- يعـرض هذا المرفق نظرة عامة موجـزة للاعتبارات التي تراعى في تصميم الخرائط المواضيعية. ولا يمكن أن تشمل هذه النظرة العامة جميع المسائل المتصلة بمحتوى معلومات الخرائط، ويمكن في هذا الصدد الرجوع إلى أي من الكتب المرجعية في هذا الموضوع. ويميّز راسمو الخرائط بين عـدة أنواع من الخرائط. فخرائط الأغراض العامة تكون بمثابـة مرجع إطاري للتوجيه. فهي تُظهر بالأساس المعالم الجغرافية الواقعية التي يمكن ملاحظتها ميدانياً. وهذه المعالم إمّا طبيعية - الأنهار والجبال والسواحل - وإما من صنع الإنسان، مثل الطُرقات والمباني. أما الخرائط المرجعية فهي تُبيّن أيضاً معالم لا تَظهر العيان ميدانياً. وأحسن مثال عن ذلك، الحدود السياسية والشبكة المرجعية التي تشير إلى خطوط العرض والطول. وتقع الخرائط الطبوغرافية ضمن هذا الصنف من الخرائط العامة أو المرجعية. فهي تؤدي دوراً هاماً في رسـم خرائط تعداد المناطق بما توفره من معلومات عن معالم يهتدي بها القائم بالتعداد في منطقة العمل المنوطة به.

م ٥-٢- وتعتبر الخرائـط المواضيعية أكثر صلة بموضوع رسـم خرائط نتائج التعداد، فهـي تعرض التوزيع الجغرافي للظواهر الفيزيائيـة أو الثقافية التي لا يمكن ملاحظتها مباشرة بسـهولة على الأرض. ويمكـن أن تبني الخرائط المواضيعية على أسـاس معلومات نوعية وكمية. والمثـال عـلى المعلومات النوعية هـو الخريطة التي تبين توزيع الناس حسـب اللغـة الوطنية أو الديانـة. وعـلى النقيض من ذلك، توفر الخرائط المواضيعية الكمية، التي تسـمى أحياناً الخرائط الإحصائية، بعض المعلومات عن الحجم النسـبي للمعالم التي تُرسـم خرائطها. والمثال على ذلك هو الخريطة التي ترسم فيها الرموز الممثلة للمدن في البلد بمقياس يتناسب مع حجم كل مدينة. ومثـال آخر هو الخريطة التي تُظلل فيها مناطق الإبلاغ مثـل المقاطعات طبقـاً لكثافة سكانها. ومعظم البيانات التي تنتج لأطلس التعداد هي من هذا النوع.

باء - مبادئ تصميم الخرائط

م ٥-٣- على الرغم من تكرار اسـتخدام الخرائط في التحليل، فإنها ليسـت صالحة لبيان قِيم البيانات على وجه الدقة. فعلى الخريطة تترجم قِيم البيانات إلى رموز. وعلى راسـم الخريطة أن يخصـص قِيماً للبيانات في فواصل فئويـة للحصول على عدد من الفئـات يمكن التحكم فيه لتمثيلهـا عـلى هيئة ألوان أو رموز. ويعني هذا أن بعـض المعلومات يضيع عند عرض الخريطة. وتتميز الخرائط بالقوة في عرض الاتجاهات، والأهمية النسـبية، وتوزيع قِيم المؤشرات، إلاّ أنه إذا

كان الاهتمام نحو عرض قِيم على وجه الدقة، فإن جداول البيانات أو الخرائط الرقمية التي يمكن الاستعلام عن بياناتها تفيد بشكل أكبر.

م ٥-٤- وإنتاج خرائط العرض هو عملية تصميم ينقل فيها راسم الخريطة فكرة أو مفهوما إلى القاري (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 توجه تصميم الرسوم البيانية على رسم الخرائط.

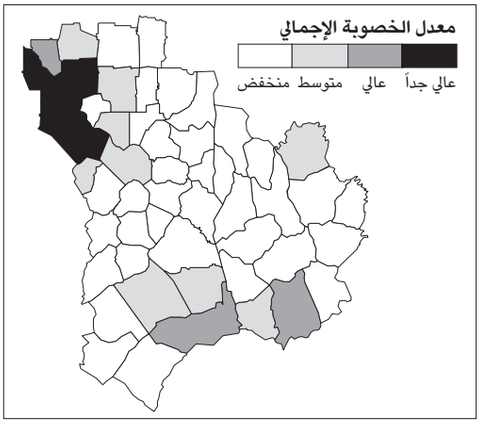
م ٥-٥- وأهم مبدأ من مبادئ التصميم هو البساطة والوضوح. فكثير من الخرائط تراها مزدحمة بأشياء بلا نظام، لأن راسم الخريطة حاول عرض كم هائل من المعلومات في مساحة صغيرة. وهناك مفهوم مفيد يمكن تكييفه بما يتفق مع إنتاج الخرائط هو تعظيم النسبة بين البيانات المعروضة واستخدام الحبر (Tufte, 1983)، أي أنه يجب أن يخصص معظم الحبر المستخدم لتمثيل البيانات الجغرافية بدلاً من رسم معلومات غير جوهرية. لهذا، يجب استبعاد المعلومات غير الضرورية. فالعناوين التي تبدأ بـ "خريطة خاصة بـ..." أو "المفتاح" غير ضرورية، وكذلك الحال بالنسبة للكثير من الإطارات، والخطوط المنمّقة، وغالباً وإن لم يكن دائماً الأسهم التي تشير إلى الشمال، وخطوط مقياس الرسم. وكما هو الحال بالنسبة لمعظم المبادئ، فإن هذا المبدأ بطبيعة الحال له أيضاً ضوابطه. فمن الواضح ضرورة إضافة بعض العناصر الخرائطية، مثل المفتاح نفسه، وعنوان موجز ومعلومات عن المصدر، وذلك لفهم الخريطة.

م ٥-٦- وتعني البساطة أيضاً عدم تبديد أي مساحة على الخريطة. ومع توفر طابعات الليزر العالية الاستبانة في كل مكان تقريباً، لم يعد مطلوباً طبع الخرائط في أنساق كبيرة جداً لإظهار كل التفاصيل، إذ كلما كان تصميم الخريطة أفضل، فإن طباعتها في نسق أصغر يؤدي الغرض بنفس القدر. ويعني الاقتصاد في استخدام المساحة أيضاً تجنب الأبناط الزائدة عن الحجم العادي، والاستغناء عن رموز مفاتيح الخريطة أو الصور الصغيرة الداخلة في الخريطة.

م ٥-٧- ومن الأمور الهامة الأخرى ضرورة تحقيق تسلسل هرمي مرئي مفهوم يطبّق على عناصر الخريطة نفسها فضلاً عن ترتيب كل مكوناتها. وعلى الخريطة نفسها، يعكس اختيار الألوان أو الرموز ترتيب قِيم البيانات. ففي خريطة لوفيات الأطفال، مثلاً، يمكن تظليل وحدات الإبلاغ التي تمثل أعلى القِيم بأقوى لون أو أدكن درجة من الرمادية، فهذه هي المواقع البالغة

الشكل م ٥ - ١

تكوين تسلسل هرمي مرئي من خلال اختيار الألوان أو درجات اللون



الأهميــة التي يجــب أن تجــذب اهتمام المشاهد فــوراً. وفي الشكــل م ٥ - ١، مثــلاً، ظُللت الفئات من الأدنى قيمة بدرجات لون رمادي فاتح عن عمد لإبراز الفئة "العالية جداً". والتغير بين درجات اللون الداكنة والفاتحة هو الذي يبرز التسلسل للرؤية، كم يبرزه وجود منطقة فاتحة اللون نسبياً محاطة بدرجات لون داكن. وترد أدناه مناقشة لمسألة اختيار الألوان بمزيد من التفصيل.

م ٥-٨- ويمكن لراســم الخرائط أيضاً أن يستخدِم حيلاً أخرى ليوجّه اهتمام المشاهد نحو مناطق معيّنة على الخريطة. فالحدود حول أهم المعالم على الخريطة، مثلاً، تجعلها تبرز من الخلفية. وتستخدم الحواشي أو الأسهم أحياناً أيضاً للإشارة إلى معالم محدّدة، ولكنها تزحم الخريطة غالباً.

م ٥-٩- وبالنســبة للتكوين الشــامل للخريطة، ينطبق نفس المبدأ. فأهم جزء في الخريطة هــو المعلومــات الخرائطية ذاتها، والعنوان والمفتاح الذي يفسر الترميــز. ويجب أن تكون هذه هي أبرز المعالم على صفحة الخريطة. ويجب توخي الحكمة في إضافة أي عناصر أخرى إلى الخريطة.

م ٥-١٠- وموضــوع اللون في الخرائط المواضيعيــة الإحصائية هو موضوع متعدد الجوانب (انظــر أيضاً الفقرة م ٥ - ٤ أعلاه). وينبغي لراســمي الخرائــط أن يدركوا ضرورة وجود نوع من المعاوضة بين العرض النظري لاستخدام الألوان والتكلفة الإضافية من حيث الحبر واللوازم الأخرى. ومن الاعتبارات الأخرى مســألة عمى الألوان، إذ ينبغي في الخرائط تجنُّب اســتعمال الألوان الأحمر والأخضر لبيان قِيَم البيانات، لأن الأشخاص الذين لديهم عمى ألوان لا يستطيعون في الغالب التمييز بينهما. وبشكل عام ينبغي أن تكون الخريطة الملوَّنة قابلة للنسخ على طابعة بالأبيض والأسود دون ضياع أي من معلومات الخريطة. ويعني هذا مراعاة كثافة الظلال واستخدام أنماط ألوان بديلة عند الاقتضاء. وأخيراً، ينبغي لواضعي الخرائط الحرص على عدم جرح مشــاعر أي قطاع من الســكان في اختياراتهم المتعلقة بالتصميم. ويجب أن يكون واضعو الخرائط مدركين للحساســيات الموجودة في مختلــف المناطــق أو المجموعات الســكانية، إذ قد يكون لبعض الرموز أو الألوان مفاهيم ســلبية أو إيجابيــة لدى المجموعــات الإثنية أو العرقية المختلفة في البلد. ويجــب في تصميم الخرائط تفادي اســتعمال أي رموز لها دلالات خاصة لدى أي مجموعة فرعية في البلد. وبوجه عام ينبغي لراســمي الخرائط أن ينتبهوا إلى ضرورة استعمال الألوان بحكمة وبحيث لا تعطي انطباعات مجافية.

١ - عناصر الخريطة المواضيعية

م ٥-١١- تتكــون الخريطة المواضيعية من عدة عناصر. وتتألف الخريطة الأساســية من خريطة مرجعية تبيّن حدود المناطق المعنية، مثلاً، حدود البلد، وربما بعض المعالم المرجعية مثل الأنهار أو المدن الرئيســية. وتوفر هذه معلومات للقارئ الــذي يريد أن يقارن مدى أهمية متغير مــا في جــزء من البلد بنظيره في جزء آخــر. والعنصر الثاني الرئيــسي في الخريطة المواضيعية هو المراكبة في الخريطة التي تمثل التوزيع الجغرافي للمتغير.

م ٥-١٢- وبالإضافــة إلى معلومات الخريطة الأساســية، فــإن الخريطة الجيــدة النوعية المنشورة تحتوي على عناصر إضافية قد تشمل:

- **عناوين رئيسية وفرعية**، ويجب أن تكون هذه قصيرة وواصفة بدرجة عالية.
- **مصــدر البيانات، وبيان واضع (واضعي) الخريطــة، وبيانات عن الإنتاج**، وهي بيانات توفِّر للمســتعمل معلومات عن مدى موثوقية الخريطة ومصداقيتها. وتضيــف بعض الوكالات التي تنتج خرائط بصورة منتظمة أيضاً أرقام الإســناد والنســخ للاســتخدام الداخلي. ويجب إضافة أي معلومات توضيحية تتصل بفهم

محتوى الخريطة. وبالنسبة للخرائط التي تُطبع بأنساق كبيرة، يجب تضمينها مَعلمات الإسقاط الخرائطي.

- **مفتاح الخريطة**، الذي يصف كيف تترجم قَيم المتغير الذي رُسمت خريطته إلى رموز خرائطية، مثلاً، أي الألوان استخدمت لرسم خريطة مدى معين من قِيَم كثافة السكان. ومن المهم أن تتضمن الخريطة دائماً وحدات القياس في المفتاح، مثلاً، "أفراد لكل كيلومتر مربع".
- **مقياس رسم الخريطة**، وهو يتيح 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: ٠٠٠ ٠٠٠ ١)، حتى إذا تم تصغير حجم الخريطة أو تكبيرها خلال النسخ، يبقى المقياس قابلاً للتطبيق، وإلاّ يصبح مقياس رسم الخريطة الاسمي المستخدم لرسم الخريطة الأصلية 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. أما إذا ما دورت الخرائط للحصول على توافق أفضل على الخريطة بعد التدوير، فيجب دائماً إضافة سهم يشير إلى الشمال.
- **حدود الخريطة والخطوط المنمَّقة**، تستخدم لفصل العناصر المختلفة للخريطة، ويعتبر استخدام هذه العناصر الخاصة بالرسوم البيانية مسألة تصميم في المقام الأول. ومن شأن الإفراط في رسم الكثير من الإطارات والخطوط أن يجعل الخريطة تبدو مزدحمة بلا نظام. لهذا، لا ينبغي استخدام حدود إضافية إلاّ إذا كانت عناصر الخريطة غير مفصّلة جيداً.
- **أسماء الأماكن ووصفها**، وهو ما يدعم تعريف المعالم الجغرافية أو المناطق الإحصائية.
- **شبكة الأرضية**، وهي شبكة خطوط العرض والطول التي تسهِّل 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 جزءًا صغيراً من الخريطة بمقياس رسم خرائطي أكبر. مثلاً، قد تصاحب خريطة على مستوى الإقليم خريطة صغيرة تبيّن منطقة العاصمة أو معلومات عن مقاطعة صغيرة بتفصيل أكبر.

- **النـص والحـواشي**، ويوفران معلومـات خلفية أو توضيحـات. ويجب أن تكون موجزة وفي صميم الموضوع.
- **عناصر رسـوم بيانية إضافية**، ويمكن أن تشـمل مخططاً لتوزيع التواتر يبيّن التوزيع الإحصائي للمتغير أو شعار المكتب الذي أنتج الخريطة.

م ٥-١٣- ويبـيّن الشـكلان م ٥ - ٢ و م ٥ - ٣ مثالـين للخرائط التي تشـمل الكثير من عناصر الخرائط المواضيعية، والشكل م ٥ - ٢ يمثل خريطة المستوى الأول الذي يشمل الوحدات الإدارية لبلد بوبلانديا الافتراضي. وقد غطيت الخريطة بشبكة من خطوط العرض والطول توفر الإسـناد الجغرافي. وتضاف العاصمة الوطنية، والعواصم الإدارية الإقليمية والأنهار الرئيسـية للإسـناد. وتوصف كل المعالم بصورة مناسـبة، باستخدام أبناط مختلفة لمختلف أنواع المعالم. ويبـيّن الهامش الـذي في أدنى منطقة الخريطة خط مقياس الرسـم، ومفتـاح الخريطة الذي يصـف أنواع المعالم المواضيعية المبينة ومصدر الخريطة. وإذا كان للمكتب الإحصائي شـعار، 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 سـبب أقـل وضوحاً هو أن الإسـقاط الخرائطي المستخدم في الخريطة له خطوط طول تتقارب نحو الشمال. ويعني هذا أن الشمال يوجد في اتجاه مختلف قليلاً عند خطوط الطول المختلفة.

الشكل م ٥ - ٢

مثال لخريطة للوحدات الإدارية والمراكز الحضرية الرئيسية

م ٥-١٤- وتبيّـــن الخريطة المواضيعية في الشــكل م ٥ - ٣ كثافة الســكان في أحد أقاليم بوبلانديــا. ويمكــن أن تصاحــب خريطة من هذا النــوع، مثلاً، جداول تبيّن خصائص الســكان 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 إطارات متســاوية الحجم، يبيّن المفتاح في هذه الخريطة فئات كثافة السكان في شكل مخطط لتوزيع تواتر المتغير. ويخدم هذا غرض مفتاح الخريطة التقليدي – الذي يربط القِيم بألوان الظلال – ويعرض بالإضافة إلى هذا توزيع تواتر قِيَم المقاطعات. وبالنسبة للخرائط الأكثــر تعقيداً، التي تتألف من مناطق أكثر، يمكن إضافــة العدد الفعلي إلى المقاطعات التي تقع في كل فئة. ومن أجل الإبقاء على وضوح الخريطة وبســاطتها، لم ينفذ هذا في هذه الحالة. وتبيّن خريطــة صغيرة تحت مفتاح الخريطة ومصدر البيانات، موقع إقليم كارتانيا في البلد. وليس من الــضروري غالباً إضافة أوصــاف إلى خريطة تحديد الموقع التي تبيّن البلد، حيث إن شــكل البلد يمكن عادة التعرف عليه من جانب القرّاء.

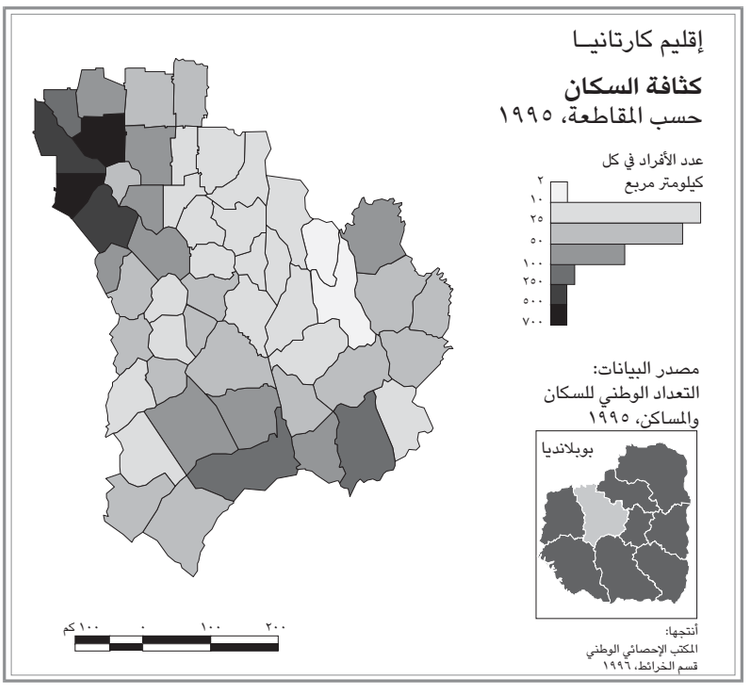
٢ – مستويات القياس ومتغيرات الرسوم البيانية

(أ) الأبعاد المكانية

م ٥-١٥- لا تبّــين الخرائــط المواضيعية موقــع المَعلَم فحســب، وإنما تقــدم أيضاً بعض المعلومات عنه – قيمة المتغير في كل موقع جغرافي. لهذا تتكون كل خريطة مواضيعية من عناصر جغرافيــة وبعض خصائص تلك العناصر. ويعني هذا أن نأخــذ في الاعتبار،عند تصميم خريطة مواضيعيــة، كلاً من البعــد المكاني للمعالم الجغرافية، ومســتوى قياس المتغــير، وكلاهما يقرر الخيارات الخرائطية المتاحة لإنتاج خريطة جذابة للرؤية، ودقيقة ويسهل تفسيرها.

الشكل م ٥ - ٣

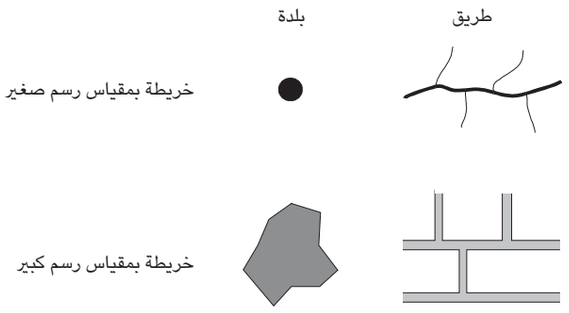
مثال لخريطة مواضيعية لكثافة السكان



م ٥-١٦- وتمثِّل العناصر الهندسية الأوَّلية: النقاط، والخطوط، والمساحات، المعالم الجغرافية في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وتضيف الفئات الإضافية، رغم أنها أقل استخداماً في رسم الخرائط، بعدين ثالثاً ورابعاً، هما: الحجم، والزمان – المكان. ويتوقف اختيار الشكل الهندسي المستخدم لمعلَم في العالم 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 م ٥ - ٤). وقد يرسم طريق كخط على خريطة إقليم، ولكن كخط مزدوج – أي معلَم مساحة – على خريطة مدينة.

الشكل م ٥ - ٤

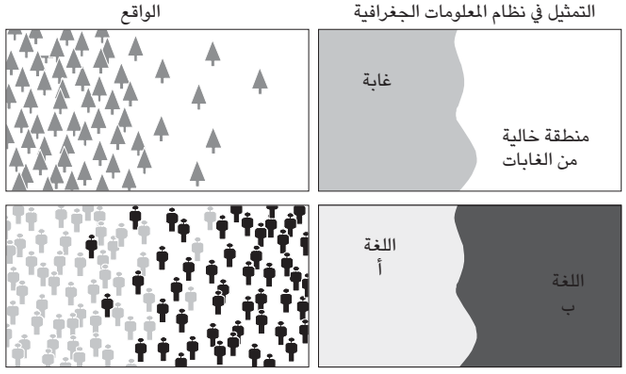
أثر التعميم على عرض المعلومات المكانية



م ٥-١٧- ومن المهم أن نتذكر أن الحدود والمواقع ليست دائما واضحة المعالم على أرض الواقع بالشكل الذي تبدو به في التمثيل المنتظم في الخريطة أو قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وغالباً ما يتطلّب الأمر تعميم المعالم المعقَّدة في العالم الحقيقي، أو تبسيطها أو تجريدها لتمثيلها في قاعدة البيانات الحاسوبية. فكثير من معالِم العالم الحقيقي ليس لها حدود واضحة: هناك دائماً منطقة انتقالية بين الغابات والمنطقة التي تخلو من الغابات. فإذا كانت الغابة ممثلة في الخريطة كمعلَم مساحة (بدلاً من نقطة لكل شجرة) فسوف تفقد بالضرورة بعض المعلومات (انظر الشكل م ٥ - ٥).

الشكل م ٥ - ٥

يلزم أحياناً تبسيط تعقيد العالم الحقيقي لغرض التمثيل في نظام المعلومات الجغرافية



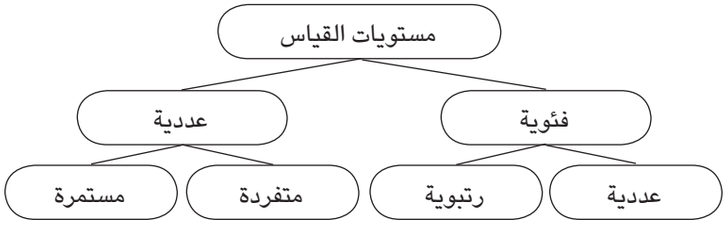
م ٥-١٨- وتوفّـر توزيعـات الجماعـات العرقيـة أو اللغويـة مثـالاً للعالَـم الاجتماعـي والاقتصـادي الذي لا توجد فيه حدود يقينية واضحة. فعـلى الرغم من وجود أنماط توزيع لهذه الجماعات المتفردة جداً أحياناً، هناك احتمال وجود مناطق عند مشـارف كل منطقة يعيش فيها بشـكل منتشـر أُناس من جماعات عرقية أو لغوية مختلفة. ويسـتخدم راسمو الخرائط أحياناً خطوطاً متقطعة لتمثيل الحدود غير الواضحة المعالم، على الرغم من أن هذا لا يحل مسألة تحديد مكان الحدود على الخريطة.

(ب) مستويات القياس

م ٥-١٩- تتسم بنفس الأهمية مسألة تحديد الكيفية التي نقيس بها المتغيِّر الذي نريد أن نرسـم خريطته. والفـرق الرئيسي هو بين المعلومات الفئوية والعددية (انظر الشـكل م ٥ - ٦). ويمكـن أن تصنّـف البيانات الفئوية بدورها كاسـمية أو رتبوية. فالبيانات الاسـمية أو النوعية تصـف ببسـاطة نوعاً من المعالم، ولكنها لا توفر ترتيباً طبيعياً بـين الفئات. والمثال على ذلك هو أنواع المساكن مثل المساكن المبنية من الحجر أو المصنوع هيكلها من الخشب. ومن ناحية أخرى، فـإن البيانات الرتبوية تعني إيراد البيانات حسـب رتبتها، على الرغم من أننا لا نعرف الفواصل بينها. فمثلاً، قد نصنف الأسر المعيشـية، اسـتناداً إلى ردود المسح، كمنخفضة الرفاه أو متوسطة أو عاليـة المسـتوى. غير أننا لا نعرف مـا إذا كان الاختلاف بين المنخفضة والمتوسـطة هو نفس الاختلاف بين المتوسطة والعالية المستوى.

الشكل م ٥ - ٦

قياس المتغيِّرات



م ٥-٢٠- وإذا أمكننـا تحديد الاختلاف بين الفئات كمياً، فإننا نحصل على بيانات عددية. والبيانـات المتفـردة هي أعداد، مثل عدد غرف النوم لدى كل أسرة معيشـية، وكذلك إجمالي عدد السـكان. ويمكن أن تأخذ المتغيِّرات المسـتمرة أو النسـبية أي قيمة مرغوبة، ولهذا يمكن قياسها بتحديد دقيق للغاية. وبالنسـبة لبيانات التعداد، تمثل المتغيِّرات المسـتمرة عادة مؤشرات تحسب للوحدات الإجمالية للتعداد مثل كثافة السكان، أو نسبة السكان الذين تصلهم مياه الشرب الآمنة، أو معدل الخصوبة الإجمالي.

(ج) المتغيِّرات البيانية

م ٥-٢١- على الخريطة المواضيعية، تكشف الرموز البيانية للمشاهد فروق القِيم أو الفئات بـين المعالم الجغرافية. وتماثل مفاهيـم الترميز التي تطبق في رسـم الخرائط مفاهيم تطبيقات تصميمات الرسـوم البيانية لبيرتن (Bertin, 1983؛ وانظر أيضـاً MacEachren, 1995). ويميز بيرتن بين المتغيِّرات البيانية التالية:

- **الحجـم**، وهـو مؤشّر للفـروق الرتبوية أو العدديـة. وهو الأكثر أهمية بالنسـبة للمعالم التي تمثل بنقاط أو خطوط لتبيِّن، مثلاً، حجم البلدات والمدن باسـتخدام دوائر ذات أحجام متدرجة، أو لإظهار فروق مدى الهجرة بين المناطق باسـتخدام خطوط أو أسهم مختلفة السُمك.
- ويسـتخدم **التوجيه**، مثلاً، في توزيع ظلال الألوان لمعالم المسـاحة. كما أنه يمكن إظهـار معالم النقاط الهندسـية بتنويع التوجيه. ولا يعنـي التوجيه أي فروق في مقدار المتغيِّر، ومن ثم فهو يفيد في إظهار البيانات الاسمية.
- ويشـير **القوام** إلى كثافـة نمط ثابت يتفـاوت بين المناطق. ويمكن أن يسـتخدم لتمثيـل الفروق الرتبوية أو العددية. ويمثل هـذا طريقاً مختصراً مفيداً إذا كانت قدرات أجهزة المخرجات محدودة بالنسـبة لطباعة الألوان أو التظليلات الرمادية. كما يفيد القوام للغاية في إظهار المعلومات المعروضة في طبقات، والتي يرسم فيها متغيّران أحدهما فوق الآخر. غير أنه ليس من السهل الحفاظ على الوضوح في مثل هذه الخرائط، ولهذا فهو يحقق أكبر فائدة في التطبيقات التحليلية التوضيحية.
- ويمثِّل **الشكل** أهم عنصر بالنسبة للمعالم الممثلة بنقاط. وتوفر مجموعات الرموز والأبناط في أنظمة المعلومات الجغرافية التجارية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب عدداً كبيراً من الرموز المتميزة. وأكثر هذه الرموز شهرة في رسم الخرائط هي الرموز التي تمثل المباني العامة مثل أماكن العبادة والمستشفيات.
- ويناسـب **اللون** جيداً في إظهـار الفروق العددية، وإلى حد مـا الفروق الرتبوية. واختيار اللون يعد من أهم المسـائل في تصميـم الخرائط، ولهذا يناقش بتفصيل أكبر أدناه.

