الفصل الأول

مقدمة
INTRODUCTION

أهداف تعليميّة

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

١- سرد خمس مهام توسّع تعريف نظم المعلومات الجغرافيّة ليتجاوز الحل البسيط للمشكلات الجغرافيّة.

٢- عدّ الأسباب الرئيسة للقصور في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة المؤسساتية.

٣- سرد خمسة مجالات علمية على الأقل يمكن أن تستفيد من تطبيق النمذجة الخلويّة بنظم المعلومات الجغرافيّة.

٤- وصف خمس مهام نمذجية على الأقل يمكن أن تحسن نوعية تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة الحالية وفائدتها.

٥- تحديد مميزات البيانات الخلويّة وعيوبها مقارنةً بالبيانات الخطّيّة للنمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة.

دور النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة

إن نظم المعلومات الجغرافيّة عبارة عن برامج حاسوبية صُممت خصيصا لكي تساعد في حل المشكلات الجغرافيّة، لكنّها أبعد من ذلك بكثير. إذ تؤتمت (Automate) هذه النظم المفاهيم الجغرافيّة المعروفة، وتوفر أدوات وتبريرات لصنع القرار الجغرافيّ، وتنتج شروحات للأنماط التوزيعية للإنسان والنبات والحيوان والأماكن وغيرها؛ كما أنها تتنبأ زمنياً بالتوزيعات الجديدة والتنظيمات المكانيّة. بل تتجاوز نظم المعلومات الجغرافيّة هذه المهمات الجوهرية لتصبح في يد المحلل المبتكر بمثابة معمل متميز لاستكشاف النظريّة الأساسية التي بُنيت عليها هذه النظم.

obeikandi.com

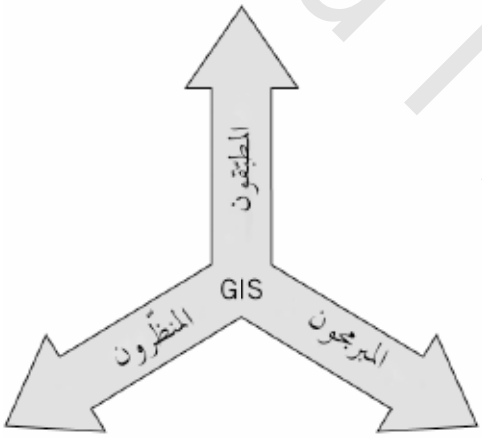
تساعد نظم المعلومات الجغرافيّة علماء الطبيعة والاجتماع في اختبار فرضيات قائمة من خلال القياس المفصل والتحليل والاستعراض البياني للأنماط والتي قد تفضي إلى استنتاجات زائفة أو مضللة إذا لم تستند على قدرة هذه النظم المتميزة في إعادة الإنشاء والدمج. وباختصار، تمنح نظم المعلومات الجغرافيّة الفرصة للمطبقين والمنظرين لأن ينتزعوا قطعاً كبيرة من سطح الأرض ويقلبوها في أيديهم. إذ تسمح هذه النظم لهم بالتجارب على عناصر ومكونات المظهر الطبيعي للأرض والنظر إليها مفصّلةً أو مجتمعة، واستبعاد ما هو زائد أو ما لا يريدون أن ينظروا إليه، أو أن يضيفوا عناصر جديدة أو معدلة لينظروا في أثر ذلك على المتغيرات الأخرى، وكل ذلك دون خوف من التبعات الخطيرة أو الكارثية التي لا يمكن إصلاحها، في كثير من الأحيان.

تقدم نظم المعلومات الجغرافيّة لنا – كما اقترح ديميرس (Demers, 2000a) – الفرصة لاكتشاف عالمنا بنفس الطريقة التي كان الجغرافيون والبيئيون والمستكشفون يتبعونها في الماضي، لكن بمجموعة أدوات أكثر دقة. بل والأكثر أهمية، هو أن نظم المعلومات الجغرافيّة الحديثة اليوم، لسهولة الحصول عليها وتميز قدراتها الحاسوبية المتقدمة وواجهاتها التفاعليّة المحسنة كثيراً، تسمح لعدد هائل من المهنيين التطبيقيين أن يشاركوا في هذا الاستكشاف.بالرغم من أن نظم المعلومات الجغرافيّة كانت متوفرة بشكل أو بآخر منذ الستينيات من القرن الميلادي الماضي – إلا أن فترة التسعينيات، وإلى الآن، استأثرت تقريباً بمعظم الزيادة السريعة في استخدام نظم المعلومات الجغرافيّة. وبالإضافة إلى التحسينات الكبيرة في التقنية، فإن أحد الأسباب الرئيسة لهذه الشعبية المتزايدة هو الإدراك المتعاظم من قبل العدد المتزايد من الخبراء في ميادين مختلفة لإمكانات البرامج في فحص ونمذجة العناصر الجغرافيّة لمشكلاتهم.

وتطول قائمة هؤلاء الخبراء حيث تشمل علماء البيئة، والصانعين للسياسات، والمحللين للجرائم، والمخططين الإقليميين أو الحضريين، ومهني الصحة، والمهندسين، والإستراتيجيين العسكريين، والمسّاحين، وأخصائي علوم البحار، والمهنيين الزراعيين، ومعماري المظهر الطبيعي الأرضي، والأكاديميين، وغيرهم الكثير. كما تطول قائمة التطبيقات الممكنة في واقع الأمر للأشخاص الذين يستخدمون أو يُحتمل أن يستخدموا تقنية نظم المعلومات الجغرافيّة والمفاهيم الجغرافيّة.

