أنظمة المعلومات الجغرافية

مايكل ف. جودتشايلد

ترجمة بتصرف
أ.د. مضر خليل عمر

مقدمة

تُعد أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) حزم برمجية ضخمة توفر مجموعة واسعة من الوظائف لإنشاء وتجميع وتكامل وتحويل وتصور وتحليل وتخزين المعلومات المتعلقة بسطح الأرض والمناطق القريبة منه. تربط هذه الأنظمة المواقع الجغرافية بخصائص معينة ، مثل درجة الحرارة أو الكثافة السكانية أو استخدام الأراضي أو الارتفاع ، وغالبًا ما تشمل بُعد الزمن . تُستخدم هذه الأنظمة على نطاق واسع اليوم لدعم الأبحاث في علم الجغرافيا ، وفي أي تخصص آخر يهتم بالظواهر على سطح الأرض أو بالقرب منه (لمزيد من المعلومات حول أنظمة المعلومات الجغرافية، ينظر لونغلي وآخرون، 2001) . لم يكن من المألوف لدى مطوري هذه الأنظمة ومستخدميها الأوائل أن تُثير أنظمة المعلومات الجغرافية تساؤلات أخلاقية أو فلسفية ، إذ كانوا ينظرون إليها كأداة محايدة ، تمامًا كما ننظر إلى الحاسبة أو أي جهاز منزلي .

لكن في السنوات الـ 15 الماضية ، ظهر نقد اجتماعي واسع النطاق ، وبدأ مستخدمو أنظمة المعلومات الجغرافية في طرح أنواع جديدة من الأسئلة . يتناول هذا الفصل هذا النقد وتداعياته . يبدأ الفصل بتاريخ موجز لأنظمة المعلومات الجغرافية ، ثم يقارن بين النهج المحايد في السنوات الأولى والنهج الأكثر تركيزًا على الإنسان الذي يُميز هذا المجال الآن . ويشير الفصل أيضًا إلى التحول الذي طرأ على أنظمة المعلومات الجغرافية منذ انتشار الإنترنت في منتصف التسعينيات ، والذي ينظر إلى هذه الأنظمة كوسيلة لتواصل المعرفة ، بدلاً من كونها أداة تحليلية شخصية . يستعرض الفصل الأساسيات الفلسفية لهذا التحول وتداعياته على مستقبل أنظمة المعلومات الجغرافية . ويركز الجزء الأخير على حدود أنظمة المعلومات الجغرافية وإمكانيات تطويرها .

تاريخ موجز لأنظمة المعلومات الجغرافية ،

استخدم البشر تقنيات المعلومات لتخزين ومعالجة المعلومات الجغرافية منذ قرون ، قبل ظهور الحواسيب الرقمية في القرن العشرين . فالورق شكل من أشكال تقنية المعلومات ، والخرائط الورقية طريقة قديمة لتمثيل المعرفة عن سطح الأرض . على الرغم من أن الخريطة الورقية طريقة معقدة نوعًا ما لتنظيم المعلومات الجغرافية ، إلا أنها قابلة للنسخ بكميات كبيرة وبأقل تكلفة ، كما تتميز بمزايا مهمة في توفير سهولة الوصول البصري ، وإمكانية قياس المسافات بدقة (مالينغ، 1989) . أما الأطلس فهو أكثر فعالية ، إذ يمكن ربط صفحاته عبر الفهارس ، ولكن كلا من الخريطة الورقية والأطلس لديهما حدود في قدرتهما على دعم التحليل التفصيلي للمعلومات الجغرافية أو القياس الدقيق .

وتوجد أمثلة مثيرة للاهتمام في التاريخ لتطورات تقنية في الخرائط الورقية البسيطة ، مثل الأطلس الذي يسمح بتراكب الصفحات المختلفة لمقارنة ومزج موضوعات مختلفة للمنطقة نفسها ، والأجهزة التي تسمح بقياس المساحة من الخريطة . وقد اشتهر ماك هارغ (1969) باستخدام طريقة التراكب اليدوي للخرائط ، باستخدام أدوات بسيطة . استُخدمت الشرائح الشفافة كوسيلة لدمج مختلف العوامل المؤثرة في قرارات

استخدام الأراضي المعقدة . إلا أن الإمكانات الحقيقية للحواسيب الرقمية في تسهيل تحليل المعلومات الجغرافية لم تظهر بوضوح إلا في أواخر السبعينيات . وبعد إدخال محتويات الخريطة في الحاسوب... عندما تُعرض الخرائط في شكل رقمي ، يصبح من السهل إجراء البرمجة للحصول على قياسات دقيقة للمساحات ، ودمج ومقارنة الموضوعات المختلفة ، وإجراء تحليلات إحصائية مفصلة.

إن جذور نظم المعلومات الجغرافية معقدة ، وهناك على الأقل أربعة مشاريع ، يعود تاريخها إلى ستينيات القرن الماضي ، يُمكن عدها بمثابة بدايات هذا النظام . يشير معظم المختصين إلى نظام المعلومات الجغرافية الكندي (CGIS) ، الذي صُمم حوالي عام 1965 كوسيلة للحصول على ملخصات وإحصاءات لأراضي كندا ، ضمن جهد اتحادي-إقليمي واسع النطاق لتقييم استخدام الأراضي الكندية وإمكاناتها . كان الهدف الرئيسي من CGIS حل مشكلتين تقنيتين بسيطتين : قياس دقيق لمساحات الأراضي ذات الاستخدام أو الإمكانات المتشابهة ، وتراكب ومقارنة الموضوعات المختلفة . من المثير للاهتمام أن تحليل التكلفة / المنفعة أظهر بوضوح الفائدة الإجمالية لتطبيق الحاسوب ، على الرغم من محدودية قدرات الحواسيب وتكلفة استخدامها العالية آنذاك .

