تقنيات جديدة في إعداد القوائم الجغرافية للتعدادات السكانية

مواضيع مختارة في التعدادات السكانية الدولية (STIC)[1]

صدر في ديسمبر 2015

مقدمة

سيقدم هذا الموجز عن "مواضيع مختارة في التعدادات السكانية الدولية (STIC)" لمكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) معلومات مُركَّزة حول التقنيات المستخدمة في عمليات إعداد القوائم الجغرافية المستخدمة في التعدادات السكانية، والتي شهدت تطورًا كبيرًا في السنوات العشر الماضية. يؤثر إعداد القوائم الجغرافية تأثيرًا كبيرًا على عمليات التعداد السكاني التي تليها. يحدد عمال التعداد السكاني، خلال عملية إعداد القوائم الجغرافية، الوحدات السكنية ويضعون قوائم بالبيوت الموجودة داخل المنطقة المشمولة في التعداد، والتي عادةً ما تكون البلد كله. وعندما كان عمال التعداد السكاني يُجرون هذا العد عادةً باستخدام القلم والورق، كانوا ينشئون خرائط ذات رسومات تصويرية (رسوم تخطيطية) لاستخدامها أثناء التعداد السكاني والإسكاني الكامل. ومع بدء جولة التعداد السكاني لسنة 2000، أصبحت برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) متاحة على نطاق واسع للاستخدام على أجهزة الحاسوب المكتبية، وتميزت تلك البرمجيات بواجهات رسومية سهلة الاستخدام. لكن مع انطلاق جولة التعداد السكاني لسنة 2010 (2005-2014)، تحولت العديد من مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) من استخدام الخرائط الورقية إلى استخدام الخرائط الرقمية. وتضمن ذلك التحوُّل رقمنة (التمثيل الرقمي للبيانات) حدود المناطق المشمولة بالتعداد كما هي ممثلة في الخرائط التخطيطية الورقية. ويجب أيضًا أن تصور هذه الخرائط التخطيطية الحدود المادية بدقة حتى تتسنى رقمنتها بشكل صحيح. وبعد ذلك، تُستخدَم هذه الخصائص المادية في تنسيق رقمي يتوافق مع تنسيق الخصائص المُمثَّلة في الخرائط التخطيطية لإعادة بناء حدود المناطق المشمولة بالتعداد. خلال جولة التعداد السكاني لسنة 2010، بدأت العديد من مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) أيضًا في بحث بعض الحلول وتنفيذها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية، وتحليل الصور المُلتقطة بالأقمار الصناعية، والأجهزة النقالة التي تدعم استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS). لكن، رغم ذلك، أدت التكلفة ومستوى التعقيد إلى وجود عوائق كبيرة أمام اعتماد استخدام تلك الوسائل على نطاق واسع. أما بالنسبة إلى جولة التعداد السكاني لسنة 2020، فستعتمد مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) استخدام هذه التقنيات باضطراد في تنفيذ عمليات التعداد السكاني.

تعريفات المصطلحات الجغرافية المستخدمة في هذا الموجز

قد يكون لكلٍّ من مكاتب الإحصاء الوطنية طريقته في فهم المصطلحات المستخدمة عند وصف عمليات إعداد القوائم. الهدف من هذه التعريفات هو توضيح أغراض هذا الموجز، لا استبدال التعريفات الحالية الخاصة بمكاتب الإحصاء الوطنية، أو الإشارة إلى الحاجة إلى التوحيد الكامل فيما بينها. هناك فروق إضافية بين المساكن على أساس الأصول والخدمات المتاحة. لمزيد من المعلومات حول هذه التعريفات، راجع الصفحات 192-197 من *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses* (شعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة (UNSD, 2015)).

نقاط تجمُّعات المباني — قوائم كاملة بمواقع نقاط المباني داخل المنطقة المشمولة في التعداد — عادةً ما تكون المساحة الكاملة لبلد ما — التي قد تتضمن مكانًا أو أكثر من أماكن السكن أو لا تتضمنه.

مكان السكن — أي مبنى مأهول لا يُستخدم بالكامل لأغراض غير سكنية في وقت إجراء التعداد السكاني.

وحدة سكنية — غرفة أو مجموعة غرف (مكان السكن) داخل مبنى دائم مُشيَّد خصوصًا ليسكنه بيت واحد، ويتسم هذا المبنى بإمكانية الوصول إلى شارع أو مساحة عامة مشتركة.