وعلى أي حال، فهم يشتركون جميعاً في شيء واحد، وهو الحاجة إلى فحص البيانات المتعلقة بميادين عملهم ورسمها، وجميعهم يبحثون عن إجابات لمشكلاتهم الجغرافيّة. يمكن أن تكون هذه المشكلات يسيرة ومتكررة ومجهدة حاسوبياً، أو قد تكون أكثر تعقيداً وفريدة ومتقنة حاسوبياً. فقد يصعب، في بعض الحالات، إيجاد حلول تامة ومباشرة للمشكلات ؛ بسبب تعقيداتها وعظم حجم بياناتها وطبيعة حساسية قرينة تفاعلات عواملها مع بعضها. من ناحية أخرى، قد لا يوجد حلٌّ للمشكلات بنظم المعلومات الجغرافيّة ؛ بسبب أنه لا توجد أسس نظرية لها، وفي هذه الحالة تصبح نظم المعلومات الجغرافيّة بمثابة مختبر ومعمل آليٍّ لصياغة واختبار الفرضيات.

تهدف نظم المعلومات الجغرافيّة أساساً إلى تحليل البيانات ذات المرجعية الجغرافيّة، سواء كان التوجه نحو تطبيق مفاهيم وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافيّة الحالية، أو كانت هذه النظم موجهة نحو تطوير مفاهيم ونظريات جديدة، أو حتى نحو تطوير البرامج نفسها. يحدث التحليل غالباً في شكل نماذج منهجيّة تصوريّة للبيئة الطبيعيّة أو البشريّة التي يعمل فيها خبراء الميدان. فيمكن أن تُصمم هذه النماذج لدمج أو فصل البيانات المُمثَّلة خرائطياً وذلك للتنبؤ بتوزيعات جديدة لهذه البيانات، وتحديد أفضل المواقع للأنشطة المختارة، أو لشرح نتائج الأنماط لمتغير واحد على نفسه، أو على متغيرات أخرى مُمثَّلة. فإذا كنت متخصصاً في تطبيق ما، يجب عليك أن تتعلم كيف توظف هذه النماذج للحصول على حلول لمشكلاتك وتقدم تبريرات لصناع القرار. وإذا كنت منظِّراً، فإنك سوف تبحث عن تفسيرات متكررة للأنماط، قابلة للقياس، مستعيناً بوسائل التبسيط والإيضاح ضمن قرينة النمذجة، وبهذا يتم توفير إطار لنماذج تطبيقية أكثر صحة وإحكاماً. وأخيراً، فإذا كنت مطوِّر برامج فإنه يجب أن تكون قادراً على أن تنتج برنامجاً مرناً وقوياً يمكّن المتخصصين التطبيقيين والمنظِّرين من تنفيذ مهامهم بكفاءة أفضل (الشكل رقم ١,١). يجب عليك في كل الأحوال أن تعرف كيف تنمذج بنظم المعلومات الجغرافيّة (الشكل رقم ١,٢). إن هذا أكبر بكثير من مجرد معرفة كل الأوامر في حزمة برنامج معين. فمعرفة أيّ الأوامر يجب تصديرها لبرنامج نظم المعلومات الجغرافيّة يعد أمراً مفيداً، لكن إذا لم تكن ملماً بكيفيّة صياغة النموذج قبل استخدام البرنامج، فالأرجح أنك سوف تنتج منتجاً قليل الفائدة. يشبه هذا حالتك مع برنامج كتابة النصوص الذي تتعامل معه بمهارة؛ فبالرغم من أن هذه المهارة مهمة – إلا أنها غير كافية لتجعلك قادراً على كتابة أفضل الروايات مبيعاً.



الشكل رقم (١,١). يخدم نظام المعلومات الجغرافيّة (GIS) المنظرين والمطبقين والمبرمجين على حد سواء. يعد فهم النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة مهما للمطبقين الذين سوف ينشئون النماذج؛ والمنظرين الذين يطورون المفاهيم للنماذج الجديدة؛ والمبرمجين الذين يجب أن يكتبوا الأوامر البرمجية لجعل النماذج تعمل داخل نظام المعلومات الجغرافيّة.

openkandi.com

عادةً ما تكون معظم المؤسسات في البداية محبطة من نظم المعلومات الجغرافيّة ؛ كونها ترى أن هذه النظم لا تضيف الكثير لأهدافها وغاياتها. ففي معظم هذه المؤسسات، خاصةً عند بداية انفتاحهم على نظم المعلومات الجغرافيّة، ينحصر الاهتمام على تخزين البيانات المكانيّة والمعلومات وإنتاج نفس البيانات على هيئة خرائط مطبوعة. هذا، في معظم الأحيان، ليس بسبب أن البرنامج لا يحتوي على الخوارزميات (البرمجيات) الضرورية لتنفيذ المهام المطلوبة، بل لأن المطبقين لهذه البرامج لم يدركوا بعد قدراتها.

الشكل رقم (١,٢). عدد مستخدمي نظم المعلومات الجغرافيّة غير محدود. في بعض الأحيان، قد تشمل مجموعة واحدة من البيانات المكانيّة مجالاً واسعاً من المهام المختلفة، وهذا يتطلب أخذ الحيطة عند إنشاء مجموعات البيانات.

