

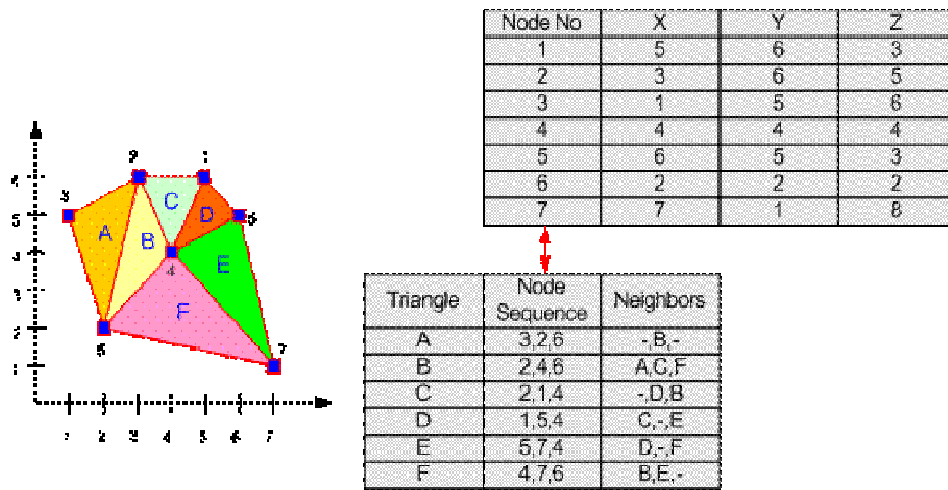
السبب فإنه ينصح باستخدام الشبكات المثلثية غير المنتظمة عند تمثيل السطوح الأرضية في مساحات واسعة.

كما أنها تسمح عند إنتاجها باستخدام أشكال متنوعة من البيانات كمدخلات لخوارزمية إنتاجها، على حين تستلزم الشبكات النقطية استخدام بيانات في صورة اتجاهية نقطية فقط لإنتاج نماذج الارتفاعات الرقمية بطرق الاستكمال أو الاستيفاء interpolation.

من ناحية أخرى فإن الشبكات المثلثية غير المنتظمة تقوم بعملية تعميم generalization لخصائص السطوح الأرضية عند إنتاجها وهو ما يمثل ميزة وعيب في آن واحد لهذا النوع من البيانات، فهو ميزة لأنه يسمح بدراسة الخصائص الأرضية التي تتميز بالعمومية (أو التي تجعل العمومية دراستها ذات مغزى أكبر) مثل الانحدار وتوجيه الأرض بصورة أفضل، بينما يكمن العيب في أن هذه البيانات لا يمكن استخدامها على النحو الأمثل عند تمثيل سطوح أرضية شديدة الوعورة.

إنتاج الشبكات المثلثية غير المنتظمة

فيما يلي نتعرض لفكرة الخوارزمية المستخدمة لإنتاج الشبكات المثلثية غير المنتظمة. بداية الوحدة الرئيسية في هذا النوع من البيانات هي المثلث Triangle ومنه اشتقت هذه البيانات أسمها. وترتبط أضلاع المثلث بين رؤوس المثلث التي تمثل بدورها نقاط ارتفاعات معلومة (أي مدخلة من قبل المستخدم)، كل نقطة من هذه النقاط الثلاثة يطلق عليها أسم العقدة node، ويتم تمثيل هذه النقطة بثلاثة قيم لتمثيل الموقع س، ص والارتفاع ع. تستخدم هذه النقاط الثلاث لحساب القيمة المتوسطة لانحدار المثلث وكذا توجيهه، أما الارتفاع فتحسب من معادلة خطية في ثلاثة متغيرات تتغير بتغير المثلث وتسمح بحساب ارتفاع كل نقطة على سطح المثلث. لكل مثلث ثلاثة مثلثات مجاورة لابد أن تختلف عنه في الخصائص لأنها إذا اتفقت معه في الخصائص يتم دمجها فيه. ويبين شكل 65 إنتاج الشبكة المثلثية غير المنتظمة بهذه الطريقة.



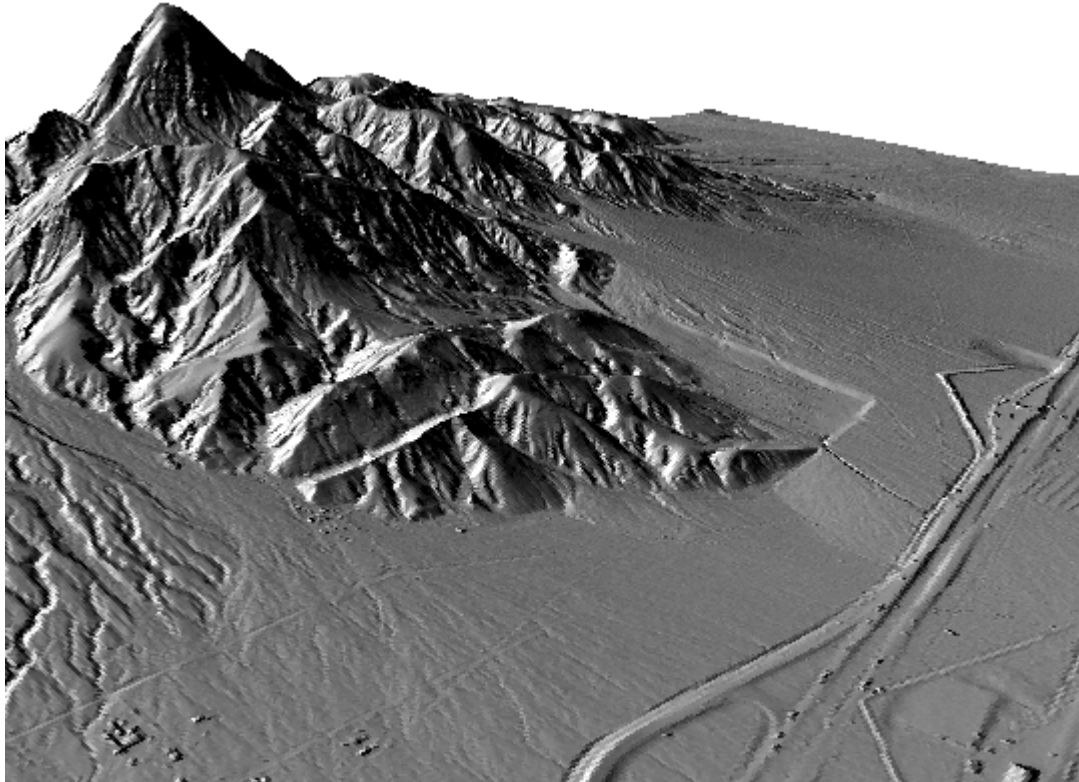
شكل 65: إنتاج الشبكة المثلثية غير المنتظمة.

العرض ثلاثي البعد للشبكات المثلثية غير المنتظمة

كما أنه يمكن عرض البيانات من نوع الشبكات المثلثية غير المنتظمة عرضاً تقليدياً في صورة خريطة، إلا أن أهم ما يميز هذا النوع من البيانات هو إمكانية عرضها في ثلاثة أبعاد، وهو ما يمثل طريقة عرض جذابة وشيقة للعديد من المستخدمين كما أنها وسيلة مثالية للتعرف على الخصائص الجيومورفولوجية وغيرها من خصائص السطح بصرياً.

لكن يجب الإشارة إلى أن العرض ثلاثي البعد لا تختص بالبيانات من نوع الشبكات المثلثية غير المنتظمة فحسب، بل يمكن استخدامه مع البيانات من نوع الشبكة النقطية raster أو من النوع الإتجاهي vector خاصة إذا كان هذا النوع من البيانات يحتوي ضمن صفاته attribute على الارتفاعات.

يستلزم العرض ثلاثي الأبعاد مواصفات معينة تتعلق دوماً ببطاقة العرض في الحواسيب المستخدمة في عرض البيانات ثلاثية الأبعاد، وتزداد هذه المواصفات تعقيداً كلما تعلق الأمر بعرض بيانات من غير نوع الشبكات المثلثية غير المنتظمة. ويبين شكل 66 شبكة مثلثية غير منتظمة معروضة عرضاً ثلاثي البعد يمكن تبين منه الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة واستخلاص بعض المعلومات الجيومورفولوجية عنها.



شكل 66: شبكة مثلثية غير منتظمة في العرض ثلاثي الأبعاد.

وتتوفر مجموعة من الوظائف المفيدة الممكن الاعتماد عليها في الكثير من التطبيقات اعتماداً على العرض الثلاثي الأبعاد، هذه الوظائف التي سوف نشير لها فيما يلي.

محاكاة الطيران Flying Simulation

توفر العديد من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية أدوات لعمل محاكاة للطيران فوق الأرض باستخدام العرض الثلاثي، حيث تستخدم أدوات لعمل سلسلة من عمليات التقريب Zooming والتحريك Panning لإنتاج سلسلة من المناظر Stream يتم عرضها بسرعة ٢٤ منظر في الثانية (بعض النظم توفر سرعات أكبر لكن سرعة ٢٤ منظر في الثانية هي سرعة مناسبة لعرض دقيق كما العروض التلفزيونية).

يمكن أن تستخدم محاكاة الطيران لأعمال التدريب باستخدام أجهزة خاصة يطلق عليها اسم المحاكيات simulators وفي أعمال إدارة الكوارث الجوية أو التخطيط للرحلات الجوية غير المعتادة.

أنتاج خرائط موضوعية ثلاثية البعد

حيث يتم استخدام البيانات من نوع الشبكات المثلثية غير المنتظمة لإكساب الارتفاع إلى الخرائط الموضوعية (مثل خرائط الغطاء الأرضي أو استخدامات الأراضي) ويتم هذه عن طريق تقنية تشبه مد بساط فوق أرض وعرة حيث يأخذ البساط شكل الأرض وهي تقنية معروفة باسم tension surface.