البقية في الصفحة التالية

[1] تُمثل هذه الوثيقة الإرشادية إحدى حلقات سلسلة "مواضيع مختارة في التعدادات السكانية الدولية"، والتي تتناول بعمق المسائل التي تثير اهتمام المجتمع الإحصائي على الصعيد الدولي. يساعد مكتب الإحصاء الأمريكي البلدان على تحسين أنظمتها الإحصائية الوطنية من خلال المشاركة في بناء القدرات لتعزيز الكفاءات الإحصائية بطرق مستدامة.

United States® Census Bureau
U.S. Department of Commerce
U.S. CENSUS BUREAU
census.gov

USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE

تابع من الصفحة السابقة

وحدة سكنية غير تقليدية — غرفة أو مجموعة من الغرف (مكان السكن)، والتي بسبب طريقة بنائها:
1) لم يكن من المتوقع أن تكون دائمة، أو 2) كان القصد من إنشائها أن تكون متنقلة، أو 3) أُنشِئَت لغرض آخر غير سكن الأشخاص، أو 4) تفتقر إلى الخدمات إلى الحد الذي تُعَد فيه غير صالحة للسكن ولكنها مع ذلك تُستخدم لهذا الغرض.

وحدات سكنية — تشمل جميع الوحدات السكنية التقليدية وغير التقليدية؛ أي جميع أماكن السكن المنفصلة والمستقلة المشغولة وقت إجراء التعداد السكاني.

البيت — مجموعة من الأشخاص يشاركون معًا بدرجة ما في عملية صنع القرارات المشتركة ويشاركون في التخطيط والإعداد المشترك لتوفير الغذاء.

منطقة التعداد — الوحدة التشغيلية لجمع البيانات أثناء التعداد السكاني، والتي تمثل أدنى مستوى من التسلسل الهرمي الجغرافي للوحدات الإدارية والإحصائية.

تحليل الصور المُلتَقطة بالأقمار الصناعية

تحتوي الخرائط التخطيطية أحيانًا على نقاط تجمُّعات المباني، ولكن نادرًا ما تقدم عملية رقمنة نقاط تجمُّعات المباني من المصادر الورقية مستوى مقبولًا من دقة تحديد المواقع. ولإجراء عملية رقمنة دقيقة لنقاط تجمُّعات المباني، يمكن لموظفي مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) استخدام الصور المُلتقطة بالأقمار الصناعية لتحديد نقاط تجمُّعات المباني على حاسوب مكتبي، بينما يمكن استخدام تقنيات الأجهزة النقالة التي تدعم استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لإجراء التحقق الميداني. يؤدي الجمع بين هاتين التقنيتين إلى تقليل الموارد المطلوبة لإنشاء قوائم بالمباني. تتيح هذه التقنيات إمكانية تحديد نقاط تجمُّعات المباني على أجهزة الحاسوب بسرعة، والتغلُّب على مشكلة عدم وجود نظام للعناوين. لكن التمييز بين أماكن السكن والمباني غير السكنية، بالإضافة إلى تسجيل الوحدات السكنية الفردية، لا يزال يتطلب عملاً ميدانياً.

يمكن لموظفي مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) استخدام الصور المُلتَقطة بالأقمار الصناعية أو الطائرات لتحديد نقاط تجمُّعات المباني باستخدام تقنيات تفسير الصور وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتاحة على نطاق واسع للاستخدام على أجهزة الحاسوب المكتبية. يمكن استخدام طريقتين: 1) يمكن تصوير كل جسم يُحتمَل أن يكون بناءً وإدخاله على الحاسوب أو 2) يمكن للموظفين تفسير الصور بصريًا لاستبعاد العناصر غير الصالحة للسكن. على سبيل المثال، قد يبدو العنصر ذو الحواف الخطية الحادة والأسطح العاكسة للضوء بدرجة كبيرة مبنى. أما إذا كان العنصر بلا ظل، فعادةً ما يكون مجرد تربة جافة ومكدسة. تُعَد طريقة التفسير هذه عرضة للخطأ، وتعتمد على خبرة وتدريب الموظفين المكلفين برقمنة البيانات (انظر الشكل رقم 1). ولهذا السبب، يمكن استخلاص جميع العناصر التي يُحتمل أن تكون مباني وإدخالها إلى الحواسيب من خلال عملية الرقمنة في انتظار إجراء التحقق الميداني لإدراجها في مجموعة البيانات النهائية.

الشكل رقم 1.

مثال على تفسير الصور

يمكن أن يكون عدد من العناصر التي تظهر في هذا المشهد عبارة عن مبانٍ، لكن الكثير منها ليس كذلك. يعتمد تفسير الصور على التمييز البصري والمَلَكة التقديرية.

المصدر: U.S. Geological Survey.