إدراك قدرات نظم المعلومات الجغرافيّة

تشترك جميع الأدوات في أن عدم فهم المهام المخصصة لها والقدرات التي تنفذها يحد من كفاءة استخدامها وعدد مرات الاستخدام مستقبلاً. فمثلما أن النجارين يحتاجون إلى أن يعرفوا كيف يستخدمون الأدوات المختلفة المناسبة للمواد المتنوعة في أوقات محدّدة، فإن مهنيي نظم المعلومات الجغرافيّة يحتاجون إلى أن يعرفوا كيف تُطبق الأدوات المتوفرة في هذه النظم بأفضل ما يمكن. وإذا واصلنا المقارنة، فالنجارين لن يستخدموا المنشار لقطع جزء أو حجم صغير ولن يستخدموا مثقاب الخشب لثقب صفيح معدني. فبالرغم من أن المنشار يمكن استخدامه في قطع الجزء الصغير – إلا أن القطع الناتج من المحتمل جداً ألا يكون مستقيماً أو متساوياً كما يجب. وبالمثل، فلن يقطع مثقاب الخشب الصفيح المعدني بسهولة كما يقطعه مثقاب أو قاطع المعدن الذي صُمم لهذه المهمة. ونحن نقول ذلك

نتذكر كم تملّك معضمنا الإحباط في وقت أو آخر عندما كنا نحاول تنفيذ مهام أو أعمال سباكة يسيرة بمجموعة من المفكّات العادية بدلا من أدوات السباكة الملاءمة، وحتى لو أننا استطعنا أن ننجز في النهاية النتائج المطلوبة، فإن رغبتنا تتوانى غالباً مع تكرار هذه المهمات. يحدث مثل هذا الإحجام أو التردد في نظم المعلومات الجغرافيّة حتى مع المهام النمذجية اليسيرة إذا لم نكن مدركين أو مطلعين على الأدوات المتوفرة لدينا.

إن إدراك قدرات نظم المعلومات الجغرافيّة هو أكبر من مجرد الاعتراف بالقوة الحسابيّة للحاسوب أو البرمجيات المتوفرة في البرنامج. وفي الحقيقة، إن الأكثر أهمية، في كثير من الأحوال، هو الإلمام بالمهمة التي تريد أن تنفذها. ومثلما هو الحال مع أي حزمة من الأدوات، فإن مجرد عدد الأدوات المتاحة نفسها يكون، في الغالب، مرهقاً. وهذا هو الحال بالضبط مع نظم المعلومات الجغرافيّة، إذ أن البرمجيات والمنهجيات الجديدة تزداد وتتطور يومياً تقريباً. وإذا كنت، على أي حال، تعرف بالضبط ما تريد نمذجته، وما هي أنواع البيانات التي يجب استخدامها، وما هي المحصلة المطلوبة أو ما شكل النموذج الناتج، فستكون بذلك قادر على اختيار الطرائق والبرمجيات الملاءمة. ومن خلال التجربة الطويلة ومنهج التجربة والخطأ، قد تكون قادراً على أن تكابد حتى تكتشف مصادفةً ما الذي يعمل وما الذي لا يعمل؛ لكن لا يرغب معظمنا في الخوض في احتمالات لا نهائيّة تقريباً حتى يحصل في النهاية على المنهج الصحيح. إن هذه الطريقة غير فعالة ومن المحتمل أن تنتج نماذج إما ضعيفة، وإما غير صحيحة. وكما هو الحال مع النجارين أو السباكين الذين يمرون، في كثير من الأحوال، بمرحلة "مهرة –تحت – التدريب"، فإن التعلم من تجارب الآخرين الذين هم على دراية بتقنيات نظم المعلومات الجغرافيّة، وبالعمليّة النمذجية نفسها، سوف يقصّر منحنى التعلم، ويحسن قدراتنا، ويوفر لنا الثقة بالنفس التي نحتاجها لنكون منمذجين أكفاء.

فهم عمليّة النمذجة

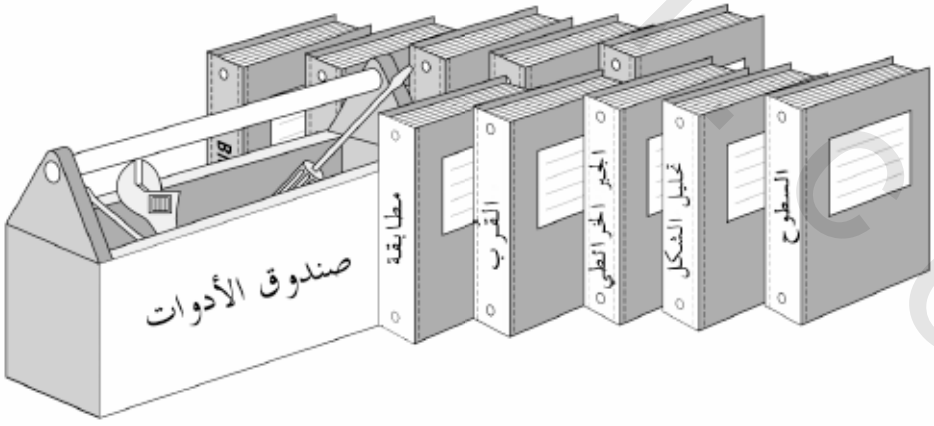
تُعتبر النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة، كما يتضح من العنوان أعلاه، عمليّة (Process). وتتطلب هذه العمليّة طريقة مختلفة من التفكير تجاه العالم بخلاف ما تعود عليه معظمنا. فنحتاج أولا إلى أن نكون مدركين لكيفيّة تمثيل الواقع في نظم المعلومات الجغرافيّة. هذا مهم، خاصة في بيئة خلوية (Raster) نقسم فيها، عادةً، منطقة دراستنا إلى شبكة مربعات. والأكثر أهمية، على أي حال، هو أن عمليّة النمذجة تتطلب منا أن نفحص بياناتنا ونفكر فيما تتضمنه من العناصر المكانيّة. يعد هذا التفكير المكاني مهمّاً جداً للنمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة. لا يمكنني أن أوكد هذا الأمر بما فيه الكفاية. يجب علينا أولا قبل أن نستخدم مجموعة الأدوات الخاصة بالنمذجة المكانيّة أن نكون قادرين على أن نحدّد كيف نصوِّر أو نجرِّد الحيّز الجغرافي ليكون مُدخلات لاحقة في نظم المعلومات الجغرافيّة. يجب علينا، أيضاً، أن نكون مدركين للعلاقات المكانيّة المحتملة التي نبحث عنها، وعمّا يمكن – أو لا يمكن – أن تكشفه

