

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة تكريت

كلية التربية للعلوم الإنسانية

قسم الجغرافية



# مقدمة عن نظم المعلومات الجغرافية

## نظم المعلومات الجغرافية

أ.د. صديق مصطفى الدوري  
للعام الدراسي ٢٠٢٥ - ٢٠٢٦

دراسة الدكتوراه  
المحاضرة الاولى

## تمهيد عام

تتناول هذه المحاضرة الأسس النظرية والتطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بوصفها أحد أهم التحولات العلمية التي نقلت علم الجغرافيا من مرحلة الخريطة الورقية الساكنة إلى مرحلة قواعد البيانات المكانية الديناميكية؛ القابلة للتحليل، والنمذجة، والإنتاج الخرائطي المتقدم. ولا ينحصر دور هذا النظام في رسم الخرائط أو تخزينها فحسب، بل يمثل بيئة تقنية متكاملة تدمج بين البيانات (المكانية والوصفية)، والبرمجيات، والأجهزة، والكوادر البشرية، والمناهج التحليلية. وبذلك، يتحول "المكان" من مجرد موقع هندسي على الخريطة إلى وحدة معلوماتية ذكية قابلة للقياس، والمقارنة، والاستعلام، والتنبؤ.

## الأهداف العامة للمادة

تهدف هذه المحاضرة إلى تمكين الباحث من:

1. توضيح مفهوم نظام المعلومات الجغرافي وتمييزه بدقة عن نظم الرسم الهندسي، وقواعد البيانات التقليدية، والتخريط الحاسوبي.
2. بيان طبيعة البيانات الجغرافية ومكوناتها المتلازمة (المكانية والوصفية).
3. شرح طرائق تمثيل البيانات مكانياً باستخدام نموذجي المتجهات (Vector) والصور النقطية (Raster).
4. فهم دور المساقط ونظم الإحداثيات في ضبط دقة الموقع الجغرافي وتقليل نسب التشوه الخرائطي.
5. التعرف على المكونات الخمسة الأساسية للنظام: العتاد، البرمجيات، البيانات، الأفراد، والمناهج.
6. استعراض أهم تطبيقات النظام في مجالات التخطيط، البيئة، إدارة الموارد، الشبكات، الكوارث، والتعليم.
7. ربط الاستشعار عن بعد (RS) بنظم المعلومات الجغرافية من خلال فهم طبيعة صور الأقمار الصناعية، ودقتها، ونطاقاتها الطيفية.
8. شرح طبيعة البيانات الوصفية وأنواعها وكيفية معالجتها وتمثيلها رقمياً داخل قواعد البيانات.
9. تقديم المبادئ الأولية لتصميم النظام، وإنتاج الخرائط، وتطبيق أدوات التحليل المكاني الأساسية.

## مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية

### 1. الخلفية التاريخية

ظهر مصطلح نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems) في النصف الثاني من القرن العشرين، وتحديداً أواخر الخمسينيات، للدلالة على النظم الحاسوبية القادرة على جمع، وخزن، واسترجاع، وتحليل، وعرض البيانات الجغرافية. ارتبط هذا التطور بتزايد الحاجة لإدارة بيانات مكانية ضخمة عززت الخرائط الورقية عن معالجتها بكفاءة.

أسهم معهد أبحاث النظم البيئية (ESRI) في الولايات المتحدة بترسيخ هذا العلم عبر تطوير برمجيات متخصصة. كما برز في هذا السياق العالمان روجر توملينسون (رائد بناء الخوارزميات والمفاهيم التحليلية) وجاك دانجرموند (مطور برمجيات ESRI وناشرها عالمياً). وبذلك، أصبح الـ GIS علماً تطبيقياً يدمج الجغرافيا بعلوم الحاسوب، والإحصاء، والتخطيط.

### 2. مفهوم نظام المعلومات الجغرافي

يمكن تعريفه بأنه منظومة حاسوبية متكاملة للتعامل مع البيانات المرتبطة بالمكان؛ تقوم بجمع البيانات المكانية والوصفية، وتخزينها في قواعد بيانات، ثم استرجاعها، وتحليلها، وعرضها كخرائط أو تقارير أو نماذج.

البرنامج وحده لا يشكل نظاماً فعالاً، بل يكتمل بتفاعل مكونات خمسة رئيسية:

المكون الأساسي	المعنى والدور في نظم المعلومات الجغرافية
البيانات (Data)	الخرائط، الطبقات المكانية، والجداول الوصفية الممثلة للظواهر الجغرافية.
البرمجيات (Software)	الأدوات الرقمية التي تنفذ مهام التخزين، التحليل، وإنتاج الخرائط.
الأجهزة (Hardware)	الحواسيب، المساحات، الطابعات، أجهزة (GPS)، ووحدات التخزين.

