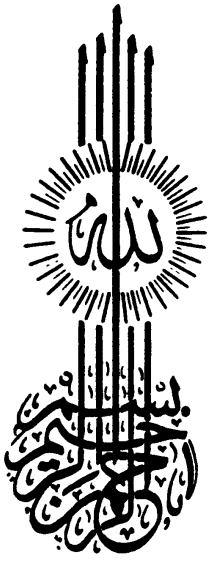
بسم الله الرحمن الرحيم

النمذجة الخلوية في نظم المعلومات الجغرافية

GIS Modeling in RASTER

تأليف

د. مايكل ديميرس

Michael N. DeMers

قسم الجغرافيا – جامعة ولاية نيو ميكسكو

ترجمة

أ.د. علي معاضه الغامدي

الأستاذ بقسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م).

هذه الترجمة مصرح بها من مركز الترجمة بجامعة الملك سعود لكتاب:

GIS Modeling in RASTER
By: Michael N. DeMers.
© John Wiley & Sons, 2002.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ديميرس، مايكل

النمذجة الخلوية في نظم المعلومات الجغرافية/ مايكل ديميرس؛ علي معاضة الغامدي. - الرياض، ١٤٣١هـ.

٢٩٥ص، ٢١×٢٨سم

ردمك: ٥ - ٧١٧ - ٥٥ - ٩٩٦٠- ٩٧٨

١- الجغرافيا - نظم المعلومات أ. الغامدي، علي معاضة (مترجم) ب. العنوان

ديوي ٩١٠,٢٨٥ ١٤٣١/٨٩٧٥

رقم الإيداع: ١٤٣١/٨٩٧٥

ردمك: ٥ - ٧١٧ - ٥٥ - ٩٩٦٠- ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الحادي عشر للعام الدراسي ١٤٣٠/١٤٣١هـ المعقود بتاريخ ١٤٣١/٢/٩هـ الموافق٢٠١٠/١/٢٤م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ

مقدمة المؤلف

لقد أصبحت النمذجة (Modeling) بنظم المعلومات الجغرافية أعظم نضجاً خلال العقدين الماضيين، فبعد أن كانت يوماً ذات أهدافاً فردية ووصفية، أصبحت الآن أكثر تعقيداً وتنظيماً ومتعددة الأهداف (Multi-objective). ويعد هذا نتيجة كبيرة للتطوير المتزايد الذي يتمتع به مستخدمو نظم المعلومات الجغرافية. يظهر منمذجو (صناع النماذج) نظم المعلومات الجغرافية اليوم إدراكاً متزايداً لقدرة البرامج على نمذجة مجموعة واسعة من مجالات التطبيق المتنوعة وحالات نمذجية مكانية معقدة. ومع الزيادة المطّردة في السرعة الحاسوبية، فإن توفر نظم معلومات جغرافية قوية – بالرغم من كلفتها غير العالية – ضمن نظم تشغيل حاسوبية مألوفة في الحواسب المكتبية، مع الزيادات الكبيرة في قدرات التخزين، يُتوقع أن يزيد من استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأداة للنمذجة بوتيرة أسرع من السابق. وكما أن هذه الوتيرة تتسارع، فكذلك أيضاً الحاجة تزداد لإدراك المفاهيم الجغرافية الأساسية الكامنة وراء النمذجة بنظم المعلومات الجغرافية. في المقابل، كلما تعلمنا المزيد عن كيفية نجاح أو فشل تطبيق التقنية الحالية لهذه المفاهيم الجغرافية، كان هناك زيادة مصاحبة في الحاجة لأن نقيّم صلاحية مخرجات نموذجنا لصنع أو اتخاذ القرار. وفيما يتعلق بالأفراد الطموحين غير المكتفين بقبول قصور النماذج البسيطة، هناك رغبة لدفع التقنية خارج حدود واقعها الحالي من خلال تطوير خوارزميات (برمجيات) جديدة تحاكي العالم الحقيقي أكثر قرباً وواقعية.