تحليل البيانات في ثلاثة أبعاد

تختلف البيانات الجغرافية ثلاثية البعد عن تلك البيانات الجغرافية العادية في إن جانب من طبيعتها يعتمد على وجودها في البعد الثالث، ومن ثم فإن تحليل هذا النوع من البيانات يعتمد في المقام الأول على دراسة الاختلافات الناجمة عن تغير وضع البيانات الجغرافية في البعد الثالث. وفيما يلي نماذج لتحلي البيانات الجغرافية في ثلاثة أبعاد:

التحليل الجيومورفولوجي

يقصد هنا بالتحليل الجيومورفولوجي التعرف على الأشكال الجيومورفولوجية لسطح الأرض آلياً بواسطة استخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية. ويمكن التعرف على عدد من هذه الأشكال تشتمل على المنحدرات والحواف والوديان وما إلى ذلك.

ويمكن استخدام عدد من الأدوات لإنجاز هذا النوع من التحليلات، ومن أهم هذه الأدوات معامل الوعورة – والذي له تطبيق آخر هو اختيار مسارات السيارات في المناطق الجبلية والصحراوية – ويعرف معامل الوعورة بأنه التباين في الانحدار على مسافات متساوية، وعلى هذا الأساس يتم استخدامه في التعرف على بعض الأشكال الجيومورفولوجية. فمثلاً حواف المنحدرات والهضاب يكون لها معامل وعورة بين ٨٥ و ٩٠ لكل عشرة أمتار، بينما المناطق السهلية يتراوح معامل الوعورة فيها بين صفر وخمسة لكل عشرة أمتار.

حساب مجال الأبصار

هذا النوع من تحليل البيانات ثلاثية الأبعاد يشيع استخدامه في عدد من التطبيقات المتباينة مثل التخطيط العمراني وإدارة نيران المدفعية الميدانية. وهو يعتمد على تحديد تلك المنطقة التي يمكن أن تقع في حقل أبصار فرد ما بناء على موقعه. حيث يتأثر مجال الرؤية بالمحيط الطبوغرافي. ولنضرب مثل على هذا فلنتصور فرد يقف في أرض مسطحة¹ عندئذ فإن مجال أبصاره هو دائرة حدودها الأفق، وهي دائرة نصف قطرها ستة كيلومترات للإنسان الطبيعي، فإذا تحرك هذا الشخص إلى مكان آخر داخل وادي مرتفع الجدران فعند ذلك يكون حقل الأبصار له محدود بجدران هذا الوادي، على حين أنه إذا صعد فوق قمة جبل فإن حقل أبصاره سيزيد نتيجة ارتفاعه عن سطح الأرض وسيغطي دائرة نصف قطرها يزيد عن الستة كيلومترات.

يتأثر مجال الأبصار بعدد من المتغيرات منها موقع المراقب وهو يجب أن يتحدد بثلاثة إحداثيات ومنها شكل الأرض ثلاثي الأبعاد وعادة ما يتم استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية أو الشبكات المثلثية غير المنتظمة لتمثيل سطح الأرض.

حساب الحفر والردم

حساب الحفر والردم من أهم أنواع التحليل التي تفيد المهندسين الإنشائيين على وجه الخصوص، حيث يمكنهم مقارنة سطحين لذات المكان قبل وبعد تنفيذ عملية ردم (أو حفر) لهذا المكان ليتعرفوا على كميات المواد المستخدمة في الردم (أو المستخرجة من الحفر). ويوجد عدد من البرامج التقليدية التي تقوم بحساب كميات الحفر والردم مثل برنامج Surfer مثلاً، لكن تتفوق نظم المعلومات الجغرافية على مثل هذه البرامج في إمكانياتها لتقديم هذه الكميات في شكل أرقام بسيطة مثل البرامج التقليدية أو في صورة خرائط للأماكن التي تغير ارتفاعها (سواء بالزيادة أو بالنقص) في بعدين أو في ثلاثة أبعاد.

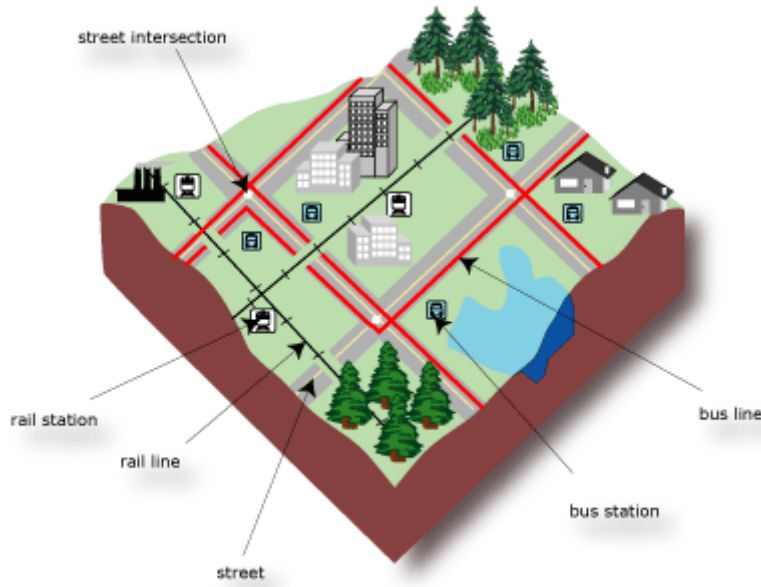
¹ كان يكون واقفاً فوق سطح الماء

الفصل العاشر: تمثيل وتحليل الشبكات الخطية

في الآونة الأخيرة برزت تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في حقل إدارة الشبكات الخطية مثل شبكات المرافق وشبكات المواصلات كأحد أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في قطاع الإدارة المدنية. بغض النظر عن نوع الشبكة فهي يتم تمثيلها ومعالجتها بنفس الصورة في نظام المعلومات الجغرافي. في هذا الفصل سوف نتعرف على الأسس التي علينا يبنينا التعامل مع الشبكات في نظم المعلومات الجغرافية.

ما هي الشبكة الخطية؟

نتعامل في اليوم العادي مع عشرات الأشكال من الشبكات الخطية، مثل شبكات القطارات وشبكة الشوارع وشبكة الغاز وشبكة الكهرباء وشبكة توزيع المياه وشبكة الصرف الصحي وغيرها. ورغم التباين الظاهري لهذه الشبكات إلا أنها من وجهة نظر نظم المعلومات الجغرافية لها وصف واحد شبكات خطية Linear Networks.



شكل 67: الشبكات الخطية فيما حولنا

أي شبكة خطية لها وظيفة محددة هي أن تسمح بانتقال كائن ما من خلالها من مكان إلى مكان. كأن يكون هذا الكائن هو كتلة من المياه التي يجري توزيعها من المحطة المركزية للمياه في مدينة إلى الأماكن المختلفة للمدينة. يتم انتقال الكائن موضوع الدراسة في مسارات مستقيمة مكونة من قطع مستقيمة، وتعتبر القطعة هي أصغر وحدة في الشبكة ينتقل الكائن موضوع الدراسة من طرفها إلى طرفها الآخر دون أن يغادر القطعة المستقيمة.

وعند انتقال الكائن موضوع الدراسة من قطعة مستقيمة إلى أخرى يطلق على النقطة التي أنتقل فيها أسم الوصلة Connectivity وقد يطلق عليها أسماء أخرى تبعاً لنوع الشبكة كأن يطلق عليها مثلاً نقطة نقل الحركة mobility point في شبكات الشوارع أو العقدة nodes في شبكات الاتصال السلكية والكهرباء.

وتتكون أي شبكة خطية من مجموعة من القطع المستقيمة المتصلة فيما بينها عبر وصلات.

تمثيل الشبكات الخطية

نقوم بتمثيل الشبكات الخطية في نظم المعلومات الجغرافية استعداداً لاستغلال هذه النظم في التعرف على معلومات يحتاج إليها المستخدم، وعلى هذا فإنه يجب تمثيل الخواص التي يعتمد عليها انتقال المادة التي سوف تستخدم هذه الشبكة فوق الشبكة. هذه الخصائص التي تعرف باسم خصائص الحركة Movement parameters.

تضم خصائص الحركة طول القطع المستقيمة وسرعة الحركة وإتجاه الحركة. طول القطعة المستقيمة وهو الطول الفعلي للقطعة المستقيمة وهو غير الطول المرسوم حيث تكون أحيانا القطع المستقيمة مائلة عن مستوى الشبكة كما في شبكات الطرق في المدن المبنية على الجبال.

سرعة الحركة هي السرعة التي سوف يتم بها نقل المادة أو الكائن موضوع الدراسة في القطعة المستقيمة، وهي تختلف من قطعة مستقيمة إلى أخرى، فمثلاً لو أن نضرب مثلاً ما الشوارع، فالسرعة التي يمكنك أن تتحرك بها فوق طريق سريع تكون غالباً أزيد من تلك التي تتحرك بها فوق طريق جانبي. وحتى في شبكات المرافق مثل شبكات توزيع مياه الشرب قد لا تتحرك المواد موضوع الدراسة بذات السرعة – رغم بديهية حركة الماء في المواسير بنفس السرعة – حيث تلعب بعض العوامل أثراً في تغيير هذه السرعة – مثل التباين في نصف قط المواسير في شبكات توزيع مياه الشرب أو المقاومة الكلية للكوابل في شبكات الكهرباء.

اتجاه الحركة يقصد به الاتجاه الذي يسمح للمادة أو الكائن موضوع الدراسة في التحرك فيه على القطعة المستقيمة، ومن الطبيعي أن كل قطعة مستقيمة يمكن التحرك فيها في الاتجاهين، لكنه في بعض الأحيان يتم تحديد اتجاه واحد فقط للحركة – كحالة شبكات الشوارع.

الآن وقد تعرفنا على خصائص الشبكات فالتحالف أن نتعرف على الطريقة التي يتم تمثيلها بها في نظم المعلومات الجغرافية.

كأي نوع من البيانات الجغرافية التي يتم تمثيلها في نظم المعلومات الجغرافية، فإن الشبكات الخطية يتم تمثيلها رسوماً ووصفياً. ويتم تمثيلها وصفاً في صورة شفافة خطية تعبر عن خطوط مستقيمة، حيث يجب أن يتم التعبير عن كل قطعة مستقيمة في الحقيقة بقطعة مستقيمة مقابلة في الرسم لها بداية ونهاية محددين، وبالتالي عندما يكون هناك خط متعرج يجب استخدام سلسلة من القطع المستقيمة المتصلة وليس خط مستقيم منكسر.

