نظم المعلومات الجغرافية

Geographic Information System

للمرحلة الرابعة

م. د. علي فاضل حسن

1 -1 المقدمة:

مرت البشرية بمراحل تطور من قديم الزمان إلى يومنا هذا، وكل مرحلة دعت الحاجة في وقتها لتشكلها، ويمكن أن نلخص هذه المراحل في أربع مراحل واضحة نذكرها بإيجاز:

مرحلة الصيد: حيث كان الإنسان في هذه المرحلة يسعى إلى كيفية سد رمق الجوع ولذلك طور وسائل الصيد البسيطة حسب إمكاناته في ذلك الوقت.

مرحلة الزراعة: كان اهتمام الإنسان في هذه المرحلة أيضا هو تأمين غذائه وغذاء الحيوانات الداجنة بطريقة مستقرة وهذا أدى إلى تطور وسائل الزراعة و معرفة الأوقات المناسبة لكل محصول.

مرحلة الصناعة: وهي مرحلة متقدمة ومتداخلة مع مرحلة الزراعة وأدت إلى تطور ورفاهية الإنسان حيث في هذه المرحلة ابتكر الإنسان الأدوات والمعدات التي سهلت الحياة مثل (القطارات، والطائرات، والاتصالات، والكهرباء، والحاسب الآلي، وغيرها....).

مرحلة المعلومات: تمر البشرية حاليا بثورة تقنية جارفة، ولعل من أهم ملامح هذه الثورة هو كم المعلومات الهائل والمتراكم، والذي يتدفق بغزارة من كل صوب وحدب، وتستمد مفردات هذا الكم الهائل من الموجودات الطبيعية والبشرية على سطح الأرض وما يتولد عن تفاعلها.

و هذه المعلومات منها ما هو طبيعي ومنها ما هو بشري، ومنها ما يتعلق بالموارد والمصادر على تنوعها. فالطبيعي منها يستمد معلوماته من الطبيعة نفسها ومن أمثلة ذلك (تضاريس الأرض وأعماق البحار والمحيطات وأشكال الأنهار وبطون الأودية ومجاري السيول، وخصائص التربة وأنواعها وطبيعتها، وأنواع أشجار الغابات، وغيرها ...). أما المعلومات البشرية فتتعلق بالسكان وخواصهم والمعلومات الاقتصادية والاجتماعية، و طرق المواصلات و خطوط الكهرباء.

وسوف تصنف الشعوب والأمم في المستقبل حسب نوعية وكمية المعلومات والبيانات التي تمتلكها، ومدى ما تولده من معرفة يمكن أن تبدع حضارة وتصنع رقيا وتقدما يغزو آفاق العالم الواسعة بالمنتجات الأنفع والأقوى والأرخص سعرا في آن واحد.

1 -2 نظم المعلومات الجغرافية مقارنة مع نظم المعلومات الأخرى:

نظرا للكم الهائل من المعلومات أصبح من الصعوبة بمكان التعامل معها واستيعابها والاستفادة منها. إلا إذا نظمت وصنفت وفهرست وجردت واختزلت رقميا وخزنت في قواعد بيانات يمكن التعامل معها آليا والاستفادة منها دون أن يخل هذا الاختزال والإيجاز والتخزين بدقتها وسحتها أو دلالتها. فدعت الحاجة إلى ابتكار طرق ونظم لتخزين هذه المعلومات وإدارتها، فظهرت أنواع كثيرة من نظم إدارة المعلومات، منها على سبيل المثال لا الحصر نظم إدارة المعلومات (Management Information System = MIS) أو قواعد البيانات (Data Base)، و نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System = GIS) و أنظمة الرسم بالحاسب الآلي (Computer Aided Design = CAD).

فأنظمة إدارة المعلومات مثل قواعد المعلومات لمرضى داخل مستشفى ما، حيث تحتوي على معلومات عن المرضى من اسم المريض وعنوانه ورقم هاتفه وتاريخه المرضي وغيرها من المعلومات الضرورية التي تساعد الطبيب في تشخيص حالة المريض، وأقرب مثال على برامج تخزين المعلومات هو (Oracle® Database, Microsoft Access Database)

أما أنظمة المعلومات الجغرافية فالبعض ينظر لها بالمفهوم اللفظي فقط ويعتقد أنها نظم تهتم بالعلوم الجغرافية فقط دون غيرها والبعض الآخر لا يستطيع تحديد الفارق بينها وبين ما يسمى نظم إدارة المعلومات (قواعد البيانات) المستخدمة في الشركات والبنوك ومكاتب السفر والسياحة (مثل أسماء العملاء و عناوينهم، وأسماء الموظفين ومرتباتهم).

والفرق بين نظم إدارة المعلومات (MIS) أو قواعد البيانات (Data Base) ونظم المعلومات الجغرافية بصورة مبسطة هو أن قواعد البيانات يتم خلالها تخزين وتبادل المعلومات بين فروع الشركات والبنوك من حيث النوع والكم دون توفر إمكانية ربط المعلومات مع موقعها الحقيقية على سطح الكرة الأرضية. بينما نظم المعلومات الجغرافية تتيح عملية ربط المعلومات مكانيا مع توفر إمكانية التحليل المكاني للمعلومات.

وعليه نرى أنه ربما يكون من الأحرى أن نستخدم في اللغة العربية مصطلح نظم المعلومات المكانية (Spatial Information System = SIS) أو نظم المعلومات الأرضية (Land Information System = LIS) بدلا من مصطلح نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System = GIS) وذلك لتوضيح المقصود من استخدام الصفة للمعلومات بكلمة "الجغرافية" وهو المرادف تماما في هذه الحالة لكلمتي "المكانية" أو "الأرضية" أي المعلومات ذات الموقع المكاني على النظام الإحداثي الحقيقي على سطح الكرة الأرضية دون ضرورة التقيد بنوع المعلومات، فقد تكون جغرافية أو تخطيطية أو هندسية أو جيولوجية أو مساحية أو بيئية أو إحصائية ... إلى آخره من أنواع المعلومات التي تحتاج إلى عملية ربطها بموقعها الحقيقي.

وهناك أيضا من يخلط بين أنظمة الرسم بالحاسب الآلي (CAD) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) والفرق هنا واضح بحيث إن أنظمة الـ CAD (مثل برنامج AutoCAD, Micro Station) لها قدرة عالية في رسم و تصميم المخططات سواء كانت من بعدين 2D أو منظور ثلاثي الأبعاد 3D ولكن ليس هناك القدرة الكافية لربط لهذه المعلومات المكانية بمعلومات وصفية أو حتى قدرة تحليلية للمعلومات الوصفية والمكانية. و لكن أنظمة الـ CAD تعتبر وسيلة مهمة لإدخال وإعداد الرسومات لأنظمة الـ GIS.

كما قد يخلط البعض بين الخرائط الرقمية أو التقليدية (Digital Maps) وأنظمة المعلومات الجغرافية GIS، فيمكن تعريف الخرائط بأنها طريقة لتمييز وتمثيل جغرافي لأي معلم على الأرض وعلاقته بالمعالم الأخرى ويكون هذا التمثيل إما بنقطة أو خط أو مساحة،والخريطة طريقة لتبسيط العالم الحقيقي. وهذا يعني افتقار الخرائط إلى قواعد المعلومات الوصفية المصاحبة للمعالم المرسومة أو الممثلة على الخريطة.

ويمكن تلخيص أهم الفروق بين أنظمة إدارة المعلومات (Management Information System = MIS) أو قواعد البيانات (Data Base)، و نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System = GIS) و أنظمة الرسم بالحاسب الآلي (Computer Aided Design = CAD) والخرائط في (الجدول 1 -1):

جدول (1 -1): نظم المعلومات الجغرافية والنظم الأخرى.

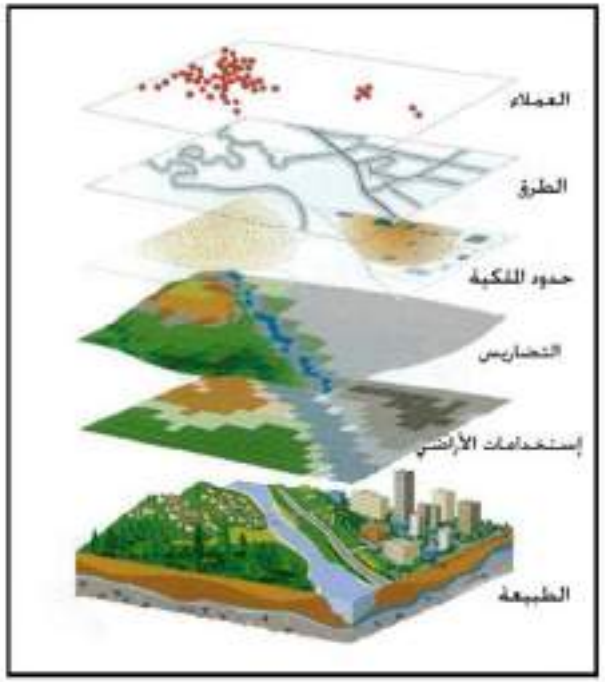
الخاصية	نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS)	نظم إدارة المعلومات Management Information System (MIS)	الخرائط Maps	أنظمة معالجة الصور Image Processing (IP)	أنظمة الرسم بالحاسب الآلي Computer Aided Design (CAD)
الوجود مند زمن	=	✓	✓	=	=
يهتم بالموقع المكاني للمعالم	✓	X	✓	✓	✓
يهتم بالمعلومة الوصفية والبيانات العامة	✓	✓	X	X	=
قوة تحليلية مكانية عالية Topology	✓	X	X	X	=
قدرة عالية على عمليات الرسم والتحرير	=	X	X	X	✓
ربط للعالم بالمرجع الجيوديسي الوطني أو العالمي	✓	X	✓	✓	=
قدرة على التعامل مع المعلومات الحقلية Vector Data	✓	X	✓	=	✓
قدرة على التعامل مع المعلومات المساحية Raster Data	=	X	✓	✓	X
تخزين المعلومات في طبقات Layers	✓	X	=	✓	✓
مثال لأحد البرامج الموجودة حاليا	ESRI – ArcGIS®	Oracle® DB	Atlas®	ERDAS®	AutoCAD®

المفتاح: ✓ - نعم X - لا = - متوسط

1 -3 مفهوم نظم المعلومات الجغرافية :

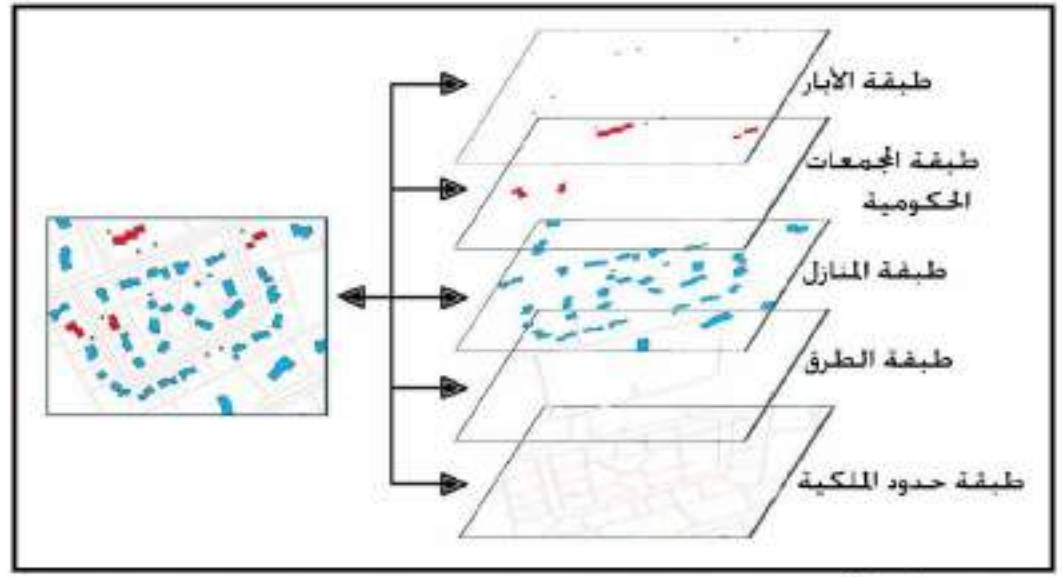
إن المفهوم الأساسي لنظم المعلومات الجغرافية هو الوصول إلى الحلول والقرارات السديدة المبنية على معالجة وتحليل المعطيات والمعلومات مختلفة الأنواع بعد ربطها بموقعها الجغرافي، بحيث تتميز أنظمة المعلومات الجغرافية عن باقي أنظمة المعلومات بقوة تحليلها للمعلومات المرتبطة بموقعها الجغرافي الصحيح والعلاقات المكانية بين المعلومات.

حيث تبرز قوة التحليل في أنظمة المعلومات الجغرافية في تخزين البيانات في أكثر من طبقة (Layer) واحدة، وتستخدم بعض البرامج مصطلح (Theme) أي موضوع بدلاً من طبقة، وكذلك تسمى مستوى (Level) وغطاء (Coverage)، ولكن سوف نستخدم المسمى الأكثر انتشار وهو طبقة. بحيث تكون كل طبقة تحتوي على معالم لها التصنيف نفسه، وذلك للتغلب على المشاكل التقنية الناجمة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة، حيث تعطي قدرة تحليلية أفضل. وذلك لأن التغلب على مشكلة في طبقة الطرق، مثلاً، أفضل من معالجتها في كامل النظام، بإضافة لربط هذه الطبقات بجداول أو معلومات غير مكانية (Non-spatial) مرتبطة بنفس المعلم، وتعتبر هذه السمة أساسية في نظام المعلومات الجغرافية (شكل 1 -1).



شكل (1 -1): السمة الأساسية في نظم المعلومات الجغرافية وتخزين المعلومات في طبقات.

ومثال ذلك يتألف مشروع نظام المعلومات الجغرافية لقرية من عدة طبقات، تشمل أولها طبقة حدود ملكية الأراضي الزراعية، وتُمثل هذه الطبقة بمجموعة من المضلعات المغلقة، لأن المضلعات هي الشكل الهندسي الأنسب لتمثيلها، بينما تخصّص الطبقة الثانية لبيوت القرية، والثالثة للمراكز الحكومية كالمدارس والمستشفيات وتُمثل هاتان الطبقتان بمجموعة من المضلعات أيضاً. وتتضمن الطبقة الرابعة الآبار، وتُمثل بمجموعة من النقاط. في حين تضم الطبقة الأخيرة الطرق المارة في تلك القرية وتُمثل



شكل (1 -2): مثال توضيحي على تخزين الطبقات في نظم المعلومات الجغرافية.

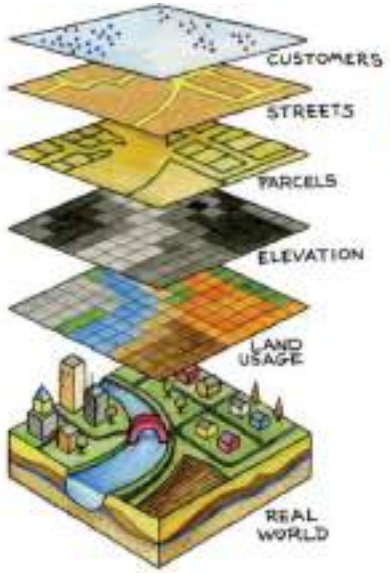
و يجمع نظام المعلومات الجغرافية تقنيات من علوم أخرى، حيث ورث عنها بعض وظائفها وخصائصها و تعتبر من مساعدات هذا النظام، و تساهم هذه العلوم في رفع كفاءة هذا النظام وتوفير المعلومات والتقنيات الضرورية. (الشكل 1 -3)

شكل (1 -3): العلاقة بين نظم المعلومات الجغرافية والعلوم الأخرى.

1 -4 تعريفات نظم المعلومات الجغرافية :

تتضارب المفاهيم والتفسيرات حول الأبعاد والمحاور التعريفية لنظم المعلومات الجغرافية، وذلك باختلاف المجالات والعلوم التطبيقية، التي يمكن أن يكون لها علاقة وظيفية أو تطبيقية مع تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية. وأيضا لاختلاف وجهات النظر حول تحديد وتصنيف الأهداف التطبيقية.

حيث إن البعض يعتقد أن سر أهمية نظم المعلومات الجغرافية يكمن في الإمكانات الإلكترونية للبرامج ومكونات الحاسب الآلي، والبعض الآخر يرى ذلك في البراعة التي تم التوصل إليها في أساليب معالجة البيانات،لذا فإن هناك تعاريف كثيرة، لكن نذكر بعضاً منها والتي تعتبر من تعريفات نظم المعلومات الجغرافية المشهورة و المتداولة عالميا:



GIS
geographic
information
system

تعريف "دويكر" DUEKER 1979 :

نظم المعلومات الجغرافية هي حالة خاصة من نظم المعلومات والتي تحتوي على قواعد معلومات تعتمد على دراسة التوزيع المكاني للظاهرات والنشاطات والأهداف التي يمكن تحديدها في المحيط المكاني كالنقط أو الخطوط أو المساحات، حيث يقوم نظام المعلومات الجغرافي بمعالجة المعلومات المرتبطة بتلك النقط أو الخطوط أو المساحات لجعل البيانات جاهزة لاسترجاعها لإجراء تحليلها أو الاستفسار عن بيانات من خلالها.

تعريف "سميث" SMITH 1987 :

نظام المعلومات الجغرافي هو نظام قاعدة المعلومات والذي يحتوي على معلومات مكانية مرتبة بالإضافة إلى احتوائه على مجموعة من العمليات التي تقوم بالإجابة على استفسارات حول ظاهرة مكانية من قواعد المعلومات.