يمكن أيضًا إجراء تحليل الصور آليًا باستخدام الأدوات المتوفرة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتاحة للاستخدام على أجهزة الحاسوب المكتبية. على سبيل المثال، تحلِّل تقنية تصنيف الصور خصائص الصور المُلتَقطة بالأقمار الصناعية لإنشاء فئات مُصنَّفة حسب الخصائص الطيفية أو المكانية المشتركة. وتفيد هذه الطريقة في تصنيف نقاط تجمُّعات المباني وتحديد المناطق المأهولة حديثاً منذ إجراء آخر تعداد سكاني. ومع ذلك، يتطلب أي نهج للتصنيف الآلي توفير صور متعددة النطاقات الطيفية. يمثل كل نطاق جزءًا من الطيف الكهرومغناطيسي، ما يسمح بتحليل التصنيف. لا يمكن تصنيف خرائط المعالم الأساسية المعروضة من إحدى خدمات الإنترنت - مثل Google أو Microsoft أو Esri - لأن الصور فيها تفتقر إلى البيانات الطيفية. إذا اعتمد مكتب الإحصاء الوطني (NSO) على الصور المبثوثة على الإنترنت، فسيصبح التصنيف اليدوي هو الخيار الوحيد المتاح. بالإضافة إلى ذلك، فعلى الرغم من أن تقنية تصنيف الصور يمكن أن تساعد في إنتاج بعض مجموعات البيانات، مثل شبكات الطرق والمناطق المأهولة حديثًا، لا تحل تقنية تصنيف الصور محل العمل الميداني فيما يتعلق بالتحقق من أماكن السكن.

يمكن تقسيم تقنيات تصنيف الصور إلى فئتين عامتين: التصنيف حسب البكسل (وحدة الصورة الرقمية) والتصنيف حسب العنصر. يشير التصنيف حسب البكسل إلى وضع كل بكسل - أصغر وحدة بيانات موجودة في الصورة - في فئة معينة بناءً على كيفية عكس البكسل للضوء. ويشير التصنيف حسب العنصر إلى استخراج العناصر- مكونات المشهد الطبيعي (مثل المباني، والطرق، والحقول والسياجات) - بناءً على شكلها وكيفية عكسها للضوء. لا يوجد التصنيف حسب العنصر عادةً في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المعتادة، ويجب شراؤه أو تصميمه على حدة. كما يجب تدريب موظفي مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) تدريبًا متخصصًا على استخدام برمجيات التصنيف حسب العنصر.

الشكل رقم 2.
تقنيات تصنيف الصور والمهارات وطاقم العمل المطلوب

	الغطاء الأرضي **تقنيات في متناول مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتقدمة. قد يؤدي إجراء تغيير في البرمجيات إلى زيادة متطلبات التدريب.**	**أنشطة استغلال الأرض/كيفية استخدام الأرض** **يجب أن يتلقى قائد المشروع تدريبًا متخصصًا ويكتسب خبرة بحثية في مجال الاستشعار عن بعد.**
التصنيف حسب البكسل **يمكن استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية القياسية (GIS).**	**اكتشاف التغييرات المتعلقة بالمستوطنات الجديدة والتجمعات الحضرية.**	**اكتشاف التغييرات في المناطق داخل المستوطنات القائمة والمناطق المتاخمة لها؛ وتقدير الوحدات السكنية.**
التصنيف حسب الغَرَض **يتطلب استخدام برمجيات متخصصة.**	**اكتشاف التغييرات في المباني الجديدة والمعالم المادية (الطرق، والسياجات، وخطوط الكهرباء).**	**إمكانية إنتاج خرائط حسب المباني تتضمن تقديرًا لعدد أماكن السكن والوحدات السكنية.**

المصدر: U.S. Census Bureau.

يوجد فارق آخر بين التصنيف حسب الغطاء الأرضي والتصنيف حسب استخدام الأراضي. يُعد تصنيف الصور لتحديد الغطاء الأرضي شكلاً معروفاً من أشكال التحليلات الجغرافية المكانية، وهو متاح في معظم برمجيات تحليل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليل الصور. يمكن عادةً تدريب مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتقدمة على إجراء تحليل نافع للغطاء الأرضي. ومع ذلك، يُعد التصنيف حسب استخدام الأراضي أكثر تقدمًا، وقائمًا على التجربة إلى حد كبير، كما يتطلب تفعيل عناصر جغرافية مكانية إضافية - مثل تقسيم المناطق والخرائط المساحية - التي قد لا تكون موجودة بعد في بلدٍ ما. يتطلب إجراء الدراسات الخاصة باستخدام الأراضي خبرة تدريبية متخصصة لا تتوفر عادةً في مكاتب الإحصاء الوطنية (انظر الشكل رقم 2).