ساهمت مشاريع أخرى في تطور نظم المعلومات الجغرافية ، منها دراسات النقل في منطقة شيكاغو ، ومحاولات رقمنة الجوانب الجغرافية لتعداد سكان الولايات المتحدة عام 1970 ، وتطبيق عملية التراكب التي وضعها ماك هارغ من قبل مصممي المظاهر الطبيعية . في جميع هذه الحالات ، رُئي أن نظم المعلومات الجغرافية هي حل تقني فعال من حيث التكلفة لمشكلة إدارية بسيطة . شهدت السبعينيات ابتكارات سريعة وحلولًا لمجموعة واسعة من المشاكل التقنية التي كانت تعيق نجاح نظم المعلومات الجغرافية . مع ذلك ، ظلت تكلفة الحواسيب مرتفعة ، ولم تصبح نظم المعلومات الجغرافية شائعة كبرنامج حاسوبي قياسي في الوزارات والجامعات والشركات الخاصة إلا في أوائل الثمانينيات .

ساهم ابتكاران رئيسيان في نجاح نظم المعلومات الجغرافية تجاريًا : تطوير أنظمة إدارة قواعد البيانات ، التي أخذت على عاتقها إدارة البيانات ، مما سمح لمصممي نظم المعلومات الجغرافية بالتركيز على القياس والتحليل . وانخفض سعر أجهزة الحاسوب بشكل كبير مع ظهور أجهزة الحاسوب الصغيرة . واليوم ، وبطبيعة الحال ، أصبح متوسط سرعة أجهزة الحاسوب المكتبية أعلى بكثير، بينما انخفض سعرها بشكل ملحوظ . وبمجرد وضع الأساسيات اللازمة لمعالجة نوع معين من المعلومات ، يصبح بإمكان المبرمجين إضافة وظائف جديدة بسرعة وسهولة وبأقل تكلفة . وعلى مدى العقود الثلاثة الماضية ، شهدت تقنية نظم المعلومات الجغرافية نموًا هائلاً .

اليوم ، تتميز نظم المعلومات الجغرافية بقدرتها على معالجة جميع أنواع المعلومات الجغرافية الرئيسية ، بالإضافة إلى إمكانية تنفيذ مجموعة واسعة من الوظائف ، بدءًا من التصور وتحويل البيانات وصولًا إلى التحليل والتصوير التفصيلي . وقد ساهمت هذه القدرات ، إلى جانب انخفاض تكلفة استخدام نظم المعلومات الجغرافية ، في تبنيها على نطاق واسع لأغراض متعددة ، بدءًا من الإدارة والبحث العلمي وصولًا إلى التعليم وصياغة السياسات . وباتت نظم المعلومات الجغرافية ضرورية في أي مجال يتعلق بسطح الأرض أو ما تحته ، وتُعد من البرامج الأساسية ، إلى جانب برامج الإحصاء وبرامج البريد الإلكتروني وبرامج معالجة النصوص ، في مجال تقنية المعلومات .

ويكمن جوهر هذا الاعتماد المتزايد على نظم المعلومات الجغرافية في مبدأ بسيط : وهو أن التحليل العددي للبيانات الجغرافية يدويًا أمرٌ ممل وغير دقيق وكثير التكلفة . أصبح الحاسوب بمثابة أداة حسابية ، وخدمة أساسية للمحقق أو المسؤول . ربما كان من المثير للدهشة في الستينيات أن أجهزة الحاسوب المصممة أساسًا لإجراء عمليات حسابية معقدة يمكن أن تكون مفيدة لتحليل الخرائط ، وليس من قبيل الصدفة أن تطور نظم المعلومات الجغرافية تزامن مع توجه علماء الجغرافيا نحو التحليل الكمي . وقد أدرك علماء الجغرافيا الكميون بسرعة أهمية نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني ، كما استغلها علماء الإحصاء .

قدرة الحاسوب على إجراء التحليل الإحصائي (فوثيرينغهام وروجرسون، 1994؛ جودتشايلد، 1988؛ أو سوليفان وأونوين، 2003) ومع ذلك ، فإن سوق أنظمة المعلومات الجغرافية التجارية مدفوع بالبيع للمستخدمين ، وغالبًا ما كانت أكثر الأسواق ربحية لبرامج نظم المعلومات الجغرافية هي تلك التي تستخدمها لإدارة المخزون بدلاً من التحليل والتصوير المعقد . لذلك ، كان أحد أهم اهتمامات الأبحاث الأكاديمية في مجال نظم المعلومات الجغرافية خلال العقود الثلاثة الماضية هو المطالبة بقدرات تحليلية أفضل في البرامج التجارية . كما طورت الأوساط الأكاديمية برامج نظم معلومات جغرافية خاصة بها ، مصممة لتلبية احتياجات البحث الجغرافي .

ظهور النقد

بالنسبة للمستخدمين الأوائل ، كان نظام المعلومات الجغرافية مجرد أداة لإجراء عمليات آلية بسيطة . أما بالنسبة لمن قاموا بتصميمها أو فهموا كيفية عملها ، فكانت بالنسبة لهم مثل الآلة الحاسبة أو آلة الطباعة أو فرشاة الأسنان . أما بالنسبة لمن هم خارج هذا المجال ، فقد بدا الاهتمام بنظم المعلومات الجغرافية في أواخر الثمانينيات غامضًا وشبه مشبوه . بدا أن مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية يدّعون رؤية أنماط واتجاهات في البيانات لا يراها الآخرون . بدا أن طلاب دورات نظم المعلومات الجغرافية ينظرون إلى هذه الأنظمة كأجهزة معقدة ، دون الحاجة إلى فهم تفصيلي كما هو الحال في الحساب اليدوي أو القياس اليدوي .

في أواخر الثمانينيات ، بحثت سلسلة من مقالات برايان هارلي في فكرة أن الخرائط تكشف عن الأهداف الخفية لصانعيها (متاحة في مجموعة نُشرت بعد وفاته : هارلي، 2001) . حظي مفهوم تحليل الخرائط باهتمام كبير، لأنه تناول قضية جوهرية في علم الخرائط والجغرافيا : دور هذين المجالين في تكوين وتغيير علاقات القوة . كانت رسم الخرائط والمسح أدوات مهمة للقوى الإمبريالية في القرن التاسع عشر، **وقد ازدهر علم الجغرافيا دائمًا في أوقات الحرب ، استجابة لاحتياجات الجيوش من المعلومات والتحليلات الجغرافية التفصيلية .** تناول العديد من الباحثين موضوع هارلي ، ومنهم دنيس وود ، الذي أصدر كتابه "قوة الخرائط" (1992) بالتزامن مع معرض أقيم في متحف سميثسونيان ، والذي تضمن فصلاً بعنوان "من يحدد أجندة سياساتك ؟".