تعريف "باركر" PARKER 1988 :

نظم المعلومات الجغرافية هو نظام تكنولوجي للمعلومات والذي يقوم بتخزين وتحليل وعرض كل المعلومات المكانية وغير المكانية.

تعريف "ديفن و فيلد" DEVINE & FIELD 1986:

نظم المعلومات الجغرافية هي نمط من الـ MIS نظم إدارة المعلومات والتي تتيح عرض خرائط المعلومات عامة.

تعريف " كوين" COWEN 1988:

نظم المعلومات الجغرافية هي نظم دعم القرار وذلك بواسطة دمج المعلومات المكانية لخدمة حل القضايا البيئية.

تعريف "بورو" عام 1986م:

نظام المعلومات الجغرافي عبارة عن مجموعة منظمة مرتبة من أجهزة الحاسب الآلي والبرامج والمعلومات الجغرافية والطاقم البشري المدرب صممت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين واستدعاء ومعالجة وتحديث وتحليل وعرض جميع المعلومات الجغرافية المرتبطة بالشبكة الوطنية الجيودسية المترية (المكانية) منها والوصفية.

1 -5 لمحة تاريخية عن نظم المعلومات الجغرافية :

نظم المعلومات الجغرافية مثل العلوم الأخرى بمراحل تطور إلى يومنا هذا، ومازال يتطور وتزداد أهميته مع زيادة إمكاناته وسهولة الحصول على المعلومات من مخرجاته.

حيث نجد أن الكثيرين يرون أن ميلاد هذه النظم يتفق مع ظهور النظام الكندي في عام 1964م الذي يعد أو نظام متكامل في مجال نظم المعلومات الجغرافية، حيث أجريت عملية ترقيم الخرائط وربطها بمعومات وصفية على شكل قوائم واعتماد نظام إحداثي لربط اللوحات ببعضها، وقد احتوى النظام على سبع طبقات خاصة بالزراعة والتربة والثروة الحيوانية واستخدامات الأراضي. ثم ساهم المهندس المعماري الأمريكي "هوارد فيشر" في نهاية عام 1964 في جامعة "هارفرد" من إنتاج النسخة الأولى من برنامج (SYMAP) لإنتاج خرائط بواسطة الحاسب الآلي، و ساهم معمل جامعة "هارفرد" في تدريب العديد من الطلاب المهتمين بنظم المعلومات الجغرافية.

وفي السبعينات من هذا القرن زاد اهتمام الحكومات بنظم المعلومات الجغرافية والاستفادة من هذه التكنولوجيا في مجال دراسات الثروات الطبيعية وحماية البيئة البرية والبحرية والتي تعتمد على معالجة بيانات متعددة متشابكة، و في عام 1970 عقد أول مؤتمر في نظم المعلومات الجغرافية بتنظيم من الاتحاد الدولي للجغرافيين وبدعم من اليونسكو، و بدأت العديد من الجامعات بتنظيم محاضرات وتقديم مقررات في نظم المعلومات الجغرافية مما ساعد على زيادة القاعدة الأساسية لنجاح انتشار نظم المعلومات الجغرافية والمتمثلة في تأهيل الأفراد والكوادر البشرية. ثم بدء عدد من الشركات التجارية الخاصة بتطوير برامج خاصة بها لنظم المعومات الجغرافية والرسم بالحاسب الآلي ومعالجة الصور. وأدى

دخول الشركات الخاصة في تطوير البرامج والنظم إلى وجود نظم ضخمة ومتعددة الوظائف واحتوائها على عدد كبير من العمليات التحليلية.

وفي الثمانينات أدى التطور السريع الذي شهدته أجهزة ومكونات الحاسب الآلي والمتمثلة في سرعة معالجة البيانات وتعدد إمكانات التخزين والتقدم في أجهزة الإدخال والإخراج والعرض وانخفاض أسعار الأجهزة وظهور برامج و نظم متكاملة تحتوي على وظائف عديدة في مجال نظم المعلومات الجغرافية أدى ذلك كله إلى أن يطلق على هذه الفترة بأنها فترة بداية الثورة المعلوماتية لنظم المعلومات الجغرافية.

وفي التسعينات زاد الاهتمام بتدريس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات والمعاهد العلمية، وزادت قدرة الأجهزة والبرامج، وظهور طرق تحديد المواقع بالأقمار الصناعية عن طريق GPS، كما ساعد وجود صور الأقمار الصناعية وتوفرها بأسعار مناسبة إلى توفر معلومات كثيرة و غزيرة عن سطح الأرض. ومع دخول القرن 21 تتطور المستشعرات الموجودة على الأقمار الصناعية مما أدى إلى توفر معلومات تفصيلية وبدقة ممتازة و بسرعة عالية. وتوج ذلك التقدم الملحوظ في نشر هذه المعلومات عن طريق الإنترنت للجمهور للاستفادة من مخرجات نظم المعلومات الجغرافية.

المحاضرة الثالثة

1 -6 مميزات نظم المعلومات الجغرافية :

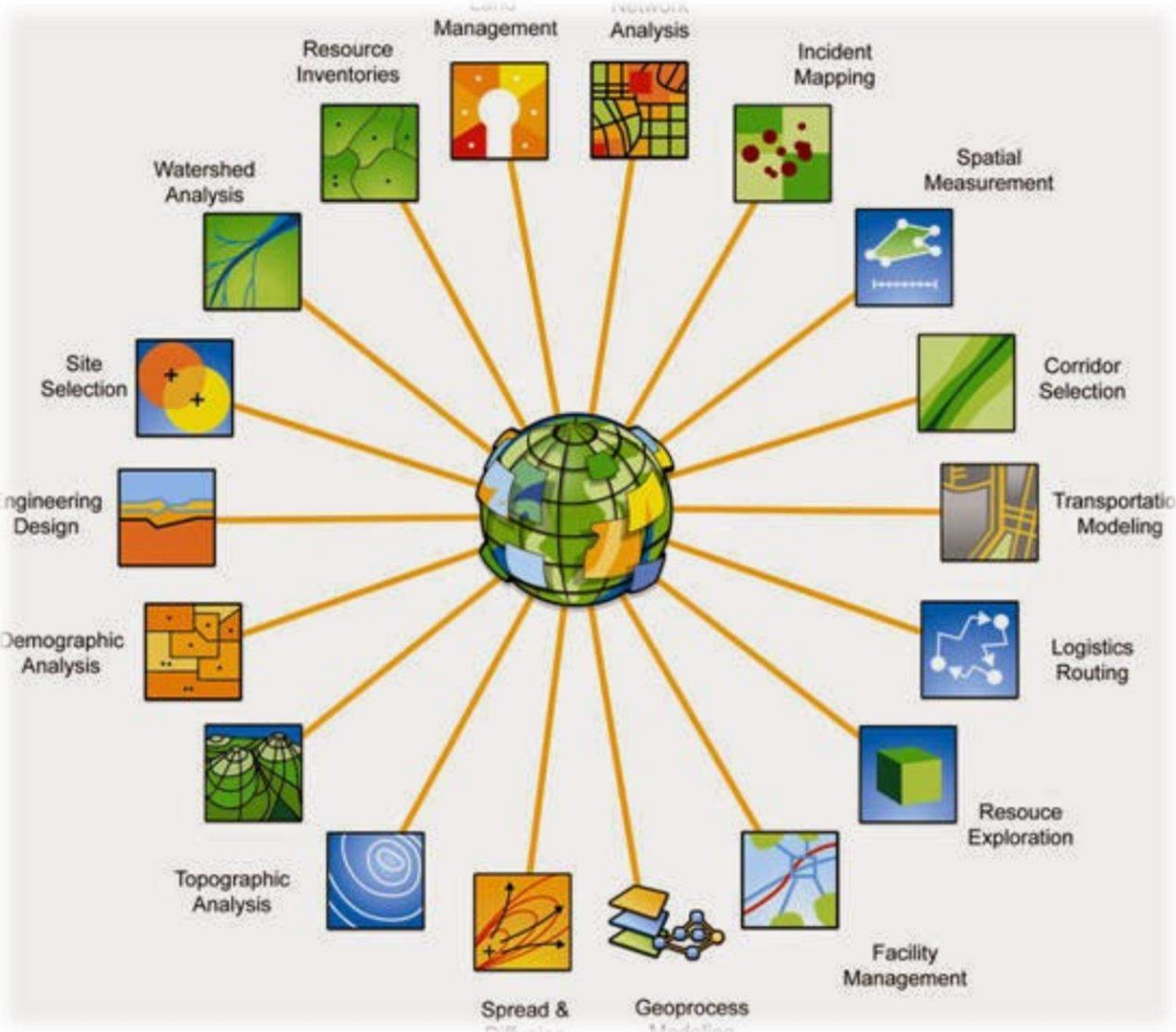
نظم المعلومات الجغرافية لها عدة مميزات ترتبط باستخدامات هذا النظام و المعلومات المدخلة فيه وبالتالي المخرجات، ونذكر هنا بعض هذه المميزات:

- تساعد في تخطيط المشاريع الجديدة والتوسعية.
- تساعد على السرعة في الوصول إلى كمية كبيرة من المعلومات بفاعلية عالية.
- تساعد على اتخاذ أفضل قرار في أسرع وقت.
- تساعد في نشر المعلومات لقاعد أكبر من المستفيدين.
- دمج المعلومات المكانية والمعلومات الوصفية في قاعدة معلومات واحدة.
- توثيق وتأكيد البيانات والمعلومات بمواصفات موحدة.
- التنسيق بين المعومات والجهات ذات العلاقة قبل اتخاذ القرار.
- القدرة التحليلية المكانية العالية.
- القدرة على الإجابة على الاستعلامات والاستفسارات الخاصة بالمكان أو المعلومة الوصفية.
- القدرة على التمثيل المرئي للمعومات المكانية.
- التمثل (محاكاة -Simulation) للاقتراحات الجديدة والمشاريع التخطيطية ودراسة النتائج قبل التطبيق الفعلي على أرض الواقع.

1 -7 بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية :

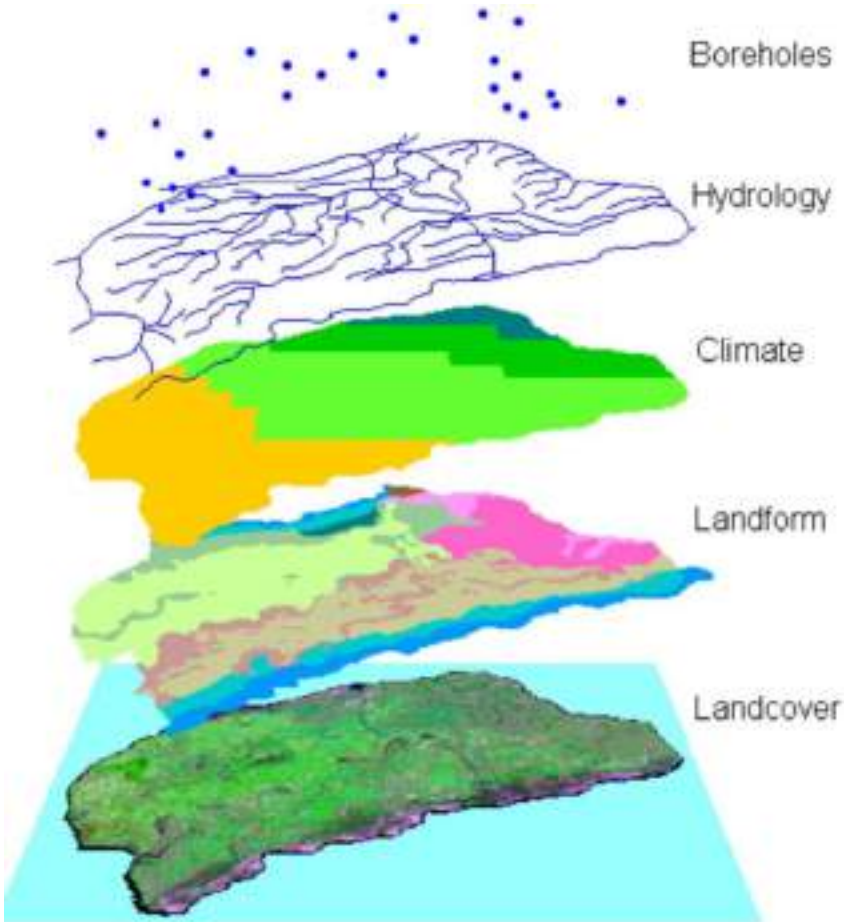
إن لنظم المعلومات الجغرافية تطبيقات في مجالات عديدة لا يمكن حصرها ، وكل مجال من مجالات الحياة يمكن أن يساهم في بناء نظام متكامل من نظم المعلومات الجغرافية ومن ثم يستفاد من مخرجاته و تحليلاته. فقد عرضت وزارة البيئة البريطانية عام 1978م في تقرير لها ، بيانا تفصيلياً حول مالا يقل عن ستة عشر مجالا كبيرا يمكن أن تستعمل فيها أنظمة المعلومات الجغرافية: وهذه تشمل استخدامات الأرض، وإدارة المصادر الطبيعية والمرافق العامة ، والخدمات، والتي تشمل البنية التحتية (الكهرباء -والغاز -والهاتف -والماء)، وإدارة الشبكات بصفة عامة ، أو تسجيل الممتلكات، والتطوير العقاري، وتحليل السوق، وموقع الأعمال التجارية والأنشطة الإستراتجية ، وأعمال التعدين ، وسياسات التطوير ، والتنمية الإقليمية ، بالإضافة إلى الأغراض التعليمية. ولهذا فإن من غير الممكن حتى محاولة حصر تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ،ولكن تم تصنيف تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ألى أقسام:

- تطبيقات حكومية:
  - الخرائط الطبوغرافية.
  - نماذج وأنماط تمثيل الشبكات (طرق برية، وطرق بحرية، وطرق جوية).
  - تقييم ومراقبة حماية البيئة.
  - أنظمة الملاحة العالمية.
  - تقييم ومراقبة ثروات المناجم والتعدين.
  - الخرائط الموضوعية.
  - المصادر المائية (اكتشافها، وتخطيطها، وإدارتها).
  - المناورات العسكرية للرادارات والطائرات.
  - إنتاج وتحديث ونشر خرائط الأساس.
- تطبيقات خدمية:
  - تطبيقات الكهرباء وشبكاتها.
  - تطبيقات شبكات الغاز والوقود البترولي.
  - تطبيقات شبكات المياه.
  - تطبيقات الصرف الصحي.
  - تطبيقات الهاتف وخدماته.



- تطبيق خاص بالغابات.
- تطبيقات المواصلات.

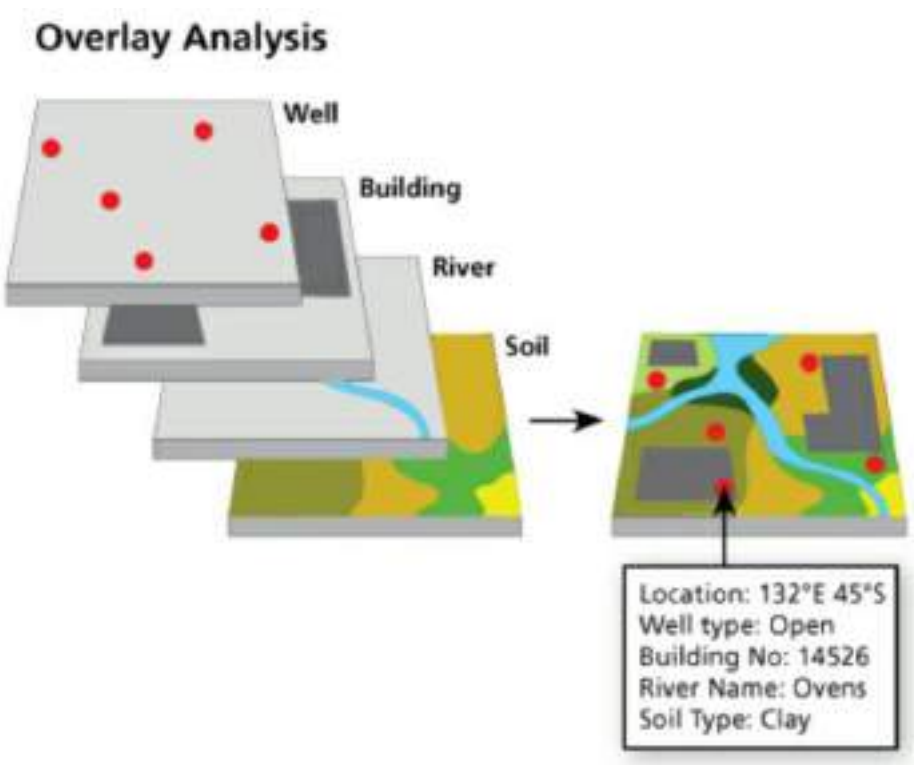
- تطبيقات الصناعات الأهلية الخاصة:
  - تطبيقات شركات الزيت.
  - تطبيقات التسويق والبيع.
  - تطبيقات المخططات العقارية.



