وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة تكريت
كلية التربية للعلوم الإنسانية
قسم الجغرافية

تصنيف البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

نظم المعلومات الجغرافية

أ.د.صديق مصطفى الدوري

للعام الدراسي ٢٠٢٥ - ٢٠٢٦

المرحلة الرابعة
المحاضرة الثالثة

أولاً: تصنيف البيانات والمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية في بنيتها الأساسية على نوعين رئيسيين من البيانات لتمثيل وتفسير كافة الظواهر على سطح الأرض:

- **البيانات المكانية :**تمثل المكون الخرائطي والهندسي للظواهر الجغرافية، وهي التي تحدد المواقع الجغرافية بدقة على سطح الأرض. يشترط النظام الجغرافي أن ترتبط هذه البيانات بنظام إحداثي مرجعي موحد لجميع الطبقات، مما يتيح مطابقتها وتراكبها فوق بعضها البعض لإنتاج خرائط مركبة ومعلومات جديدة. وتشمل هذه البيانات الخرائط الطبوغرافية، والمخططات المساحية، والصور الجوية، والمرئيات الفضائية.
- **البيانات غير المكانية (الوصفية) :**هي الخصائص والسمات والصفات التي تشرح الظواهر الجغرافية وتفسرها، ولا تمتلك إحداثيات موقعية مباشرة. تُخزن هذه البيانات في جداول مستقلة داخل البرمجيات، وترتبط بالبيانات المكانية المقابلة لها عن طريق رقم تعريفي فريد وموحد لكل عنصر. وتنقسم إلى:
  - *بيانات كمية* :مثل الأرقام الإحصائية، والمساحات، وقيم الإنتاج، وأعداد السكان.
  - *بيانات نوعية* :مثل أسماء المدن، وأنواع التربة، وتصنيفات الاستخدام الأرضي.
  - *بيانات زمنية* :وهي التي توثق التغيرات التي تطرأ على خصائص الظاهرة عبر فترات زمنية مختلفة.

ثانياً: المكون والبعد الزمني في البيانات المكانية

يرتكز مفهوم المعلومات الجغرافية على هيكل ثلاثي الأبعاد لا يمكن الفصل بين عناصره، وهو: المكان، والخصائص، والزمان.

- **طبيعة التغيرات الزمنية والمكانية :**تُعنى دراسة البعد الزمني برصد التحولات والتبدلات التي تطرأ على الظواهر الجغرافية (سواء في مواقعها أو في خصائصها الوصفية) عند نقاط أو فترات زمنية متباينة. وتُعرف البيانات التي تصف الظواهر والأجسام سريعة الحركة والتحول خلال مدد قصيرة بالبيانات المكانية الديناميكية.
- **آلية المعالجة والتمثيل في البرمجيات :**نظراً للتعقيد الحسابي في دمج المكان والزمان معاً، تعتمد برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على تقنية "بنية الطبقات المتعددة". حيث تُخصص كل طبقة مستقلة لتمثيل فكرة أو ظاهرة محددة في وقت زمني معين، وعند مطابقة وتراكب هذه الطبقات كمياً وحسابياً، يستطيع النظام تحديد حجم واتجاه التغيرات البيئية أو المكانية الحاصلة بدقة عالية عبر الزمن.

ثالثاً: مصادر استقاء البيانات المكانية

تتنوع المصادر التي يعتمد عليها النظام لتغذية قواعد بياناته المكانية، وتُصنف وفقاً للنموذج البنائي الرقمي المستهدف إلى ثلاثة أقسام:

- **مصادر البيانات الخطية (المتجهة) :**وهي البيانات التي تمثل الظواهر في شكل نقاط، وخطوط، ومساحات، ويتم الحصول عليها من:
  - أعمال المسح الحكلي المباشر.
  - أرصاد نظام تحديد المواقع العالمي.
  - عمليات ترقيم وتحويل الخرائط الورقية والتقليدية إلى صيغ رقمية.
  - الملفات والمخططات المستخرجة من برامج التصميم الهندسي.
  - خطوط الارتفاعات المتساوية (الكنتور) المأخوذة من الخرائط المساحية.
- **مصادر البيانات المساحية الخلوية (الشبكية) :**وهي البيانات التي تعتمد على شبكة مستمرة من الخلايا المربعة، وتُستمد أساساً من:
  - المرئيات الفضائية الناتجة عن الاستشعار عن بعد.
  - الصور الجوية الرقمية.

