الفصل الخامس

أسس النمذجة
MODELING ESSENTIALS

أهداف تعليميّة

يُفترض أن يكون الطالب قادراً بعد إكمال هذا الفصل وتعزيز محتوياته بقراءات خارجية، وبالبحث وبالممارسة العمليّة على عمل ما يلي:

١- استخدام ثلاثة أو أربعة أمثلة من الأعمال المنشورة، ثم عزل العناصر المكانيّة التي استخدمت في إنشاء النماذج وكيف حدّدت هذه العناصر كعناصر خرائطية لبناء النماذج.

٢- تحديد الطرائق، في تلك المقالات، التي تم فيها ربط العناصر المكانيّة بعضها ببعض؛ هذه الروابط قد تكون ارتباطات منطقيّة، أو مكانيّة، أو رياضيّة، أو إرشادية، وهلمّ جرّاً، ويمكن أن تكون صريحة أو ضمنية، سواء كانت حقيقية أو مستنتجة.

٣- تحديد أساليب للكشف عن العناصر والتفاعلات المكانيّة لبناء النموذج، بما في ذلك هندسة المعرفة، وحصر المراجع، والتقنيات الإحصائيّة.

٤- تعريف وشرح الأنواع التالية من نماذج نظام المعلومات الجغرافيّة (الخرائطيّة):

- وصفيّة.
- موصّفة (مشخّصة).
- توليفيّة.
- تفكيكيّة.
- تجريبيّة.
- استقرائيّة.
- استدلاليّة.
- تنبّؤيّة.

٥- شرح العلاقة بين النمذجة التنبّؤيّة والوصفيّة والموصِّفة بنظم المعلومات الجغرافيّة.

٦- شرح الفروق بين أنواع النماذج الخرائطيّة التجزيئية والإرشادية (الموجِّهة)، والهجينة.

٧- مناقشة مزايا استخدام المنطق الاستدلالي وسلبياته في بناء النماذج الخرائطيّة.

٨- مناقشة مزايا استخدام المنطق الاستقرائي وسلبياته في بناء النماذج الخرائطيّة.

٩- مناقشة دور النمذجة الوصفيّة في إنتاج نماذج موصِّفة.

١٠- سرد قائمة بالحلول الممكنة لمشكلة بناء النماذج الإرشادية بنظم المعلومات الجغرافيّة.

١١- تقديم أمثلة من المؤلفات في نظم المعلومات الجغرافيّة والنماذج الخرائطيّة التي تنسجم عناصرها مع فئات النماذج المبينة في هذا الفصل.

التفكير مكانيّاً

إن النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة ليست محاولة بدهية، خصوصاً لأولئك الذين لا يستند تفكيرهم على ركيزة قوية في التحليل الجغرافي والتفكير المكاني. ورغم أن الناتج من التحليل الجغرافي، وخاصة الناتج الخرائطي، يترك الواحد مع الانطباع المضلل بأن العمليّة بسيطة وواضحة - إنطباع، في الحقيقة، غير صحيح تماماً - إلا أن الحال، في كثير من الأحيان، على النقيض من ذلك تماماً. لم يُقصد من هذا أن يثنيك عن متابعة النمذجة بنظام المعلومات الجغرافيّة بل بالأحرى يحذرك من مغبة سلك المنهجيات التي تبدو مريحة وبسيطة في الوقت الذي يكون المطلوب حلولا أكثر تعقيداً. وعلى العكس من ذلك، فلا ينبغي لأحد أن يستخدم حلولاً معقدة عندما تكون الحلول البسيطة والأكثر سلاسة تفي بالغرض. كل هذه المشكلات تحدث عندما تُستعمل قوة نظم المعلومات الجغرافيّة دون تخطيط مسبق وإعداد دقيق.

ولعل أفضل خطوة أولى قبل النمذجة، إدراك العناصر المكانيّة للمشكلة المطلوب نمذجتها. فبدلاً من أن تبدأ مع العناصر نفسها، فإنه من الأفضل أن تبدأ، في كثير من الأحيان، بفحص الناتج المتوخى من التحليل. ويُسمى هذا المنتج غالبا بمُنتَج المعلومات المكانيّة (Spatial Information Product –SIP) (Marble,1994)، إذ إن إدراك المُخرج المطلوب يتيح لنا تقسيم الناتج المتوخى ونموذجه إلى مكونات أو عناصر تفاعليّة. يشبه هذا، عمليّة التشريح المستخدمة في علم الأحياء، للبدء بفهم كيفية تركيب الأجزاء في موضوع ما مع بعضها. ومثل العينة المشرّحة، فإن منتج المعلومات المكانيّة يسمح لنا على الأقل بتقديم بعض التقدير الأولي للعلاقات الوظيفيّة للمكونات، من حيث موقعها (أين هي)، وتجاورها (كيف تتجاور) في المكان.

يتفرد كل مجال موضوعي بمجموعاته من البيانات، وبتفاعلاته، وبمنتجاته المعلوماتية المكانيّة المحتملة. ولا تزال هناك بعض العموميات التي يمكننا استخدامها لنبدأ أعمالنا التشريحية. يمكننا تحديد هذه بوصفها مجموعة من

المبادئ التوجيهية وليس كمجموعة قواعد صارمة. سنقصر مناقشتنا على المنتجات المعلوماتية الخرائطيّة المكانيّة. ورغم أن هناك العديد من الأنواع الأخرى للناتج المحتمل - إلا أن معظمها يمكن أن يُشتق، بشكل أو بآخر، من الخريطة. سوف توفر الأدلّة التوجيهية التالية أساساً لمعظم مجالات وسيناريوهات النمذجة:

• الدليل الأول: يحتوي منتج المعلومات الخرائطيّة المكانيّة (المُخرج من التحليل) في داخله مجموعة من أبسط المُخرجات الخرائطيّة الوسيطة وأكثرها عناصراً.

• الدليل الثاني: المنتجات الخرائطيّة الوسيطة المُخرجة هي في الغالب نماذج بسيطة بحد ذاتها، كل منها يتألف من عناصر خرائطية أو عددية لا يمكن فصلها.

• الدليل الثالث: يمكن أن تكون العناصر إما شبكات (خرائط موضوعيّة كاملة)، وإما مجموعات شبكية فرعيّة (مثل، النوافذ)، وإما قيم عددية، وإما متغيرات.

• الدليل الرابع: ترتبط العناصر مع بعضها عن طريق معاملات (Operators). وتمثّل المعاملات العلاقات الوظيفيّة بين العناصر الأخرى.

• الدليل الخامس: بعض العناصر سوف تُستخدم أكثر من مرة، وذلك لمكونات النموذج الوسيطة. في حين أن بعض العناصر ستُستخدم أكثر من مرة داخل المكون الواحد الوسيط للنموذج.

• الدليل السادس: نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة هي مجرد نماذج، وينبغي أن تقدم فرصة من أجل التحقق والتأكد من صلاحيتها، وتبرير القرار، وتحسين النموذج. وكل هذه تعتمد إلى حد ما على القدرة على التحديد والشرح الصريحين لجميع تفاعلات المكونات المستخدمة في عمليّة بناء النموذج.

كل من هذه الأدلة أو المبادئ التوجيهيه تستند إلى فرضية، وهي إننا نستخدم أساسا في المُدخلات والتحليل والمُخرجات بعض التمثيل الخرائطي للبيانات التي تمثّل جوانب مختارة من سطح الأرض - خصائصه المادية، والأحيائية، والاقتصادية الاجتماعية. في القضية الحالية (موضوعنا)، نحن نقصر، بطبيعة الحال، تمثيلنا وتحليلنا (المُخرج، في الغالب) على الأشكال الخلويّة للتمثيل الخرائطي. ومع ذلك، فإن نقطة البداية في عمل جميع نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة الخرائطيّة تقريباً هي القدرة ليس فقط على تحديد البيانات الخرائطيّة المتاحة ولكن، أيضاً، أن يكون لدينا فهماً راسخاً بأن ثمة جغرافيا وراء ما نفعله.

إنها هذه الجغرافيا الأساسية، وتمثيلها الخرائطي المألوف، هما اللذان يتيحان لنا في المقام الأول البدء في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة. لقد شرح ديميرس (DeMers, 2000a) هذا على أنه بمثابة تطوير "مرشّحة أو مصفاة جغرافيّة" وظيفية. ويبدو أن بعض الناس لديهم هذه القدرة، في حين أنها تصعب على البعض الآخر. إن هذه المصفاة الجغرافيّة، في الحقيقة، متاحة لنا جميعاً؛ إذ قد تبدو فقط كامنة عند البعض أكثر من غيرهم. لقد ذكر روبنسون وآخرون (١٩٩٥م) أن ما نقوم به ما هو إلا تطوير فني وعلمي لعملية رسم الخرائط (Graphicacy)... وهو

القابلية أو القدرة على التفكير مكانياً حول عالمنا. ولأننا نعمل يوميا ضمن السياق المكاني، فإننا، في كثير من الأحيان، نأخذ المكان أو جغرافيا كمسلّمة؛ فنعمل بشكل تلقائي. فعندما تفقد مفتاح سيارتك، أو نسيت أين أوقفت سيارتك، أو وجدت نفسك يوما تسير في الطريق الخاطئ نحو فصلك، فإنك في الواقع قد انشغلت بأشياء أخرى غير البيئة المكانيّة المألوفة. فأنت في الواقع لم تفقد مفتاحك، لكنك ببساطة وضعته في مكان ما وفشلت في ملاحظة المذكّرات المكانيّة التي تساعدك في العثور عليه. وينطبق الشيء نفسه على سيارتك الواقفة، ورحلتك الخاطئة إلى فصلك الدراسي. إن سياقك المكاني ليس صريحاً، لكنه مفقوداً، أو أصبح مشوشاً بسبب المُدخلات من القرائن أو الدلائل المكانيّة غير الصحيحة أو الكاملة.

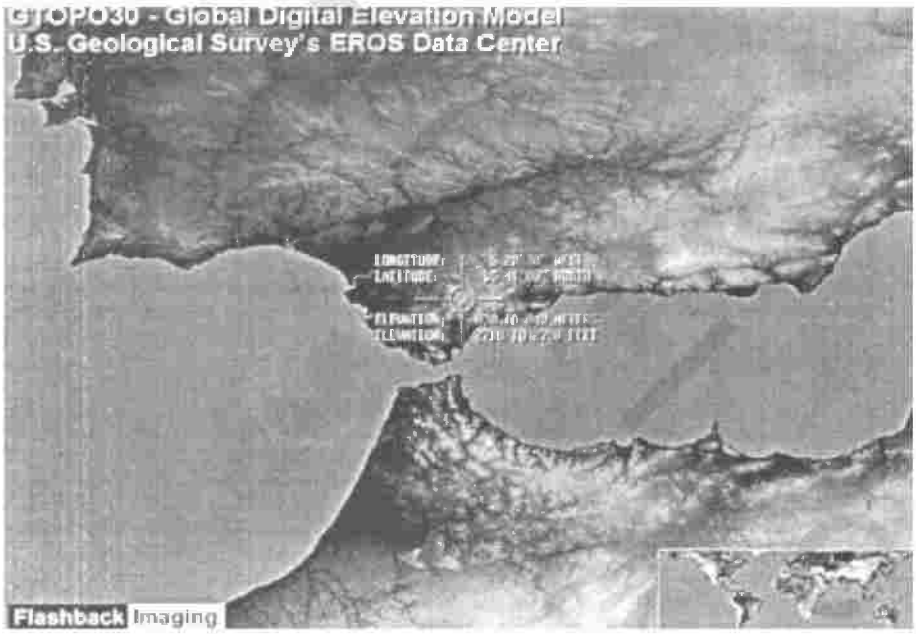
وبالرغم من أن حركتنا وتجاربنا اليومية خلال الحيز الجغرافي غالباً ما تُسجل وتولّف بدرجة أكبر أو أقل بواسطة النصف التحليلي الأيسر من دماغنا – إلا أن جزءاً كبيراً من إدراكنا وفهمنا المكاني موجود على الجانب الأيمن. لقد وجد الفنانون أن الأمر يتطلب تمرين إعادة توجيه هذا النصف من الدماغ إلى واجباته بعد فترات طويلة من الخمول (Edwards, 1979). وبما أن فن رسم الخرائط يتطلب التفاعل من كلا جانبي الدماغ، فإننا بحاجة إلى الممارسة والتدرب أكثر حتى من الفنان. نحن بحاجة أولاً إلى أن نكون قادرين على إدراك أن الأنماط موجودة. ويتم ذلك عن طريق تركيز اهتمامنا أثناء العمل في بيئتنا. فنحن بحاجة إلى أن نتعامل باستمرار مع الخرائط والتصوير الجوي، والرحلات الميدانية. إننا بحاجة إلى نصل للأعلى ثم ننظر إلى أسفل في عالمنا وكأننا نجلس في مقعد النافذة عندما نسافر جواً.

إننا بمجرد أن نبدأ في التعرف على الأنماط، فإننا قد قمنا باتخاذ أولى الخطوتين الرئيسيتين في إعداد أنفسنا لنكون هواة فنيين في رسم الخرائط. إن خطوتنا التالية هي أن نبدأ بفهم أن الأنماط مرتبطة ببعض العمليات التي أوجدت تلك الأنماط، وهي عمليات يمكن التعرف عليها أثناء العمل. بعد أن نقضي بعض الوقت في عمل هذا، فإننا سنرى الأنماط المكانيّة في كل مكان، وسوف نبدأ فوراً نتسائل لماذا هذه الأنماط بالذات موجودة، أو لماذا تتغير، أو كيف يمكن أن تكون ذات أهمية لمجالنا المعرفي؟ في الواقع، إن ممّارسي النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة عادةً ما يكون لديهم قدرة على الانتقال من مجال معرفة واحد إلى آخر، ومن مقياس واحد إلى آخر، دون لحظة تردد.