يمكن للوضع الحالي لتقنية تصنيف الصور أن يُكمِّل عملية إنشاء البيانات الجغرافية المكانية والاحتفاظ بها. ومع ذلك، من المستبعد أن تُغني مثل هذه البرمجيات الحاسوبية عن الحاجة إلى الرقمنة اليدوية التي تستغرق وقتًا طويلاً عند استخدام الصور لأغراض إعداد قوائم العناوين في المستقبل القريب.

جمع بيانات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ميدانيًا باستخدام الأجهزة النقالة

تُستخدَم الأجهزة النقالة في أنشطة إعداد القوائم الجغرافية منذ تسعينيات القرن العشرين[2]، عندما أصبحت تقنية نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) متاحة على نطاق واسع من خلال الأجهزة الميدانية المحمولة. وقد ساهمت هذه الأجهزة في تحسين دقة بيانات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الرقمية.

يمكن لأجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) الحالية المصممة لهذا الغرض جمع الخصائص المصاحبة للبيانات الجغرافية، ولكنها قد لا تدعم درجة تعقيد التصميم المطلوبة أثناء عملية إعداد القوائم الجغرافية المستخدمة في التعداد السكاني من دون إجراء تعديلات شاملة. يقتصر أيضًا استخدام أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) النقالة على المعالم التي يمكن الوصول إليها. تُعد المعالم الخطية، مثل الأنهار والطرق، صعوبات، حيث يجب أن يكون من السهل على طاقم العمل الميداني التنقل فيها. وتمثل عملية جمع المعلومات الخاصة بالحدود باستخدام أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) النقالة صعوبات أخرى عند غياب العلامات المادية الواضحة على الأرض.

[2] كان أول جهاز استقبال يدعم استخدام تقنية نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) متوفر تجاريًا هو Magellan Nav 1000، والذي صدر في مايو 1989.

ساهم ظهور الأجهزة اللوحية والهواتف الذكية التي تدعم تقنية نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في الجمع المتزامن للبيانات الجغرافية ذات السمات المعقدة وإنشاء العناصر الجغرافية أو تعديلها في الميدان. ويتضمن استخدام الأجهزة النقالة في إنشاء قوائم العناوين وتحديثات بيانات الحدود تقنيتين مترابطتين لكنهما متمايزتان:

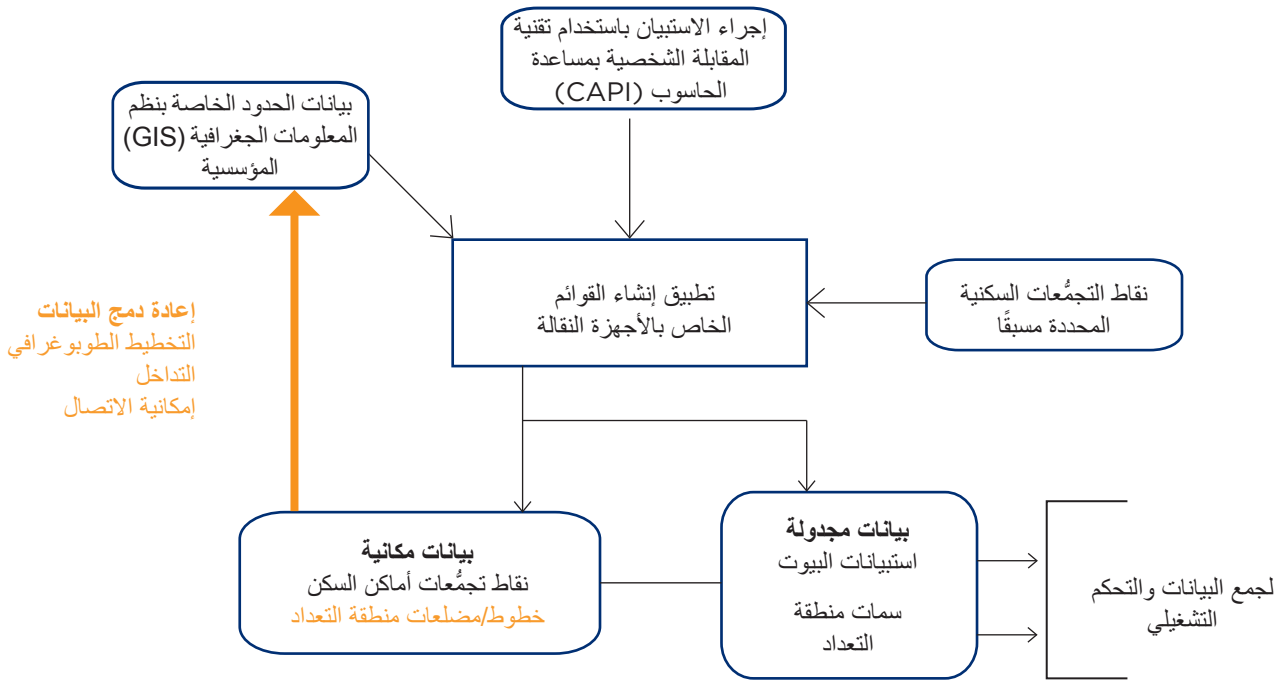
(1) نسخة المقابلة الشخصية بمساعدة الحاسب (CAPI) من الاستبيان الخاص بإنشاء قوائم العناوين و(2) واجهة المستخدم ومحرك المعالجة المتعلقين بمعالجة البيانات المكانية.