ومن المؤسف أن كثيراً من منمذجي نظم المعلومات الجغرافية مضطرون لتعلم حرفتهم بقليل من التوجيه. وهذه في الحقيقة مشكلة خاصة لأولئك الذين اكتشفوا أداة نظم المعلومات الجغرافية في ميادين عملهم مؤخراً، وللعاملين الذين هم موظفون مسبقا لكنهم يفتقدون البيئة المنظمة التي من خلالها يصوغون مهامهم النمذجية. بالإضافة إلى ذلك، فإنه كلما زادت البرامج الدراسية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية في الخطط الدراسية الجامعية، زادت الحاجة إلى بيئة منظمة للنمذجة بهذه النظم في تلك المؤسسات الأكاديمية. يهدف هذا الكتاب إلى ملء هذين الفراغين التكاملين من خلال تقديم مادة علمية منظمة سهلة الفهم للدروس الجامعية في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافية،

ومرجع مفيد للمحترفين التطبيقيين. يقدم الكتاب مناقشات وأسئلة وتمارين موسعة بحيث يمكن استخدامها من قبل المدرسين لتحسين العملية التعليمية أثناء الحصص الدراسية. أما فيما يتعلق بالعاملين المحترفين، فيوفر الكتاب أمثلة لمنهجية النمذجة مع شروحات مفصلة لبعض المواضيع المهمة مثل: اكتشاف الأنماط كأساس لتصوّر النماذج المكانية المحتملة؛ والجبر الخرائطي كواجهة مستخدم مألوفة في نظم المعلومات الجغرافية الخلوية (Raster GIS)؛ وصياغة النموذج؛ وتطبيقه والتحقق منه؛ وتراكيب النموذج الخلوي المتقدمة في النمذجة الديناميكية.

يمكن القول، لكل من يحاول أن ينفذ مهام نمذجية متقدمة بهذه النظم، أنه ليس لأي كتاب – أيا كانت جودته وإخراجه – أن يجعل منك منمذجا أفضل. لذا فهدف هذا الكتاب أن يوفر لك – مع مراعاة المكونات المكانية التي تشكل لبنات نماذج نظم المعلومات الجغرافية – تركيبا تستطيع من خلاله أن تنمذج، كما يوفر بعض الأبعاد المتعلقة بالمهام المألوفة التي يصادفها المنمذجون، بغض النظر عن مجالات خبراتهم. وبإختصار، لقد قُصد بهذا الكتاب لأن يكون بمثابة رفيقا للمنمذج. ويقدم الكتاب، من خلال استخدام المصطلحات الحديثة، لغةً يتشارك فيها المنمذجون، كما يوضح أوجه التشابه في المهام النمذجية في مختلف المجالات، التي تساعد في فتح قنوات الاتصال بين العلوم. إنني أعتقد أن المزيد من الحوار البيني بين العلوم سوف ينتج نماذج نظم معلومات جغرافية أكثر وأفضل، وفهما أحسن لأهمية الجغرافيا والمفاهيم الجغرافية في منظومة التخصصات دائمة الاتساع. ولهذه الغاية، أرغب إليك أيها القارئ أن تناقش ما تقرأه في هذا الكتاب مع زملائك المنمذجين أو الطلاب. ولك أن تستخدم أسئلة المناقشة في نهاية الفصول لتنتج أسئلتك الخاصة. تعد الأمثلة التي قدمتها محدودة بخبرتي، لذا يجب ألا تكون نهائية، لكنها تعد بداية في عملية تعلم كيفية عمل النمذجة. سوف تساعدك مشاركة الآخرين لمهامك النمذجية سواء في الفصل أو العمل أو المؤتمرات في أن تكون أكثر عمقا وقدرةً وخبرةً في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافية. إنني أتطلع إلى أن تشاركني بعض رؤاك بحيث يستطيع الطلاب أن يفيدوا من تحدياتك ونجاحاتك وإخفاقاتك وطرائقك ونماذجك.

المؤلف

شكر وتقدير

يتجاوز هذا الكتاب حدود قدراتي، فهو نتاج مجموعة كبيرة من فنيي الرسوم والإخراج والمحررين المحترفين في مؤسستي النشر: جون وايلي وأبناءه، وخدمات هيرمتاج للنشر. أقدم شكري للسيدة كارول كامبل لمساعدتها في إنتاج النسخ الأول لكثير من الرسومات. أيضاً، أنا ممتن للمراجعين الخارجيين الذين زودوني بكثير من الاقتراحات المفيدة. وبالرغم من أن خطط الإنتاج وجدولته قد حدّت من عدد الاقتراحات التي يمكن أن أضمنها في الكتاب، غير أنني أرجو أن تلاحظ بأني قد أخذتها جميعا في الاعتبار. لقد قررت - وكما هي عادتي - أن أنسب لهم الفضل في تحسين نوعية مسودة كتابي وأتحمل كامل المسؤولية لأي نقص أو خطأ في الكتاب. أشكر أيضاً معهد أبحاث النظم البيئية (ESRI) على توفيرهم لي البرنامج خلال إنتاج هذا العمل. وأخيراً، أقدم تقديري لطلابي في النمذجة بنظم المعلومات الجغرافية على تحملهم وملاحظاتهم البنّاءة طيلة المراحل العديدة التي مرّ بها إنتاج هذا العمل بهذه الشكل خلال السنوات العديدة السابقة.