- عمليات التحويل الآلي للبيانات الخطية إلى بيانات شبكية داخل البرمجيات.
- **مصادر شبكة المثلثات غير المنتظمة :**تُستخدم هذه البنية بشكل خاص لتمثيل الأسطح والارتفاعات والتضاريس في البعد الثالث، وتعتمد في بنائها على نماذج الارتفاع الرقمي، وخطوط الكنتور النقطية والخطية، بالإضافة إلى البيانات الحقلية المأخوذة عبر نظام تحديد المواقع العالمي والصور الجوية.

رابعاً: معايير تصنيف مصادر البيانات الجغرافية

تُصنف مصادر البيانات المكانية من حيث طريقة ونوعية الحصول عليها إلى فئتين:

- **المصادر الأولية :**هي البيانات الرقمية الحديثة التي تُدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية مباشرة دون حاجة إلى وسيط، لأنها تمتلك مرجعية مكانية وتعريفاً إحداثياً ذاتياً ومباشراً. ومن أبرز أمثلتها: المرئيات الفضائية الملتقطة عبر الأقمار الصناعية الحديثة، والبيانات الميدانية المأخوذة مباشرة من أجهزة تحديد المواقع العالمي في الحقل.
- **المصادر الثانوية :**هي المصادر والوثائق والخرائط والمخططات الورقية القديمة أو التقليدية. هذه المصادر لا يمكن استخدامها في النظام مباشرة، بل تتطلب عمليات معالجة فنية معقدة تشمل المسح الضوئي، والترقيم الرقمي، والإرجاع الجغرافي لتصبح معرفة إحداثياً ومطابقة للواقع، ومن ثم استخدامها كخرائط أساس لبناء المشروعات الجغرافية.

خامساً: أساليب معالجة وعرض البيانات المكانية والوصفية

يوضح الفصل آليات معالجة معطيات قواعد البيانات داخل البرمجيات الجغرافية عبر وظائف مترابطة تؤمن إنتاج مخرجات ذات كفاءة علمية عالية:

- **الاستعلام البنائي :**يتم عبر استخدام لغات الاستعلامات البرمجية المتخصصة لطرح أسئلة نوعية أو كمية على النظام، حيث يتيح النظام النقر المباشر على أي معلم في الخريطة لإظهار خصائصه الوصفية المحفوظة في الجداول، كمعرفة مالك الأرض، أو قياس المسافات والروابط التوزيعية بين ظاهرة وأخرى.
- **التحليل التقريبي ونطاقات الحرم :**يوفر النظام إمكانية بناء النطاقات والمساحات المحيطة بالظاهرات لمعرفة المعالم المجاورة لها، مثل تحديد المباني الواقعة ضمن مسافة معينة من مجاري الأنهار أو الطرق الرئيسية لدراسة الأثر البيئي أو الخدمي.
- **المطابقة والتراكب الطبقي :**عملية تراكب عمودي لعدة طبقات منفصلة تمتلك مرجعية إحداثية موحدة، تهدف إلى مطابقة معطيات التربة والغطاء النباتي والملكيات، لاستنتاج مساحات جديدة مركبة تحقق اشتراطات تخطيطية أو زراعية محددة.
- **تحليل الشبكات :**وظيفة هندسية متقدمة تُعنى بدراسة البنى التحتية كشبكات الطرق، المياه، والكهرباء. يُدخل النظام مواصفات السير كعرض الطريق، والسرعة القصوى، وكثافة المرور، لحساب المسارات البديلة والمسار الأفضل للوصول، أو لتحديد المناطق المخدومة والمحرومة من البنية الارتكازية.