مع هذه النصيحة المقدمة، فإنك لا تزال في حاجة إلى دَفعة، مثلما يفعل رساموا الأزهار عندما يُقال لهم أنه يتعيّن عليهم تدريب الجانب الأيمن من الدماغ. سوف تقدم الفقرات القليلة القادمة تلك الدَّفعة. فسوف أستخدم عددا من الأمثلة التي معظمنا إما على دراية بها، وإما أننا نستطيع أن نتآلف معها في وقت قصير جداً. وكما هو الحال مع التقنيات في كتاب بيتي وإدواردز (١٩٧٩م)، فهي مصممة ليس بوصفها بديلاً عن التجربة المكانية لكن باعتبارها بعض الأدوات الأساسية لمساعدتك على تطوير المهارات الضرورية. وسندرس عزل كلاً من الأنماط

المكانيّة والعلاقات المكانيّة، وهي مفاهيم مرتبطة ببعضها لكنها ليست متماثلة. سنبدأ مع الأنماط أولا والعلاقات الغطائية (Cover) لاحقاً.

دعنا نبدأ بتحديد بعض المصطلحات الأساسية. أولاً وقبل كل شيء، ماذا نعني حقا عندما نقول نحن سوف نعزل العناصر المكانيّة لمشكلتنا؟ في تفسير الصور الجوية، نحن كثيراً ما نطبق طريقتين مترابطتين عندما نقيّم مشهدا ما – تحديد وإدراك. فيعني التحديد، في أغلب الأحيان، أننا نعلم بالفعل أن هناك أشياء محدّدة (أو حتى أنماط) واردة ضمن الصورة. مهمتنا هي مجرد العثور عليها، ووضع علامة لمواقعها، وهي مهمة غالباً ما تعتبر أدنى مستوى في استخراج الظواهر. هذا من شأنه أن يكون مساوياً لمعرفة أن هناك مجاري مائية في نموذج ارتفاع رقمي (الشكل رقم ٥,١). سيكون الهدف – عندئذ – تحديد أين تقع هذه المجاري بالضبط داخل هذا النموذج. وبالرغم من أن هذه المعلومات مفيدة – إلا أن التحديد يتطلب بأن نكون على علم مسبق بأنه يوجد نمط أو ظاهرة ما.



الشكل رقم (٥,١). نموذج الارتفاع الرقمي مع نمط المجاري المائية. انظر إلى التنظيم الخطي الذي يساعدنا في تحديد أين يقع المجرى.

إن عمليّة الإدراك هذه لهدفنا هو بالضبط ما نريد. إدراك الأنماط المكانيّة يعد الخطوة الأولى في شرحها واستثمارها لبناء النموذج، وهي ليست مختلفة عن الخطوة الأولى في المنهج العلمي– الملاحظة. وفي مناقشتنا، سوف نبدأ بدراسة أنماط سهلة الملاحظة على المظهر الطبيعي (Landscape)، ثم الانتقال إلى الأنماط التي لا يمكن رؤيتها إلا

إذا تم ربط موضوعين أو أكثر مع بعضها. سوف نمضي – عندئذ – إلى الأنماط التي هي أكثر وظيفيّة من تلك الواضحة على الفور.

وفي كثير من هذه الحالات، سوف تظهر الأنماط من خلال الملاحظات الموسَّعة حيث يكون النمط مرتبط بالتغيرات الزمنية، أو أنه سوف يتطلب طرائق ملاحظة أكثر تعقيداً؛ إما بسبب أن الأنماط محجوبة على ما يبدو بعناصر المظهر الطبيعي غير النمطية، وإما أن الأنماط دقيقة بحيث لا يمكن مشاهدتها، وإما أن الأنماط الكامنة تتطلب بعض الوظائف القوية التي تكشف وجودها. وقبل أن نبدأ، أسمح لي أن أذكّرك بأن القدرة على مراقبة الأنماط ليست فقط مهارة مفيدة في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة بل هي بحد ذاتها مهارة ضرورية للغاية؛ فإذا لم تُدرك الأنماط المكانيّة، فليس هناك سبباً وجيهاً لعمل تحليل بنظم المعلومات الجغرافيّة. الفقرات القليلة التالية مصممة لتجعلك أكثر حساسية لأنواع الأنماط المكانيّة الموجودة، ولتعريفك – مرة أخرى– ببعض الأساليب والأدوات التي يمكن استخدامها لمساعدتك في تصورها.

الأنماط المرئية

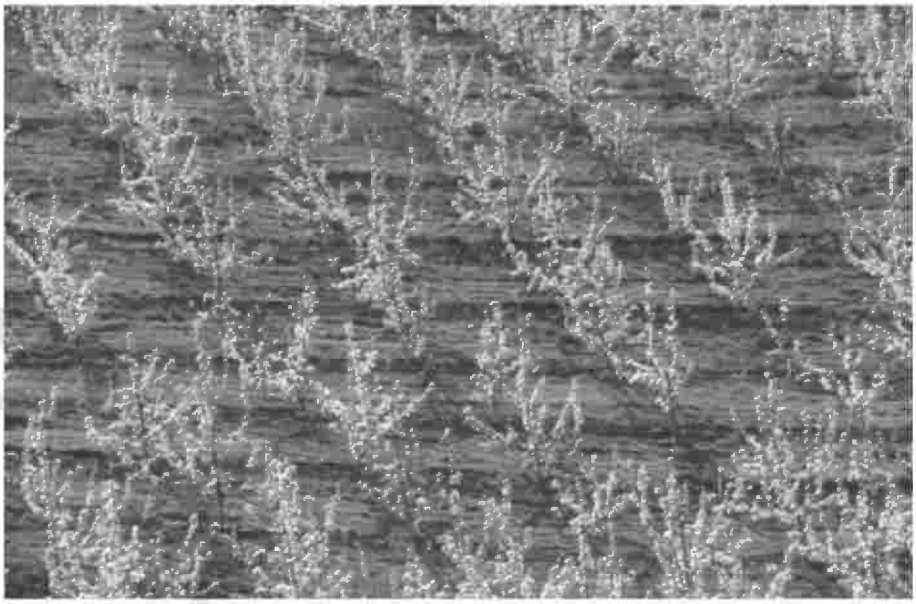
نبدأ مناقشة إدراك النمط المكاني مع أكثر الأنواع بساطة، وهو إدراك الأنماط المكانيّة التي يمكن رؤيتها بسهولة، لكنها كثيراً ما يتم تجاهلها. إن الأنماط الأرضية المحسوسة من وجهة نظر علماء الأرض والبيئة موجودة في كل مكان، فعلى سبيل المثال، يمكننا أن نلاحظ المواقع العشوائية للنباتات الفردية ثم نفترض أن هذه التوزيعات العشوائية هي نتيجة لطريقة نشر البذور وغيرها من عناصر تكاثر النبات (مثل الفسائل) (الشكل رقم ٥,٢).

وفي حالات أخرى، قد تبدو النباتات أكثر تكتلاً وتبدو أكثر ارتباطاً بالاختلافات التحتيّة، أو الطرائق غير العشوائية لنشر عناصر تكاثر النبات (الشكل رقم ٥,٣). ولا يزال هناك بعض الشواهد الأخرى التي قد تُظهِر توزيعات منتظمة للنباتات، التي من المرجح أنها مرتبطة بطريقة ما من طرائق التدخل البشري (الشكل رقم ٥,٤).

إن علماء أشكال سطح الأرض (الجيومورفولوجيون) معنيون بملاحظة توزيعات أشكال الأرض، مثل المراوح الغرينية أو الفيضية الناتجة عن ترسب الرواسب عند مصبات المجاري المائية (الشكل رقم ٥,٥)، أو أنماط الكثبان الرملية من عمليات الرياح الإنتقائية (الشكل رقم ٥,٦)، أو الظواهر الجليدية مثل سلاسل الجلاميد أو الركامات (الرواسب) الجليدية التي توحي أنماطها المخططة بعمليات غير عشوائية لتراجع الجليد (الثلاجات) (الشكل رقم ٥,٧).

الشكل رقم (٥,٢). تظهر الصورة التوزيع العشوائي للنباتات في البيئة الطبيعية. مثل هذه التوزيعات العشوائية هي، في كثير من الأحيان، نتيجة لعشوائية آليات نثر البذور. وهكذا، فإن النمط التوزيعي يمكن استخدامه لمساعدتنا في نمذجتنا بنظم المعلومات الجغرافية ليدلنا على الآليات المتصلة بالأنماط.

الشكل رقم (٥,٣). توضح الصورة التكتل للأشجار. مرة أخرى، نرى كيف أن التوزيع يربط النمط بالعمليّة (Process)، ليساعدنا في عمليّة النمذجة بنظام المعلومات الجغرافيّة.



الشكل رقم (٥,٤). التوزيع المنتظم للأشجار في أحد البساتين. هذه الأنماط التوزيعية، مرة أخرى، تربط النمط مع عمليّة. أنماط التوزيع المنتظمة هي بشكل عام نتيجة مباشرة للتدخل البشري.

الشكل رقم (٥,٥). المراوح الفيضية. تلك الأنماط الجيومورفولوجية مثل المراوح الفيضية الموجودة أسفل الجبال توفر لنا نظرة عميقة لحركة الرواسب التي قد قمنا في النمذجة داخل نظام المعلومات الجغرافيّة.

الشكل رقم (٥,٦). أنماط الكثبان الرملية. يمكن نمذجة العمليات الجوية (الرياح)، مثل تلك المشاهدة في تشكيل أنماط الكثبان الرملية في نظام المعلومات الجغرافيّة.

الشكل رقم (٥,٧). جزء من خريطة تبيّن سلسلة منتظمة من الأقواس المرتبطة بتراجع كتلة جليدية (ثلاجة). قد تكون هذه الظواهر مفيدة في إعادة بناء الحركة الجليدية داخل نظام المعلومات الجغرافيّة.

لقد أخذ علماء بيئة المظهر الطبيعي تحليل أنماط الظواهر الطبيعية إلى آفاق جديدة. فمن خلال التركيز على الأقاليم، والممرات، والمصفوفات المحيطة التي توجد داخلها هذه الظواهر، فإنهم قد أوجدوا مجموعة قوية من التوصيفات الرياضيّة لمساعدتهم في فهم الآليات السببية لهذه الأنماط (Forman, 1995). لقد وضعوا قياسات للمظهر الطبيعي مثل عدد المناطق أو الأقاليم في المصفوفة، وأحجامها وأشكالها، ومسافاتها البينيّة، وكثافاتها، وقياسات العزلة، ونسب المحيط للمساحة، والأطوال والاتجاهات، وغيرها كثير (McGarigal and Mark, 1994). كل هذه المقاييس هي مؤشرات على زيادة حساسيتهم لحقيقة وجود مكونات المظهر الطبيعي، وتوزيعاتها، وغيرها من المؤشرات التي يمكن قياسها كمياً – وكلها تتصل بالإدراك الأولي لهذه الأنماط.

يدرك أخصائيو النقل والعمران بسرعة الاختلافات بين أنماط الشوارع استنادا إلى الشبكة المنتظمة مقابل تلك التي ترتبط بشكل كبير بالأنماط الطبوغرافيّة أو الهيدرولوجية، أو أنماط تقسيم الأراضي في السابق (التاريخية) (الشكل رقم ٥,٨). إن عمليّة التقسيم (Zoning) – أو التخطيط – الحضري والإقليمي هي محاولة لتعديل أنماط استخدام الأرض للسيطرة على النمو، ولتحسين فرص الوصول، ولتوفير أنماط مكانيّة خضراء، وضمان استخدام أمثل للموارد المتضائلة. ومرة أخرى، تأخذ هذه العمليّة في الاعتبار وجود بعض الأنماط القائمة المُدركة.

الشكل رقم (٥,٨). خريطة لمدينة مانكاتو، في ولاية مينيسوتا. لاحظ كيف أن نمط الشبكة المنتظم يميل إلى أن ينفصل (ينفكك) قرب النهر. مثل هذه الأنماط تسمح لنا بربط الظواهر الطبيعية بالتخطيط.

إن الوظيفة الأساسية للإدراك في جميع هذه الأمثلة تتضمن شكلاً من أشكال التصوّر للأنماط. ومن ضمن الطرائق المنهجيّة للتصور، السير على طول شبكات الطرق؛ وعمل رصد ميداني للظواهر الطبيعية؛ وقراءة وتحليل الصور الجوية، ومرئيات الأقمار الصناعية، وبالطبع، الخرائط. إن تطوير أفكار ماندلبروت (١٩٨٨م) الأصلية وراء التحديد الكمي للمظاهر الطبيعية وغيرها من الظواهر الأرضية قد اُستنبطت أساساً من مئات الرحلات الجوية (الطيران) التي استطاع من خلالها أن يلاحظ مراراً وتكراراً أنماط الأرض من ارتفاع عالٍ. ومن التقليد المتبع طويلا لدى مجموعة واحدة على الأقل من الجغرافيين هو زيارة المواقع في الميدان وأخذ صور لما يلاحظوه حتى يتسنى لهم توثيق الأنماط الملاحَظة وإدراك الأنماط التي قد تفوت عليهم عند هذه المواقع.

هذه الأنماط الفردية، وآلاف أخرى مثلها، قد تتطلب اطلاعا مستمرا من جانب المختصين المهرة، بحيث يبدأون بفرز العناصر المناسبة التي تشكل الأنماط. ومع ذلك، فهي في معظمها أنماط ذات عنصر واحد. أعني بذلك، أن فئة واحدة فقط من العناصر تُطبّق في تحديد الأنماط، مثل رقع أو مناطق الغابات في الأراضي العشبية (الشكل رقم ٥,٩)، أو أنماط الشوارع في المناطق الحضريّة، أو الركامات الصخرية على الأرض العشبية. ورغم أن هذه الأنماط (ذات العنصر الواحد) قد تكون أمرا شائعا، فإن هناك العديد من الأنماط التي يصعب تحديدها بسهولة بفئة واحدة من العناصر؛ ومن ثم يصعب إدراكها في كثير من الحالات. ولتخصيص اسم لها، سوف نطلق عليها بالأنماط المتعددة، لا لأنها عبارة عن عدة أنماط، وإنما لأن الأنماط هي نتيجة لعناصر أكثر تعقيدا، وغالبا ما تتفاعل مع بعضها (الشكل رقم ٥,٩).