م ٥-٢٢- ومـن حيـث المبدأ، يمكن تطبيـق كل من هـذه الأبعاد على كل نـوع من المعالم الجغرافية – أي النقاط، والخطوط، والمساحات. ولكن في معظم الحالات، تستخدم فقط مجموعة جزئيـة مـن المتغيِّرات البيانية لمختلف أنـواع المعالم. ويبيِّن الشـكل م ٥ - ٧ بعض الأمثلة. ويتم اختيار المتغيّـرات البيانية للخريطة المواضيعية بما يناسـب نوع القياس في المؤشر الذي ترسـم خريطته. فمثلاً، يمثل الحجم واللون أقصى أهمية بالنسـبة لتمثيل القِيم العددية. وتمثّل أشـكال رموز النقاط أو قوام المعالم الممثلة بالمساحة قِيماً اسمية مختلفة.

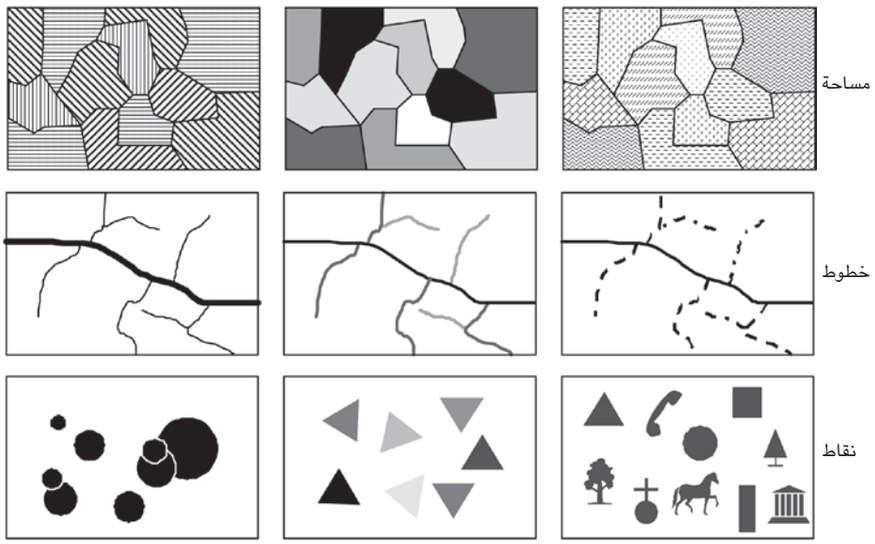
٣ - أنواع الخرائط المواضيعية

(أ) رسم خرائط المعالم المتفردة

م ٥-٢٣- تتألـف بيانات التعداد التي تُجمع لإصدارهـا للجمهور من أعداد يتم تجميعها بالنسـبة لوحدة إبلاغ معينة، مثل مقاطعة أو منطقة عدّ. وأفضل تمثيل لهذه البيانات خرائطياً هو باسـتخدام خرائـط القِيـم المتناسـبة (Choropleth). وهـذا المصطَلح مسـتمد من كلمتين يونانيتـين هما choros (مـكان) و Pleth (قيمة). وتبيِّن هذه الخرائط البيانات الخاصة بوحدات الإبلاغ المتفردة التي يتم إنشاؤها غالباً بصورة منفصلة عن التوزيع المكاني الفعلي للبيانات (مثل الحدود الإدارية). والقيمة هي التي تحدد الرمز – أي اللون أو النمط – الذي يستخدم لتظليل كل وحدة إبلاغ. وتختلف خرائط القِيم المتناسـبة عمّا يسـمى بخرائط فئات المساحة، حيث البيانات

الشكل م ٥ - ٧

المتغيِّرات البيانية للمضلّعات، والخطوط، والنقاط



هـي التـي تحدد وحدات الإبلاغ. فعـلى خريطة تبيّن غطـاء الغابات، مثلاً، تتحـدد وحدة الإبلاغ استناداً إلى الحدود بين المنطقة التي تغطيها الغابات والمنطقة الخالية منها.

م ٥-٢٤- وقـد أوردنـا في الشـكل م ٥ - ٣ مثالاً لخريطـة القِيم المتناسـبة. ويتم تكوين هـذا النوع من الخرائط أولاً بتقسـيم النطاق الكامل لقِيم البيانـات الخاصة بوحدات الإبلاغ إلى مجموعـات مـن الفئات. ويحدد بعد ذلك لـون أو نمط تظليل لكل فئة. ونظـراً لأن لبيانات العدّ ترتيـب طبيعي، فإن هناك منطقاً عادة يحكـم اختيار الألوان أو الظلال، مثل ظلال الألوان التي تتدرج من الفاتح إلى الداكن أو من النمط الخفيف إلى المصمت. والهدف هو توفير إحساس يمكن أن يفهمه المستعمل للمقدار أو مدى القيمة في كل وحدة إبلاغ. وتوجد طُرق كثيرة مختلفة لتحديد الرموز المسـتخدَمة لتظليل خرائط القِيم المتناسبة. ويتوقف الاختيار على نوع المتغيِّر، ومدى قِيم البيانات، وكذلك على وسـيطة المخرجات المسـتخدمة لعرض الخريطة. ولاختيـار الرموز أهمية قصوى، ولهذا تناقش بالتفصيل في القسم التالي.

م ٥-٢٥- وتصلـح خرائـط القِيم المتناسـبة لإظهار التوزيع الشـامل لقِيـم البيانات على الخريطة ولمقارنة التوزيع عبر خرائط مختلفة. ولا يمكن عادة الحصول على القيمة الدقيقة لكل وحـدة إبلاغ، حيث إن الألـوان أو الظلال تمثل فقط نطاقات القِيـم المتماثلة. ويمكن تمثيل هذه المعلومات على نحو أدق في جداول البيانات، أو الحصول عليها باسـتخدام استعلامات تفاعلية في نظام المعلومات الجغرافية.

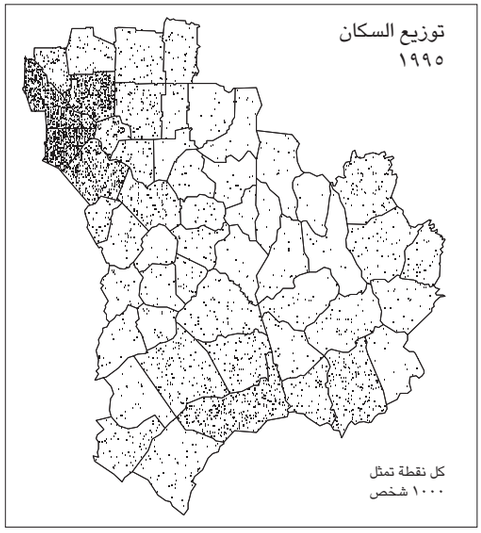
م ٥-٢٦- والقِيم المسـتخدمة لإنتاج خرائط القِيم المتناسـبة هي، في الغالب الأعم، نسب أو قِيم تناسبية أو كثافات. ويمكن أن تكون نسباً جغرافية، حيث تقسم قيمة بيانات السكان، مثلاً، على المسـاحة لحسـاب كثافة السكان. أو قد تكون نسباً عامة، حيث يمثل المقام قيمة مختلفة عن قيمة المسـاحة، فهـو عدد المواليد لكل ١٠٠٠ شـخص في حالة المعدّل الخـام للمواليد مثلاً. وفي الأغلب لا يكون حجم وحدات الإبلاغ ثابتاً عندما نرسم خريطة المتغيِّرات الاجتماعية والاقتصادية. فالمقاطعات أو الأقاليم، مثلاً، تتفاوت بدرجة كبيرة غالباً في الحجم والسـكان. وإذا رغبنا في رسم

خريطة متغيِّر عددي كإجمالي عدد السكان بدلاً من نسبة، فمن المحتمل أن تُظلّل أكبر المقاطعات بأغمق الألوان حتى ولو كان عدد سكانها صغيراً بالنسبة إلى المساحة التي تضمهم. لهذا لا يناسب رسم خرائط القِيم المتناسبة بيان القِيم الثابتة.

م ٥-٢٧- وهناك طريقة بديلة لعرض البيانات العددية وهي خرائط النقاط. وقد استخدمت هذه الخرائط لأول مرة في فرنسا في عام ١٨٣٠ لرسم خريطة توزيع السكان في البلد. وعلى خرائط النقاط، يستخدم رمز نقطي لتمثيل وحدة أو أكثر من متغيِّر ترسم خريطته. فمثلاً، قد تمثل كل نقطة ١٠٠٠ من الناس أو الأسر المعيشية. ويمثَّل مقدار أو مدى المتغيِّر بعد ذلك بالتفاوت في كثافة النقاط في وحدات الإبلاغ. ويبيّن الشكل م ٥ - ٨ مثالاً لخريطة النقاط تُظهر توزيع السكان.

الشكل م ٥ - ٨

خريطة كثافة نقطية



م ٥-٢٨- ولتحديد النقاط نهجان محتملان. فقد يختار راسم الخرائط موقع النقاط استناداً إلى المعرفة بتوزيع السكان الفعلي في كل مقاطعة. فمثلاً، يوضع من النقاط في المناطق الحضرية ومن حولها أكثر من النقاط في المناطق الريفية الأقل سكاناً. وفي بعض التطبيقات، استخدمت خرائط استغلال الأراضي أو الغطاء الخضري للمساعدة في تحديد كثافة النقاط في كل وحدة إبلاغ. ويمكن أيضاً استخدام أقنعة افتراضية من أجل تفادي وضع نقاط في مناطق تعرف بأنها غير مأهولة مثل الأجسام المائية، أو الغابات البالغة الكثافة، أو المحميات الطبيعية.

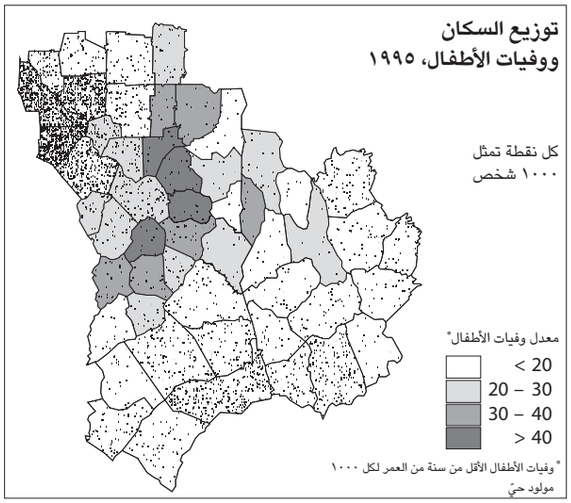
م ٥-٢٩- والبديل هو وضع النقاط عشوائياً في كل مقاطعة. وفي هذه الحالة، تعكس كثافة النقاط الكثافة الشاملة للقيمة. وعادة يستخدم نظام المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب التي توفر وظائف رسم الخرائط بكثافة النقاط ، وضع النقاط عشوائياً. ويتحكم المستعمل فقط في حجم كل نقطة والرمز المستخدَم للنقاط. ويمكن اختيار هذا الرمز ليعكس المتغيِّر الذي ترسم خريطته، على الرغم من أن النقاط البسيطة توفّر عادة أوضح عرض.

م ٥-٣٠- وقد كُتبت بعض البرامج المتخصصة في الجامعات تتيح وضع النقاط بمساعدة بعض طبقات البيانات الأخرى. ولكن هذه البرامج لم تدمج حتى الآن في البرامج الحاسوبية التجارية. وبطبيعة الحال، فإن وضع النقاط اليدوي الذي يمكِّن من إدماج المعرفة الخرائطية لراسم الخريطة بتوزيع المتغيِّرات هو عملية مملّة.

م ٥-٣١- وخرائط النقاط طريقة فعّالة لتمثيل المعلومات المتعلقة بالكثافة، شريطة أن يستهدي وضع النقاط بالتوزيع الجغرافي الفعلي للمتغيِّر الذي ترسم خريطته، أو أن يكون التوزيع في كل وحدة إبلاغ متجانساً بدرجة كبيرة. والميزة العظيمة لهذه الطريقة هو أن خرائط النقاط المتعلقة بالكثافة تنتج نُسخاً جيدة جداً عندما تُنسخ فوتوغرافياً أو تطبع، حيث إنها أساساً خرائط أُحادية اللون (أبيض وأسود). ويمكن استخدام خرائط النقاط أيضاً مع خرائط القِيم المتناسبة لإظهار متغيرين في وقت واحد – مثلاً، تبيّن الخريطة في الشكل م ٥ – ٩ أنه لا توجد علاقة بين ارتفاع كثافة السكان والمعدلات العالية لوفيات الأطفال. وفي هذه الحالة، لا بد وألاّ تكون كثافة النقاط عالية جداً لكي يتمكن مستعمل الخريطة من تمييز الألوان والظلال للمقاطعات الأساسية بسهولة.

الشكل م ٥ – ٩

الجمع بين خرائط النقاط وخرائط القِيم المتناسبة



(ب) بيانات النقاط الاسمية

م ٥-٣٢- أبسط حالة لخريطة النقاط هي أن تمثّل كل نقطة عنصراً متميزاً مثل مزرعة أو مستشفى. وتمثل بيانات النقاط الاسمية هذه فئات من المعالم بدلاً من عددها أو ذكر خاصية الحجم. وفي خرائط الرموز النقطية البسيطة، يمثل موقع النقطة تمثيلاً صحيحاً موقع العنصر. وقد يعكس الحجم، أو اللون، أو الرمز المستخدَم أنواعاً مختلفة من المعالم، مثل مراكز الخدمات الصحية مقابل المستشفيات، كما يبيِّنه الشكل م ٥ – ١٠. ويمكن استخدام أشكال هندسية بسيطة مثل الدوائر، والمربعات، والمثلثات، لتمثيل الأنواع المختلفة من المعالم النقطية. وبديلاً عن ذلك، تتيح برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب أو برامج نُظم المعلومات الجغرافية للمستعمل أن يحدد الرمز الذي يوائم نوع المعلَم الذي تُرسم خريطته. فمثلاً، تبيِّن الخريطة

في الشــكل م ٥ - ١٠ توزيــع نوعــين من المرافق الصحية برمزين يســهل تفســيرهما. والرمزان المســتخدمان همــا عادة حروف وأبنــاط نصية أو خرائــط بتات. ولمعظــم البرمجيات مجموعة أبناطهــا الخاصة، التــي توفِّر عدداً كبيراً من الرموز الخرائطية مرتبة حســب الموضوعات، مثل النقل، والمرافق العامة، والمنافع. وتتيح بعض النُظم للمســتعمِل أيضاً أن يستورد رموز خرائط بتات ذاتية التصميم. إلاّ أن أفضل الممارسات هي استعمال مجموعات الرموز القياسية ما أمكن ذلك، عملاً على تقليل الحاجة إلى التخصصات اللازمة لعملية الاستنساخ.

الشكل م ٥ - ١٠

رسم خرائط أجسام نقطية متفردة

(ج) رموز النقاط التناسبية

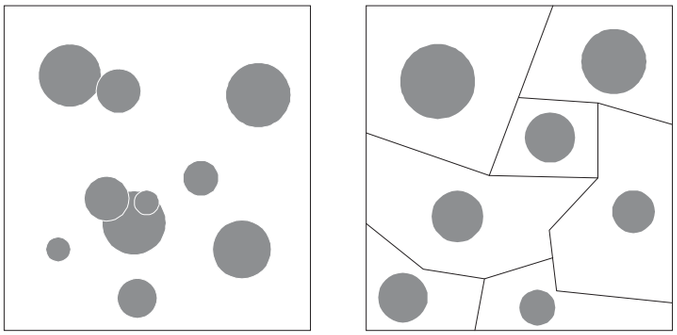
م ٥-٣٣- يمكن أيضاً اســتخدام رموز النقاط لرســم خريطة كميــة في موقع معيَّن. وأحد الأنواع الشائعة من خرائط التعداد، مثلاً، يبيِّن مواقع وأحجام المدن الرئيسية، باستخدام الدوائر أو المربعات التي يحدد مقياس رســمها حســب القِيم العددية لكل معلَم. وتســمى هذه الخرائط خرائط الرموز التناسبية أو المدرجة. وتناسب خرائط الرموز المدرجة إظهار القيمة الثابتة لمتغيِّر، ولكنها أقل مناسبة لقيمة نسبية مثل الكثافة أو المعدّل.

م ٥-٣٤- وهناك نوعان من خرائط الرموز المدرجة. في الحالة الأولى، تشــير البيانات إلى المعلَم النقطي كمدينة أو أسرة معيشــية. وفي هذه الحالة، يتوافق موقع الرمز مع موقع المعلَم (انظر الشــكل م ٥ - ١١ ألف). وفي الحالة الثانية، تســتخدم الرمــوز لتمثيل قِيم المعالم التي ترســم بالمســاحة مثل المقاطعات. وفي هذه الحالة، يجب اختيار موقــع ممثّل داخل كل وحدة إبلاغ (انظر الشكل م ٥ - ١١ باء). ويلاحظ أن معظم النُظم ترسم هالة حول كل دائرة وذلك لتمييــز الدوائــر التي تتجاور بدرجة وثيقة. ويرســم النظام الدوائر الكبــيرة أولاً لمنع تغطية الدوائر الأصغر.

الشكل م ٥ - ١١

الرموز التناسبية للمعالم الممثَّلة بالنقاط وبالمساحة

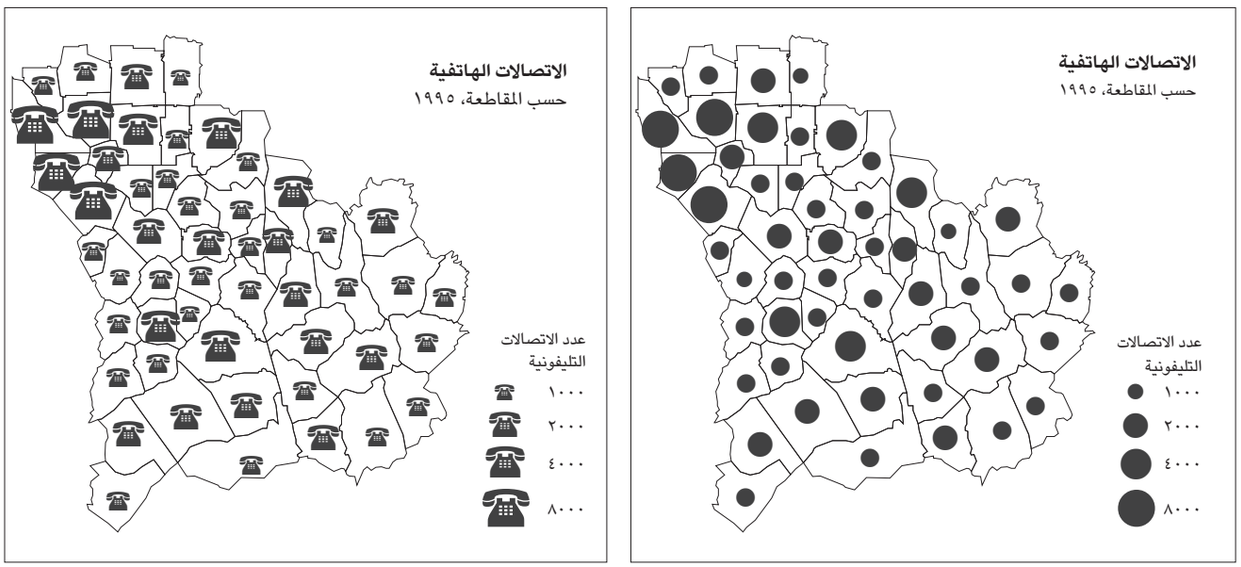
باء **ألف**



م ٥-٣٥- وكما جاء من قبل، يتيح البرنامج الحاسوبي لرسم الخرائط اختيار رمز يعكس الفكرة الرئيسية للخريطة. ويمكن أن تضفي هذه الرموز المجازية على الخريطة جاذبية أكبر. غير أنه يجب ألاّ تكون الرموز معقّدة للغاية حتى لا يتحول انتباه المشاهد عن التركيز على المعلومات الرئيسية التي تحملها الخريطة: أي المدى النسبي للمتغيِّر في مختلف المناطق. قارن بين نسقي خريطة تبيّن عدد هواتف الاتصالات في الشكل م ٥ – ١٢. فعلى الرغم من أن رمز الهاتف بسيط إلى حد كبير، إلاّ أن الحكم على حجم المتغيِّر في الخريطة اليسرى أصعب من الخريطة الأبسط إلى اليمين. وعلى راسم الخرائط أن يخلق توازناً بين إظهار المعلومات بطريقة واضحة يسهل فهمها والحاجة إلى أن تكون الخريطة جذابة. وفي جميع الحالات تقريباً، تتحقق نتائج أفضل بالرموز البسيطة التي لا تصرف انتباه القارئ عن المدى النسبي للمتغيِّر موضع الدراسة.

الشكل م ٥ - ١٢

الرسوم التصويرية مقابل الرموز الجغرافية البسيطة

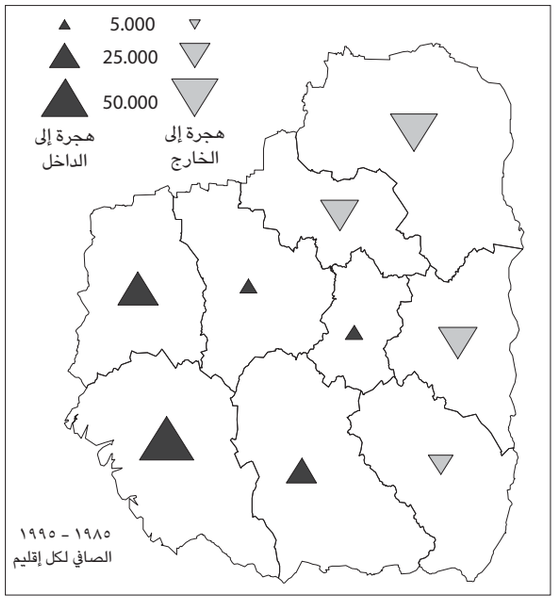


م ٥-٣٦- ويمكن اســتخدام الرموز التناسبية لتمثيل متغيرين في وقت واحد. فمثلاً، يمكن أن يمثل حجم الدوائر عدد الأسر المعيشية في وحدة الإبلاغ، في حين أن اللون أو الظل الرمادي لكل دائرة يشير إلى نسبة الأسر المعيشية التي يتوافر لها اتصال هاتفي. ومرة أخرى، يلزم أن يتجنّب راسم الخرائط الإفراط في تحميل الخريطة بالمعلومات. فإذا كان عدد وحدات الإبلاغ كبيراً جداً أو كانت الوحدات صغيرة جداً، فقد يكون من الأفضل إظهار المتغيرين في خريطتين منفصلتين.

م ٥-٣٧- وبخلاف الدوائر، تشــمل الرموز الهندسية الأخرى الشائعة الاستعمال المربعات والمثلثــات. فبتغيير اتجــاه المثلثات، مثلاً، يمكننا أن نبيّن مقــدار المتغــيرات المختلفة مثل الهجرة إلى أو من كل وحدة إبلاغ (انظر الشــكل م ٥ - ١٣).وإضافة إلى ذلك، تســهِل الظلال الرمادية أو الألوان المختلفة تفسير الخريطة.

الشكل م ٥ - ١٣

إظهار مدى التدفق واتجاهه، باستخدام الرموز الجغرافية البسيطة



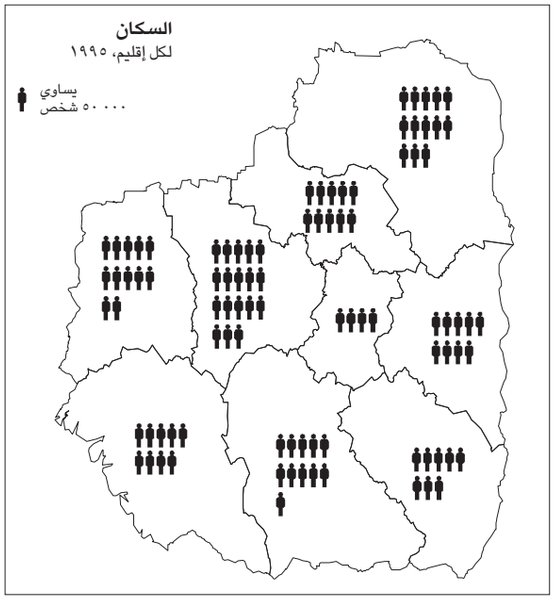
م ٥-٣٨- وترتبط بخرائط الرموز المدرجة خرائط تمثَّل فيها فروق القِيم بعدد من الرموز الموحَّــدة التي ترســم لكل وحدة جغرافية. فمثــلاً، يمكن تمثيل إجمالي عدد الســكان كما يرد في الشــكل م ٥ - ١٤. وكان هــذا النوع من الخرائط شــائعاً في رســم الخرائــط المواضيعية. ولكن، كمــا هــو الحال في الرموز المجازية، أصبح هذا النوع من الخرائــط مزدحماً بالمعلومات ويصعب تفسيره. ويمكن تمثيل مدى القِيم المختلفة بصورة أفضل باستخدام الرموز التناسبية.

(د) خرائط بيانية أم رسوم تخطيطية

م ٥-٣٩- أصبحــت الخرائط التي تبيّــن المعلومات الإحصائية في خريطة بيانية أو رســوم تخطيطية شائعة جداً بفضل إتاحتها في البرامج التجارية لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب ونُظم المعلومات الجغرافية. وكما هو الأمر بالنسبة لعدة أنواع من الخرائط التي نوقشت من قبل، أصبحت خرائط الرسوم التخطيطية مملوءة أكثر من اللازم بمعلومات كثيرة جداً. ولسوء الحظ، يوجد الكثير من الأمثلة المنشورة لمثل هذه الخرائط التي يصعب أو يستحيل استخراج معلومات مفيدة منها.

الشكل م ٥ - ١٤

تمثيل قِيم البيانات بتغيير عدد رموز الخريطة لكل معلَم

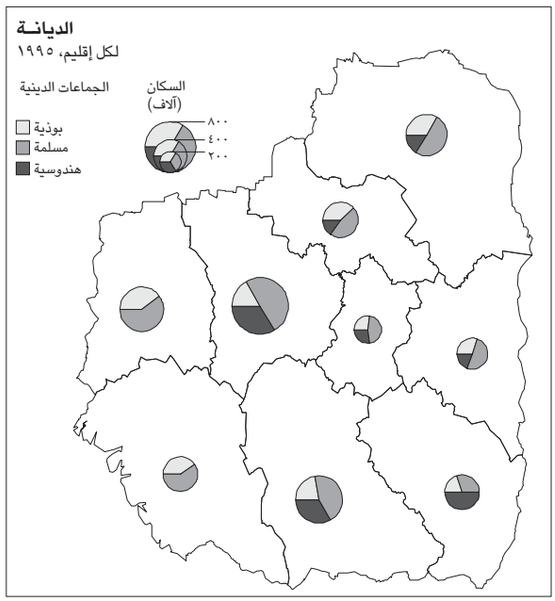


م ٥-٤٠- وتستخدم الأنواع الأكثر شيوعاً من خرائط الرسوم التخطيطية خرائط الكعكة، أو القضبان، أو الأعمدة. وعادة ما تنظّم في سلسلة متدرجة بحيث يعكس حجم كل مخطط كعكة، مثلاً، مقدار أو مدى الصفة المشتركة. وعلى سبيل المثال، يبيّن الشكل م ٥ – ١٥ التوزيع الجغرافي لنسبة الجماعات الدينية الرئيسية. وتُدرج الكعكة طبقاً لإجمالي عدد السكان. ولهذا يلزم بيان نوعين من المعلومات في مفتاح الخريطة: اللون الذي يشير إلى كل جماعة دينية وإجمالي السكان المتوافق مع كل حجم معيَّن للكعكة.

م ٥-٤١- وتُحقِّق خرائط الرسم التخطيطي أفضل النتائج إذا كانت هناك مرصودات جغرافية قليلة نسبياً وعدد قليل جداً من الفئات الممثّلة. فيمكن أن تكون خريطة مُخطّط الكعكة المكونة من فئتين فقط، مثلاً، ذات فعالية كبيرة إذا جمع بينها وبين خريطة بسيطة للقِيم المتناسبة لإبراز عدة متغيّرات في وقت واحد (انظر الشكل م ٥ - 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 تُدعم الخريطة المصمّمة تصميماً جيداً والتي لا تُزحم 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.