بدا في البداية أن نظم المعلومات الجغرافية ستكون بمنأى عن هذه الانتقادات ، التي كانت موجهة بشكل أساسي إلى علم الخرائط التقليدي . لكن سلسلة من الأوراق البحثية في أوائل التسعينيات أوضحت أن هذه الانتقادات ، وغيرها الكثير، يمكن توجيهها إلى نظم المعلومات الجغرافية . ركز تايلور (1990) على مفهوم نظم المعلومات الجغرافية بكونها مجرد قائمة بالحقائق المتعلقة بسطح الأرض ، واختلاف هذا التركيز عن الاهتمام التقليدي والأكثر جوهرية في علم الجغرافيا الأكاديمي ، والذي يركز على أشكال المعرفة الأكثر

تعقيداً ، لا سيما تأثير العمليات البشرية والطبيعية على المظاهر الطبيعية ، واهتمام علم الجغرافيا الإنساني المعاصر بعلاقات القوة .

بالنسبة لتايلور ، بدا أن نظم المعلومات الجغرافية تقتصر على التفاصيل البسيطة ، ومن غير المرجح أن تساهم في فهم العالم في علم الجغرافيا ؛ بل المطلوب هو أنظمة المعرفة الجغرافية . علاوة على ذلك ، بدا **أن نظم المعلومات الجغرافية امتداد مباشر للاتجاه السائد في الستينيات والسبعينيات نحو منهج علمي في علم الجغرافيا ، تحت مظلة المنهجية الوضعية**، وتجاهلها للانتقادات الشديدة لهذا المنهج : إنها "تأر الوجوديين" (ينظر رد فعلي ، جودتشايلد، 1991؛ والنقاش المطول بين تايلور وأوبنسو في أوبنسو، 1991؛ 1992؛ تايلور وأوفرتون، 1991). أضاف سميث (1992) مزيداً من الوقود إلى نار الانتقاد في ورقة بحثية تناولت الجانب العسكري . وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال الاستخبارات . وكما ذكرنا سابقاً ، فإن علم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية لهما أهمية خاصة في مجال الحروب ، ومن الممكن تتبع العديد من التطورات التقنية في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد إلى التطبيقات العسكرية .

فقد تطور الاستشعار عن بعد كنشاط لجمع المعلومات الاستخبارية خلال الحرب الباردة ؛ ويعود الكثير من التقدم في علم القياسات الأرضية الحديثة إلى الحاجة إلى استهداف دقيق للصواريخ الباليستية بعيدة المدى ؛ كما تم تطوير الكثير من تقنيات التمثيل الرقمي للمناطق في دعم برامج الصواريخ المجنحة ؛ وهكذا . لاحظ سميث غياب الدراسات الأكاديمية المفتوحة حول تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية العسكرية ، وعدم الرغبة في الاعتراف بجذورها العسكرية ، وادعى أن مطوري نظم المعلومات الجغرافية يتحملون بعض المسؤولية عن استخدام هذه التقنية ، في إشارة إلى النقاشات حول مشروع منهاتن بين القادة العلميين في ذلك الوقت . هل يتحمل مطورو التقنية مسؤولية الاستخدامات النهائية لهذه التقنية، أم أن تطويرها محايد من الناحية القيمية ، بغض النظر عن استخداماته النهائية ؟ وقد اشتد هذا النقاش خلال التسعينيات مع ظهور تفاصيل حول الروابط التاريخية الوثيقة بين نظم المعلومات الجغرافية والمجتمع العسكري والاستخباراتي .

درس كلاود وكلارك (1999) برنامج قمر الأقمار الصناعية الاستخباراتي كورونا في الستينيات ، ووثقا العلاقة الوثيقة بين هذا البرنامج السري ورسم الخرائط المدنية ، ومدى اعتماد التقدم التقني المبكر في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد على الأبحاث السرية . كان إصدار كتاب جون بيكلز "الحقيقة الميدانية" عام 1995 من أهم الأحداث في هذه الفترة المبكرة ، مع ازدياد وتيرة الانتقادات . تناولت فصول هذا الكتاب العديد من النقاط السابقة ، مع إضافة أبعاد جديدة ، مثل الدور المحتمل لنظم المعلومات الجغرافية في المراقبة وانتهاك الخصوصية (كاري، 1997؛ 1998). كان بعضها خاطئاً ، انطلاقاً من افتراضات سطحية حول نظم المعلومات الجغرافية .

على سبيل المثال ، تم التركيز كثيراً على تمثيل الظواهر الجغرافية كطبقات ، وهو رمز شائع لنظم المعلومات الجغرافية ، ولكنه ليس شرطاً أساسياً في تمثيلها . وبالمثل، رُكِّزَ كثيراً على حدود التصنيف الدقيق ، وهو ممارسة ورثناها من خرائط استخدام الأراضي ، وغطاء الأراضي ، ونوع التربة ، على الرغم من أن نظم المعلومات الجغرافية تتيح ، في جوهرها ، للباحثين تجاوز هذه القيود إلى تصنيفات غير دقيقة وأساليب أخرى أقل تحيزاً للواقع الجغرافي (بوروه وفرانك، 1996) . باختصار، ركّز النقاد على موضوعين : حدود تمثيلات نظم المعلومات الجغرافية ، وعدم قدرتها على تمثيل جوانب الظواهر المهمة للباحثين ، وتأثير هذه الحدود على علاقات القوة ؛ واستخدام نظم المعلومات الجغرافية لأغراض غير أخلاقية أو ضارة أو تحكمية أو غير مقبولة . وكلا الموضوعين لهما أهميتهما ، وقد بُذِلَ منذ ظهورهما جهودٌ كبيرة لمعالجتهما . كما تم

توضيح هذه الانتقادات ، ومن المرجح أن تصبح المفاهيم البسيطة حول نظم المعلومات الجغرافية أقل شيوعاً . نشر باركليز (1999) دراسة شاملة حول هذا النقاش ونتائجه ، كما قدمت مقابلتي مع شوورمان (1999) نظرة عامة . عُقدت مؤتمرات حول السياق الاجتماعي وتأثيرات نظم المعلومات الجغرافية ، وتراكمت بحوثٌ كثيرة ، ويتضمن هذا الموضوع معظم برامج الأبحاث المنشورة في مجال نظم المعلومات الجغرافية (UCGIS، 1996) .