قد تبدو الأنماط المتعددة، للمراقب المتمرس عناصريّة، مثلما تبدو الأنماط ذات العنصر الواحد تماما. أو على العكس من ذلك، يمكن اعتبار الأنماط العناصريّة بسيطة جدا، بحيث تتطلب مزيدا من التفكيك إلى عناصر أكثر تفصيلا. ومرة أخرى، هذا نتاج الخبرة – إلا أن الأمر أكثر من ذلك؛ ذلك أن المراقب، في كثير من الأحيان، يمتلك فهما أكثر عمقا للعمليات القائمة، ومن ثمّ لديه مصفاة فكرية ترشيحية أكثر دقة يستطيع من خلالها تصنيف العناصر نفسها. ويُنظر إلى العناصر المعقدة أحيانا على أنها فئات واحدة، مؤلفة من مزيج فريد من العناصر الأساسية. وقد يرى المراقبون غير المدربين العناصر المعقدة، في حالات أخرى، على أنها ظواهر فردية، في حين يرى المراقبون المدربون عددا أكبر من العناصر والعلاقات المتبادلة بالضبط في نفس المظهر الطبيعي. فعلى سبيل المثال، قد يبدو محصول ذرة للمراقب غير المُدرَّب، على أنه مُميّز، عنصر واحد في المظهر الطبيعي الزراعي. لكن للزراعي المدرَّب، يتألف الحقل، في الغالب، من أجزاء كثيرة، كل منها قد يدل على اختلافات في نمط نضج المحصول النباتي، والذي بدوره قد يعكس الاختلافات في خصائص التربة (الشكل رقم ٥,١٠). وبهذه الطريقة، فإن هناك عنصران نمطيان مختلفان تم ملاحظتهما في نفس الوقت، على الرغم من أنهما يشتركان معا تقريبا في نفس الحيز الجغرافي. هذه الأنماط المتوافقة مكانيا توحي أساسا أن هناك نمط ثالث للتفاعل بين متغيرين. هذه علاقة أساسية

والتي هي نمط مستقل بحد ذاته، والأهم من ذلك، أنها تشير إلى ارتباطات وظيفية سوف تُستخدم في وقت لاحق لعمل نموذج لإنتاج المحاصيل المرتبطة، على سبيل المثال، ببعض خصائص التربة التي في حاجة إلى أن تُكتشف.

الشكل رقم (٥,٩). صورة فوتوغرافية جوية تظهر رقعا من الغابات في أرض عشبية. يستخدم علماء بيئة المظهر الطبيعي هذه الأنماط لتقييم مثل تلك القضايا المرتبطة وظيفيا، مثل حجم الرقعة المكانيّة لأنواع الطيور وأثر العزلة على الثدييات الصغيرة.

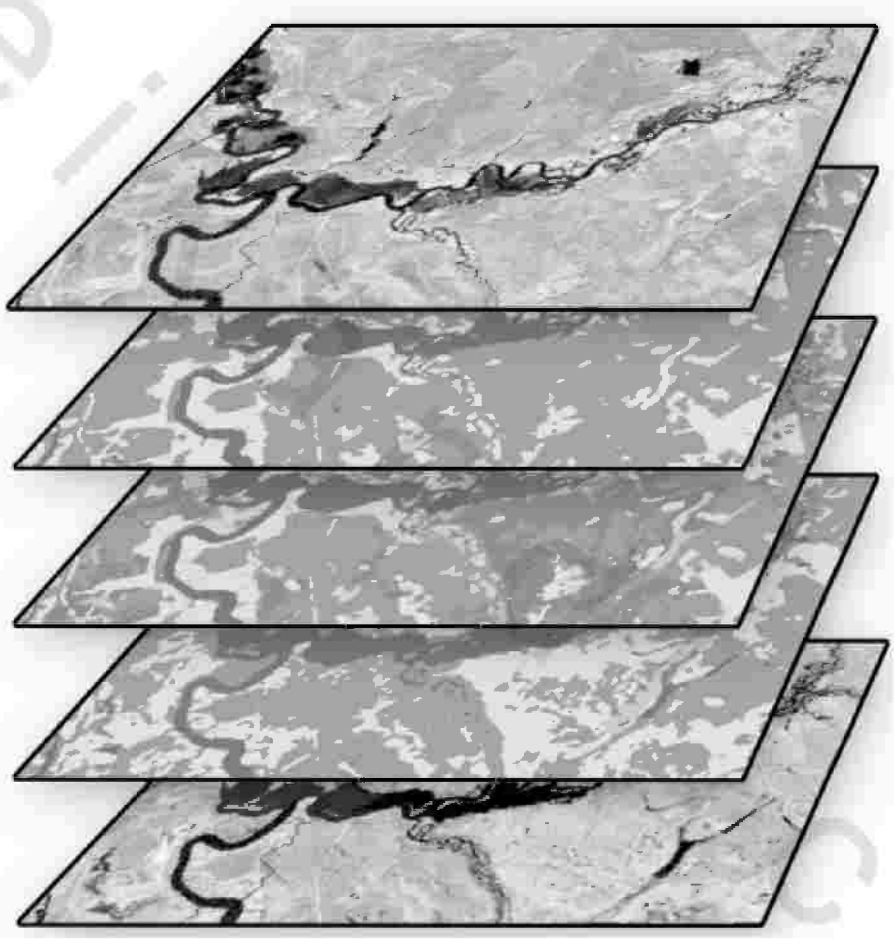
يشير مثال التوافقات المكانيّة للمحاصيل والتربة إلى أن نظم المعلومات الجغرافيّة في حد ذاتها يمكن أن تعالج بشكل مناسب موضوع تحديد توافقات الأنماط المتعددة. يسمح استعمال وظائف المطابقة ضمن إطار معين لتفحّص البيانات واستعراضها بصرياً باكتشاف التوافقات للمتغيرات المتعددة (الشكل رقم ٥,١١). هذا ليس مفيداً فقط بوصفه جزءاً من عمليّة المراقبة ولكنه، أيضاً – وكما سوف تتعلم بتفصيل أكثر في هذا الفصل– وظيفةً رئيسةً للنمذجة الخرائطيّة الوصفيّة. سوف نتطرق، إذن، مرة أخرى إلى موضوع الأنماط المتعددة في وقت لاحق في هذا الفصل، عندما نناقش الأنماط الوظيفيّة وعندما ننظر إلى أدوات دراسة الأنماط. يشير المثال، أيضاً، بأنه بالإضافة إلى أن هناك توافقات مساحية بين أو فيما بين المتغيرات – إلا أن الأمر أبعد من ذلك؛ إذ أن هناك بعض الربط الوظيفي وراء هذه التوافقات.

الشكل رقم (٥,١٠). صورة فوتوغرافية لحقل ذرة يظهر درجات مختلفة من النضج. هذه الأنماط كثيراً ما ترتبط بمتغيرات إضافية، غالباً ما تكون غير مرئية.

الأنماط الوظيفيّة

يمكن ملاحظة الأنماط الوظيفيّة من خلال التوافق (التطابق) الجوي، أو قد تصعب فعلاً ملاحظتها بواسطة المنهجيات البسيطة. وهذا يشير، في كثير من الأحوال، إلى معرفة متعمقة أكثر للنظام المكاني الذي يجري تقييمه. هناك سبب واحد لاحتمال عدم القدرة على ملاحظة الأنماط الوظيفيّة، وهو أن الأنماط قد تكون كامنة، إذ تتطلب شيئاً من أجل التوصل إلى وظيفية معينة أو عتبة حدية تفاعليّة قبل أن تظهر الأنماط المرئية. ففي مثالنا السابق لمحصول الذرة، فمهما كان هناك من خصائص للتربة تفسر الاختلافات في المحصول نفسه فإن هذه الخصائص قد لا تظهر إلا في مرحلة معينة من مراحل نمو المحصول. ورغم أن لبعض خواص التربة تأثيراً قليلاً على ظهور المحاصيل، كونها تعتمد على مصادر الغذاء داخل البذور والمياه وعلى الحرارة والطاقة، وغيرها من الخصائص، مثل بعض المغذّيات الدقيقة أو نسيج التربة – إلا أن هذه الخصائص قد تؤثر على النباتات أكثر عندما تبدأ بالظهور والنمو. كما أن الأنماط الكامنة المماثلة لا تظهر، في الغالب، إلا عندما تصل المواد الكيميائية إلى الحد الذي تبدأ تؤثر سلباً على النباتات الناضجة مع مرور الزمن؛ إذ لا تظهر نتيجة هذا التأثير حتى يتم امتصاص كميات كافية منها بواسطة

الجذور. وبعبارة أخرى، هناك قيمة حدية يجب تحقيقها قبل أن تصبح الأنماط مرئية في النباتات، حتى في ظل وجود المواد الضارة فعلاً. لقد وجد الباحثون، في كثير من الأحيان، أنماطاً كامنة وظيفية للأمراض مثل السرطان المتصل بالتعرض المزمن للمواد الخطرة (Harris, 1997). فبدون جرعة كافية من المواد على مدى فترة ممتدة من الزمن ينتج منها زيادةً واضحةً في عدد ضحايا السرطان، فإن النمط لا يزال غير ملاحظ. وبالرغم من أن الزمن هو عنصر في تشكيل هذه الأنماط، فإن القيمة الحدية للمادة وردَّة الفعل عليها هما فعلاً ما يتسبب في ظهور النمط.



الشكل رقم (٥,١١). عمليات مطابقة تبيّن كيف أن مجموعة واحدة من العوامل يمكن أن تتوافق مكانيا مع بعضها.

هناك أنماط وظيفية مماثلة والتي قد يكون لها صلة خاصة بالزمن، دون اعتماد على العتبات الحدية على الإطلاق. يبدو أن الزمن، وقدرتنا على مراقبته، يرتبط ارتباطاً لا ينفصم بحجم وطول العمر النسبيين للمراقب. فالحشرات، على سبيل المثال، والتي يعد طول عمرها، في معظم الأحيان، أقصر بكثير في المتوسط من عمر البشر،

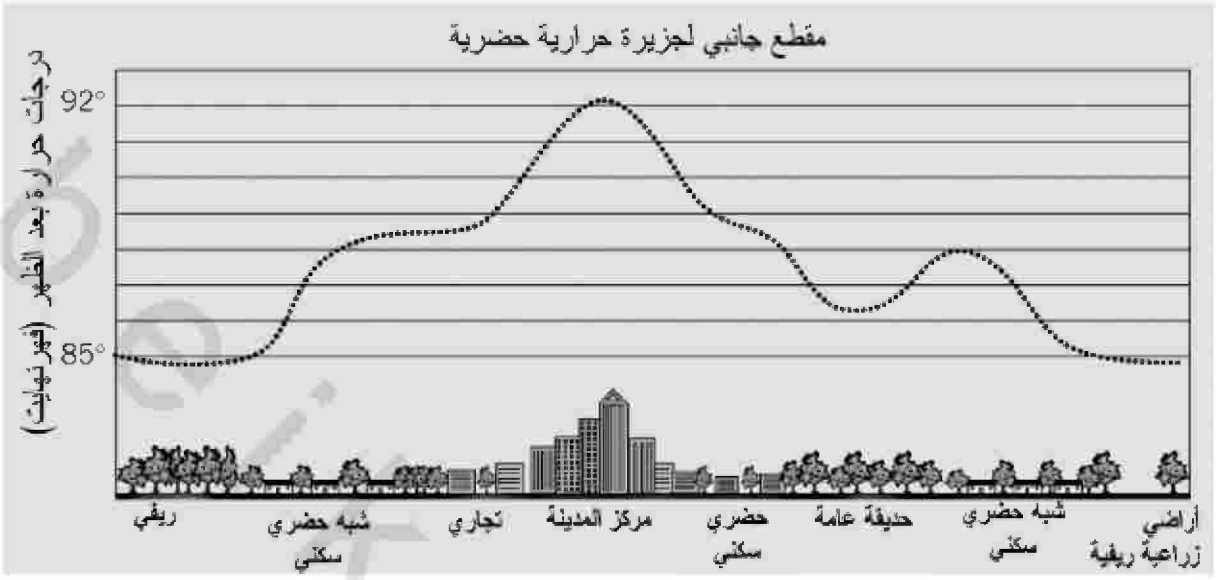
تراقب الزمن بدرجة مختلفة تماماً عما نفعله. فالحركات التي قد نتصور أنها سريعة – لنقل على سبيل المثال، حركة أعيننا السريعة – أو حركات الذراع السريعة التي قد تبدو بطيئة جداً للحشرة. هذا قد يفسر لماذا يصعب التقاط الحشرة الطائرة بيديك. وبالمثل، فالفارق الزمني يتسبب في عدم قدرتنا على ملاحظة العديد من الأنماط المكانيّة. ولنأخذ على سبيل المثال، هجرة الحيوانات داخل مظهر طبيعي. فلأجل أن ندرك تماما أنماط الحركة التي يمكن أن تحدث، فإننا بحاجة إلى استخدام أجهزة مثل ياقات الإرسال والاستقبال اللاسلكية لمتابعة الحيوانات لأسابيع، أو شهور، أو حتى سنوات قبل أن تظهر أنماط مكانيّة بارزة. فالأنماط موجودة، لكن ينظر إليها على أنها أنماط كامنة من وجهة نظرنا بسبب الوقت اللازم لملاحظتها وإدراكها. يمكن، أيضاً، استخدام عمليات المطابقة الخرائطيّة بشكل فعال لمراقبة هذه الأنماط الزمنية مثل تغير الغطاء الأرضي على مدى سنوات (Boener, et al., 1996)، أو عمليّة تعاقب الإنتاج النباتي، أو تكتل النشاط الإجرامي (Eck, 1998)، أو أنماط الحركة المرورية المتباينة عند أوقات مختلفة من اليوم أو السنة. وحتى بدون استخدام المطابقة بنظم المعلومات الجغرافيّة، فإنه ما زال من الواضح أن الإطار الزمني السليم لأخذ العينات أمر ضروري للسماح بإدراك الأنماط. إذا قمت بمراقبة الحيوانات البرية لفترة (١٠) دقائق فقط، فإن أنماطك الملاحَظة ستكون محدودة للغاية. وبالمثل، فإذا لم تراقب أبدا حركة المرور ساعات الذروة، فإنك قد تفترض أن تدفق حركة المرور في مدينتك سلس للغاية دائماً. وإذا لم تحتفظ بسجلات للجريمة أو استخدام الأرض ومقارنتها بعد فترات كافية من الزمن، فلن يكون من السهل ملاحظة الأنماط.