والآن نذكر بعض الأمثلة على تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية:

- تطبيقات المواصلات وسكك الحديد والنقل العام، مثل اختيار المسار المناسب لخطوط النقل العام بناء على الكثافة السكانية ومراكز تجمع النشاطات الحيوية، وكذلك في اختيار أفضل مسار للخطوط الجديدة من طرق وسكك حديد لتقليل كلفة نزع الملكية.
- تطبيقات تسجيل الأراضي والملكيات، مثل التسجيل العيني للأراضي، وفرض الضرائب عليها بقدر مساحتها.
- التطبيقات البيئية وحماية الحياة الفطرية، مثل تحديد نوع الحياة الفطرية في المنطقة والعناية اللازمة لها.
- تطبيقات الغابات ودراسة حرائق الغابات، مثل تحديد مناطق الحرائق المحتملة على دراسة السنوات

- تطبيقات الغابات ودراسة حرائق الغابات، مثل تحديد مناطق الحرائق المحتملة على دراسة السنوات الماضية ودرجة الحرارة ونوعية الأشجار وغيرها.
- تطبيقات التلوث المائي وتأثيره على الحياة البرية، مثل تلوث الخليج العربي بالنفط وتأثيره على الحيوانات في المنطقة.
- تطبيقات التنبؤ بالتغيرات فيما يتعلق بالاحتياجات الإسكانية، مثل تقدير عدد الوحدات السكنية المطلوبة ونوعيتها وأفضل مكان لها.
- تطبيقات على الاحتياجات التعليمية، مثل موقع المدارس، وحجم ومواصفات تلك المدارس بناء على نوعية وكثافة السكان في المنطقة.
- تطبيقات الاتصالات والهاتف والجوال، مثل تحديد نطاق المقسمات وحدود الخدمات، وأيضا تحديد أفضل مكان لأبراج الاتصالات المتنقلة (الجوال) وأماكن الكثافة في الاستخدام وسعة الأبراج.



- التطبيقات الأمنية، مثل تحديد مناطق الجريمة ومحل اهتمام أنظار الشرطة ودورياتها وتكثيف النشاط الأمني في المنطقة.
- تطبيقات مكافحة الحريق، مثل تحديد مواقع محطات الإطفاء وتوزيعها داخل المدينة لسهولة الوصول إلى مكان فيها بأسرع وقت، وأيضا توزيع محطات ضخ المياه لإطفاء الحريق، وأماكن الحرائق المتكررة مثل المستودعات.
- تطبيقات الإسعاف ونقل المصابين، مثل تحديد أقرب طريق لمراكز الرعاية الطبية.
- التطبيقات الصحية، مثل اختيار المكان المناسب للمصحات والمستشفيات والمستوصفات والمراكز الصحية بحيث توزع على حسب (مثلا) الكثافة السكانية.
- تطبيقات في المرور وحركة المركبات، مثل تحديد مناطق عنق الزجاج والازدحامات المرورية توفير البدائل الفورية لها.
- تطبيقات الدراسة والسيطرة على الكوارث الطبيعية، مثل تحديد المناطق المهددة بالفيضان و تجهيز اللازم للمنطقة.
- التطبيقات الاقتصادية، مثل تحديد أماكن الفرص التجارية ودراسة الجدوى لها.
- تطبيقات مصادر الطاقة والكهرباء، مثل تحديد مسار خطوط الضغط العالي لتفادي (مثلا) المجمعات السكنية ذات الكثافة العالية.
- تطبيقات خدمات المياه، مثل معرفة الحاجة لتوفر المياه لمنطقة ما، وأيضا دراسة مناطق المياه الجوفية
- التطبيقات الاجتماعية، مثل التعرف على مناطق الحرمان الاجتماعي وإبراز إشكالياتها.
- التطبيقات السياحية والترفيهية، مثل اختيار الموقع المناسب للمناطق الترفيهية والحدائق، واستغلال المناطق الطبيعية واستثمارها سياحيا وترفيهيا.

المحاضرة الرابعة

مركبات أنظمة المعلومات الجغرافية

مركبات أنظمة المعلومات الجغرافية

2 -1 المركبات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية :

يتكون أي نظام معلومات جغرافي من مركبات أساسية، وهذه المركبات يمكن أن نستنتجها من تعريف "بورو" الذي نصه: "نظام المعلومات الجغرافي عبارة عن مجموعة منظمة ومرتبة من أجهزة الحاسب الآلي، والبرامج، والمعلومات الجغرافية، والطاقم البشري المدرب، صممت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين واستدعاء ومعالجة وتحديث وتحليل وعرض جميع المعلومات الجغرافية المرتبطة بالشبكة الوطنية الجيودسية المترية المكانية منها والوصفية". و بتلخيص التعريف السابق يتضح لنا أن المركبات الأساسية هي

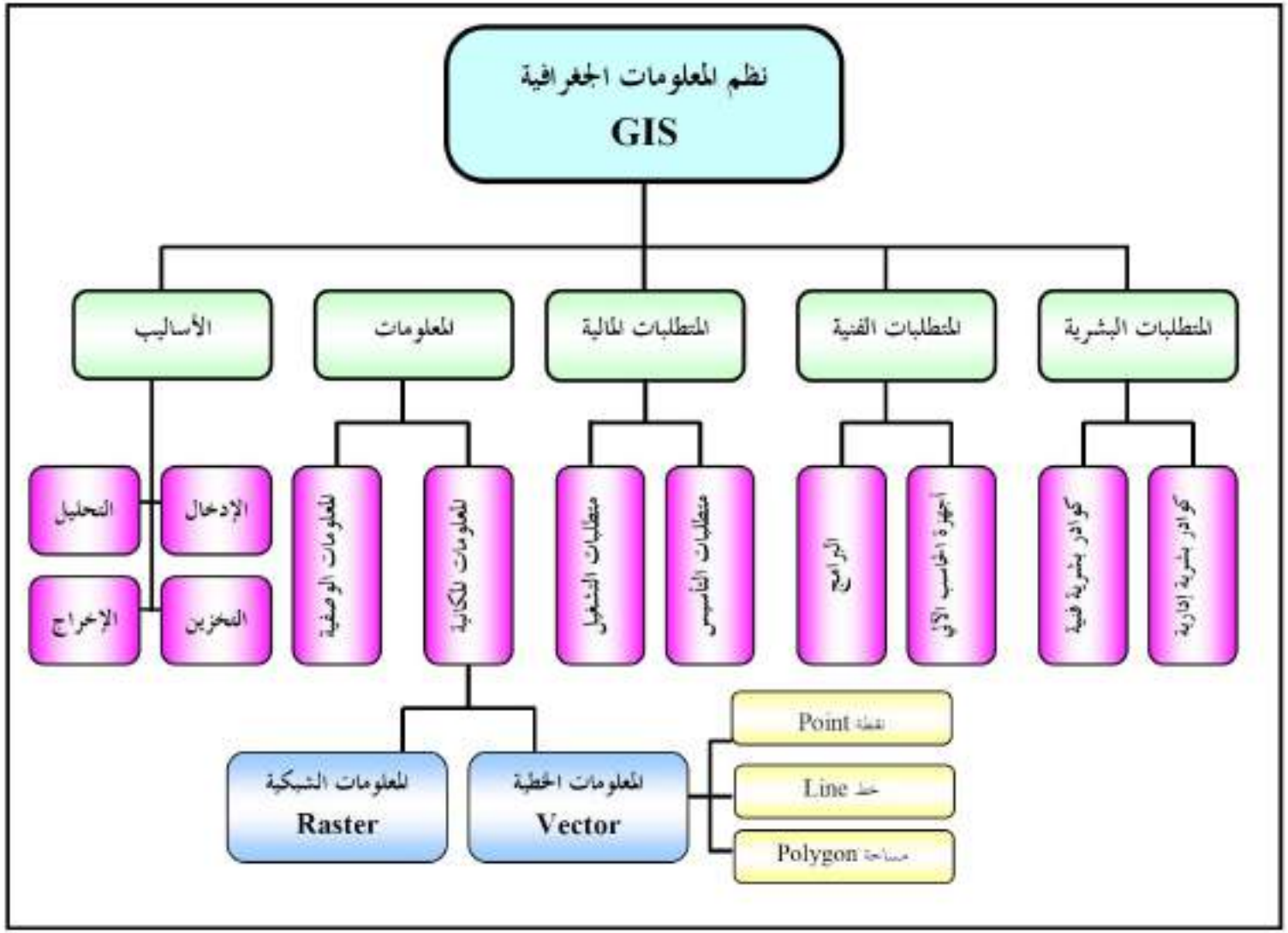
1. أجهزة الحاسب الآلي (Hardware).
2. برامج الحاسب الآلي (Software).
3. المعلومات (Data).
4. الطاقم البشري المدرب (People – Human Resources).
5. أساليب التشغيل – الإدارة (Method and operating practices).

المركبات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية

ويمكن صياغة مكونات أنظمة المعلومات الجغرافية بصياغة أخرى تعتمد على خمسة متطلبات أساسية وهي

1. المعلومات (Information).
2. المتطلبات المادية (Funds).
3. المتطلبات الفنية (Hardware and Software).
4. المتطلبات البشرية (People).
5. أساليب التشغيل (Method).

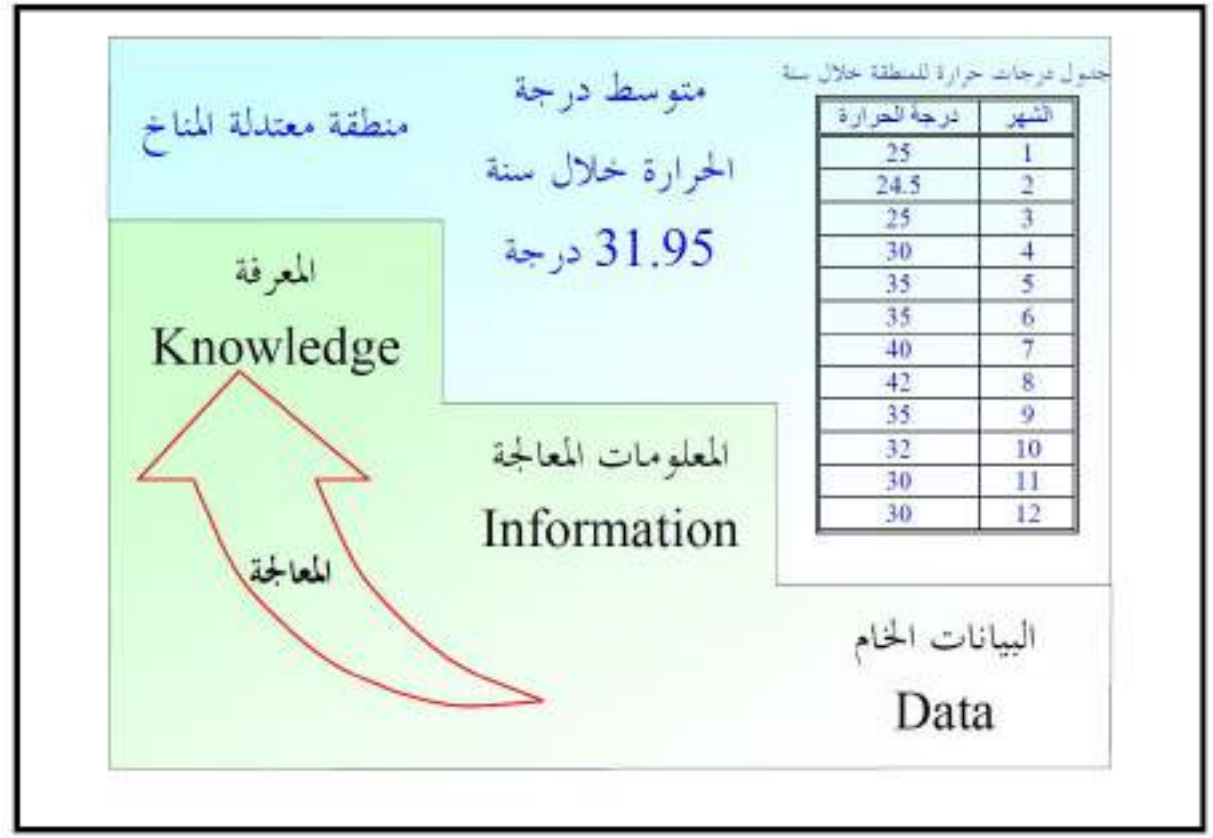
المتطلبات الاساسية لنظم المعلومات الجغرافية.



ونلحظ أن هناك عنصراً جديداً الم يذكر في تعريف "بورو" وهو المتطلبات المالية، والتي هي من المتطلبات الأساسية لأي مشروع. وسوف نتطرق الآن إلى كل متطلب من المتطلبات السابقة بشيء من التفصيل.

2- 2 المعلومات (Information):

يستخدم لفظ البيانات (Data) والمعلومات (Information) بشكل تبادلي في كثير من الأحيان، ولكن هنالك فرق هام بينهما تقنيا، فالبيانات هي حقائق أو قياسات للحقائق، وهي بشكلها لا تعطي معنى محددا دون معالجة، أما المعلومات فيمكن اعتبارها المعاني المستنتجة من البيانات، ثم أن هنالك المعرفة (Knowledge) وهي تؤخذ من المعلومات المستنتجة. ولتوضيح الفرق بينهما، نفرض أننا أجرينا قياس درجة حرارة لمنطقة ما لمدة سنة، فهذه نسميها بيانات أو حقائق قيست من الواقع، وبمعالجة هذه البيانات مثلا حساب المتوسط لها نوجد المعلومة أن متوسط درجة حرارة المنطقة خلال سنة تساوي 31.95 درجة مئوية، ومن هذه المعلومة نستنتج أن المنطقة ذات مناخ معتدل وهذه هي المعرفة المرجوة من هذه البيانات والمعلومات ونلخص ذلك بالقول بأن البيانات يتم تجميعها ثم تعالج للحصول على معلومات، ثم تستنتج منها المعرفة. وعلينا اعتبار أي نظام معلومات جغرافي بأنه نظام يتيح استخلاص المعلومات بالاستناد بشكل أساسي على البيانات وسوف نتطرق لمعلومات في أنظمة المعلومات الجغرافية بشيء من التفصيل في الوحدة الثالثة إن شاء الله.

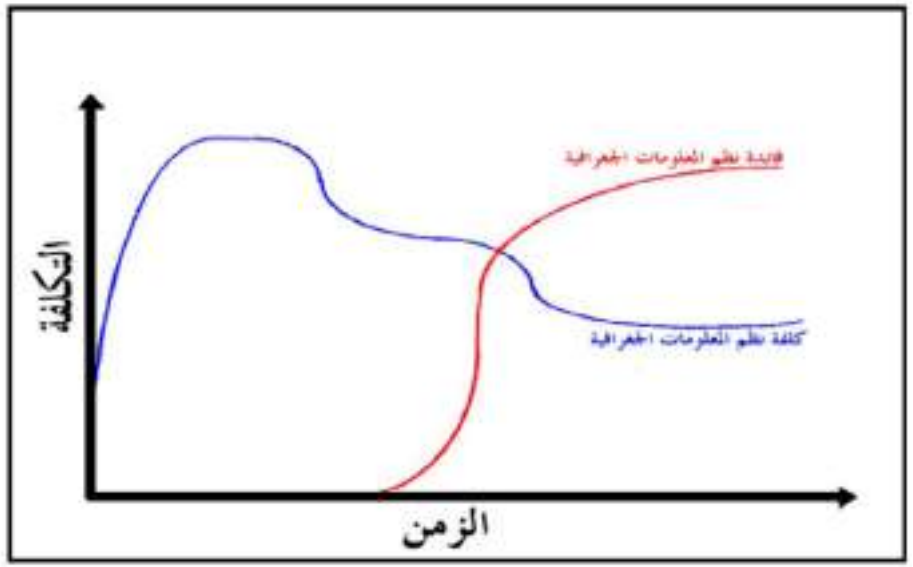


مثال على المعرفة والمعلومات الناتجة من معالجة البيانات.

2 -3 المتطلبات المالية (Funds):

يعتبر ضمان استمرارية الدعم المالي نجاحا لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية. وأثناء فترة التشغيل والتطبيق يكون الدعم أقل من الدعم المطلوب قبل الشراء حيث إن الصيانة والتطوير تكون تكلفتها بسيطة جدا لكنها مهمة جداً. ولذا فإن المتطلبات المالية لنظم المعلومات الجغرافية يمكن تقسيمها إلى: تكلفة إنشاء وتأسيس وتكلفة تشغيل، وتكلفة إنشاء نظام معلومات جغرافي في البداية عالية مقارنة بالعوائد المادية أو الفوائد المرجوة منه، ولكن فوائد نظم المعلومات الجغرافية مع الوقت تزيد بحيث تغطي تكاليف الإنشاء الأولية وكلفة تشغيله أيضا وهناك عوامل تؤثر في تكلفة إنشاء نظام معلومات جغرافية متكامل، ويختلف تأثير هذه العوامل في رفع أو خفض تكلفة النظام، وعلى سبيل المثال فإن التكلفة تتضاعف بشكل كبير كلما زادت دقة البيانات المطلوبة ومن أهم العوامل التي تؤثر على تكلفة إنشاء نظام معلومات جغرافي هي:

- الغاية من إنشاء قاعدة المعلومات.
- مستوى الدقة المطلوبة للبيانات.
- المعلومات والبيانات المطلوب جمعها.
- توفر مصادر المعلومات.
- تحويل المعلومات و تخزينها أثناء الجمع.
- الكفاءات البشرية اللازمة لتشغيل هذه الأنظمة.