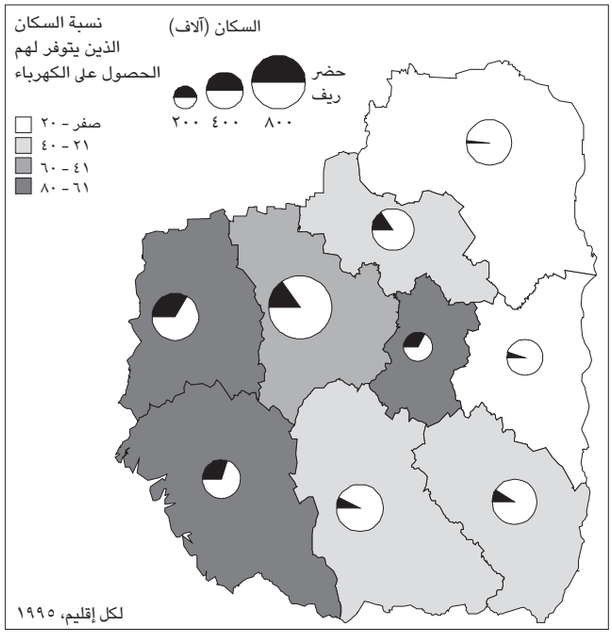
الشكل م ٥ - ١٥

خريطة مُخطّط الكعكة



الشكل م ٥ - ١٦

مزيج من خرائط القِيم المتناسبة وخرائط مُخطّط الكعكة

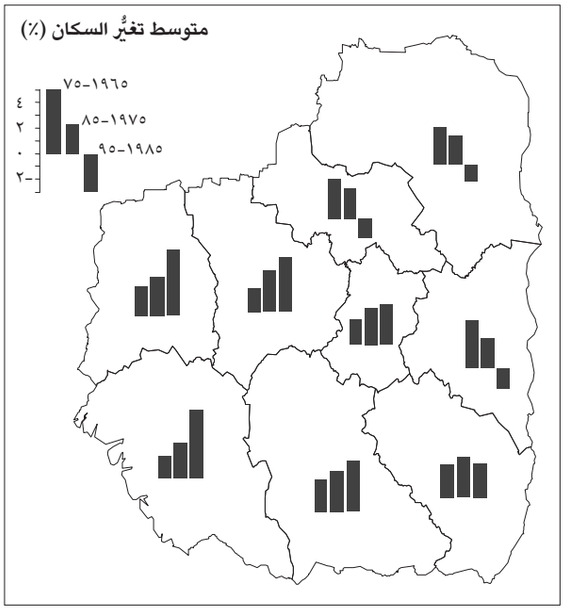


م ٥-٤٢- وينتفع أيضاً بخرائط المخططات والرسوم التخطيطية في إظهار الاتجاهات على مر الزمن. فتبيّن الخريطة في الشكل م ٥ - ١٧، مثلاً، متوسط نسبة التغيّر السنوي في السكان

في كل إقليم بين التعدادات الثلاثة الماضية. ومخططات القضبان بسيطة جداً، دون حدود أو خط أساس، حيث إن من الواضح بالنسبة لهذه البيانات أي القضبان تمثّل زيادة أو نقصاً في السكان. وكما سبق، فإن ما نريد أن نعبر عنه هو التغيّرات النسبية على مر الزمن، وليس القِيم الحقيقية، التي تعرض بصورة أفضل في جداول.

الشكل م ٥ - ١٧

خريطة تبيّن التغيرات على مر الزمن، باستخدام مُخطّط توزيع التواتر

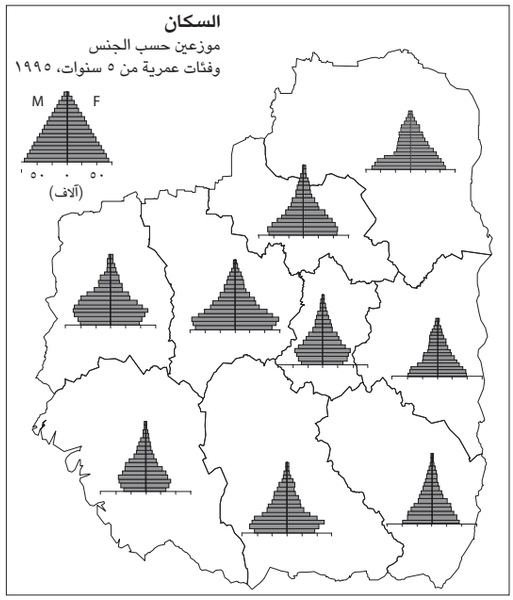


م ٥-٤٣- وهناك مخطط له صلة كبيرة ببيانات تعدادات السكان، وهو الهرم السكاني. ويمكن الجمع بين الأهرامات السكانية وخريطة قاعدية لوحدات الإبلاغ لبيان كيف يتفاوت توزيع السكان حسب العمر والجنس في البلد حسب المنطقة (انظر الشكل م ٥ - ١٨). والأهرامات السكانية مخططات بالغة التعقيد. ويعني هذا أنها يمكن أن تمثَّل بصورة معقولة في حالة واحدة وهي إذا كان عدد المناطق على الخريطة صغيراً نسبياً. ويعني هذا عادة أنها تُعرض في أطلس التعداد على أول مستوى دون وطني فقط. وهناك مشكلة عملية وهي أن نُظم المعلومات الجغرافية والبرمجيات التجارية لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب لا تنتج المخططات الهرمية تلقائياً. لهذا، يجب استحداثها خارجياً، مثلاً، في برنامج جداول إلكترونية، وإضافتها إلى الخريطة الأساس في برنامج للرسوم البيانية أو في وحدة تصميم لبرنامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب.

م ٥-٤٤- وتفيد الأهرامات السكانية التي تعرض عدة مناطق إذا كان هناك بعض الاختلاف في شكل الأهرامات. أما إذا كانت التوزيعات حسب العمر والجنس ثابتة إلى حد ما عبر البلد، فلن تضيف الخرائط الناتجة كثيراً. وفي الشكل م ٥ - ١٨، هناك ما يشير إلى أن الأقاليم في الجنوب الشرقي كانت تتعرض لانخفاض في معدّل الخصوبة على مدى الخمس عشرة سنة الأخيرة، في حين أن الأقاليم التي تقع في الشمال لم تتعرض لذلك. وبالإضافة إلى ذلك، يبدو أن الأقاليم التي تقع في الشمال الشرقي تبيّن نسبة توزيع غير متماثلة حسب الجنس. فيبدو أن عدد الإناث يفوق عدد الذكور في فئات العمر المتوافقة مع السكان الناشطين اقتصادياً. ولكن يبدو الوضع عكسياً في الجنوب الغربي.

الشكل م ٥ - ١٨

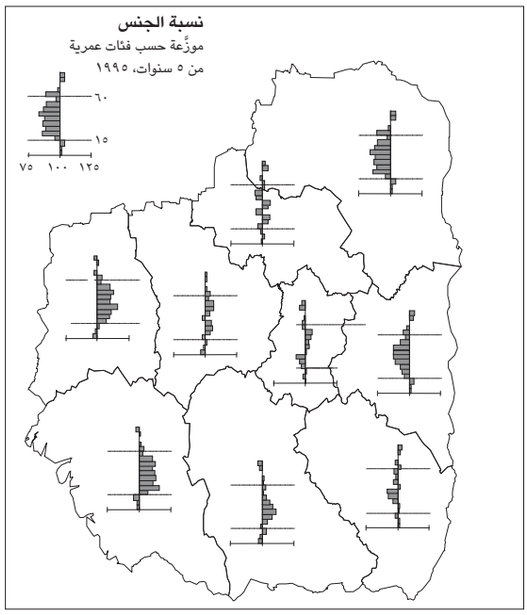
الجمع بين الخرائط والأهرامات السكانية



م ٥-٤٥- ويمكن إبراز الاختلافات في نِسبة الجنس باستخدام نوع مختلف من مُخطّط القضبان، كما يبيّن ذلك الشكل م ٥ - ١٩. وتبيّن هذه المخططات الزيادة أو النقص في عدد الذكور والإناث في كل إقليم. ويتضح الاتجاه الذي كان ملحوظاً في خريطة الهرم السكاني بدرجة أكبر بكثير هنا. ومع ذلك، فإن الخريطة معقّدة نوعاً ما وغير جذابة للرؤية. وترد في الفقرات التالية مناقشة لطريقة بديلة لإظهار نِسب الجنس.

الشكل م ٥ - ١٩

عرض نِسب الجنس على خريطة



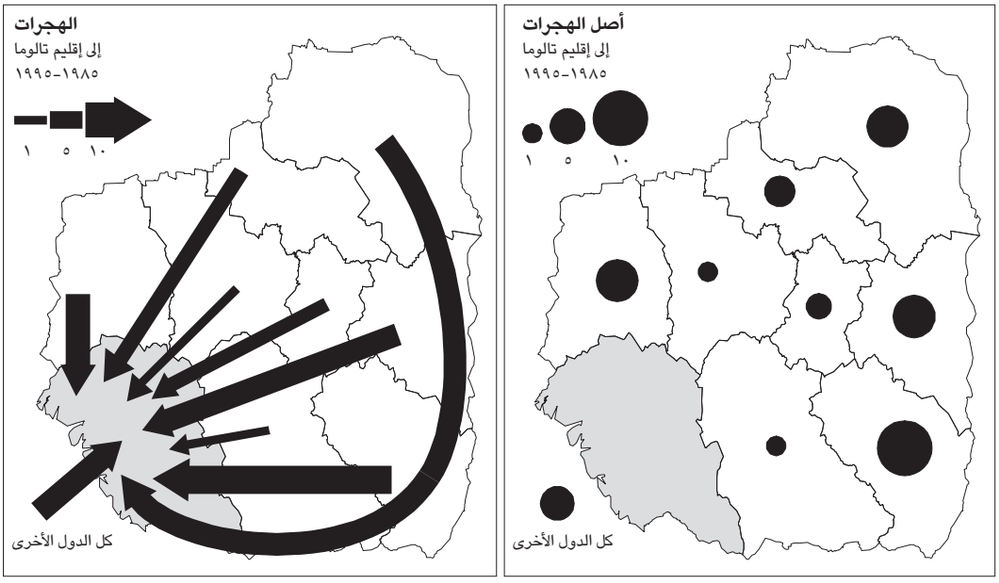
(هـ) الخرائط الانسيابية

م ٥-٤٦- تعتَـبر الهجرة متغيراً ديمغرافياً يمثّـل حركة الناس من جزء من البلد إلى آخر (الهجـرة الداخلية) أو بين البلـد وبقية العالَم (الهجرة الدوليـة). ويمكن تصوير الهجرة على الخرائـط بعدة طُرق. فتبـيّن معدّلات الهجرة باسـتخدام خرائط القِيم التناسـبية للهجرة إلى الداخـل وإلى الخارج أو المعدلات الصافية للهجرة. ويمكن إظهار حجم الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج باسـتخدام خرائط الرموز المتدرجة (انظر الشـكل م ٥ - ١٣ أعلاه). وبديلاً عن ذلك، إذا أُتيحت معلومات كاملة متعلقة بالهجرة، يمكن استخدام الخرائط الانسيابية – التي تسمّى أيضاً خرائط الخطوط الانسـيابية. وتبيِّن هـذه الخرائط عدة جوانب من الهجرة: الطريق الذي يسـير فيه تدفّق الهجرة والاتجاه (من – إلى)، باسـتخدام رمز سـهمي، ومقدار التدفق، وذلك بتغيير سماكة الخط.

م ٥-٤٧- ويمكـن أن تصبح خرائط الهجرة معقّدة جداً بسرعة. وحتى في خريطة الأقاليم العيّنة المذكورة أعلاه، التي تشمل تسع وحدات إبلاغ فقط، هناك ٧٢ احتمالاً للتدفق – ولم تُحسب الهجـرة الدولية أو داخل الإقليـم. لهذا، نادراً ما يتم إنتاج خرائط التدفـق الكاملة التي تبيِّن كل احتمالات الطُرق التي تسلكها الهجرة في منطقة أو بلد ما. 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 م ٥ – ٢٠). وبالنسبة للأقاليم التي وردت في عينتنا، سـيؤدّي هذا إلى سلسلة من تسعة أزواج من الخرائط. وحتى هذه الخرائط الأبسـط يمكن أن تزدحم كثيراً. ويتحتم على راسـم الخرائط غالباً أن يسـتحدث سهاماً خطيـة ثعبانيـة تلتف حول الخريطة إذا كانت المناطق الأصليـة والمناطق المقصودة متباعدة عن بعضها كثيراً.

الشكل م ٥ - ٢٠

طُرق بديلة لتمثيل تدفقات الهجرة بين المناطق

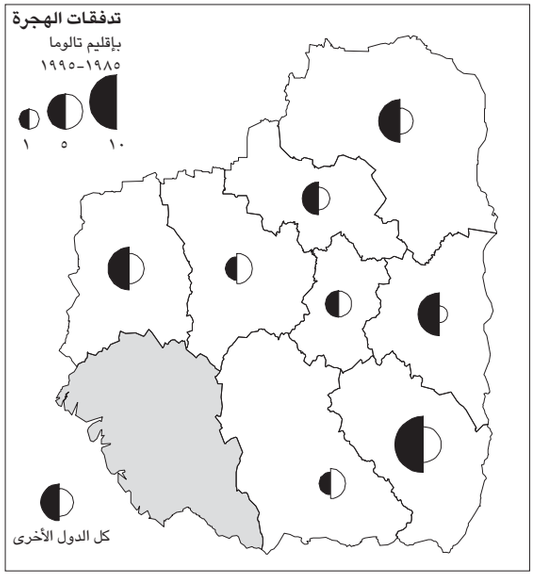


م ٥-٤٨- وفي الخرائط الانسيابية التي تستخدم رموز الأسهم، يستهدي الانطباع المرئي بطول وسماكة السهم. فقد يكون السهم الأطول والأرفع أكثر هيمنة من الناحية المرئية من السهم الأقصر والأكثر سماكة، بسبب مساحة سطحه الأكبر. وعلى الرغم من أن راسم الخرائط قد يرغب، في بعض الحالات، في استغلال هذه الحقيقة للإشارة إلى 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 العددي للهجرة من كل منطقة أصلية، فهناك وسائل عرض بديلة مناسبة بدرجة أكبر. فيمكن، مثلاً، بدلاً من السهام، استخدام رموز متدرجة لإظهار مدى تدفقات الهجرة حسب المنطقة الأصلية والمكان المقصود (انظر الشكل م ٥ - ٢٠).

م ٥-٤٩- وباستخدام أنواع خاصة من الرموز المتدرجة، يمكن في كل خريطة بيان الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج من الإقليم، كما يبيِّن الشكل م ٥ – ٢١. وهنا تُستخدم أنصاف دوائر من ألوان مختلفة أو ظلال رمادية للتمييز بين الهجرة إلى الإقليم والهجرة منه.

الشكل م ٥ - ٢١

تمثيل الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج



(و) رسم خرائط الظواهر المستمرة

م ٥-٥٠- تناسب أنواع الخرائط التي عُرضت في الأقسام السابقة البيانات المسندة للمعالم الجغرافية المتفردة مثل المواقع النقطية أو المساحات. غير أن بعض الظواهر الجغرافية مستمرة. فدرجات الحرارة أو الارتفاع، مثلاً، تتفاوت بسلاسة عبر المكان. ومن الممكن أيضاً مشاهدة التوزيع السكاني كمتغيّر متفاوت بصفة مستمرة تقريباً. وتعتبر مناطق الإبلاغ اعتباطية إلى حدٍ ما، إذ تحجب القِيم الإجمالية المجدولة لهذه الوحدات ما يوجد من تفاوت مكاني في كل وحدة. ولهذا، فإن أطالس التعداد، وبصورة متزايدة مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية، تبيّن أحياناً كثافة السكان وتوزيعهم كمتغيرات دائمة التغير.

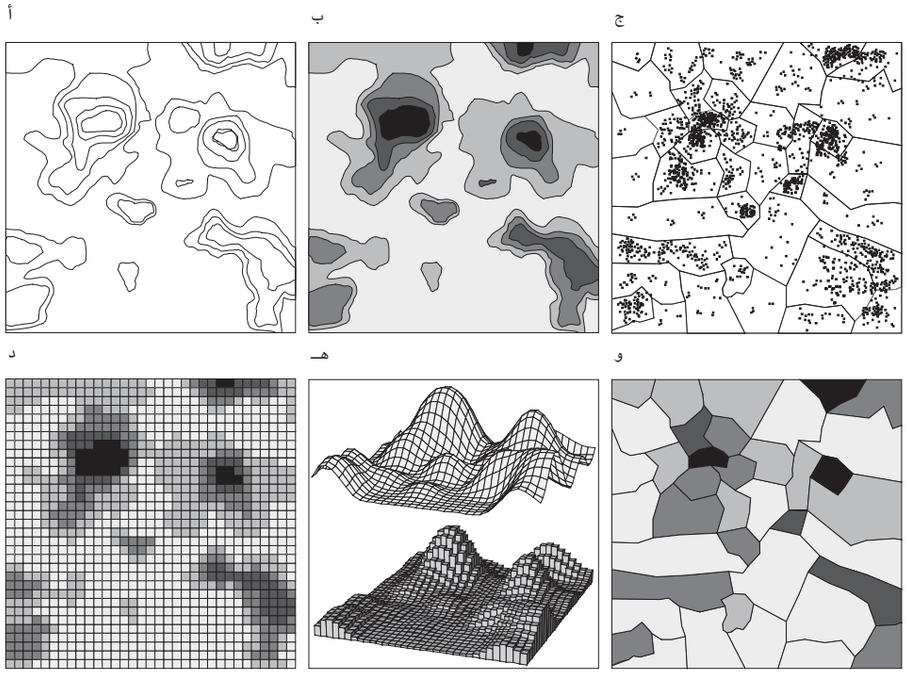
م ٥-٥١- ولا يمكن تمثيل الاستمرارية الحقيقية على خريطة ورقية أو في قاعدة بيانات حاسوبية بسهولة. وحتى إذا أمكننا نظرياً استنباط قيمة مختلفة لكل نقطة في البلد على وجه

التحديد، فإنه يتحتم علينا تصنيف البيانات بطريقة ما لأغراض رسم الخرائط. ويبيّن الشكل م ٥ - ٢٢ عدة طُرق لتحقيق ذلك.

م ٥-٥٢- وأكثر الطُرق شيوعاً لتمثيل البيانات المستمرة هي طريقة خطوط التساوي (Isolines) أو شبكة خطوط المسح العادية. وهذه الخطوط - ويعني مقطع الكلمة iso باليونانية متساو - تمثل خطوطاً لقيمة ثابتة وتسمى أيضاً الكونتورات (الشكل م ٥ - ٢٢ ألف). وتستخدم على الخرائط الطبوغرافية التي تبيّن الارتفاع. ويمكن تظليل خرائط الكونتور أيضاً، وهو ما يجعلها تبدو أكثر شبهاً بخرائط القِيم المتناسبة (الشكل م ٥ - ٢٢ باء). وتمثل الألوان القِيم في نطاق البيانات بين فاصلين كونتوريين. ويمكن أيضاً استخدام الخرائط النقطية لتوفير مشهد أكثر استمراراً لتوزيع السكان أو لمتغيّر مماثل. وكما ذُكر أعلاه، تنتج برمجيات معظم أنظمة المعلومات الجغرافية الخرائط النقطية برسم النقاط عشوائياً في كل وحدة إبلاغ. وفي هذه الحالة، لا نكسب أي معلومات إضافية بالمقارنة بخريطة القِيم المتناسبة. ولكن إذا وضعت النقاط طبقاً للمعلومات الإضافية على الغطاء البري أو مواقع القرى مثلاً، فإنه يمكن الحصول على صورة أكثر استمرارية لتوزيع المتغيّر (الشكل م ٥ - ٢٢ جيم).

الشكل م ٥ - ٢٢

طُرق خرائطية بديلة لعرض البيانات المستمرة



م ٥-٥٣- وبالنسبة للنمذجة والتحليل في نظام المعلومات الجغرافية، تخزَّن البيانات المستمرة عادة كشبكات خطوط مسح عادية (الشكل م ٥ - ٢٢ دال). ويتم اختيار حجم خلايا الشبكة بطريقة تحافظ على التباين في مجموعات البيانات، ومع ذلك فإن الشبكة الدقيقة جداً تؤدي إلى أحجام ملفات كبيرة جداً. وأخيراً، فإن برمجيات رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب، فضلاً عن البرمجيات العامة للرسوم البيانية، تتيح طُرقاً مختلفة لبيان مجموعات البيانات المتغايرة باستمرار كسطوح. ويرد مثالان في الشكل م ٥ - ٢٢ هاء: نموذج بهيكل أسلاك، ومخطط قضبان من بُعدين. وتفيد مثل هذه التقنيات كثيراً في بيان المعلومات عن الأرض

استناداً إلى نموذج رقمي للارتفاعات. ويمكن أن تبين 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 يماثلها من المعلومات الاجتماعية – الاقتصادية، تقدير التوزيع المكاني الصحيح على الأسطح. ومع أننا قادرون بشكل بديهي على تفسير الارتفاعات، إلاّ أن من الصعب جداً أن نربط بسرعة بين ارتفاعات السطح ومتغيرات أخرى وبين قِيم كل منها. لهذا، من المناسب بدرجة أكبر عموماً استخدام تقنيات أكثر معيارية لرسم الخرائط. وللمقارنة، يبيّن الشكل م ٥ - ٢٢ و خريطة قياس متناسبة، حيث لا يحدد توزيع البيانات مواقع وحدات الإبلاغ.

جيم - تصنيف البيانات

م ٥-٥٤- في الأقسام السابقة، نوقشت الأدوات المتاحة لراسم الخرائط لعرض معلومات الخرائط المواضيعية على الخرائط. ويجب على مُصمِّم الخريطة أن يختار المتغيرات من الرسوم البيانية وأنواع الخرائط المواضيعية الأكثر مناسبة للمتغيّر الذي تُرسم خريطته. وفي بعض الحالات، سيكون هناك تواؤم بين كل من أنواع الرموز وقِيم المتغيّر. وهذا هو الحال عند تمثيل عدد صغير من الفئات الاسمية، مثل الرموز النقطية ذات الحجم المتماثل ولكن المختلفة النوع. غير أنه حتى بالنسبة للبيانات الفئوية، غالباً ما نحتاج إلى تمثيل عدة معالم لها قِيم متماثلة بنفس رموز الرسوم البيانية. مثلاً، يمكن تمثيل الأسر المعيشية المنفردة أو المتعددة على السواء بنفس الرمز النقطي. ويلزم دائماً تقريباً تصنيف البيانات العددية في فئات قبل محاولة مواءمتها مع أحجام الرموز أو الألوان.

م ٥-٥٥- وتُسمى عملية تجميع المرصودات ذات القِيم المتماثلة لتمثيلها بالرمز البياني نفسه عملية تصنيف، وهي تماثل طُرق التصنيف المتبعة في الإحصاء، والتي تجمع القِيم في فئات حتى نخفّض اختلاف المرصودات في نفس الفئة إلى أدنى حد ونعظّم الاختلاف بين مختلف الفئات. وتوفر برمجيات رسم الخرائط الحاسوبية طُرقاً بديلة افتراضية لتخصيص الرموز أو نطاقات الرموز. وقد تكون هذه البدائل الافتراضية مناسبة أو غير مناسبة للمتغير الذي تُرسم خريطته – وفي أغلب الأحيان لا تناسب. وتؤدّي أدوات التصنيف الآلي غالباً إلى تصميمات خرائط غير مناسبة بل ومضلّلة. لهذا، تناقِش الفقرات التالية بتفصيل أكبر بعض خيارات التصنيف.

م ٥-٥٦- فئات البيانات العددية هي عادة نطاقات قِيم قريبة من بعضها. وتقرر عدة عوامل عدد الفئات، ومنها توزيع البيانات (أي اختلاف القِيم في مجموعة البيانات)، والدقة المستهدفة لتمثيل البيانات، وكذلك، وليس ذلك أقلها أهمية، قدرة جهاز المخرجات على إظهار الاختلافات الصغيرة بين الألوان والتمييز بين القوام. ولا تحسن زيادة الفئات بالضرورة من الخريطة المواضيعية، نظراً لأن ذلك يجعل من الصعب على المشاهد، بصورة متزايدة، التمييز بين الفئات. والأهم هو تقرير النطاقات الفئوية بطريقة تعكس الاختلاف في مجموعة البيانات بدقة.

م ٥-٥٧- ويتوقف اختيار تقنية التصنيف المناسبة على توزيع بيانات المتغيّر. فقد لا تنجح طريقة تنتج خريطة دقيقة وجذابة للرؤية لمجموعة بيانات موزّعة بصورة منتظمة (مثل وجود عدد متساو تقريباً من القِيم العالية، والمتوسطة، والمنخفضة) في عرض التوزيع غير المتماثل بدرجة كبيرة للبيانات - أي التوزيع الذي يتصف بالكثير من القِيم المنخفضة وبعدد قليل جداً من القِيم الكبيرة جداً.

م ٥-٥٨- ولإعداد خرائط من نوعية صالحة للنشر، يجب أن يجري تقييم البيانات دائماً باستخدام الرسوم البيانية الإحصائية. ومع أن نُظم المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب لا توفر سوى قدرات محدودة للرسم التخطيطي، فإنها تتيح تصدير البيانات إلى برامج جداول إلكترونية أو برامج إحصاء تتيح وظائف موسّعة للرسم التخطيطي.

م ٥-٥٩- وأكثر أنواع الرسوم التخطيطية فائدة لتحديد نطاقات الفئات هي الرسوم التخطيطية الرتبوية. وفيها يتم تصنيف كل نقاط البيانات طبقاً لقِيمها متدرجة من المنخفضة إلى العالية. وترسم بعد ذلك تخطيطياً كل بجانب الأخرى – يبيّن المحور س ترتيب كل مرصود ويبيّن المحور ص 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.

م ٥-٦٠- وتقدم الفقرات التالية أمثلة لطُرق التصنيف الشائعة لثلاثة متغيرات ذات توزيعات بيانات إحصائية مختلفة. فمتغير كثافة السكان له توزيع غير متماثل. فهناك قِيم صغيرة كثيرة في نطاق يتراوح بين ٢١ شخصاً ونحو ١١٠ أشخاص في الكيلومتر المربع، وعدد قليل فقط من القِيم الكبيرة جداً. وتبلغ أكبر قيمة (٧٩١) ما يقرب من مرتين ونصف قدر ثاني أكبر قيمة (٣٢٠). وليس هذا غير عادي بالنسبة لكثافة السكان، فقد تشمل المقاطعة العالية جداً، مثلاً، عاصمة إقليم ريفي. والمتغيّر الثاني هو معدل الإلمام بالقراءة والكتابة بالنسبة للمقاطعات، وفيه تتوزع القِيم بصورة متناسقة إلى حد كبير، وهو ما يدل عليه الخط المستقِيم تقريباً الذي تشكله المرصودات في الرسم التخطيطي الرتبوي. ولا توجد قِيم متطرفة.

م ٥-٦١- والمتغيّر الثالث الذي نتخذه مثالاً هو معدّل الخصوبة الإجمالي. ويبيّن الرسم التخطيطي الرتبوي زيادة حادة نوعاً ما في القِيم بالنسبة لأكثر المرصودات انخفاضاً، ووجود قسم أوسط كبير تقل فيه الزيادة المتطرفة بكثير، ومرة أخرى زيادة أسرع في القِيم بالنسبة للمرصودات العالية جداً في اتجاه اليمين. ويشير هذا إلى ما يسمى بالتوزيع العادي، الذي يتميز بعدد قليل من القِيم 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.

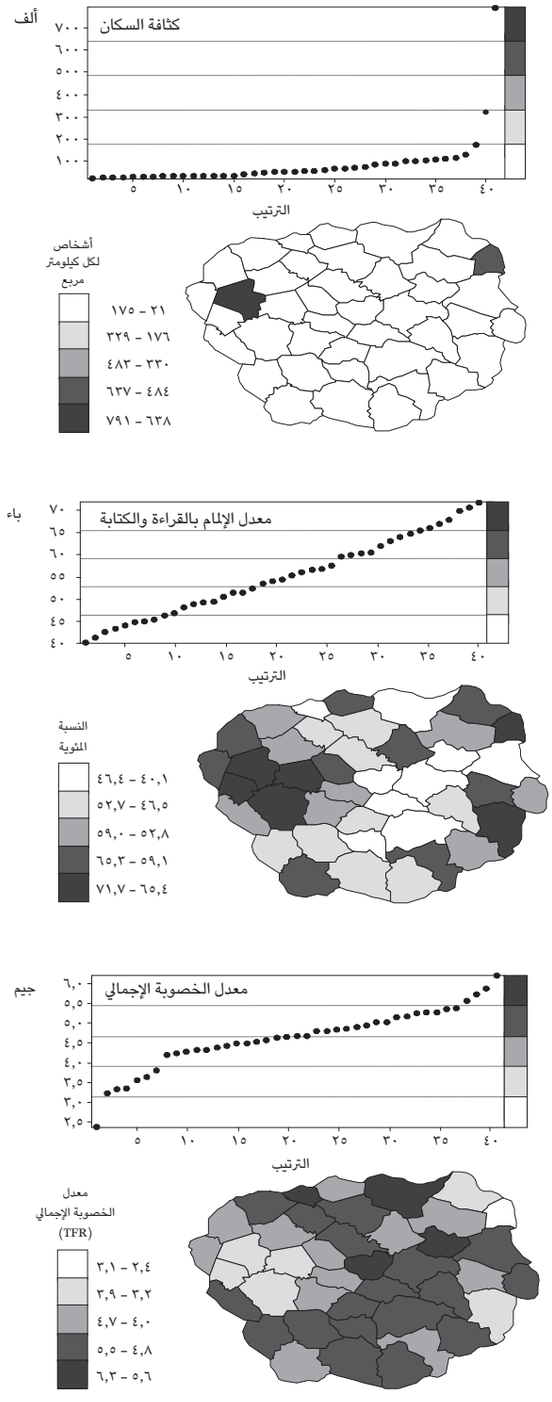
م ٥-٦٢- ويتبين من هذه الأمثلة أن شكل الخريطة يتوقف بصورة حاسمة على اختيار طريقة التصنيف، فهذه قد تكون أو لا تكون مناسبة لتوزيع البيانات. وهذا دليل على ضرورة استخدام طُرق التصنيف الآلية التي تتوافر في برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية بشيء من الحذر.