اليوم ، اختفى إلى حد كبير مفهوم نظم المعلومات الجغرافية كأداة مساعدة للباحث ، تقوم بأعمال روتينية لا قيمة لها ، بينما أصبح المستخدمون أكثر وعياً بالسياق الاجتماعي لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، والطابع التقديري لبعض وظائفها ، وصعوبة تحقيق الموضوعية العلمية المطلقة . من ناحية أخرى ، يوافق معظم مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية على أن الموضوعية هدفٌ مهم ، ويجب بذل كل جهد ممكن للالتزام بأصول العلم قدر الإمكان . ويجادلون بأن هذا هو السبيل الوحيد لضمان فهم عمل أحد المستخدمين من قبل الآخر، ولإقناع المجتمع أو المحكمة بأن هذا النهج معقول ومناسب لحل المشكلة . ومن أهم المواضيع التي طرحها النقاش حول نظم المعلومات الجغرافية ، مشاركة الجمهور في استخدامها (PPGIS)، أي دراسة استخدام نظم المعلومات الجغرافية في عملية صنع القرار المجتمعي .

نشأ الاهتمام بـ PPGIS من الفرضية الاتية : في بدايات استخدام نظم المعلومات الجغرافية ، كانت الأجهزة والبرامج اللازمة متاحة فقط للجهات الحكومية والشركات الكبرى بسبب تكلفة عالية . وكانت البيانات الجغرافية اللازمة لتغذية نظم المعلومات الجغرافية تُنتج من قبل الحكومة ، عبر وكالات مثل هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية ، وذلك مرة أخرى بسبب التكلفة العالية والخبرة المطلوبة . وبالتالي ، كانت وجهات النظر التي قدمتها نظم المعلومات الجغرافية هي وجهات نظر القوى المهيمنة ، وأصبحت أداة لتكريس هذه السيطرة .

لقد صُممت نظم المعلومات الجغرافية لتضمين وجهة نظر واحدة فقط ، والتي عدها القائمون عليها هي الحقيقة المطلقة . في الواقع ، العديد من المتغيرات الجغرافية غير دقيقة ، ولا تستوفي معايير العلم ، فمثلاً ، إذا طلب من خبيرين رسم خريطة مستقلة للمنطقة نفسها ، فلن ينتجوا خريطتين متطابقتين . فماذا سيحدث إذا أعيد تصميم نظم المعلومات الجغرافية من الصفر، لتكون أداة لإدارة وجهات نظر متعددة ، بدلاً من فرض وجهة نظر واحدة ؟ سُمي هذا المفهوم "GIS/2"، وقد شاع الاهتمام بالبحث في تصميمه ، وتطور موضوع صنع القرار في المجتمعات المتنوعة ليصبح مجال بحث PPGIS. وقد تم تحقيق تقدم في فهم كيفية إنشاء المعلومات الجغرافية في المجتمعات ، وكيفية اتخاذ القرارات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في بيئات معقدة ، وكيفية تحديد وجهات النظر المتعددة وتخزينها وعرضها في نظم المعلومات الجغرافية . وكيف تؤثر أنظمة المعلومات الجغرافية وتقنيات المعلومات الأخرى على ميزان القوى داخل المجتمعات (كراغ وآخرون، 2002؛ جانكوفسكي ونييرغيس، 2001؛ ثيل، 1999) .

تأثير الإنترنت

على الرغم من أن أولى محاولات ربط أجهزة الحاسوب عبر شبكات واسعة النطاق كانت في الستينيات ، إلا أن انتشار استخدام الإنترنت وخاصة اختراع الشبكة العنكبوتية العالمية في أوائل التسعينيات كان مفاجئًا لمعظم المراقبين . في أقل من عقد من الزمن ، غيرت تقنيات الشبكات عالم الحوسبة تغييرًا جذريًا ، وخلقته طلبًا هائلًا حيث لم يكن هناك طلب سابق ، وساهمت في إعادة تعريف الاقتصاد الحديث . ولم يكن

التأثير أكثر وضوحًا من ذلك في مجال أنظمة المعلومات الجغرافية ، حيث مكنت هذه التقنيات الجديدة من ظهور صناعة جديدة واسعة النطاق مخصصة لمشاركة ونشر المعلومات الجغرافية (بينغ وتسو، 2003؛ بليوي، 1997) . في السنوات الأولى لأنظمة المعلومات الجغرافية ، كان يتعين بذل جهد كبير لتحويل البيانات الورقية والصور إلى شكل رقمي . أما اليوم ، فلا يتطلب معظم مشاريع أنظمة المعلومات الجغرافية تحويلًا واسع النطاق للبيانات ، لأن البيانات اللازمة متاحة تقريبًا في شكل مناسب على الإنترنت.

تم تطوير العديد من التقنيات الجديدة خلال العقد الماضي لتسهيل مشاركة البيانات ، ومنها المكتبات الرقمية ، ونوع خاص منها يسمى المكتبة الجغرافية (مجلس الأبحاث الوطني، 1999) ، وهي عبارة عن مجموعة من عناصر المعلومات يمكن البحث فيها حسب الموقع الجغرافي . وبما أن هذا كان مستحيلًا تقريبًا قبل عصر الإنترنت ، فإن المكتبات الجغرافية تمثل ابتكارًا مهمًا في عصر الإنترنت . مكتبة ألكسندريا الرقمية في جامعة كاليفورنيا ، سانتا باربرا (http://www.alexandria.ucsb.edu) مثال على المكتبة الجغرافية ، وتوفر حاليًا الوصول إلى ملايين عناصر المعلومات .