فائدة نظم المعلومات الجغرافية مع الزمن

المحاضرة الخامسة

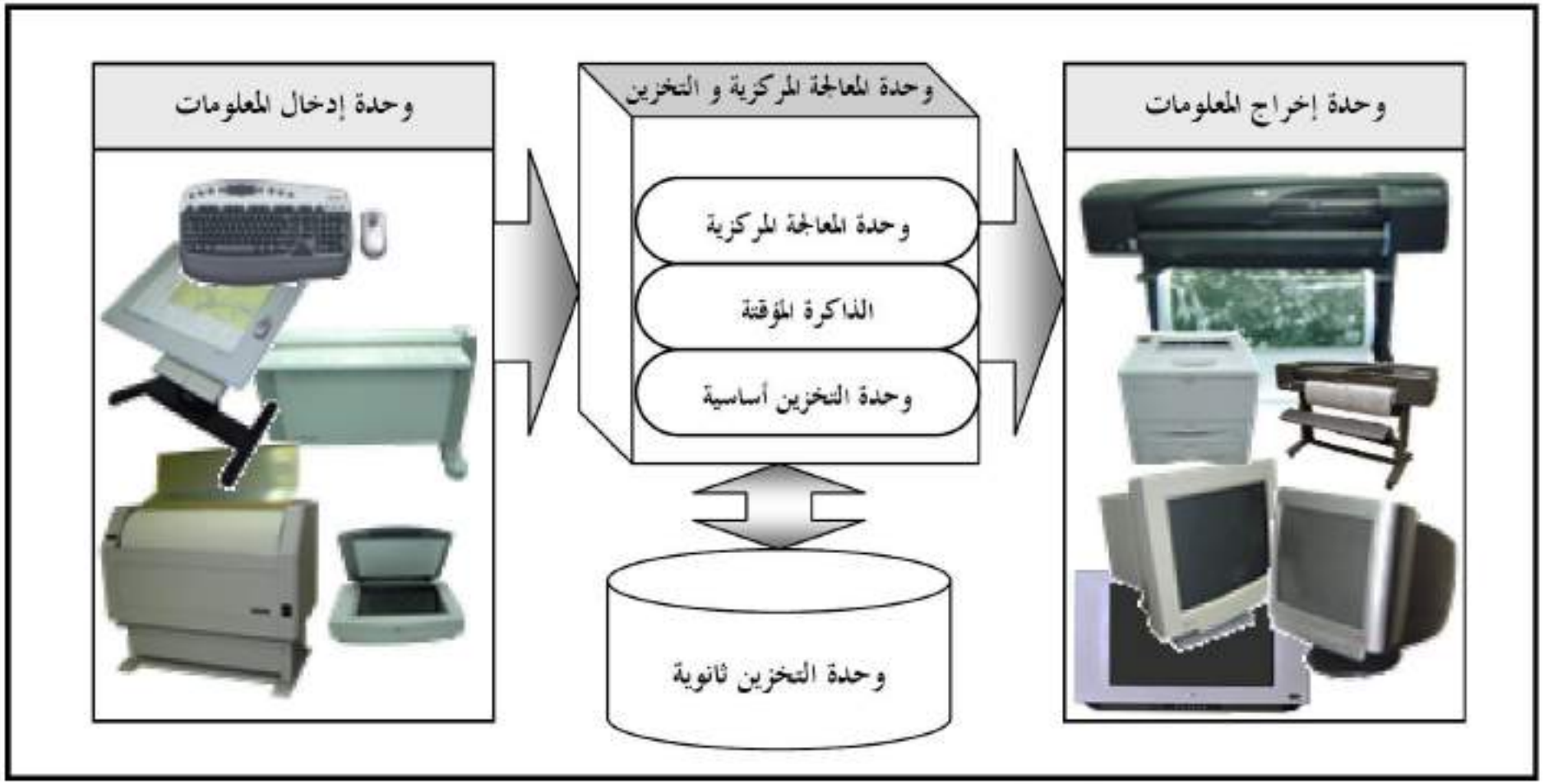
2 -4 المتطلبات الفنية (Hardware and Software):

عرف بعض المتخصصين بأن نظم المعلومات الجغرافية عبارة عن نظام معتمد على الحاسب الآلي والذي يمكن له أن يتعامل عمليا مع أي نوع من المعلومات التي يمكن ربطها مع الموقع الجغرافي لمعلم نفسه. ومن لهذا التعريف يتضح أن أجهزة الحاسب الآلي و برامج التشغيل هي من أهم عناصر نظم المعلومات الجغرافية. لأن الفكرة الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية هي تخزين المعلومات آليا لسهولة تحليلها وعمل الاستعلامات و الاستفسارات عليها وأيضا لتسهيل الوصول لها. ويمكن أن نقسم المتطلبات الفنية إلى قسمين أساسيين وهما: مكونات الحاسب الآلي الحسية أو ما يعرف بالأجهزة (Hardware)، و البرامج (Software) لتسهيل الفهم، وسوف نتطرق إلى كل قسم بشيء من التفصيل.

2 -4 -1 الأجهزة (Hardware):

لفظ الأجهزة (Hardware) هي مسمى للمكونات المادية لنظام الحاسب الآلي، أي كل ما يرى ويلمس وتشمل جهاز الحاسب والأجهزة المساعدة، و أجهزة الحاسب الآلي تختلف باختلاف قدراتها وإمكاناتها وبحيث تتراوح بين الأجهزة الشخصية (PC's) ومحطات العمل (Workstation)، ولكن كل منها يتكون من المركبات الأساسية و هي (شكل 2 -6):

1. وحدة إدخال المعلومات (Data Input Unit).
2. وحدة المعالجة المركزية والتخزين (Central Processing Unit and Storage - CPU).
3. وحدة إخراج المعلومات (Data Output Unit).



المكونات الأساسية لأجهزة الحاسب الآلي.

وتحديد المواصفات المناسبة للأجهزة يعتمد على التطبيقات والمهام المراد تنفيذها على نظم المعلومات الجغرافية، فعل سبيل المثال فإن مصادر المعلومات المتاحة لنظام تحدد نوع وإمكانيات أجهزة الإدخال مثل (ماسحات ضوئية، وطاولات ترقيم، وغيرها).

2 -4 -1 -1 وحدة المعالجة المركزية والتخزين (CPU & Storage):

تعتبر هذه الوحدة بمثابة المخ والعقل المدبر للحاسب الآلي، وهي المسؤولة عن إجراء كافة العمليات المنطقية والحسابية والتحكم في الوحدات الأخرى من حيث استقبال وإرسال البيانات منها وإليها. وتتكون هذه الوحدة من أجزاء رئيسة من أهمها: (المعالج CPU، والذاكرة بنوعيها RAM & ROM، ووحدة التخزين الرئيسة Main HD، ووحدة التحكم Control Unit). ومن العناصر الهامة أيضا في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية هي وحدة التخزين الثانوية، وذلك لكثافة المعلومات المراد تخزينها في نظم المعلومات الجغرافية، فيتم تخزين البرامج على وحدة التخزين الأساسية والمعلومات على وحدة التخزين الثانوية لزيادة قدرة الجهاز في الأداء، وحفاظا على المعلومات من التلف. وكذلك من العناصر المهمة في الأجهزة المعدة لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية هي محول عرض الرسومات

(Graphic Cards) بحيث يكون ذا نوعية جيدة لإظهار الصور في الشاشة مع استيعاب دقة تفاصيل المعالم وكذلك تراعى كفاءة تحميل تفاصيل المعالم أثناء العمل.

2 -4 -1 -2 وحدة إدخال المعلومات (Data Input Unit):

وحدة إدخال المعلومات هي الأجهزة التي لها اتصال مباشر مع المستخدم، وتمثل وحدة الإدخال حلقة ربط بين المستخدم والحاسب الآلي، حيث يقوم المستخدم بإدخال برامجه وبياناته وتقوم هذه الوحدة بتحويل الأرقام والحروف والرموز إلى ما يناظرها من الأكواد وفقا لنظام التكويد المستخدم ويم إرسالها إلى الذاكرة الرئيسة. ومن أهم وحدات الإدخال وأكثرها شيوعا (الفأرة Mouse، ولوحة المفاتيح Keyboard، والماسحات الضوئية Scanner، وطاولات الترقيم Digitizer).

ونوعية أجهزة الإدخال تعتمد على مصادر المعلومات المتاحة أو المستخدمة في نظام المعلومات الجغرافية، فمثلا يحتاج إدخال الخرائط الورقية وتحويلها إلى معلومات رقمية إلى ماسح ضوئي (Scanner) أو طاولة ترقيم (Digitizer). وسوف نتطرق بشيء من التفصيل إلى أهم الوسائل المستخدمة في إدخال المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية وهي:

أ) لوحة المفاتيح (**Keyboard**):

تعتبر لوحة المفاتيح من أهم وسائل إدخال المعلومات في أجهزة الحاسب الآلي، وتستخدم لوحة المفاتيح في إدخال أوامر التشغيل (مثل: فتح، ونسخ، وتشغيل، وغيرها) و المعلومات الوصفية أو البيانات النصية (مثل: أسم الشارع، وعرض الطريق، وغيرها)، وأيضا تستخدم في بعض التطبيقات كمفاتيح مختصرة (Shortcut Keys) لتسهل العمل (مثل: فتح = Ctrl+O، وحفظ = Ctrl+S، وغيرها)، كما يمكن تخصيص بعض المفاتيح لبعض الأعمال في تطبيقات خاصة (مثل: Ctrl+F12= فتح في برنامج Microsoft Word®، ومفتاح F1 لعرض صفحة المساعدة في أغلب تطبيقات Windows®).

ب) الفأرة (**Mouse**):

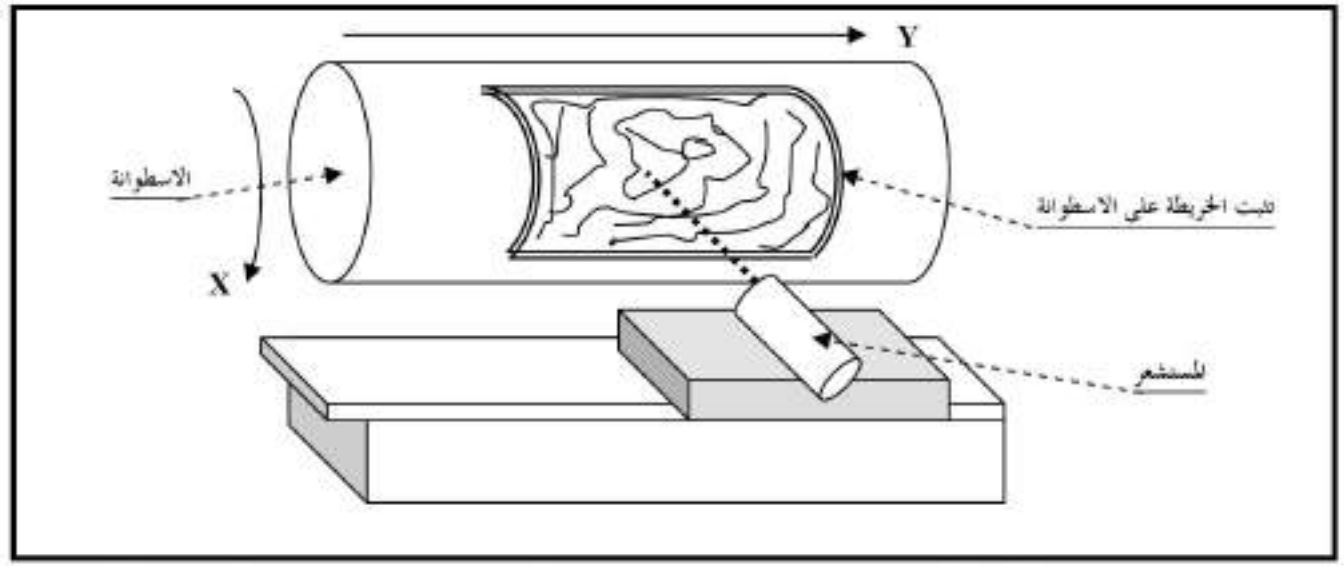
تعتبر الفأرة وسيلة سهلة للتعامل مع الحاسب آلي بشكل عام (مثل: اختيار أمر من قوائم الأوامر، أو تحديد ملف أو عدة ملفات في مجلد ما، وتستخدم الفأرة في تطبيقات الرسوم بشكل واسع، وتتطلب تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية استخدام الفأرة في عمليات

الرسم وتحديد المعالم على الخريطة الآلية على الشاشة، كما تستخدم الفأرة في عمليات الترقيم على الشاشة (Digitizing On Screen).

ت)الماسحات الضوئية (**Scanners**):

وهي أجهزة تستخدم لإدخال الخرائط والصور إلى الحاسب الآلي وتحويلها إلى معلومات شبكية (Raster Data)، ونشأت الحاجة للماسحات الضوئية عندما تتطلب الأمر إدخال صور و رسومات وخرائط بنفس هيئتها إلى الحاسب. وهناك أنواع كثيرة من الماسحات الضوئية (شكل 2 -7)، فمنها ما هو صغير و معد لاستخدامات البسيطة و غالبا ما يأتي مع الأجهزة الشخصية، ومنها ما هو آلي السحب حيث يقوم الماسح بسحب الخريطة بالتدريج (شكل 2 -7 -ب)، ومنا ما هو كبير ودقيق جدا وباهظ التكلفة (شكل 2 -7 -ج) ويسمى الماسح ذو الأسطوانة (Drum Scanner) بحيث تثبت الخريطة على الأسطوانة داخل الماسح ونشغل الجهاز وتدور الأسطوانة ويقوم المستشعر بتسجيل الانعكاس الضوئي من الخريطة ويحولها إلى صورة رقمية (شكل 2 -8). والفكرة الأساسية في الماسحات الضوئية هي تحويل الصور والخرائط الورقية (Hardcopy) إلى صيغ رقمية (Softcopy) التي يمكن تخزينها واستعمالها في التطبيقات الأخرى في الحاسب آلي، ومن العمليات المشهورة في نظم المعلومات الجغرافية هي عملية الترقيم على الشاشة (Digitizing On Screen) وهي عبارة عن عملية تحويل المعالم من الخرائط من الورق إلى نسخ رقمية أو معلومات شبكية (Raster Data) ثم تحويلها إلى معلومات خطية (Vector Data).

شكل (2 -7): بعض أنواع الماسحات الضوئية.

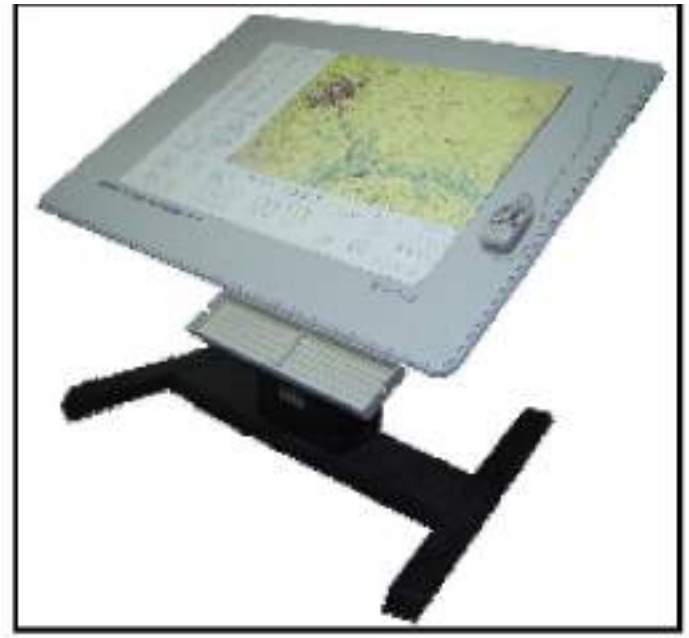


شكل (2 -8): طريقة عمل الماسح ذي الأسطوانة (Drum Scanner).

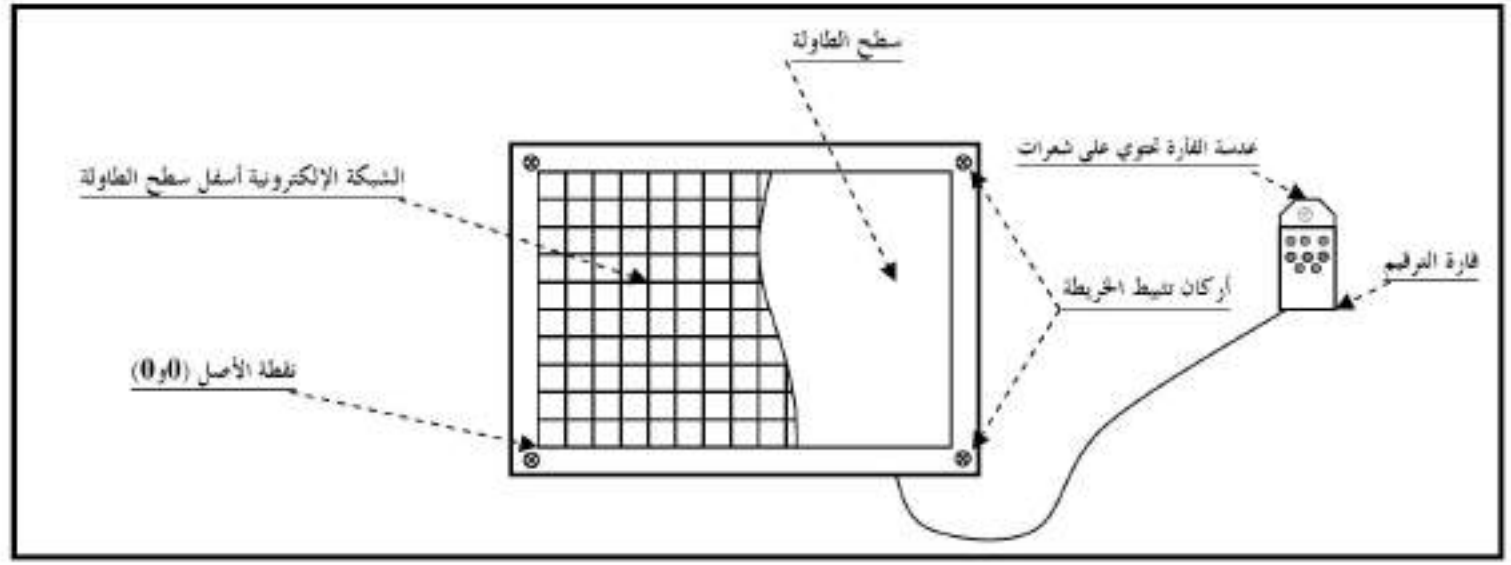
ث) طاولة الترقيم (**Digitizer**):

مرقم الخرائط هو عبارة عن لوحة تشبه لوحة الرسم العادية المستخدمة في الرسم اليدوي (شكل 2 -9)، ولكن هذه اللوحة تحتوي على شبكة إلكترونية أسفل سطح الطاولة بحيث تمثل شبكة إحداثيات سينية وصادية بالإضافة إلى فأرة بعدسة شفافة(شكل 2 - 10)، وتعتمد فكرة المرقم على قراءة موقع شعرات عدسة الفأرة على الشبكة الإلكترونية أسفل سطح المرقم (شكل 2 -11)، وتحويلها إلى إحداثيات سينية وصادية. ولكن في بداية عملية الترقيم لا بد أن تثبت الخريطة على الطاولة بشكل جيد و ثابت بحيث لا تتحرك أثناء عملية الترقيم للمحافظة على دقة الترقيم، ولكن يراعى استخدام شريط لاصق لا قوياً ولا يضر بالخريطة الورقية عند الانتهاء من العمل، وأيضا تحديد نقطة الأصل في بداية ترقيم كل خريطة. من ثم تمرر عدسة فأرة الترقيم على المعلم المراد ترقيمه وتسجل النقاط إما آليا بتحديد زمن معين أو مسافة معينة أو يدويا بالضغط على زر الإدخال بفأرة الترقيم. ويلاحظ عند ترقيم الخطوط أنه كلما زاد عدد النقاط المرقمة على الخطوط المنحنية كلما زادت دقة تمثيل هذه الخطوط.