أما خصائص الشبكة فيتم تمثيلها في الجدول الملحق بالشفافة الخطية حيث يلزم لكل قطعة مستقيمة ثلاثة حقول لوصف الحركة فوق هذه القطعة المستقيمة، هي طول القطعة المستقيمة، وسرعة الحركة، وأخيراً اتجاه الحركة.

تحليلات الشبكة الخطية

الشبكات الخطية الممثلة بهذه الطريقة يمكن استنتاج الكثير من المعلومات منها عن طريق تطبيق الأدوات المتاحة في نظم المعلومات الجغرافية. فيما يلي عرض لبعض هذه التحليلات.

تحديد المسار الأمثل

تحديد المسار الأمثل هو طريقة يقصد بها تحديد أمثل مسار بين نقطتين بناء على متغير ما، فقد يكون هذا المتغير هو عامل المسافة حيث يتم التحليل بناء طول القطع المستقيمة، وقد يكون هذا المتغير هو الزمن فيتم التحليل بناء على سرعة الحركة فوق القطع المستقيمة.

وعند تنفيذ هذا التحليل يتم تحديد نقطة لبداية الحركة ونقطة نهاية الحركة أو نقطة الوصول، ثم يقوم نظام المعلومات الجغرافي بتعيين جميع المسارات الرابطة بين هاتين النقطتين ومن ثم يجرى مقارنة بينهما على أساس المتغير الذي يحدده المستخدم.

كما يمكن أن يتم إنجاز هذا التحليل بطريقة أخرى، حيث لا يكون هناك فقط نقطتين، بل هناك عدة نقاط والمطلوب اختيار المسار الأمثل الذي يربط بينهم، في هذه الحالة يتم معالجة المشكلة كأنها مسألة اختيار المسار الأمثل بين سلسلة من أزواج النقاط، حيث يتم تحديد المسار الأمثل بين النقطتين ١ و ٢، ثم بين النقطتين ٢ و ٣ وهكذا.

تحديد منطقة الخدمة

هذا النوع من التحليلات يستخدم غالباً في شبكات الشوارع، حيث تتوزع فوق هذه الشبكة مجموعة من النقاط التي تمثل مراكز للخدمات (مدارس، مستشفيات، ... إلخ)، ويكون المطلوب تحديد المنطقة التي تغطيها إحدى هذه الخدمات.

في هذه الحالة فإن المعيار الذي يتحكم في التحليل يكون المسافة أو الوقت الكافي لوصول الخدمة المقدمة إلى مستحقيها (كأن يكون الوقت اللازم لوصول مصاب بأزمة قلبية إلى المستشفى دون وفاته). يتم إنجاز هذا التحليل عن طريق حساب أطوال مسافات المسارات البادئة من مركز الخدمة وحتى تحقق المعيار ثم يتم إنتاج شفاقة جديدة مضلعة تغطي هذه المنطقة التي تغطيها كل هذه المسارات لتمثل منطقة الخدمة.

تعيين أقرب مركز للخدمة

بعكس النوع السابق من التحليلات، فإن هذا التحليل يقوم بتحديد مركز الخدمة الأقرب لنقطة معينة باعتبار معيار معين، في هذه الحالة يقوم نظام المعلومات باحتساب جميع المسارات بين هذه النقطة وبين مراكز الخدمات الموزعة فوق الخريطة، ثم يختار الأقصر مسافة أو الأقل زمناً.

نماذج من تطبيقات الشبكات الخطية

فيما يلي نقدم نموذجين من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في حقل إدارة الشبكات الخطية

إدارة الشبكات المرورية

في معظم بلدان العالم المتقدم تستخدم نظم المعلومات الجغرافية لإدارة الشبكات المرورية، فمثلاً تستخدم مدينة لاس فيجاس الأمريكية نظام تفاعلي لمراقبة الشبكات المرورية في المدينة، حيث يتصل هذا النظام بعدد كبير من كاميرات المراقبة المثبتة في إشارات المرور لمراقبة تكس السيارات عند هذه الإشارات، كما يمكن لمستخدمي النظام في إدارة المرور تغيير مسارات معينة لتخفيف الضغط على بعض الطرق ونقله إلى طرق أخرى موازية.

دعم سيارات الإسعاف

في هذا النوع من التطبيقات يتم تعيين أماكن المتصلين طالبي النجدة ومن ثم تعيين أقرب سيارة إسعاف خالية من الرقم المتصل، حيث يتم اختيار المسار الأمثل بين موقع السيارة وموقع طالب النجدة ويتم توجيه قائد السيارة الإسعاف لاسلكياً إلى الموقع بناء على هذا المسار، ثم يتم اختيار أقرب مستشفى لموقع الحادث وتحديد المسار الأمثل لها ومن ثم توجيه القائد لها. وقد قام الكاتب بتصميم أحد هذه النظم لإحدى المؤسسات العلاجية الخاصة في القاهرة واختباره وهو حالياً قيد العمل.

إدارة شبكات الهواتف

تضم شبكات الهواتف عند النقاط النهائية لها العديد من الأجهزة ذات الطابع الخاص مثل صناديق التوزيع والمقسمات، حيث تعتمد على نظام رقمي للتعرف على هذه الأجهزة، وغالباً ما يحتاج مديري شبكات الهواتف معلومات حول الخطوط وما يتصل بها من أجهزة. وتستخدم في هذه الحالة ما يعرف باسم العلاقات المكانية للدلالة على لأجهزة المتصلة.

الفصل الحادي عشر: برمجيات نظم المعلومات الجغرافية

تعتبر برمجيات نظم المعلومات الجغرافية حجر الأساس الذي تقوم عليه نظم المعلومات الجغرافية، لذا كان من اللازم اختصاصها بفصل مستقل. في هذا الفصل نتعرض لتعريف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وأهم برمجياتها التجارية والمجانية كما نتلمس بعض الجهود العربية الحثيثة لإنتاج نظم المعلومات الجغرافية.

ما هي برمجيات نظم المعلومات الجغرافية؟

على قدر ما يبدو هذا السؤال صعب للوهلة الأولى، إلا أنه سؤال في غاية البساطة، برمجيات نظم المعلومات الجغرافية هي برمجيات لها القدر على إدخال واختزان ومعالجة وإنتاج البيانات الجغرافية. وقد لاحظنا في الفصول السابقة مدى اختلاف البيانات الجغرافية عن غيرها من البيانات. ونتيجة لهذا الاختلاف فإن نظم المعلومات الجغرافية تتميز بقدرتها على تمثيل البيانات بناء على موقعها الجغرافي بحث أنه إذا حذف الشق الرسومي ذي الموقع الجغرافي من مجمل البيانات الجغرافية فقدت هذه البيانات مغزاها وأصبحت لا تعبر عن شيء.

مكونات برمجية نظام المعلومات الجغرافي

هناك مجموعة أساسية من المكونات الواجب توفرها في البرمجية التي يطلق عليها برمجية نظام المعلومات الجغرافي، هذه المكونات هي

- واجهة إدخال بيانات
- أداة للعرض الرسومي
- أداة جدولية
- مجموعة أدوات تحليلية
- واجهة إخراج البيانات

واجهة إدخال البيانات

واجهة إدخال البيانات هي مكون برمجي ضمن نظام المعلومات الجغرافي الغرض منه إدخال البيانات إلى النظام مباشرة. تتمثل هذه الواجهة في كثير من البرامج في لوحة المفاتيح وفأرة الحاسوب حيث يستخدمها المستخدم في إدخال وتحديث بياناته، كما تحتوي بعض البرامج المتطورة على واجهات لإدخال البيانات من لوحة الترقيم أو من أجهزة تحديد الموقع.

أداة العرض الرسومي

أداة العرض الرسومي هي أداة تسمح للمستخدم بمطالعة بياناته الرسومية، وتلعب شاشة الحاسوب والطابعات في جميع برامج نظم المعلومات الجغرافية دور أداة العرض الرسومي الرئيسية، إلا أن بعض البرمجيات المتطورة يمكنها أن تعرض البيانات من خلال أجهزة معقدة مثل أجهزة العرض الهولوجرامي للعروض المجسمة أو أجهزة الواقع الافتراضي.

أداة جدولية

وهي أداة لها القدرة على إدخال وعرض ومعالجة وإنتاج البيانات الجدولية لنظام المعلومات الجغرافي، وتعتمد معظم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على لغة الاستعلامات البنائية كأداة جدولية، لكن بعض البرامج تقوم باستخدام أدوات جدولية خاصة بها، إلا أن مثل هذه الأدوات الغريبة لا تكون محبذة من قبل معظم مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية.

مجموعة الأدوات التحليلية

هي تلك الأدوات التي يستخدمها المحلل لإنتاج المعلومات من البيانات المستخدمة في نظام المعلومات الجغرافي، وهي تشمل على أدوات تحليل البيانات الاتجاهية وبيانات الشبكات النقطية والشبكات المثالية غير المنتظمة والشبكات وما إلى ذلك، وعادة ما تكون برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مزودة بمجموعة أساسية من أدوات التحليل مع إمكانية أضافه أدوات جديدة حسب طلب المستخدم.

واجهة أخراج البيانات

واجهة أخراج البيانات هي تلك الأداة التي تسمح باستخراج البيانات من نظام المعلومات الجغرافي في صورة يمكن استخدام هذه البيانات بها بشكل مستقل عن البرمجية. وتلعب الطابعات دور واجهة إخراج البيانات الأساسية في معظم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، كما أن هناك الكثير من هذه البرمجيات المزودة بواجهات إخراج بيانات فرعية لتصدير البيانات الجغرافية في هيئات رقمية مختلفة تسمح باستخدامها في أنماط أخرى من نظم المعلومات.

كذلك هناك مكونات ثانوية لنظم المعلومات الجغرافية تشتمل على برمجيات الاتصال بأنظمة قواعد البيانات وبرمجيات النشر عبر الوب وما إلى ذلك من وظائف يحتاجها المتخصصين المتقدمين فقط.

أهم البرمجيات نظم المعلومات الجغرافية

تنقسم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية إلى فئتين هي فئة البرمجيات التجارية وفئة البرمجيات المجانية والمفتوحة المصدر، وفيما يلي عرض لأهم البرمجيات ضمن هاتين الفئتين.