١ - تصنيف البيانات المتسلسل

م ٥-٦٣- من أبسط طُرق التصنيف تقسيم مدى قِيم البيانات إلى فواصل متساوية (انظر الشكل م ٥ - ٢٣). ويقرر راسم الخرائط أولاً عدد الفئات التي ستستخدم. ويقسّم مدى قِيم 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 السابق له. وقد يلزم التقريب إذا كان مفتاح الخريطة يبيّن الأرقام على مستوى منخفض من دقة التحديد.

الشكل م ٥ - ٢٣

الفواصل المتساوية



م ٥-٦٤- وبالنسبة لمتغيّر كثافة السكان في الشكل م ٥ - ٢٣، فإن أقل قيمة هي ٢١ وأعلى قيمة هي ٧٩١. ولهذا فإن المدى هو ٧٧٠. ونظراً لأننا نريد أن نستخدم خمس فئات، فالفارق

المشترك إذن هو ٧٧٠/٥، أي ١٥٤. لهذا، تتراوح الفئة الأولى بين ٢١ إلى ١٧٥، والتي تليها من ١٧٦ إلى ٣٢٩ وهلم جراً.

م ٥-٦٥- ويتبيّن من خريطة كثافة السكان السبب في أن هذا قد يؤدي إلى مشاكل. إذ يخضع مدى القيم لتأثير قيمة واحدة كبيرة جداً. وفي هذا المثال، فإن الفاصل المشترك يبدو من الكبر إلى درجة أن مدى الفئة الأولى يشمل كل المرصودات ما عدا اثنين. ومن الواضح أن الخريطة الناتجة ليس لها قيمة معرفية كبيرة.

م ٥-٦٦- وتنجح الطريقة بدرجة أكبر بكثير بالنسبة لمعدّل 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.

م ٥-٦٧- وأخيراً، يتبيّن من الخريطة الخاصة بمعدل الخصوبة الإجمالي وجود مشاكل مماثلة لما في خريطة كثافة السكان، وإن كانت أقل تطرفاً بكثير. فهناك مرصود واحد فقط في أدنى مدى للفئات، وتسود الخريطة نوعاً ما قِيم المدى المتوسط للفئات. غير أن فواصل الفئات، بالمصادفة، بين الفئتين الثانية والثالثة وبين الرابعة والخامسة تبين الفواصل في توزيع البيانات بشكل جيد.

م ٥-٦٨- 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.

٢ - التصنيف الإحصائي

م ٥-٦٩- من طُرق التصنيف عرض 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.

م ٥-٧٠- ولتحديد الخميسات، يقسم عدد المرصودات على عدد الفئات المرغوب، وإذا استدعى الأمر يقرَّب إلى أقرب رقم صحيح. وفي الرسم التخطيطي الرتبوي، يخصص أول رقم غير فردي من المرصودات بعد ذلك إلى الفئة الأولى، والتالي إلى الفئة الثانية، وهلم جراً. ويخصص أي رقم فردي إلى الفئة الأولى أو الأخيرة.

م ٥-٧١- ويطبق رسم الخرائط الخميسي في الكثير من برمجيات رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب، ولهذا أصبحت هذه الطريقة شائعة جداً لإنتاج الخرائط.

م ٥-٧٢- 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.

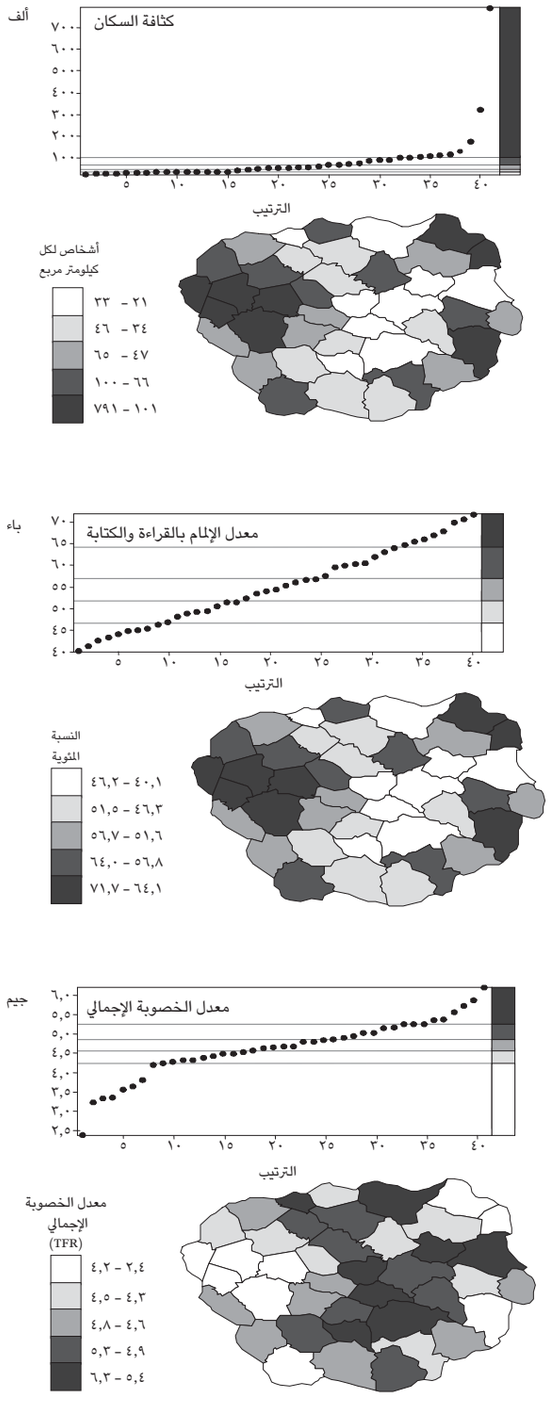
م ٥-٧٣- وإذا نظرنا إلى توزيع البيانات، يبدو أن التصنيف المتعلق بمتغير الإلمام بالقراءة والكتابة مناسب إلى حد كبير. وفي الواقع، لا تبدو الخريطة مختلفة كثيراً عن تلك التي تستخدم الفواصل المتساوية.

م ٥-٧٤- غير أننا نرى في خرائط كثافة السكان ومعدّل الخصوبة الإجمالي، أن هذه الطريقة تُصنِّف قِيماً متماثلة في فئات مختلفة. فبالنسبة لمعدل الخصوبة الإجمالي، مثلاً، يتماثل المرصودان اللذان يمثلان أكبر القِيم وأدناها (٢,٤ -٤,٢) مع المرصودات في الفئة الثانية بدرجة أكبر كثيراً من المرصودات في الفئة الأولى. بل والأسوأ من ذلك، أن هناك ثلاثة مرصودات بقيمة ٥,٣،

أحدها يخصص لمدى الفئة الرابعة والآخران للفئة الخامسة (بعض برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب تُطبق معيار العدد المتساوي للمرصودات بمرونة لتتجنب مثل هذه الحالات).

الشكل م ٥ - ٢٤

رسم الخرائط الربيعية (التكرار المتساوي)



م ٥-٧٥- ولهذا يجب استخدام الخرائط الخميسية بحرص، إذ يحدث أحياناً أن تخصص قِيم متماثلة لفئات مختلفة وتُصنَّف قِيم غير متماثلة في نفس الفئة. وعلى الرغم من أن الخرائط الناتجة جذابة للرؤية، إلاّ أن الفكرة التي تعطيها قد تكون مضلِّلة.

م ٥-٧٦- وهناك تقنية تصنيف إحصائي أخرى مبنية على أساس نتائج مختصرة لقياسات توزيع البيانات. وأحد الخيارات هو تحديد مدى الفئات باستخدام الانحراف المعياري لتوزع المتغير. ويحسب الانحراف المعياري كجذر تربيعي للتباين. ويحسب التباين كمتوسط الفروق المربعة بين قِيم البيانات والقيمة المتوسطة العامة. فمثلاً، يبلغ الانحراف المعياري بالنسبة لمتغير الإلمام بالقراءة والكتابة ٨,٩.

م ٥-٧٧- لهذا تبيّن فئات الخرائط المبنية على أساس الانحراف المعياري مدي تماثل المرصودات المنفردة – كالمقاطعات مثلاً – مع القيمة المتوسطة للإقليم أو البلد كله.

م ٥-٧٨ وتتحدد الفئات بطرح وإضافة الانحراف المعياري إلى المتوسط (٥٥ بالنسبة لمعدّل الإلمام بالقراءة والكتابة).ولذلك يظل مدى الفئات ثابتاً ومماثلاً لطريقة الفواصل المتساوية.

م ٥-٧٩- وبالنسبة لمعدل الإلمام بالقراءة والكتابة، يتوافق المدى الأول للبيانات (٤٠,١ - ٤٦,٢) مع القِيم التي تزيد على واحد ولكن تقل عن أو تساوي انحرافين معياريين أدنى من المتوسط. ونظراً لأن توزيع البيانات متقارب إلى حد بعيد، فإن كل القِيم تتراوح بين +/- انحرافين معياريين ويلزم فقط أربع فئات. وكما نرى في الشكل م ٥ - ٢٥ باء، تقسِّم الطريقة قِيم معدل الإلمام بالقراءة والكتابة إلى أعداد متساوية تقريباً من المرصودات في كل فئة، وهو ما يولّد خريطة تتميز بالتغاير المرئي بشكل جيد.

م ٥-٨٠- غير أن هذا النهج لا يفيد كثيراً في صدد معدلات كثافة السكان، بالنظر إلى كثرة وجود القِيم الصغيرة، حيث تنخفض كثافة السكان المتوسطة إلى حد كبير (٨٥,٤) ويزيد الانحراف المعياري بدرجة كبيرة (١٢٤,٨). لهذا، تتراوح الفئة الأولى – التي تتوافق مع القِيم التي تقع في نطاق انحراف معياري واحد عن المتوسط فعلاً بين -٣٩,٥ و ٨٥,٤. ومن ناحية أخرى، فإن أعلى القِيم (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 القِيم الأكبر من انحراف معياري واحد من المتوسط. ومن الواضح أن الانحرافات المعيارية ليست اختياراً جيداً لهذا المتغير.

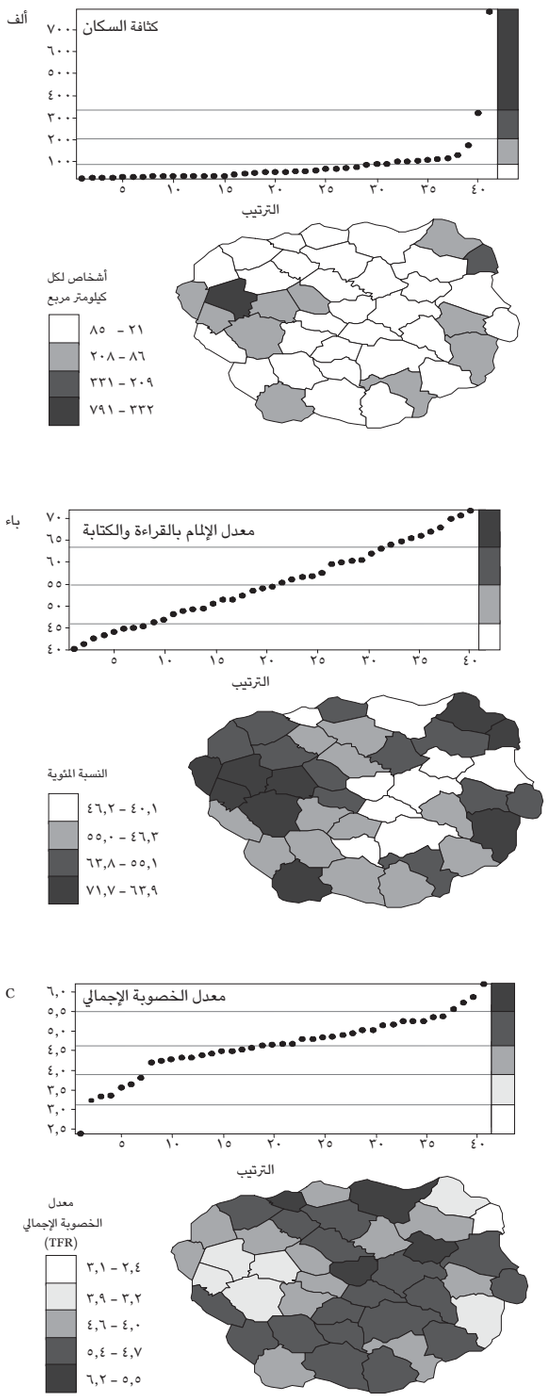
م ٥-٨١- وتعمل الانحرافات المعيارية بصورة أفضل قليلاً بالنسبة لمعدل الخصوبة الإجمالي، بمتوسط يبلغ ٤,٦ وانحراف معياري ٠,٨. غير أن القيمة المنخفضة جداً ٢,٤ هي فقط التي تقع في أدنى الفئات التي تزيد على انحرافين معياريين أدنى من المتوسط.

م ٥-٨٢- ولطريقة تصنيف الانحراف المعياري جاذبية بديهية بسبب علاقتها الوثيقة بالتقنيات الإحصائية الوصفية. وهي تعمل جيداً إذا كان توزيع البيانات طبيعياً، بتباين منخفض نسبياً، وبذا تشمل كل الفئات الست كل القِيم.

م ٥-٨٣- ويمكن استخدام الانحرافات المعيارية لتمثيل الأنواع المختلفة من الاتجاهات في مجموعة البيانات (الشكل م ٥ - ٢٦؛ انظر أيضاً Dent, 1999). وفي الأمثلة المقدمة في الشكل م ٥ - ٢٥، استُخدم تدريج رمادي من الفاتح إلى الداكن. وتبرز الخرائط التقدم من القِيم المنخفضة إلى العالية لكثافة السكان، والإلمام بالقراءة والكتابة، ومعدّل الخصوبة الإجمالي، بالتوافق مع تصنيف فئوي، كما هو مبيّن في الشكل م ٥ - ٢٦ ألف. والواقع أن هذا هو أقل التطبيقات شيوعاً لتصنيف الانحراف المعياري.

الشكل م ٥ - ٢٥

الانحراف المعياري



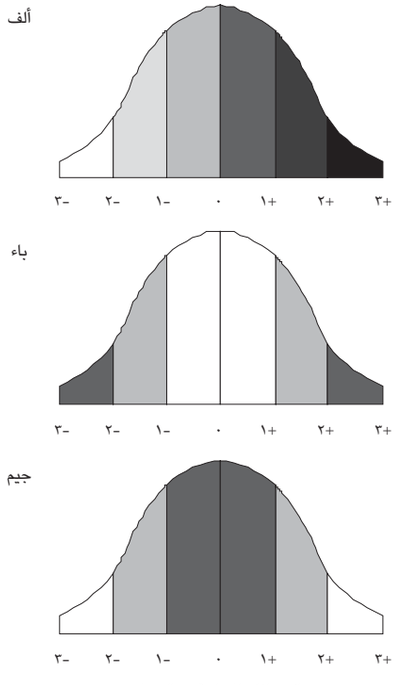
م ٥-٨٤- ويشيع استخدام الطريقة بدرجة أكبر لإبراز الاتجاهات المختلفة. فمثلاً، قد نرغب، بالنسبة لبيان مستويات الدخل، أن نبرز أفقر وأغنى المقاطعات. وفي تلك الحالة، نخصص ألواناً أو قوامات قوية للمقاطعات ذات القِيم التي تزيد عن انحراف أو انحرافين معياريين عن المتوسط وظلالاً مخففة نسبياً للقِيم التي تقع في وسط توزيع البيانات (الشكل م ٥ - ٢٦ باء).

م ٥-٨٥- وإذا كانت المسافة من المتوسط هي الغرض المقصود – بغض النظر عمّا إذا كانت القِيم أعلى أو أدنى من المتوسط - فيمكن آنذاك استخدام نفس الألوان على الجانبين. أما إذا كان التركيز على ما إذا كانت القِيم أعلى أو أدنى من المتوسط، فيجب آنذاك استخدام ألوان أو قوامات مختلفة على الجانبين. فمثلاً، يمكن تخصيص ظلال حمراء من الفاتح إلي الداكن للفئات الأدنى من المتوسط على خريطة مطبوعة بالألوان، وإظهار الفئات الأعلى من المتوسط بدرجات من اللون الأزرق.

م ٥-٨٦- وفي حالات أخرى، قد يكون المطلوب هو إبراز المدى المتوسط (الشكل م ٥ - ٢٦ جيم). ويناقش ماكإشرن (McEchren, 1994)، مثلاً خريطة لآيرلندا الشمالية (المملكة المتحدة) نُشرت في فوذرجيل و فنسنت (Fothergill and Vincent, 1985) تبيّن نسبة البروتستانت والكاثوليك. وتبرز الخريطة القِيم الخاصة بكل من الفئتين، التي بلغت نحو ٥٠ في المائة، وهو ما يشير إلى توازن متساو تقريباً بين البروتستانت و الكاثوليك، وذلك بتخصيص لون قوي للفئات الوسطى (الأصغر). وأبرزت المناطق التي يمثل فيها البروتستانت أو الكاثوليك أغلبية واضحة بألوان أخف قوة (الأخضر والبرتقالي على التوالي).

الشكل م ٥ - ٢٦

تخصيص الظلال



الانحرافات المعيارية عن الوسط

٣ - النقاط الطبيعية الفاصلة

م ٥-٨٧- كما رأينا في الأمثلة السابقة، تنتج كل الطُرق خرائط مضللة نوعاً ما بالنسبة للمتغيرات التي لا تتسم بتوزيع منتظم، وغالباً ما يحدث أن تُخصص قِيم متماثلة لفئات مختلفة أو تصنف قِيم مختلفة جداً في فئة واحدة. لهذا، فإن المنهج المنطقي لتصنيف البيانات في عِلم رسم الخرائط هو العثور على تصنيف يجعل التخصيص أقرب إلى الكمال، بتقليل الاختلافات بين القِيم في نطاق كل فئة إلى أدنى حد وتعظيم الاختلافات بين الفئات.

م ٥-٨٨- ويمكن تحقيق هذا الهدف بالفحص البصري لتوزيع البيانات ثم اختيار النقاط الفاصلة بين الفئات. ويعرض الشكل م ٥ - ٢٧ أمثلة من هذا النوع. وبالنسبة لمتغير معدّل الخصوبة الإجمالي، تظهر الفواصل بصورة مباشرة إلى حد كبير، حيث يبيّن الشكل عدة نقاط فصل متميزة في التوزيع.

م ٥-٨٩- ولكن الأمر أصعب نوعاً ما بالنسبة للمتغيرين الآخرين. فبالنسبة لكثافة السكان، قد يؤدي التطبيق الدقيق للطريقة إلى تخصيص كل القِيم المنخفضة لنفس الفئة وتخصيص قِيم أعلى إلى عدد من الفروع المنفصلة. ويحتاج هذا إلى موازنة من أجل الحفاظ على التباين الطفيف في مدى القِيم الأكثر انخفاضاً.

م ٥-٩٠- وعلى نفس المنوال، في متغير الإلمام بالقراءة والكتابة الموزع بصورة منتظمة، لا تبدو الفواصل بين الفئات واضحة بشكل كاف لأن اختلاف القِيم بين المرصودات ليس كبيراً.

م ٥-٩١- وعلى الرغم من هذه الصعوبات، فإن التصنيف طبقاً للفواصل الطبيعية، الذي يراعي بوضوح توزيع البيانات، يُنتج عادة عرضاً خرائطياً دقيقاً للبيانات وتغايراً ملحوظاً بشكل جيد.

م ٥-٩٢- وبدلاً من الاعتماد على الحكم الشخصي نوعاً ما، يمكن أن يُترك للحاسوب أيضاً مهمة تحديد نقاط الفواصل الطبيعية أو المثالية. وتوجد عدة برمجيات لنُظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط بمساعدة الحاسوب تؤدي وظائف تجديد نقاط الفواصل الطبيعية استناداً إلى التقييم الآلي لتوزيع البيانات (طريقة Jenk للتصنيف الأمثل). ويمكن أيضاً استخدام وظائف التصنيف أو التجميع في البرمجيات الحاسوبية الإحصائية.

٤ - خرائط القِيم التناسبية دون فواصل فئوية

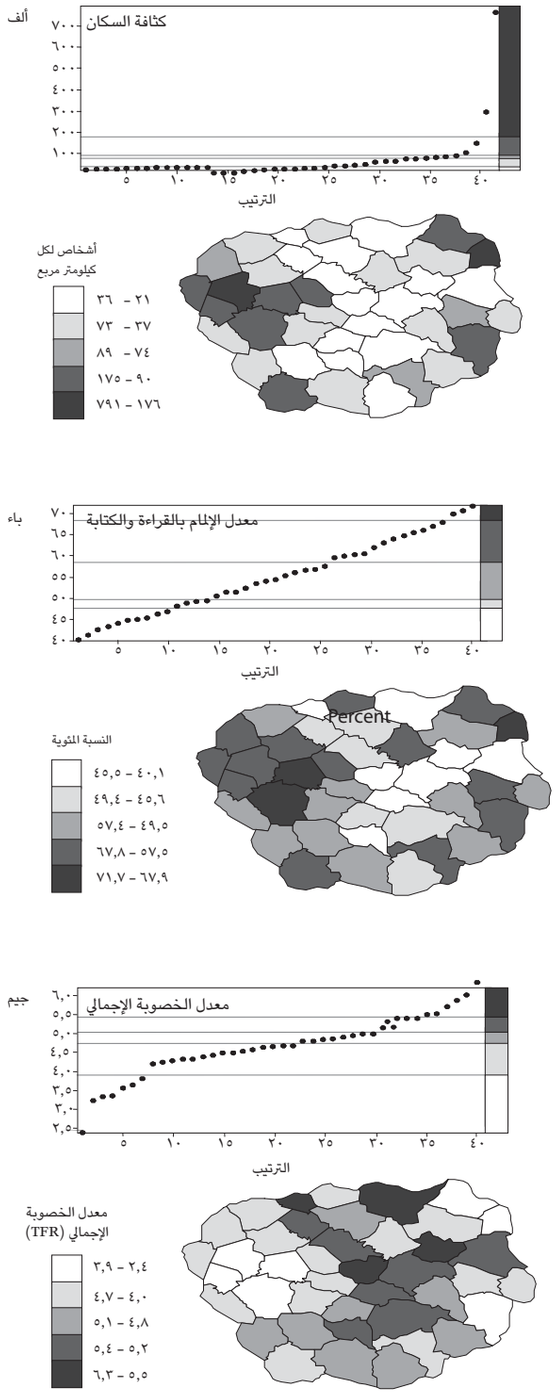
م ٥-٩٣- لا يحتاج راسم الخريطة باستعمال ما يسمى بخرائط القِيم المتناسبة غير المصنَّفة فئوياً لأي اختيار لطريقة التصنيف. إذ أن التطورات التكنولوجية في مجال العرض والطباعة تمكّن شاشات الحاسوب والطابعات من إنتاج مدى كبير من درجات الألوان المختلفة أو الظلال الرمادية. ففي الخريطة غير المصنَفة، تحدد قِيم البيانات مباشرة النسبة المئوية للدرجة الرمادية، على سبيل المثال. وبالنسبة لمتغير النسبة المئوية، مثلاً، يمكننا أن نختار مستوى الدرجة الرمادية المناسب وفق تدريج من صفر (الأبيض) إلى مائة في المائة من الرمادية (الأسود)، الذي يتوافق مع كل قيمة مرصودة. وعلى الرغم من أن طريقة النسخ يمكن أن تنتج عدداً كافياً من الظلال المتميزة، فمن المستصوب تجنُّب الأبيض كلون ظلي حيث إنه عادة هو لون صفحة الخلفية.

م ٥-٩٤- غير أن ذلك، في الواقع، قد لا يؤدي إلى نتائج مثلى، وأحد أسباب ذلك هو أن الكثير من المتغيرات لا تتفاوت قِيمها بين صفر ومائة، بل تتركّز القِيم في نطاق أصغر. ولهذا، قد ينتهي

الأمر بظلال رمادية فاتحة جداً أو داكنة جداً فقط على الخريطة. ويمكننا أن نتجنَّب هذه المشكلة بتمديد توزيع البيانات. ويؤدي استخدام أفتح الألوان لأدنى القِيم وأدكنها لأعلاها قيمة إلى إنتاج خرائط يسهل على المشاهد تفسيرها بدرجة أكبر.

الشكل م ٥ – ٢٧

نقاط الفواصل الطبيعية



م ٥-٩٥- غـير أنه يوجد بشـكل عام حدود لعـدد الظلال أو الألـوان الرمادية التي يمكن تمييزها بسـهولة. ومع أن خطة التظليل المسـتمر مفيدة للأغـراض التحليلية، فإن تصنيف قِيم البيانات في عدد صغير من الفئات أفضل بشكل عام بالنسبة للخرائط التمثيلية.

٥ - التصنيف الخارجي للبيانات

م ٥-٩٦- في بعـض الحالات، توضـع خطة تصنيف البيانـات خارجياً. فعنـد إعداد خريطة للفقر حسب المقاطعات، مثلاً، يَستخدم راسم الخرائط قيمة معيَّنة كمدى لمتوسط الدخل – ما يسمى بخط الفقر الذي تعتبر المقاطعة فقيرة إذا كانت أدناه. ومن الحالات الأخرى التي توضع فيها خطـة التصنيـف خارجيـاً حين تجري مقارنة بين خرائط مطبوعة قائمة في غيـاب بياناتها الأصلية، إذ من الضروري، مثلاً، أن يكون التصنيف المستخدم لمعدلات الخصوبة واحداً في جميع أقاليم البلد.

٦ - ملاحظات عامة

م ٥-٩٧- يتبـين من هـذا العرض العـام أن هناك طُرقـاً كثيرة لتخصيص قِيـم البيانات للفئـات. وتدعم معظم نُظم المعلومات الجغرافية وبرامج رسـم الخرائط بمسـاعدة الحاسـوب طريقة الفواصل المتسـاوية، والوحدات الكمية، والانحراف المعياري، والنقاط الفاصلة الطبيعية. وبالإضافة إلى ذلك، تتيح جميع البرامج للمستعمِل أن يحدد تصنيف البيانات حسب الطلب.

م ٥-٩٨- ولـكل طريقـة نقاط قوتهـا وضعفها، وهو ما يسـتعرضه الجـدول م ٥ – ١. وتتوقـف ملاءمة أي طريقـة على توزيع البيانـات وعلى أغراض الخريطـة. وبصفة عامة، يجب تقييم توزيع البيانات دائماً باسـتخدام رسـم تخطيطي إحصائي مثل مخطط الترتيب الرتبوي المبيّن أعلاه، وآنذاك يتضح غالباً أفضل عدد من الفئات وأفضل نقاط الفصل.

م ٥-٩٩- ومـن المهم ملاحظة أن النقاط الفاصلة الطبيعية ليسـت مناسـبة عند عرض عدة خرائط معاً للمقارنة، مثل سلسـلة زمنية من نسـب التوزيع حسب الجنس لكل مقاطعة، أو خرائط الوصول إلى مياه الشرب الآمنة في إقليمين من البلد. ففي هذه الحالة، تلزم المحافظة على ثبات الفواصل بين الفئات. ويلزم لهذا الغرض اختيار خطة تصنيف يحددها المسـتعملون وتستند إلى تقييم يجري لكل سلسـلة البيانات. ويمكن أحياناً اسـتخدام خرائط الوحدات الكمية أيضاً إذا كان الهدف الوحيد هـو مقارنة ترتيـب المرصودات المختلفة عـلى مر الزمان أو اختـلاف المكان، بدلاً مـن القِيم الفعلية للبيانـات. ويمكـن أن تبرز خريطتان من خرائـط الربيعات، مثلاً، ٢٥ في المائة مـن المقاطعات التي تتمتع بأعلى نسبة للإلمام بالقراءة والكتابة حسب بيانات التعداد الأخير والسابق له.