وينتج عن عملية الإدخال إدخال معلومات خطية (نقطة، أوخط، أومساحة) تتكون من نقطة أو عدة نقاط التي تشكل نقطة أو خط أو مساحة وتعرف هذه العملية باسم الترقيم (Digitizing).



شكل (2 -9): طاولة ترقيم.



شكل (2 -10): رسم توضيحي لمكونات مرقم الخرائط.

شكل (2 -11): فأرة الترقيم متصلة بطاولة الترقيم.

2 -4 -1 -3 وحدة إخراج المعلومات (Data Output Unit):

وحدة الإخراج هي عبارة عن الأجهزة التي من خلالها نتمكن من إخراج المعلومات والنتائج من الحاسب الآلي، و هذه الأجهزة يرتبط بها مدى إمكانية الاستفادة من البيانات المخزنة في نظم المعلومات الجغرافية، فمن خلال الشاشات نستطيع أن نرى خرائط ونتائج البحث و الرسومات البيانية والإحصائية، وتتنوع أجهزة الإخراج بحسب حاجة نظم المعلومات الجغرافية ونوعية المخرجات المطلوبة، ومن أمثلة أجهزة الإخراج: شاشات العرض، والطابعات و الراسمات.

أ) شاشات العرض (Monitor or Display Screen):

الشاشة إحدى الوحدات الأساسية في الحاسبات الآلية، وهي تشبه التلفاز. ويقوم مستخدم الحاسب برؤية نتائج العمليات والتطبيقات والبيانات والتحاليل المدخلة سواء على شكل صور أو رسومات أو أشكال بيانية أو جداول على الشاشة مباشرة، ومن خلال رؤية النتائج يتخذ المستخدم للجهاز قراراً بحفظ النتائج أو استبدالها أو حذفها أو طباعتها. وهناك أنواع كثيرة من الشاشات تختلف في أحجامها ودقتها وتقنيتها، ولا بد أن تراعى في أجهزة نظم المعلومات الجغرافية دقة الشاشة وتبيان وسطوع الشاشة؛ لإظهار المعالم المعلومات بشكل واضح. وكذلك تراعى بطاقة محول العرض (VGA Card) بحيث تكون مناسبة من ناحية الدقة وسعة الذاكرة الداخلية. وهناك أنواع من الشاشات تكون ذكية أو تتعامل باللمس وتسمى (Touch Screen).

ب)الطابعات والراسمات (**Plotter & Printer**):

تعتبر الراسمات والطابعات من وحدة الإخراج وذلك لتحويلها المعلومات من الصيغة الرقمية (Softcopy) إلى صيغ محسوسة ورقية (Hardcopy)، أي إخراج المعلومات وطباعتها على أشياء محسوسة،فعندما حولنا الصور والمخططات من الهيئة الورقية إلى صيغ رقمية وتعاملنا معها في الحاسب وممكن أن نعدل عليها نستطيع الآن أن نخرجها أو نطبعها ونرجعها إلى الهيئة الورقية مرة آخرى. وتتعدد أنواع الراسمات والطابعات من حيث الحجم ودقة الطباعة والألوان وحجم المساحة المخصصة للطباعة وإمكانية الطباعة على أنواع مختلفة من الورق والبلاستك الشفاف (Transparent Peper) و الورق المصقول (Glossy Paper) المخصص للصور الدقيقة، ومنها ما يكون للطباعة الصغيرة مثل الطابعات المرفقة بالأجهزة الشخصية (PC's) ومنها ما يكون إحادي اللون (مثل طابعات الليزر تطبع بلون واحد أسود وعدة تدرجات)، ومنها ما هو ذو دقة وسرعة عالية ويطبع على مقسات كبيرة تصل إلى أكبر من مقاس A0 (شكل 2 -12).

ب) طابعات Printer

أ) راسمات Plotter

شكل (2 -12): بعض أنواع الطابعات والراسمات.

2 -4 -1 -4 أجهزة الإدخال والإخراج معا (Data Input & Output Devices):

بعض الأجهزة ممكن أن تستخدم في عملية الإدخال والإخراج من أمثلتها القرص المغنط بأنواعه (CD-ROM or DVD) وأشرطة التخزين (Magnetic Tape) والأقراص المرنة (Floppy Disk) (شكل 2 -13)، فيمكن نقل المعلومات من أنظمة أخرى عن طريق الأقراص المغنطة، أو استقبال

معلومات رقمية مباشرة من المصدر الأساس مثل صور الأقمار الصناعية تأتي في أقراص ممغنطة. كما يمكن أن تستخدم لعمل النسخ الاحتياطي أو لتخزين المعلومات لغرض الأرشفة، مثل الأشرطة المغنطة. و شاشات العرض ممكن أن تكون وحدة إخراج وإدخال في نفس الوقت وذلك في عملية الترقيم على الشاشة (Digitizing On Screen) حيث تعرض الخريطة أو الصورة على الشاشة ويقوم المستخدم بترقيم المعالم مباشرة على الشاشة باستخدام الفأرة العادية، و أيضا باستخدام الشاشات التي تتعامل باللمس(Touch Screen).

شكل (2 -13): وسائل التخزين التي تستخدم في إدخال وإخراج المعلومات.

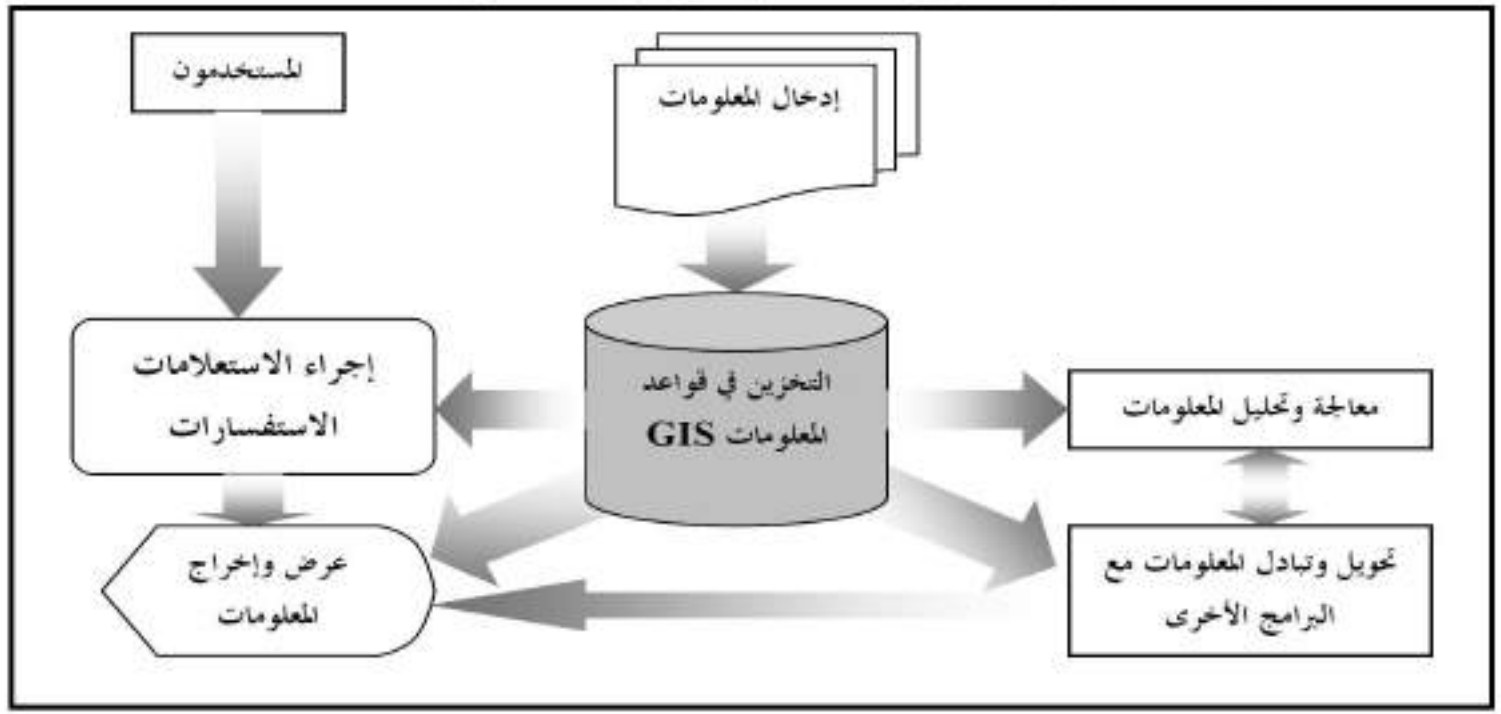
المحاضرة الثامنة

نظم المعلومات الجغرافية

2-4-2 البرامج (GIS Application Software):

تتعدد البرامج التطبيقية التي تهتم بمعالجة البيانات والحصول منها على رسومات وخرائط وجداول ولكن لا يمكن اعتبارها من برامج نظم المعلومات الجغرافية إلا إذا توفرت فيها الشروط التالية (شكل 2-14):

1. إمكانية إدخال البيانات المختلفة وإجراء عمليات اختبار دقة الإدخال.
2. إمكانية تخزين المعلومات وإدارتها في صورة قواعد معلومات.
3. إمكانية عرض وإخراج البيانات بوسائل مختلفة.
4. إمكانية نقل وتبادل المعلومات مع البرامج الأخرى.
5. وجود روابط بين المعلومات ومواقعها الجغرافية.
6. إمكانية المعالجة والتحليل والاستعلام على قواعد المعلومات.

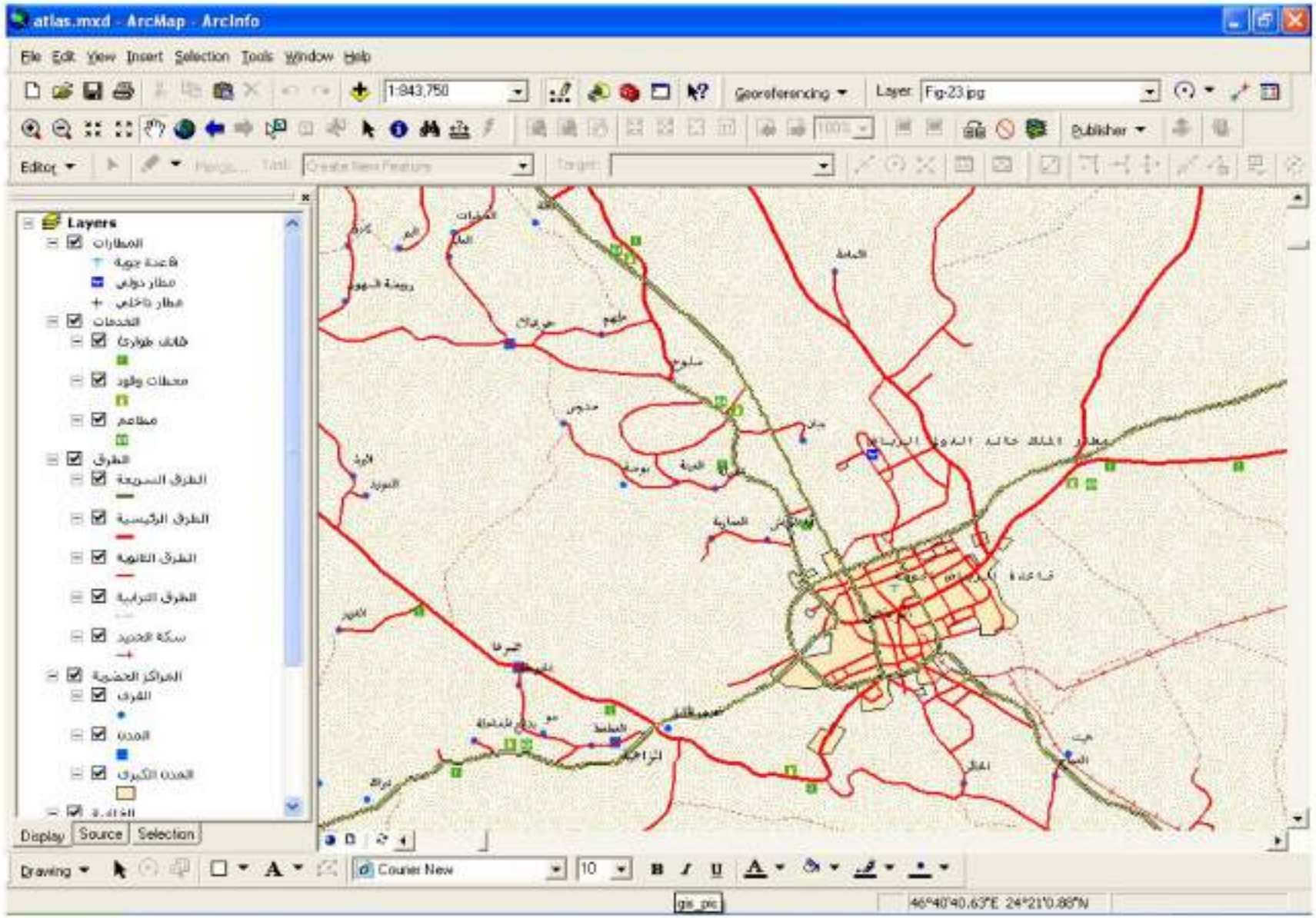


شكل (2-14): الإمكانات المطلوبة في برامج نظم المعلومات الجغرافية.

ولعل من المناسب أن نذكر بعض البرامج الموجودة حاليا في السوق والمشهورة منها، فهناك العديد من البرامج التي صممت خصيصا لنظم المعلومات الجغرافية (جدول 2 -1)، وسوف نورد أحد البرامج كمثال وهو برنامج ArcInfo® وهو من إنتاج شركة ESRI (شكل2 -15)، وهو من البرامج المشهورة وذات إمكانات جيدة جدا، من حيث دعم أغلب الصيغ وهيئات الملفات (File Format) المشهورة، وقدرة عالية على إخراج النتائج في منتجات متعددة (جداول، أو رسوم بيانية، او خرائط، وغيرها)، وكذلك قدرة جيدة في عمليات الاستعلام سواء كان على المعلومات المكانية أو الوصفية. ويتضمن البرنامج أدوات لتحويل الصيغ وتصديرها لتستخدم في البرامج الأخرى. كما يدعم وبشكل جيد نصوص البرمجة الداخلية (Macro) لتسهيل العمل المتكرر، ويستقبل من الأجهزة المحمولة حيث يوفر ملحقات تدعم هذه الأجهزة (ArcPad) (شكل 2 -16)

جدول(2 -1): بعض برامج نظم المعلومات الجغرافية المشهورة.

أسم الشركة	Autodesk®	ESRI®	Intergraph®	MapInfo®
الإصدار للمحترفين **Professional**	AutoCAD/World	ArcInfo	GeoMedia Pro	MapInfo Professional
الإصدار العادية **Desktop**	World	ArcView /ArcGIS	GeoMedia	MapInfo Professional
الإصدار للعرض فقط **Viewer**	AutoCAD LT	ArcExplorer	GeoMedia Viewer	Pro Viewer
ملحقات الرسم بالحاسب الآلي **CAD**	AutoCAD MAP	ArcCAD	منتجات عديدة	منتجات عديدة
الإصدار الأجهزة المحمولة **Hand-held**	OnSite	ArcPad	في مرحلة التطوير	MapXtend
ملحقات لدعم البرمجة **Component**	منتجات عديدة	MapObjects	أجزاء من GeoMedia	Mapx MapJ
محرك قواعد البيانات **DB Server**	Vision	ArcSDE	Oracle Spatial	Spatial Warc
الإصدار خدمة الإنترنت **Internet**	MapGuide	ArcIMS	GeoMedia Web Map	MapXtend MapXSite



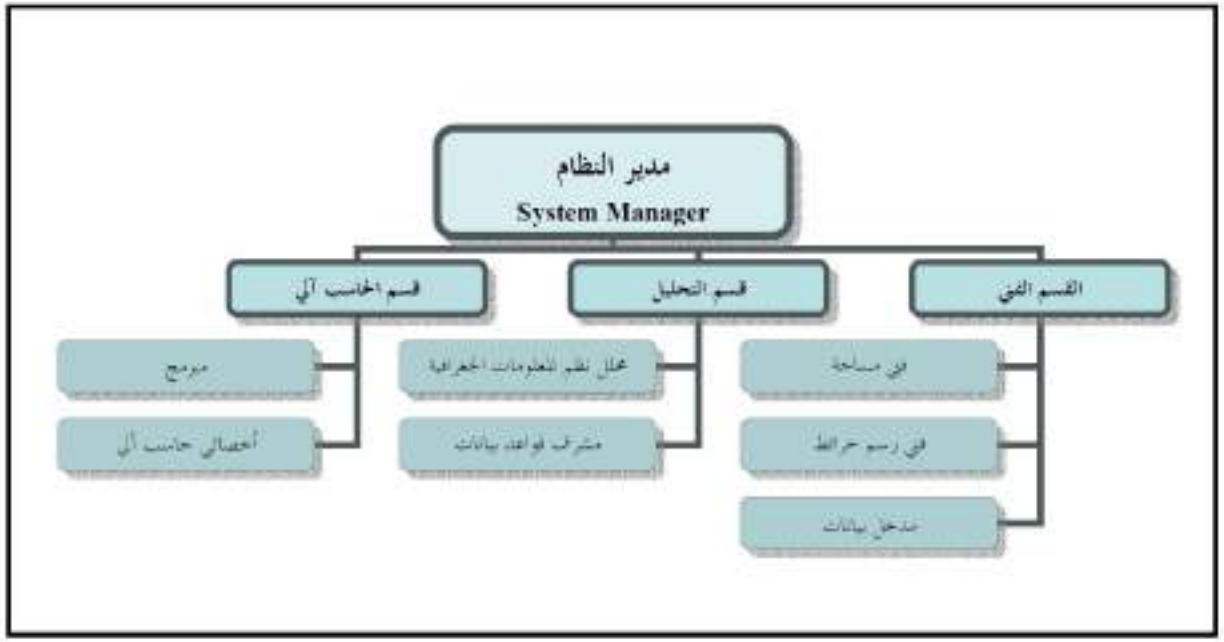
شكل (2 -15): واجهة برنامج ArcInfo أحد البرامج المشهورة في نظم المعلومات الجغرافية.