البرمجيات التجارية

برمجيات نظم المعلومات الجغرافية هي برمجيات يقوم على تطويرها وترويجها ودعم مستخدميها شركات كبيرة تحصل نظير هذه الخدمات على مقابل مادي. وتتميز هذه البرمجيات بحرفية عالية نتيجة تخصيص الشركات المنتجة طواقم تطوير تضم عشرات من المبرمجين المتخصصين النابهين. وفيما يلي عرض لأهم هذه البرمجيات.

ArcGIS البرمجية

تمثل البرمجية ArcGIS عائلة من المكونات البرمجية التي تؤدي جميع مهام نظم المعلومات الجغرافية، وتقف وراءها شركة معهد أبحاث النظم البيئية Environmental Systems Research Institute ESRI الأمريكية. المكون الرئيسي في هذه العائلة هي الحزمة ArcGIS وهي حزمة تحتوي على الوظائف الرئيسية لنظم المعلومات الجغرافية، ويمكن توسيع إمكانيات هذه الحزمة بإضافة مكونات إضافية تعمل من خلالها يطلق عليها الامتدادات Extensions.

يمكن لبرامج ArcGIS العمل من خلال البيانات الموزعة من خلال استخدام المكون البرمجي المسمى ArcGIS Server وهو يسمح لمستخدمي نظام المعلومات الجغرافي العاملين في بيئة شبكية بتكامل مهماتهم، كما يسمح لهم باختزان وتحليل البيانات المخزنة في نظام إدارة قواعد البيانات المترابطة Relational Database Management Systems RDBMS ذات الامتداد المكاني Spatial Extension مثل Oracle و Microsoft SQL Server.

توفر نفس الشركة مكونات برمجية مهمة مثل المكون ArcIMS الذي يعمل كخادم وب لنظم المعلومات الجغرافية، والمكون البرمجي ArcPad لمستخدمي نظم المعلومات الجغرافية من خلال الحواسيب الكفية أو الهواتف الجوال.

موقع الشركة المنتجة على الوب هو: www.esri.com

MapInfo البرمجية

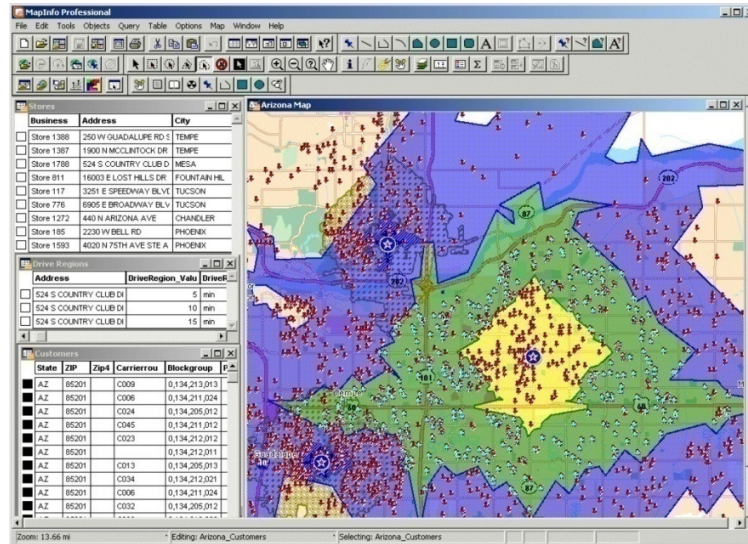
البرمجية MapInfo تمثل ثاني أكثر برمجية شعبية بين البرمجيات التجارية لنظم المعلومات الجغرافية، تقوم على تطويرها وترويجها شركة MapInfo الأمريكية. وفي الآونة الأخيرة أصبحت البرمجية MapInfo نظام متكامل لنظم المعلومات الجغرافية بمو توفره الشركة الأمر من برمجيات مساعدة تزيد من إمكانيات البرمجية الأساسية.

العنصر الرئيسي في مجموعة برامج MapInfo هو البرمجية MapInfo نفسها والتي تقوم بالمهام الأساسية في نظم المعلومات الجغرافية مثل عرض البيانات والتعامل مع الجداول وإجراء الاستعلامات وتنفيذ التحليلات المكانية. بينما تقوم البرمجية Vertical Mapper على التعامل مع بيانات الشبكات النقطية.

وبالرغم من أنه يمكن التعامل مع البيانات المكانية المخزنة في قواعد البيانات المكانية ذات الامتداد المكاني مثل Oracle Spatial مباشرة باستخدام البرمجية MapInfo، إلا أن الشركة طورت برمجية خاصة أكثر سهولة وتقوم بأعمال متقدمة في حقل إدارة البيانات المخزنة في قواعد بيانات مترابطة خارجية هي البرمجية SpatialWare.

أما أهم ما يميز مكونات MapInfo من وجهة نظري فهي أدوات تطوير التطبيقات التي يقدمها. حيث يطرح MapInfo لغة برمجة خاصة بتطوير التطبيقات في بيئته هي MapBasic وهي مبنية بالكامل على لغة Basic لغة البرمجة الأكثر بساطة وانتشاراً. ولتطوير تطبيقات الوب تطرح MapInfo البرنامج MapXtreme وهو برنامج رائع يعمل مع Java و .net. كما يمكن أن يعمل بصورة مستقلة عنهما.

موقع الشركة هو www.mapinfo.com



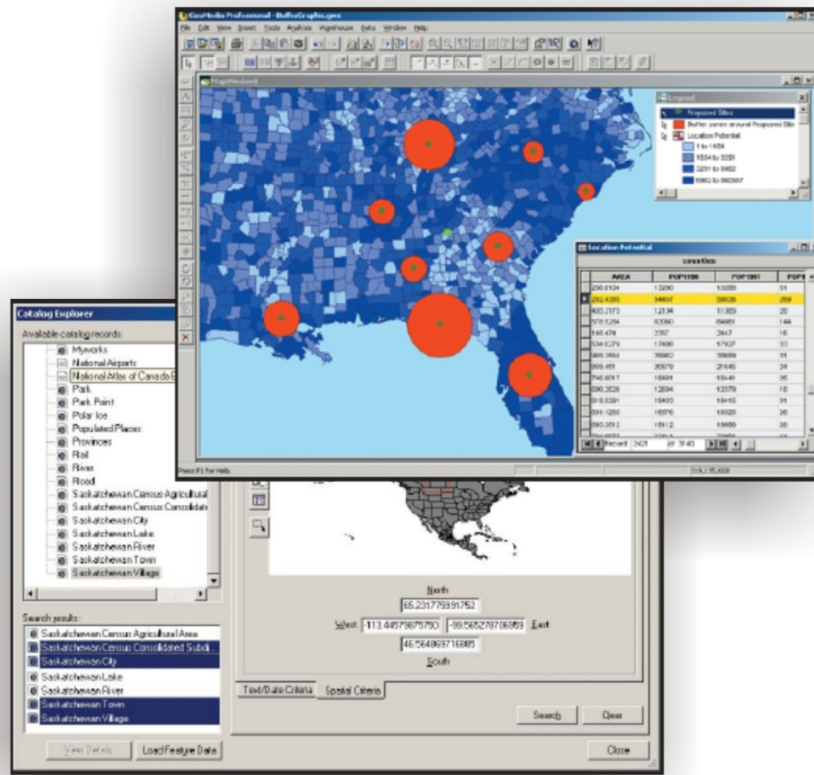
شكل 68: واجهة البرنامج MapInfo

البرمجية Geomedia

شركة Intergraph هي شركة أمريكية تدرج تحت قائمة أعمالها تطوير وترويج البرنامج Geomedia لإدارة نظم المعلومات الجغرافية. والأسم Geomedia يندرج تحت منه عدد من البرمجيات التي تعمل بصورة متكاملة لتحويل البيانات الجغرافية رقمية واختزانها وتحليلها وإنتاجها. ومثل سابقه، يتكون Geomedia من مكونات في صورة برامج متكاملة، البرنامج الأساسي هو Geoemedia نفسه، الذي يقوم بالأعمال الأساسية اللازمة لمستخدم نظام المعلومات الجغرافي، كما توجد نسخة أكثر تطوراً منه هي Geomedia Professional التي تحتوي على أدوات التحليل المختلفة.

يمكن لمستخدم Geomedia الاتصال بقواعد البيانات الخارجية ذات الامتداد المكانية من خلال Geomedia professional مباشرة وبدون استخدام أي برامج خارجية، وذلك من خلال مجموعة متقدمة الأدوات التي يقدمها البرنامج. ولعل هذه الخاصية من أهم خصائص Geomedia التي تميزه. يوجد أيضاً مجموعة من البرامج الهامة التي توفر إمكانيات كبيرة لمستخدم Geomedia مثل Geomedia Grid الذي يقوم بأعمال تحليل الشبكات النقطية و Geomedia Catalog الذي يقوم بعمل فهراس البيانات.