لنا هذه العلاقات حول البيئة، وأن نكون على علم بكيفيّة حصرها وقياسها وتصنيفها وضمها لإنتاج نماذج ذات معنى بأفضل ما يمكن.

قد تكون هذه العمليّة مربكة إذا لم يكن لها تركيبٌ أو بناءٌ محدّد في بيئة العمل أو التشغيل. يبدأ هذا التركيب أولاً بتحديد ما يجب أن يقوم به نموذجنا وعليه نسأل أنفسنا أسئلة منها:

- هل أنا أقوم بإنشاء قاعدة بيانات تسمح لي بالاستعلام عن أنواع الأشياء أو أين توجد؟
- هل سيساعدني نموذجي في قياس نمط معين موجود بحيث أستطيع أن أفهمه أكثر؟
- هل يحاول نموذجي أن يفحص العلاقات المتعددة من خرائط مختلفة؟
- هل أنا أقوم بصنع نموذج لأبيّن كيف تتغير الأشياء زمنياً؟
- هل صُمم نموذجي للتنبؤ بشيء ما؟
- هل أنا أحاول أن أجد أفضل الأماكن أو المسارات أو البدائل لنشاط من نوع معين؟

لا نستطيع أن نملك العنصر الأكثر أهمية لنموذجنا إلا من خلال تحديد دقيق لما نريد قوله حول بياناتنا، سواء كنا نحاول أن نشرح فقط العلاقات الموجودة، أو نتنبأ بتبعات تلك العلاقات، أو نحدّد أفضل الحلول لأفضل الاستخدامات لبيئتنا. وبمجرد أن نعرف ما نريد من النموذج أن يُعلمنا، فإننا بذلك نملك الأساس في تحديد أيّ أنواع البيانات المطلوب جمعها لنموذجنا (موادنا الأساسية للبناء)، وبذلك نستطيع في البدء بإنشاء تصميم لكيفيّة ربط أجزاء النموذج مع بعضها (مخطط تفصيلي)، وسوف يساعدنا ذلك بدوره في إجادة تطبيق برمجيات نظم المعلومات الجغرافيّة (صندوق أدواتنا) لإنجاز المُخرج المطلوب (الشكل رقم ١,٣).



الشكل رقم (١,٣). يمكن النظر إلى نظم المعلومات الجغرافيّة على أنها صندوق أدوات به العديد من التقنيات المختلفة لطيف واسع من المهام البسيطة والمعقدة. وكما هو الحال مع الأدوات، فإنه من المهم معرفة الأداة المثلى للعمل مسبقاً.

obeikandl.com

لقد أثبت هذا المنهج نجاحه لطيف واسع من النماذج المعقدة، إذ يسمح لنا بأن نتعامل مع النموذج في شكل مجموعة من العناصر أو الوحدات المنفصلة (Modules)، كل منها سوف يُفحص بشكل مستقل على هيئة نموذج بسيط. ومتى ما كانت البيانات المطلوبة بحوزتنا، ولدينا المخطط التفصيلي والبرمجيات الملاءمة لكل عنصر، فسوف نربطها – عندئذ – في نموذج أكبر وأكثر تعقيداً لبيئتنا. إننا نستخدم بهذه الطريقة منهج " قسِّم وسيطر" في بناء النموذج، إذ أننا بهذه الطريقة نكون قادرين على تبسيط المشكلة بحيث لا تصبح مرهقة. كما نستطيع، أيضاً، أن نضيف مكونات فيما بعد إذا اكتشفنا أن هناك شيئا ما ناقصا. في الحقيقة، يلائم هذا المنهج التجزيئي (Modular) بشكل مثاليّ بناء النماذج التي يستمر تطورها مع استمرار تطور معرفتنا لبيئتنا. فمن خلال بناء وحدات صغيرة أو مجزأة يسيرة وسهلة الفهم تزداد ثقتنا في قدرتنا على استخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافيّة بكفاءة. وتفضي هذه الثقة، في معظم الأحوال، إلى الرغبة في استخدام نظم المعلومات الجغرافيّة لمهام أكثر من مجرد تخزين الخرائط واسترجاعها.