المكون الأساسي	المعنى والدور في نظم المعلومات الجغرافية
الأفراد (People)	الخبراء، المحللون، مدخلو البيانات، والمستخدمون النهائيون (صناع القرار).
المنهج (Methods)	أساليب وطرق تنظيم العمل ابتداءً من التصميم وحتى استخراج النتائج.

### ٣. فلسفة البيانات الجغرافية

تقوم الفلسفة على مبدأ تلازم شقين لكل ظاهرة:

- الجانب المكاني (الرسمي): يحدد موقع الظاهرة وشكلها وامتدادها (نقاط، خطوط، مضلعات).
- الجانب الوصفي: يوضح خصائص وصفات الظاهرة (الاسم، النوع، المساحة، الخالة). ولا تُعد البيانات جغرافية علمياً إلا إذا كانت معرفة جغرافياً (Geo-referenced)؛ أي مرتبطة بنظام إحداثي يحدد موقعها الحقيقي على الأرض.

### ٤. نماذج تمثيل البيانات الجغرافية

يعتمد الحاسوب على نموذجين لتمثيل الظواهر المكانية:

- أ. النموذج الاتجاهي (Vector): يمثل الظواهر بـ (النقطة، الخط، المضلع). دقيق في تمثيل الحدود الهندسية، ويُربط بسجلات وصفية. مثالي للخرائط الإدارية، وشبكات النقل، والملكيات.
- ب. النموذج النقطي (Raster): يمثل منطقة الدراسة بشبكة من البكسلات (خلايا). كل خلية تحمل قيمة رقمية. مثالي للظواهر المتصلة كالارتفاعات، والحرارة، والصور الفضائية.

مقارنة بين نمودي (Vector) و (Raster):

المعيار	النموذج الاتجاهي (Vector)	النموذج النقطي (Raster)
وحدة التمثيل	نقطة، خط، مضلع	خلية أو بكسل
الاستخدام الأمثل	الحدود، الشبكات، الملكيات، المنشآت	الارتفاعات، الصور الفضائية، الظواهر المتصلة
البيانات الوصفية	مرتبطة بسجلات متعددة لكل كائن	غالباً قيمة واحدة لكل خلية أو نطاقات طيفية
الدقة الشكلية	عالية جداً (تمثيل الحدود بدقة)	مرتبطة بحجم الخلية (Resolution)
حجم البيانات	أقل غالباً في البيانات الخطية	قد يكون ضخماً جداً مع الدقة العالية

### ٥. الفرق بين (GIS) وغيرها من النظم المعلوماتية

يتميز الـ GIS بقدرته الفريدة على المعالجة المتزامنة للموقع الجغرافي والتحليل المكاني:

النظام	الوظيفة الأساسية	نقطة الاختلاف عن GIS
(CAD)	الرسم الهندسي والتصميم بالحاسوب	يرسم الأشكال لكنه لا يديرها غالباً كبيانات مسندة مكانياً.
(DBMS)	إدارة الجداول وقواعد البيانات النصية/الرقمية	يعالج البيانات الوصفية، ولا يمتلك أدوات التحليل المكاني بمفرده.
(CAC)	إنتاج الخرائط بالحاسوب (التخريط الحاسوبي)	يركز على العرض والإخراج الخرائطي البصري أكثر من التحليل العميق.
(GIS)	إدارة، تحليل، وعرض البيانات المكانية والوصفية	يدمج بين دقة الموقع، ثراء الصفة، عمق التحليل، وجودة الإخراج.

### ٦. الأسئلة التحليلية التي يجب عنها النظام

١. ماذا يوجد في هذا الموقع؟ (تحديد نوع الاستعمال عند إحداثيات محددة).

٢. أين تقع الظاهرة التي تحقق شرطاً معيناً؟ (استعلام مكاني/وصفي).
٣. ما التغيير الزمني؟ (مقارنة توسع عمراني بين فترتين).
٤. ما هو النمط المكاني؟ (تحديد ما إذا كان التوزيع متجمعاً، مشتتاً، أو خطياً).
٥. ماذا لو؟ (النمذجة): (توقع الأثر البيئي أو المرور عند تغيير معطيات معينة).

## مفاهيم أساسية في البيانات الجغرافية

### ١. الموقع والتعريف الجغرافي (Geo-referencing)

لا تكتسب البيانات معناها الجغرافي إلا بارتباطها بموقع معلوم.