مقدمة المترجم

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على رسول الله.

وبعد

أحدثت التقنيات الجغرافية وفي مقدمتها نظم المعلومات الجغرافية ما يشبه الثورة في تحليل الواقع الجغرافي. بل خلقت مفاهيم جديدة، وشجّعت على إعادة النظر في المفاهيم السابقة، وقدّمت طرائق مختلفة جعلت من البيانات مادة معلوماتية أكثر عمقاً وإمتاعاً من السابق. ولا زالت في تطور مستمر. ولأن هذا الكتاب يعدّ كتاباً متميزاً في تناوله لنمذجة الظواهر الجغرافية بنظم المعلومات الجغرافية الخلوية (Raster GIS)، ومرجعاً مفيداً جداً للمهتمين بالنمذجة، أياً كانت مستوياتهم وخلفياتهم العلمية، فإني لم أجد أفضل منه لترجمته للعربية ليكون مرجعاً عربياً مهماً خاصة للباحثين والمطبقين في نظم المعلومات الجغرافية. إن قدرة النظم الجغرافية الخلوية تفوق بكثير النظم الخطية، ولعل هذا الكتاب بما شمله من معلومات أساسية وأمثلة متعددة يشجع الباحثين، خاصة طلاب وطالبات الدراسات العليا، في الوطن العربي بالذات في تطبيق نظم المعلومات الجغرافية الخلوية على نطاق واسع والاستعانة بهذه التقنية في حل كثير من المشكلات المرتبطة بالمكان.

لم أشأ أن أكرر ما بينه المؤلف في مقدمته وفي الفصل الأول حول تعريف وأهمية النمذجة الخلوية، فهما في نظري كافيان لتقديم صورة واضحة ومحفزة لقراءة هذا الكتاب، لذا أنصح القارئ أن يبدأ بهما ويقرأهما بتمعن. وسيجد القارئ في هذا الكتاب كثيراً من المعلومات المفيدة جداً، والخلفيات العلمية الأساسية التي قد لا يجدها بنفس العمق في أي كتاب آخر بنفس العنوان. فلقد ركّز الكتاب على النمذجة من جميع الجوانب مفهوماً وتطبيقاً، وبيّن بجلاء أن هدف عملية النمذجة هو أن تكون عوناً وأداة فعالة لصنع القرار، وهذا يعني أنها ستفيد صانع القرار متى ما اُستكلمت جوانبها، والعكس صحيح. فبيّن المؤلف أساليب النمذجة وأنواعها وخطواتها وتسلسلها وأخيراً التحقق منها، بل بيّن كثيراً من مميزاتها، بالإضافة إلى السلبيات وأوجه القصور فيها.

أمّا ما يتعلق بمنهجية ترجمتي لهذا الكتاب فلاشك إنني لا أدعي أنها ترجمة مثالية، ولكني بذلت قصارى جهدي لأكثر من سنتين ونيف، لذا أتوجه بالشكر لله جل شأنه على إتمام هذا العمل، ثم أشكر كل من راجع هذا الكتاب شكراً عظيماً، خاصة ما يتصل بالتصحيح اللغوي. ولقد استخدمت العديد من المراجع اللغوية لتشمل قواميس ومعاجم اللغة ومعاجم المصطلحات الفنية العلمية والهندسية وغيرها، فترجمت المصطلحات بحذر كبير في ضوء قرائن الموضوعات والجمل والتراجم المألوفة للكثير من المصطلحات وخبرتي العلمية والعملية في موضوع النمذجة.

من المهم أن أشير إلى نوعية الترجمة التي طبقتها في هذا العمل. فلقد اجتهدت أن تكون الترجمة ترجمةً حرفيّة إلى حد ما، حتى أضمن وجود المعنى والصياغة الخاصتين بالكتاب كما أراده المؤلف، لكن بما يتلائم بالطبع والصياغة العربية. مرت عملية الترجمة بالعديد من المراجعات والتصويبات المتكررة، بما فيها تصويبات المحكمين. الأمر الآخر الذي يجدر الإشارة إليه، هو أنني لم أجد ترجمة حرفية لكلمة Raster تلائم المقصود منها في النص الأجنبي (الإنجليزي)، إذ ترِد هذه الكلمة بمعانٍ متعددة تشترك في كلمة: مَسْح، أو خطوط المسح، وهذا غير المقصود منها في موضوع الكتاب الذي يعنى بتمثيل المكان ونمذجته في شكل شبكة من الخلايا (Cells). وعليه فقد رأيت أن كلمة خلويّ هي أقرب للمعنى المراد، حتى لو كان هناك كلمات أخرى في الكتاب تشبهها، وهذا حسب اجتهادي أفضل، بدلاً من ذكر كلمة مسح أو حتى وضعها بنفس النطق الأجنبي: راستر.