الجدول م ٥ - ١

تقييم تقنيات التصنيف المختلفة

طريقة التصنيف	المزايا	العيوب
الفواصل المتساوية	سهلة التطبيق مناسبة للبيانات الموزعة بصورة منتظمة	لا علاقة بين خطة التصنيف وتوزيع البيانات نظراً لأن فواصل الفئات ثابتة، يمكن تخصيص قِيم متماثلة لفئات مختلفة، وقِيم غير متماثلة لنفس الفئة ليست مناسبة لتوزيعات البيانات غير المتماثلة أو مجموعات البيانات التي تحتوي على بيانات شاردة

طريقة التصنيف	المزايا	العيوب
التوالي الهندسي	سهلة التطبيق مناسبة للبيانات ذات التوزيع غير المتماثل بدرجة كبيرة (مثل الكثير من القِيم الصغيرة والقليل من القِيم الكبيرة جداً)	يجب أن يقرر المستعمل التوالي الهندسي المناسب نظراً لتثبيت الفواصل بين الفئات، قد تخصص قِيم متماثلة لفئات مختلفة، وقِيم غير متماثلة لنفس الفئة
الوحدات الكمية (التكرار المتساوي)	تضمن وضوح التغاير في البيانات مناسبة للبيانات الموزعة بانتظام نوعاً ما	قد ينتهي الأمر إلى وجود قِيم متماثلة أو متطابقة في فئات مختلفة
الانحرافات المعيارية	جيدة بالنسبة لإظهار الاتجاهات المتباينة المتمركزة حول متوسط القيمة تنسب الفئات الفردية إلى قيمة وسيطة عامة مناسبة للبيانات ذات التوزيع العادي	يؤدي التوزيع غير المتماثل لمجموعات البيانات التي تحوي بيانات شاردة (عدد قليل من القِيم الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً) إلى عدد كبير من الفئات (أي عدة انحرافات معيارية أعلى أو أدنى من المتوسط)
النقاط الفاصلة الطبيعية	تخصص قِيما متماثلة لنفس الفئة غالباً ما يوحي عدد النقاط الفاصلة بعدد الفئات	مدى الفئات الناتجة قد يكون غير متساو بدرجة كبيرة، مما يتطلب حكماً شخصياً (التحديد بالرؤية) لا تدعم مقارنة الخرائط على مر الزمن
خرائط القِيم المتناسبة غير المصنفة	لا يلزم تحديد نقاط فاصلة بين الفئات يتحدد الظل الرمادي أو درجة اللون مباشرة حسب قيمة البيانات تُبرز توزيع القِيم المستمر في مجموعة البيانات	معظم أجهزة المخرجات لا تدعم 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) بشكل جيد لا تُطبق بسهولة في معظم أنظمة المعلومات الجغرافية وبرمجيات رسم الخرائط الحاسوبية

دال - اختيار الألوان

م ٥-١٠٠- تستخدم جميع الخرائط في الأمثلة المعروضة بالمرفق الحالي تدريجات رمادية للترميز. والمنشورات المطبوعة بالأبيض والأسود أقل تكلفة في استنساخها، كما أن الخرائط ذات الدرجات الرمادية تحتفظ 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 أسعار طابعات الألوان الانخفاض، وسيكون متاحاً في المستقبل القريب عرض الكثير من الخرائط الإضافية إلكترونياً على مواقع الشبكة العالمية أو المنشورات الإلكترونية. وعندها يمكن استعمال الألوان بصورة موسّعة في تصميم الخرائط.

م ٥-١٠١- وتفيد معرفة كيفية تفسير الحاسوب للألوان في تحديد خطة الألوان بالنسبة لخريطة قِيم تناسبية: إذ تتحدد الألوان على الحاسوب باستخدام أحد النماذج العديدة للألوان. وأكثر نموذجين شيوعاً هما نموذج التشبع بقِيم ظلال الألوان (HVS) ونموذج التلوين بالأحمر، والأخضر، والأزرق (RGB). ويشير تعبير "ظلال الألوان" إلى ما نعنيه عادة باللون، مثل "الأحمر" أو "الأزرق". ومن الناحية الفيزيائية ترتبط ظلال الألوان بنطاق طيف الضوء 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 "فَتَحان" اللون (أي تشبع بفتحان قِيم اللون (HLS)). وتحدّد القيمة الفرق بين القرنفلي الفاتح، مثلاً، والأحمر الداكن، اللذين قد يمثلان نفس درجة اللون. 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.

م ٥-١٠٢ ونمـوذج ألوان الأحمر والأخـضر والأزرق (RGB) هو نمـوذج تتحدَّد فيه ألوان إضافية جديدة بالجمع بين مستويات مختلفة من الأحمر، والأخضر، والأزرق. وتستخدم شاشات الحاسـوب أو التلفزيـون طريقة RGB. وتنتج مسـتويات متسـاوية من الألـوان الثلاثة ظـلالاً رمادية. وتنتج أدنى المستويات من الأحمر، والأخضر، والأزرق مجتمعة اللون الأسود، وتنتج أعلى القِيم اللون الأبيض.

م ٥-١٠٣- ويتوقف اختيار اللون على مسـتوى قياس المتغير، ونوع الخريطة المستخدمة والرسـالة التي يريد راسم الخريطة أن ينقلها. ويجيد البشر التفريق بين قِيم ظلال الألوان، وهو ما يجعل ذلك مناسـباً 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 قِيم اللون وحدها للتمييز بين رموز الخرائط، وهو عمى الألوان. فقد لا يستطيع الشخص المصاب بعمـى الألـوان أن يميز بين الأحمر والأخضر – وهو أكثر أشـكال عمى الألوان شـيوعاً – أو بين الأحمر والأصفر. ولا يستطيع بعض الناس أن يروا الجزء الأخضر في الطيف. وبصفة عامة، فإن من الحكمة عدم الاعتماد على الاختلافات بين الأحمر والأخضر في تكوين الخرائط.

م ٥-١٠٤- وتعرض المتغيرات التي تقاس بصفة مسـتمرة، مثل السـكان، أو الدخل أو المعدلات والنسب، باستخدام متغيرات بيانية تبيّن الترتيب بشكل واضح. ويمكن بسهولة ربط الاختلافـات في قيمة اللون (مثلاً، من الظلال الفاتحـة إلى الداكنة في نفس درجة اللون) بمدى المتغير، بحيث ترتبط الظلال الأدكن عادة بقِيم البيانات الأعلى. فمثلاً، غالباً ما تمثل مستويات كثافة السـكان بدرجـات من اللون الأحمـر، فتصل من الألـوان الحمراء الفاتحـة التي تمثل انخفاض كثافة السـكان إلى الألوان الحمراء الداكنة التي تمثل المناطق ذات الكثافة السـكانية العاليـة. وبطبيعة الحال، لا ترتبـط قِيم الألوان، في توزيعات البيانات غير المتماثلة، بتناسـب مباشر بقِيم فئات البيانات. فبالنسـبة لمثال متغير كثافة السـكان المستخدَم في الفرع السابق، مثـلاً، قد ينتج عن هذا النهج اسـتخدام الكثير من الظلال الفاتحة جـداً وظلال اللون الأحمر التـي يمكـن التمييز بالكاد بينها للكثير من القِيم المنخفضة، وظـل داكن جداً من اللون للقِيم العالية القليلة. والأفضل، بدلاً من ذلك، استخدام درجات متساوية من قِيم اللون لتمثيل فئات التوالي الهندسي أو ما يماثلها.

م ٥-١٠٥- وإذا كان التصنيـف مكوناً مـن فئات كثيرة، قد يكون لدينـا عدد من الفئات أكـبر ممـا يمكن تمييزه بوضـوح على صفحة مطبوعـة. وفي هذه الحالة، يمكـن الجمع بين قِيم ظلال الألوان المتجاورة – وهو ما يُسـمى مدى طيف اللون الجزئي. وإذا اسـتعملنا مثال كثافة السكان مرة أخرى، يمكننا أن نبدأ بظلال صفراء فاتحة ونتدرج إلى الظلال البرتقالية إلى الحمراء الداكنـة. والاعتبـار الهام هو أنـه يجب أن يكون هناك تـدرج من الألوان الأقـل هيمنة إلى الأعلى هيمنة. فالخرائط التي تسـتخدم عدة قِيم لألوان متألقة مهيمنة للقِيم المنخفضة والعالية للمدى المستمر أو الرتبوي لا ترسل رسالة واضحة وإنما تثير حيرة المشاهد.

م ٥-١٠٦- وهنـاك تطبيق تكون فيـه قِيم ظلال اللون المختلفة مناسـبة لمـدى البيانات المسـتمرة، وهو تدرج البيانات الحاد. فمثلاً، قد تشـمل خريطة للهجرة الصافية موزعة حسـب الوحـدات الإدارية فئـات تتراوح بين الأرقام السـالبة العالية للهجرة الكبـيرة إلى الخارج، ثم إلى الصفر، ثم إلى القِيم الكبيرة الموجبة التي تعكس الهجرة الكبيرة إلى الداخل. ولإبراز القِيم السالبة والموجبة الكبيرة – وهي المناطق التي يكون فيها للهجرة تأثير كبير على الديناميات السـكانية – يمكننا أن نسـتخدم خطة ألوان تتراوح، مثلاً، من الأحمر السـاطع إلى الأحمر الفاتح أو القرنفلي،

وتتدرج إلى الأبيض ممثلاً لمعدّلات الهجرة التي تقترب من الصفر، وألوان الأزرق الفاتح إلى الأزرق الساطع لأعلى هجرة إلى الداخل.

م ٥-١٠٧- وهذا تعليق أخير يرتبط برسم الخرائط المتعددة التنوع، التي تبيّن متغيرين معاً، فيمكن أن تبيّن الخريطة مجموعتي بيانات لمستويات مختلفة من معدّلات الإلمام بالقراءة والكتابة ومعدّلات الخصوبة باستخدام مفتاح للخريطة هو أساساً مصفوفة من التركيبات المحتملة لفئتي الإلمام بالقراءة والكتابة والخصوبة. وعلى راسم الخريطة أن يجدد خطة الألوان المناسبة، حيث تشير قِيم ظلال الألوان المتجاورة في خطة طيف جزئي، مثلاً، إلى الاختلافات في معدّل الإلمام بالقراءة والكتابة، وتبيّن الاختلافات في معدّلات الخصوبة من خلال الاختلافات في قِيم الألوان. وهذه الخرائط، لسوء الحظ، ليس من السهل تفسيرها. فعلى المشاهد أن يرجع بصفة مستمرة إلى مفتاح الخريطة ليوائم بين الألوان وقِيم البيانات بالنسبة للمتغيرين. وبصفة عامة، يجب تجنب الخرائط المتعددة التنوع. ويحتوي الفرع "واو" على بعض الأساليب البديلة لعرض المعلومات المتعددة التنوع جغرافياً.

م ٥-١٠٨- ورجوعاً إلى أنواع مستويات القياس التي نوقشت في وقت سابق، فإن الجدول م ٥ – ٢ يلخص الإرشادات المتعلقة باستخدام الظلال الرمادية والألوان (انظر أيضاً Brewer, 1994).

الجدول م ٥ – ٢

اختيار الظلال الرمادية والألوان

مستويات القياس		مثال	الخرائط بالأبيض والأسود	خرائط الألوان
اسمي	ثنائي	الوصول إلى مياه الشرب الآمنة (نعم/لا)	الأبيض مقابل الأسود، أو الرمادي الفاتح مقابل الرمادي الداكن	ألوان قوية التغاير بقِيم ظلال مختلفة مثل الأزرق والأحمر أو الأصفر والأخضر
	فئوي	اللغة السائدة (الإنكليزية، الفرنسية، الإسبانية، إلخ.)	أنماط ألوان مختلفة، متماثلة في وضوح الرؤية	ظلال ألوان مختلفة بمستويات متماثلة من القِيم والتشبع لا تنطوي على أي ترتيب، مثلاً، الأزرق، الأحمر، الأصفر، البنفسجي
رتبوي		مستوى التحصيل التعليمي (المدرسة الابتدائية، الثانوية، إلخ.)	ظلال رمادية مرتبة، مع فروق قوية نسبياً بين مستويات الرمادية. فروق القوام تبرز الطبيعة الرتبوية للبيانات بصورة أفضل	نفس قِيم الظلال أو مدى طيف الألوان الجزئي، مع اختلافات كبيرة نسبياً بين الفئات. مثلاً، الأصفر الفاتح، والأحمر المتوسط، والأحمر الداكن
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
مستمر	متسلسل	معدل الإلمام بالقراءة والكتابة (أي قيمة بين صفر و ١٠٠ في المائة)	مدى مستمر من الظلال الرمادية. قد يكون أو لا يكون مستوى الرمادية متناسباً مع قِيم البيانات؛ الاختلافات الدقيقة في مستويات الرمادية مقبولة	مدى مستمر للألوان في نطاق نفس قيمة ظلال اللون 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)	يجب استخدام الاختلافات بين القوامات/الأنماط. ويمكن لظلال الملء غير المتقطعة في جانب والاختلافات في القوام في الجانب الآخر أن تحدث أثراً جيداً	يمكن استخدام لون محايد (الأبيض أو الرمادي) في الوسط، ونطاقاً متواصلاً من درجات لونين مختلفين على كل جانب. مثلاً، من الألوان البرتقالية الفاتحة إلى الداكنة للقِيم الأقل من واحد، والألوان الخضراء الفاتحة إلى الداكنة للقِيم الأكثر من واحد

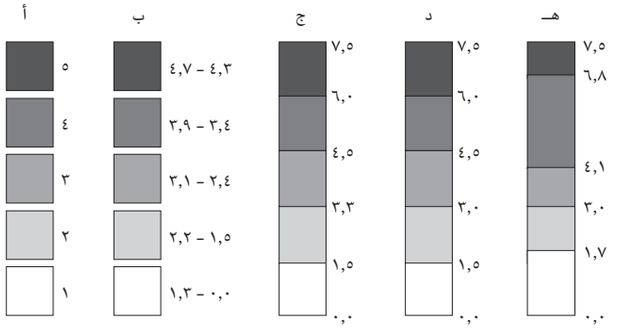
هاء - تصميم مفتاح الخريطة

م ٥-١٠٩- يمكن أن يبين تصميم مفتاح الخريطة مستوى القياس، وهو الذي يبين الإسناد بين قِيم البيانات، أو مدى القِيم والرموز البيانية المستخدمة. وتوفر نُظم المعلومات الجغرافية وبرمجيات رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب تصميمات جاهزة لمفاتيح الخرائط تلبي معظم التطبيقات. غير أنه من أجل التوصل إلى تصميم أكثر دقة، يمكننا أن نعدّل المفتاح المبرمج سواء في وحدة التخطيط في برمجية رسم الخرائط أو في برمجية الرسم البياني الخارجية.

م ٥-١١٠- ويبيّن الشكل م ٥ - ٢٨ بعض الأمثلة. فبالنسبة للبيانات الفئوية، يجب الإبقاء على إطارات مفاتيح الخرائط المنفردة منفصلة (انظر الشكل م ٥ - ٢٨ ألف). وبهذه الطريقة يمكن إبراز مدى الأقسام غير المتجاورة (انظر الشكل م ٥ - ٢٨ باء)، حيث توجد مثلاً فجوة بين الحد الأعلى لأحد الأقسام والحد الأدنى للقسم التالي. غير أنه يجب، بصفة عامة، تجنب استخدام مثل هذه المفاتيح للخرائط. وتُبرز إطارات المفاتيح المتجاورة طبيعة الاستمرار للمتغيرات، مثل المعدّلات أو الكثافات (انظر الشكل م ٥ - ٢٨ جيم). بل إن التشديد على استمرارية قِيم البيانات يكون أكبر إذا لم تكن إطارات الفئات المنفردة محصورة بخط محيطي (انظر الشكل م ٥ - ٢٨ دال). ويبيّن الشكل م ٥ - ٢٨ هاء، مفتاحاً لتصنيف متغيرات غير مستمرة الفئات.

الشكل م ٥ - ٢٨

أنواع مختلفة لمفاتيح الخرائط



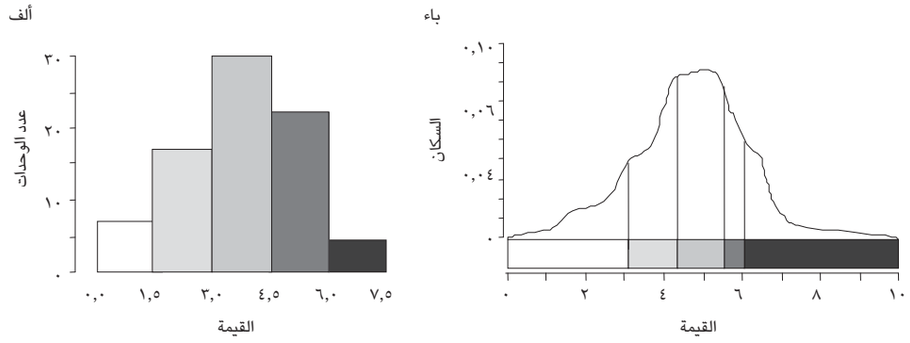
م ٥-١١١- وتبيّن المفاتيح الثلاثة الموجودة في الأشكال م ٥-٢٨ جيم و دال وهاء نقاطاً فاصلة بدلاً من مدى البيانات. وعند استخدام مدى البيانات لتوزيع مستمر، نواجه مشكلة إظهار قيمة البيانات لفئتين: مثلاً، ٠-١٠، ١٠-٢٠، ٢٠-٣٠. ويمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام رمز "أقل من" لتخصيص كل قيمة لفئة واحدة فقط: مثلاً، ٠>١٠، ١٠>٢٠، ٢٠>٣٠. وبالنسبة للفئات ذات النهايات المفتوحة، يمكن استخدام رمز "أكبر من أو يساوي" :>١٠، >٢٠، >٣٠.

م ٥-١١٢- 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 م ٥ - ٢٩ ألف). وإذا لم يكن مدى كل فئة من الفئات ثابتاً، يمكن أن يكون عرض القضبان مختلفاً في مخطط توزيع التواتر. وإذا لم تكن برمجية رسم الخرائط مهيأة للتعامل مع مخططات توزيع التواتر، فيمكن تصميم هذه المخططات في برنامج بياني أو

اســتيرادها من جداول إلكترونية أو برنامج إحصائي. وهناك خياران لتحديد ارتفاع كل قضيب. والنهج الأكثر ملاءمة هو اســتخدام عــدد الوحدات الجغرافية التي تنــدرج قِيمها تحت كل فئة. وتعرض بعض برمجيات رسم الخرائط عدد الوحدات التي تقع تحت كل فئة في مفتاح الخريطة. والمشكلة هنا هي أن الوحدات – المقاطعات مثلاً – قد يكون حجم السكان بها مختلفاً جداً. ولذلك يمكن اســتعمال عدد الســكان بدلاً من عدد الوحدات في تحديد ارتفاع قضبان مخططات توزيع التواتر. وفي خريطة توزيع الكثافة السكانية، مثلاً، يكون عدد السكان هو عدد الأشخاص الذين يعيشون في كل نطاق من نطاقات الكثافة. وبالطبع سيكون شكل المدرج التكراري (الهستوجرام) مختلفاً جداً ويجب بيان الطريقة المتبعة بوضوح في الخريطة المجاورة للنص.

الشكل م ٥ – ٢٩

مفاتيح خرائط تبيّن توزيع البيانات الإحصائية



م ٥-١١٣- وتتيح البرامج الحاســوبية الإحصائية أيضاً حساب خرائط الكثافة التي تبيِّن توزيع البيانات في شــكل أكثر اســتمراراً مقارنة بالهســتوجرام (انظر الشــكل م ٥ – ٢٩ باء). ومجموع السطح تحت منحنى الكثافة هو واحد صحيح، وبذا يمكن قراءة التكرار التقريبي لأي بيانات منفردة من الرسم البياني. وقد استخدمت مفاتيح من هذا النوع في أطلس معدّل الوفيات بالولايات المتحدة (NCHS, 1997).

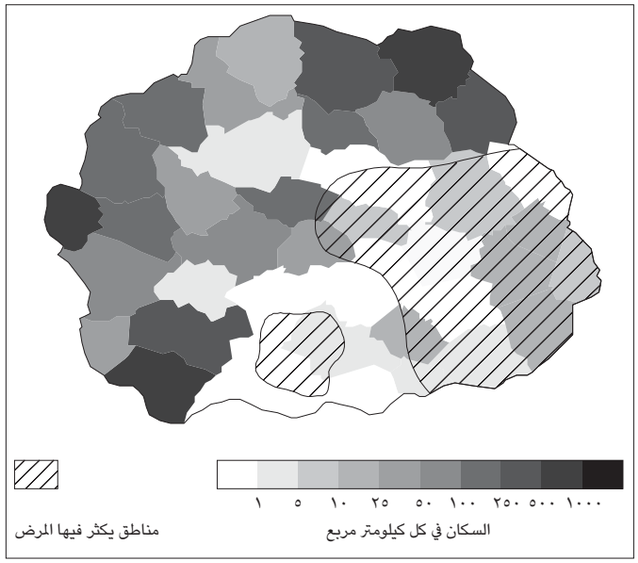
واو - الخرائط التي تحكي قصصاً

١ - الخرائط المتعددة المتغيرات

م ٥-١١٤- تعرض الأمثلة الســابقة، مع اســتثناءات قليلة، متغــيراً واحداً فقط على حدة. وهذا هو أكثر أنواع العروض الشائعة المستخدمة في أطالس التعدادات. أما في الأغراض التحليلية، ولبيان العلاقات بين المتغيرات، فقد نرغب أحياناً في عرض أكثر من متغير واحد في المرة الواحدة. وقــد لاحظنــا في الفرع الخاص باختيار الألوان أن الخرائط المتعددة التنوع التي تســتخدم خطة ألــوان معقــدة لإظهار متغيرين في نفس الوقت على نفس الخريطــة قد تكون صعبة الفهم. وأحد البدائل، كما ذكرنا في موضع ســابق، هو أن نســتخدم نمطاً بلون خلفية شفافة على خريطة قِيم متناســبة. ويحقق هذا نتائج طيبة إذا كان للمتغيِّر المتراكب عدد قليل فقط من الفئات أو إذا كان متغيراً ثنائياً (مثل الحضور مقابل التغيُّب) (انظر الشكل م ٥ – ٣٠).

الشكل م ٥ - ٣٠

مزيج من رموز التظليل المصمتة والخطية لعرض متغيرين على نفس الخريطة



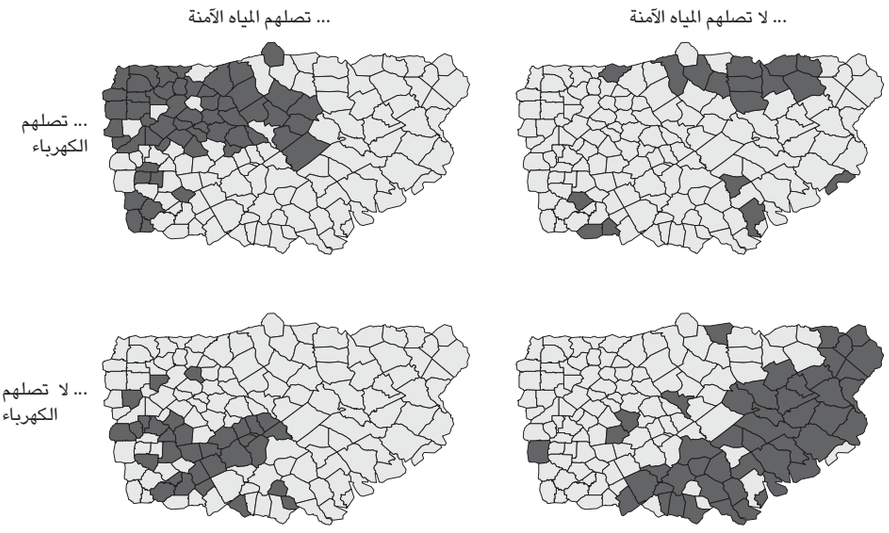
م ٥-١١٥- وفي تحليل البيانات الإحصائية، يتم تحليل المتغيرين الفئويين اللذين يمثلان فقط عدداً صغيراً من القِيم باستخدام التبويب المتقاطع. وتسمى هذه الجداول أيضاً بجداول الطـوارئ، وفيها تُعرض فئتا المتغيرين في صفـوف وأعمدة جدول من اتجاهين، وتبين الخلايا عـدد المرصودات ذات القِيـم المقابلة لكل متغيِّر. ويتيح هذا الترتيـب تقييماً سريعاً للعلاقات. فقد نكون، مثلاً، قد حوّلنا متغيرين من تعداد للمسـاكن – نسـبة الأسر المعيشية التي يصلها الماء الآمن ونسبة الأسر المعيشية التي تصلها الكهرباء – إلى متغيِّرين ثنائيين يشيران إلى ما إذا كانـت أغلبية الأسر المعيشـية في المنطقة تحصل على هذه الخدمـات العامة. وقد يبدو التبويب المتقاطع شبيهاً بهذا:

	أغلبية الأسر المعيشية		
	... التي تصلها المياه الآمنة	... التي لا تصلها المياه الآمنة	الإجمالي
... التي تصلها الكهرباء	٥٥	١٧	٧٢
... التي لا تصلها الكهرباء	٣١	٤٨	٧٩
المجموع	٨٦	٦٥	١٥١

م ٥-١١٦- وإذا أردنـا عرض هذه المعلومات جغرافياً، يمكننـا أن ننتج خريطة بأربع فئـات: واحدة لكل من خلايـا التبويب المتقاطع. ومع ذلك، ونظـراً 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. ويبيِّن الشكل م ٥ – ٣١ خريطة تعادل جدول الاتجاهين. وتشـير كل خريطة إلى المناطـق المقابلة للخلية المتوافقة من جـدول الاتجاهين. ولا تتطلب الخرائط مفتاحاً شـاملاً حيـث إن التظليل الداكن يبرز المناطق موضع الاهتمام بوضوح.

م ٥ - ٣١

الخريطة المعادلة لجدول من اتجاهين



م ٥-١١٧- وبهذه الطريقة تظهر الأنماط على الفور حتى على الخريطة الصغيرة التي تغطي فقط نحو ثلث الصفحة، إذ تصل المياه الآمنة والكهرباء إلى معظم مقاطعات الشمال الغربي، في حين أن أغلبية الأسر المعيشية في مقاطعات الجنوب الشرقي لا يصلها أي منهما. وفي التبويب المتقاطع، غالباً ما تكون الخلايا المنحرفة عن خط القطر هي الأكثر إثارة للاهتمام. ففي بعض المقاطعات في الشمال الشرقي لا تصل أغلبية الأسر المعيشية المياه الآمنة ولكن تصلها الكهرباء. وفي مجموعة من المقاطعات في الجنوب الغربي ينعكس هذا الوضع.

م ٥-١١٨- ويمكن التوسع في هذا النهج ليشمل المزيد من الجداول المعقَّدة، حيث يكون لمتغير واحد مثلاً ثلاث قِيم (مثل، منخفض، متوسط، عال) ويكون لآخر اثنتان. ولا يلزم رسم الخرائط بحجم كبير حتى في الخرائط التي تكثر بها الوحدات الجغرافية – وهي ١٥١ مقاطعة في هذا المثال – وإنما تكفي الخرائط الصغيرة، حيث إن المطلوب هو لونان أو تظليلان رماديان متغايران.

٢ - خرائط صغيرة متعددة

م ٥-١١٩- يمكن عرض معلومات دينامية أيضاً بصورة فعَّالة عن طريق ترتيب البيانات في عدة خرائط. ويبيّن الشكل م ٥ - ٣٢ زيادة السكان على مر الزمن استناداً إلى الأرقام المستمدة من أربعة تعدادات متتالية للسكان. وتبيِّن خرائط كثافة السكان أين بلغ النمو السكاني أعلى مستوى له. ولإتاحة المقارنة على مر الزمن، يلزم أن تكون حدود الفئات واحدة على كل الخرائط. ويعني هذا أن خطط التصنيف المبنية على أساس توزيع البيانات (مثل النقاط الفاصلة الطبيعية) غير مناسبة. وتُكمل خرائط كثافة السكان بثلاث خرائط أصغر تبين متوسط النمو السكاني السنوي بين التعدادات.