2 -5 المتطلبات البشرية (People – Human Resources):

لابد من كوادر بشرية مؤهلة لتأسيس وتشغيل نظم المعلومات الجغرافية، وذلك لحاجة النظام للخلفيات العلمية لغرض تصنيف وتجهيز المعلومات المختلفة و من ثم إدخالها إلى النظام، وأهمية تأهيل الكوادر البشرية لا يقل عن تأمين المتطلبات الفنية حيث يمثل كل من المتطلبات البشرية و المتطلبات الفنية 15٪ من قيمة النظام المادية. واعتماد نظام هيكل تنظيمي إداري خاص بكل نظام معلومات جغرافي يعتمد على حجم وتطبيقات هذا النظام، حيث لا بد أن تتوفر التخصصات الإدارية إلى جانب التخصصات الفنية في الهيكل التنظيمي (شكل 2 -17).

ومن أهم تخصصات الكوادر البشرية المطلوبة في نظم المعلومات الجغرافية ما يلي :

- مدير النظام (System Manager).
- محلل نظم المعلومات الجغرافية (GIS Analyst).
- مشرف قواعد بيانات (Database Administrator).
- فني رسم خرائط (Cartographer).
- مبرمج (Programmer).
- أخصائي حاسب آلي (Computer Specialist).
- فني مساحة (Surveyor).
- مدخل بيانات (Data operator)



شكل (2 -17): مثال على الهيكل التنظيمي للكوادر البشرية لنظم المعلومات الجغرافية.

المحاضرة التاسعة

نظم المعلومات الجغرافية

2 -6 أساليب التشغيل (Method):

ويقصد بأساليب التشغيل هي العمليات أو الوظائف التي يقوم بها النظام، كما ورد في تعريف نظم المعلومات الجغرافية الذي ينص على أن مكونات النظام صممت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين واستدعاء ومعالجة وتحديث وتحليل وعرض جميع المعلومات، وعلى أساسه يمكن إيجاز وظائف نظم المعلومات الجغرافية إلى أربع وظائف أساسية وهي:

1) إدخال المعلومات إلى النظام.
2) تخزين المعلومات في النظام.
3) المعالجة والتحليل المعلومات.
4) إخراج النتائج.

وسوف نتطرق إلى وظائف نظم المعلومات الجغرافية بالتفصيل في الوحدة الخامسة إن شاء الله.

البيانات في أنظمة المعلومات الجغرافية وأنواعها

3 -1 مقدمة:

نظم المعلومات الجغرافية صممت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين واستدعاء ومعالجة وتحديث وعرض وتحليل جميع المعلومات المرتبطة بالمكان الجغرافي (من تعريف "بورو" عام 1986)، أي إن هذه النظم صممت خصيصا لإدارة المعلومات المرتبطة بالمكان الجغرافي، وبمعنى آخر إن المعلومات هي أساس هذه الأنظمة. وتعتبر المعلومات أكثر مكونات أنظمة المعلومات الجغرافية كلفة ويتطلب جمعها الكثير من الجهد والوقت، كما تتطلب وضع معايير لهذه المعلومات، و يجب أن نهتم بالدقة والموثوقية فهي العامل الحاسم في نجاح أي نظام معلومات جغرافي، وتعتبر البيانات في أنظمة المعلومات الجغرافية ديناميكية (Dynamic Data) أي إنها خاضعة للتغير المستمر مع الزمن. والمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية تصنف على قسمين (شكل 3 -1)، وهما:

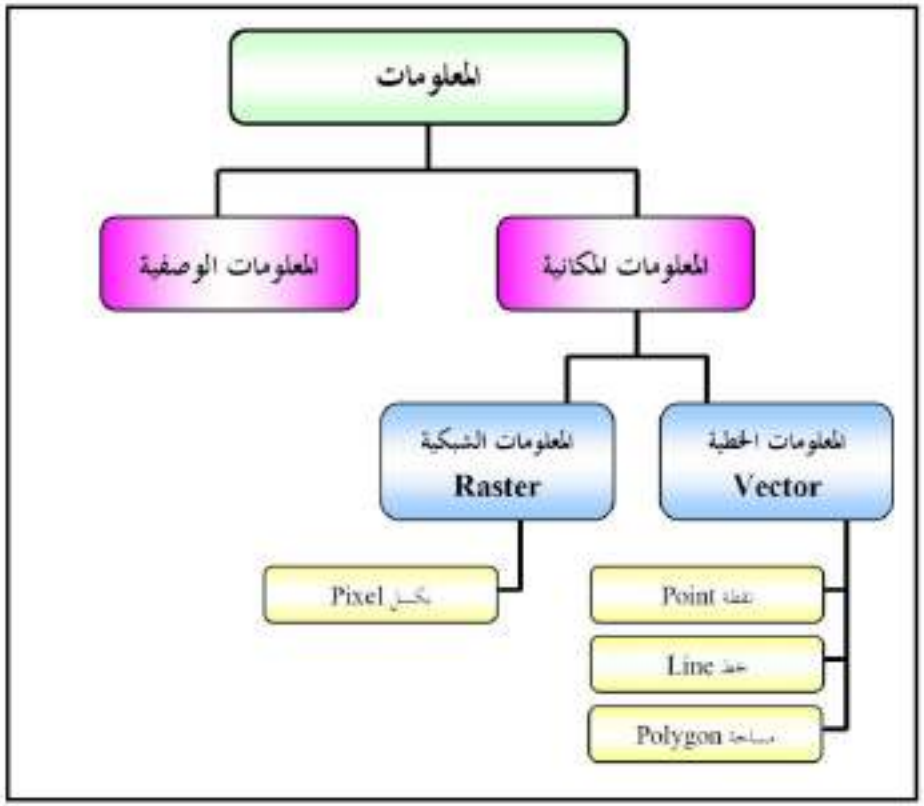
1. معلومات مكانية (**Spatial Data**).
2. معلومات وصفية (**Attribute Data**).

3 -2 المعلومات المكانية (Spatial Data):

المعلومات المكانية هي المعلومات التي توضح موقعاً أو مكاناً، وهذه المعلومات مرتبطة بموقع ضمن مرجعية مكانية أو جغرافية أي مرتبطة بإحداثيات جغرافية، وتشمل كافة العناصر الطبيعية والاصطناعية المتواجدة في منطقة ما، مثل: حدود مدينة، مبان ، طريق، مجرى النهر، خطوط السكة الحديدية، حدود الغابات، الطبقات الجيولوجية، حدود البحيرات، مواقع التضاريس وغيرها. و يمكن تقسيم المعلومات المكانية إلى قسمين حسب طرق التخزين والمعالجة، وهما:

1. المعلومات الخطية (**Vector Data**).
2. المعلومات الشبكية (**Raster Data**).

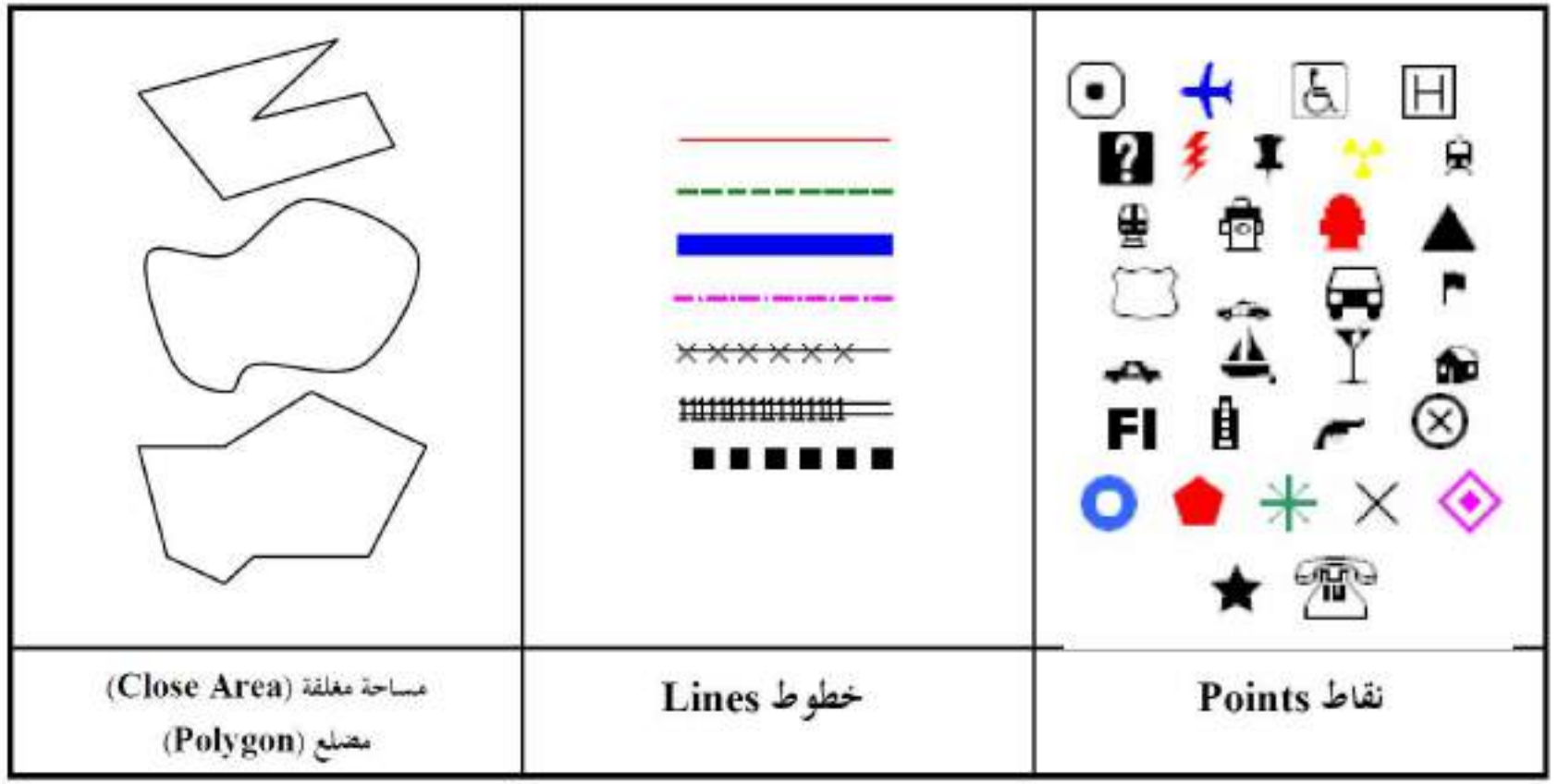
ونأخذ كل نوع من المعلومات المكانية بشيء من التفاصيل.



شكل (3 -1): أنواع المعلومات.

3 -2 -1 المعلومات الخطية (**Vector Data**).

- المعلومات الخطية هي صيغ أو طرق لتمثيل المعلومات المكانية بتراكيب من مكونات أساسية نسميها بالمكونات المكانية البسيطة وهي: (النقطة Point، الخط Line، والمساحة Area)، والتي تعرف عدديا وتسمى العلاقات بينها بالعلاقات المكانية أو بالطوبولوجية Topology (شكل 3 -2).



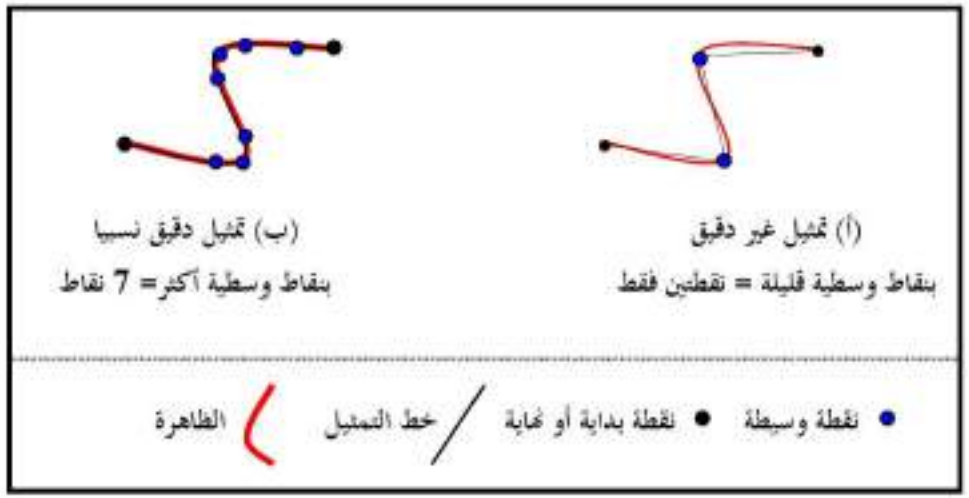
شكل (3 -2): المكونات المكانية البسيطة التي تمثل بها المعلومات الخطية.

- **النقاط (Points):**

إذا كانت الظاهرة صغيرة لا ترقى لأن تمثل بخط و ليس لها العرض الكافي لتمثل بمساحة، فإننا نسميها "نقطة" وتكون عديمة البعد أو ذات بعد صفري (0-D)، وهي تحدد مواقع لبعض الظواهر المتواجدة في الطبيعة مثل: الأشجار، والآبار، والمدن في المقاسات الصغيرة، ... وغيرها. وتعرف بإحداثيات مرتبطة بالمرجع الجغرافي.

- **الخطوط (Lines):**

وإذا كانت الظاهرة تبدأ بنقطة وتتبع بقية أجزاء الظاهر حتى تنتهي بنقطة أخرى فإننا نسميها "خط"، ولذا فإنه يتكون من نقطتين على الأقل وهو ذو بعد واحد (1-D)، وإن دقة تمثيل ظاهرة ما تعتمد على كثافة النقاط الوسيطة للخط فيُمثل المنحنى بشكل دقيق بزيادة عدد نقاطه الوسيطة (شكل3 -3). ومن أمثلة المعلم التي تُمثل بخطوط: الطرق، الأنهار في مقاييس الرسم الصغيرة، سكك الحديد.



شكل (3 -3): دقة تمثيل المنحنيات وتعتمد على عدد النقاط الوسيطة.

المحاضرة العاشرة

نظم المعلومات الجغرافية

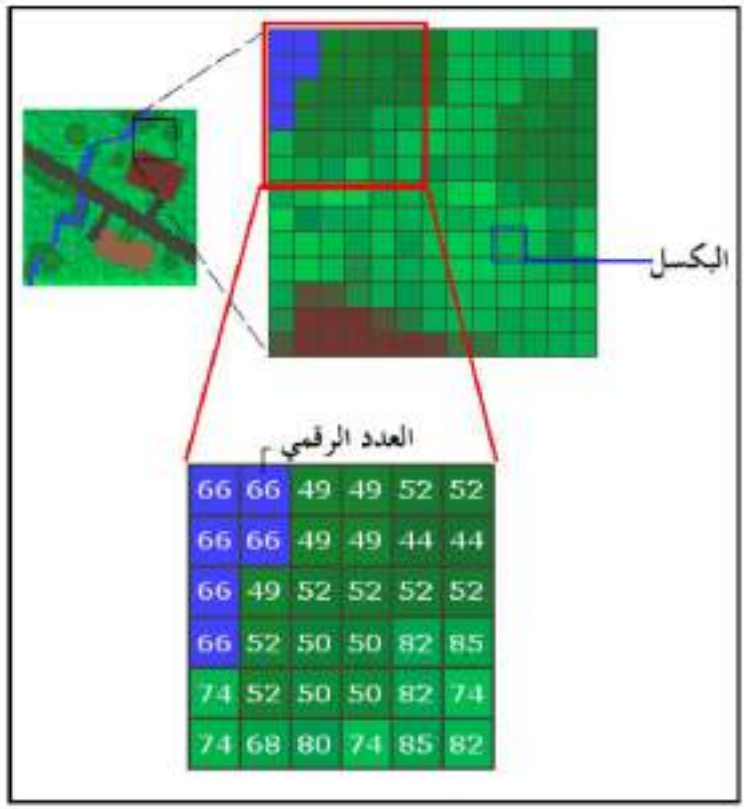
مساحة (Area):

إذا كانت الظاهرة لها عرض أي ذات بعدين (2-D) فإننا نسميها "مساحة" (Area)، وبعض البرامج والكتب تسميها مضلع (Polygon). وتتكون من عدة خطوط أو سلاسل متصلة مع بعض ويكون الشكل مغلقاً. ومن أمثلة ذلك تمثيل البحيرات، والمباني في مقاييس الرسم الكبيرة، الغابات، استخدامات الأراضي، أنواع التربة، المناطق الإدارية (شكل 3 -4).