المعايير...

تم تطوير معايير لوصف مجموعات البيانات ، مما مكن من إنشاء قوائم ضخمة وسجلات ، وإجراءات آلية للبحث في هذه القوائم عبر الأرشيفات الموزعة . يعد مركز البيانات الجغرافية الوطني (http://www.fgdc.gov/clearinghouse/clearinghouse.html) مثالاً على مكتبة البيانات الجغرافية التي تستخدم تنسيق بيانات وصفية قياسيًا لربط مئات الأرشيفات من البيانات الجغرافية ، مما يسمح بالبحث في جميعها بعملية واحدة . تم وضع معايير لدعم طلبات البيانات الجغرافية الآلية من الأرشيفات البعيدة (http://www.opengeospatial.org) ، مما يسمح لمستخدمي نظم المعلومات الجغرافية بالوصول إلى البيانات البعيدة بسهولة مثل البيانات المخزنة على القرص الصلب الخاص بهم.

وبجانب هذه التطورات التقنية ، كان للتحولات المؤسسية التي حدثت في العقد الماضي أهمية بالغة . إن السياسة الوطنية الأمريكية المتعلقة بإنتاج البيانات الجغرافية ونشرها مُنظمة الآن ضمن البنية التحتية الوطنية للبيانات المكانية (مجلس الأبحاث الوطني، 1993) ، وهي مجموعة من الاتفاقيات والبروتوكولات التي تُنسقها الحكومة الفيدرالية من خلال اللجنة الفيدرالية للبيانات الجغرافية (http://www.fgdc.gov). وتشمل هذه المعايير مفهوم "العمل الجماعي" : حيث ينبغي أن يكون إنتاج البيانات الجغرافية موزعا ، ويتم على نطاق يتناسب مع الاحتياجات المحلية ، مع توفير تكنولوجيا المعلومات لدمج هذه البيانات في نظام متكامل. وينبغي توزيع عملية الإنتاج على مختلف مستويات الهيكل الإداري ، والتعاون مع القطاع الخاص، في إطار ترتيبات تُعيّد هيكلة النظام المركزي القديم لإنتاج البيانات من قبل الحكومة الفيدرالية .

جادل كل من سوي وأنا (جودتشايلد، 2000؛ سوي وجودتشايلد، 2001، 2003) بأن هذه التغييرات تمثل تحولاً جوهرياً في نظام المعلومات الجغرافية ، من النموذج القديم الذي كان يركز على تقديم خدمة متكاملة لمستخدم واحد يجلس أمام جهاز كمبيوتر، إلى نموذج جديد يجعل نظام المعلومات الجغرافية وسيلة للتواصل وتبادل المعرفة حول سطح الأرض . ويشمل هذا التحول أيضاً تحولاً في التركيز التقني ، من الأداء المحلي إلى نطاق الشبكة ، فضلاً عن اهتمام متزايد بقضايا التوافق الدلالي بدلاً من الاهتمام السابق بالتوافق النحوي : باختصار، **يتطلب تبادل المعلومات فهمًا مشتركًا للمعنى ، بالإضافة إلى مجموعة من المعايير**

الموحدة. ومن هذا المنظور الجديد ، يتقلص دور التحليل المكاني إلى دور ثانوي ، كوسيلة لتعزيز الرسالة ، ولفت الانتباه إلى الأنماط والانحرافات في المعلومات الجغرافية التي قد لا يلاحظها مستلمو المعلومات .

ومن منظور النقد الاجتماعي ، فإن التركيز على التواصل عبر المعلومات الجغرافية يثير مجموعة من الأسئلة المهمة :

- هل توجد أنواع من المعلومات الجغرافية لا يمكن تمثيلها في نظام المعلومات الجغرافية ، أو التي لا يتوافق نظام المعلومات الجغرافية معها ، وبالتالي لا يمكن تبادلها عبر هذا النظام ؟
- هل من الممكن تصنيف أنواع المعلومات الجغرافية حسب سهولة تمثيلها وتواصلها؟
- وإلى أي مدى يفرض نظام المعلومات الجغرافية نفسه كمرشح ، مقارنة بوسائل الاتصال الأخرى ، مثل الكلام أو الكتابة؟

توفر تقنيات مثل مركز البيانات الجغرافية الوطني بوابة واحدة على الإنترنت للوصول إلى مجموعة موزعة من الأرشيفات . وقد حفز هذا المفهوم ، القائم على قدرة تقنية المعلومات على دمج مصادر البيانات المتنوعة وتقديم رؤية موحدة ، رؤى أوسع نطاقاً ، وبلغت ذروتها في مفهوم "الأرض الرقمية" . اقترح هذا المفهوم لأول مرة جور (1992) ، وتم تطويره بشكل كبير خلال فترة ولايته كنائب للرئيس .

أوضح بيان شامل لهذه الرؤية في خطاب أُلقي عام 1998 بمناسبة افتتاح مركز كاليفورنيا للعلوم ، وفيما يلي جزء مهم من هذا الخطاب : تخيّل ، على سبيل المثال ، طفلاً صغيراً يزور معرض "الأرض الرقمية" في أحد المتاحف المحلية . بعد ارتداء نظارة الواقع الافتراضي... على الشاشة ، تراها الأرض كما تبدو من الفضاء . باستخدام قفاز ذكي ، تقترب من الصورة ، باستخدام دقة متزايدة ، لرؤية القارات ، ثم المناطق ، والبلدان ، والمدن ، وأخيراً المنازل والشجيرات وغيرها من الأجسام الطبيعية والبشرية . بعد تحديد منطقة معينة من الكوكب ترغب في استكشافها ، تستمتع برحلة افتراضية ثلاثية الأبعاد عبر تضاريس تلك المنطقة. (http://digitalearth.gsfc.nasa.gov/VP19980131.html)

يمثل مشروع "الأرض الرقمية" تحدياً كبيراً لنظم المعلومات الجغرافية : وهو إنشاء رؤية موحدة وشاملة للمعلومات الجغرافية الموزعة ، مع القدرة على عرض هذه المعلومات في بيئة افتراضية . لقد أوضحنا (جودتشايلد، 2001) أن مشروع "الأرض الرقمية" ممكن مع التكنولوجيا الحالية ، على الرغم من حجم البيانات الهائل المحتمل ، وسرعة الوصول إليها ، واليوم ، يظهر برنامج "جوجل إيرث" (http://www.google.com) العديد من ميزات رؤية "الأرض الرقمية" . لكن "الأرض الرقمية" تطرح العديد من الأسئلة الأخلاقية والفلسفية ، وسيتم تناول بعضها في القسم الاتي.