م ٥-١٢٠- وتسمى العروض مثل الواردة في الشكل م ٥ – ٣٢ المتعددات الصغيرة (Bertin, 1983، و Tufte, 1983). ويكرر نفس تصميم الخريطة لكل عام أو لكل مجموعة

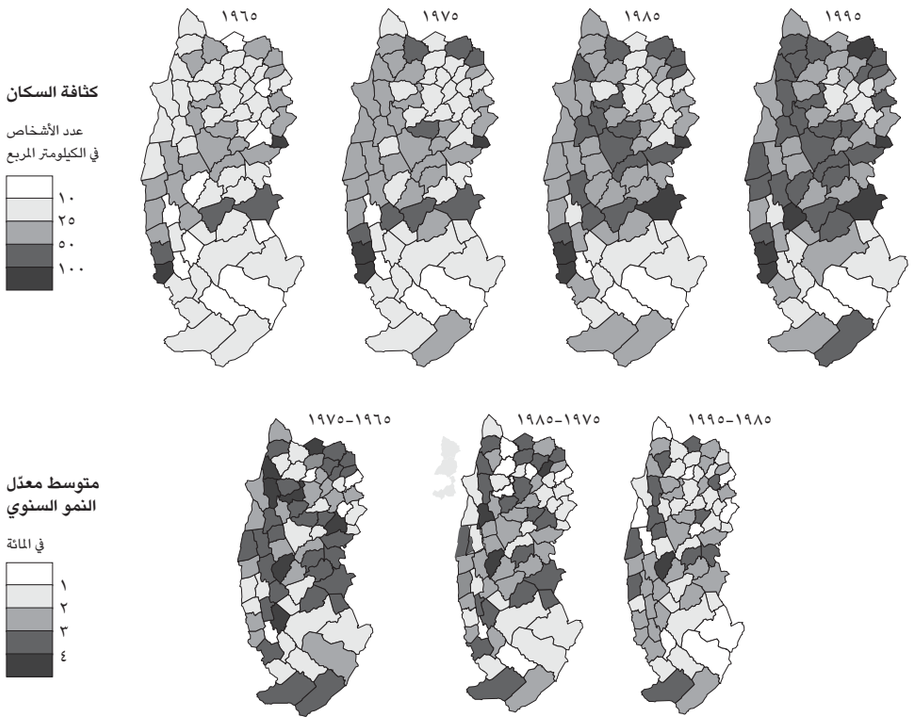
ســكان فرعية. ونظراً لثبات التصميم في كل الخرائط، فإنه يمكن للمشاهد أن يفسرها بسهولة كبــيرة. ويتيح هذا لمصمم الخرائط أن يعرض كثافــة معلومات أعلى مما كان يمكن أن يعرض بطريقــة أخرى. وغالباً مــا تكون العلاقات المتعددة التنوع أوضح مــن حيث التصميم في عدة خرائط منها في الخرائط المركّبة ذات التصميم المعقَّد لمفتاح الخريطة.

م ٥-١٢١- ويوجد مثال آخر للخريطة التي تستخدم مفهوم المتعددات الصغيرة في نشرة الأمم المتحدة: نُظم المعلومات الجغرافية لتعدادات المساكن (انظر الشكل ٤ - ٨ في: الأمم المتحدة، ١٩٩٧)، وهو يبيّن نِسب الجنس في الفئات العمرية التي تتكون من خمس سنوات في ٧٥ مقاطعة في نيبال. ويبيِّن الرســم البياني ١٧ خريطة صغيرة، بتصنيف مختلف يتركز حول نســبة جنس متوازنة. وتبيِّن النســخة الملوّنة من هذه الخريطة زيادة في عدد الإناث في ظلال متباينة من اللون الأحمر، وزيادة في عدد الذكور في ظلال زرقاء. وتستخدم النسخة بالأبيض والأسود ظلالاً رمادية مصمتة لزيادة الإناث ونمط نقاط ذات كثافات مختلفة بالنسبة لزيادة الذكور. ومن الواضح أن اللون يعزز رســالة هذه الخرائط. وعلى الرغم من القدر الكبير من المعلومات، فإنه يمكن تفســير هــذه الخرائط بســهولة كبيرة، حيث إن مجموعات القِيم المتماثلــة واضحة جداً. ومن الواضح أن جدولاً يشمل ٢٧٥ ١ قيمة (١٧ مضروبة في ٧٥) سيكون أكثر صعوبة بكثير في تفسيره من نفس المعلومــات المعروضة جغرافياً. وفي الواقع، يبيِّن الرســم البياني الخاص بنيبال بعض الاتجاهات الواضحة التي يمكن أن تنسب إلى الهجرة عبر دورة حياة الذكور في عدد من المقاطعات.

الشكل م ٥ - ٣٢

خرائط متعددة صغيرة - إظهار التغيير على مر الزمن

دينامية السكان، ١٩٦٥ - ١٩٩٥



المرفق السادس

مسرد المصطلحات

إتاحة انتقائية (Selective availability): تمويه دقة الإشارات الساتلية في النظام العالمي لتحديد المواقع، وكانت وزارة الدفاع في الولايات المتحدة الأمريكية تمارس هذا التمويه حتى عام ٢٠٠٠، ويمكن أن تلجأ إليه من جديد في وقت الحرب.

الإحداثيات (Coordinate): الإحداثي هو رقمان أو ثلاثة أرقام تصف موقع نقطة في بُعدين أو أكثر (مثلاً س/ص أو س/ص/ع، حيث ع هي الارتفاع). ويطلق على الإحداثي ذي البُعدين أحياناً اسم الإحداثي الثنائي، والإحداثي ذي الثلاث أبعاد اسم الإحداثي الثلاثي. وفي نُظم المعلومات الجغرافية تمثِّل الإحداثيات مواقع مناظرة على سطح الكرة الأرضية بالنسبة للمواقع الأخرى.

استبانة (Resolution): مقياس لأصغر التفصيلات التي يمكن تمييزها على خريطة أو في قاعدة بيانات رقمية. وتحدِّد الاستبانة دقة الموقع والشكل لمعالم الخريطة بحيث تُعرض بشكل دقيق حسب مقياس رسم الخريطة. وفي نظام المعلومات الجغرافية وبيانات الصور تشير الاستبانة في بعض الأحيان إلى حجم الخلية أو النقطة الضوئية.

استشعار من بُعد (Remote sensing): عملية الحصول على معلومات عن جسم ما من بُعد، أي دون اتصال مادي. ويشير الاستشعار من بُعد عادة إلى الحصول على صورة عن طريق أجهزة الاستشعار الساتلية أو التصوير الجوي.

استعارة (Join): في نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية: عملية استعارة قيم من جدول في قاعدة بيانات إلى جدول آخر، على أساس ربط المفتاح الأجنبي بأول مرة ترد فيها القيمة في الجدول الخارجي.

استكمال (Interpolation): عملية تقدير قيمة متغير ما في موقع ما على أساس قيم مقاسة في مواقع مجاورة. ويستخدم الاستكمال في إنتاج شبكة كاملة من مجموعات بيانات من معلومات مستقاة من عينة من النقاط، على سبيل المثال تساقط المطر من محطات قياس تساقط المطر.

الاستكمال المساحي (Areal interpolation): نقل خاصية من مجموعة مناطق إبلاغ إلى مجموعة أخرى غير متوافقة معها؛ على سبيل المثال: تقدير مجموع عدد السكان في مناطق إيكولوجية على أساس مجموعة بيانات السكان في نظام المعلومات الجغرافية حسب المناطق.

استنساخ بالماسحات الضوئية (Scanning): تقنية لحصر البيانات يتم فيها استنساخ المعلومات الموجودة في وثيقة (ورقية أو بلاستيكية) وتحويلها إلى شكل رقمي عن طريق

جهاز بصري حساس للضوء. وبالنسبة لبيانات الخريطة يعتبر الاستنساخ الضوئي بديلاً عن إدخال البيانات عن طريق الترقيم. وبعد المسح الضوئي للخريطة يجري عادة تحويل بيانات الصورة إلى نسق متّجهات، باستخدام برمجية تحويل من الخطي إلى الاتجاهي أو باستخدام الشف على الشاشة للمعالم الخطية أو النقاطية.

إسقاط متساو (Equal area projection): إسقاط خرائطي تظهر فيه جميع المناطق حسب التناسب الصحيح لموقعها في عالم الواقع.

إسقاط مركاتوري مستعرض شامل (UTM): إسقاط خرائطي اسطواني يستعمل كثيراً في الخرائط ذات مقياس الرسم الكبير (مثل الخرائط المحلية).

إسقاط المعلومات على الخريطة (Overlay): تجميع طبقتين من البيانات موجودتين في نفس نظام الإسناد الجغرافي. ويمكن تنفيذ عملية الإسقاط لأغراض عرض الخرائط، كما يمكن تجميع الطبقتين فعلياً لإنشاء مجموعة بيانات جديدة في نظام المعلومات الجغرافية (مثل إسقاط المضلّعات، أو نقطة في مضلّع، أو خط في مضلّع، على الخريطة).

الإسناد الجغرافي (Georeferencing): عملية تحديد العلاقة بين الإحداثيات على الورق وعلى أرض الواقع. وعملية الإسناد الجغرافي ضرورية بعد عملية الرقمنة، وذلك مثلاً من أجل تحويل الإحداثيات على الورق المقاسة بوحدات رقمية (مثل السنتيمترات أو البوصات) إلى نظام الإحداثيات على أرض الواقع الذي استُخدم في رسم خريطة المصدر. انظر أيضاً **التحويل**.

الإطار الجغرافي للتعداد (Census geographic framework): وحدات جمع المعلومات الجغرافية والإبلاغ عنها، التي يستخدمها مكتب الإحصاء في عمليات العدّ وتبويب البيانات في التعداد. ويشمل ذلك الهيكل الهرمي لوحدات التعداد والوحدات الإدارية ومسمياتها ورموزها والعلاقات بين مختلف الوحدات.

الإنترنت (Internet): نظام عالمي لربط الشبكات الحاسوبية يتيح خدمات نقل البيانات والاتصالات، مثل الدخول إلى الشبكة من بُعد، ونقل الملفات، والبريد الإلكتروني، ولوحات الإعلانات على الشاشة، ومجموعات الأخبار. والإنترنت هي الأساس للشبكة العالمية.

إهليلجي (Ellipsoid): يستعمل الشكل الإهليلجي في رسم الخرائط لتمثيل الكرة الأرضية. ويتصف الشكل الإهليلجي للأرض بمسافة من الوسط إلى القطبين (المحور شبه الأصغر) أقصر من المسافة بين المركز وخط الاستواء (المحور شبه الأكبر). ويسمى أيضاً الشكل شبه الكروي.

بايته (Byte): مجموعة من ثمانية أرقام ثنائية أو بتات يمكن تجهيزها كوحدة في برامج الحاسوب. ويتكوَّن الكيلوبايت من نحو ١٠٠٠ بايته، والميجابايت من مليون بايته، والجيجا بايت من بليون بايته.

بايدو (Beidou): بديل اقترحته الصين للنظام العالمي لتحديد المواقع، يتكوَّن من ٣٥ ساتلاً ومحطات خدمة، وتبلغ الدقة المكانية فيه نحو ١٠ أمتار.

بتات/ثانية (BPS): مقياس لسرعة نقل البيانات في شبكات الاتصالات الرقمية.

بته (Bit): رقم ثنائي يمكن أن يأخذ القيمة صفراً أو واحداً.

بروتوكـول (Protocol): مجموعة من التعليمات التي تحـدِّد معاملة البيانات في نظام اتصالات إلكتروني وتبادلها ووضعها في الأنساق المطلوبة. والبروتوكول يشبه معيار البيانات ولكنه يطبَّق على الإجراءات.

بروتوكـول الإنترنت (IP): أهم مجموعات الرموز وقواعد الاسـتخدام التـي تتيح نقل البيانات الرقمية على الإنترنت.

بروتوكول ضبط الإرسال (TCP): أحد البروتوكولات التي يقوم عليها نظام الإنترنت.

بروتوكـول نقـل الملفـات (FTP): مجموعة قياسـية من التطبيقـات لتبادل ملفـات البيانات الحاسوبية في نُظم الاتصالات الرقمية، مثل الإنترنت.

بلاطـة (Tile): في نظـام المعلومـات الجغرافيـة: تعبير يسـتعمل أحياناً للإشـارة إلى صفحات الخرائط الرقمية المجاورة المخزَّنة في ملفات منفصلة. ويمكن أن تكون البلاطة ذات شـكل منتظم (أي في شـكل مربع أو مسـتطيل)، وقد تتّبع حدوداً غـير منتظمة، كحدود المناطق أو المحافظات. ويتيح تخزين جميع البلاطات في نفس النظام الجغرافي المرجعي اسـتعارة البيانات بشكل مؤقت أو دائم من البلاطات المجاورة.

بنية أساسـية (Infrastructure): شـبكة المنافع العامة في البلد أو الولاية أو المنطقة، بما في ذلك الطُرق وشبكات المرافق والمباني العامة.

بنية بيانات أساسية: انظر **بيانات إطارية**.

بيانات أساسية: انظر **بيانات إطارية**.

بيانات إطارية (Framework data): في سـياق أنشـطة نُظم المعلومات الجغرافية الوطنية هي مجموعة من المواضيع الجغرافية ذات الأغراض العامة أو من البيانات القاعدية، مثل حدود المناطق الإدارية، أو الارتفاعات أو البنية الأساسـية للنقل. وتهدف مبادرة البنية الأساسية للبيانـات المكانية الوطنية إلى تنسـيق وضـع وتوحيد مجموعات بيانـات نظام المعلومات الجغرافية للبيانات الإطارية في البلد.

بيانـات فوقيـة (Metadata): بيانات عن البيانات. أي مجموعة مـن المعلومات تصف المحتوى والنوعية والأحوال والنسق والخطوط وأي خصائص أخرى في مجموعة البيانات.

بيانـات متّجهات (Vector data): نموذج لبيانـات نظام المعلومات الجغرافية يمثَّل فيه موقع الأشياء وأشكالها بنقاط وخطوط ومساحات تتكوَّن أساساً من الإحداثيين س وص.

بيانـات مكانيـة (Spatial data): معلومات عن مواقـع المعالم الجغرافية وأبعادها وأشـكالها والعلاقـات فيما بينها. وفي نظام المعلومـات الجغرافية تصنَّف البيانـات المكانية تقنياً في شكل نقاط وخطوط ومساحات وشبكات خطية.

تبهيـت (Dissolve): وظيفة من وظائف نظام المعلومـات الجغرافية يتم فيها إلغاء الحدود بين المضلّعـات المتجاورة التي لها نفس القيمة فيما يتعلق بخاصية معيَّنة. وعلى سـبيل المثال يمكـن تبهيـت مضلّعات مناطق العدّ على أسـاس رمز الوحـدات الإشرافية من أجل وضع الخرائط الإشرافية.

تجميـع الخريطـة (Map compilation): عمليـة تجميـع وتقييم وتفسـير القياسـات والمواد الخرائطية من أجل إعداد خريطة جديدة.

تحليل الشـبكة (Network analysis): إجراءات لتحليل العلاقـات بين النقاط أو العناوين على مجموعـة من الخطوط في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي تمثِّل، على سـبيل المثال، شبكة شـوارع. ويُستخدم تحليل الشبكة في اتخاذ القرارات بشأن الموقع أو طريقة الوصول، في إدارة الطوارئ مثلاً.

تحليـل مكانـي (Spatial analysis): مجموعـة التقنيـات المسـتخدمة في اسـتخراج معلومات مفيدة من البيانات المسـندة جغرافياً. ويشـمل التحليل المكاني تكامل مجموعات البيانات الجغرافية، وطُرقاً كمية ونوعية لتقييم البيانات، والنمذجة، وتفسـير البيانات، والتنبؤات. وفي نظام المعلومات الجغرافية يشير التحليل المكاني في أحيان كثيرة إلى الطُرق المستخدمة في تكامـل بيانات نظام المعلومات الجغرافية، مثل إسـقاط المضلّعات أو التحليل المتجاور. وبمعناه الواسـع يشمل التحليل المكاني، على سـبيل المثال، نماذج العمليات المكانية (مثل ديناميات الهجرة) والإحصاءات المكانية (مثل نماذج الانحدار التي تفسر الترتيبات المكانية والعلاقة بين الملاحظات).

تحويـل (Transformation): تحويل البيانات المكانية الرقمية مـن نظام إحداثيات إلى آخر عن طريق الترجمة، أو التدوير، أو اسـتعمال مقاييس الرسـم. ويسـتخدم التحويل في تحويل بيانات الخرائط الرقمية من وحدة رقمنة، (مثل السـنتيمتر أو البوصة) إلى وحدات واقعية تماثـل إسـقاطات الخريطة ونظام الإحداثيات في عرض خريطة الأسـاس (مثل الأمتار أو الأقدام). انظر أيضاً **الإسناد الجغرافي**.

تحويـل البيانـات (Data conversion): تحويـل البيانـات من نسـق إلى آخر. ويشـير تحويل البيانات عادة إلى ترجمة معلومات الخريطة الورقية إلى نسـق رقمي. وبشـكل عام يشمل تحويل البيانات الجغرافية عادة نقل المعلومات الرقمية من نسق ملفات في نظام المعلومات الجغرافية إلى نسق ملفات آخر.

تذييل (Postscript): لغة وصفية مرنة للصفحات العالية الاستبانة تستخدم في الغالب في إرسال المعلومـات الجغرافيـة مثل الخرائط المنتجـة بنظام المعلومات الجغرافيـة، إلى الطابعات. ويشـمل نسق التذييل المصغَّر (EPS) تمثيلاً للرسم في شكل خرائط بتات مصغَّرة لغرض إلقاء نظرة عليها قبل الطباعة.

تراكب المضلّعـات (Polygon overlay): عملية من عمليات نظام المعلومات الجغرافية يتم فيها الجمع بين طبقتين من طبقات بيانات المضلّع لإنشاء طبقة بيانات جديدة. وتتكوَّن الطبقة الجديـدة من مناطق التقاطع لمجموعتي مدخـلات المضلّعات. ويحتوي جدول الخصائص في طبقـة البيانـات الجديدة على خصائـص من كلتا مجموعتي البيانـات المدخلة. وتراكب المضلّعات هو من العمليات الأساسـية في نظام المعلومات الجغرافية التي تستعمل في أغلب الأحيان في إدماج معلومات من مصادر مختلفة، مثل البيانات الديمغرافية والبيئية.

ترميـز جغرافي (Geocoding): (أ) عمليـة تخصيص رموز جغرافية للمعالم في قاعدة البيانات، (ب) وظيفـة مـن وظائف نظـام المعلومات الجغرافيـة تحدِّد موقع نقطة ما على أسـاس العنوان حسب الشوارع. انظر أيضاً **تطابق العناوين**.

ترميـز حسـب تكـرار القيمـة (Run-length encoding): هـي تقنية لضغط حجـم الملفات تسـتخدم في بيانات الخطوط أو الشـبكات أو الصـور. فبـدلاً من تخزين كل قيمة للخلايا المتجاورة التي لها نفس القيمة، يقوم النظام بتخزين القيمة وعدد المرات التي تتكرر فيها

هذه القيمة. ويكون الانضغاط كبيراً حين تكون الأجسام المميَّزة مختزنة في نظام معلومات جغرافية خطي.

تسجيل (Registration): عملية مواءمة المعالم في خريطتين أو طبقتين من طبقات بيانات نظام المعلومات الجغرافية بحيث تتماكن الأشياء المناظرة. ويقوم التسجيل على أساس سلسلة من نقاط الضبط الأرضية، وهو يتصل بالتحويل وتعديل شكل الصفحة.

تشتت المسار (Multipath): الخطأ الذي يحدث في قراءات النظام العالمي لتحديد المواقع نتيجة للانعكاسات والتشتت في إشارات المنظومة على الهياكل المجاورة مثل المنازل والأشجار. وتشتت المسار هو مشكلة تحدث غالباً في عمليات المسح العالي الاستبانة.

تشذيب (Edgematch): دليل أو تقنية تحرير ذاتي في نظام المعلومات الجغرافية تقوم بمضاهاة الملامح المشتركة التي تم ترقيمها من ورقات الخرائط المتجاورة. وتكون عملية التشذيب لازمة، على سبيل المثال، للربط بين الطُرق أو الوحدات الإدارية بعد وصل الخرائط التي رُقِّمت بشكل منفرد.

تصحيح (Rectification): الطريقة التي تحوَّل بها الصورة أو الشبكة من إحداثيات صورة إلى إحداثيات واقعية. وينطوي هذا عادة على تدوير وضبط حجم خلايا الشبكة، ومن ثم يتطلب إعادة المعاينة أو استكمال قيم الشبكة. وتشبه هذه العملية تحويل بيانات المتّجهات.

تصميم بمساعدة الحاسوب/تصميم ورسم بمساعدة الحاسوب (CAD/CADD): نظام برمجيات يوفِّر الأدوات اللازمة للرسم والتصميم، خاصة في التطبيقات الهندسية والمعمارية. ويستخدم نظام CAD نظام إحداثيات بيانية، ومن ثم فهو يشبه نُظم المعلومات الجغرافية.

تصنيف (Classification): تقسيم الأشياء إلى فئات تشترك في نفس الخصائص أو في خصائص متشابهة. وفي علم رسم الخرائط، هو عملية تخصيص رموز لملامح الخريطة المتشابهة أو المتساوية القيمة. ويستخدم التصنيف في تبسيط الخريطة من أجل تحسين إرسال واستقبال الرسائل الخرائطية.

التصوير الجوي (Aerial photography): تقنية أخذ الصور من منصَّة في الجو، عادة ما تكون طائرة تطير على ارتفاع منخفض. وتسمى هذه العملية أحياناً التصوير العمودي أو التصوير الخرائطي. وتستخدم الصور المأخوذة من الجو في إعداد خرائط التصوير المساحي من أجل الحصول على درجة عالية من الدقة المكانية.

تصوير مساحي (Photogrammetry): فن وعِلم استخراج المقاييس والمعلومات الأخرى من الصور في سياق رسم الخرائط، أو طريقة جمع المعلومات عن المعلَم الحقيقي على الأرض من الصور الفوتوغرافية أو الساتلية.

تطابق جغرافي (Geographically coincident): يصف معلماً أو أكثر من المعالم الجغرافية التي تشترك في نفس الموقع أو الحدود. وعلى سبيل المثال قد تكون بعض وحدات الإبلاغ أو الوحدات الإحصائية هي أيضاً وحدات إدارية.

تطابق العناوين (Address matching): عملية مضاهاة معلومات الخصائص العامة مع المواقع الجغرافية في شبكة الشوارع باستعمال اسم الشارع. فعلى سبيل المثال يمكن مضاهاة سِجل عناوين مبوَّب مع خريطة رقمية شاملة للشوارع من أجل الحصول على طبقة من

النقاط في نظام المعلومات الجغرافية تبيِّن موقع كل أُسرة معيشية. ويُطلق على هذه العملية أحياناً اسم **الترميز الجيوديسي**.

تعديل شكل الصفحة (Rubber-sheeting): عملية يتم بموجبها تعديل شكل موقع الجسم في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية بشكل غير اعتيادي. ويستخدم تعديل شكل الصفحة كثيراً في إحضار مجموعة بيانات نظام معلومات جغرافية في نظام إحداثيات غير معروف إلى نظام معروف. وتحدَّد التعديلات عن طريق تحديد مجموعة كبيرة من الروابط من مواقع في مجموعة بيانات المدخلات إلى نظيراتها من الإسناد الصحيح أو نقاط الضبط في نظام إحداثيات المخرجات.

تعميم (Generalization): انظر: **تعميم خرائطي**.

تعميم خرائطي (Cartographic generalization): عملية تلخيص ملامح العالم الحقيقي بالتقليل من التفاصيل من أجل تمثيلها على الخريطة. وينطوي ذلك على عملية اختيار وتصنيف وتبسيط وترميز.

تغطية (Coverage): في نظام المعلومات الجغرافية، تشير التغطية أحياناً إلى مجموعة بيانات المتّجهات في نظام المعلومات الجغرافية التي تحتوي على الملامح الجغرافية المتصلة بموضوع واحد، مثل وحدات التعداد أو الطُرق.

تفاعل مكاني (Spatial interaction): تفاعل بين الكيانات الجغرافية: وهو يشير في الغالب إلى انسياب السلع والخدمات والمعلومات والأشخاص بين المناطق الجغرافية. وتحليل التفاعل المكاني مهم في دراسة الهجرة البشرية.

تقاطع (Intersecting): وظيفة من وظائف نظام المعلومات الجغرافية تستعمل في تكامل أو ربط طبقتين من البيانات المكانية طوبولوجياً بحيث لا يحتفظ إلاّ بالمعالِم التي تقع في المنطقة المشتركة بين الطبقتين.

تكامل (Integration): في نظام المعلومات الجغرافية: عملية تجميع مجموعة متسقة من البيانات المكانية من مصادر غير متسقة. ويشير التكامل الرأسي إلى قدرة نظام المعلومات الجغرافية على الجمع بين طبقات مختلفة من البيانات ذات مرجعية في نفس نظام الإحداثيات.

تكامل رأسي: انظر **تكامل**.

تكوين الخريطة (Map composition): ترتيب عناصر الخريطة من أجل إعداد منتج خرائطي ذي شكل جذاب يمثِّل الظاهرة المراد تمثيلها على نحو صحيح.

تماس (Contiguity): يعبِّر عن التصاق معلمين جغرافيين أو أكثر يكونان متجاورين أو متلاصقين.

توحيد (Normalization): إجراء نظري في تصميم قاعدة البيانات لإزالة التكرار الزائد في قاعدة بيانات معقَّدة، وذلك بإقامة أوجه تبعية وعلاقات بين كيانات قاعدة البيانات. ويؤدي التوحيد إلى الإقلال من احتياجات التخزين، كما أنه يتفادى وجود تناقض في قاعدة البيانات.

توحيد البيانات (Data standardization): عملية التوصل إلى اتفاق بشأن التعاريف المشتركة للبيانات، والأنساق، وتمثيل البيانات، وهياكل جميع طبقات البيانات وعناصرها.

توصيليـة (Connectivity): في نظـام المعلومات الجغرافية الطوبولوجـي، هي التقاء خطين أو أكثر في نقطة أو عقدة واحدة.

ثنائي (Binary): مكوَّن من اثنين، أو يشير إلى اثنين، كما في المتغيرات الثنائية (أي نعم/لا). وهو أيضاً شـكل من أشكال الترميز الحاسوبي يقوم على أسـاس معلومات فردية تسمى بتات يمكن أن تأخذ قيمتين - أي صفر وواحد.

جافـا (Java): لغة برمجة تتيح تطوير حزم برامجية يمكن تشـغيلها على منصات متعددة (أي على نُظم تشغيل متعددة). وبرامج جافا، وتسمى برمجيات، يمكن إرسالها أو استرجاعها عن طريق الإنترنت وتنفيذها على حاسوب بعيد.

جاليليو (Galileo): هو نظام بديل للنظام العالمي لتحديد المواقع يقوم ببنائه الاتحاد الأوروبي. ويتكوَّن من ٣٠ سـاتلاً ومحطتين أرضيتين، وسيكون متوافقاً على مستوى المستعملين مع النظام العالمي لتحديد المواقع التابع للولايات المتحدة الأمريكية.

جـدول (Table): في نُظـم إدارة قواعـد البيانات: مجموعـة عناصر البيانـات مرتَّبة في صفوف (سـجلات أو أحداث) وأعمدة (حقول أو بنود). ويحـدِّد عدد الأعمدة عادةً هيكل الجدول، أما عدد الصفوف فهو مَرِن.

جـدول الرقمنـة (Digitizing table): محطـة طرفيـة حاسـوبية تسـتخدم في حـصر بيانات الإحداثيات من الخرائط الورقية أو من مواد خرائطية مشابهة.

جسـم جغـرافي (Geographic object): هو أحد المعالم الجغرافية التي يحدِّدها المسـتعمل، أو إحـدى الظواهـر، الممثَّلة في قاعـدة البيانات الجغرافيـة. ومن أمثلة ذلك الشـوارع وقطع الأراضي والآبار والبحيرات.

حاشـية (Annotation): نص يسـتعمل في تمييز المعالم على الخريطة. ويمكن تخزين الحواشي في نظام المعلومات الجغرافية ووضعها على الخرائط لأغراض العرض أو الطباعة. وتختلف الحـواشي عـن المعلومات النصية في جـدول الخصائـص في أنها لا تسـتعمل إلاّ في عرض الخرائط ولا تستعمل في أغراض التحليل.