شكل (3 -4): مثال على المكونات المكانية البسيطة، نقطة وخط ومساحة.

3 -2 -2 المعلومات الشبكية (Raster Data).

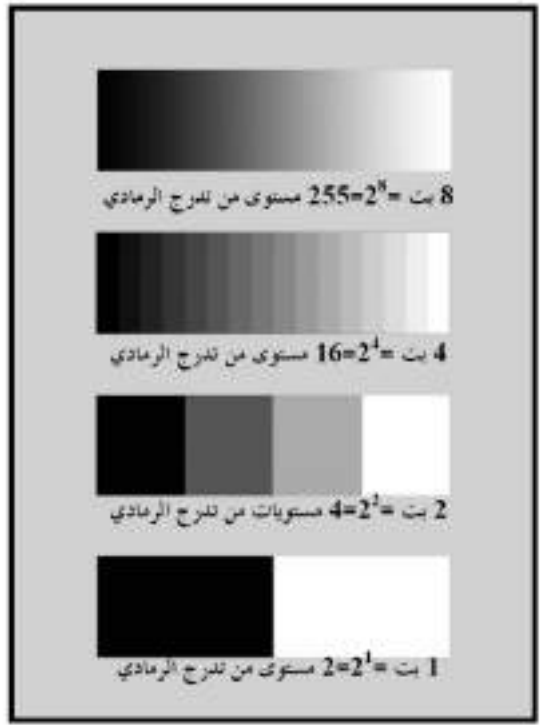
هي عبارة عن معلومات جغرافية تُمثل على شبكة أو مصفوفة من بعدين من الخلايا الصغيرة تسمى "بكسل" وحدة صورية (Pixel = Picture Element)، ولكل بكسل قيمة تعكس نوع المعلم المقابل لها، ويحدد موقع البكسل برقم الصف (Row) و العمود (Column) في الصورة، ومن أقرب الأمثلة صور الأقمار الصناعية (شكل 3 -5). وكل بكسل عبارة عن متوسط الإضاءة أو الامتصاص المقاس إلكترونيا لنفس الموقع على مقياس التدرج الرمادي (Gray Scale) ويعبر عن ذلك برقم يسمى (العدد الرقمي Digital Number = DN) وهذه القيم هي أعداد صحيحة موجبة.



شكل (3 -5): مفهوم المعلومات الشبكية (Raster Data).

و تسجل الأعداد الرقمية (DN) التي تكون الصور الرقمية عادة في مدى أعداد يمتد من صفر إلى 63، أو من صفر إلى 127، أو من صفر إلى 255، أو من صفر إلى 511، أو من صفر إلى 1023، أو من صفر إلى 2047. وتمثل مجالات المدى المذكور مجموعة الأعداد الصحيحة التي يمكن تسجيلها باستخدام مقاييس ترميز حاسوب ثنائية (Binary Computer Coding Scales) ذات 6 و 7 و 8 و 9 و10 و11 بتات على التوالي (أي 2^6=64، 2^7=128، 2^9=512، 2^{10}=1024، 2^{11}=2048).

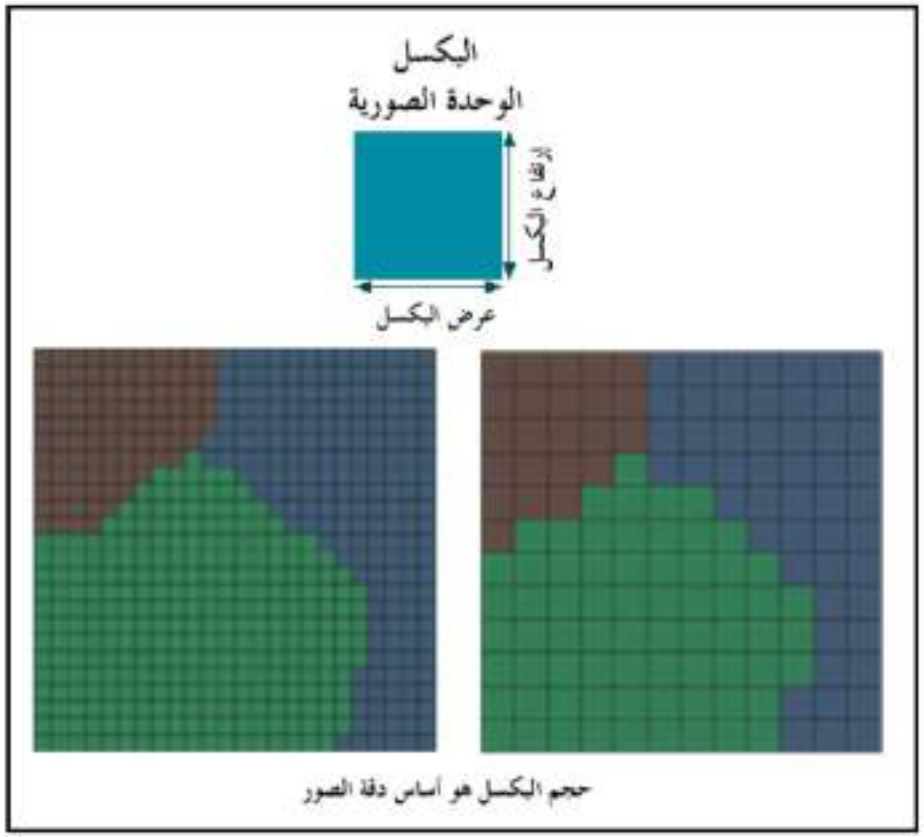
والتدرج الرمادي مقياس لشدة الإضاءة ويعبر عنه بالرقم العددي (Digital Number = DN) كما ذكرنا سابقا، بحيث إن صفر يمثل اللون الأسود وأعلى قيمة تمثل اللون الأبيض (مثل 255 في نظام 8 بت) وما بينهما يكون تدرجاً للون الرمادي (شكل 3 -6).



شكل (3 -6): التدرج الرمادي (Gray Scale).

وحجم البكسل (الوحدة الصورية) هو أساس دقة الصور بحيث كلما صغر حجم البكسل كلما زادت دقة ووضوح الصورة (شكل 3 -7)، أي إن الصورة ذات البكسل 1 م × 1م أكثر وضوحاً للمعلم من صورة حجم البكسل فيها 5 م × 5 م. وعدد الصفوف (Rows) والأعمدة (Columns) إذا ضربت في حجم البكسل تعطينا تغطية المنطقة.

وتتم معالجة هذه المعلومات في برامج خاصة تسمى برامج معالجة الصور (Image Processing) لاستخدامها فيما بعد في نظم المعلومات الجغرافية، ومن البرامج المشهورة في معالجة الصور الرقمية أو المعلومات الشبكية (ERDAS Imagine 8.7) وهو متخصص في معالجة وتحسين الصور الرقمية، حيث يتم من خلال هذه البرنامج عمل التصحيحات اللازمة من حيث التشوهات الناتجة عن التصوير والتشوهات الأخرى، وكذلك يتم من خلاله دمج أو تحسين الدقة من خلال عمليات معقدة.



شكل (3 -7): البكسل (Pixel) وتأثيرها على دقة الصورة.

3 -2 -3 مقارنة بين المعلومات الخطية والمعلومات الشبكية:

ومن أهم الفروق بين المعلومات الخطية (Vector Data) والمعلومات الشبكية (Raster Data) ما يلي (جدول3 -1):

جدول (3 -1): أهم الفروق بين المعلومات الخطية والمعلومات الشبكية.

المعلومات الخطية (Vector Data)	المعلومات الشبكية (Raster Data)
+ تتطلب مساحة قليلة في التخزين	− تتطلب مساحة كبيرة في التخزين
− بنية البيانات فيها معقدة	+ بنية البيانات فيها أكثر سهولة
+ لا تعتمد على حجم البكسل في الدقة	− تعتمد على حجم البكسل في الدقة
− تتطلب جهداً ووقتاً كبيرين للحصول عليها	+ لا تتطلب جهداً ووقتاً كبيرين للحصول عليها
+ قوة تحليلية مكانية عالية	− أقل مقدرة في التحليل المكاني
− غالبا ما يستعاض عن الواقع برموز	+ غالبا ما تمثل الصور الواقع الفعلي
+ تتكون من نقطة أو خط أو مساحة	− تتكون من البكسل فقط
− المعدات والبرامج ذات تكلفة عالية	+ المعدات والبرامج ذات تكلفة متوسطة نسبياً
+ دقة مكانية أعلى	− دقة مكانية أقل نسبياً

المحاضرة الحادية عشر

نظم المعلومات الجغرافية

3 -3 المعلومات الوصفية (Attribute Data):

المعلومات الوصفية هي التي تعبر عن الصفات والحقائق وهي مرتبطة بالمعلومات المكانية، وعرف بعض العلماء المعلومات الوصفية بأنها: بيانات جدولية ونصية تهتم بوصف الخصائص الجغرافية للظواهر والمعالم على الخريطة، مثل: اسم المنطقة، اسم مالك العقار، حالة العقار، عدد السكان، نسبة الرطوبة، نوع التربة، اسم الشارع. وعادة ما تظهر على شكل جداول (شكل 3 -8). ولا بد أن تربط المعلومات الوصفية بالمعلومات المكانية لأن هذا من أهم مميزات نظم المعلومات الجغرافية، وهنالك عدة أنواع لربط المعلومات الوصفية بالمعلومات المكانية سوف نتطرق لها في الدروس القادمة إن شاء الله.

3 -4 العلاقات المكانية -الطوبولوجيا (Topology):

إن مفهوم الطوبولوجية أو العلاقات المكانية يسمح بالمحافظة على التحام وتماسك المعالم وذلك باستبعاد كل ازدواجية في الخطوط أو السلاسل والنقاط أو العقد المستخدمة لتعريف المكونات المكانية البسيطة، وبذلك يتم تلافي المعلومات الزائدة بغية إنتاج قاعدة معلومات جغرافية متراصة تسهل معها عملية التحرير (Editing). و الطوبولوجيا أحد فروع علم الرياضيات المشهور وهو ذو شأن كبير جداً في أنظمة المعلومات الجغرافية، حيث يظهر القوة التحليلية المكانية لهذه النظم، بل هو ما يميز نظم المعلومات الجغرافية (GIS) عن الأنظمة الأخرى سواء كانت أنظمة الرسم بالحاسب (CAD) أو أنظمة إدارة المعلومات(MIS). فما هي الطوبولوجيا؟

عرف العالم "برجورون" (Bergeron) الطوبولوجيا بأنها فرع من الرياضيات يعالج علاقات الجوار المتواجدة بين الأشكال الهندسية وهي علاقات لا تتأثر بتشوه الأشكال.

كما للطوبولوجيا أهمية كبرى لإيجاد الحلول الاقتصادية، كالاستعلام عن منطقة ذات خواص محددة ضمن منطقة ما، كأن يراد الاستعلام عن منطقة في غابة وذات ميل لا يتجاوز 4٪ ولا تبعد أكثر من 200 متر عن الطريق الرئيس .

وتعرف المكونات المكانية بمفهومين أساسيين الأول هو: التحديد المكاني والذي يبين ويحدد الوضعية الهندسية لمعلم موجود في الطبيعة (مثل مدرسة، طريق، حي ...) ويسمح بحساب العناصر الهندسية المميزة لهذا المعلم كالطول والمساحة والمحيط، والمفهوم الثاني هو العلاقات الطوبولوجية وهي التي تصف الروابط والعلاقات التي تربط بين هذه المعالم.

والعلاقات الطوبولوجية لمعلم ما تكمل وصفه الهندسي (أي شكله وتحديد مكانه)، وهي مطلوبة في طرق التحليل المكاني، والنظام الذي يحوي قاعدة جغرافية طوبولوجية جيدة يدعم بشكل كبير فعالية نظام المعلومات الجغرافي كأداة مساعدة في اتخاذ القرار، وإن فاعلية المعالجة للمعلومات تستند بشكل كبير على وصف المعلومات المكانية وعلى خواصها الطوبولوجية، كما تعتمد على توفر الدوال (Functions) التي يمكنها معالجة العلاقات المكانية في أنظمة المعلومات الجغرافية. ويتم وصف طوبولوجيا المكونات المكانية بشكل صريح في بعض بنى المعلومات المستخدمة لتكوين القاعدة الجغرافية، وصحة العلاقات الطوبولوجية تعتمد بشكل كبير على دقة البيانات الجغرافية المستخدمة، وإن أي نقص أو غياب في الروابط الطوبولوجية في المكونات من شأنه إنقاص الجودة في أنظمة المعلومات الجغرافية والتقليل من فعاليتها كأداة لاتخاذ القرار.

ويمكن أيضا بطرق التحرير (Editing) إضافة علاقات طوبولوجية على قاعدة جغرافية سبق أن حددت هندسيا إلا أنه من الناحية الاقتصادية والأكثر فعالية علينا استخلاص هذه العلاقات والروابط الطوبولوجية في مراحل الترقيم وإدخال المعلومات. لأن القدرة على المعالجة الطوبولوجية في أنظمة المعلومات الجغرافية هي أمر أساسي لكي يتم تحليل الفضاء الموجودة فيه المكونات المكانية بغية الوصول إلى اتخاذ القرار. إضافة إلى أن المعالجة الطوبولوجية هذه هي التي تؤمن جودة عالية لإنتاج الخرائط بالرسم الآلي، مهما كان القياس المستخدم، وهي التي تحافظ على التماسك في كل عمليات التحرير (Editing) اللاحقة.

وهنالك مكونات بسيطة مستخدمة لتحديد العلاقات الطوبولوجية للمعلومات المكانية التي تتضمن قواعد بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية وهي:

- العقد (**Nodes**): و هي بداية أو نهاية الخط أو السلسلة.
- السلاسل (**Chains**): وهي شبيهة بالخطوط حيث تبدأ كل سلسلة بعقدة وتنتهي بعقدة، وهي مستخدمة لتعيين حدود منطقة ما أو عناصر مساحية أو خطوط.
- المضلعات (**Polygons**): وهي حلقات مغلقة حيث تتكون كل حلقة من عدة سلاسل متصلة مع بعضها.

ومن أهم العلاقات الطوبولوجية في أنظمة المعلومات الجغرافية:

- علاقة الارتباط أو الاتصال (**Connectivity**): وهي التي تحدد أيا من السلاسل مرتبطة بأي من العقد.
- علاقة الاتجاه (**Direction**): وهي التي تعرف الاتجاه من عقدة إلى عقدة في سلسلة.
- علاقة الجوار (**Adjacency**): وهي التي تحدد أياً من المضلعات على يسار و أي منها على يمين السلسلة.
- علاقة الاحتواء (**Nested**): وهي التي تحدد المعالم المكانية الواقعة داخل مضلع ما ، ويمكن أن تكون هذه المعالم عقدة أو سلسلة أو مضلعات.

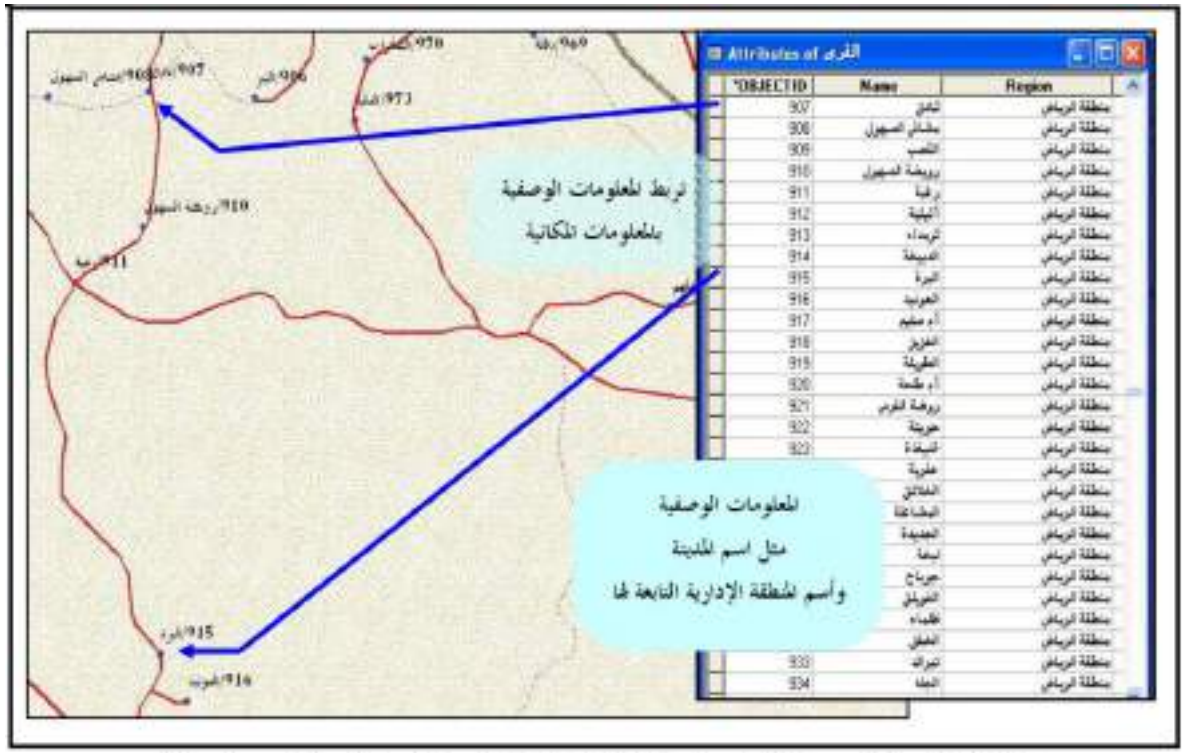
ونلخص في (جدول 3 -2) المكونات المكانية البسيطة بشكل هندسي أو بشكل طوبولوجي:

جدول (3 -2): المكونات البسيطة بشكل هندسي و طوبولوجي.