موقع الشركة على الوب: www.intergraph.com



شكل 69: واجهات البرنامج Geomedia

البرمجية IDRISI

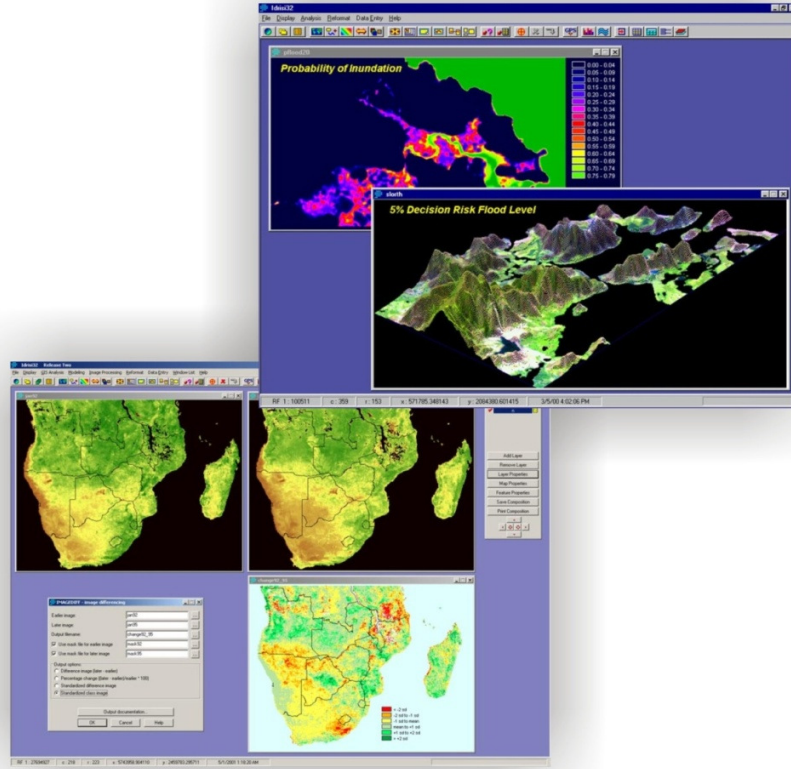
ظهرت البرمجية IDRISI في أواسط الثمانينات كبرمجية قام على تطويرها مجموعة من طلاب الدراسات العليا في جامعة كلارك الأمريكية تحت إشراف أستاذهم رونالد إيستمان Ronald Eastman، وقد منحوها اسم IDRISI تيمناً بالعالم العربي المسلم الشريف الإدريسي، وقد أقبل على استخدامها العديد من الطلاب والباحثين والمؤسسات الصغيرة، مما حدا بكلية كلارك أن تنشأ شركة ربحية لتقوم على تطوير

وتروج IDIRISI حملت أسم معامل كلارك، وقد كانت نقطة التحول في تاريخ الـ IDIRISI عندما اعتمدتها برنامج الأمم المتحدة للتدريب كبرمجية التدريب الرسمية لنظم المعلومات الجغرافية في مشروعات البرنامج التدريبية حول العالم.

يتميز الـ IDIRISI بأنه نظام متكامل يعمل مع البيانات الاتجاهية وبيانات الشبكات النقطية، كما يمتلك أدوات قوية للتحليل صور الاستشعار من بعد والتحليل الجيوإحصائي والدعم القرارات المكانية.

تحمل النسخة الأحدث من برمجية IDIRISI عند كتابة هذه السطور اسم IDIRISI Andes، ويمكن شراءها من خلال مراسلة الشركة أو من خلال موقعها على الوب.

موقع الشركة على الوب www.clarklabs.org



شكل 70: واجهات البرنامج Idrisi

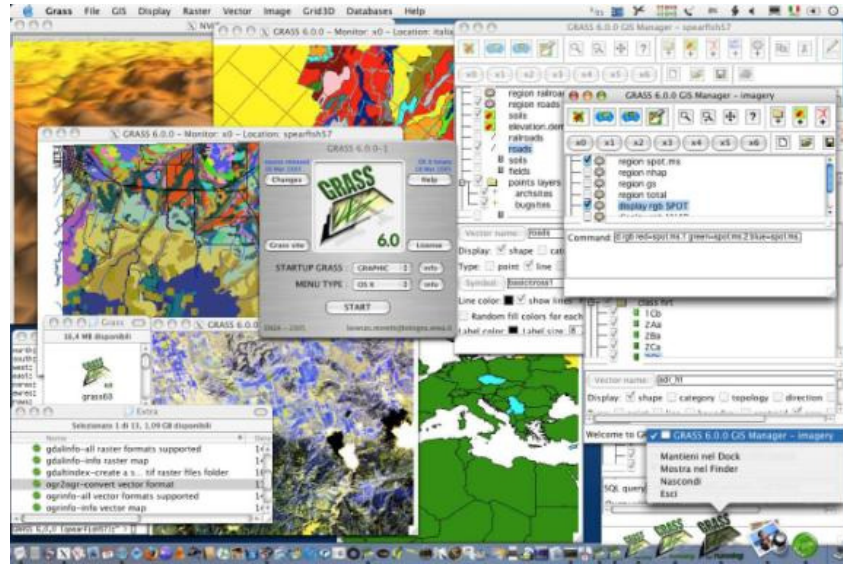
البرمجيات المجانية ومفتوحة المصدر

أصبحت البرمجيات المجانية ومفتوحة المصدر في السنوات الأخيرة تلعب دوراً مهماً في عالم نظم المعلومات الجغرافية، والسبب الرئيسي في ذلك هو انخفاض تكلفتها أو عدم وجود تكلفة أصلاً بالمقارنة

بتكلفة البرامج التجارية، ولهذا السبب تبنتها كثير من المؤسسات الحكومية في الدول النامية بل وفي كثير من الدول الغنية والمتقدمة، وكذلك تبنتها المؤسسات الدولية الغير ربحية مثل الأمم المتحدة والبنك الدولي. فيما يلي عرض لأهم هذه البرمجيات.

البرمجية GRASS

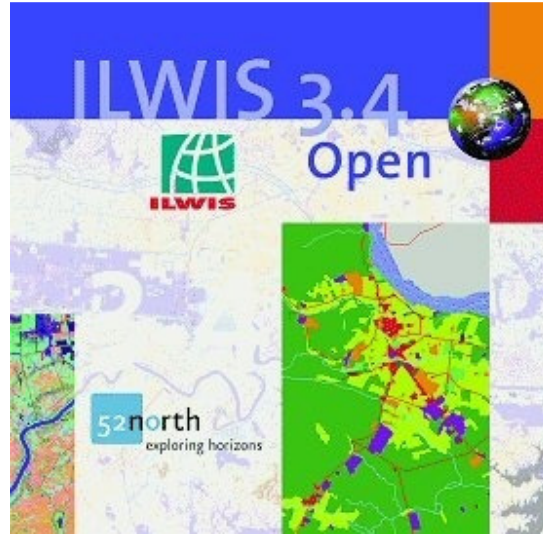
هي واحدة من أكثر برمجيات نظم المعلومات الجغرافية عراقية، قام بتطويرها مهندسي سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي. صمم GRASS من البداية لكي يعمل مع البيانات الخطية Vector وبيانات الشبكات النقطية Raster ، وكي يكون برمجية لتنفيذ وإدارة نظم المعلومات الجغرافية وبرمجية لتحليل مرئيات الأقمار الصناعية والصور الجوية في آن واحد. وفي هذا السياق يتكون GRASS من نحو ٣٥٠ برنامج فرعي تعمل كلها من أجل أذجال وحفظ ومعالجة وإنتاج وعرض البيانات الجغرافية. يساعد GRASS مستخدمه لأداء العديد من الوظائف مثل تحليل بيانات الشبكات النقطية Raster Analysis وتحليل التراكب Overlay Analysis والحرم Buffers تحليل السطوح الأرضية Terrain Analysis وتحليلات الجيولوجيا الإحصائية Geostatistics بالإضافة لتحليل صور الأقمار الصناعية والصور الجوية، كما تجدر الإشارة إلى أن GRASS يحتوي على عدد من البرامج الجاهزة لأداء أنواع خاصة من التحليل مثل معالم اللاندسكيب وتحليل تآكل الشواطئ وتحليل الإرتشاح في خزانات المياه الجوفية وتحليل أحواض الصرف السطحية.



شكل 71: البرنامج Grass عاملاً في بيئة Linux

البرمجية ILWIS

قام بتطوير البرمجية ILWIS مع المعهد الدولي لعلوم المعلومات المكانية ومراقبة الأرض اختصاراً باسم ITC وذلك ابتداءً من عام ١٩٨٨. وعلى عكس GRASS صمم ILWIS بالكامل ليعمل في بيئة تشغيل الحواسيب المكتبية، فكان إصداره الأول يعمل في بيئة DOS وحالياً يعمل في بيئات Windows. يتشابه ILWIS في كثير من الخصائص مع البرنامج GRASS من حيث احتواءه على عدد كبير من الأدوات التي يمكن أن يستخدم أي من مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية. يمكن الحصول على البرنامج من خلال الموقع north.org



شكل 72: البرنامج ILWIS

جهود عربية لإنتاج نظم المعلومات الجغرافية

لعل أقدم إشارة موثقة عن مشروع لإنتاج برمجية نظم معلومات جغرافية هي تلك الواردة في مؤلف الأستاذ الدكتور عزيز الخزامي المسمى " نظم المعلومات الجغرافية " عن محاولته تطوير برمجية نظام معلومات جغرافي عربي بالكامل، إلا أن هذه المحاولة لم تستمر لعدم وجود التمويل الكافي لها. ومع ذلك فإن هناك محاولات دعوية للولوج إلى هذا الحقل نرصد منها ثلاثة محاولات فيما يلي.

تعريب البرمجية ArcView

قامت الشركة المصرية Quality Standards منذ مطلع التسعينات بتصميم وإنتاج برنامج امتداد لبرمجية نظم المعلومات الجغرافية الأكثر شعبية هذا الحين ArcView كان الغرض منها تعريب البرنامج

ArcView بمعنى تمكينه من اختزان وإنتاج البيانات باللغة العربية وهي الخاصية التي كان يفتقر إليها ArcView. وقد حصلت الشركة المصرية على تكريم الشركة المنتجة للبرمجية ArcView وشاع استخدام هذا البرنامج في مختلف البلاد العربية حتى اختفى مع أحلال ArcView بالنظام ArcGIS الذي تغلبت الشركة في تصميمه على مشكلة اللغات.

مشروع البيروني

هذا المشروع هو مشروع علمي خاص بالمؤلف الغرض منه تطوير برمجية خاصة بنظم المعلومات الجغرافية، وقد اختير اسم البيروني لها تكريماً للعالم المسلم ذي الانجازات الجلية في حقل الفلك والجغرافيا أبي ريحان البيروني.

تقوم فكرة المشروع على إعداد مكتبة قادرة على التعامل مع بيانات نموذج المعلومات الجغرافي الخطي Vector based GIS، فتكون لها القدرة على قراءة وكتابة هذه البيانات – وقد اختيرت تهيئة Shapefile لشيوعها – وتنفيذ العمليات على هذه البيانات. وقد تم إنجاز هذه المكتبة، كما يجرى تطويرها لتكون قادرة على التعامل مع البيانات من النوع الـ raster. المرحلة الثانية هي تطوير واجهة استخدام رسومية لهذه المكتبة يمكن للمستخدم من خلالها أن يقوم بعرض هذه البيانات وإجراء تحرير وتحليل لها، وهي المرحلة التي يجرى العمل فيها الآن.