لقد اُقترحت بعض طرائق المراقبة التي تذهب أبعد من مجرد رؤية العين المركزة، مثل استخدام أجهزة القياس عن بعد اللاسلكية، وحتى المطابقة بنظم المعلومات الجغرافيّة. ومثل أي علم آخر، فنحن بحاجة إلى أدوات خاصة لمراقبة بعض الأنماط، خاصة الكامن منها، أو المعتمدة على العتبة الحدية، أو الفريدة زمنياً، أو الأنماط الوظيفيّة. وحتى إذا ما بدت الأنماط البصرية بسيطة نسبياً، فإنها لا تصبح مُدركة إلا إذا استخدمنا زوايا أو أبعاد نظر مختلفة. لقد تم إثبات هذا في الآونة الأخيرة بواسطة عمل مميز قام به بيتر فشر (١٩٩٥ و ١٩٩٦ و ١٩٩٨م)، الذي أظهر فحصه للخوارزميات المشهورة الخاصة بتحليل الرؤية أننا قد أخفقنا في ملاحظة ما نعني فعلاً بتحليل الرؤية. فلقد وجد، على سبيل المثال، إنه على الرغم من أننا عادةً ما نفترض أنه إذا كان منزل ما على تلّة معينة في واجهة المشاهد فإن المنزل سوف يُرى، وينبغي أن تعكس الخوارزمية ذلك. بيد أنه، وبافتراض أن جميع العوامل الأخرى متساوية، إذا أمتدت واجهة المنزل فوق التلة، فإنه سوف يكون أكثر وضوحاً (أكثر وضوحاً من ذلك الذي لا يمتد فوق التلّة) (الشكل رقم ٥,١٢). يمكن توسيع هذا ليشمل عاملاً مهماً وهو التمايز (يُسمى غالباً بأساس الرؤية). إن فكرة التمويه هي محاولة لإرباك الإدراك البصري للمشاهد أو المراقب من خلال تفصيل الأنماط إلى أجزاء بحيث لا يمكن ملاحظتها. وعلى الرغم من أن التمويه العسكري يفعل ذلك عن قصد، فإن للطبيعة مَيلاً إلى أن تفعل الشيء نفسه على نحو طبيعي. ومثلما قد نحتاج إلى استخدام أجهزة استشعار مختلفة لإدراك الجندي المموه، فإننا نحتاج إلى أدوات مختلفة لمراقبة العديد من الأنماط التي قد تكون غامضة.

الشكل رقم (٥,١٢). تكون المباني الواقعة في واجهة جبل لكنها لا تمتد فوقه أقل وضوحاً من تلك التي تمتد فوقه.

في حالة مثالنا السابق الخاص بانسكاب المواد الكيميائية، قد تحتاج رؤيتنا إلى أن توسّع من خلال شكل من أشكال أخذ عينات للتربة ورسم الخرائط. فالتوزيع الخرائطي لما قد يكون مواداً كيميائيةً غير مرئية سوف يوضح وجود نمط للتسرب الكيميائي حتى قبل أن تتفاعل معه النباتات. إن كثيراً من الأنماط الوظيفيّة غير واضحة حتى نقوم بربط بعض العينات باستخدام تلك التقنيات البصرية المساندة مثل الأشكال والرسوم البيانية. ومن الأمثلة التقليديّة على ذلك مثال استخدام المقاطع الخطّيّة لأخذ عينة لدرجات الحرارة خلال منطقة حضرية. فعندما تُوقّع درجات الحرارة، فإن تركز الحرارة، أو جزر الحرارة الحضريّة، سوف تظهر داخل مركز المدينة (الشكل رقم ٥,١٣). كما أن المقاطع الحزمية المماثلة ستحقق نفس القدر من الأنماط التي يمكن ملاحظتها لأنواع التركزات النباتية أو الحيوانية، أو السكان المتوزعين، أو قيم الأرض عندما تمثّل برسم بياني بسيط أو تقنيات رسم خرائطية.

إن الطريقة الهامة – والتي تُهمل، في الغالب – لتحديد الأنماط هي استخدام طرائق التحليل الإحصائي الخاصة بالارتباط والانحدار. فبالرغم من أن كثيراً منا قد يعرف هذه التقنيات ويوظفها بمعزل في استخدامات خاصة – إلا أننا نعزلها، في كثير من الأحيان، من عمليّة التحليل بنظم المعلومات الجغرافيّة. في الحقيقة، أن توظيف هذه التقنيات للمتغيرات يعد ممارسة جيدة قبل استخدام تقنيات المطابقة الخرائطيّة. فإذا عرفنا سلفاً أن هناك علاقات ذات دلالة إحصائية بين متغيراتنا الممثلة خرائطياً، فإننا سوف نكون على ثقة كبيرة بأن عمليّة المطابقة ستكون منطقيّة ويمكن تبريرها أثناء عمليّة التحقق من صحة النموذج لاحقاً. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الطريقة الأكثر فائدة هي أن نرسم البواقي (القيم المتخلّفة) خرائطياً من تحليل الانحدار لتحديد المتغيرات التي لا تلائم أو تنضبط مع النموذج (Marble, 1965).



الشكل رقم (٥,١٣). مقطع جانبي لجزيرة حرارية حضرية تشير إلى أن درجات الحرارة تبيّن فعلاً نمطاً قابل للتحديد. المرجع: هيئة الحماية البيئة الأمريكية.

ينبغي تشجيع المبتدئين في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة على فحص مجالهم المعرفي من خلال استخدام كلا من الرسوم الرسوم البيانية البسيطة والطرائق الإحصائيّة الأكثر تعقيداً. سوف يثبت ذلك أنها تجربة مرضية عند مراقبة تلك الأنماط، مثل العلاقة بين أسعار الوقود والقرب من الطرق السريعة الرئيسة أو العلاقة بين عدد الزبائن والمسافة إلى متجر (سواء كانت مسافة فعليّة أو وظيفية). قد يبدو للبعض أنه أمر واضح أن النباتات والحيوانات يبدو أنها تحتل أنماطاً خشنة (عامة) أو على نطاق قارّي، لكنه لم يكن واضحاً لتشارلز داروين وألفريد راسل والاس إلا بعد أن قاموا بأخذ عينات للحيوانات ثم بدأوا بصنع الخرائط. تظهِر خريطة الدكتور جون سنو عام ١٨٥٤م، والتي غدت الآن مثالاً تقليدياً نموذجياً، العلاقة الوظيفيّة الناتجة بين مرض الكوليرا وبئر قريبة ملوثة في لندن (الشكل رقم ٥,١٤). كل تقنيات المراقبة هذه وغيرها الكثير لا تزال تعتمد بشكل أساسي على شكل من أشكال الاستعراض المرئي الجغرافي، كرسم بياني أو خريطة في أغلب الأحيان. بمجرد أن يستطيع منمذجو نظم المعلومات الجغرافيّة أن يلاحظوا الأنماط الخاصة بمجالهم، فإنهم يستطيعوا أن يبدأوا عمليّة التحديد الكمي لما يلاحظون. سوف ندرس في الأجزاء التالية بعض الأدوات المشهورة في تحديد الأنماط واقتراح روابط ممكنة بين النمط والعمليّة (Process).

الشكل رقم (٥,١٤). جزء من خريطة الدكتور سنو لجزء من مدينة لندن تبيّن التوزيع المكاني لمرض الكوليرا قرب بئر ملوثة.

أدوات لتحديد الأنماط

المظهر الطبيعي

تعد قراءة المظهر الطبيعي تقليداً طويلاً عند الجغرافيين، والرحالة، وعلماء الميدان. وفي كثير من الحالات، ليس هناك بديلاً عن التجربة المباشرة. إن قدرتنا على تحديد الأنماط المكانيّة تقوم، إلى حد كبير، على خبراتنا في مراقبتها؛ فكلما راقبنا بيئتنا أكثر، بدأنا نرى كثير من الأنماط. فالمهنيين في مجال تطبيقي معين، والذين هم على اتصال مع بيئتهم، سوف يرون، في أغلب الأحيان، الأنماط التي سوف لن يراها منمذجو نظم المعلومات الجغرافيّة العاميين الذين هم جدد في موضوع مجال التطبيق. وكما رأينا في الفصل الأول، يشير هذا إلى أنه ينبغي أن تكون هناك درجة عالية من التفاعل بين الخبير في مجال التطبيق والمنمذج بنظم المعلومات الجغرافيّة (بافتراض أنهم أناس مختلفون). ينبغي، إذن، أن يراعي كلٌ منهما البيئة التي يحاولان نمذجتها متى ما كان ذلك ممكناً.

إنه من المهم الأخذ في الاعتبار استخدام طائفة واسعة من الأدوات، وأبعاد نظر من زوايا مختلفة لتعزيز القدرة على مشاهدة مناطق الدراسة، وليس الاقتصار على زيارتها فقط. فعلى سبيل المثال، بدلاً من الاعتماد فقط على زيارات النهار، فإن جعل الزيارات في أوقات مختلفة من النهار أو حتى في الليل من الممكن جداً أن ينتج معارف حقيقية مختلفة عن تلك التي تنتج من خلال منهجيّة الزيارة الواحدة؛ ذلك لأن أنماط الحركة المرورية، والنشاط الإجرامي، وأنشطة النبات والحيوان، وكثير من الأنماط الأخرى تتغير طوال اليوم. كما قد تبيّن الزيارات الموسمية، أيضاً، اختلافات في الأنماط الناجمة عن التغييرات الموسمية. ينبغي ملاحظة الأنماط، أيضاً، باستخدام كل من العين المجردة والمناظير المقرّبة، وعدسات الاستقطاب، ونظارات الرؤية الليلية، وأشكال أخرى من التحسينات البصرية، بحيث يكمن رؤية الأنماط التي ليس من المعتاد رؤيتها بالعين المجردة. كما أن النظر من وجهات أو زوايا مختلفة يساعد في اكتشاف الأنماط. فالبيئة، سواء كانت طبيعية أو بشرية، تبدو من مركبة متحركة مختلفة تماماً عن تلك التي تُرى من السير على الأقدام، كما أنها تبدو مختلفة من مواقع الرؤية المنخفضة، كأن تكون مواقعاً في وادٍ، على سبيل المثال، مقارنةً مع مواقع الرؤية على المنحدرات أو الجبال. كما يمكن تغيير زاوية النظر نفسها للحصول على منظر مختلف للمظهر الطبيعي، على سبيل المثال من منظور أفقي أو عمودي. إن فكرة التحليق (Fly-through) هي، في الحقيقة، تقنية متاحة بسهولة الآن ضمن حزم نظم المعلومات الجغرافيّة، والاستشعار عن بعد، وبرامج الرسوم البيانية، كلها توفر لنا فعلياً فرصة تغيير المسافة، والمنظور، وزاوية العرض بشكل سريع للغاية. إن هذا أكثر صعوبة في العالم الحقيقي، لكن من خلال تغيير هذه الخصائص سوف توفر كلها لنا معلومات إضافية عن الأنماط المتاحة للتحليل داخل نظام المعلومات الجغرافيّة.

مسح المراجع

هناك أداة مهمة للمنمذجين ألا وهي مسح المراجع (أدبيات الدراسة)، التي تتيح لهم الاستعانة بخبرة المتخصصين في الحقول الأخرى، سواء في حالة عدم وجود أدوات أخرى لتحديد الأنماط أو – وهذا أكثر شيوعاً – إضافةً عليها. إن استقصاء المراجع في مجال الدراسة أو التطبيق يكون، عادةً، موجهاً توجيهاً دقيقاً نحو المشكلة، أو الظواهر، أو الكائنات الحيّة (بما في ذلك الناس) بقدر الإمكان. بيد أن المعرفة بتشكيل الأنماط المكانيّة في مجالات المعرفة الأخرى، وبتفاعلات تلك الأنماط وعملياتها، قد يتمخض عنها بعض التشابهات المثيرة التي يمكن تطبيقها في نمذجتك المستقبلية. خذ على سبيل المثال، المراجع الخاصة ببيئة المظهر الطبيعي، التي يكون فيها نمط المظهر الطبيعي انعكاساً إما لأنماط تاريخية، وإما أنه نتيجة للاختلافات في الأنماط الأخيرة للنباتات أو الحيوانات. يتحدث هؤلاء العلماء عن "الأنواع أو الأجناس المهددة بالانقراض"، كالتي تعيش أو تتغذى في أطراف المظاهر الطبيعية، على سبيل المثال، على طول منطقة التلاقي بين الغابة والحقل (Forman, 1995). هذه الأنماط، كما قد يتبيّن،

تتشارك في شيء من التشابه الملفت للنظر مع أنشطة بعض أنواع المجرمين، مثل أولئك الذين يمتهنون اللصوصية كحرفة، الذين يبحثون في الحواف بين الأحياء السكنية للفقراء والأغنياء. إذن، يُظهِر مثل هؤلاء "المجرمين الحافّين" نمطا من النشاط الذي يمكن التنبؤ به من خلال تحديد الحواف المتاحة التي تبدو أنها تشجعه.

إن هناك كمٌّ من المراجع المتزايدة في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة ضمن طائفة واسعة من مجالات المعرفة، بما في ذلك الزراعة، والتخطيط الحضري والإقليمي، وتحليل الجريمة، والرعاية الصحية، والتخطيط، والبيئة الحوية. فما كان في السابق عبارة عن مراجع قليلة حول تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة، أصبحت الآن المراجع في هذا المجال أكثر قوة وتنوعاً. لكن، ولسوء الحظ، ارتبطت هذه القوة، أيضاً، بتشتت المراجع. ومع قدوم محركات البحث الرقميّة والمتاحة بسهولة، أصبح هذا التشتت أقل صعوبة ممّا كان عليه في السابق. والآن كل محركات البحث الرئيسة عن المراجع تقريباً يمكن البحث فيها عن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة ونمذجتها والحصول على نتائج وفيرة. بالإضافة إلى ذلك، هناك مجموعات جديدة من المراجع الرقميّة في نظم المعلومات الجغرافيّة متاحة من خلال منظمات مثل المركز الوطني للمعلومات الجغرافيّة وتحليلها (NCGIA) والمكتبة الجامعية الافتراضية لمعهد بحوث النظم البيئيّة (ESRI's Virtual Campus Library). تحتوي هذه المجموعات على آلاف النماذج المبنيّة على التوزيعات المكانيّة. إن الاطلاع على هذه المجموعات وتلك التي توفرت من خلال محركات الأبحاث الرقميّة الأخرى سوف لن تقدم فقط فكرة عن الأنماط الموجودة ولكنها، أيضاً، سوف تعطي أمثلة جاهزة لكيفيّة نمذجتها في السابق.