- **الموقع النسبي:** وصف مكان بالنسبة لآخر (شمال السوق).
- **الموقع المطلق:** إحداثيات دقيقة ضمن نظام مرجعي (أساس الـ GIS). التعريف الجغرافي هو ربط البيانات بنظام إحداثيات محدد لتصبح قابلة للقياس والتحليل.

### ٢. المساقط الجغرافية ونظم الإحداثيات

لتحويل سطح الأرض (شبه الكروي) إلى خريطة (مسطحة) تُستخدم معادلات رياضية تسمى **المساقط (Projections)**، والتي تُحدث تشوهاً لا مفر منه في (المساحة، الشكل، المسافة، أو الاتجاه).

أنواع المساقط الرئيسية:

- **المسطحة (Planar):** إسقاط على سطح مستوٍ يلامس الكرة (مناسب للمناطق القطبية).
- **المخروطية (Conical):** إسقاط على مخروط (مناسب للعروض الوسطى الممتدة شرقاً وغرباً).
- **الأسطوانية (Cylindrical):** إسقاط على أسطوانة (مثل مسقط ميركاتور، مناسب للخرائط العالمية).

### ٣. مسقط ميركاتور المستعرض العالمي (UTM)

مسقط أسطواني مستعرض، يقسم الأرض إلى نطاقات (Zones) طولية عرض كل منها ٦ درجات، لتقليل التشوه. يعتمد إحداثيات مترية (Easting / Northing) ترتبط غالباً بالمرجع الجيوديسي العالمي (WGS84). تُستخدم أيضاً **المساقط المحلية** لزيادة الدقة داخل حدود الدول المنفردة.

### ٤. طبيعة البيانات: الاتصال والانقطاع

- **بيانات متصلة (Continuous):** تأخذ قيمةً متدرجة (الارتفاع، الحرارة).
- **بيانات متقطعة (Discrete):** تأخذ قيمةً منفصلة (عدد المدارس، عدد الطوابق).
- **بيانات منتهية:** لها حد أعلى وأدنى معلوم (النسبة المئوية ٠-١٠٠).
- **بيانات غير منتهية:** ليس لها حد أعلى نظري محدد (عدد المركبات).

## الاستشعار عن بعد وعلاقته بنظم المعلومات الجغرافية

يُعد الاستشعار عن بعد (RS) المغذي الرئيسي للبيانات المكانية في الـ GIS. من خلال تصحيح الصور الفضائية واستخلاص معالمها، تتحول الصورة إلى طبقة تحليلية غنية.

أبرز نظم الأقمار الصناعية:

النظام	أبرز الخصائص	أهم الاستخدامات
(Landsat)	أرشيف زمني عريق، مشاهد واسعة (185 كم)، مستشعرات (TM, ETM).	رصد التغير الزمني، الغطاء النباتي/الأرضي، الدراسات البيئية.
(SPOT)	دقة مكانية عالية نسبياً، قدرة على التصوير المجسم هندسياً.	النماذج الطبوغرافية، الخرائط التفصيلية، التخطيط الحضري.

## البيانات الوصفية

### ١. المفهوم والأهمية

البيانات الوصفية (Attributes) هي القيم أو النصوص التي تصف الخصائص الكامنة للكائن الجغرافي. هي ما يمنح الكائن الهندسي بُعد التحليلي؛ فبدونها الخريطة صماء، وبها تصبح قاعدة بيانات قابلة للاستعلام والتصنيف والنمذجة.

### ٢. أنواع الحقول الرقمية للبيانات الوصفية

تحديد نوع الحقل بدقة يحدد نوع العمليات الممكن إجراؤها عليه:

نوع البيانات	الدلالة	مثال تطبيقي	العمليات المناسبة
رقمية صحيحة (Integer)	أعداد بلا كسور	عدد السكان، رقم تسلسلي	الجمع، العدد، المقارنة
رقمية عشرية (Real/Float)	أعداد بكسور عشرية	المساحة، الكثافة	المتوسطات، النمذجة الكمية
نصية (Text)	حروف ورموز وأسماء	اسم الحي، ملاحظات	البحث النصي، التصنيف الاسمي
منطقية (Boolean)	قيم ثنائية (نعم/لا)	هل الطريق معبد؟	الترشيح والاستعلام الشرطي
تاريخ/وقت (Date/Time)	توقيت أو تاريخ حدث	سنة البناء، تاريخ المسح	تحليل التغير الزمني

كما يمكن تضمين الكائنات الرقمية (Digital Objects) كالصور، والملفات الصوتية، والمخططات الهندسية ضمن سجلات قاعدة البيانات المكانية.