لماذا النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة؟

لابد أولا من التأكيد بوضوح على أن النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة لا تقتصر على أنواع البيانات الخلويّة. ففي الحقيقة هناك العديد من النماذج الرائعة والمتطورة جدا منفّذة بالنموذج الخطي (Vector). هناك أشياء تستطيع نظم المعلومات الجغرافيّة أن تعملها، أيضاً، بالنموذج الخطي أفضل بكثير من النموذج الخلوي، خاصةً متى ما كان الأمر متعلقاً بالبيانات الشبكية (Network) والمضلّعيّة (مساحية) (DeMers, 2000a). لذا قد تسأل: لماذا نفحص النمذجة في نظم المعلومات الجغرافيّة بالنموذج الخلوي؟ ولعل أحد الأسباب تكمن في صعوبة مناقشة كل من النمذجة بالنموذج الخلوي والنموذج الخطي في آن واحد؛ إذ أن الخوارزميات التي تستخدم باستمرار تختلف بشكل كبير بين هذين التركيبين العامّين للبيانات، وهذا سينقص من الوضوح في المناقشة. ومن خلال توفر حزم نظم المعلومات الجغرافيّة الخطّيّة المكتبية الرخيصة ثمناً نسبياً، ونتيجة لتعرّف معظم الطلاب في بادئ الأمر على هذه النظم أثناء المداخل أو المقدمات لنظم المعلومات الجغرافيّة، فإن النمذجة الخلويّة عادةً ما تدرج في نهاية هذه المقررات الدراسيّة. وهذا بخلاف السابق عندما كانت الحزم الخلويّة الرخيصة، بالرغم من كونها غير تجارية، هي السائدة، في حين كان الوصول إلى الحزم الخطّيّة متعذراً؛ إما بسبب التعقيد، وإما لكلفتها العالية. هذه أسباب واقعية صِرفة دفعت بأن يغطي هذا الكتاب النمذجة الخلويّة، فقط.

هناك، على أي حال، أسباب أخرى أدت إلى أن يغطي هذا الكتاب بوضوح النمذجة الخلويّة. فمع تزايد توفر حزم نظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة ذات النوعية العالية تجارياً وغير المكلفة، فقد حدثت، أيضاً، زيادة في قدراتها النمذجية. قارن إذا شئت حزمة التحليل الخرائطي (ماب) (MAP) الأصلية لتوملن (Tomlin, 1983) مع

منتجات الجيل الجديد (مثل: ArcGrid ؛ و ArcView Spatial Analyst ؛ و GRASS ؛ و Blackland ؛ و ERDAS Imagine Spatial Modeler ؛ و IDRISI ؛ و PC Raster (van Deursen, 1995)) ومجموعة أخرى. توفر هذه الحزم خوارزميات أكثر بكثير ممّا وفرته حزمة التحليل الخرائطي (ماب)، لتشمل، على سبيل المثال، قدرات الاستشعار عن بعد المتكاملة (مثل: GRASS و ERDAS Imagine Spatial Modeler)، والتطورات في وظائف الجوار والحاسبة الخرائطيّة (MapCalculator) (مثل: ArcGrid ؛ و ArcView Spatial Analyst ؛ و SPANS)، والنمذجة الحركية (الديناميكيّة) المباشرة (مثل: PC Raster، Wesseling, et al., 1996)، ونمذجة حقيقية ثلاثية الأبعاد، وحتى المنطق الهدبي (Fuzzy logic) كما في برنامج IDRISI، على سبيل المثال.

بالإضافة إلى الزيادة اليسيرة في القدرات التي تقدمها هذه المنتجات الخلويّة الجديدة مقارنةً بمثيلاتها السابقة، توفر تراكيب البيانات الخلويّة، أيضاً، مرونة إضافية لنمذجة السطوح (Surfaces) أبعد ممّا في النماذج الخطّيّة مثل الشبكة المثلثية غير المنتظمة (TIN). كما تمتلك نظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة خيارات وظيفية تحليلية أكبر بكثير من معظم مثيلاتها الخطّيّة (Vector GIS) للنمذجة البيئيّة التي تشمل وظائف مثل نمذجة التدفق المائي ونمذجة انتشار الحركة أو التنقل، وحتى نمذجة التطابق. وعندما يكون الهدف من تصميم النماذج متعلقاً بتمثيل الأحداث المتفشية أو المنتشرة، مثل تلك التي تشمل العوالق الترابية أو الحرائق أو نواقل الأمراض، فإن النظم الخلويّة تتميز، هنا، بقدرتها على التعامل مع هذه الأنواع من القضايا ذات الصِّبغة السطحية الغالبة. والسبب الآخر الذي يجعلنا نتناول النمذجة الخلويّة في نظم المعلومات الجغرافيّة هو الثورة التي حدثت في توفر البيانات الخلويّة، خاصة تلك المتوفرة من مجسات الاستشعار الفضائية والجوية. وتعد هذه الأنواع من البيانات ملاءمة جدا للمهام المتصلة بمراقبة المناطق الكبيرة ولتحديث البيانات المتوفرة.

إن زيادة درجة الوضوح وتناقص التكلفة لبيانات الاستشعار عن بعد يجعلان الأمر أكثر جاذبية لضم برمجيات معالجة المرئيات والصور مع برمجيات نظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة لإنتاج مجموعة من التقنيات التي توسّع قدرات كلا النوعين من حزم البرامج. هذا، أيضاً، يفسر لماذا تعاون مصنعو برامج نظم المعلومات الجغرافيّة ونظم الاستشعار عن بعد لجعل تراكيب بياناتهم متوافقة (انظر على سبيل المثال: ArcView Image Analyst). وهناك سبب آخر وجيه للتركيز على النمذجة الخلويّة وهو أن لب إطار النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة والمسمى بالنمذجة الخرائطيّة (Berry, 1993; Tomlin, 1991) الذي أصبح منهجيّة قياسية، قد طُبق أول مرة داخل نظام معلومات جغرافيّة خلوي وهو حزمة التحليل الخرائطي – ماب (MAP).