القضايا العالقة

على الرغم من أن نقاشات التسعينيات أدت إلى تسوية بعض القضايا ، إلا أن عددًا من القضايا الأساسية الأخرى ما تزال قائمة في مجال نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بالنظريات الاجتماعية . في هذا القسم ، سنتناول قضيتين رئيسيتين كأمثلة على حالة النقد الحالي لنظم المعلومات الجغرافية . العوالم الافتراضية والشكوك بالنسبة لمستخدم نظم المعلومات الجغرافية ، يوفر شاشة الكمبيوتر نافذة على العالم الجغرافي . لكن محتوى هذه النافذة يعتمد بالكامل على محتوى قاعدة البيانات ، وليس على الواقع . في جوهره ، يحدث استخدام نظم المعلومات الجغرافية في بيئة افتراضية تحل محل الحضور المادي في العالم الحقيقي

(فيشر وأونوين، 2002) . بما أن المستخدم لا يتفاعل حسيًا مع العالم الحقيقي أثناء استخدام نظم المعلومات الجغرافية ، ما لم يكن التطبيق متعلقًا بالبيئة المحيطة به ، فإن فهمه للعالم يقتصر على محتوى قاعدة البيانات ، بالإضافة إلى أي معلومات لديه مسبقًا .

وعلاوة على ذلك ، فإن طبيعة التمثيل الرقمي ، المحدود بأبجديتين رمزيتين ، تعني حتمًا أن العالم الافتراضي أبسط وأقل شمولية بكثير من العالم الحقيقي الذي يحاول تقليده . **في الواقع ، نظم المعلومات الجغرافية هي نسخة افتراضية من العالم الحقيقي ، تمثل جوانب معينة منه** . ويظهر هذا التباين بين الواقع والنسخة الافتراضية بوضوح في مفهوم "الأرض الرقمية" ، كما ورد في اقتباس غور أعلاه . لا يشير هذا المفهوم إلى أن العالم الذي يستكشفه الطفل محدود بأي شكل من الأشكال ؛ بل يشير إلى أن استكشاف الطفل هو نفسه تمامًا مثل الاستكشاف الحقيقي . وهذا غير صحيح ، ولكن يبقى السؤال : هل سيُدرك الطفل هذا ، أم سيقبل ببساطة هذه التجربة الافتراضية كواقع ؟

خلال العقد الماضي ، برزت مسألة عدم اليقين كأحد أهم مواضيع البحث في علم نظم المعلومات الجغرافية . ويُعرّف عدم اليقين على أنه مدى تأثير العالم الافتراضي على فهم المستخدم للعالم الحقيقي . ويأتي عدم اليقين من مصادر متعددة ، منها أخطاء القياس ، والغموض في بعض التعريفات المستخدمة في جمع البيانات الجغرافية ، وعملية التلخيص التي تتجاهل التفاصيل الدقيقة ، والتخفيضات التي تحدث أثناء جمع البيانات أو تمثيلها . (تشيانغ) وفي دراسة أجراها كل من زانغ وجودتشايلد (2002) ، قدمنا نظرة عامة حديثة على حالة البحث في هذا المجال . على الرغم من وجود عدم اليقين بشكل لا مفر منه في التمثيلات الجغرافية ، إلا أنه لا توجد ، أو يكاد لا توجد ، أساليب معتمدة لإدراك المستخدمين لهذا عدم اليقين أثناء استخدام نظم المعلومات الجغرافية .

وبينما يبدو أن معظم حالات عدم اليقين غير ضارة ، إلا أن هناك إمكانية لاستغلال الاختلافات بين العالم الحقيقي والعالم الافتراضي لأغراض محددة . وقد اقترح العديد من الأساليب لتصور عدم اليقين ، من خلال تغيير لون أو وضوح العناصر، أو من خلال استخدام الرسوم المتحركة (هيرنشاو وأوندوين، 1994) . ولكن على الرغم من التقدم الكبير في البحث خلال العقدين الماضيين ، فإن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ما تزال تعرض البيانات كما لو كانت دقيقة تمامًا ، مما قد يفتح الباب أمام المسؤولية القانونية ، بالإضافة إلى الانتقادات الاجتماعية . ويبدو أن مطوري البرامج التجارية غير راغبين في تطبيق أبسط الأساليب لتتبع عدم اليقين وتصوره وإبلاغ المستخدمين به ، مفضلين انتظار مطالبة المستخدمين بهذه الأساليب. وفي هذه الحالة ، يتحمل المجتمع العلمي مسؤولية مواصلة تسليط الضوء على مشكلة عدم اليقين ، وتوعية مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية المحتملين ، وتقديم حلول بسيطة في شكل أدوات برمجية وأساليب سهلة التطبيق.

المعايير العلمية:

سبق الإشارة إلى صعوبة تحقيق أهداف الموضوعية العلمية في عالم نظم المعلومات الجغرافية الذي لا بد أن يتقبل بعض درجات الذاتية . وكما أظهر هارلي وود ، فإن الخرائط ليست دائمًا نتيجة قياس علمي بسيط كما يفترض العديد من مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية . غالبًا ما يقوم رسامو الخرائط بتشويه الخطوط أو تغيير مسارات الطرق لجعل الخرائط أكثر وضوحًا ، ولإيصال انطباعات عامة بدلاً من تمثيل دقيق . وبينما اعتاد قراء الخرائط على هذه الممارسات ، فهم لا يملكون الأدوات اللازمة لإجراء قياسات

دقيقة من الخرائط ، إلا أن دقة نظم المعلومات الجغرافية غالبًا ما تُوهم المستخدمين بدقة مطلقة . عادة ما تُعرض قياسات المساحة في نظم المعلومات الجغرافية بدقة عالية ، وهي دقة أكبر بكثير مما تبرره دقة البيانات الفعلية.