## مبادئ عامة لتصميم نظام المعلومات الجغرافي

### ١. فلسفة التصميم

يبدأ التصميم بتحديد: المشكلة، البيانات المطلوبة، المستخدم النهائي، ونوع المخرجات. بناءً على ذلك، يتم تحديد نماذج البيانات الأنسب (Vector أو Raster أو كلاهما).

### ٢. أدوات التحليل الأساسية

الأداة التحليلية	الوظيفة	مثال تطبيقي
إنتاج الخرائط	الإخراج البصري المنظم والمصنف لنتائج التحليل.	خريطة كثافة سكانية، أو توزيع المدارس.
تحليل الحرم (Buffer)	إنشاء نطاق مكاني/عازل بمسافة محددة حول المعلم الجغرافي.	دراسة تأثير التلوث ضمن ٥٠٠ متر حول مصنع.
التراكب (Overlay)	مقاطعة ودمج طبقات مكانية لاستخراج مناطق تحقق شروطاً مشتركة.	تحديد أفضل موقع لمدرسة بناءً على معايير متعددة.

الأداة التحليلية	الوظيفة	مثال تطبيقي
تحليل السطوح (Terrain)	اشتقاق خصائص الطبوغرافيا (الانحدار، اتجاهه، الكنتور).	رصد مجاري السيول أو تحديد مدى الرؤية.
الاستعلام الوصفي (Queries)	استخراج معالم تحقق شرطاً معيناً ضمن قاعدة البيانات.	استخراج الأحياء التي تزيد نسبة الأمية فيها عن ١٠٪.

## خلاصة تعليمية مركزة

نظم المعلومات الجغرافية تمثل النقاء العقل التحليلي الجغرافي بالقدرة الحاسوبية المتقدمة. تكمن قوتها في ترابط ثلاثة مبادئ: **دقة الموقع، ثراء الصفات المرتبطة به، وكفاءة أدوات التحليل لاستنباط علاقات جديدة.** بدون إسناد جغرافي سليم، وتصميم منهجي صحيح لقواعد البيانات؛ تبقى الخريطة الرقمية مجرد رسم فني لا يمتلك قيمة تحليلية أو قدرة على دعم اتخاذ القرار.

## مصطلحات أساسية (Glossary)

- **(GIS):** نظام متكامل لإدارة وتحليل وعرض البيانات المرتبطة بالمكان.
- **البيانات المكانية (Spatial Data):** بيانات تحدد موقع وشكل وامتداد الظاهرة.
- **البيانات الوصفية (Attribute Data):** الجداول التي تصف خصائص المعلم الجغرافي.
- **(Vector):** نموذج يمثل الظواهر بنقاط، وخطوط، ومضلعات.
- **(Raster):** نموذج يمثل الظواهر بشبكة من الخلايا (Pixels) تحمل قيمة رقمية.
- **المسقط الجغرافي (Projection):** معادلة رياضية لتمثيل سطح الأرض الكروي على سطح مستوي.
- **(UTM):** مسقط ميركاتور المستعرض العالمي، مسقط يقسم الأرض لنطاقات لتقليل التشوه.
- **(Buffer):** أداة لإنشاء نطاق مكاني محيط بمعلم مسافة محددة.
- **(Overlay):** أداة لتراكب أو مقاطعة الطبقات المكانية واستخراج العلاقات.

## أسئلة مراجعة مقترحة (للتقييم الذاتي)

١. ما المقصود بنظام المعلومات الجغرافي؟ ولماذا لا يمكن اختزاله في برنامج حاسوبي فقط؟
٢. اشرح الفرق الجوهرى بين البيانات المكانية والبيانات الوصفية مع تقديم مثال تطبيقي من تخصصك.
٣. قارن بشكل تفصيلي بين نموذج المتجهات (Vector) ونموذج الصور النقطية (Raster).
٤. ما المبرر العلمي لاستخدام المساقط الجغرافية؟ وما طبيعة التشوهات التي قد تسببها؟
٥. وضح الفرق بين أنظمة الـ (CAD) وأنظمة الـ (GIS) في معالجة البيانات المكانية.
٦. اذكر الأسئلة الخمسة الرئيسية التي صُمم نظام الـ GIS للإجابة عنها، مع الأمثلة.
٧. بين دور برامج الاستشعار عن بعد (مثل Landsat و SPOT) في تغذية قواعد بيانات الـ GIS.
٨. كيف تسهم البيانات الوصفية (وتحديد نوع حقولها بدقة) في تعزيز كفاءة التحليل المكاني؟
٩. ما هو تحليل الحرم (Buffer)؟ اذكر تطبيقاً عملياً له في مجال التخطيط البيئي.
١٠. كيف يُدعم تحليل التراكب (Overlay) عملية اتخاذ القرار في اختيار المواقع المثلى للمشاريع؟