حد/حدود (Boundary): خط يحدِّد مدى الوحدات المكانية أو المواقع التي تلتقي فيها منطقتان. ويمثِّـل الحد في نظام المعلومـات الجغرافية خط قد يكون أحد أضـلاع مضلّع. وقد يكون الحـد منظوراً أو غـير منظور على أرض الواقع، أي أنه قد يتبع أحـد المعالِم الحقيقية على الأرض مثل الطُرق أو الأنهار، أو أنه لا يمكن تحديده إلاّ بالإحداثيات الجغرافية.

حـصر البيانات (Data capture): تحويل بيانات الإحداثيات الجغرافية من المصادر الورقية أو المأخوذة من القياسـات الميدانية إلى نسق مقروء للحاسوب. وينطوي حصر البيانات عادة على عمليات ترقيم أو مسح ضوئي للخرائط الورقية أو للصور الجوية.

حقل (Field): عمود في جدول في قواعد البيانات.

خـادوم (Server): حاسـوب مخصَّص لتقديم خدمات معيَّنة لحواسـب أخـرى (عملاء)، وعلى سـبيل المثال، فإن خادوم الشبكة هو مسـتودع مركزي للبيانات أوالبرمجيات أو المحتوى للشبكة العالمية.

خاصية (Attribute): خاصية يتسـم بها المعلَم الجغـرافي. ومن أمثلة ذلك: حقل رقمي أو نصي مختـزن في جـدول في قاعدة بيانات علاقاتيـة يمكن الربط بينه وبين أجسـام جغرافية في

نظـام المعلومـات الجغرافية. ويمكن أن تكون إحدى خصائـص منطقة العدّ، مثل معرِّف هوية المنطقة، والمسـاحة بالكيلومترات المربَّعة، ومجموع السـكان، وعدد الأُسر المعيشـية. وأحيانـاً يكون من الـضروري التمييز بين الخصائـص الجغرافيـة والخصائص العامة. فالخصائـص الجغرافية تخزَّن في جدول بيانات يتصل اتصـالاً وثيقاً بملفات الإحداثيات الجغرافية ويشتمل على حقول مثل المعرِّفات الداخلية ورموز المعالم والمساحة، إلخ. وتخزَّن الخصائـص العامـة عادة في جـداول بيانات منفصلـة يمكن ربطها بجـدول الخصائص الجغرافية.

خريطة (Map): شـكل يمثِّل جزءًا من سـطح الكرة الأرضية مرسـوماً على سطح مسطَّح (مثل الورق أو شاشة عرض الحاسوب).

خريطة انسيابية (Flow map): خريطة تبين، على سبيل المثال، تحركات السلع والأشخاص في مسار معيَّن.

خريطة بلانيمترية (Planimetric map): خريطة تختلف عن خريطة التباين الطوبوغرافية في أنها تُظهر فقط مواقع المعالم، وليس ارتفاعاتها. وقد تظهر في الخريطة البلانيمترية نفس الملامح الموجودة في الخريطة الطوبوغرافية باسـتثناء التضاريس أو كنتورات الارتفاعات، ولكنها في العادة لا تبين سوى معالم مختارة لغرض محدَّد.

خريطـة بيانية (Cartogram): خريطة ترسـم عن طريق وضع مقياس رسـم لوحدات الإبلاغ وفقاً لقيمة المتغير المسجَّل لكل منها. وتسمى أيضاً خرائط قيمة المساحة.

خريطة تخطيطية (Schematic map) – انظر **خريطة كروكية**.

خريطـة طبوغرافية (Topographic map): خريطة تشـتمل في أغلبها على المعالم كما هي على أرض الواقـع، بمـا في ذلك الارتفاعات والأنهار والطُرق والمسـتوطنات والمعالم الرئيسـية. وصفحات الخرائط القياسـية التي تنتجها وكالات رسـم الخرائط الوطنية بمقاييس رسم مختلفة هي في الواقع خرائط طبوغرافية.

خريطة قاعدية (Base map): خريطة تبين الملامح الجغرافية الأساسـية، وتُسـتخدم كمرجع مكاني. ومن أمثلة هذه الملامح الطُرق والحدود الإدارية والمستوطنات. وتستخدم الخرائط القاعديـة في تجميع البيانات الجغرافية الجديدة أو للأغراض المرجعية في عرض معلومات الخرائط المواضيعية.

خريطة قيم متناسـبة (Choropleth map): خريطة إحصائية تخصَّص فيها القيم المسـجَّلة لوحـدات الإبلاغ في البداية لعدد من الفئات أو الأقسـام المتمايزة، ثـم تظلَّل وحدات الإبلاغ باستعمال رموز (ألوان أو أشكال) مختارة لكل فئة.

خريطة كروكية (Sketch map): خريطة (مرسـومة باليد عادة) تبين المعالم الرئيسـية لمنطقة معيَّنـة ولكن قد لا تكون على درجـة عالية من الدقة المكانية، ولذلك قد لا تمثِّل المسـافات وأبعـاد الأجسـام تمثيلاً صحيحـاً. وقد تكون للخرائـط الكروكية درجة عاليـة من الدقة المنطقيـة، أي أن العلاقـات بين الأجسـام ممثَّلة تمثيلاً صحيحاً. ويطلق عليها أيضاً اسـم خريطة كرتونية.

خريطة مرجعية (Reference map): في سـياق رسـم خرائط التعـداد: منتج خرائطي (ورقي أو رقمـي) يعرض بعض أجزاء من الإطار الجغـرافي للتعداد، مثل وحدة جمع البيانات أو وحدة النشر الإحصائي.

خريطة ملاحية (Chart): خريطة تستعمل أساساً لأغراض الملاحة البحرية والجوية، مثل الخرائط البحرية والجوية.

خريطة مواضيعية (Thematic map): خريطة تعرض مفهوماً معيَّناً أو موضوعاً معيَّناً. ويمكن أن تبرز الخريطة المواضيعية معلومات كمية أو نوعية.

خريطة نقاط (Dot map): خريطة يتم فيها تمثيل المقادير والكثافات بنقاط. وكل نقطة تمثِّل عادة عدداً محدداً من الأجسام المتمايزة، مثل الأفراد أو قطيع الغنم. ويمكن وضع النقاط بشكل عشوائي في وحدات الإبلاغ كما يمكن وضعها بشكل يعكس التوزيع الحقيقي للمتغيرات.

خط (Line): جسم أُحادي البُعد. وهو نوع من البيانات الجغرافية يحتوي على سلسلة من الإحداثيات س وص، وتسمى فيها أول الإحداثيات وأخرها عقداً وتسمى الإحداثيات ما بين العقدتين رؤوسا. ويشار إلى الخط أيضاً بتعبير القوس أو السلسلة. ويسمى جزء الخط الواقع بين تقاطعين مع خطوط أخرى مقطعاً خطياً أو قوسياً.

خط الاستواء (Equator): وهو، في رسم الخرائط، خط العرض المرجعي، أي خط العرض صفر شمالاً وجنوباً.

خط التساوي (Isoline): خط على خريطة تسمى خريطة خطوط التساوي، وهذه الخطوط تربط ما بين النقاط ذات القيمة الثابتة. وأفضل مثال لذلك هو الخرائط التي تبين فيها الخطوط الارتفاعات المتساوية (وتسمى أيضاً خريطة ارتفاعات كفافية).

خط الطول (Longitude): الإحداثي س في نظام الإحداثيات القطبي على الكرة الأرضية. ويقاس كمسافة زاوية بالدرجات شرق وغرب خط غرينتش.

خط طول غرينتش (Greenwich meridian): هو خط الطول المرجعي، أي خط الطول صفر شرقاً وغرباً. وهو يمر بمدينة غرينتش في انجلترا، وهي ضاحية من ضواحي لندن.

خط الطول المرجعي (Meridian): خط مرجعي يحدده خط الطول المناظر. على سبيل المثال خط غرينتش.

خط الطول المركزي (Central meridian): خط الطول الذي يحدِّد أصل الإحداثي س في مسقط خريطة.

خط العرض (Latitude): الإحداثي ص في نظام الإحداثيات القطبي على الكرة الأرضية. ويقاس كمسافة زاوية بالدرجات شمال وجنوب خط الاستواء.

خط العرض المعياري (Standard parallel): خط العرض الذي يحدِّد أصل الإحداثي ص في العرض الخرائطي.

خط زائد (Overshoot): في عملية الرقمنة: خط جرى تمديده بعد النقطة التي يتصل فيها بخط آخر. وجزء الخط الزائد يطلق عليه أحياناً لفظة ذيل.

خط منقطع (Undershoot): في نُظم الترقيم: خط لم يتم تمديده إلى النقطة التي يجب أن يتصل فيها مع خط آخر.

خطوط المسح (Raster): نموذج بيانات جغرافي يمثِّل المعلومات في شكل مصفوفة عادية من الصفوف والأعمدة، على شاكلة الشبكة أو الصورة. وخلايا خطوط المسح هي في العادة

مربعــة، وإن لــم تكن دائماً كذلك. وتمثّل المســاحة أو المعالم الخطية في شــكل مجموعات خلايا متجاورة من خطوط المسح لها نفس القيمة.

خطــوط في مضلّعــات (Line-in-polygon): عمليــة من عمليــات نظام المعلومــات الجغرافية يتــم فيها تجميع ملامح الخطوط مع ملامح المضلّعــات من أجل تحديد موقع الخطوط في المضلّعات. وباستخدام هذه العملية يمكن إضافة خصائص للمضلّعات إلى كل سِجل مناظر في جدول خصائص الخطوط (على ســبيل المثال: المنطقة التي يوجد فيها أحد الطُرق)، أو يمكــن تلخيص خصائص الخطوط لكل مضلّع مناظر (على ســبيل المثال: مجموع أطوال الطُرق في منطقة ما).

دائرة كبرى (Great circle): الدائرة التي تتكوَّن من تقاطع مســطح مع مركز كرة. على ســبيل المثال يعتبر خط الاســتواء وجميع خطوط الطول دوائر كبرى. وفي الكرة يقع أقصر مسار بين نقطتين على طول الدائرة الكبرى التي تمر عبر كلا النقطتين.

دقــة القيــاس (Precision): القدرة على التمييز بين الاختلافــات الصغيرة في القياس. وفي نظام المعلومــات الجغرافيــة تتحدَّد دقة قيــاس الإحداثيات بنوع البيانات المســتعملة في تخزين الإحداثيين س وص (وهي عادة دقة قياس مزدوجة، أو ١٦ بايته لكل رقم).

الدقة المكانية (Accuracy): درجة الاتفاق بين القياس أو الشــكل التنفيذي والقيم الحقيقية في عالم الواقع. ويعتبر تحديد مســتوى مقبول من الدقــة المكانية ووضع مقياس لهذه الدقة مــن الخطــوات الأولى في مشروع نظــام المعلومات الجغرافية. ولا ينبغــي الخلط بين الدقة المكانيــة ودقة القيــاس (precision)، وهــي القدرة على التمييز بــين الكميات الصغيرة في القياس. فعلى ســبيل المثال يمكن قيــاس نقطة موقعية على وجه الدقة (على ســبيل المثال بمستوى خمسة أرقام عشرية مميَّزة) ولكن قد لا يراعى في هذا المقياس الدقة المكانية (أن تكون النقطة مثلاً على بُعد عدة أمتار من موقعها الحقيقي على أرض الواقع).

دقــة منطقية (Logical accuracy): يســتعمل هــذا المصطلح للتعبير عــن درجة صحة تمثيل العلاقات بين المعالم الجغرافية على الخريطة أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية (على سبيل المثال: قريباً من، أو متصلاً بــ). ويمكن أن تكون قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية دقيقة منطقياً حتى ولو كانت دقتها المكانية محدودة.

دقة موقعية (Positional accuracy): مصطلح يستعمل للتعبير عن درجة صحة تسجيل المواقع عــلى الخريطة أو في قاعدة بيانات نظــام المعلومات الجغرافية بالنســبة لموقعها الحقيقي على ســطح الأرض. أما الدقة المنطقية فتقتــصر على التمثيل الصحيح للعلاقات بين المعالم الجغرافية.

رأس (Vertex): إحداثي في سلســلة إحداثيات س وص يتحدَّد به الخط. ويســمى الإحداثي الأول والأخير في الخط عادة باسم عقدة.

رسم الخرائط (Cartography): فن تمثيل جزء من سطح الأرض في شكل ثنائي الأبعاد. ويمكن أن تكون الملامح الممثَّلة في الخريطة أجساماً حقيقية (**خريطة طبوغرافية**) أو مفاهيم أو خصائص غير محسوسة (**خريطة مواضيعية**).

رســم الخرائط الآلي/إدارة المرافــق (AM/FM): من تطبيقات نظام المعلومــات الجغرافية في قطاع المنافع أو الأشغال العامة، التي تركِّز على مسائل الهندسة والصيانة.

الرقمنة (Digitizing): عملية ترجمة معلومات المعالم الجغرافية الموجودة على الخرائط الورقية إلى إحداثيات رقمية. وتشير الرقمنة عادة إلى العملية اليدوية المتعلقة بشكل الخطوط الموجودة على الخرائط الورقية المرفقة بجدول الرقمنة باستعمال جهاز صغير يشبه الفأرة يقوم بحصر الإحداثيات وتخزينها في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

الرقمنة على الشاشة (Heads-up digitizing): تقنية للترقيم لا يستخدم فيها جدول ترقيم، وإنما يجري فيها تحديد المعالم باستعمال الفأرة على الشاشة، إما من صورة منسوخة بالماسحة الضوئية معروضة في خلفية الشكل أو بتتبع الملامح المرسومة على واسطة شفافة (مثل الميلار) متصلة بالشاشة الحاسوبية.

رمز (Code): الرموز هي الحروف والأرقام المستعملة في تحديد الجسم الجغرافي. وتستخدم الرموز أيضاً في تحديد فئات الخصائص، مثل نطاقات كثافة السكان، وأنواع استعمالات الأراضي أو الصناعات. انظر أيضاً **رمز جغرافي**.

رمز جغرافي (Geographic code): معرِّف هجائي رقمي متميِّز تعرَّف به الوحدة القانونية أو الإدارية أو الإحصائية أو وحدة الإبلاغ.

رموز (Symbols): في رسم الخرائط: عناصر التصميم التي تستعمل لتمثيل الملامح على الخريطة. وأنواع الرموز هي النقاط والخطوط والمضلّعات بأشكال معيَّنة. وتنطوي عملية وضع الرموز على اختيار المتغيرات البيانية، مثل الأشكال والأحجام والألوان والنماذج والنصوص.

رموز متدرجة (Graduated symbols): استعمال الرموز (أي الدوائر والمربعات وما إلى ذلك)، في رسم الخرائط المواضيعية، لتمثيل حجم المتغير عند نقطة معيَّنة أو في وحدة إبلاغ. ويكون حجم الرمز متناسباً مع قيمة المتغيِّر.

ساتل في موقع ثابت بالنسبة إلى الأرض (Geostationary satellite): ساتل أرضي يظل في موقع ثابت فوق نقطة ثابتة من سطح الأرض. ويُطلق عليه أيضاً مدار متوافق مع الأرض.

سطح (Surface): تعبير يستعمل كثيراً في وصف البيانات الخطية أو الصور في نظام المعلومات الجغرافية لوصف الظواهر المستمرة التي تتغيَّر في سلاسة، مثل الارتفاعات أو درجة الحرارة. وحتى الكثافة السكانية تمثَّل أحياناً في شكل سطح خطي.

سلسلة: انظر **خط**.

شبكة (Grid): نموذج بيانات جغرافي يمثِّل المعلومات كمصفوفة من خلايا مربعة موحَّدة الشكل. ولكل خلية في الشبكة قيمة رقمية تشير إلى القيمة الفعلية للمَعلم الجغرافي في ذلك الموقع (مثل الكثافة السكانية أو درجة الحرارة) أو إلى فئة أو مجموعة (مثل معرِّفات مناطق العدّ أو نوع التربة). انظر أيضاً **خطوط المسح**.

شبكة خطوط الطول والعرض (Graticule): في رسم الخرائط: شبكة خطوط الطول وخطوط العرض المرسومة على الخريطة.

الشبكة العالمية (WWW): قام بتطوير هذا النظام أساساً المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات (CERN) في سويسرا كنظام لتوزيع الوثائق الإلكترونية التي تتكوَّن من ملفات كثيرة مختلفة في أنساق مختلفة وتوجد في أماكن مختلفة من العالم، أو للإشارة إلى تلك الملفات. وتُعد هذه الوثائق في لغة تصفح الإنترنت المعيارية (html) التي يمكن لوحدات تصفّح

الشـبكة العالمية أن تفسرها على حاسوب المسـتعمل. ويتحدَّد موقع هذه الوثائق بوصلات وعناوين تسـمى المحدّدات العالمية للمصادر (URLs). وقد توسَّعت الشبكة العالميةَ بسرعة وأصبحت قناة هامة لتوزيع الوثائق والبيانات. وتتيح برمجيات نظام المعلومات الجغرافية المتخصصـة للمنُظمـات أن تقدِّم الخرائط على الشـبكة العالمية، فعلى سـبيل المثال يمكن لمسـتعمل بعيد أن يصمم ويعرض خريطة مواضيعية باسـتخدام قواعد البيانات في نظام المعلومات الجغرافية الموجود على خادوم شبكة المنُظمة التي تقوم بالتوزيع.

شـبكة المنطقة المحلية (LAN): شـبكة حاسـوبية تربط ما بين الحواسيب على مسافة قصيرة نسبياً، كأن تكون داخل نفس المبنى.

شـبكة منطقة واسعة (WAN): شبكة حاسـوبية تربط بين حواسيب على مسافات كبيرة عن طريق وصلات اتصالات سريعة أو عن طريق السواتل.

شـكل رباعـي (Quadrangle): مسـاحة مسـتطيلة تحـدِّد أبعادها أزواج من خطـوط الطول وخطوط العرض.

صف (Row): في نظام المعلومات الجغرافية: مجموعة خلايا أو نقاط ضوئية في شـبكة أو قاعدة بيانـات خطية في نظام المعلومات الجغرافية معروضة بشـكل أفقي، وفي نُظم إدارة قواعد البيانات يشير الصف إلى سجل أو حدث في جدول خصائص.

صورة (Image): شكل يمثِّل جزءًا من سطح الأرض، إلاّ أن الصورة يتم إنتاجها عادة باستعمال جهـاز استشـعار ضوئي أو إلكتروني. وعلى سـبيل المثال يشـار عـادة إلى الصور الجوية المنسوخة بالماسـحة الضوئية أو البيانات المنتجة عن طريق الاستشعار من بُعد باعتبارها صوراً. وفيما يتعلق بتخزين البيانات وتجهيزها فإن الصورة تشبه كثيراً الشكل المخطوط أو الشبكة.

صـورة بنكروماتيـة (Panchromatic image): صورة مأخوذة بالاستشـعار من بُعد تسـجِّل الإشارة في مدى واسع من الطيف الكهرومغناطيسي، تشبه الصورة بالأبيض والأسود.

صورة خرائطية (Orthophoto): انظر **صورة خرائطية رقمية**.

صورة خرائطيـة رقمية (Digital orthophoto): صورة رقميـة أو صورة مأخوذة من الجو، عادة ما تكون ذات اسـتبانة عالية جداً، ومصحَّحة هندسـياً. والصورة الخرائطية الرقمية تشـتمل عـلى جميع التفاصيـل الخاصة بالصـورة المأخوذة مـن الجو بالدقة الهندسـية للخريطة الطبوغرافية.

صورة سـاتلية (Satellite image): مجموعة بيانات رقمية تم تسـجيلها من سـاتل يدور حول الأرض، إما تصويراً فوتوغرافياً أو باسـتخدام ماسـحة ضوئية على متن السـاتل. وتشـبه الصورة الساتلية في نظام المعلومات الجغرافية مجموعة البيانات الخطية أو الشبكية.

صورة متعددة الأطياف (Multispectral image): مجموعة بيانات مستشـعَرة من بُعد تتكوَّن من عدد من النطاقات أو الطبقات. وهذه أساساً هي صور منفصلة مأخوذة في نفس الوقت لنفس المنطقة ولكن كلاً منها تبين إشارة نطاق مختلف من الطيف الكهرومغناطيسي.

الضبط (Control): انظر أيضاً **الضبط الجيوديسي**.

الضبـط الجيوديـسي (Geodetic control): شـبكة من العلامات المرجعيـة أو علامات المراقبة مضبوطة بدقة مكانية وقياسية تستعمل كأساس للحصول على قياسات موضعية جديدة. وتسمى أيضاً نقاط خط الأساس.

طابعة راسـمة (Plotter): جهاز حاسـوبي طرفي يسـتعمل في رسـم ملف بياني، وهي تشـبه الطابعة العادية ولكنها تستعمل في العادة نسقاً أكبر في الإنتاج.

طبقة (Layer): مجموعة فردية من بيانات نظام المعلومات الجغرافية تحتوي على معالم تتصل بنفـس الموضـوع، مثل الطُرق أو المنازل. ويشـير تعبير الطبقة إلى قـدرة نظام المعلومات الجغرافيـة على تركيب أو جمـع طبقات مواضيعية مختلفة ذات نفـس المرجعية في نظام الإحداثيات. وتسمى أيضاً تغطية.

طبقة مواضيعية: انظر **طبقة**.

طوبولوجيا (Topology): في نظام المعلومات الجغرافية: تعبير يسـتعمل للإشـارة إلى العلاقات المكانية بين المعالم الجغرافية (مثل النقاط والخطوط والعُقد والمضلّعات). وقاعدة البيانات المهيكلة طوبولوجياً لا تقتصر على اختزان معالم منفردة وإنما تشتمل أيضاً على الصلة بين هذه المعالم والمعالم الأخرى في نفس الفئة أو فئات مَعالم أخرى. وعلى سبيل المثال يختزن هذا النظام، بالإضافة إلى مجموعة من الخطوط التي تمثِّل شبكة طُرق، العُقد الطرفية التي تحدِّد تقاطع الطُرق، مما يمكِّن النظام من تحديد المسـارات على عدة قطاعات من الطُرق. وبـدلاً مـن تخزين المضلّعات في شـكل حلقات مغلقة تكـون فيها الحدود بـين المضلّعات المتجـاورة مختزنة مرتين، يختزن نظام المعلومات الجغرافية المهيكل طوبولوجياً كل خط مـرة واحدة فقط، مع معلومـات عن المضلّعات التي توجد على يمين أو شـمال هذا الخط. ويفيـد ذلك في تفادي تكرار المعلومات مما ييسِّر تنفيذ كثير من المهام التحليلية المكانية في نظام المعلومات الجغرافية.

ظواهـر جغرافية مسـتمرة (Continuous geographical phenomena): متغيرات جغرافية تتنـوَّع دون فـترات انقطاع واضحة، مثل درجات الحـرارة أو الضغط الجوي، على عكس الظواهر الجغرافية المميَّزة.

عـازل (Buffer): منطقـة على بُعد محـدَّد من مَعلم جغـرافي (نقاط أو خطـوط أو مضلّعات). وعمليات العزل هي من القدرات الجغرافية المكانية الأساسية.

عـرض النطـاق (Bandwidth): مقدار أو حجـم البيانات الرقمية التي يمكـن نقلها من خلال وصلة اتصالات.

عقدة (Node): نقطة البداية أو نقطة النهاية في مَعلم ممثَّل بخط، أو النقطة التي يتقاطع عندها خطان أو أكثر.

عمود (Column): في نظام المعلومات الجغرافية هو مجموعة من الخلايا أو نقاط الضوء المركَّبة عمودياً في قاعدة بيانات شـبكية أو خطوطيـة. وفي نُظم إدارة قواعد البيانات، هو حقل أو بند في جدول للخصائص.

عميل (Client): حاسوب يستعمل البيانات أو البرمجيات المختزنة في حاسوب أو خادوم حاسوبي آخر غالباً ما يكون في مكان بعيد.

عناصر خريطة (Map elements): مكونات الخريطة المواضيعية أو الطبوغرافية، مثل العنوان والمفتاح ومقياس الرسم والسهم الذي يشير إلى الشمال وخطوط الطول والعرض، والحدود، وخطوط الحدود.

العنوان (Address): رقم أو علامة مشابهة تخصَّص لوحدة سكنية أو وحدة أعمال أو أي مبنى آخر. وتفيد العناوين أساساً في توصيل البريد، ولكنها مهمة أيضاً للأغراض الإدارية، مثل نُظم التسجيل المدني وإجراء التعدادات.

فصل الألوان (Colour separation): عملية تقسيم الوثيقة البيانية إلى صفحات أو ملفات لكل لون من الألوان الأربعة (الأزرق الغامق والأحمر المزرق والأصفر والأسود). وعملية فصل الألوان هي أساس معظم عمليات الطباعة المهنية.

فهرس مكاني (Spatial index): جدول مرجعي أو جزء من هيكل قاعدة البيانات الجغرافية يستعمله نظام إدارة قاعدة البيانات أو نظام المعلومات الجغرافية من أجل التعجيل في الاستجابة للاستعلامات وفي العمليات التحليلية وعرض الملامح المكانية.

قاعدة بيانات (Database): مجموعة منطقية من المعلومات المترابطة التي تدار وتخزَّن كوحدة، في نفس الملف الحاسوبي على سبيل المثال. وكثيراً ما يستعمل تعبيرا قاعدة البيانات ومجموعة البيانات بنفس المعنى. وقاعدة البيانات في نظام المعلومات الجغرافية تشتمل على معلومات عن مواقع المعالم الجغرافية على الطبيعة وخصائص تلك المعالم.

قاعدة البيانات الجغرافية (Geographic database): مجموعة بيانات منطقية تتصل بالمعالم التي تبيِّن المواقع على سطح الكرة الأرضية.

قالب (Template): في رسم الخرائط: تصميم قياسي للعناصر المحيطية للخريطة (حدود الخريطة، وخطوط القياس، والأسهم التي تشير إلى الشمال) التي يمكن استعمالها في سلسلة خرائط قياسية. وفي نُظم إدارة قواعد البيانات: جدول فارغ يستخدم لأغراض متعددة، ذو حقول أو بنود ثابتة.

القطاع الفضائي (Space segment): ذلك الجزء من النظام العالمي لتحديد المواقع الذي يقع في الفضاء، أي السواتل الأربعة والعشرين في النظام العالمي لتحديد المواقع.

قطاع المراقبة (Control segment): شبكة عالمية للنظام العالمي لتحديد المواقع تقوم برصد ومراقبة المحطات التي تضمن دقة الإشارات الساتيلية.

قطاع المستعمل (User segment): جزء النظام العالمي لتحديد المواقع الذي يشتمل على جميع أنواع أجهزة الاستقبال لإشارات النظام العالمي لتحديد المواقع.

قطعة (Parcel): وحدة مساحية واحدة أو حيازة واحدة.

قناة (Channel): جزء من الإلكترونيات في جهاز الاستقبال في النظام العالمي لتحديد المواقع يلتقط إشارة الساتل. وأجهزة الاستقبال المتعددة القنوات يمكنها التقاط وتجهيز الإشارات من عدة سواتل في نفس الوقت.

قوس (Arc): انظر **خط**.

قوس/ثانية (Arc second): ثانية من ثواني خطوط الطول أو خطوط العرض، أي ١ / ٣٦٠٠ من الدرجة.

قيم الإحصاءات الجزئية (Quantiles): طريقة تصنيف إحصائية أو خرائطية يحدَّد بموجبها عدد متساوٍ من الأشياء في عدد محدَّد من الفئات. والنُظم التي تقوم على أساس أربع فئات تسمى رباعية وذات الخمس فئات تسمى خماسية وذات العشر فئات تسمى عشرية. فعلى سبيل المثال تحتوي أول رباعية من الرباعيات الأربع في توزيع بياني على ٢٥ في المائة من الملاحظات ذات القيم الدنيا.

كرة (Sphere): شكل كروي: والأرض في أبسط صورها هي في شكل كرة، ولكن الشكل الأدق لتمثيل الأرض هو الشكل الإهليلجي.

كفاف (Contour): خط على الخريطة يربط النقاط ذات الارتفاعات المتساوية. انظر أيضاً **خط التساوي**.

كيان (Entity): ظاهرة حقيقية عالمية من نوع خاص. وفي نُظم إدارة قواعد البيانات: مجموعة من الأشياء (الأشخاص أو الأماكن) التي تشترك في نفس الخصائص. وتعرَّف الكيانات أثناء التصميم النظري لقاعدة البيانات.

لغة الاستعلام المهيكلة (SQL): في نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية: لغة قياسية تستعمل في تعريف البيانات وتناولها واستخراجها.

مجموعات بيانات (Data sets): مجموعة منطقية من القيم أو مواضيع قاعدة البيانات المتصلة بموضوع واحد.