وتعد هذه المنهجيّة أكثر المنهجيات شيوعاً لأن هذا البرنامج (ماب) يُعد تقريبا نموذج نظم المعلومات الجغرافيّة المتوفر الوحيد الأكثر اتّباعاً. ولقد تبنّت التطورات الحديثة في برامج نظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة هذه المنهجيّة القياسية بشكل متكرر بالإضافة إلى مصطلحاتها. ولأن الدراسات المنشورة زاخرة بمصطلحات منهجيّة النمذجة

الخرائطيّة، وأصبحت هي الأفضل في المعايير والتطبيقات عند عامة المنمذجين بنظم المعلومات الجغرافيّة، فإنه من المفيد عملياً والأنفع أن نستخدمها هنا.

حول ماذا يدور هذا الكتاب

إن هذا الكتاب، إذن، هو حول النمذجة الخرائطيّة، إذ سوف يساعدك على فهم مصطلحات النمذجة الخرائطيّة ومدلولاتها. هذا بالإضافة إلى أنه سيأخذك بالتدرج عبر العمليّة الكاملة للنمذجة الخرائطيّة. لكنه يظل أكثر من مجرد كتاب مرجعي في النمذجة الخرائطيّة. فبالرغم من أن النمذجة الخرائطيّة تعد في صميم النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة – إلا أنها لا تمنع إضافة التقنيات الأخرى التي لا تعد، في الغالب، جزءاً من مجالها. سوف نفحص مجموعة عامة من تقنيات النمذجة في نظم المعلومات الجغرافيّة وفي غيرها، وسننظر في الأنواع المختلفة من نماذج البيانات الخلويّة في نظم المعلومات الجغرافيّة مثلما تُطبّق في النمذجة، وسنبحث في المواضيع التي عادةً ما تُعتبر بأنها ذات ارتباط ضعيف بالنمذجة الخرائطيّة.

وسوف نبحث على وجه الخصوص وبالتفصيل في طرائق النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة (Raster GIS)، بدءاً بتحديد مشكلتنا مكانياً، واختيار نماذج البيانات الخلويّة الملاءمة، وتحديد التقنيات التكامليّة التي تساعدنا خلال عمليّة النمذجة. سوف نبحث في أنواع مختلفة من نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة بهدف إعطائنا الفرصة لنصبح واثقين من اختيار المنهج الأمثل لكل نوع. وسنقضي وقتاً طويلاً مع كل نوع لتحديد عناصر النموذج وتخطيط سير عمله بحيث نصبح مطمئنين للمنهج التجزيئي (Modular) الذي نتبعه.

ولن يقتصر عملنا على بناء النماذج فقط، بل سنختبر مسألة تنفيذها. هذا يعني أننا سنرى فعلياً ماذا يحدث عندما نشغّل النموذج الذي أنشأناه. سوف يسمح لنا هذا بالتحقق من أن النموذج يعمل حسابياً وتصورياً وفق الطريقة التي يجب أن يعمل بها. سيتطلب التحقق من النموذج أن نبحث عن إمكانية قبول المستخدِم المحتمَل لنماذجنا. وبعد ذلك، سوف نناقش الطرائق المتوفرة لنا لتقرير صلاحية نموذجنا، بدءاً من الحساب العكسي وصولاً إلى آراء الخبراء واستخدام بيانات تقدير الصلاحية.

وسوف تشمل مواضيع النمذجة الإضافية تطبيقاً لحل التعارض، خاصةً عندما يوجد تعارضات مكانيّة ضمن نموذج نظم المعلومات الجغرافيّة. إن هذه التقنيات ستعطينا بعض الأفكار العميقة عن كيفيّة استخدام نظام المعلومات الجغرافيّة فعلياً، وكيف يمكن تناول التعارضات المكانيّة الناتجة من الطلبات الملحة على الموارد الأرضية المحدودة أثناء العمل مع نظام المعلومات الجغرافيّة.

وسيبحث هذا الكتاب، أيضاً، في فكرة الزمن في نظم المعلومات الجغرافيّة على المستويين التصوّري والتطبيقي. وبالرغم من أن معظم نماذج البيانات الخلويّة في نظم المعلومات الجغرافيّة لا تُضمِّن عنصر الزمن فيها

بشكل صريح – إلا أنه يمكن معالجته. وسننظر في بعض المناهج الخلويّة غير التقليديّة الخاصة بالنمذجة الزمانيّة المكانيّة. وسنذهب إلى أبعد من مواضيع النمذجة هذه، فنخصص بعض الوقت لأساليب منطقيّة بديلة، خصوصاً تطبيق المنطق الهدبي (Fuzzy Logic) في النمذجة الخلويّة في نظم المعلومات الجغرافيّة؛ إذ تستلزم مثل هذه المواضيع الأكاديمية بأن نذهب إلى أبعد من شريط أدوات التحكم في نظم المعلومات الجغرافيّة. وسيقدم هذا الكتاب بحثاً مختصراً للجغرافيا الحاسوبية من منظور برمجة الحاسب باستخدام التعليمات أو الأوامر البرمجية (Macros)، ومن منظور المحلل المكاني الذي يرى أن هناك مشكلات لم يتم تناولها سواء من قبل المنمذج أو المبرمج في نظم المعلومات الجغرافيّة.

