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

نظم المعلومات الجغرافية

أ.د.صديق مصطفى الدوري

المرحلة الرابعة
المحاضرة الثانية

2025-2026

١١. البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

طبيعة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

- **التحويل الرقمي:** تتعامل برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مع البيانات في صورة رقمية فقط ، مما يتطلب تحويل البيانات من الصيغة الورقية إلى الرقمية.

- **مكونات البيانات المكانية:** تشمل كافة العناصر الطبيعية والبشرية المرتبطة بموقع جغرافي ، وتتكون من ثلاثة عناصر رئيسية:
  ١. **العنصر المكاني (Entity):** تمثيل الظاهرات على هيئة (نقطة، خط، مساحة).
  ٢. **الخاصية/البيانات الوصفية (Attribute):** جداول توضح وتفسر هيئة العنصر المكاني (مثل: نوع المحصول، المساحة، المالك لواحد من الأقاليم الزراعية).
  ٣. **العلاقة المكانية (Relationship):** روابط الظاهرات مع ما يحيط بها، مثل علاقات الجوار (مصنع مجاور لأسواق) أو علاقات البعد (حقل يبعد ٥ كم عن قرية).

---

٢. نماذج تمثيل البيانات الجغرافية رقمياً

يتم اختزال العالم الواقعي وعمل نماذج له عبر ثلاثة نماذج أساسية:

أولاً: النموذج الخطي المتجهي (Vector Model)

يعتمد على تمثيل الظاهرات باستخدام إحداثيات جغرافية ثنائية الأبعاد ، وتتحدد من خلاله ثلاثة أنواع من الظواهر:

- **الظواهر النقطية (Point):** موقع منفصل ليس له مساحة (مثل: بئر أو عمود كهرباء).
- **الظواهر الخطية (Line):** سلسلة نقاط مرتبطة ببعضها تمثل بنية ذات امتداد طولي أو متعرج (مثل: شبكات الطرق والسكك الحديدية).
- **الظواهر المساحية (Polygon):** حيز مساحي مغلق تبدأ سلسلة خطوطه وتنتهي عند النقطة نفسها (مثل: الحدود السياسية والبحيرات).

وينقسم النموذج الخطي إلى نوعين:

١. **النموذج المنفصل (Spaghetti Model):** بيانات منفصلة مسجلة دون وجود علاقات بنائية (Topology) بينها، حيث يمتلك كل شكل مساحي إحداثيات منفصلة، مما يجعل التحليل المكاني فيه معدوماً.
٢. **النموذج المتصل (Topological Model):** تُسجل فيه علاقات التجاور والارتباط والاتجاهات بين العناصر بشكل صريح داخل تركيب البيانات ، وتخزن في جداول لتسهيل التحليلات المكانية المعقدة.

ثانياً: النموذج المساحي أو الخلوي (Raster Model)

- يمثل البيانات على شكل شبكة من الخلايا (Grid Cells) أو العناصر الصورية (Pixels).

- يتحدد موقع كل خلية من خلال تقاطع الصف (Row) مع العمود (Column)، وتأخذ الخلية قيمة رقمية تعبر عن الظاهرة.

- **تمثيل العناصر فيه:** تُمثل النقطة بخلية واحدة ، والخط بسلسلة خلايا متجاورة ، والمساحة بمجموعة خلايا متجاورة تحمل نفس القيمة أو اللون.

- **أهم خصائصه:** يمثل الأسطح المستمرة التي لا تحتوي على حدود حادة ، ويعتبر عملية تعميم (Generalization) للظواهر؛ لذا قد يفتقر للدقة المكانية العالية.

ثالثاً: نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN)

- يُستخدم للتعبير عن البعد الثالث (D٣) والأسطح التضاريسية.

- يعتمد على توصيل بيانات نقطية معلومة الإحداثيات والارتفاع لتشكيل شبكة مثلثات غير منتظمة ، وتعتمد دقته على مدى تقارب أو تباعد تلك النقاط.

---

٣. التحويل المتبادل بين النماذج (Vector Raster)

تتيح البرمجيات الحديثة (مثل ArcGIS) التحويل بين الصورتين:

- **التحويل من الخطي إلى المساحي:** يتم عبر ملحقات مثل Spatial Analyst لتمثيل الارتفاعات بنموذج التضرس الرقمي (DEM).

- **التحويل من المساحي إلى الخطي:** يُستخدم لأغراض متعددة منها إقامة علاقات طوبولوجية أدق، وتسريع الرسم الخرائطي، وتسهيل المقارنة بين الملفات (من البرامج المشهورة في ذلك برنامج R2V).