سادساً: فوائد ومزايا تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في اتخاذ القرار

يستعرض الفصل الفروق الجوهرية بين النظم الجغرافية والنظم الإدارية التقليدية، مبيناً المزايا التطبيقية التالية:

- **حفظ واستخراج المعلومات آلياً :**معالجة البيانات وتحويلها من الصيغ التقليدية إلى الصيغ الرقمية تتيح الفهرسة والتخزين بشكل يسهل الوصول إليه بأقل جهد وتكلفة، مع إمكانية تحويل البيانات المساحية والشبكية إلى صيغ خطية بالبرامج المتخصصة.
- **القياسات وحساب الطوبولوجيا :**حساب أطوال الخطوط، ومحيط المساحات، والاتجاهات بشكل آلي دقيق، وتحديد علاقات الجوار والاتصال بين العقارات والشوارع، مما يقلل من الأخطاء البشرية الناتجة عن تعب العمل الخرائطي التقليدي.
- **النمذجة والتحليل الزمني الحركي :**إمكانية فحص النماذج العمرانية والبيئية عبر فترات زمنية متباينة، وتتبع اتجاه وسرعة نمو المدن والظواهر وتغيرات استخدامات الأرض عبر العقود الماضية.
- **الجدوى الاقتصادية والإنتاجية :**يسهم النظام في تخفيض زمن إنتاج الخرائط من أيام إلى دقائق معدودة، وتقليص حجم الأيدي العاملة التقليدية في مختبرات الرسم والتلوين، مما يحقق كسباً مالياً غير مباشر وتنمية فاعلة للكوادر البشرية.

سابعاً: مجالات الاستخدام التطبيقي والتقنيات المرتبطة

تتعدد المجالات التطبيقية للمنظومة الجغرافية لتشمل جوانب حيوية في التخطيط والتنمية:

- **إدارة الأزمات والخدمات الطارئة :**المساهمة الفورية في وضع قرارات حاسمة لمواجهة الفيضانات، الحرائق، الزلازل، وانتشار الأوبئة؛ عبر رسم أسرع المسارات لسيارات الإسعاف وتحديد نطاقات الحجر والانتشار حول الأوبئة.
- **التخطيط والتنمية المستدامة :**تقييم كفاءة ومستوى توزيع الخدمات التعليمية والصحية والأمنية على مستوى المدن، وتحديد المناطق العاجزة أو المحرومة بناءً على معايير تخطيطية متفقة مع الواقع الفعلي.
- **الدراسات الطبيعية والبيئية :**إنتاج الخرائط الجيولوجية والجيومورفولوجية لبناء نماذج تضاريسية مجسمة تسهم في رؤية وتصميم المشاريع العمرانية والإروائية، فضلاً عن تتبع مشكلات الصرف والري في جغرافية الزراعة باستخدام معطيات العمل الحقلي.
- **التكامل التقني المعاصر :**يرتبط النظام بعلوم الجيوديسيا لقياس شكل الأرض وبناء خرائط الأساس، وعلم الفوتوكرامتري لتصحيح الصور الجوية، بالإضافة إلى الدمج التام مع برامج التصميم الهندسي لتقديم تمثيلات تزاوج بين التجريد الجغرافي والواقعية الهندسية ثلاثية الأبعاد، بما يدعم التحول نحو الحكومات الإلكترونية.

للجهة والمؤلف علي عبد عباس، *"نظم المعلومات الجغرافية"*استكمالاً لما تم تلخيصه وتغطيةً لكافة محتويات **الفصل الثالث** من كتاب نورد في هذا التلخيص العلمي الدقيق والشامل بقية أقسام ومحاور هذا الفصل كاملةً حتى نهايته، مصاغة بأسلوب أكاديمي رصين ومباشر، ومجهزة للنسخ الفوري:

خامساً: معايير تقييم مصادر البيانات المكانية

يستعرض الفصل مجموعة من المعايير الدقيقة والمحددة علمياً لتقييم مصادر البيانات قبل اعتمادها في البرمجيات الجغرافية، وهي:

- **الدقة :**يُعد توفير معطيات مكانية على درجة عالية جداً من الدقة شرطاً أساسياً للعمل، حيث يحدد مقياس الرسم نوع وقيمة الدقة المتوفرة بالخريطة .
- **التغطية الجغرافية :**يُشترط أن تغطي المصادر المعتمدة كامل الامتداد الجغرافي المطلوب للمشروع، إذ إن وجود فجوات في البيانات يتطلب نزولاً حقلياً يرفع من التكلفة المالية للمشروع، أو يتسبب في الاعتماد على مصادر إضافية ثانوية قد لا تتجانس في دقتها مع المصادر الأصلية .
- **كفاية المحتوى :**يجب أن تشتمل مصادر البيانات المكانية المتوفرة على كافة العناصر والمعالم المطلوبة جغرافياً لإنجاح أهداف تطبيق المشروعات .
- **الموثوقية :**تتطلب التأكد التام من مدى مطابقة المعطيات المكانية للواقع الفعلي والبيئة الحقيقية، نظراً لأن المصادر المتنوعة قد تحمل أخطاء تصنيفية واضحة (مثل الخلط في تصنيف مستويات الطرق ورتبها) .
- **الملائمة :**يرتبط هذا المعيار بمقياس رسم الخرائط الورقية؛ فكلما صغر المقياس زادت عمليات التعميم واختفت التفاصيل الدقيقة (مثل التغاضي عن تعرجات وانحناءات الطرق)، بينما تمنح المقاييس الكبيرة تمثيلاً أدق وتعميماً أقل .
- **سهولة القراءة الخرائطية :**حيث إن الكثافة المفرطة في التفاصيل والرموز على المصدر المكاني تجعل قراءته شاقة، وتزيد من احتمالية ارتكاب الأخطاء أثناء تمثيلها رقمياً .
- **جودة الخرائط والمصادر الورقية :**نظراً لأن بعض الوثائق والمخططات تكون قديمة ومتهالكة، يجب فحص جودتها مسبقاً للتقليل من تأثير التشوهات والتمزقات على دقة نقل المعطيات الجغرافية .

سادساً: تركيب وتمثيل الأسطح والارتفاعات في البرمجيات

يناقش الفصل الأساليب المتنوعة التي تُستخدم لتمثيل التضاريس والأسطح المستمرة والبعد الثالث تبعاً لطبيعة البيانات المتاحة:

- **التمثيل في النموذج الخطي :**يتم التعبير عن الارتفاع من خلال خطوط الارتفاعات المتساوية (الكنتور)، وهي عبارة عن حلقات أو خطوط خطية يحمل كل منها قيمة رقمية ثابتة تعبر عن الارتفاع عن مستوى سطح البحر، ويُستعان بها برمجياً لبناء الشكل المجسم والتضاريسي .
- **التمثيل في النموذج المساحي (الخلوي) :**يُعتمد فيه على نماذج الارتفاع الرقمي المعروفة بمصطلح(DEM) ، حيث تُمثل التضاريس والارتفاعات كشبكة مستمرة من الخلايا الرقمية الموزعة، والتي تحمل كل خلية منها قيمة رقمية تعبر عن منسوب الارتفاع في بقعتها الجغرافية .
- **تمثيل شبكة المثلثات غير المنتظمة :(TIN)** يعتمد هذا التركيب على إسقاط وتوصيل بيانات نقطية ثلاثية الأبعاد تحتوي على قيم إحداثية وقيم الارتفاع الجغرافي الحقيقي .(X, Y, Z) ترتبط دقة وقوة التمثيل في هذا النموذج بمدى تقارب وتباعد النقاط؛ فكلما تقاربت النقاط المقاسة حقلياً أو مساحياً، ظهر المجسم التضاريسي بشكل أقرب للواقع الطبيعي .
- **الملحقات البرمجية المتخصصة للارتفاع :**يمتلك برنامج (ArcGIS) أدوات وملحقات مخصصة لمعالجة وتمثيل الأسطح، ومنها ملحق التحليل المكاني (Spatial\ Analyst) لإنتاج وتمثيل النماذج ثنائية البعد، وملحق التحليل ثلاثي الأبعاد \3D) (Analystالذي يؤمن تحويل واستعراض البيانات في بيئة مجسمة ثلاثية الأبعاد لمحاكاة الواقع التضاريسي بدقة .