محطة قاعدية (Base station): جهاز استقبال في نظام المعلومات الجغرافية يتم تحديد موقعه على وجه الدقة القياسية والمكانية، يُستخدم في إذاعة و/أو جمع معلومات تصحيحية تفاضلية لأجهزة الاستقبال المتحركة في النظام العالمي لتحديد المواقع. انظر أيضاً **النظام التفاضلي العالمي لتحديد المواقع**.

مدى الخريطة (Map extent): الإحداثيات في وحدة الخريطة التي تحدِّد المستطيل الذي يشتمل على جميع المعالم الواردة في عرض خريطة ما أو في قاعدة بيانات جغرافية؛ أي أصغر وأكبر إحداثيين س وص في قاعدة بيانات رقمية أو جزء قاعدة البيانات المعروض في شكل خريطة.

مراقبة الجودة (Quality control): الخطوات والإجراءات في مشروع وضع قواعد البيانات أو في نظام إنتاج الخرائط، التي تكفل التزام البيانات الناتجة أو النواتج بالمعايير المحدَّدة للدقة وسهولة الاستعمال.

مركز تبادل المعلومات (Clearinghouse): في سياق البنية الأساسية للمعلومات المكانية الوطنية، هو مستودع لتجميع ونشر البيانات والبيانات الفوقية في نظام المعلومات الجغرافية.

مسح جوي (Aerial survey): مسح خرائطي باستخدام التصوير الجوي أو غير ذلك من تقنيات الاستشعار من بُعد.

مسقط الأبعاد المتساوية (Equidistant projection): إسقاط خرائطي يحتفظ بمقياس الرسم في خط معيَّن أو خطوط معيَّنة، أو من نقطة أو نقطتين معيَّنتين إلى جميع النقاط على الخريطة.

مسقط خريطة (Map projection): عملية حسابية لتحويل المواقع على سطح الأرض إلى نظام إحداثيات على الخريطة. وبحسب الطريقة الحسابية المستخدمة يتخذ مسقط الخريطة

خصائص مختلفة. فبعضها يحتفظ بشكل المناطق على الكرة الأرضية وبعضها يحتفظ بالمساحات أو الزوايا أو الأبعاد النسبية.

مسقط مُشاكِل (Conformal projection): مسقط خرائطي يحافظ على جميع الزوايا بشكل سليم في كل نقطة.

مسند (Datum): في رسم الخرائط: مجموعة مَعلمات تحدِّد نظام الإحداثيات. وبشكل أكثر تحديثاً هو مجموعة قياسات أو حسابات مرجعية. فعلى سبيل المثال، يحدِّد مسند رسم الخرائط الوطني الإطار المرجعي لأنشطة رسم الخرائط في البلد.

مضلّع (Polygon): جسم ثنائي الأبعاد: مَعلم من معالم المنطقة يمثَّل في نظام المعلومات الجغرافية الاتجاهي في شكل سلسلة متوالية من الإحداثيات س، وص. وتحدِّد هذه الإحداثيات الخطوط التي تحيط بالمنطقة، أي أن الإحداثيين الأول والأخير في المضلّع متطابقان.

معالم جغرافية مميَّزة (Discrete geographical features): كيانات منفردة يمكن تمييزها بسهولة، مثل المنازل والطُرق، وهي غير الظواهر الجغرافية المستمرة.

معايير (Standards): في عمليات الحساب: هي مجموعة من القواعد أو المواصفات التي تضعها سلطة ما لتحدِّد، مثلاً، متطلبات الدقة، ونسق تبادل البيانات، ونُظم المعدات أو البرمجيات.

معجم البيانات (Data dictionary): هو مسرد بيانات يصف محتوى قاعدة البيانات، وترد فيه معلومات عن كل حقل في جداول الخصائص وعن النسق المستعمل والتعاريف وعن هيكل جداول الخصائص. ومعجم البيانات هو من المكونات الأساسية للمعلومات الخاصة بالبيانات الفوقية.

معجم جغرافي (Gazetteer): قائمة بأسماء الأماكن ومواقعها الجغرافية (عادة من حيث خطوط الطول وخطوط العرض).

مَعلم (Feature): جسم جغرافي معروض على الخريطة أو مختزن في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. والمعالم قد تكون أشياء طبيعية أو صناعية في عالم الواقع (نهر أو مستوطنة) أو قد تكون ملامح معرَّفة نظرياً (مثل الحدود الإدارية).

معلومات مساحية (Cadastral information): سجلات تصف الحقوق والمصالح الحالية والمستقبلة في ملكية الأراضي في الماضي والحاضر والمستقبل، للأغراض القانونية والضريبية. وتبين الخرائط المساحية الموقع الجغرافي لقطع الأراضي وامتداداتها. وتستخدم أجهزة المساحة في كثير من البلدان نظام المعلومات الجغرافية لتخزين هذه المعلومات. وأحياناً يُطلق على هذه المعلومات اسم معلومات حيازة الأراضي.

معيار نقل البيانات المكانية (SDTS): معيار للبيانات والبيانات الفوقية يستخدم في تبادل مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية بين منتجي البيانات ومستعمليها، وبين نُظم البرمجيات وأنساق الملفات. وهناك الكثير من المعايير الدولية المطبَّقة أو المقترحة في هذا المجال.

مفتاح أجنبي (Foreign key): في نُظم إدارة قواعد البيانات العلاقاتية، هو مفتاح أو بند في جدول يحتوي على قيمة تعرِّف الصفوف في جدول آخر. ويستخدم في ربط جدولين عن

طريق تحديد العلاقة بين عنصرين من عناصر قواعد البيانات العلاقاتية. والمفتاح الأجنبي هو المفتاح الرئيسي في الجدول الآخر.

مفتاح أســاسي (Primary key): حقل أو اثنان في جدول خصائص يحدِّدان بشكل دقيق حدثاً أو صفاً أو سجلاً معيَّناً.

مفتاح الخريطة (Legend): في رســم الخرائط: المعلومات الموجـودة على الخريطة التي تشرح الرمــوز التي تشــير إلى المعالم والمتغــيرات الممثَّلة في الخريطة. ويشــمل مفتــاح الخريطة المفتاح الأســاسي المطلوب لفهم الخريطة، وهو على ســبيل المثال ظلال الألوان وما يقابلها من نطاقات القيم الخاصة بكثافة السكان على الخريطة.

مقياس الرسم (Scale): في رسم الخرائط: العلاقة بين المسافة على الخريطة والمسافة على سطح الأرض. ويعرض مقياس الرســم في شكل نســبة، مثل ١: ١٠٠ ٠٠٠، وهو ما يعني أن كل سنتيمتر على الخريطة يمثِّل ١٠٠ ٠٠٠ سنتيمتر على سطح الأرض. وبما أن مقياس الرسم هو نســبة، فإن الخريطة ذات مقياس الرســم الصغير تعرض مســاحة كبيرة نسبياً بينما تعرض الخريطة ذات مقياس الرســم الكبير مســاحة صغيرة. وبشــكل عام يشير مقياس الرســم إلى مســتوى الملاحظة أو الاســتعلام، وهو ما يتراوح بين ظواهر ذات مقياس رسم صغير جداً أو كبير جداً.

مكاني جغرافي (Geospatial): تعبير يستعمل أحياناً لوصف المعلومات ذات الطبيعية الجغرافية أو المكانية.

ملف إســناد جغــرافي (Geographic reference file): ملف رئيسي رقمي مجدول يضم أســماء جميــع الوحــدات الجغرافية ورموزهــا الجغرافيــة وربما خصائصها، ممــا يتصل بجمع البيانات للتعداد أو الدراسات الاستقصائية.

ملف تبادل الرســوم البيانية (GIF): نســق لملف الصور البيانية تم تطويره في البداية من أجل نقل الصور عبر شاشــات الإعلان الإلكترونية. ويستعمل نسق ملف تبادل الرسوم البيانية هذا في معظم الرســومات على صفحات الويب، نظراً لأنه يتيح إمكانية ضغط حجم الملفات بكفاءة.

ملف حاسوبي فوقي للرسوم البيانية (CGM): نسق ملفات قياسي لتبادل الصور أو بيانات المتّجهات.

ملف الخصائص الجغرافيــة (Geographic attributes file): جدول في قاعدة البيانات يرتبط ارتباطــاً وثيقاً بالأجســام المكانية المخزَّنــة في ملف إحداثيات نظــام المعلومات الجغرافية. ويحتــوي ملــف الخصائــص الجغرافية أو جــدول الخصائص الجغرافية عــلى معلومات محــدَّدة عن كل مَعلم من المعالم، مثل معرِّف المعلَم، والاســم والمســاحة. وفي بعض النُظم يُطلق على هذا الملف اســم جــدول الخصائص بالنقاط أو الخطــوط أو المضلّعات. ويمكن ربط البيانات المخزَّنة في جداول خارجية عن طريق عملية قواعد البيانات العلاقاتية.

منطقة عدّ (Enumeration area): هي عادة أصغر الوحدات الجغرافية التي تُجمع منها بيانات التعــداد، وتُجمَّع وتُنشر. وتحــدَّد منطقة العدّ بالحدود الموصوفة عــلى خريطة كروكية في قاعــدة بيانات نظــام المعلومات الجغرافيــة. وهذه الحدود قد تكون منظــورة أو لا تكون منظورة على الأرض. وتسمى منطقة العدّ أحياناً صفوف مباني العدّ أو مسار العدّ.

منطقة مساحية (Area): مساحة محدَّدة على سطح الأرض ذات بُعدين يمثلها مضلّع في نظام المعلومات الجغرافية.

مــواد مرجعيــة (Source material): بيانات ومعلومات من أي نوع تســتعمل في إعداد خريطة أو قاعــدة بيانــات لنظــام المعلومــات الجغرافية. وقد تشــمل ملاحظات ميدانيــة وصوراً جوية أو أرضية وصوراً ســاتلية ورســوماً تخطيطية وخرائــط تخطيطية أو طوبوغرافية أو هيدرولوجية أو تضاريســية، وخرائط ورســوماً تخطيطية، ومعلومات مبوَّبة، وتقارير مكتوبة، تتصل بمعالم جغرافية طبيعية أو من صنع الإنسان.

موضــوع (Theme): في نظام المعلومات الجغرافية: مجموعة من الأجســام الجغرافية تتصل في العــادة بنفس فئة الموضوع (مثل الطُرق أو المســتوطنات) وتخزَّن في نفس قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

نســق البيانات (Data format): يشــير عادة إلى مجموعة معيَّنة من هياكل البيانات، قد تكون محمية بحقوق الملكية الفكرية، في نظام برمجيات معيَّن.

نسق تبادل الرسوم (DXF): نسق من أنساق النظام الأمريكي الموحَّد لتبادل المعلومات يستعمل في وصف رســم بياني أو رسم منشــأ بطريقة Autodesk لشركة Autodesk في Sausalito، كاليفورنيا. وقد تم تطوير هذا النســق في البداية لتطبيقات التصميم بمســاعدة الحاسوب (CAD) وأصبح أيضاً تطبيقاً معيارياً لتبادل بيانات نُظم المعلومات الجغرافية.

نســق الفريق المشــترك لخبراء التصوير الفوتوغرافي (JPEG)): نسق ملفات بياني يستخدم أساساً في إعداد الصور الفوتوغرافية ويتيح قدراً كبيراً من ضغط حجم الملفات.

نســق ملفات الصور المعلَّمة بأشكال (TIFF): نســق قياسي للصور أو الملفات الخطية يمكن فيــه تخزين الصور باللونــين الأبيض والأســود، أو بدرجات اللون الرمــادي، أو بالألوان، في شــكل مضغوط أو غير مضغوط. وتنتج الماســحات الضوئية وغيرها من أجهزة إنشــاء الصور البيانية عادة مخرجاتها في هذا النسق. وفي نظام المعلومات الجغرافية يعرَّف نسق ملفــات الصور المعلَّمة بأشــكال – الجغــرافي، بأنه الملف القياسي لهذا النســق الذي يصف صورة مأخوذة بالاستشــعار من بُعد أو صورة رقميــة أو مجموعة بيانات خطية في نظام المعلومات الجغرافية. ويشمل هذا النسق ملفاً مرتبطاً به مميَّزا بالتمديد tfw.، يحتوي على المعلومــات المرجعيــة الجغرافية للصورة، وحجم الخلية بالوحــدات الفعلية، وغير ذلك من البيانات ذات الصلة.

نســق منتجات المتّجهات (VPF): نســق متّجهات لنظام المعلومــات الجغرافية وضعته وكالة الخرائــط والتصوير الخرائطــي الوطنية في الولايــات المتحدة الأمريكيــة (وكالة الخرائط الدفاعية سابقاً)، يقصد به أن يكون مقبولاً عالمياً كنسق لتبادل بيانات المتّجهات.

نصف القطر (Radius): المسافة بين مركز الدائرة ومحيطها الخارجي.

نطــاق (Band): طبقــة من طبقات صورة الاستشــعار من بُعــد المتعددة الأطيــاف، ويبيِّن هذا النطاق الإشارات التي يتم قياسها في مدى محدَّد من الطيف الكهرومغناطيسي. انظر أيضاً **الصورة المتعددة الأطياف**.

نظــام إحداثيــات (Coordinate system): النظــام المرجعي المســتعمل في تحديــد المواقع على الخريطــة أو في قاعــدة بيانات في نظام المعلومــات الجغرافية. ويعرَّف نظــام الإحداثيات

الجغرافية عن طريق مسـقط خرائطي أو إهليلجي مرجعي أو خط طول مركزي أو خط طول عادي أو أكثر، أو بما قد يحدث من تغييرات في قيم الإحداثيين س، وص.

نظام إحداثيات بلانار (Planar coordinate system): نظام لتحديد الموضع الذي يتقاطع عنده مجموعتـان من الخطوط المسـتقيمة بزوايا قائمة، ونقطة الأصـل فيه هي تقاطع عمودي مختار. انظر **نظام الإحداثيات الديكارتية**.

نظام الإحداثيات الديكارتية (Cartesian coordinate system): نظام من الخطوط المتقاطعة في زوايا متعامدة في فراغ ثنائي الأبعاد، لتحديد المرجعيات المكانية على وجه الدقة في شكل إحداثيين س، وص.

نظام إدارة قواعد البيانات (DBMS): حُزمة برمجية مصمَّمة لإدارة البيانات المبوَّبة والتعامل معهـا. ويسـتخدم نظـام إدارة قواعد البيانات في إدخـال البيانات وتخزينهـا ومعالجتها واسـترجاعها والاسـتعلامات بشـأنها. وتسـتخدم معظم نُظم المعلومات الجغرافية نُظماً علاقاتية لإدارة قواعد البيانات من أجل إدارة بيانات الخصائص.

نظـام إدارة قواعـد البيانات العلاقاتية (RDBMS): نظام لإدارة قواعـد البيانات يتيح الضم المؤقت أو الدائم لجداول البيانات المستندة إلى حقل مشترك (مفتاح أساسي وأجنبي). ولكل جدول مفتاح أسـاسي يحدِّد كل سـجل بصورة منفـردة. وقد يحتوي الجـدول أيضاً على مفتاح أجنبي، يطابق المفتاح الأساسي في الجدول الخارجي. وتتحقق استعارة علاقاتية عن طريق مضاهاة قيم المفتاح الأجنبي بالقيم المناظرة في المفتاح الأساسي للجدول الخارجي.

النظـام الأمريكي الموحَّد لتبـادل المعلومات (ASCII): رمز حاسـوبي تـم تطويره من أجل تسهيل تبادل البيانات الهجائية الرقمية والرموز الخاصة بين أجهزة الحاسوب وبين نُظم التشـغيل المختلفـة. ويخصَّص لكل حرف رمـز يتكوَّن من بايتة واحـدة، أي قيمة ما بين صفر و٢٥٥.

النظـام التفاضلي العالمي لتحديد المواقع (DGPS): مجموعة من التقنيات تسـتعمل من أجل تحسـين دقة الإحداثيات التي يتم حصرها باسـتعمال النظام العالمـي لتحديد المواقع عن طريق حسـاب خطأ الإشـارة الواردة من جهاز اسـتقبال آخر في النظـام العالمي لتحديد المواقع (محطة قاعدية) تم تحديد موقعها بدقة مكانية وقياسية. ويُطبَّق معامل التصحيح على الإحداثيات التي يتم التقاطها عن طريق الوحدة المتحركة، سواءً في الزمن الحقيقي أو بطريقة ما بعد التجهيز (أي باسـتعمال قاعدة بيانـات للمعلومات المصحَّحة زمنياً). وفي بعـض بلـدان العالم تذاع معلومات التصحيح التفاضلية بشـكل متواصل من شـبكة من المحطات القاعدية الدائمة.

النظـام الطوبولوجـي المتكامـل للترميز والإسـناد الجغرافيـين (TIGER): نسـق بيانات وضعـه مكتب التعـداد في الولايات المتحدة الأمريكية لمسـاندة برامج التعداد والدراسـات الاسـتقصائية. وملفـات هذا النظام هي مجموعات بيانات لنظـام المعلومات الجغرافية في نسـق داخلي تحتوي على عناوين الشوارع حول شبكات الطُرق ومسارات التعداد، وحدود مناطـق التعداد. وكان هذا النظام من أول الجهود التي بُذلت من أجل وضع قاعدة بيانات رقمية كاملة لنظام المعلومات الجغرافية لأغراض التعداد في أي بلد.

النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS): شبكة من ٢٤ ساتلاً تدور حول الأرض وتُرسل إشارات يمكن استعمالها في تحديد المواقع على الأرض بدقة. ويستعمل النظام العالمي لتحديد المواقع

بشــكل واسع في رســم الخرائط الميدانية، وفي أعمال المساحة والملاحة. وتقوم بصيانة هذه المنظومة وزارة الدفاع في الولايات المتحدة الأمريكية. انظر أيضاً **النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع، وبايدو، وجاليليو، والنظام العالمي لملاحة السواتل.**

النظام العالمي لملاحة السواتل (GLONASS): الشبكة المناظرة للنظام العالمي لتحديد المواقع، التابع للولايات المتحدة الأمريكية، تشــغلها وزارة الدفاع في الاتحاد الروسي. وهذه المنظومة تشبه كثيراً النظام العالمي لتحديد المواقع، إلاّ أنها ليست خاضعة للإتاحة الانتقائية. وتوجد بعض أجهزة الاســتقبال التي تجمع بين اســتقبال إشــارات المنظومة الأمريكية والمنظومة الروسية لتحسين دقة الإحداثيات.

نظام المعلومات الأرضية (LIS): تعبير يســتخدم أحياناً في تطبيقات نُظم المعلومات الجغرافية التي تحتوي على معلومات عن منطقة معيَّنة، بما في ذلك المعلومات المســاحية، واســتخدام الأراضي والغطاء الأرضي وما إلى ذلك.

نظــام المعلومات الجغرافيــة (GIS): مجموعة من المعدات الحاســوبية والبرمجيات والبيانات الجغرافية والأفراد تعمل معاً في حصر المعلومات المســندة جغرافياً وتخزينها واسترجاعها وتحديثها والتعامل معها وتحليلها وعرضها.

نظير الســمت (Nadir): في التصوير الجوي والاستشعار من بُعد: نقطة على سطح الأرض تقع مباشرة أسفل جهاز التصوير أو الاستشعار من بُعد.

نقطة (Point): جســم صفري الأبعاد: إحداثي س وص يســتخدم في قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية لتمثيل معالم هي من الصغر بحيث لا يمكن تمثيلها في شكل خطوط أو مضلّعات. ومن أمثلة ذلك الأسر المعيشية، والآبار، والمباني، حيث تظهر كلها في الخريطة كنقاط.

نقطــة الضبط (Control point): نقطــة على الخريطة أو على صورة جوية أو في قاعدة بيانات رقميــة تكون بياناتهــا الخاصة بالإحداثيــين س، وص وربما الارتفاعــات معروفة. وهي تستخدم في تسجيل ملامح الخريطة جغرافياً.

النقطة الوســطى (Centroid): المركز الحســابي للمضلّع. وبالنســبة للمضلّعات غير المنتظمة الأشكال، يمكن اعتبار هذه النقطة الوسطى "مركز الجاذبية".

نقطــة ضوئية على الشاشــة (بكســل) (Pixel): عنصر مــن عناصر الصورة، مثــل الخلية في الصورة أو الشبكة أو الخريطة الخطية.

نقطــة في مضلّع (Point-in-polygon): عملية من عمليات نظام المعلومات الجغرافية يتم فيها تجميع نقاط المعالم في مضلّعات لتحديد موضع كل نقطة في كل مضلّع. وباســتعمال هذه العملية يمكن إضافة خصائص المضلّعات إلى كل سِجل مناظر في جدول نقاط الخصائص (مثــل معلومات منطقــة الخدمات الصحية في نقاط المســح بالعينة) كمــا يمكن تلخيص خصائص كل نقطة في كل مضلّع مناظر (مثل عدد المستشفيات في كل منطقة).

نمــوذج الارتفاعــات الرقمــي (DEM): تمثيل رقمي لمعلومــات الارتفاعات لجزء من ســطح الأرض. ونمــوذج الارتفاعات الرقمي هو عادة مجموعة بيانــات خطوطية تخزَّن فيها قيم الارتفاعات الخاصة بالحقول في الشــبكة، ولكن يمكن اســتعمال نســق المتّجهات أيضاً في تخزيــن الارتفاعات. ويُطلق على نموذج الارتفاعات الرقمي أيضاً اســم نموذج التضاريس الرقمي (DTM).

نموذج الألوان (Colour model): طريقة لتمثيل الألوان في الحاسوب باستعمال الأرقام. فعلى سبيل المثال، في نموذج الألوان الأحمر والأخضر والأزرق، تأخذ الألوان أرقاماً تبين درجة اللون، فيعطي للون الأحمر الصافي، مثلاً، الرقم ٢٥٥. ومن الأمثلة الأخرى لنماذج الألوان ظلال اللون والدكانة والإشباع (HLS) ونموذج الألوان الأزرق الداكن والأحمر المزرق والأصفر (CMY).

نموذج بيانات (Data model): التصميم النظري لمجموعة البيانات الذي يصف الكيانات في قاعدة البيانات والعلاقة فيما بينها، لفائدة المستعمل.

نموذج التضاريس الرقمي (DTM): انظر **نموذج الارتفاعات الرقمي**.

نموذج علاقات الكيانات (Entity-relationship model): نموذج بيانات يحدِّد الكيانات والعلاقات فيما بينها، مثل العلاقات بين مناطق العدّ ومناطق الإشراف.

نوع البيانات (Data type): خصائص حقول الأعمدة في جدول الخصائص، منها على سبيل المثال، الحروف والنقاط العائمة والأرقام الصحيحة.

هندسة الإحداثيات (COGO): تعبير يستخدمه المساحون في التعامل مع دقة قياسات المواقع.

هيبسوغرافيا (Hypsography): الملامح المتصلة بالتضاريس أو الارتفاعات.

هيدروغرافيا (Hydrography): الملامح الخاصة بالمياه السطحية مثل البحيرات والأنهار والقنوات وما إليها.

هيكل البيانات (Data structure): تنفيذ نموذج للبيانات يتكوَّن من هياكل الملفات المستعملة في تمثيل مختلف المعالم.

هيكل هرمي جغرافي (Geographic hierarchy): في سياق إعداد خرائط التعداد، هو شبكة من وحدات تتكوَّن من مناطق شديدة الاتصال بعضها ببعض تستخدم في الأغراض الإدارية أو أغراض جمع البيانات. وعلى سبيل المثال، يقسَّم البلد إلى محافظات، تقسَّم بدورها إلى مراكز، وهكذا دواليك إلى أدنى مستوى، وقد يكون هذا المستوى الأدنى هو منطقة العدّ. انظر أيضاً **الإطار الجغرافي**.

واقع البيانات (Ground truth): معلومات تُجمع في دراسة استقصائية ميدانية للتحقق من المعلومات المستخلصة من البيانات التي يتم تجميعها عن طريق الاستشعار من بُعد أو لقياس دقة تلك البيانات.

وحدات الخرائط (Map units): وحدات القياس التي تخزَّن بها الإحداثيات في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، مثل السنتيمترات والأمتار والدرجات والدقائق والثواني.

وحدة إدارية (Administrative unit): منطقة جغرافية تستخدم للأغراض الإدارية والحكومية. وتحدَّد هذه المناطق وتنشأ عادة بموجب إجراء قانوني.

وحدة حكومية: انظر **وحدة إدارية**.

الوحدة الدنيا لرسم الخرائط (Minimum mapping unit): هي بشكل عام حجم أصغر الملامح التي توضع على الخريطة. وهي أيضاً، عند مقياس رسم معيَّن للخريطة، الحجم أو البُعد الذي يمثَّل به أحد المعالم الصغيرة المختصرة في شكل مضلّع كنقطة أو التي يمثَّل بها أحد المعالم كمضلّع طويل ضيق في شكل خط. وعلى سبيل المثال تظهر المدينة في شكل

مضلّـع إذا كان حجمهـا يزيد عن ٣ ملليمتر عـلى الصفحة ولكنها تظهـر كنقطة إذا كان حجمها أصغر من ذلك.

وحـدة مسـاحية (Areal unit): منطقـة طبيعية أو صناعية تسـتخدم عادة مـن أجل تجميع بيانات تجميعية والإبلاغ عنها. ومن أمثلة ذلك: مناطق الأراضي أو مناطق العدّ.

ويمكن الاطلاع على قوائم بالمصطلحات ومعانيها ومعاجم إضافية في: Padmanabhan and others (1992)، و ASCE (1994) و McDonnel and Kemp (1995) و Dent (1998). ومن المصادر الأخرى على الإنترنت ما يلي:

Canada Centre for Remote Sensing	http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/
Geographer's Craft Project (University of Texas)	http://www.colourado.edu/geography/gcraft/contents.html
GPS World magazine	http://www.gpsworld.com/gpsworld/static/staticHtml.jsp?id=8000&searchString=glossary
Perry-Castañeda Library, University of Texas	www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/glossary.html
United States Census Bureau	www.census.gov/dmd/www/glossary.html
United States Geological Survey	http://interactive2.usgs.gov/learningweb/explorer/geoglossary.htm

المرفق السابع

عناوين مفيدة، ومحدّدات عالمية للمصادر

برمجيات نُظم المعلومات الجغرافية

Autodesk Inc.	San Rafael, CA	AutoCAD	www.autodesk.com
Bentley Systems Inc.	Huntsville, AL	MicroStation	www.bentley.com
ESRI, Inc.	Redlands, CA	ArcGIS, 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.	Englewood, CO		
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontario, 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	Coordinate management and GIS development tools	www.bluemarblegeo.com
Caliper Corp.	Newton MA	Maptitude, GIS+, TransCAD	www.caliper.com
Core Software Technology	Pasadena, CA	TerraSoar (distributed geospatial databases), ImageNet (online geospatial data distribution)	www.coresw.com
Quantum GIS		Open source software	(http://qgis.org)
Thuban		Open source software	http://thuban.intevation.org
Open EV		Open source software	http://openev.sourceforge.net

أنظمة معالجة صور الاستشعار من بُعد

Leica GeoSystems/Erdas	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, OrthoEn-gine	www.pci.on.ca
Research Systems Inc	Boulder, CO	ENVI visualization soft-ware	www.rsinc.com

صور السواتل والصور الرقمية العالية الاستبانة

GeoEye	Thornton, CO	Carterra and Ikonos satellites	www.spaceimaging.com
Digital Globe	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	Aerial surveys (Africa, Middle East)	www.maps-geosystems.com
EarthSat	Rockville, MD	Satellite and mapping services	www.earthsat.com

النُظم 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.ca
Sokkia Corp.	Overland Park, KA		www.sokkia.com
Trimble Navigation Ltd.	Sunnyvale, CA		www.trimble.com
Garmin			

مجلات دورية

GeoWorld, GeoAsia, GeoEurope, GeoInformation Africa, Mapping Awareness, Business Geographics	GeoWorld, Fort Collins, CO		www.geoplace.com
GPS World			www.gpsworld.com
International Journal of Geo-graphical Information Science	Taylor & Francis, London, United Kingdom		
GeoInfosystems	Advanstar Pub., Eugene, OR		
Journal of the Urban and Regional Information Systems Association	URISA, Park Ridge, IL		www.urisa.org/

ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing			www.itc.nl/isprsjournal

مصادر متنوعة

National Center for Geographic Information and Analysis	Santa Barbara, CA	GIS research center	www.ncgia.ucsb.edu
International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC)	Enschede, Netherlands	GIS Training Courses	http://www.itc.nl/
European Umbrella Organization for Geographic Information (EUROGI)	Netherlands		www.eurogi.org
U.S. Federal Geographic Data Com-mittee	Reston, VA		www.fgdc.gov
Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia & the Pacific			www.permcom.apgis.gov.au/