ومن المتوقع أن يتم طرح الإصدار الأول من هذا البرنامج منتصف ٢٠٠٨.

ويطمح صاحب المشروع في تطوير مشروعه للعمل مع الامتدادات المكانية لقواعد البيانات المفتوحة المصدر مثل PostgreSQL حتى يمكن استخدام مشروع البيروني من خلال الشبكات. وبذلك يكون هذه المشروع قادراً على تلبية احتياجات قطاع كبير من المستخدمين الذين يعملون على حواسيب شخصية أو على حواسيب متصلة بالشبكات.

الفصل الثاني عشر: الاتجاهات الحديثة في نظم المعلومات الجغرافية^٢

تتباين أشكال التقانات التي يمكن توظيفها في تطوير نظم المعلومات الجغرافية وتختلف خطط توظيفها حسب طبيعة كل تقانة والغرض الممكن توظيفها فيه. فهناك التقانات التي تستهدف توصيل خدمات نظم المعلومات الجغرافية إلى الجمهور غير المتخصص وتوسيع دائرة التشارك في المعلومات، وتشتمل هذه الفئة على تقانات مثل نشر نظم المعلومات الجغرافية عبر الإنترنت. كما أن هناك فئة من التقانات تعمل على توسيع إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في تمثيل وتحليل البيانات الجغرافية، مثل تهجين نظم المعلومات الجغرافية بالذكاء الصناعي أو إضافة الوسائط المتعددة إلى طرائق تمثيل البيانات الجغرافية. في هذه الفصل نقدم مراجعة لأهم الاتجاهات الحديثة في تطوير نظم المعلومات الجغرافية من خلال منظور عملي صرف يتفادى التفاصيل التقنية ويركز على المردود المادي المحسوس، ويقدم بعض التجارب العالمية والمحلية التي تحقق الأهداف المرجوة من تطوير نظم المعلومات الجغرافية في الإطار المحدد لموضوع الفصل.

نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر

نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر هي تلك التقنية التي تسمح للمستخدم بتبادل البيانات عبر الشبكات بدون الأخذ في الاعتبار البنية الرقمية Format الخاصة بها. لقد مر مفهوم نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر بعدة مراحل من التطور، انتهت إلى ضرورة تحقق مجموعة من المتطلبات التقنية لإنشاء نظام معلومات جغرافي مفتوح المصدر. هذه المتطلبات الأساسية اللازمة لإنشاء نظام معلومات جغرافي مفتوح المصدر هي:

- وجود بيئة تشغيل Operating Environment مستقرة وقابلة لاستغلال أدوات وبنى برمجية لا تعتمد على بنية البيانات الرقمية.
- فضاء بيانات مشترك يمكن للمستخدمين من خلاله إتمام عمليات تحليل للبيانات البعيدة Remote Data Analysis.
- نظام لتصفح البيانات على إنترنت له القدرة على التعامل مع البيانات الجغرافية.

^٢ هذا الفصل هو عبارة عن ورقة علمية للمؤلف قدمت إلى ندوة نظم المعلومات الجغرافية ودورها في خدمة البيئة والمجتمع المنعقدة في قسم الجغرافيا في كلية الآداب بجامعة الإسكندرية بجمهورية مصر العربية في ٢١ يوليو ٢٠٠٥ وقد ضمها كتاب الأبحاث المنشورة في الندوة الصادر عن القسم والمطبوع في دار الكتب الجامعية بالإسكندرية، وقد أحتوى هذا الفصل على زيادات وإيضاحات لم تحتويها الورقة الأصلية.

إئتلاف البيانات الجغرافية المفتوحة (Open Geospatial Consortium (OGC

تأسس هذا الائتلاف عام ١٩٩٤ بالولايات المتحدة وضم عدد من المؤسسات البحثية والصناعية، وضم من بين أعضائه عدد من كبار منتجي برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مثل AutoDesk و MapInfo. هدف هذا الائتلاف هو وضع المعايير لعملية لتصميم وإنتاج برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر. ويدعم الائتلاف تقنياً المشروعات التي تقوم بها جهات مالكة لنظم معلومات جغرافية تهدف إلى تحويل أنظمتها إلى نظم مفتوحة.

ويعتبر من أنجح ما قام به الائتلاف هو تطوير نسخة خاصة من لغة العلامات قابلة للامتداد Extensible Mark-up Language (XML) - لغة العلامات قابلة للامتداد Extensible Mark-up Language (XML) هي لغة بسيطة تكتب من خلال بنية نصية Text Format تم تصميمها لمعالجة حاجات النشر الإلكتروني من خلال الوب، ثم تم تمديد إمكانياتها لتصبح اللاعب الرئيسي في عمليات تبادل البيانات مختلفة البنى Formats عبر الإنترنت أطلق عليها لغة علامات الجغرافيا Geography Mark-up Language (GML) وهي المعيار الذي تم اعتماده لتبادل البيانات في فصيلة المساحة العسكرية بالمملكة المتحدة ومكتب الإحصاء بالولايات المتحدة.

نموذج للخبرة العربية – مشروع السجل العيني القومي بجمهورية مصر العربية

في يناير ٢٠٠٥ ونتيجة لمجموعة من دراسات الجدوى المطولة والتفصيلية، اتخذت هيئة المساحة المصرية قراراً بتحويل السجل العيني القومي إلى منظومة رقمية، ومن ثم دعت الهيئة مجموعة من الخبراء في المجال ضمت الباحث بهدف وضع تصور تقني للمشروع في ظل مجموعة من المحددات القانونية التي تتعلق بطبيعة الوثائق التي يتم تداولها في السجل العيني ومجموعة من المحددات المالية الشديدة.

وقد توصلت مجموعة الخبراء على تصميم نظام كامل يعتمد على المصادر المفتوحة سواء على مستوى نظم المعلومات الجغرافية أو نظم إدارة قواعد البيانات، مما أدى على ضغط النفقات إلى نحو ٢٥% من قيمة النظام في حال تنفيذه باستخدام تقنيات محمية المصدر. وقد أوصت لجنة مشكلة من الهيئات الثلاثة المسؤولة عن عمليات المساحة في جمهورية مصر العربية باعتماد هذا التصميم عند العمل على إنشاء نظم معلومات جغرافية على المستوى الوطني، لكنه لسوء الحظ ونظراً لعوامل اقتصادية وإدارة تم التخلي عن هذا المشروع واستبداله بمشروع آخر يعتمد على البرمجيات التجارية بالرغم من الكلفة العالية للمشروع الثاني.

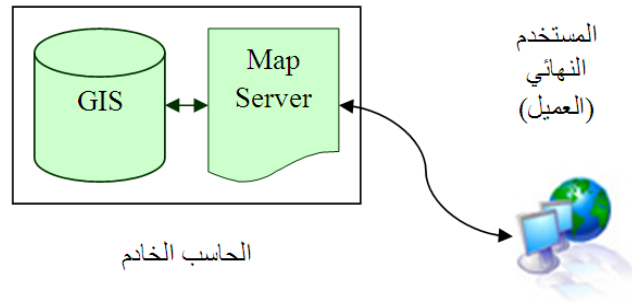
نشر نظم المعلومات الجغرافية عبر الوب

يستخدم مصطلح الانترنت للدلالة على الشبكة العالمية التي تتكون من آلاف الشبكات واسعة النطاق Wide Area Network (WAN) والشبكات محدودة النطاق Local Area Network (LAN) المترابطة فيما بينها وتستخدم بروتوكول تبادل البيانات المعروف باسم TCP/IP. يمكن لمستخدم الانترنت الحصول

على عدد كبير من الخدمات عبر الشبكة، إلا أنه ومنذ منتصف التسعينات شاع استخدام خدمة الوب - وهي أحد خدمات الإنترنت - بين الجمهور، حتى أصبح لفظ وب في كثير من الأحيان مرادف للإنترنت بين غير المختصين. تعتبر هذه الخدمة هي الأكثر شيوعاً والأسرع تطوراً بين خدمات الإنترنت، حيث يتم استخدام تقنية الوصلات الفائقة hyperlink للوصل بين مجموعة من الملفات المختلفة التي تحتوي على نصوص وصور ووسائط. يستخدم للإطلاع على هذه المواد برنامج عميل Client يسمح بقراءة وتفسير الوصلات الفائقة والتي تكون غالباً في الصيغة البنائية المعروفة بلغة علامات النصوص الفائقة Hypertext Mark-up Language (HTML).

تزامن هذا الشيوع الذي تحقق للإنترنت نتيجة استخدام خدمات الوب والتقدم التقني الذي أدى على انخفاض تكلفة خدمات الإنترنت في جميع أرجاء العالم، مع الزيادة المستمرة في عدد المنتفعين بنظم المعلومات الجغرافية من غير المختصين. وهو ما أدى إلى التفكير في توصيل هذه الخدمة إلى المنتفعين بها عبر الوب. وفي عام ١٩٩٣ تم تدشين أول موقع وب يقدم للمنتفعين به خدمات نظم المعلومات الجغرافية، وهو الموقع الخاص بشركة زيروكس Xerox حيث قدم خريطة للعالم مع إمكانية تكبيرها وتصغيرها تفاعلياً.

بمرور الوقت توصل الخبراء على الصيغة المعيارية لنشر نظم المعلومات الجغرافية عبر الإنترنت، وهي صيغة تعتمد على تخصيص customization الفكرة العامة لتقديم خدمات الوب. في هذا النموذج - المبين في شكل 73 - يوجد نظام المعلومات الجغرافي على حاسب من النوع الخادم Server، يتم تصميم واجهة انتفاع Using Interface ببرمجية مخصصة يطلق عليها خادم الخرائط Mapping Server، تتجاوز هذه البرمجية مع نظام المعلومات الجغرافي على ذات الخادم، الهدف من هذه البرمجية هو تحويل الطلبات Requests المشفرة بواسطة بروتوكولات TCP/IP إلى نظام المعلومات الجغرافي، حيث يقوم النظام بتنفيذ هذه الطلبات ورد الناتج إلى خادم الخرائط الذي يقوم بتحويلها على مجموعة من النصوص الفائقة يمكن لمرسل الطلب الإطلاع عليها عبر الإنترنت مستخدماً أي متصفح للوب.