لقد قمت أيضاً بالاتصال بالمؤلف مرات عديدة وكنت أجد منه كل العون في ترجمة المعنى الذي يستحيل أن أجده أو أستنبطه من قاموس أو معجم أو حتى خبرتي الخاصة، ولقد كان في غاية التعاون والسعادة بذلك، فشكراً له على رحابة صدره وسرعة استجابته. وسأبقى طالب علم أستفيد من كل معلم.

وختاماً، أتوجه بخالص الشكر والتقدير لجامعة الملك سعود ممثلة في مركز الترجمة في إعطائي هذه الفرصة والدعم. كما أتقدم بالشكر والعرفان للعاملين في مطابع جامعة الملك سعود الذين كانو معنيين بإخراج هذا الكتاب بهذه الصورة الاحترافية، ثم أشكر كلَّ من ساندني وفي مقدمتهم زوجتي وجميع أفراد أسرتي على تحملهم بعدي أثناء إعداد هذه الترجمة.

المترجم

المحتويات

مقدمة المؤلف ..... هـ
شكر وتقدير ..... ز
مقدمة المترجم ..... ط

الفصل الأول: مقدمة

أهداف تعليمية ١
دور النمذجة بنظم المعلومات الجغرافية ١
إدراك قدرات نظم المعلومات الجغرافية ٤
فهم عملية النمذجة ٥
لماذا النمذجة بنظم المعلومات الجغرافية الخلوية ٧
حول ماذا يدور هذا الكتاب ٩
مراجعة الفصل ١٠
مواضيع المناقشة ١١
أنشطة تعليمية ١٢

الفصل الثاني: طبيعة البيانات

أهداف تعليمية ١٣
مقدمة في التقسيم الخلوي ١٤
نماذج البيانات الخلوية ١٩

النموذج الخلوي البسيط ٢٠
النموذج الخلوي الموسّع..... ٢٤
التفريع التربيعي ٢٥
الآلية الخلوية..... ٢٦
إيجابيات المنهجية الخلوية وسلبياتها ٢٨
مصادر البيانات ٣٢
خصائص الاختيار: حجم الشبكة، ومنطقة الدراسة، ونسق البيانات، والمسقط والنظام الشبكي ٣٥
التعامل مع مركبّة الخطأ في البيانات الخلوية..... ٣٨
الزمنيّة في البيانات المكانية..... ٤٢
مراجعة الفصل..... ٤٤
مواضيع المناقشة..... ٤٥
أنشطة تعليمية ٤٦

الفصل الثالث: الجبر الخرائطي

أهداف تعليمية..... ٤٩
تصوير أبعاد المكان من صفر إلى بعدين بخلايا الشبكة..... ٥٠
تصوير الحيز المكاني ثلاثي البعد بالخلايا الشبكية ٥٨
التفكير حول رياضيات الخرائط ٥٩
مقارنة واختلاف مع المصفوفة الجبرية ٦٠
مدخل إلى المعالجَات بالجبر الخرائطي..... ٦٢
المعامِلات..... ٦٣
الوظائف ٧١
التحكم بسير العمليات ٧٢
جمل الإسناد ٧٣
المعاودة..... ٧٥
مراجعة الفصل..... ٧٦
مواضيع المناقشة..... ٧٧
أنشطة تعليمية ٧٨

الفصل الرابع: توصيف العمليات الوظيفية

أهداف تعليمية ٨١
استعراض الوظيفة ٨٢
الوظائف المحلّية ٨٢
الوظائف التركزيّة ٩٠
الوظائف النطاقيّة ٩٥
الوظائف الكتليّة ٩٧
الوظائف الشموليّة ٩٧
ما بعد الجبر الخرائطي ١٢٥
مراجعة الفصل ١٢٦
مواضيع المناقشة ١٢٧
أنشطة تعليمية ١٢٨