هندسة المعرفة (مصفوفة الذخيرة المعلوماتية)

بالرغم من قيمة التقييم الأولي لمناطق الدراسة والاطلاع على المراجع – إلا أنه يوجد أناس، في كثير من الأحيان، تفوق خبراتهم وحساسيتهم للأنماط ضمن مجالهم المعرفي بدرجة كبيرة خبرات المنمذج بنظم المعلومات الجغرافيّة أو المبتدئ في مجال اختصاصي معين. ولا ينطبق هذا على الأنماط المكانيّة فقط، بل على جميع أنواع مجالات المعرفة الأخرى. وللأسف، فإن هذه المعرفة موجودة، في كثير من الأحيان، داخل مجموعة من الإرشادات سيئة التحديد أو أنها ما زالت في إطار التجربة الذاتية. إن الحصول على هذه المعرفة كثيراً ما تكون ضرورية لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة في الواقع، لكن المقابلات غير المنظمة قد لا تكفي للحصول على هذه المعرفة، خصوصاً إذا دخل عامل الزمن في التطبيق. كما أن أساليب مثل تقنية دلفي قد طُبقت بين مجموعات من الأفراد لتشجيع المناقشة واستخلاص الإرشادات (DeMers, 1989). لكن، مثل هذه المنهجيات تعمل عندما تكون مكونات أو عناصر المعرفة جيدة التحديد بصورة مقبولة. وعندما لا تكون كذلك، فإن الأمر يتطلب استخدام تقنيات أخرى أكثر تركيزاً.

لقد طور المهنيون داخل ميدان النظم الخبيرة والذكاء الاصطناعي مجموعة متنوعة من التقنيات المنظمة لاستخراج المعرفة سُميت بمصفوفة الذخيرة المعلوماتية (Repertory Grid). واستناداً على عمل كيلي (١٩٥٥م) في علم النفس الإكلينيكي، فقد أُستخدمت هذه التقنيات لتطبيقها بنظم المعلومات الجغرافيّة بهدف التعرف على الأنماط (Coulson et al., 1987)، خاصةً الأنماط المعقدة التي لا تُرى بسهولة على المظهر الطبيعي. تبدأ هذه الطريقة بتحديد مجموعة من الكيانات أو الأهداف، ثم تطلب من المستخدم تحديد بعض التركيبات البنائية (الصفات تحديداً) التي تميّز تلك الأهداف. وبالرغم من أن التقنية العامة بسيطة إلى حد ما – إلا أنها كانت ذات فائدة في إنتاج نظم معلومات جغرافيّة خبيرة (Expert GIS Systems) بسيطة. ويبدو أن هذه المنهجيّة يمكن تطبيقها، أيضاً، بسهولة على تحديد وتوصيف الأنماط المكانيّة كذلك. وبالإضافة إلى ذلك، تعد طريقة هندسة المعرفة هذه مفيدة في توفير صياغة موضوعيّة صريحة لكثير من المكونات أو العناصر المكانيّة الضمنية التي عادةً ما تكون غامضة في ميدان معرفي معين. كما أن هناك أساليب أكثر تقدماً طُبقت على اكتساب تشخيص وصفيّ أكبر للأقاليم (Robinson, 1990)، لكنها ليست متاحة بسهولة ولا تزال نظرية بشكل كبير. يتوفر برنامج خاص بمصفوفة الذخيرة المعلوماتية، بل إنه في متناول الجميع على الشبكة العنكبوتية العالمية (انظر: http://www.csd.abdn.ac.uk/~swhite/repgrid/repgrid.html).

الخرائط

رغم أن طريقة مصفوفة الذخيرة المعلوماتية غريبة إلى حد ما، على الأقل لمجتمع نظم المعلومات الجغرافيّة – إلا أن الخريطة مصدر واضح ومتوفر بسهولة لإدراك الأنماط المكانيّة. ولعلك تدرك أثناء قراءة هذا الكتاب، المجموعة الكبيرة من الخرائط التي يمكن أن توضح أنماط طائفة واسعة من المظاهر والبيئات الطبيعية. ليس من الضروري معالجة ذلك بالتفصيل، لكن يجب عليك أن تكون على علم بالعديد من المواضيع، والمقاييس، والمساقط، والأبعاد المنظورية، وأنواع الترميز المتاحة لعرض البيئات المكانيّة. وبطبيعة الحال، يمكن أن تكون الخرائط إما تقليدية، وإما رقميّة. وفي كثير من الحالات، تحتوي قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافيّة الرقميّة العديد من الخرائط الموضوعيّة التي يمكن من خلالها التعرف على الأنماط. وقد تكون بعض هذه الأنماط ذات موضوع واحد، في حين لا يُرى بعضها إلا من خلال مطابقتها مع موضوع إضافي واحد أو أكثر. إحدى منهجيات الاستعراض المستخدمة في تقنيات التطابق هي العرض المنظوري (على سبيل المثال، للسطح الطبوغرافي) مع خريطة موضوعيّة أخرى (مثل استخدام الأرض أو الغطاء النباتي) (الشكل رقم ٥,١٥). كما توفر العديد من برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيّة طرائقا للعروض المنظورية، في حين أن بعض الحزم البرامجية الأكثر تطوراً تشمل، أيضاً، أدوات التحليق؛ ذلك للسماح بتغيير خصائص العرض من حيث المسافة، والارتفاع، والزاوية الرأسية. كما تظهر تقنيات العرض هذه أثر الارتفاع إما على الغطاء النباتي، وإما على استخدام الأرض، ويمكن أن تقترح

بعض أنواع النماذج التنبّؤيّة الجيدة. هذا يوضح، أيضاً، قيمة بيئة نظم المعلومات الجغرافيّة الغنية بالبيانات التي يمكن من خلالها أداء تحليل استكشافي بسيط للبيانات المكانيّة.

الشكل رقم (٥,١٥). رؤية منظورية لجبل يتطابق عليه غطاء نباتي. يوضح هذا فكرة التقسيم النباتي.

التصوير الجوي

ليس سراً أن العديد من الخرائط قد اُشتقت من تفسيرات التصوير الجوي. فالوصول إلى الصورة الأصلية نفسها، يتيح، على أي حال، للمستخدمين تقرير أيّ الأهداف المطلوب التركيز عليها، وأيّ الأنماط التي قد تظهر، بدلاً من الاعتماد على رسامي الخرائط لأداء هذه المهام الهامة لهم. إن مهارات تفسير الصور الجوية يمكن أن تكون مفيدة للغاية في تحديد الأنماط البصرية. فمن خلال استخدام تقييم درجة اللون، ونوع اللون، والنسيج، والمكان، والارتباط، والمقياس، والوقت، وغيرها من عوامل التفسير، لن يجعل اكتشاف الأنماط مهمةً سهلةً فقط بل يؤدي، أيضاً، إلى اكتشاف السياق الذي توجد فيه هذه الأنماط وذلك بشكل واضح. يعد مثل هذا السياق أمراً حيوياً لعمل روابط وظيفية بين عناصر النمط وبين الطبقات الموضوعيّة.

الصور الفضائية

عند الحاجة إلى تغطية منطقة ذات مساحة أكبر في الغالب من تلك المتاحة، أو أن تكلفة عملها مكلفة اقتصادياً من خلال التصوير الجوي، فإن المرئيات الفضائية يمكن أن تكون بديلاً مفيداً. لقد تطور الاستشعار عن بعد

بالأقمار الصناعية تقنياً وفكرياً؛ فمع مجموعة واسعة من الدرجات الطيفية، والمكانيّة والزمانيّة، والإشعاعية، ونطاق التغطية؛ هناك فرصة كبيرة للحصول على بعض أشكال بيانات الاستشعار عن بعد في مراقبة الأنماط، خصوصاً توفير منظر إجمالي (عام) للمناطق الواسعة (Jensen, 2000). إن فائدة بيانات الأقمار الصناعية لنماذج الأرض والبيئة الحيوية بنظم المعلومات الجغرافيّة، لا يمكن التقليل من شأنها. فالأنماط التي لا تظهر عند المقاييس الكبيرة (لنقل، صورة جوية بمقياس ١ : ٢٤,٠٠٠) قد تكون واضحة بسهولة على مرئية فضائية للاندسات عند مقياس ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠.

تتجازو بيانات الاستشعار عن بعد خاصية الرؤية الإجمالية والتكلفة الأقل إلى أبعد من ذلك، فكونها متوفرة في أشكال رقميّة، فهي تسمح لبرامج التحسين الرقمي الملاءمة استخلاص الأنماط التي لا يمكن رؤيتها بسهولة. فعلى سبيل المثال، تحسن المرشّحات العالية الحواف؛ وتقلل المرشّحات المنخفضة الضوضاء أو التشويش، لتسهيل رؤية الأنماط العامة الأخرى؛ وتبرز المرشّحات المتجهية التباين. وهناك مجموعة أخرى من تقنيات تحسين المرئيات صُممت خصيصا لإبراز الأنماط من بيانات الاستشعار عن بعد. تتميز بيانات الاستشعار عن بعد بخاصية إضافية مهمة وهي توفرها المتكرر (درجة الوضوح الزمانيّة)، فكلما تكرر توفر هذه البيانات، كان بالإمكان إضافتها، أيضاً، إلى قاعدة البيانات الزمانيّة المكانيّة. وبهذه الطريقة، فإن أنماط التغيّر التي بطبيعتها لا تظهر أو تكون مخفية سوف تتكشف بسهولة.

التقنيات الإحصائيّة

تتميز الطرائق الإحصائيّة بأنها من أقوى الأدوات المتاحة للتعرف على الأنماط، وخاصة الأنماط التي ليست مرئية على المظهر الطبيعي، والغريب أنها من بين أكثر الأدوات تجاهلاً، في كثير من الأحيان، من قبل محترفي نظام المعلومات الجغرافيّة. ومن ضمن الخدمات الجديرة بالاهتمام، تلك المتمثّلة في مجموعة واسعة من طرائق تحليل الارتباط والانحدار التي يمكن استخدامها لتحديد العلاقات بين المتغيرات. بل إنه حتى المؤشرات الإحصائيّة الوصفيّة البسيطة مثل المتوسط المكاني، والوسيط، والمنوال يمكن أن تظهر الأنماط عن طريق السماح للمستخدم أن يحدّد ملخصات (إحصائية) للبيانات المكانيّة. ومتى ما وُزنت هذه الطرائق فإنها ستكون أكثر فائدة لنظام المعلومات الجغرافيّة ولإدراك النمط المكاني.

يمكن استخدام طرائق أخرى أبعد من مقاييس النزعة المركزية، وهي: مقاييس التشتت (بما في ذلك مقاييس التشتت المكاني، مثل الجار الأقرب، والمركز المتوسط الموزون)؛ والطرائق الإحصائيّة الاستنتاجية، وذلك على عينة من مجموعة البيانات المكانيّة الخاصة بك لتحديد إمكانيّة وجود أنماط في مجموعات البيانات الأكبر. تعد هذه المنهجيات وسائل ممتازة لوضع نماذج أولية سريعة وتشخيص الأنماط لمناطق دراستك الأكبر ومجموعات بياناتها. كما

تحسن كفائتك التحليلة الإحصائيّة قدرتك على تحديد الأنماط، سواء كانت فردية أو مجتمعة. والأهم من ذلك، هو أن الاختبار الإحصائي يعد أسلوباً ممتازاً لتحديد تفاعلات العوامل المكانيّة مسبقاً والتي سوف تُستخدم في نماذجك العشوائية بنظم نظم المعلومات الجغرافيّة.

إدراك التفاعلات المكانيّة للمشكلة: من النمط إلى العمليّة

إن من بين أهم المهام التي سوف نحتاج إلى تنفيذها قبل القيام بعمليّة النمذجة هو وضع فرضيات للعمليات (Processes) المحتملة المتعلقة بالأنماط التوزيعية التي نلاحظها. فقد نبدأ، في بعض الحالات، بمحاولة تحديد العمليات الكامنة التي أوجدت الأنماط، في حين أننا، في حالات أخرى، قد نحاول تقييم الآثار لأنماط قائمة على عمليات جارية. ويتطلب تقييم أي منهما أن نذهب إلى ما وراء القدرة على التعرف على وجود تلك الأنماط وأن نبدأ بوصف ما يوجد من أنماط. سوف نحتاج إلى أن نصف الأهداف هندسياً كل على حدة، إضافةً إلى التنظيم المكاني لمجموعات الأهداف. فتوفر لنا مقاييس الحجم النسبي والمطلق، والتوجيه، والدوران، والإتصالية، والعزلة، والتشتت، والكثافة، والشكل، والسلامة المكانيّة، وكثير من الصفات الأخرى مؤشرات توصيفية قابلة للقياس للأنماط التي نلاحظها. قد يتم التقييم من خلال دراسة الأبعاد الهندسية والتنظيمات ضمن الخريطة الموضوعيّة الواحدة، أو من خلال مقارنة الكيانات أو الظواهر بين خريطتين موضوعيتين أو أكثر. يمكن أن تتفاعل الأهداف النقطية والخطّيّة والسطحية والمساحية جميعها مع بعضها، وغالباً ما تكون هذه التفاعلات هي ما نحاول أن ننمذجه بنظم المعلومات الجغرافيّة. وعند هذه النقطة، فإنه من الحكمة استعراض القدرات الوظيفيّة لنظم المعلومات الجغرافيّة لمثل تلك المهام من خلال الإطلاع على المراجع التمهيدية حول الموضوع (على سبيل المثال، Chrisman, 1997; Clarke, 1999; DeMers, 2000a; Heywood et al., 1998).