بالنسبة لمعظم أنواع البيانات الجغرافية ، توجد علاقة واضحة بين تكلفة البيانات من جهة ، ودقتها ومستوى تفاصيلها من جهة أخرى . على سبيل المثال ، يتطلب تحقيق دقة أكبر في قياس الارتفاعات إنفاقاً أكبر، لأن الأنظمة الآلية بالكامل ، مثل الرادار الملون أو تقنية الليزر، لا تستطيع الوصول إلى مستوى الدقة نفسه الذي توفره القياسات الأرضية الدقيقة ، وإن كانت مكلفة . وبالمثل ، فإن زيادة مستوى التفاصيل ، من خلال زيادة كثافة العينات ، تزيد من تكلفة جمع البيانات وتحليلها . ومن الواضح أن هذه الحالات تتطلب التوازن بين السعي العلمي للوصول إلى الحقيقة ، والتكلفة العملية لتحقيق الدقة . إلا أن العلم لا يوفر إطاراً منهجياً للتوفيق بين أهدافه النظرية والواقع العملي لاتخاذ القرارات وحل المشكلات.

ويظهر تعارض آخر حول المعايير العلمية في تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في عملية صنع القرار . فمثلاً ، نجد استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقييم الخيارات البديلة بناءً على معايير متعددة ، وهو أمر شائع . تجرى هذه التقييمات عادةً في اجتماعات أصحاب المصلحة ، وقد تم ابتكار العديد من الأساليب لتنظيم عملية تحديد أهمية المعايير المختلفة ، وتحقيق توافق في الآراء . ومن أشهر هذه الأساليب منهج ساتي (1980) للمنهجية الهرمية التحليلية : حيث يتم جمع تقييمات أصحاب المصلحة لأهمية العوامل المختلفة ، ثم تحليلها باستخدام طريقة حساب المصفوفات الشائعة ، لإنتاج مجموعة من الأوزان المتفق عليها . وفي هذه الحالات ، يمثل رضا أصحاب المصلحة عن العملية معيار النجاح الأساسي .

وغالباً ما يعبر أصحاب المصلحة عن دعمهم لمبادئ العلم ، لكنهم يركزون على النتائج العملية . لا يشعر المشاركون بالرضا إلا إذا عدوا الطريقة علمية ، ولكن المعنى الدقيق لهذا المصطلح ، والعملية الدقيقة التي تم بموجبها تصنيف الطريقة على أنها علمية ، غالبًا ما تكون غير واضحة ، كما هو الحال بالنسبة للمشاركين غير الملمين بالأساسيات في معالجة المصفوفات . وأخيرًا ، نأخذ في الحسبان المعيار العلمي التقليدي الذي ينص على ضرورة إبلاغ النتائج بتفاصيل كافية تتيح إعادة إجراء التجربة . الكثير من الأبحاث العلمية الحديثة تُجرى بواسطة فرق ، حيث يكون كل عضو متخصصًا في مجال معين ، ولا يوجد عضو متخصص في جميع المجالات .

علاوة على ذلك ، من الشائع اليوم أن يكون الحاسوب بمثابة عضو في الفريق ، حيث يتم برمجة برامجه من قبل مبرمج غير معروف ليس عضوًا في الفريق . غالبًا ما لا توفر مستويات الوثائق المتاحة لبرامج نظم المعلومات الجغرافية تفاصيل كافية لإعادة إجراء التجربة ، ناهيك عن إعادة البرمجة . ونتيجة لذلك ، لا تستوفي العديد من التطبيقات العلمية الحديثة ، والعديد من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ، معايير الإبلاغ . ومن الواضح من هذه الأمثلة أن العلم الحديث ، الذي يتميز باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في البحث الجماعي ، غالبًا ما يبتعد عن المبادئ المنهجية التقليدية التي تم وضعها في عصر سابق كان يتم فيه البحث العلمي من قبل باحث واحد باستخدام التحليل اليدوي . **هناك حاجة ماسة إلى فلسفة علمية جديدة تساعد العلماء اليوم على العمل بفعالية في عالم يعتمد على الحوسبة الضخمة والبحث الجماعي والتفاعل المعقد مع صناع القرار في العالم الحقيقي .**

الخلاصة

كان النقد الموجه لنظم المعلومات الجغرافية في أوائل التسعينيات ، في معظم جوانبه ، نقدًا بناءً وجديرًا بالاهتمام ، وقد أسفر عن نقاش حيوي ومنتج . لا شك أن نظم المعلومات الجغرافية أصبحت أفضل من ذي قبل ، وأن مستخدميها أصبحوا أكثر وعيًا بالآثار الاجتماعية والسياق الاجتماعي لأعمالهم ، كما تراكمت العديد من الدراسات المهمة في هذا المجال . إن معرفة علماء الجغرافيا بالواقع والنقد الاجتماعي تضعهم في موقع قيادي لتطبيق نظم المعلومات الجغرافية ، ولتوعية مستخدميها من التخصصات الأخرى بأهمية العلاقات المعقدة بين هذه التقنية والواقع والمجتمع . مع ذلك ، سيواصل مستخدمو نظم المعلومات الجغرافية ، وخاصة أولئك خارج نطاق البحث العلمي ، تجاهل قضايا الفلسفة العلمية ، كما أشار فوتيرنجام (الفصل 22) وكيتشين (الفصل 2) في هذا الكتاب.