وإدراكاً بأن هذا الكتاب سوف يكون له على الأرجح جمهوراً واسعاً، فإن لك الحرية في اختيار المواضيع التي تهمك، خاصةً المتقدمة منها. وقد لا يكون لدى الممّارسين لنظم المعلومات الجغرافيّة، على سبيل المثال، الرغبة في البرمجة، لكن باستطاعتهم التركيز أكثر على الفصول الخاصة بالنمذجة. أما أولئك الذين لديهم اطلاع على تراكيب البيانات الخلويّة المختلفة فلهم أن يبدأوا مباشرةً بقراءة الفصل الثاني بتمعن. وبكلمة أخرى، إن لك الحرية، أن تتبع المنهج التجزيئي في قراءة هذا الكتاب، على غرار النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة نفسها.

مراجعة الفصل

تُؤتمت (Automate) نظم المعلومات الجغرافيّة المفاهيم الجغرافيّة وتساعد في صنع القرار، وفي شرح التوزيعات، وتستطيع أن تساعد في صياغة الفرضيات واختبارها. ويمكن تطبيق هذه المهام لطيف واسع من الممّارسين والمنظرين وذلك لمساعدتهم في معالجة أجزاء من الأرض التي تُخزّن على هيئة بيانات خرائطية في الحاسب. إن الشعبيّة الحاليّة لنظم المعلومات الجغرافيّة تكمن في علاقتها بمجموعة كبيرة من المجالات التي يمكن تطبيق هذه النظم فيها، وفي قدرتها على أتمتة المهام المتكررة المبنيّة على الخرائط حتى لو كانت يسيرة، هذا بالإضافة إلى المهام الأكثر تعقيداً.

إن أحد الأسباب الرئيسة التي عادةً ما تقود المؤسسات إلى الإحباط من نظم المعلومات الجغرافيّة هو افتقارها إلى الفهم العميق لقدرات النمذجة في هذه النظم، ومسألة قابلية بياناتها للنماذج المكانيّة. إن الخطوة الأولى المهمة هي أن يُنظر إلى نماذج نظم المعلومات الجغرافيّة في شكل وحدات تجزيئية (Modules)، بحيث يمكن ضم النماذج اليسيرة إلى بعضها لتصبح أكبر وأكثر تعقيداً؛ ذلك أن الواحد غالباً ما يبدأ أولاً بتحديد الأسئلة المطلوبة من نظم المعلومات الجغرافيّة. سيساعدنا هذا في فهم طبيعة المنتج النهائيّ الذي نريد أن ننتجه. ومن خلال العمل بهذا الاتجاه العكسي، نستطيع أن نحلل النموذج إلى عناصره الأساسية، وكل عنصر أو مكون يُعزل – عندئذ – إلى البيانات المطلوبة التي نحتاجها لبناء نموذجنا.

وبالرغم من أن نمذجة نظم المعلومات الجغرافيّة متوفرة لتراكيب البيانات الخلويّة والخطّيّة – إلا أننا سوف نبحث حصرياً في النمذجة الخلويّة، لنتجنب جزئياً تعقيد البحث في النماذج الخطّيّة والخلويّة في آن واحد. هذا بالإضافة إلى سهولة توفر البيانات الخلويّة، وسهولة التطبيق للمصطلحات وللطرائق التقليديّة المتبعة في النمذجة الخلويّة المتداولة، والقدرة على نمذجة السطوح بشكل ملائم بالنموذج الخلوي، وبسبب توفر الكثير من حزم نظم المعلومات الجغرافيّة الخلويّة ذات الكفاءة المهنية العالية.

يركز هذا الكتاب على النمذجة الخرائطيّة، لكنه يشمل أكثر من ذلك؛ حيث يتضمن أنواعاً مختلفة من البيانات الخلويّة، والصلات مع النمذجة بغير نظم المعلومات الجغرافيّة، ويبيّن كيف أن النمذجة بنظم المعلومات الجغرافيّة تستطيع في النهاية أن تقود المستخدم لما وراء القدرات المحدودة للبرامج الموجودة إلى النمذجة بالتعليمات أو الأوامر البرمجية. يركز الكتاب بشكل أساسي على التحليل والنمذجة المكانيّة، بدلاً من التركيز على كيفيّة استخدام حزمة برامجية معينة في نمذجة الظواهر الجغرافيّة.

مواضيع المناقشة

١– افترض أنك عُيّنت مؤخراً خبير تطبيقات عالي الرتبة في نظم المعلومات الجغرافيّة لدى هيئة لإدارة بيئية إقليمية تُعد جديدة على نظم المعلومات الجغرافيّة، فبالرغم من أن هناك عدد من فني البرامج الأكفاء تحت إدارتك – إلا أن تدريبهم الأساس لم يكن في برامج نظم المعلومات الجغرافيّة، إذ يجهلون بشكل عام القدرة الحسابيّة لهذه النظم، بالإضافة إلى محدوديّة إدراكهم بمتطلبات هذه الهيئة من البيانات المكانيّة. وخلال السنوات الثلاث السابقة لبدء عملك، كانت المهام الرئيسة لهذه النظم في الهيئة محصورة فقط في إدخال بيانات الخرائط الموجودة وإنتاج مُخرجات مطبوعة لهذه الخرائط لعملاء الهيئة في نفس المجال الذين غالبيتهم علماء أحياء (بيئة حيوية) والذين ليس لديهم تدريب أو خبرة في نظم المعلومات الجغرافيّة. بيّن كيف تتقدم إلى رؤسائك لتقترح عليهم طرائق في استخدام نظم المعلومات الجغرافيّة؟ وعلى وجه الخصوص، اقترح أنواع العمليات في هذه النظم التي يمكن أن تكون مفيدة لعملائهم في الميدان. وما هي البرامج التدريبية التي يمكن أن تكون ضرورية لهم وللفنيين، وكيف يمكن أن يكون ذلك مفيداً في رفع كفاءة استخدام هذه النظم في بيئة العمل هذه؟