تُعد التطبيقات المُخصَّصة ضرورية للاستخدام في الأجهزة النقالة من أجل استخلاص البيانات المكانية والبيانات الديموغرافية معًا.

يمكن لتطبيقات إنشاء القوائم الجغرافية المخصصة للأجهزة اللوحية والهواتف الذكية، من خلال تشغيلها بواسطة برمجيات تدعم البيانات الجغرافية، الوصول إلى جميع العناصر الأولية الجغرافية ومعالجتها (النقاط والخطوط والمضلَّعات) التي تظهر على الشاشة باستخدام خريطة معالم أساسية (صور مُلتَقطة بالقمر الصناعي أو خريطة مرجعية) لتوجيه المستخدم الميداني. تجمع هذه التطبيقات البيانات لتقسيم مجموعات البيانات الخاصة بنقاط تجمُّعات المباني إلى أماكن سكن فردية، وتحدد عدد الوحدات السكنية، وتجمع البيانات على مستوى البيوت.

من السهل نسبياً جمع البيانات النقطية ومعالجتها على الأجهزة النقالة. لكن معالجة بيانات الحدود في الميدان تضيف مستوى كبيرًا من التعقيد إلى كل من برنامج إنشاء القوائم وطريقة سير العمل لإعادة دمج البيانات المُجمَّعة في الميدان مرة أخرى في التسلسل الهرمي الجغرافي. تتطلب إعادة دمج بيانات الخطوط أو بيانات المضلعات التي عولِجَت في الميدان تطبيق طريقة سير عمل متقدمة تضمن الحفاظ على التخطيط الطوبوغرافي للتسلسل الهرمي للحدود المتداخلة. بالإضافة إلى ذلك، في حالة تعديل العديد من المستخدمين لهذه البيانات في آنٍ واحد، قد يتطلب الأمر الحصول على أحد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية (انظر القسم التالي) لإدارة عملية تدفق البيانات على نحوٍ فعال. يوضح الشكل رقم 3 العناصر باللون البرتقالي المطلوبة عندما يتضمن تطبيق إنشاء القوائم تحديثًا ميدانيًا للبيانات الإحصائية للحدود. هناك حل أكثر بساطة يجب على مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) مراعاته، وهو استخدام صور حديثة عالية الدقة لمعظم تحديثات حدود المنطقة المشمولة في التعداد.

الشكل رقم 3.
تدفق البيانات بين تقنية عملية إعداد القوائم



المصدر: U.S. Census Bureau.

ومن الاعتبارات المهمة الأخرى عند استخدام الأجهزة النقالة في عمليات التعداد السكاني والاستبيانات دقة الجهاز في تحديد المواقع، ونظام التشغيل. صُمِّمَت الأجهزة اللوحية والهواتف الذكية لتكون في الأساس أجهزة اتصال للاستخدامات اليومية، ولذلك قد تكون خاصية دقة تحديد المواقع فيها منخفضة. يجب على مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) التشاور مع موردي الخدمات التقنية لتوثيق دقة تلك الأجهزة وإجراء اختبارات ميدانية في بيئات مختلفة (مثل المدن، والضواحي، والمناطق الريفية). كما يجب على مكاتب الإحصاء الوطنية (NSO) أيضًا تقييم احتياجاتها وفقًا للبرمجيات المتاحة لمختلف أنظمة تشغيل الأجهزة النقالة، مثل Android وiOS وWindows.

نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية وإدارة البيانات المكانية

يُنصَح بإنشاء وحماية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية من أجل عملية إنشاء القوائم الجغرافية في مرحلة مبكرة من تخطيط برنامج التعداد السكاني. تشير كلمة "المؤسسية" إلى الهيئة أو المؤسسة، وتضمن نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية تدفق البيانات بسهولة بين الفرق والأفراد من دون المساس بجودة أو أمان البيانات.