تم تحديد قضيتين رئيسيتين في القسم السابق . إحداهما ، آثار عدم اليقين ، كانت محور العديد من الأبحاث خلال السنوات الـ 15 الماضية ، لكنها ما تزال مصدر قلق رئيسي . أوضح مقدمو خدمات نظم المعلومات الجغرافية أنهم لن يتبنوا أي حلول إلا إذا طالب السوق بذلك ؛ ويبدو أنهم يتجاهلون قضية عدم اليقين . مع ذلك ، فإن العديد من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية تعاني من عدم اليقين ، وبالتالي فإن نتائجها غير مؤكدة . وصف أحد النقاد خرائط التربة بأنها تُظهر "حدودًا وهمية حول مناطق لا تشترك في شيء" ، ورغم أن هذا الكلام مبالغ فيه ، إلا أنه يحمل بعض الحقيقة التي يجب أن تُثير قلق حتى أنصار نظم المعلومات الجغرافية . يمكن وصف عدم اليقين بأنه نقطة الضعف الرئيسية لنظم المعلومات الجغرافية، أو، بطريقة أخرى، المشكلة التي قد تُسقط النظام بأكمله.

المسألة الأخرى التي تم تناولها في القسم السابق تتعلق بمنهجية العلوم ، والخطر الذي ينجم عن ابتعاد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية عن منهجية المراجعة العلمية والتحليل الدقيق ، مما قد يُضعف حياديتها وشفافيتها . حتى في سبعينيات القرن الماضي ، كان من الشائع أن يُطلب من طلاب دورات الإحصاء إجراء جميع الاختبارات حسابياً أولاً قبل استخدام الحاسوب ؛ وكان الاعتقاد السائد أن الحساب اليدوي يُسهّل فهم المفاهيم . أما اليوم ، فقد نُسي هذا المبدل تماماً ، في عالمٍ مليء بوسائل مساعدة مثل الآلات الحاسبة وبرامج تصحيح الأخطاء الإملائية والنحوية وأنظمة القيادة الآلية . في ظل هذه الحقائق العملية، أصبح من الضروري أكثر من أي وقت مضى المطالبة بتوثيق شامل لبرامج نظم المعلومات الجغرافية ، والتعرف على آلية عملها ، خاصة مع تزايد تعقيدها وعدم وضوحها . مع وجود بعض الاستثناءات البارزة ، فإن تقنية نظم المعلومات الجغرافية ، عمومًا ، تلعب دورًا محايدًا في علم يسعى إلى الالتزام بمبادئ الموضوعية .

للنظم الجغرافية سياقها الاجتماعي، وتاريخ هذا المجال يتوقف إلى حد كبير على شخصيات روادها . لكن هذا يختلف تمامًا عن النظر إلى نظم المعلومات الجغرافية كونها بناءً اجتماعيًا ، ومنح جميع إمكانياتها اهتمامًا متساويًا ، بغض النظر عن مدى ابتعادها عن المعايير العلمية.

الجدول 23.1:

قوة نظم المعلومات الجغرافية

يوضح الشكل 23.1 تطبيقًا بسيطًا لتكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية الحديثة . يمثل هذا الشكل منطقة سان دييغو في كاليفورنيا ، ويشمل مركز المدينة وخليج ميشين ، والحدود مع المكسيك ، وجزءًا من مقاطعة سان دييغو . تم استخدام عدة قواعد بيانات جغرافية وتراكبها لإنشاء هذا الرسم . من خلال اتصال

بالإنترنت ، استعانت تقنية نظم المعلومات الجغرافية بموقع نظام معلومات حرائق الغابات التابع للمركز الوطني المشترك لمكافحة الحرائق ، واستخلصت حدود الحرائق الرئيسية التي وقعت في أكتوبر 2003 (حرائق سيدار، التي تغطي مساحة واسعة في الجزء العلوي من الرسم) ، بالإضافة إلى خرائط التضاريس والطرق الرئيسية . كما تم استخدام قواعد بيانات الإحصاء لتحديد حدود المناطق الإحصائية ، والتي تظهر باللون الأسود . تتوفر أيضًا جميع الإحصاءات القياسية لهذه المناطق ، مما يسمح بإجراء تحليل للعلاقة بين الحرائق وكثافة السكان وقيمة المساكن، وغيرها .

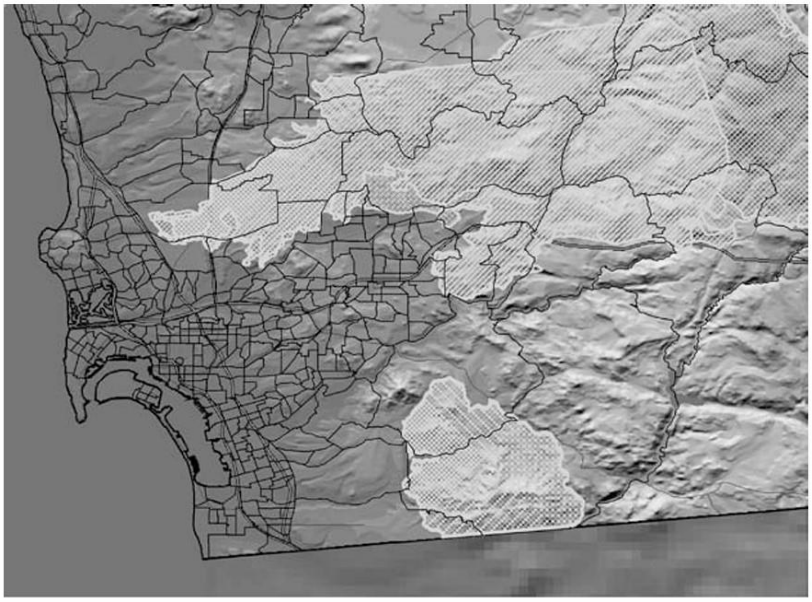

Figure 23.1 A simple GIS application comparing wildfires with demographic data from the census

تكمن قوة نظم المعلومات الجغرافية في قدرتها على:

(1) الوصول إلى قواعد البيانات المعقدة واستعادتها بسرعة،

(2) تراكب قواعد البيانات المختلفة، مما يسهل المقارنة والتحليل،

(3) تطبيق العديد من الإجراءات الإحصائية وغيرها على البيانات،

(4) استخدام مجموعة واسعة من أساليب العرض المرئي. تم إنشاء هذا الرسم باستخدام برنامج ArcGIS من شركة ESRI (http://www.esri.com) وتقنية Geography Network (http://www.geographynetwork.com) لاستكشاف البيانات واستعادتها من مواقع خارجية.