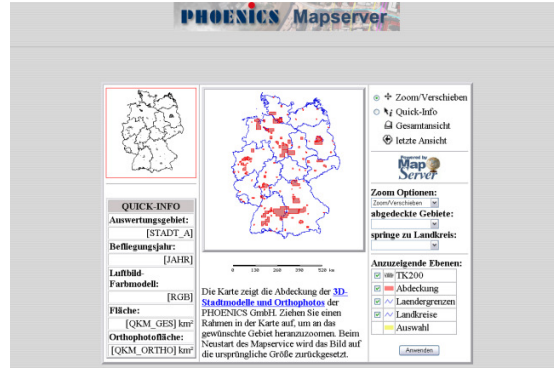


شكل 73 : نموذج نشر نظم المعلومات الجغرافية عبر الإنترنت.

ولأن المواقع التي تقدم خدمة نظم المعلومات الجغرافية مكلفة التطوير والإدارة، كما أنها تحظى بعدد كبير من الزيارات على الشبكة فكثيراً ما تقوم الشركات الكبرى بإضافة هذه الخدمة إلى مواقعها لتشكل عامل جذب. وفيما يلي عرض لنموذج من الخبرات العالمية وآخر من الخبرات المحلية وكلاهما تقدمه شركات ربحية.

نموذج للخبرات العالمية – موقع شركة فونيكس الألمانية للأعمال المساحية

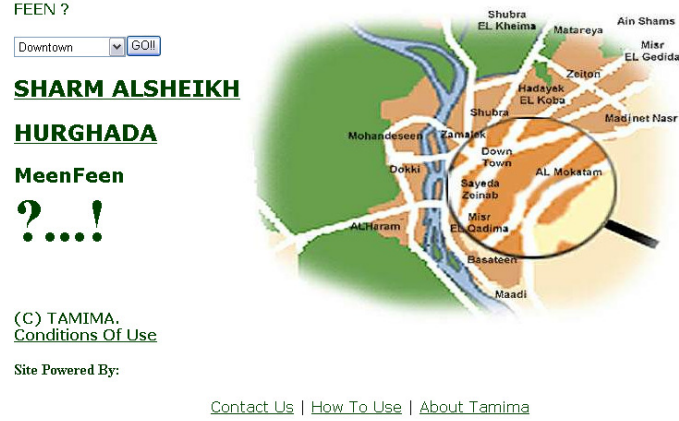
شركة فونيكس Phoenix هي شركة ألمانية متخصصة في الأعمال المساحية أسست عام ١٩٩٤ بمدينة هانوفر، في عام ٢٠٠١ أطلقت الشركة موقعها (www.phoenics.de) والذي ضم محرك بحث جغرافي (شكل 74) يمكن من خلاله تنفيذ عمليات بحث عن مواقع داخل مدينة هانوفر بدلالة عنوانها أو موقعها الجغرافي أو أسماءها (في حالة الفنادق والمستشفيات). تم تنفيذ هذا البحث بالتعاون مع الباحثين وطلاب أحد المعاهد التعليمية باستخدام مجموعة من البرمجيات مفتوحة المصدر وذلك لخفض التكلفة. وقد تم تطوير المشروع أكثر من مرة حيث تم إضافة عدد من الصور الجوية والنماذج ثلاثية الأبعاد للمدينة.



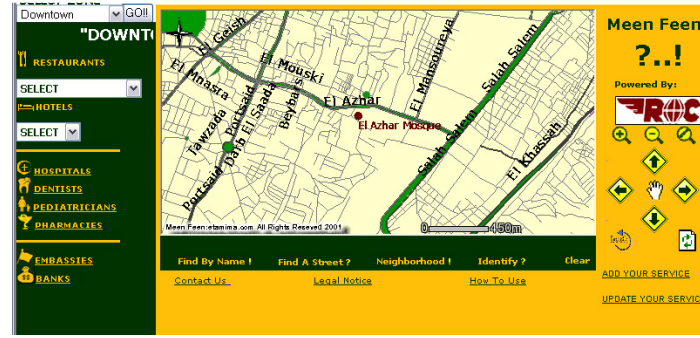
شكل 74 : موقع الويب الخاص بشركة فونيكس.

نموذج الخبرة المصرية – موقع التسويق الخاص بشركة تيممة

منذ عام ٢٠٠٢ قدمت شركة تيممة وهي أحد الشركات التجارية العاملة بجمهورية مصر العربية موقعها الخاص بتسويق منتجاتها وضم موقع فرعي أطلق عليه "مين فين". تم نشر نظام معلومات جغرافي لمدينة القاهرة من خلال هذا الموقع مع واجهة استخدام صممت ببرنامج ArcIMS 3.0 يمكن للمستخدم من خلالها تحديد المنطقة التي يرغب في مشاهدته خرائطها أو الاستعلام عن بعض الأماكن التي فيها. وقد تم توسيع الموقع فيما بعد ليشمل كلاً من مدينتي الغردقة وشرم الشيخ. ويعرض شكل 76 شكل 75 وشكل 76 هذا الموقع مبين عليه منطقة الأزهر بمدينة القاهرة.



شكل 75 : صفحة المدخل لموقع "مين فين"



شكل 76 : موقع "مين فين" مبين عليه منطقة الأزهر بمدينة القاهرة.

نظم المعلومات الجغرافية المدعمة بالوسائط المتعددة

يستخدم مصطلح الوسائط المتعددة للإشارة إلى مجموعة بنى رقمية Format يمكن من خلالها تمثيل الصورة والصوت والصور المتحركة. وقد ظهرت هذه التقنية منذ أواسط التسعينات حيث تم تطويرها باستمرار حتى أصبحت جزء أصيل من الأنشطة اليومية لمستخدمي الحاسب الآلي سواء من المطورين أو المستخدمين العاديين.

وقد دفعت الحاجة مصممي نظم المعلومات الجغرافية إلى إضافة الوسائط المتعددة إلى نظمهم للانتفاع بإمكانيات عرض الصور والأفلام التي تبين الموضوعات التي تمثلها الأنظمة. ولا تزال تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المزودة بالوسائط المتعددة محدودة التطبيقات ومع ذلك أقترح بعض الباحثين بعض التطبيقات الممكنة لتوظيف هذه التقنية فيها، حيث أقترح بعض الباحثين استخدامها في الوسائل التعليمية

حيث يمكن توضيح المشكلات البيئية على وجه الخصوص من خلال تبيان انتشارها الجغرافي عبر نظام المعلومات الجغرافي وكذلك توضيح طبيعتها من خلال الوسائط المتعددة. على حين قام آخرون بالفعل بتوظيف الوسائط المتعددة في نظام معلومات جغرافي بغرض توضيح التلوث السمعي في جوار المطارات.

النماذج ثلاثية الأبعاد

حافظت التقاليد الكارتوجرافية منذ العصر الهلينيستي على الخريطة كتمثيل ثنائي الأبعاد للأرض. وإلى جانب التقاليد كان الجانب العملي يرسخ مكانة الخريطة حيث هي سهلة الاستخدام يسيرة الحمل، سلسلة الفهم.

ومع ظهور التقنيات الرقمية بدأت فكرة إضافة البعد الثالث إلى البيانات الجغرافية في الظهور وهو ما اطلق عليه أسم النماذج ثلاثية الأبعاد 3D Models. وقد تم استخدام بنية الشبكة النقطية raster في البداية في النماذج ثلاثية الأبعاد ثم تم الاستعاضة عنها بالبيانات ثلاثية الأبعاد من النوع Triangulated Irregular Network (TIN) هي نوع البيانات يتم تمثيل البيانات الجغرافية في الأبعاد الثلاثة بواسطة سطح شبكي يتكون من مثلثات متجاورة.

إن أهم تطبيقات النماذج ثلاثية الأبعاد هو الحصول على منظور مجسم يحتوي على الكثير من المعلومات مقارنة بهذه المعلومات التي يمكن الحصول عليها من خلال مخطط بلانيمتري أو خريطة تضاريسية لمنطقة الدراسة. كذلك يمكن استخدام النماذج الثلاثية الأبعاد في الكثير من التطبيقات مثل دراسة الخصائص التضاريسية للأرض، وإدارة الكوارث الطبيعية ممثلة في السيول وحرائق الغابات.

نموذج من الخبرة العالمية – نظام توجيه الطائرات الهيل لحف الناتو

من أهم التطبيقات التي تستخدم فيها النماذج ثلاثية الأبعاد هي أجهزة المحاكاة التي تستخدم في تدريب الطيارين والملاحين. وقد قام حلف الناتو بتطوير مجموعة من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ثلاثية الأبعاد التي تعتمد لتدريب الطيارين والملاحين البحريين التابعين له.

ومن أهم النظم التي أنتجها الحلف هو نظام توجيه طياري الهيل التابعين للقوة البحرية للحلف – أنظر شكل 77 – وهو نظام يقوم على الربط بين تقنية الـ GPS عالية الدقة ونظم المعلومات الجغرافية وأقمار الاستطلاع العسكري ربط تزامنياً، بحيث يمكن للقادة العسكريين في القاعدة مراقبة وتوجيه طيارهم.



شكل 77 : نموذج ثلاثي الأبعاد مستخدم لتوجيه طياري الهيل بحلف الناتو.

نموذج للخبرة المصرية – نظام معلومات جغرافي لمجابهة السيول

تعتبر السيول المفاجئة من أخطر الكوارث الطبيعية في بعض المناطق. تنشأ السيول نتيجة الحركة المتراكمة للمياه الناشئة عن الأمطار الغزيرة بمعدلات ضخمة في فترات قصيرة. وكثيراً ما تعمل التضاريس الطبيعية على زيادة عنف هذه السيول. منذ عام ٢٠٠٣ يعكف باحثي مركز أبحاث التنمية المستدامة على تطوير نظام معلومات جغرافي للتنبؤ بالسيول وتحديد أخطارها واقتراح نماذج رياضية وإحصائية لمجابهة خطر السيول. ولذلك تم تصميم نظام مخصص لذلك الغرض حيث استعان مصمميهِ بالنماذج ثلاثية الأبعاد لدراسة آثار التضاريس على حركة السيول.