سابعاً: تقييم النماذج البنائية في نظم المعلومات الجغرافية (المزايا والعيوب)

يختتم الفصل الثالث دراسته العلمية بإجراء مقارنة نقدية وشاملة تحدد إيجابيات وسلبيات كل من النموذج الخطي والنموذج المساحي:

1.النموذج الخطي المتجه(Vector)

- **الإيجابيات:**
  - تمثيل الظاهرات الجغرافية والمعالم بدقة متناهية ووضوح تام دون الحاجة لعمليات تعميم مشوهة للواقع .
  - المظهر الخرائطي والجمالي النهائي للمخرجات والأشكال واللوحات يتميز بالجودة والأناقة .
  - حجم الملفات الرقمية يكون محكماً وصغيراً، مما يقلل من المساحة الخزنية المطلوبة .
  - سرعة معالجة وتحليل البيانات بواسطة المعالج، مع الاحتفاظ التام بدقة المواقع والإحداثيات الجغرافية الحقيقية .
  - سهولة بناء وفهم العلاقات التوبولوجية المتصلة وتخزين البيانات الوصفية في جداول تتيح التعديل والحذف المستمر .
  - سهولة حساب القيم الرياضية الآلية كالأطوال، والمحيط، والمساحات، والاتجاهات .
- **السلبيات:**
  - يفرض النظام إعادة بناء التمثيل التوبولوجي كاملاً عند إجراء أي تعديل أو تحديث على المعالم نظراً لكون البنية الطوبولوجية حالة ساكنة .
  - عاجز عن تمثيل البيانات ذات الخصائص الانسيابية والمستمرة (كالارتفاعات والطقس والحرارة) بشكل كفء، ويضطر للتعميم والاستكمال الحسابي .
  - تتطلب عمليات إدخال وترقيم البيانات وقتاً وفترات زمنية طويلة وجهداً بشرياً كبيراً .
  - تعقد التحليلات المكانية عند تراكب وتطابق الطبقات المتعددة فوق بعضها البعض نظراً للتعقيد الهندسي للخطوط .

2.النموذج المساحي الخلوي(Raster)

- **الإيجابيات:**
  - بساطة وسرعة فائقة في تنفيذ وإنجاز العمليات والتحليلات الخرائطية لتجانس طبيعة البيانات .
  - سهولة فهم البنية والتنظيم الرقمي نظراً لأن أبعاد الخلايا الشبكية وعددها ثابت ومعلوم .
  - التوافق والاندماج المطلق مع بيانات الاستشعار عن بعد والمرئيات الفضائية لكونها تتبع نفس البنية الخلوية .
  - الكفاءة العالية والنجاعة في معالجة الصور الرقمية وتنضيد الخرائط وتتبع التغيرات المجالية والبيئية المستمرة .
- **السلبيات:**
  - انخفاض مستوى الدقة المكانية مقارنة بالنظام الخطي؛ حيث يحدد حجم الخلية درجة وضوح المعالم والبيانات الممثلة .
  - تضخم حجم الملفات الرقمية والصور، مما يستهلك مساحات خزنية وسعات كبيرة جداً .
  - صعوبة شديدة في إجراء عمليات التحليل التوبولوجي وبناء علاقات الجوار .
  - تعقد إدارة وتداول البيانات الوصفية المرتبطة بالجداول إذا تضخم حجم المخرجات، فضلاً عن أن الخلية الواحدة لا تعكس إلا سمة أو قيمة واحدة فقط للمنطقة الجغرافية .

- عدم توافق المخرجات النهائية للشبكات الخلوية مع المعايير المطلوبة لإنتاج الخرائط عالية الجودة ذات الخطوط الحادة والنقية .