٢– قد تكون مشتركاً في نادٍ محليٍّ للمتكلمين، وقد لاحظ اثنان أو ثلاثة من أعضاء النادي نسخة من هذا الكتاب في حقيبتك، فطلبوا منك أن تعرّف لهم ما هو نظام المعلومات الجغرافيّة وأن تصف لهم فيما يستخدم أو ماذا يفعل. فبدلاً من أن تجيبهم على انفراد، جهِّز محاضرة مدتها سبع دقائق بحد أقصى للنادي لتجيب عن هذه الأسئلة. ماذا يمكن أن تشمله محاضرتك هذه؟

٣– قد يكون لك صديقاً يعمل بنظم المعلومات الجغرافيّة الخطّيّة لعدة سنوات وهو مقتنع بالقدرات النمذجية في هذه النظم. وقد يسألك: لماذا تزعج نفسك بالعمل بالنمذجة الخلويّة بنظم المعلومات الجغرافيّة في حين

أن النموذج الخطي يوفّر لك مجموعة من المُخرجات الخرائطيّة أكثر واقعية؟ بيّن لهذا الشخص مزاياً وسلبيات النمذجة الخلويّة مقارنةً بالخطّيّة في نظم المعلومات الجغرافيّة.

٤– طُلب منك أن تنشئ جهة تنسيقية لنظم المعلومات الجغرافيّة على مستوى إقليميّ. ومن بين أعضاء اللجنة التي تريد تنظيمها مجموعة واسعة من المهنيين غير المتخصصين في نظم المعلومات الجغرافيّة. فبالرغم من أنهم قد سمعوا عن نظم المعلومات الجغرافيّة ويعرفون بأنها ذات علاقة ما بصناعة الخرائط آلياً – إلا أنهم لا يعرفون تماماً كيف يمكن أن تستخدم في مجالاتهم أو أعمالهم الخاصة. قدِّم لهذه اللجنة قائمة تحتوي على الأقل خمسة مجالات مختلفة المواضيع يمكن أن تفيد من تحليل هذه النظم، مستشهداً بمثال واحد أو مثالين رصينين (ربما من صفحات الإنترنت المألوفة لديك) تبيّن كيف أن هذا التحليل قد أثبت فائدته لكلّ مجال من هذه المجالات الخمسة. وبالإضافة إلى توضيح كيف تمَّ الاستخدام، قدِّم فوائد محدّدة قابلة للقياس لهذا الاستخدام.

أنشطة تعليمية

١– يوسّع هذا الفصل تعريف نظم المعلومات الجغرافيّة ليبيّن أن نظام المعلومات الجغرافيّة أكثر من مجرد قطعة برامجية لحل المشكلات الجغرافيّة فقط. قم بإنشاء كراسة قصاصات لتتدرج فيها القدرات النمذجية العامة التي ستُبحث في هذا الكتاب في صفحة أو صفحات منفصلة. الصق – بعد ذلك – لكل قدرة مقالات ومُخرجات نظام المعلومات الجغرافيّة من الصحف والمجلات التجارية (مثل: GIS World, GeoInfo Systems, GIS Europe, Business Geographics, Arc News)، والنشرات الدورية وصفحات الإنترنت، ومن أي مصادر أخرى تجد أنها توضح هذه القدرات النمذجية. قدِّم وصفاً مختصراً بجانب كل مقال يبيّن ما تريد توضحيه. خذ في الحسبان أنك قد تستخدم كراسة قابلة للزيادة؛ لأن هذه المعلومات تصبح مفيدة جدا مع زيادة مصادر الأفكار وخبراتك النمذجية.

٢– اختر مجموعة من الحقول والميادين العلمية التي تهتم بها. فإذا كان اهتمامك الرئيس، على سبيل المثال، هو النمذجة البيئيّة بنظم المعلومات الجغرافيّة، قسّم ذلك إلى أجزاء، مثل: مراقبة مواقع هيئة الحماية البيئيّة؛ وتحليل استيطان الحياة البرية؛ والنمذجة المائية؛ والتخطيط البيئي؛ وتقارير تقييم الأثر البيئي. قم – بعد ذلك – بجمع قائمة بالمراجع العلمية والكتب التي توضح مجالات النمذجة التي تهمك.

٣– أنشئ جدولاً أثناء جمعك لقائمة المصادر البحثية تسرد فيه المراجع بشكل مختصر، مثل: الاسم؛ والبيانات، في الجهة اليسرى من الجدول. وفي الأعلى أسرد على الأقل العمليات التحليلية بنظم المعلومات الجغرافيّة التالية: ١) العد البسيط، ٢) القياس البسيط، ٣) مقارنات الخريطة الواحدة، ٤) عمليات المطابقة، ٥) العمليات السطحية، ٦) التنبؤات، ٧) النماذج الموصّفة، كما يمكنك زيادة القائمة حسب حاجتك. والآن حدّد كل العمليات التحليلية المطبقة في كل مقالة تجدها، إذ سوف يبصّرك ذلك جيداً بما يفعله الآخرون. يمكن أن تطبق هذه الطريقة، أيضاً، على عناصر كراسة القصاصات التي جمعتها في النشاط الأول.