يمكن لقاعدة البيانات المكانية المؤسسية (أو قاعدة البيانات الجغرافية) تخزين البيانات المكانية ومعالجتها، وتُدار عادةً من خلال نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية (RDBMS). يمكن أن يقتصر الوصول إلى قاعدة البيانات هذه على مجموعة عمل محددة (مثل طاقم عمل نظم المعلومات الجغرافية (GIS))، أو يمكن أن تكون متاحة لجميع العاملين في مكتب الإحصاء الوطني، ومن الممكن أن تكون متاحة أيضًا عبر بوابة إنترنت آمنة، وفقًا لمتطلبات عملية إعداد القوائم المستهدفة.

تضمن نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية تدفق البيانات بسهولة بين الفرق والأفراد دون المساس بجودة أو أمن البيانات.

سيتعين على مكاتب الإحصاء الوطنية الاختيار بين البرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية أو البرمجيات المجانية مفتوحة المصدر (FOSS) عند تنفيذ إطار نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية الخاص بعملية إعداد القوائم الجغرافية. وكما هو موضَّح في الشكل رقم 4، فإن لكل خيار نقاط قوة ونقاط ضعف. ينبغي لمكاتب الإحصاء الوطنية مناقشة الاعتبارات المتعلقة بهذه البرمجيات مع موظفيها (في حالة تطوير البرمجيات داخليًا) أو مع مورد الخدمات التقنية الذي تختاره (في حالة التعاقد مع جهة خارجية) في وقت مبكر من عملية التخطيط للتعداد السكاني. وبغض النظر عن الاستعانة بالبرمجيات مفتوحة المصدر أو استخدام البرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية، يجب على مكاتب الإحصاء الوطنية التأكد من إمكانية حماية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية طوال مدة عملية التعداد السكاني أو إجراءات الاستبيان وما بعدها.

يمكن استخدام البرمجيات مفتوحة المصدر والبرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية في عناصر مختلفة من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المؤسسية، فالعديد من هذه العناصر قابل للتشغيل التبادلي، ما يعني أنه يمكن لمكاتب الإحصاء الوطنية استخدام أحد حلول البرمجيات مفتوحة المصدر لعنصر ما، بينما تستخدم أحد حلول البرمجيات التجارية مُسَجَّلة

الشكل رقم 4.

الفروق الرئيسية بين البرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية والبرمجيات المجانية مفتوحة المصدر (FOSS)

	البرمجيات المجانية مفتوحة المصدر (FOSS)	البرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية
رسوم الترخيص	لا يوجد.	قد تكون هناك رسوم تُدفع مقدمًا أو رسوم صيانة سنوية.
رمز المصدر	إمكانية الوصول الكامل، ما يتيح خيارات أكثر لمطوري البرمجيات لتعديل الخصائص حسب الحاجة. ليست كل البرمجيات المجانية مفتوحة المصدر.	ليست مفتوحة للعامة، ومحمية بموجب حقوق الطبع والنشر.
سهولة الاستخدام	قد تعتمد بشكل كبير على واجهة سطر الأوامر ومعرفة لغة برمجة المستخدم، ما يتطلب المزيد من الخبرة.	عادةً ما تكون واجهة رسومية سهلة الاستخدام، وتتطلب خبرة أقل.
الدعم الفني	يقتصر الاستخدام على المستخدمين على الإنترنت؛ ربما يكون الدعم المخصص متاحًا للشراء من مورد خدمات خاص.	عادةً ما تكون متاحة مباشرة من جهة نشر البرمجيات.

المصدر: U.S.Census Bureau.

المِلْكِيَّة غير المجانية عنصرًا آخر، وذلك وفقًا لمتطلبات سير العمل. يوضح الشكل رقم 5 أمثلة على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المعروفة التي تستخدم البرمجيات مفتوحة المصدر والبرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية.

عادةً ما تستضيف مكاتب الإحصاء الوطنية الحلول السابقة في الخوادم الموجودة في مواقع العمل أو من خلال خدمة حوسبة سحابية، وتتطلب تلك الحلول إدارة مباشرة من مكاتب الإحصاء الوطنية، أو أحد موردي الخدمات التقنية المُتعاقَد معهم. ومع ذلك، تم تصنيف مجموعة ناشئة من الحلول البديلة في الشكل رقم 5 باعتبارها خدمات إدارة نظم المعلومات الجغرافية (GIS). تُعد هذه الحلول مزيجًا من قواعد البيانات والخوادم وخرائط الويب، وتقدم درجات متفاوتة من القدرات الوظيفية. يمكن أن تساعد حلول خدمات إدارة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) على تقليل رأس المال البشري والمادي المطلوب لاستضافة البيانات الجغرافية المكانية وتقليل تكاليف التشغيل. ومع ذلك، توفر خدمات إدارة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) قدرًا من التحكُّم والتخصيص حسب الحاجة أقل من حلول الخوادم الموجودة في مواقع العمل، وقد تكون مناسبة لمرحلة النشر في دورة حياة التعداد السكاني أو إجراءات الاستبيان أكثر من المرحلة التشغيلية.