ومثلما قد تتوقع، هناك الملايين من الأهداف المختلفة جداً، بل وملايين المجموعات المؤلفة، والتشكيلات المحتملة للأبعاد الهندسية والتنظيمية لهذه الأهداف. إذن، كيف نتوقع أن نعرف أو حتى نلخص جميع ما يمكن من الأسباب والآثار لمثل هذه الحالات العديدة جداً؟ مع هذا السؤال المطروح على هذا النحو، فإن الإجابة البسيطة هي: لا نستطيع. لكننا يمكن أن نضع بعض التعميمات حول الأشكال الهندسية والتنظيمات المحدودة التي نستطيع أن نصفها. هذا هو صميم العمل الجغرافي وراء نظم المعلومات الجغرافيّة – القدرة على الملاحظة، والوصف، وتقييم تفاعلات أهداف الأرض، وصفاتها، وساكنيها وحيزهم الجغرافي. كما توفر لنا الأمثلة فرصة لتدريب تفكيرنا المكاني، خاصةً فيما يتصل بالعلاقات بين الأنماط المكانيّة والعمليات السببية أو الناتجة. انظر إلى الجدول رقم (٥,١) الذي يسرد عدداً قليلاً فقط من الاحتمالات العديدة.

لاحظ كيف أن لكل هدف بعداً مكانياً (نقطة، خط، مساحة، أو سطح)، وخاصيةً قيد الدراسة (على سبيل المثال، حجم (Volume)، وانحدار، وواجهة الانحدار، وأبعاد (Size)، وتوجيه)، ومقياساً محدّداً مرتبطاً بهذه

الخاصية، وسبباً محتملاً، وأثراً متوقعاً. يمكن النظر إلى السبب بوصفه فرضيةً للأسباب الكامنة وراء تطور الأنماط. ولكونها فرضية، ينبغي أن تكون قابلة للاختبار، على الأقل إزاء عمليّة عشوائية معينة (وهي فعلياً، فرضية العدم). وهنا، يكون الاختبار الإحصائي فعالاً جداً في تحديد العلاقات الوظيفيّة بين الأنماط القائمة والعمليات السابقة. هذا ويمكن اتباع منهجاً مماثلاً في دراسة الآثار للأنماط القائمة على العمليات الجارية. وفي كل حالة، يتم اختبار النمط في ظل عمليّة ناتجة يمكن ملاحظتها. فعلى سبيل المثال، إذا كان الطول الإجمالي للسياج يتزايد، فإن الفرضية المعقولة، هي أنه سوف يكون هناك زيادة في أعداد الأنواع أو الأجناس الحافية (المهددة بالانقراض) التي تفضل الحواف، قابلة للقياس، والتنبؤ (DeMers, et al., 1996). ستكون فرضية العدم، إذن: لن يكون هناك زيادة في الأجناس الحافية. يدل هذا، مرة أخرى، على فائدة تطبيق الاختبارات الإحصائيّة لتوفير معرفة عمليّة للعلاقات الوظيفيّة بين النمط والعمليّة قبل إنشاء نموذج بنظم المعلومات الجغرافيّة.

الجدول رقم (٥,١). بعض الأهداف التي توضح الأبعاد المكانيّة القابلة للتحديد، الخصائص القابلة للقياس، والعلاقات بين السبب والنتيجة.

البعد المكاني	الهدف (الظاهرة)	الخاصية	المقياس	السبب	النتيجة
سطح	كتلة هبوط أو انهيار كبير	حجم	قياس التشكل (مرفومتري)	الجاذبية/مُدخلات السوائل/ الضغط	انحدار غير ثابت
سطح	حيد أو حرف طبوغرافي	انحدار وواجهة الانحدار	درجات زاوية/ زاوية السمت	رفع	غطاء نباتي شمالي مقابل جنوبي
مساحة	رقعة غابية	أبعاد	محيط/مساحة	تطهير غابي	تفاعل مع بيئة المكان
مساحة	رقعة غابية خطيّة	اتجاه	زاوية السمت للمحور الطويل	ممر نهري	مبيت للطيور المهاجرة
خط	سياج	إمتداد	طول	بشري	حركة حيوانية
خط	شبكة طرق	إتصالية	مؤشر ألفا	بشري	تدفق الحركة المرورية
نقطة	حفر قوارض	كثافة	العدد في الوحدة المساحية	استيطان	تنافس
نقطة	أشجار فواكه	تنظيم	الجار الأقرب	زراعة	كفاءة المحصول

لا ينفي هذا، بطبيعة الحال، إمكانيّة استخدام نظم المعلومات الجغرافيّة نفسها لاختبار هذه الفرضيات. إن تطبيق الاختبارات الإحصائيّة ضمن نظم المعلومات الجغرافيّة باستخدام مجموعة فرعيّة صغيرة من بيانات موضوعيّة تجريبيّة يعد، في الحقيقة، أسلوباً فعالاً باستخدام هذه النظم، باعتبارها أداة اختبار إحصائي استنتاجي. وحالما يتم إنشاء العلاقات المكانية لعينة من البيانات ومعرفة حدود الثقة الإحصائيّة، يمكنك – بعدئذ – تطبيق النموذج لكامل قاعدة البيانات، على أساس العلاقات التي تم تحديدها. يزوّدك هذا، أيضاً، بمقياس لحدود الثقة لنموذج نظم المعلومات الجغرافيّة نفسه الخاص بك. ومن الأمثلة التي أصبحت اليوم أمثلة تقليدية في استخدام نظم المعلومات

الجغرافيّة الخلويّة في تطبيق النماذج الإحصائيّة التنبّؤيّة ذلك المثال الذي قدمه توملن (١٩٨١م)، وهو نموذج كسر الأخشاب. فمن خلال تطبيق معادلة الانحدار ضمن برنامج "حزمة التحليل الخرائطي" (MAP)، وسّع توملن في معادلة الانحدار لتشمل المجال المكاني، ومن ثمّ التخلص من ضرورة تطبيق اختبار الانحدار قبل تطبيق نظم المعلومات الجغرافيّة.

بالرغم من أن هذه المناقشة الوجيزة للتحليل الإحصائي لا تحصر جميع الطرائق الممكنة التي يمكن من خلالها إجراء اختبارات – إلا أنها تشير إلى أهمية تحديد العلاقات الوظيفيّة بين الأنماط داخل النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة أو قبلها. يمكن استخدام أدوات مثل النمذجة اللوجستية بطريقة Logit، وتحليل حساسية التباين[1] (Sensitivity Analysis)، والارتباط الذاتي لتحديد وقياس العلاقات الوظيفيّة (على سبيل المثال، Algarni, 1996, Clark, et al., 1993; Johnston, 1992; Lowell, 1991; Pereira and Itami, 1991). إن قدوم مجموعة سريعة النمو من الموصّفات المكانيّة، خصوصاً تلك الموجودة في البيئة الحيوية للمظهر الطبيعي، ورسم خرائط الرعاية الصحية، ومراجع التحليل المكاني للجريمة، قد دفعت بنفس القدر تزايداً في الحاجة إلى التعرّف على أسباب ونتائج هذه الأنماط وتحديدها كمياً. تعد المقاييس الكمية للنمط الخطوة الأولى التي لا بد منها، ولكن دون ربطها بالسببية، لن نكون قادرين على بناء نماذج نظم معلومات جغرافيّة للواقع بشكل فعال، سواء كانت مصممة لوصف حالة معينة أو التنبؤ بحالات جديدة.

أنواع نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة

مقدمة

ينبني تصنيف نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة، مثل تصنيف أي شيء، على مجموعة من المعايير المختارة مسبقاً. وهناك عدة طرائق لتصنيف نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة إلى درجة أن كثرتها يمكن أن تصبح مربكة جداً. لقد فصل بيري (١٩٨٧ – ١٩٩٧م)، في الحقيقة، النماذج المكانيّة من النماذج الخرائطيّة، في حين أن العديد من المؤلفين لم يفعلوا ذلك. لا أهدف، هنا، إضافة مزيداً من الإرباك لمهامك النمذجية التي هي معقدة بما فيه الكفاية من خلال إنشاء مجموعة أخرى من التصنيفات، وإنما لدراسة بعض المصطلحات الأساسية التي يجري استخدامها بين منمذجي نظم المعلومات الجغرافيّة بحيث تستطيع أن تتواصل معهم بشكل فعال. وبالإضافة إلى ذلك، سوف توفر التصنيفات هيكلاً لمهام النمذجة من خلال وصف طرائق النمذجة المختلفة جداً، سواء كان ذلك على أساس الغرض أو الهدف المُختار، أو المنهجيات المتباينة، أو على أساس منهجيات المنطق العلمي التي تختلف في الغالب اختلافاً جوهرياً. من المهم أن نلاحظ أنه على الرغم من أن بعض هذه التصنيفات فريدة – إلا أن العديد منها

(١) اختبار يبين حساسية التحليل للتغيرات الطفيفة أو الدقيقة في البيانات. (المترجم)

تتداخل وتختلط، مما ينتج منه صعوبةً نسبيةً في إنشاء تصنيف هرمي مثل الذي حاول أن يقدمه تواملن (١٩٩٠م) في البداية. يمكن أن يُخفف هذا التشويش بشكل أفضل عن طريق تحديد الفائدة النسبية لكل طريقة تصنيف ومعالجة، كل طريقة على حدة، مثلما اقترح بيري (١٩٩٥م) من قبل. تستخدم الفقرات التالية هذا المنهج، إذ تقدم اعتبارات هامة للنمذجه داخل كل فئة من فئات النماذج. فينبغي عليك أثناء قراءتها أن تخصص وقتاً أقل للتصنيف نفسه، والتركيز على المهام النمذجية وعمليات التفكير الملازمة خصيصاً لكل واحدة منها. لقد قصرتُ تصنيف نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة على ثلاث منهجيات أساسية: (١) الغرض؛ و(٢) المنهجيات أو التقنيات؛ و(٣) المنطق. مرة أخرى، تذكّر أن أياً من هذه التصنيفات يعد تصنيفاً مستقلاً تماماً عن الآخر.

النماذج القائمة على الغرض

إذا كان هناك تسلسلاً واحداً للمهام النمذجية بنظم المعلومات الجغرافيّة يحضى بقبول جيد، فالأرجح أنه ذلك الذي يبدأ أساساً بالتركيز على الهدف العام الذي سوف يُبنى عليه إنشاء النموذج. وكما هو الحال في معظم طرائق التصنيف، فالنموذج المبني على أساس الغرض أو الهدف ليس نموذجاً منفصلاً، ولا ثنائياً، وإنما يبيّن الحدود القصوى لسلسلة متصلة من الأنواع المحتملة. فلدينا على أحد طرفي النقيض، نماذج هدفها الوحيد الوصف، تسمى بالنماذج الوصفيّة (Descriptive). وفي المقابل، على طرف النقيض الآخر، هناك نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة التي هدفها أن تقرِّر أو توصِّف أفضل الاستخدامات للأراضي والموارد الموجودة بناءً على تقييم الظروف المعروفة أو التي يمكن تنبؤها، وتسمى هذه النماذج بالنماذج الموصِّفة (Prescriptive). وبالرغم من أن هذين النوعين هما من النماذج المنفصلة كما يبدو، مع العلم أن كل منهما لا تقل سلسلة أنواعه عن الآخر – إلا أنه يبدو أن كليهما أصبحا مقبولين كأكثر نوعين أساسيين من نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة في المراجع. سنبدأ مع النوع الأول الذي يعد في الغالب أكثر بساطة من الاثنين – الوصفي – ثم نتوسّع في التفصيل لنصل إلى النماذج الموصِّفة.

النماذج الوصفيّة: تتميز النماذج الوصفيّة، وكما يفهم من اسمها، بأنها نماذج سلبية (غير فاعلة)، وتهدف في الأساس إلى تقديم وصف لكامل منطقة الدراسة أو أجزاء منها قيد البحث. فيمكن أن يكون الوصف بسيطاً أو معقداً، وحيداً أو متعدد المواضيع، بحيث يكون خطوة تحضيرية للنموذج النهائي، أو يكون حلاً بذاته. يصعب أحياناً فصل مصطلح نموذج نظم المعلومات الجغرافيّة الوصفي عن أنواع النماذج الأخرى؛ لأن الخريطة نفسها تصف، في كثير من الأحيان، من خلال طرائق مكانيّة صريحة، الأحوال في الواقع كما هي، أو ما يمكن أن تكون أو يجب أن تكون عليه في هذا الواقع. ويعتمد المصطلح، بدرجة أكبر، على الغرض الذي من أجله سوف تستخدم الخريطة المُخرجة، أو الرسم البياني، أو أي مُخرج نهائي آخر، أكثر من اعتماده على المُخرج نفسه. وعليه، فإن النماذج الوصفيّة تصف الحالات أو الظروف الموجودة. وبعبارة أخرى، إنها تجيب، في معظم الأحيان، عن سؤال "ما هو"، بدلاً من سؤال "ماذا يجب أن يكون". وفي بعض الحالات، قد يصف النموذج الوصفي الظروف التي ربما تناسب،

أيضاً، الاستخدامات الإنتقائية للأرض. وفي مثل هذه الحالات، قد يجيب النموذج الوصفي عن سؤال "ماذا يمكن أن يكون"، وذلك ببساطة من خلال وصف ما يمكن أن يكون ملائماً، بدلاً من وصف الاستخدام الفعلي.