- **التراكب (Overlay):** يتم ربط ملفات المتجهات (Shapefiles) بالصور المساحية بعد إجراء عمليات التصحيح الهندسي والإرجاع الجغرافي باستخدام نقاط التحكم.

٤. الجداول والبيانات الوصفية (Attribute Data)

- هي معلومات مجدولة (لامكانية) تصف المعالم الجغرافية (أسماء، نسب، تقارير).
- يتكون الجدول من أعمدة (حقول) وأسطر (سجلات).
- **الربط الديناميكي:** الميزة الأهم في نظم المعلومات الجغرافية هي ربط السجل الوصفي بالعنصر المكاني ؛ فعند تحديد عنصر على الخريطة يتم تمييز سجله في الجدول تلقائياً والعكس صحيح.

- تتصف هذه الجداول بالديناميكية وقابليتها للتحديث المستمر لتواكب التغيرات الزمنية (مثل تغير استخدامات الأرض أو الأحوال الجوية).

---

٥. مقارنة علمية: إيجابيات وسلبيات النموذج الخطي والمساحي

من خلال التقاطعات المقارنة في النص وجدول المقارنة الوارد بالملف ، تتلخص الفروقات كالآتي:

وجه المقارنة	النموذج الخطي(Vector)	النموذج المساحي(Raster)
الدقة المكانية	عالية جداً وتمثيل دقيق دون تعميم .	منخفضة، وتعتمد الدقة على حجم الخلية .
حجم الملفات	صغير، وتحتاج مساحة تخزين أقل .	كبير الحجم (ملفات صور) .
بنية المعطيات	معقدة .	بسيطة التركيب .
التحليل الطوبولوجي	سهل وواضح وأكثر كفاءة .	صعب المعالجة والتحليل الطوبولوجي .
التوافق مع الاستشعار عن بعد	غير مباشر، وصعب في معالجة الصور .	متوافق تماماً مع الصور والبيانات الفضائية .
مجالات التطبيق	الظروف الثابتة والمحددة (التخطيط العمراني، شبكات المرافق) .	الظواهر مستمرة التغير (البيئة، المناخ، التضاريس) .
التكلفة والتكنولوجيا	تتطلب تكنولوجيا متطورة ونظماً غالية الثمن .	تتطلب تكنولوجيا منخفضة وتكلفتها ليست مرتفعة .

التصدير إلى "جداول بيانات Google"

---

٦. معايير تقييم مصادر البيانات المكانية

عند اختيار مصادر البيانات، يجب إخضاعها لسبعة معايير أساسية:

١. **الدقة:** يجب أن تتوافق دقة البيانات مع هدف المشروع ومقياس الرسم.
٢. **التغطية:** شمولية البيانات للمنطقة المستهدفة كاملة دون فجوات لتجنب تكاليف المسح الحقلي الإضافي.

٣. **كفاية المحتوى:** احتواء المصادر على كافة العناصر المطلوبة للدراسة.
٤. **الموثوقية:** مطابقة البيانات للواقع الفعلي وخلوها من أخطاء التصنيف.
٥. **الملائمة:** اختيار مقياس رسم مناسب؛ فالمقاييس الصغيرة تعمم التفاصيل وتهمل التعرجات، بينما توفر المقاييس الكبيرة تمثيلاً أدق.
٦. **سهولة القراءة:** تجنب الكثافة المفرطة للتفاصيل التي قد تؤدي إلى حدوث أخطاء أثناء الرقمنة.
٧. **جودة المصادر الورقية:** التحقق من سلامة الخرائط والمخططات القديمة وتخفيف تأثير تشوهاتها الورقية قبل إدخالها للنظام.

.5قواعد البيانات الجغرافية وعلاقات الربط المتطورة

بعد فهم النموذج الخطي والمساحي والجداول الوصفية، يأتي دور دمج هذه العناصر في بيئة عمل موحدة تُعرف بقواعد البيانات الجغرافية:

أ. مفهوم قاعدة البيانات الجغرافية(Geodatabase)

- هي مستودع مركزي لتخزين البيانات المكانية والوصفية والروابط الطوبولوجية في ملف واحد.
- تسمح بتطبيق قواعد التحقق من الصحة (Validation Rules) لضمان عدم حدوث أخطاء أثناء إدخال البيانات أو تحديثها.