تقييم قدرات موظفي نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبناؤها

تتطلب التقنيات الجغرافية المكانية الناشئة التي تناولها هذا الموجز إعادة النظر في المهارات الفنية التي يمتلكها موظفو نظم المعلومات الجغرافية العاملون في مكاتب الإحصاء الوطنية.

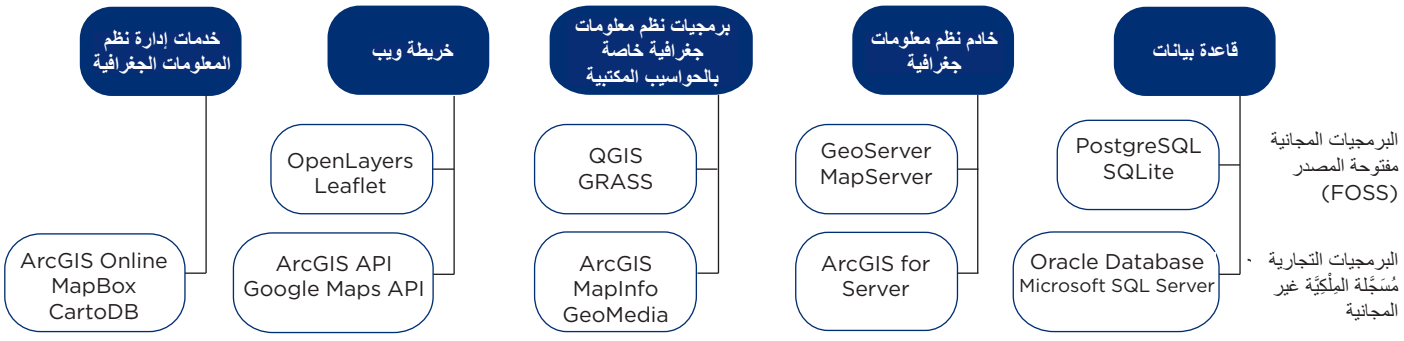
كان الجغرافيون ورسامو الخرائط يمتلكون عادةً مجموعة من المهارات المتداخلة: حيث كان الجغرافيون يؤدون مهامَّ مثل وضع تصنيفات المناطق الجغرافية وتحليل الاتجاهات الديموغرافية المكانية، بينما كان رسامو الخرائط يرسمون الخرائط المستخدمة في الأنشطة الميدانية ومواد النشر. لكن أدت زيادة استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالحواسيب المكتبية إلى التقارب بين هاتين المهنتين مع انخفاض الوقت والجهد اللازمين لعمل الخرائط.

على الجانب الآخر، تطورت المهارات المطلوبة لتطبيق التقنيات الجغرافية المكانية الحديثة (الشكل رقم 6). لذلك، يجب أن يتمتع الموظفون بالقدرة على التشغيل الآلي لعمليات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) باستخدام لغات البرمجة النصية، أو تصميم قواعد البيانات لتخزين البيانات الجغرافية المكانية، أو إنشاء خرائط الويب التفاعلية. من الصعب توظيف فرد واحد يتمتع بجميع المهارات اللازمة للاستفادة من هذه التقنيات الجديدة، ولكن ليس لزامًا أن يصبح جميع موظفي نظم المعلومات الجغرافية العاملين في مكاتب الإحصاء الوطنية خبراء في كل هذه المهارات. ولذلك، ينبغي النظر بعناية في توزيع المسؤوليات بين موظفي نظم المعلومات الجغرافية، وفي نوع الخبرة اللازمة لتحقيق هدف معين. يُنشئ مديرو نظم المعلومات الجغرافية البارعون مجالات ذات مهارات متنوعة مع تشجيع عناصر التفاهم والتعاون والتآزر فيما بين المجالات المختلفة. يجب على المديرين أيضًا تشجيع موظفي نظم المعلومات الجغرافية على تطبيق مهارات حل المشكلات بشكل مستقل، والحرص على

> يُنشئ مديرو نظم المعلومات الجغرافية البارعون مجالات ذات مهارات متنوعة مع تشجيع عناصر التفاهم والتعاون والتآزر فيما بين المجالات المختلفة.

الشكل رقم 5.

أمثلة على مكونات برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المؤسسية



المصدر: U.S. Census Bureau.

الشكل رقم 6.

مجالات الخبرة المطلوبة للتطبيق الناجح لتقنيات نظم المعلومات الجغرافية الجديدة

المصدر: U.S. Census Bureau.