الفصل الخامس: أسس النمذجة

أهداف تعليمية ١٣١
التفكير مكانيّاً ١٣٢
الأنماط المرئية ١٣٦
الأنماط الوظيفية ١٤٣
أدوات لتحديد الأنماط ١٤٨
المظهر الطبيعي ١٤٨
مسح المراجع ١٤٩
هندسة المعرفة (مصفوفة الذخيرة المعلوماتية) ١٥٠
الخرائط ١٥١
التصوير الجوي ١٥٢
الصور الفضائية ١٥٢
التقنيات الإحصائية ١٥٣

إدراك التفاعلات المكانية للمشكلة: من النمط إلى العملية ١٥٤
أنواع نماذج نظم المعلومات الجغرافية ١٥٦
مقدمة ١٥٦
النماذج القائمة على الغرض ١٥٧
النماذج القائمة على المنهجية ١٦١
النماذج القائمة على المنطق ١٦٢
مراجعة الفصل ١٦٣
مواضيع المناقشة ١٦٤
أنشطة تعليمية ١٦٥

الفصل السادس: تصوّر النموذج

أهداف تعليمية ١٦٧
مقدمة ١٦٨
تحديد أهدافك ١٦٩
التجزئه الهرمية ١٨٠
إضافة البعد المكاني ١٨٤
تحديد عناصر البيانات الممكنة ١٨٧
مراجعة الفصل ١٨٩
مواضيع المناقشة ١٩٠
أنشطة تعليمية ١٩١

الفصل السابع: صياغة النموذج، ورسم مخططات سير عمله، وتنفيذه

أهداف تعليمية ١٩٣
جعل النموذج التصوري ذا معنى ١٩٤
فحص برامج تخطيط العمل ١٩٥
مدّ مقصورات النموذج بالطبقات الشبكية ١٩٨
ربط المقصورات ٢٠٢

تحديد المواضيع المفقودة والزائدة والغامضة في مخطط العمل..... ٢٠٤
إضافة بدائل البيانات والمعاملات غير المكانية..... ٢٠٥
التنفيذ..... ٢٠٧
عكس سير المخطط (تشغيل النموذج) ٢٠٧
المعاودة (تحسين النموذج / إضافة مواضيع بينية) ٢٠٧
التسلسل الهرمي للنموذج (التنفيذ المقصوري)..... ٢٠٨
منهجية الخرائط الثنائية (معالجة التعقيد) ٢٠٩
حفظ السجلات (صيانة الطبقات الشبكية الوسيطة) ٢٠٩
توثيق عملنا بعد مخطط العمل (معلومات البيانات) ٢١٢
تقديم نتائج فعالة (تشديد القيود وتخفيفها)..... ٢١٣
مراجعة الفصل..... ٢١٥
مواضيع المناقشة..... ٢١٦
أنشطة تعليمية ٢٢٢

الفصل الثامن: حل التعارض والنمذجة الموصِّفة

أهداف تعليمية..... ٢٢٣
مقدمة..... ٢٢٤
التعارضات المكانية ٢٢٥
توليد البدائل..... ٢٢٧
نموذج أورفيس لتخصيص الاستخدام الأرضي ٢٢٨
العنصر الوصفي ٢٢٩
العنصر الموصِّف..... ٢٣٠
بناء الإجماع ٢٣٢
التقنيات الهرمية ٢٣٢
التقنيات الإحصائية: تحليل المحتوى ٢٣٣
المثالية الهدبية المزاحة..... ٢٣٥
مراجعة الفصل..... ٢٣٦

مواضيع المناقشة ٢٣٦
أنشطة تعليمية ٢٣٧

الفصل التاسع: التحقق من دقة النموذج والتثبت من صلاحيته وقبوله

أهداف تعليمية ٢٤١
مقدمة ٢٤٢
تعريف المصطلحات ٢٤٢
صحة النموذج ٢٤٤
التحقق ٢٤٤
صلاحية النموذج ٢٤٩
الاقتصاد ٢٥٣
أهمية الاقتصاد ٢٥٤
طرائق لقياس الاقتصاد ٢٥٥
قبول النموذج ٢٥٧
مراجعة الفصل ٢٥٩
مواضيع المناقشة ٢٦٠
أنشطة تعليمية ٢٦١
المراجع ٢٦٣
توثيق مصادر الصور ٢٦٩
ثبت المصطلحات ٢٧١
أولاً: عربي – إنجليزي ٢٧١
ثانياً: إنجليزي – عربي ٢٨٢
كشاف الموضوعات ٢٩٣