ب. آليات الاستعلام المزدوج(Spatial and Attribute Queries)

تتيح قواعد البيانات العلائقية للمستخدم طرح نوعين من الأسئلة في آنٍ واحد:

- **الاستعلام الوصفي :(SQL)** مثل البحث عن "جميع الأراضي الزراعية التي تزيد مساحتها عن ٥٠٠ هكتار ويمتلكها قطاع خاص."
- **الاستعلام المكاني :(Spatial Query)** مثل البحث عن "جميع الآبار التي تقع على بعد أقل من ٢ كم من الطريق المعبد الرئيسي."

.6جودة البيانات الجغرافية وإدارة الأخطاء(Data Quality)

بناءً على معايير التقييم السبعة المذكورة في الملف (كالدقة، والموثوقية، والملائمة)، فإن عملية معالجة البيانات تتطلب إدارة صارمة للأخطاء الناتجة عن التحويل الرقمي:

أ. مصادر الأخطاء في نظم المعلومات الجغرافية

١. **أخطاء المصدر :(Source Errors)** الناتجة عن عيوب في الخرائط الورقية القديمة، أو تمدد وانكماش الورق، أو ضعف جودة الصور الفضائية.
٢. **أخطاء الإدخال الرقمي :(Digitizing Errors)** وتشمل:
    - **الخطوط الناقصة :(Undershoots)** عدم وصول الخط إلى التقاطع المطلوب.
    - **الخطوط الزائدة :(Overshoots)** امتداد الخط تجاريًا بعد نقطة التقاطع.
    - **العقد الضائعة :(Dangling Nodes)** خطوط معلقة لا ترتبط بأي هندسة مكانية أخرى.

ب. عمليات التصحيح الطوبولوجي(Topology Cleaning)

- تتضمن تشغيل أدوات برمجية آلية داخل نظام (GIS) للبحث عن الأخطاء الهندسية وتصحيحها (مثل إغلاق المضلعات المفتوحة، وحذف الخطوط المكررة، وضمان تلاحم الحدود المشتركة بين الأقاليم المتجاورة).

.7تطبيقات عملية ومفاضلة متقدمة بين النموذج الخطي والمساحي

لتحقيق الاستفادة القصوى من ميزات وعيوب كل نموذج (كما ورد في جدول المقارنة بالملف)، تعتمد المشاريع التطبيقية على دمج النموذجيين وفقًا لطبيعة الدراسة:

أ. تطبيقات تفضل النموذج الخطي(Vector Applications)

- **إدارة البنية التحتية والشبكات :(Network Analysis)** وتحديد مسارات النقل، وشبكات المياه والكهرباء، والإسعاف والطوارئ، لأنها تعتمد على خطوط وعقد دقيقة رياضيًا وطوبولوجيًا.
- **التخطيط العمراني والملكيات :(Cadastral Applications)** فرز الأراضي وتحديد حدود العقارات والبلديات حيث لا يُقبل أي هامش تعميم أو خطأ مساحي.

ب. تطبيقات تفضل النموذج المساحي(Raster Applications)

- **الدراسات البيئية والمناخية :**لنمذجة ظواهر مستمرة مثل زحف الرمل، توزيع درجات الحرارة، أو مستويات الرطوبة.
- **تحليلات الملاءمة المكانية :(Suitability Models)** مثل تحديد أفضل موقع لإنشاء سد أو مطار، عبر عملية "تراكب الطبقات الخلوية الخاضعة للوزن النسبي.(Weighted Raster Overlay) "

.8الاتجاهات الحديثة في تمثيل البيانات الجغرافية

مع التطور التكنولوجي، لم يعد التعبير عن البيانات مقتصرًا على الأشكال الثنائية والثنائية والنصف التقليدية، بل امتد ليشمل:

- **البيانات ثلاثية الأبعاد الحقيقية :(3D GIS)** الانتقال من نموذج TIN البسيط إلى نماذج المدن الرقمية كاملة المعالم (3D City Models)ونمذجة باطن الأرض (الطبقات الجيولوجية).
- **البيانات رباعية الأبعاد :(4D GIS / Time-Series)** دمج عنصر الزمن (T) مع الإحداثيات المكانية لمراقبة التغيرات الديناميكية المستمرة مثل التوسع الحضري، ذوبان الجليد، أو حركة المرور الآنية.
- **البيانات السحابية والخرائط التفاعلية :**تخزين ومعالجة البيانات المكانية الضخمة (Big Spatial Data) عبر خوادم سحابية لتمكين الخرائط التشاركية والتحديث اللحظي من الميدان عبر الهواتف الذكية.