تحاول النماذج الوصفيّة، وذلك في أبسط أشكالها، أن تحدّد كميا الخريطة الموجودة، أو مجموعة من الخرائط على أساس العمليات الوظيفيّة التي بحثناها في الفصل الرابع. ففي الحالة الأولى، يحاول هذا النوع من النموذج وصف مكونات الخريطة أو الخرائط هندسياً. وقد يتراوح الوصف الهندسي، هنا، من المقاييس البسيطة للطول، والعرض، والمحيط، والمساحة، والدوران، وغيرها الكثير، إلى أكثر المقاييس تعقيداً وتكاملاً، مثل نسب المحيط إلى المساحة، وقياسات الجار الأقرب، والعزل أو الفرز، وغيرها الكثير من قياسات التركيب البنائي (الطبولوجي) المتأصلة في الوثائق الخرائطيّة. كثير من هذه المقاييس قد سبق الحديث عنها في هذا الفصل. وتكمن أهمية الوصف أو القياس الكمي الهندسي للخريطة في كونه يتيح لنا فرصة لعزل أو فرز الأنماط داخل الخريطة كلها؛ لاكتشاف الأنماط التي لن تكون مرئية بدون قياس كمي؛ أو لمقارنة الأنماط من خريطة إلى أخرى، أو من جزء واحد من الخريطة إلى جزء آخر. ولأن كل نمط هو نتيجة لعمليّة جارية واحدة أو أكثر، فإن وصف النمط يساعدنا، أيضاً، في اكتساب فهم أعمق لهذه العمليات. غالباً ما تُستخدم أنماط التشتت، على سبيل المثال، لربط النمط بالعمليّة. كما تنتُج أنماط التشتت المتكتلة، في معظم الأحوال، من العمليات غير العشوائية، وهذا يشبه، أيضاً، أنماط التشتت المنتظمة، مثلما قد يجد المرء في أحد البساتين أو المحاصيل البعلية، في حين أن الأنماط العشوائية تكون، في أغلب الأحيان، نتيجة عمليات احتمالية أو عشوائية من الناحية الإحصائيّة. قد تتصل هذه الأنماط، والعمليات المرتبطة بها، أيضاً، بأنماط أخرى في مواضيع أخرى، كما أن العمليات التي شكلت الأنماط الإضافية يمكن، أيضاً، أن يكون لها صلة بالأنماط الأصلية (الأولى).

إن من بين أقوى القدرات للنماذج الوصفيّة هي قدرتها على الذهاب إلى أبعد من مجرد التوصيف الهندسي، لتشمل دمج أو توليف البيانات المكانيّة التي غالباً ما تكون متباينة. وعليه يمكن، أيضاً، أن يُسمى النموذج الوصفي، في هذا السياق، بالنموذج التوليفي (Synthetic)، وذلك ليس لأنه يحاول أن يصف حالة أو وضعاً معيناً من خلال دراسة عنصر خرائطي واحد أو حتى خريطة واحدة، بل لأنه كثيراً ما يدمج مواضيع متعددة لتقييم العلاقات المكانيّة المحتملة. يتم في المنهج التوليفي الجمع بين المواضيع المتتالية، جمع واحد في كل مرة، ثم تُحدّد في كل عمليّة جمع درجة الترابط المكاني الذي قد يظهر من خلال الوصف الشامل للأوضاع القائمة. كما تعد النماذج الوصفيّة دعامة أساسية في المجتمع العلمي، فالتدريب العلمي يتطلب من العلماء أن يتابعوا نمطاً معيناً للسلوك، ويطلق على هذه المنهجيّة بالأسلوب العلمي، فيبدأ أولاً بملاحظات الأنماط، السبب الذي سيصبح فيما بعد فرضية، ليتم – بعد ذلك – اختبارها بدقة، وربما تتطور إلى نظرية أو تصبح قانوناً علمياً إذا اتسمت بالثبات. ورغم أن نظم المعلومات الجغرافيّة، بوضعها الحالي، ليست أداة جيدة لاختبار الفرضيات بالذات – إلا أنه يمكن تكييفها لتصبح أداةً لعمل فرضيات مكانيّة قابلة للاختبار (Aspinall, 1994).

يعد النوع التفكيكي (Deconstructive) بديلاً آخراً للنوع التوليفي للنموذج الوصفي. فقد يكون من المفيد، عند تحديد حساسية بعض العوامل في نموذج وصفي ما، أن نعزل عاملاً واحداً في كل مرة، ثم ندرس تأثير ذلك على النتيجة النهائيّة. يشبه هذا التراجع التدريجي إلى الوراء نمذجة الانحدار، على عكس التدرج إلى الأمام. وفي هذا الانحدار التدريجي العكسي، يحاول الباحث أن يستبعد متغيرات مستقلة فردية بعينها للتأكد من أثر كل متغير على معامل الانحدار النهائي للنموذج. ورغم أن المُخرج النهائي من النماذج الوصفيّة في نظام المعلومات الجغرافيّة ليس مُعاملاً (Coefficient) في الوقت الحالي – إلا أنه من الممكن على الأقل معرفة إمكانية التوافق المكاني لبعض المتغيرات المكانيّة الخاصة، من خلال استخدام اختبار بسيط للتوافق المكاني (Muerhcke and Muerhcke, 1999). وكما هو الحال، بالطبع، مع التحليل الإحصائي للانحدار والارتباط، فإن مجرد وجود التوافق المكاني لا يعني وجود علاقة سببية، وكل ما يبيّن هو ببساطة أن بعض المتغيرات المختارة تحتل جزءاً من نفس الحيز الجغرافي. مثل هذه التوافقات المكانيّة يمكن أن تشير بدرجة كبيرة إلى علاقة ما، هذا بشرط أن تُختار بعناية (Sauer, 1925).

النماذج الموصِّفة: يوجد على الطرف الآخر من سلسلة التصنيف نموذج أكثر فاعليّة وهو النموذج الموصِّف (Prescriptive). يهدف هذا النموذج، في أنقى صوره، إلى اقتراح الحل الأمثل للمشكلات التي لا يكفي معها وصف الأوضاع القائمة كطريقة مساعدة في اتخاذ القرار (Tomlin, 1991). ويشبه هذا عمل الطبيب، فهو يصف الأعراض الأولية لمرض أو أي حالة طبية أخرى، ثم يقوم بعد أن يشخِّص هذه الأعراض (يسند اسماً للمرض، في الغالب) بالخطوة التالية وهي إعطاء وصفة طبية بأفضل دواء أو علاج للشفاء من هذه المشكلة، وعليه فإن خطوتنا التالية هي أن "نوصِّف" أفضل حل للمشكلات الجغرافيّة. قد تنطبق مثل هذه السيناريوهات في نظم المعلومات الجغرافيّة أكثر على الإجابة على تلك الأسئلة مثل: (١) ما هو الموقع الأفضل لإقامة مصنع؟ (٢) أين المكان الأكثر احتماليةً للعثور على قاتل محترف؟ (٣) ما هو المكان الأنسب لإعادة صقور الأبلومادو في الجنوب الغربي للولايات المتحدة؟ ويمكن القول باختصار، أن النموذج الموصِّف هو أكثر ارتباطاً بالإجابة على السؤال من نوع "ماذا يجب أن يكون".

لا يوجد هناك حل مثالي دائماً لمسألة بعينها، وذلك أياً كانت الوصفة. وفي هذه الحالة، هناك منهجيتان عامتان. الأولى، هي أن نختار أفضل الحلول على أساس أفضل البيانات المتاحة، والمعوقات الموجودة حالياً أو يُتوقع أن توجد (في حالة كون النموذج تنبؤياً). هذا النوع الأول هو الأكثر استخداماً عندما تكون القيود الفردية الدافعة للنموذج شروط بوليانية (ثنائية)، أو أن النموذج يقتصر على هذا النوع من الشروط (أي، تربة جيدة مقابل تربة سيئة، أو تقسيم جيد مقابل تقسيم سيء). ومع أن هذه النماذج هي فعلاً نادرة بدرجة كبيرة – إلا أنها غالباً ما تُنفذ في غياب عوامل محدّدة ذات مجموعة من الشروط. كما تتشابه المنهجيّة الثانية مع الأولى، غير أنها توفر مجموعة من الحلول الممكنة، يتناسب بعضها مع معايير معينة أفضل من غيرها. إن أفضل تطبيق لهذه النمهجية هو متى ما توفرت معلومات إضافية حول الشروط لكل عامل يحتوي عليه النموذج. ولأن هناك مجموعة من التقديرات والأوزان للعوامل الممكنة، فإن هناك مدى أوسع لتأثيرات العوامل، ومن ثمّ فرصة أكبر للحصول على حلول فعالة، وإن لم

تكن مثالية. وبهذه الطريقة، فإذا حدث أن شيئاً من السطلة الاقتصادية أو السياسية غير المنظورة أو المتوقعة حالت دون استخدام الموقع الأفضل (الذي حدّده النموذج)، فإن هناك مواقع أخرى متاحة يمكن استخدامها.

إن من أهم خصائص النماذج الموصّفة هي قدرتها على استنباط الحل، وليس فقط وصف ما هو كائن بالفعل. وعلى هذا النحو، فإن النموذج الموصّف يميل إلى أن يكون أكثر براعةً في التنبؤ. وبعبارة أخرى، إذا كان لديك نموذج نظم معلومات جغرافيّة تنبؤي، فالراجح أنه سيكون نموذجاً موصّفاً أكثر منه وصفياً. لكن هذا لا يمنع نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة الوصفيّة من أن تحتوي على بعض يسير، على الأقل، من السمات التنبّؤيّة. لكن من المهم، أيضاً، أن نفهم أنه ليس كل النماذج الموصّفة نماذج تنبّؤيّة، فبشكل عام، حتى يكون النموذج تنبؤياً بالفعل (موصّفاً)، فإنه من المهم جداً أن تكون العمليات التي تربط بين المواضيع مفهومة بشكل كامل وصريح. تحتوي هذه النماذج، في الغالب، على بعض العناصر الديناميكيّة، أيضاً، وقد تتطلب هياكل خاصة لقواعد البيانات (على سبيل المثال، الآليات أو الروبوطات الخلويّة) أو حتى معالجات حاسوبية خاصة للأنواع الأكثر تعقيداً (Costanza and Maxwell, 1991). ربما من الأمثلة التقليديّة للخرائط التنبّؤيّة الديناميكيّة هي تلك التي تشمل التشتت أو حركات (انتقال) الأفكار، أو المخلوقات، أو العمليات، وتعد نمذجة الحرائق من بين أبرز النماذج التنبّؤيّة المعروفة والواضحة.

لقد فصل توملن، في نموذجه الأصلي، النماذج الموصّفة إلى نوعين: كلّية (Holistic) مقابل تجزيئية (Atomistic). فالنماذج الكلّية هي تلك التي تقيّم سيناريواً معيناً برمته، وتتطلب فهماً كاملاً لجميع العمليات والمحتويات الموضوعيّة للخريطة. هذه نماذج نادرة، ويرجع ذلك جزئياً إلى أن هناك قليل من الحالات التي تكون فيها كل التعقيدات للنظم (الطبيعية) مفهومة فهماً كاملاً، وجزئياً إلى كون التحقق والتثبت منها صعب جداً. أما أكثر أنواع النماذج الموصّفة شهرة فهو النوع التجزيئي الذي يفصل عمليات النموذج وموضوعاته إلى فئات ومجموعات وظيفية. وبحكم طبيعته، فهو نوع من أنواع نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة الموصّفة الذي يتيح نفسه بسهولة للتقسيم إلى أجزاء وحدويّة، إذ ينتقل في طريقة عمله من خطوة إلى أخرى، عازلا في كل مرحلة العناصر الفردية. وبسبب ذلك، فإن عمليات التصوّر، والصياغة، والتخطيط، والتنفيذ، والتحقق والتثبت تكون أسهل بكثير بهذه الطريقة.

يمكن تقسيم النماذج التجزيئية الموصفّة بدورها إلى فئتين إضافيتين: إرشادية أو موجّهة (Heuristic) وخوارزمية (Algorithmic). يتطلب النموذج الإرشادي إما استجماع خبرة سابقة، وإما تجربة عمليّة غير قياسية. هذه الأنواع من المعرفة التجريبيّة كثيراً ما تفتقر إلى التوثيق، ونادراً ما تُصاغ صياغة علمية منهجيّة، كما أن الحصول عليها صعب جداً. لقد تحدثنا في وقت سابق عن استخدام استراتيجيات اكتساب المعرفة للحصول على معلومات حول النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة، ولأن هذا هو النوع التقليدي لنموذج نظم المعلومات الجغرافيّة الذي يتطلب هذه المعرفة، فإنه يستلزم استراتيجيات فريدة لاكتسابها. وللحصول على هذه الإرشادات، فإن الواحد، في الحقيقة، يحتاج في أغلب الأحيان إلى صياغتها في شكل وصفة منهجيّة مفصلة بوضوح لعمليّة صنع القرار. وبعبارة أخرى، تصبح معالجة النماذج الإرشادية فعلياً أسهل إذا حُوّلت إلى نماذج خوارزمية.

تأخذ النماذج الموصّفة الخوارزمية، في معظم الأحيان، شكل مجموعة من القواعد التي تربط العناصر بوضوح لكل خريطة موضوعيّة. فتربط هذه العناصر والخرائط في ترتيب أو تسلسل محدّد، عادةً، في شكل تسلسل هرمي، فهو بالإضافة إلى كونه يمثّل العمليات كما هي في الواقع الحقيقي، فإنه، أيضاً، يسمح بعكس العمليّة بهدف التحقق من النموذج. وفي حقيقة الأمر، تحدّد هذه الخصائص إلى حد ما تعريف نموذج نظام المعلومات الجغرافيّة –مجموعة مرتبة من العمليات الخرائطيّة صُممت بهدف تمثيل بيئات العالم الحقيقي.

النماذج القائمة على المنهجيّة

كما هو الحال تقريباً مع جميع أنواع النماذج الأخرى، فإن منهجيّة النماذج الخرائطيّة تكون إما عشوائية (على أساس الاحتمالات الإحصائيّة) (Stochastic)، وإما قطعية (Deterministic) (على أساس روابط وظيفية وتفاعلات معروفة). تربط النماذج العشوائية بين المعايير الإحصائيّة التي تُستخدم، في معظم الأحيان، مع نماذج أخرى غير تلك الخاصة بنظم المعلومات الجغرافيّة. فعلى سبيل المثال، النماذج المبنيّة على المقاييس الإحصائيّة الخاصة بالنزعة المركزية هي نماذج مُوجهة بالضرورة بنظرية الحد المركزي (Central limit theorem). كما يُعد تحليل الانحدار أحد امتدادات هذه النظريّة للنمذجة التنبّؤيّة، ومن الأمثلة التقليديّة لذلك نموذج توملن (١٩٨١م) بنظم المعلومات الجغرافيّة الخاص بكسر الأخشاب أثناء الحصاد، حيث يستخدم النموذج معادلة الانحدار على أساس خلية بخلية. هذا نموذج انحدار مكاني بالفعل. ومن الأمثلة الأخرى للنمذجة العشوائية مثال استخدام الانحدار اللوجستي (انحدار فئوي) للتنبؤ بوجود أو غياب المخلوقات في بيئة معينة. تشمل مثل هذه النماذج تلك التي تتعلق بدراسة السناجب (Pereira and Itami, 1991)، والدببة (Agee, 1989; Clark et al., 1993)، والأغنام الصحراوية ذات القرون الطويلة (Dunn, 1996)، والغزلان (Chang et al., 1995)، والطيور (Miller et al., 1989)، وكل منها يشرح بالأمثلة كيف يمكن ربط التقنيات الإحصائيّة مع وظائف أخرى خاصة بنظم المعلومات الجغرافيّة.