ممارسة التعليم الذاتي، مع مراعاة الطبيعة التقنية العالية وسريعة التطور لنظم المعلومات الجغرافية.

التعاقد مع جهات خارجية

بعد تقييم قدرات موظفي نظم المعلومات الجغرافية العاملين في مكاتب الإحصاء الوطنية، ربما يتعذَّر من الناحية العملية تطوير مهارات الموظفين اللازمة لبناء نظام كامل لإعداد القوائم الجغرافية ودمجه واستخدامه. في هذه الحالة، يمكن لمكتب الإحصاء الوطني التعاقد مع مورد خدمات خاص لإسناد مهمة تصميم هذا النظام إليه. يجب أن يكون الهدف الأساسي من التعاقد مع جهة خارجية هو الاستعانة مؤقتًا بمهارات معينة غير متاحة داخل مكتب الإحصاء الوطني، أو تسليح الموظفين المتاحين بمجموعة معينة من المهارات. ينبغي مراعاة الإرشادات التالية عند التعاقد مع جهة خارجية:

1. يجب عدم ترك التحكم الكامل في تصميم النظام وتطويره لمورد الخدمات المُتعاقَد معه. يجب أن تظل مسؤولية النجاح النهائي لعملية إعداد القوائم أو فشلها على عاتق مكتب الإحصاء الوطني، لا مورد الخدمات. لذلك، يجب على مكتب الإحصاء الوطني أن يفهم الحل التقني الجاري تنفيذه والمخاطر المرتبطة به.

> يجب أن تظل مسؤولية النجاح النهائي لعملية إعداد القوائم أو فشلها على عاتق مكتب الإحصاء الوطني، لا مورد الخدمات.

2. الاستفادة من المعرفة المؤسسية التي يتمتع بها موظفو نظم المعلومات الجغرافية ممن لديهم خبرة في عمليات تحديث الحدود الإحصائية وإعداد قوائم العناوين.
3. توثيق سير العمل الخاص بتحديث خرائط التعداد قبل استخدام التقنيات الجغرافية المكانية الجديدة، واستخدام طرق سير العمل تلك لتصميم نظام إعداد قوائم العناوين بالتعاون مع مورد الخدمات.
4. عدم السماح للتقنيات بقيادة عملية تصميم نظام إعداد القوائم.

يجب أن تضع مكاتب الإحصاء الوطني في حسبانها الأمور المستقبلية المتعلقة بإجراءات الصيانة، وقابلية التوسع، ومهارات طاقم العمل عند التفكير في التعاقد مع أحد موردي الخدمات. غالبًا ما يكون موردو الخدمات متخصصين في أنظمة البرمجيات التجارية مُسَجَّلة المِلْكِيَّة غير المجانية أو أنظمة البرمجيات المجانية مفتوحة المصدر.

اعتبارات أخرى مهمة

هناك مخاطر مرتبطة باستخدام التقنيات الجديدة. قد لا يرحب الموظفون الحاليون بالتغييرات التي تطرأ على طرق سير العمل التي اعتادوا عليها، وربما يعترضون على استخدام التقنيات الجديدة. بالإضافة إلى ذلك، يتطلب استخدام التقنيات الجديدة الاستثمار في أمن البيانات وتدريب الموظفين لمنع فقدان البيانات الفردية الحساسة.

ينبغي أيضًا اختبار التقنيات الجديدة بدقة وعناية قبل تعميم استخدامها. يجب تضمين هذه الاختبارات في الجدول الزمني للمشروع، وتوفير الوقت الكافي لإجراء التحسينات اللازمة قبل التنفيذ. إذا أظهرت الاختبارات أن أحد الحلول البرمجية لن يكون جاهزًا في الوقت المناسب لتنفيذ العملية، فيجب توفير خطة بديلة لضمان إكمال العملية بنجاح.

يؤدي موظفو ومديرو نظم المعلومات الجغرافية وكبار قادتها أدوارًا حاسمة، ويتشاركون المسؤولية عن ضمان نجاح تطبيق التقنيات الجديدة في مكاتب الإحصاء الوطنية.

المراجع

Jensen, John R., *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective,* Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2006.

_____, *Introductory Digital Image Processing*, Third Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2005.

Longley, Paul A., Michael F. Goodchild, David J. Maguire, and David W. Rhind, *Geographic Information Systems and Science,* Third Edition, Wiley, Hoboken, NJ, 2011.

United Nations Statistics Division, *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses,* Revision 3, United Nations Publications, New York, 2015.

_____, *Handbook on Geospatial Infrastructure in Support of Census Activities*, United Nations Publications, New York, 2009.