ويبين شكل 78 مشهد مجسم أستخدم في صنعه نموذج ثلاثي الأبعاد ومرئية قمر صناعي لمنطقة تتكون من سهل ساحلي وهضبة مستوية جرى إنتاجه باستخدام النظام المذكور. ومن الجدير بالذكر أن هذا النظام قد أستخدم في بعض الأماكن في جمهورية مصر العربية والجمهورية اليمنية حيث حقق نجاح ملحوظ في رصد وإدارة السيول.



شكل 78 : مشهد مقتطع من نظام مجابهة السيول في مركز أبحاث التنمية المستدامة.

نظم المعلومات الجغرافية مصطنعة الذكاء

تعتبر أبحاث الذكاء الصناعي تلك الرامية إلى محاكاة الذكاء البشري من خلال بنى رقمية هو الاتجاه الواعد بالنسبة لأبحاث الحوسبة Computing وتقانة المعلومات. تنقسم أبحاث الذكاء الصناعي إلى عدة أفرع تشمل النظم الخبيرة والشبكات العصبية وغيرها من الأفرع.

تعتبر نظم المعلومات الجغرافية الخبيرة هي الأكثر شيوعاً، حيث تبنى في هذه النظم قاعدة معرفية مكونة من مجموعة من العلاقات المعرفية الممثلة بأساليب الهندسة المعرفية Knowledge Engineering. أستخدم عدد من الباحثين نظم المعلومات الخبيرة في مجالات مختلفة مثل التخطيط العمراني و في إدارة الموارد الطبيعية. أما استخدام الشبكات العصبية في نظم المعلومات الجغرافية فيعتمد مطوروها على الأساليب التي يستخدمها العقل البشري في تفسير المعلومات عن طريق التعلم وتراكم التعلم. وهذه التقنية لا تزال قيد التجريب في مجال نظم المعلومات الجغرافية.

ملحق ١ : قائمة بأهم المراجع المتاحة في المكتبات حول نظم المعلومات الجغرافية باللغة الإنجليزية

- Arctur, David and Michael Zeiler. 2004. Designing Geodatabases, Case Studies in GIS Data Modeling, ESRI Press, Redlands, California.
 - Aronoff, Stan. 1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Ottawa.
 - Bailey, Trevor C. and Anthony C. Gatrell. Interactive Spatial Data Analysis, Pearson Education Limited, Toronto.
 - Bernhardsen, Tor. 2002. Geographic Information Systems, An Introduction, 3rd ed., John Wiley and Sons, Toronto.
 - Bolstad, Paul. 2005. GIS Fundamentals, A First Text on Geographic Information Systems, 2nd ed., Eider Press, White Bear Lake, Minnesota.
 - Boyles, David. 2002. GIS Means Business, Vol. 2, ESRI Press, Redlands, California.
 - Burrough, Peter A. and Rachael A. McDonnell. 1998. Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, Toronto.
 - Chang, Kang-tsung. 2008. Introduction to Geographic Information Systems, 4th ed., McGraw-Hill Higher Education, Toronto.
 - Chrisman, Nicholas. 2002. Exploring Geographic Information Systems, 2nd ed., John Wiley and Sons, Toronto.
 - Clarke, Keith C. 2001. Getting Started with Geographic Information Systems, 3rd ed., Prentice Hall Series in Geographic Information Science, Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
-

- Clarke, Keith C., Parks, Bradley O., and Michael P. Crane (eds.). 2002. Geographic Information Systems and Environmental Modeling, Fourth International Conference on Integrating Geographic Information Systems and Environmental Modeling, Banff, Canada, September, 2000, Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
 - Davis, Bruce E. 2001. GIS: A Visual Approach, 2nd ed., OnWord Press, Albany New York.
 - Delaney, Julie. 2007. Geographical Information Systems, An Introduction, 2nd ed., Oxford University Press, New York.
 - DeMers, Michael N. 2002. GIS Modeling in Raster, John Wiley and Sons, Toronto.
 - DeMers, Michael N. 2005. Fundamentals of Geographic Information Systems, 3rd. ed. (update edition), John Wiley and Sons, Toronto.
 - Environmental Systems Research Institute, Inc. 1994. Understanding GIS, The ARC/INFO Method, Environmental Systems Research Institute, Inc.
 - Foresman, Timothy W. (ed.). 1998. The History of Geographic Information Systems, Perspectives from the Pioneers, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
 - Fotheringham, A. Stewart, Brunsdon, Chris, and Martin Charlton. 2000. Quantitative Geography, Perspectives on Spatial Data Analysis, Sage Publications, London.
 - Fotheringham, Stewart A., Brunsdon, Chris, and Martin Charlton. 2002. Geographically Weighted Regression, The Analysis of Spatially Varying Relationships, John Wiley and Sons, Toronto.
 - Greene, Richard P. 2006. Exploring the Urban Community, A GIS Approach, Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
 - Grimshaw, David J. 2000. Bringing Geographical Information Systems into Business, 2nd ed., John Wiley and Sons, Toronto.
-

- Harris, Richard, Sleight, Peter and Richard Webber. 2005. Geodemographics, GIS and Neighbourhood Targeting, John Wiley and Sons Canada, Etobicoke.
 - Heywood, Ian, Cornelius, Sarah, and Steve Carver. 2006. An Introduction to Geographical Information Systems, 2nd ed., Pearson Education Limited, Toronto.
 - Huxhold, William E. 1991. An Introduction to Urban Geographic Information Systems, Oxford University Press, New York.
 - Huxhold, William E. and Allan G. Levinsohn. 1995. Managing Geographic Information System Projects, Oxford University Press, New York.
 - Jones, Christopher. 1997. Geographical Information Systems and Computer Cartography, Addison Wesley Longman Limited, Edinburgh Gate, England.
 - Jones, Christopher. 1997. Geographical Information Systems and Computer Cartography, Addison Wesley Longman Limited, Edinburgh Gate, England.
 - Knowles, Anne Kelly (ed.). 2002. Past Time, Past Place, GIS for History, ESRI Press, Redlands, California.
 - Konecny, Gottfried. 2003. Geoinformation, Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems, Taylor and Francis, New York.
 - Korte, George B., 2001. The GIS Book, How to Implement, Manage, and Assess the Value of Geographic Information Systems, 5th ed., Onword Press, Albany, New York.
 - Lo, C.P. and Albert K.W. Yeung, 2007. Concepts and Techniques of Geographic Information Systems, 2nd ed., Pearson Education Canada, Inc., Toronto.
 - Longley, Paul A. and Michael Batty (eds.). 2003. Advanced Spatial Analysis, The CASA Book of GIS, Centre for Advanced Spatial Analysis, ESRI Press, Redlands, California.
-

- Longley, Paul A., Goodchild, Michael F., Maguire, David J., and David W. Rhind. 2005. Geographic Information Systems and Science, 2nd ed., John Wiley and Sons, Toronto.
 - Maguire, David J., Batty, Michael, and Michael Goodchild (eds.). 2005. GIS, Spatial Analysis, and Modeling, ESRI Press, Redlands, California.
 - Mitchell, Andy. 2005. The ESRI Guide to GIS Analysis, Vol. 2: Spatial Measurements and Statistics, ESRI Press, Redlands, California.
 - Mitchell, Andy. 1999. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns & Relationships, ESRI Press, Redlands, California.
 - Ormsby, Tim, Napoleon, Eileen, Burke, Robert, Groessl, Carolyn, and Laura Feaster. 2001. Getting to Know ArcGIS Desktop, ESRI Press, Redlands, California.
 - O'Sullivan, David and David J. Unwin. 2003. Geographic Information Analysis, John Wiley and Sons, Toronto.
 - Peters, Alan and Heather MacDonald, 2004. Unlocking the Census with GIS, ESRI Press, Redlands, California.
 - Shekhar, Shashi, and Sanjay Chawla. 2003. Spatial Databases, A Tour, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
 - Star, Jeffrey, and John Estes. 1990. Geographic Information Systems, An Introduction, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
 - Stillwell, John and Graham Clarke (eds.). 2004. Applied GIS and Spatial Analysis, John Wiley and Sons, Toronto
 - Stillwell, John, and Graham Clarke (eds.). 2004. Applied GIS and Spatial Analysis, John Wiley and Sons, West Sussex, England.
-

- Thomas, Christopher and Milton Ospina, 2004. Measuring Up, The Business Case for GIS, ESRI Press, Redlands, California.
 - Tomlinson, Roger, 2003. Thinking About GIS, Geographic Information System Planning for Managers, ESRI Press, Redlands, California.
 - Waller, Lance A. and Carol A. Gotway. 2004. Applied Spatial Statistics for Public Health Data, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey.
 - Waller, Lance A. and Carol A. Gotway. 2004. Applied Spatial Statistics for Public Health Data, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey.
 - Wong, Davis W.S. and Jay Lee. 2005. Statistical Analysis of Geographic Information, with ArcView GIS and ArcGIS, John Wiley and Sons, Toronto.
 - Yeung, Albert K.W. and G. Brent Hall. 2007. Spatial Database Systems; Design Implementation and Project Management, The GeoJournal Library vol. 87, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
 - Zeiler, Michael. 1999. Modeling Our World, The ESRI Guide to Geodatabase Design, ESRI Press, Redlands, California.
-

ملحق ٢ : أهم الدوريات العلمية باللغة الإنجليزية لنظم المعلومات الجغرافية

- Applied Geographic Studies
 - Applied Geography
 - Cartographica
 - Cartography and Geographic Information Systems
 - Computers and Geosciences
 - Geo Info Systems
 - Geographical Analysis
 - Geographical and Environmental Modeling
 - GeoInformatica
 - Geoscience & Remote Sensing, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing
 - International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation
 - International Journal of Geographical Information Science
 - International Journal of Health Geographics
 - International Journal of Remote Sensing
 - Journal of Geographic Information & Decision Analysis
 - Journal of Geographical Systems
 - Journal of the American Geographical and Statistical Society
 - Professional Geographer
 - Remote Sensing of Environment
-