وبالرغم من أن نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة العشوائية تفترض أن توزيع الأشياء يقوم على أساس الاحتمالية الإحصائيّة – إلا أن النماذج الحدية أو القطعية تفترض وجود روابط وظيفية مباشرة. ومن الأمثلة الجيدة لهذه النماذج الحدية تلك التي تشمل التنبؤ بالتدفق المائي (Chase, 1991)، وتقييم التلوث (Gros et al., 1988; Haddock and Jankowski, 1993)، ونمذجة انجراف أو فقدان التربة باستخدام معادلة انجراف التربة العامة (Battad, 1993)، وهي نماذج مفيدة لمعرفة كيف يمكن نمذجة المعرفة البيئيّة باستخدام هذه الطرائق الحدية. إن الاعتبار الأول لهذه النماذج وجميع النماذج الحدية هو أنه يوجد علاقة سببية (السبب والنتيجة) محدّدة تحديداً جيداً ويمكن إدراكها بوضوح.

النماذج القائمة على المنطق

لقد قمنا بفحص كيف يمكن أن تُبنى نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة على الغرض أو الهدف وكذلك على المنهجيه المطبقة في إنشائها، لكن أسلوب المنطق (Logic) الذي يُطبق في الإطار المفاهيمي للنموذج وصياغته يُعتبر، أيضاً، أساسياً بالمثل. يوجد شكلان أساسيان للمنطق يستخدمان بشكل تقليدي: استقرائي (Inductive) واستدلالي (Deductive). تحاول الطريقة الاستقرائية أن تبني نماذج عامة استناداً على بيانات أو حالات فردية، فعلى سبيل المثال، فمن خلال جمع البيانات والمعلومات أو الحصول عليها حول طبيعة البيئة السكنية للأسود الجبلية في عدد من المواقع الفردية، وتلخيص تلك الظروف المحليّة، يمكن للمرء أن يبدأ بعمل نموذج عام للاستخدام السكني للأسود في إقليم أو منطقة معينة.

وباختصار، فالمنهج الاستقرائي ينتقل من عناصر أو حالات محدّدة إلى نموذج عام، ويتطلب ذلك، عادةً، استخدام العديد من الاختبارات التجريبيّة لقياس جدوى كل عامل، وعادةً ما يستخدم في ذلك منهجيّة التجربة والخطأ.

يكون هذا المنهج، عادةً، مفيداً إذا كنّا غير مدركين للقوانين أو الشروط العامة التي في إطارها يعمل موضوعنا (ظاهرتنا) أو مواضيعنا. وفي بعض الظروف، وخصوصاً ضمن بيئة غنية بالبيانات، يمكن تحديد كثير من تفاعلات العوامل المهمة التي لم تكن معروفة من قبل من خلال منهجية استقصاء المعلومات من البيانات (Data mining). قد تكون الطريقة الاستقرائية للبعض محيرة إلى حد ما وذلك كونها تلغي عمليّة اختبار الفرضية التي نعرفها في المنهج العلمي. هذا ليس صحيحاً، على أي حال، لأن كل عامل من العوامل المستخدمة يتم اختباره. أما تميز هذا المنهج على المنهج الاستدلالي فهو أننا قليلاً ما نعرف فعلياً كيف تعمل كل العمليات في الواقع وذلك لكثير من البيئات النمذجية.

من جهة أخرى، تتميز النماذج التي تستند على المنطق الاستدلالي بأنها واضحة ويمكن فهمها بسهولة، كما أنها برمجية (خوارزمية تجزيئية) بحتة أكثر بكثير من النماذج الاستقرائية. ينتقل المنطق الاستدلالي من العام إلى الخاص. وفي النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة، يعني هذا أننا نملك قدراً كبيراً من المعرفة الأولية حول ما هي العوامل الهامة، وكيف تتفاعل، وأيها أكثر أهمية قبل أن نتصور النموذج، ونصيغه، ونخطط سير عمله بل حتى قبل أن نطبقه.

ولعل أفضل النماذج المرشحة لهذا النوع من النمذجة هي تلك التي لديها بالفعل إلى حد ما مجموعة منهجيّة من المعايير، وأوزان مُسندة لكل منها، وبيانات خرائطية موضوعيّة تمثّلها، ومواصفات قياسية لكيفيّة الجمع بينها، مثل النماذج الخوارزمية المتمثّلة في النموذج الجمعي البسيط لتقييم الأرض وتقدير الموقع (نموذج ليسا) (Williams, 1985)، والنموذج المبني على الإحصاء الخاص بكسر الأخشاب أثناء الحصاد (Tomlin, 1981)، والنماذج التي تستخدم المعادلة العامة لانجراف التربة (Battad, 1993). إن نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة التي توظف الموجود من

النماذج غير المكانيّة الإحصائيّة أو الرياضيّة ثم تضيف البعد المكاني من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة لهي من الأمثله الأكثر وضوحاً، مع العلم أن بعضها قد يكون معقداً جداً. بل يتطلب بعضها تطبيق المعالجات الحاسوبية المتوازية لاتمام حساباتها (Costanza and Maxwell, 1991)، ومع ذلك فإن فهمها ما يزال أكثر سهولة مقارنة مع العديد من أنواع النماذج الاستقرائية الأقل خوارزمية. في الحقيقة، تعد النماذج الاستدلالية – حتى المعقد جداً منها – أسهل تفسيراً وشرحاً للعملاء، ومن ثم فإن عمليّة التحقق منها وإثبات صحتها أسهل بكثير من نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة الاستقرائية.

مراجعة الفصل

تكمن المهارة الأساس للنمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة في القدرة على إدراك وتحديد وتفسير الأنماط الجغرافيّة، بمعنى أنها تتطلب تفكيراً مكانياً. يمكن استخدام نموذج نظام المعلومات الجغرافيّة لتقييم ووصف أو الجمع إما بين الأنماط المرئية (تلك الواضحة بسهولة)، وإما بين الأنماط الوظيفيّة (تلك التي يمكن أن تكون مرئية فقط من خلال طرائق خاصة لجمع العينة أو أدوات متميزة للملاحظة). وتشمل الأدوات الرئيسة لتحديد الأنماط زيارات ميدانية، والإطلاع على الدراسات والبحوث السابقة، والمقابلات، والطرائق الأخرى المتعلقة بهندسة المعرفة، وفحص أو دراسة الخرائط، والصور الجوية، والمرئيات الفضائية، والطرائق الإحصائيّة الوصفيّة والتنبّؤيّة في ربط المتغيرات المكانيّة المستقلة بغير المستقلة منها. كما أن ضم التقنيات الإحصائيّة، عادةً، مع تحليل نظم المعلومات الجغرافيّة، يمكن أن يربط الأبعاد الهندسية القابلة للقياس كميا للخرائط الموضوعيّة، سواء منفردة أو مجتمعة، مع العمليات الوظيفيّة التي قد تكون وراء التشكيل الهندسي للظواهر في هذه الخرائط. ويمكن أن تكون هذه الفرضيات هدفاً بحد ذاتها، أو يمكن أن تُستخدم كنقطة انطلاق في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة.

هناك العديد من أنواع نماذج نظم المعلومات الجغرفية، وذلك حسب نوع الطريقة التي بُنيت عليها تصنيفاتها. فعلى سبيل التبسيط، قسمنا أنواع النماذج حسب ثلاث طرائق. الأولى، وفيها تم تصنيف النماذج على أساس الهدف أو الغرض ليشمل ذلك النماذج الوصفيّة والنماذج الموصِّفة. وبالرغم من أن هذين النوعين من النماذج هما فعلياً جزء من سلسلة طويلة، فإن النماذج الوصفيّة تهدف أساساً إلى الإجابة عن السؤال "ما هو" (أو ماذا يوجد)، في حين أن النماذج الموصِّفة تجيب، في الغالب، عن السؤال من نوع "ماذا يجب أن يكون". أما الطريقة الثانية لتصنيف أنواع نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة، فهي مبنيّة على المنهجيّة، وتشمل النماذج العشوائية (إحصائياً) مقابل النماذج الحدّية أو القطعية؛ حيث تهتم بتحديد العلاقات السببية بشكل فعّال. أما الفئة الأخيرة للتصنيف، فهي مبنيّة على أساس نوع المنطق المستخدم في تنفيذ النموذج. وفي هذه الحالة، تكون بعض النماذج استقرائيّة؛ حيث تحاول أن تستخلص تعميمات بناءً على مجموعة فرعيّة أو عينات لكامل مجتمع البيانات، أو نماذج استدلاليّة؛ حيث يمكن أن تُستخدم المعرفة حول الحالة بأكملها للتنبؤ بالظروف أو الحالات الفردية.

مواضيع المناقشة

١- يجري بناء نموذج نظام معلومات جغرافيّة تنبؤي قابل للتعميم خاص بحرائق الغابات المحتملة من قبل هيئة خدمات الغابات الأمريكية وذلك بناءً على عوامل مثل استخدام الغابات، وأنواع الوقود وبنيته، ومواقع المنتزهات، وإحصاءات الزوار، وغيرها كثير. إضافة إلى ذلك، فقد صُمم النموذج للتنبؤ بانتشار الحريق على أساس سرعة الرياح واتجاهها، وطبوغرافيّة السطح، والرطوبة، والعديد من العوامل الأخرى. ناقش أنواع نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة التي بحثناها في هذا الفصل، ثم صنف هذا النموذج بشكل عام وعناصره الجزئية بشكل خاص.

٢- لن يتم فهم المشكلة في إنشاء نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة من خلال معرفة أو اطلاع جديد فقط. فعلاوة على ذلك، أنت ستستخدم برنامج مثله مثل أي استخدام لأي برنامج آخر، إذ متى ما تعلمت أي المفاتيح التي يجب أن تضغط عليها، فإن البقية ما هي إلا تكرارا فقط. قدّم سيناريوا تستطيع من خلاله أن تقيد معرفتك الجديدة في التفكير بشروط مكانيّة واضحة. الغرض من التمرين، هنا، هو جعلك تفكر مكانياً مع صديق لك لتطوير السيناريو ومناقشة حله.

٣- ناقش دور مصفوفة الذخيرة المعلوماتية في اكتساب المعرفة حول العلاقات بين تمثيلات الخرائط الموضوعيّة والبيانات المكانيّة والعوامل الوظيفيّة. ما الطرائق الأخرى المتوفرة لاكتساب المعرفة لمثل هذه المهمة؟ ما هي مزايا وسلبيات كل منها؟

٤- لاحظ هذه الأوصاف التالية التي يمكن أن تُطبق بسهولة على أنواع مختلفة من نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة، ثم ناقش كيف يمكن أن تتلائم مع التصنيفات الثلاثة الأساسية التي أُستخدمت في هذا الفصل:

أ) تنبؤي.

ب) محاكاة.

ج) مكانيّة زمانيّة (ديناميكيّة).

د) الإمكانيّة المكانيّة.

هـ) الملاءمة المكانيّة.

٥- قدّم بعضاً من تقنيات الاستعراض المرئي والمنهجيات الإحصائيّة ومصادر المعلومات بحيث تكون ملاءمة لثلاثة مجالات معرفية على الأقل بحيث توفر جميعها أساساً للفهم المكاني. يمكن أن تشمل هذه المجالات أمثلة منها: العدل الجنائي؛ والدفاع؛ وتخطيط الأراضي؛ ونمذجة الغلاف الجوي؛ وتقييم بيئات الاستيطان؛ واختيار المواقع الملاءمة؛ وتوفير الرعاية الصحية؛ والعقارات؛ والتأمين.

أنشطة تعليمية

١- اذهب في رحلة طريق عادية عشوائية في المنطقة أو الحي المجاور لك، حاملاً معك آلة تصوير (عادية)، مع فلم في حدود (٢٤) صورة على الأقل. مهمتك الآن أن تصوّر بيئتك كما تلاحظها أول مرة، وتوثق بشكل خاص ما تلاحظه من أنماط. قم بعد تحميض فلمك بعمل دليل في حدود (٣ x ٥) بوصة لكل صورة تصف طبيعة البيئة التي صورتها والأنماط التي لاحظتها. اعمل ملصقا لصورك - بعد ذلك - مع هذا الفهرس بحيث تشارك زملاء فصلك الاطلاع على عملك.

٢- أنشئ من الصور التي جمعتها وجمعها زملائك الآخرون جدولاً يشبه الجدول رقم (٥,١) يبيّن البعد المكاني، والهدف (الظاهرة)، والشخصية، والمقياس، والسبب المحتمل، والنتيجة وذلك لكل هدف من الأهداف التي حدّدتها.

٣- اجمع (١٠) إلى (٢٠) مقالاً حول النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة وذلك من مجلات علمية (خاصة من المجلات المرموقة علمياً)، بطريقة عشوائية - دون اختيارها على أساس النوع (وصفيّة مقابل موصّفة)، أو على أساس المنهجيّة، أو المنطق. أنشئ جدولاً من خمسة أعمدة، بحيث يمثّل العمود الأول اختصاراً لعنوان المقال، والثاني لاسم المجلة، والثلاثة الأعمدة الباقية لفئات النماذج المستخدمة (الهدف، والمنهجيّة، والمنطق). اربط وصنّف كل مقال مع الخصائص الواردة في هذه الأعمدة. ادرس الجدول، ثم اقترح أي المجلات التي يبدو أنها متخصصة بنوع أو أنواع معينة من نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة. هل يمكن أن يُستدل من هذا على المكان (المجلة) الذي يمكن الحصول منه على نماذج أخرى مشابهة؟

obeikandl.com