المكونات المكانية	عناصر معرفة بشكل هندسي	عناصر معرفة بشكل طوبولوجي
عناصر نقطية (ذات بعد صفري)	نقطة	عقدة
عناصر خطية (ذات بعد واحد)	قطعة مستقيم	وصلة موجهة (رابط)
	خط منكسر	سلسلة
	قوس	سلسلة قوس
	خط منكسر مغلق	سلسلة كاملة (بداية بعقدة ونهاية بعقدة ومعرف التناطق على اليمن واليسار)
عناصر مساحية (ذات بعدين)	مضلع مغلق	مضلع مكون من سلاسل

3 -5 ربط المعلومات الوصفية بالمعلومات المكانية :

تستخدم أنظمة المعلومات الجغرافية قواعد البيانات (Database) لتخزين كل المعلومات الوصفية والمعلومات المكانية والعلاقات الطوبولوجية لمختلف المكونات المكانية، وهذا ما يسمح بمعالجة متكاملة لهذه المعلومات ويعطي إمكانات كبيرة للتحليل المكاني، واستنتاج معلومات مرتبطة بجغرافية المكان،حيث يعطى كل عنصر رقماً للتعريف أو ما يسمى (ID or Identifier or Object ID) وهو يلعب دور المفتاح الأولي في بنية البيانات المكانية ، حيث يكون لكل معلم أو عنصر رقم تعريفي خاص و لا يتكرر مع أي معلم آخر، وكمثال في (شكل 3 -9) أي قرية لها رقم تعريفي يربطها بمعلومات وصفية في الجدول.



شكل (3 -9): ربط المعلومات المكانية بالمعلومات الوصفية برقم تعريفيID.

ولتوضيح ذلك نأخذ مثالاً بسيطاً، لنفرض أن لدينا عدة أراض في منطقة ما (الشكل 3 -10)، لكل قطعة أرض رقم تعريفي (1001، 1002، 1003...) وكل أرض أيضا لها نظام بناء أو اشتراطات البناء حسب الموقع الجغرافي في المدينة (نظام البناء المقصود به مثلا عدد الأدوار و ارتفاع المبنى وجودة تشطيب واجهات البناء) و نوع الاستخدام ومعلومات وصفية أخرى، وخزنت كل هذه المعلومات في جداول، فلو أردنا معرفة المعلومات الوصفية لأي أرض (مثلا أرض 1006) فبمجرد معرفتنا رقمها التعريفي وبالرجوع إلى جدول المعلومات الوصفية فنجد أن الاستخدامات المسموح بها في هذه الأرض هي تجاري سكني ومن اشتراطات البناء واجهات حجر وهكذا.

المحاضرة الثانية عشر

نظم المعلومات الجغرافية

3 -6 ربط المعلومات بالمواقع الجغرافية :

ترتبط عملية نجاح نظم المعلومات الجغرافية بدرجة دقة المعلومة ونوعيتها ، ومن أنواع الدقة المطلوب مراعاتها في المعلومة ، دقة مطابقتها مع الموقع الحقيقي للمعلومة على الأرض.

إن اختيار المرجعية الأرضية المناسبة (Geo-references) و نظام الإحداثيات (Coordinate System) والإسقاط (Projections) المناسبين يلعب دورا هاما في تصميم وإعداد نظم المعلومات الجغرافية، فالقياسات والمساحات والمواصفات العددية للمعالم الجغرافية المختلفة من حيث الامتداد والاتساع والارتفاع إلى جانب ربطها بموقعها الجغرافي الحقيقي على سطح الأرض هي أحد متطلبات نظم المعلومات الجغرافية. ويمكننا القول بشكل عام أن جودة النتائج من النظام تتعلق بالطرق المستخدمة لتحديد الموقع المكاني الصحيح للمعلومة.

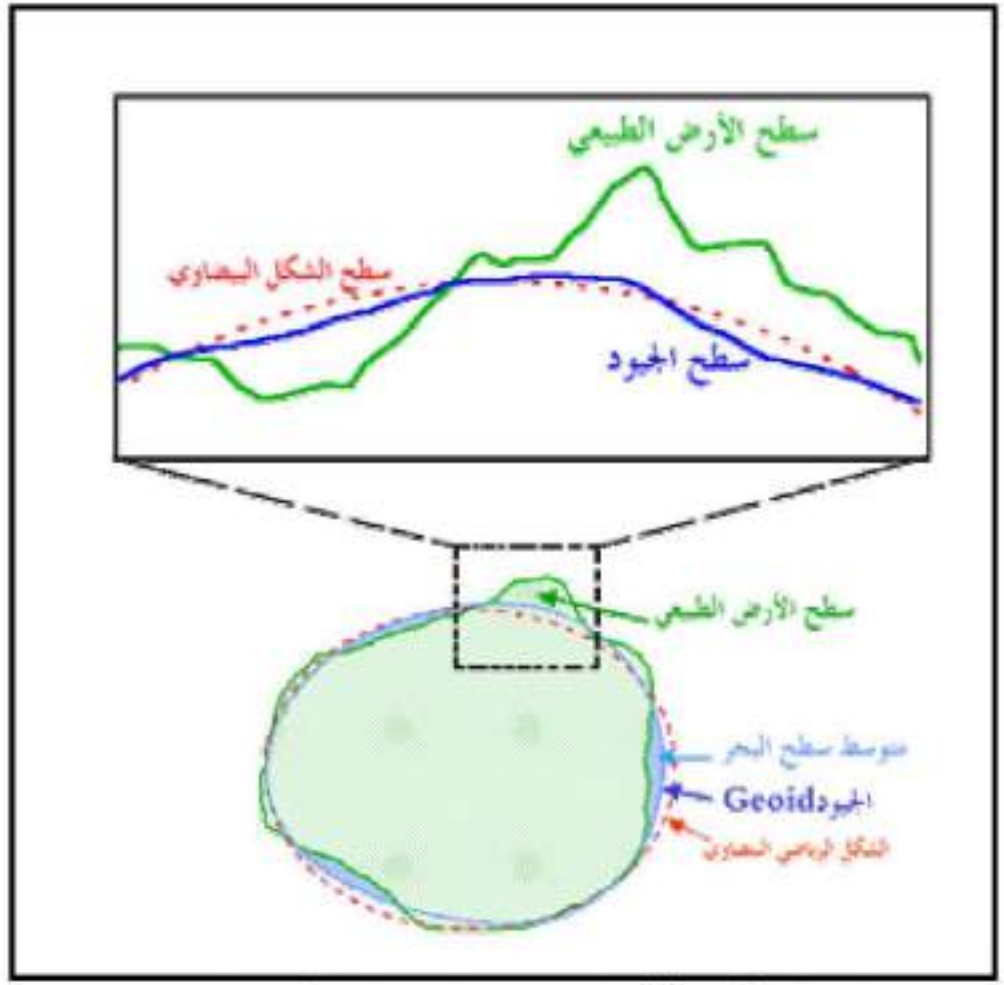
والمرجعية الأرضية هي طريقة أو وسيلة تمكننا من تحديد موقع معلم وتميزه عن موقع معلم آخر ، ومثال ذلك العنوان ، فمجرد معرفة عنوان منزل يمكننا تمييزه في الطبيعة مثل الرياض 25 طريق الملك فهد، وبالتالي يمكننا الوصول إليه. ومثال آخر رقم صندوق البريد مثلا :(ص ب 22093 الرياض 11495) الذي يسمح بتوصيل البريد إلى مكان محدد ومميز عن غيره. والمثال الأكثر وضوحا أو تحديدا لمكان ما في الكرة الأرضية هو جُمَلْ الإحداثيات، وفيما يلي نتطرق لكل من مفهوم المرجعية الأرضية (Geo-References) نظام الإحداثيات(Coordinate System) و المساقط الجغرافية (Projections) بشيء من الإيضاح.

3 -6 -1 نظام الإحداثيات (Coordinate System):

يعتبر الإلمام بنظم الإحداثيات المختلفة كالإحداثيات الجيوديسية، والإحداثيات الوطنية، والإحداثيات الجغرافية الحقيقية من الأمور العلمية الهامة في مجال نظم المعلومات الجغرافية، وذلك لتسهيل التعامل مع المواقع الحقيقية للمعلومات وطرق التحويل من نظام إحداثي إلى آخر والإلمام بالتغيرات التي يمكن أن تطرأ على شكل الظواهر الجغرافية نتيجة نظام الإحداثي. فعند تصميم نظام جغرافي لا بد أن نحدد النظام الإحداثي المراد استخدامه في النظام بحيث يلبي احتياجات النظام، وبذلك يكون النظام مربوطاً بنظام إحداثي موحد لجميع المعلومات المراد إدخالها فيه.

ويستخدم نظام الإحداثيات كوسيلة أو طريقة لتحديد مكان معلم ما في منطقة ما باستخدام أرقام عددية، ولذا عرف نظام الإحداثيات بأنه مجموعة من القيم العددية توضح موقعاً ما بالنسبة لنظام الإحداثي.

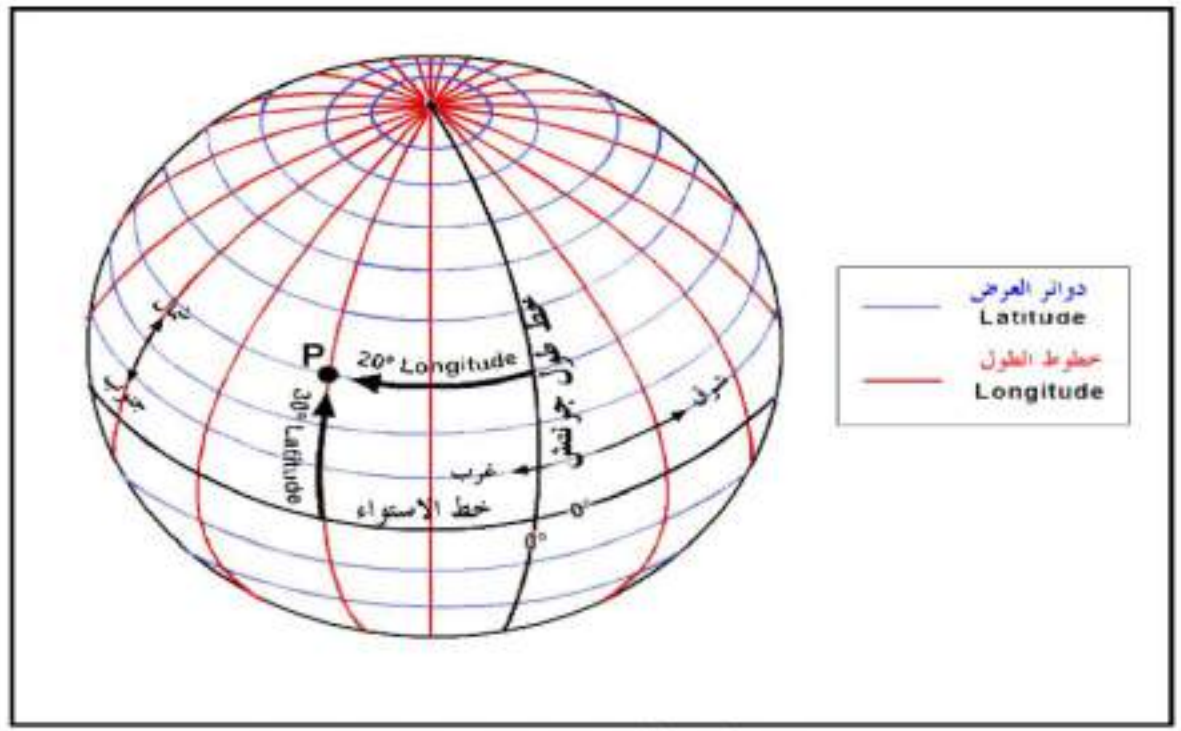
والفرضية الأولى في نظم الإحداثيات هي تمثيل شكل الأرض غير المنتظم و غير المعرف إلى شكل معرف وهو ما يعرف "بالجيود" (Geoid) وهو شكل الأرض المعتمد في العلوم المساحية والجيوديسية وعلم الخرائط، وهو شكل فيزيائي يعرف بسطح متعامد في جميع نقاطه على اتجاه الجاذبية الأرضية ويمر في متوسط سطح البحار. وهو قريب من الشكل البيضاوي (Ellipsoid) حيث يكون مسطحاً عند القطبين ومنبعجاً عند الاستواء (شكل 3 -11)، لذا فإنه في العمليات الحسابية يعوض عنه بشكل بيضاوي رياضي لتسهيل عملية الحسابات.



شكل (3 -11): الجيود وتمثيل سطح الأرض المتعرج.

هناك نمطان من أنظمة الإحداثيات وهما: الإحداثيات الكروية أو الأرضية، والإحداثيات المستوية. فالإحداثيات الكروية (Global Coordinates) تعتمد على أن الكرة الأرضية كروية الشكل، ثم اعتمدت خطوط الطول ودوائر العرض الوهمية لسطح الكرة الأرضية، حيث قسمت الكرة

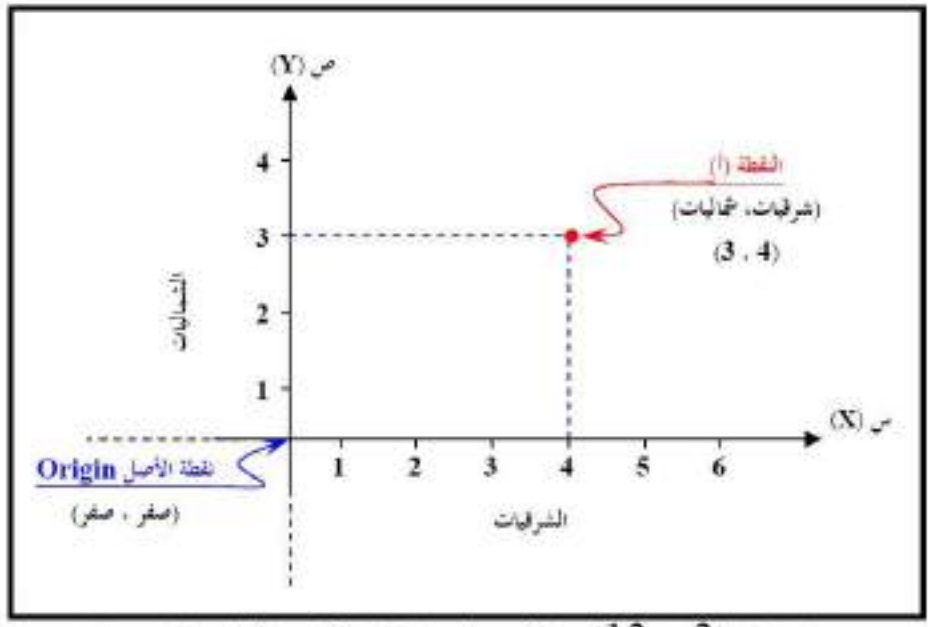
الارضية إلى خطوط طول تمر بالقطبين الشمالي والجنوبي بعدد 360 خط كل منها يقابل درجة طولية واحدة، مقسومة إلى نصفين احدهما شرقي والآخر غربي ويحتوي كل نصف على 180 خط طول، ويبدأ الترقيم من خط "جرينتش" (Meridian) الذي يحتل الرقم صفر ومنه يتم الترقيم للخطوط من 1 - 180شرقا و1 -180غربا. وتم تقسيم الكرة الأرضية إلى نصفين أحدهما شمالي والآخر جنوبي ويحتوي كل منهما على 90 دائرة عرض يفصلهما خط الاستواء (Equator) الذي يحتل الترقيم صفر، مع ملاحظة أن دائرتي العرض رقم 90 شمالا و90 جنوبا تعتبران نقطة تمثل القطبين الشمالي والجنوبي، وأن خطوط الطول ليست دائرة كاملة لذلك تسمى خطوط أما دوائر العرض فهي عبارة عن دوائر كاملة لذا تسمى دوائر عرض (شكل 3 -12). وغالبا ما يستخدم هذا النمط من الإحداثيات في الخرائط أو الصور التي تغطي مساحات كبيرة وذات مقياس رسم صغير، ويطلق على هذا النمط من الإحداثيات الإحداثيات الجغرافية الحقيقية أي إحداثيات الموقع الحقيقي بالنسبة لسطح الأرض الكروي الحقيقي على هيئة قراءات لخطوط الطول ودوائر العرض.



شكل (3 -12): نظام الإحداثيات الكروية.

و أما الإحداثيات المستوية (Cartesian Coordinates) فتعتمد على وجود محورين سني (س - X) وصادي (ص -Y) يلتقيان نقطة الأصل (Origin) والتي تحمل قيمة صفر في الاتجاهين، ويأخذ

المحور السيني اتجاها أفقيا نحو الشرق (يمين) وتسمى القيم عليه (الشرقيات) أما المحور الصادي فيأخذ اتجاهاً رأسياً نحو الشمال (أعلى) وتسمى القيم (شماليات) وتقرأ الإحداثيات الشرقية قبل الشمالية مثل (نقطة أ =شرقيات، شماليات) وغالبا ما يستخدم هذا النمط من الإحداثيات في الخرائط ذات المقياس الكبير جدا والتي تغطي مساحات صغيرة (شكل 3 -13).



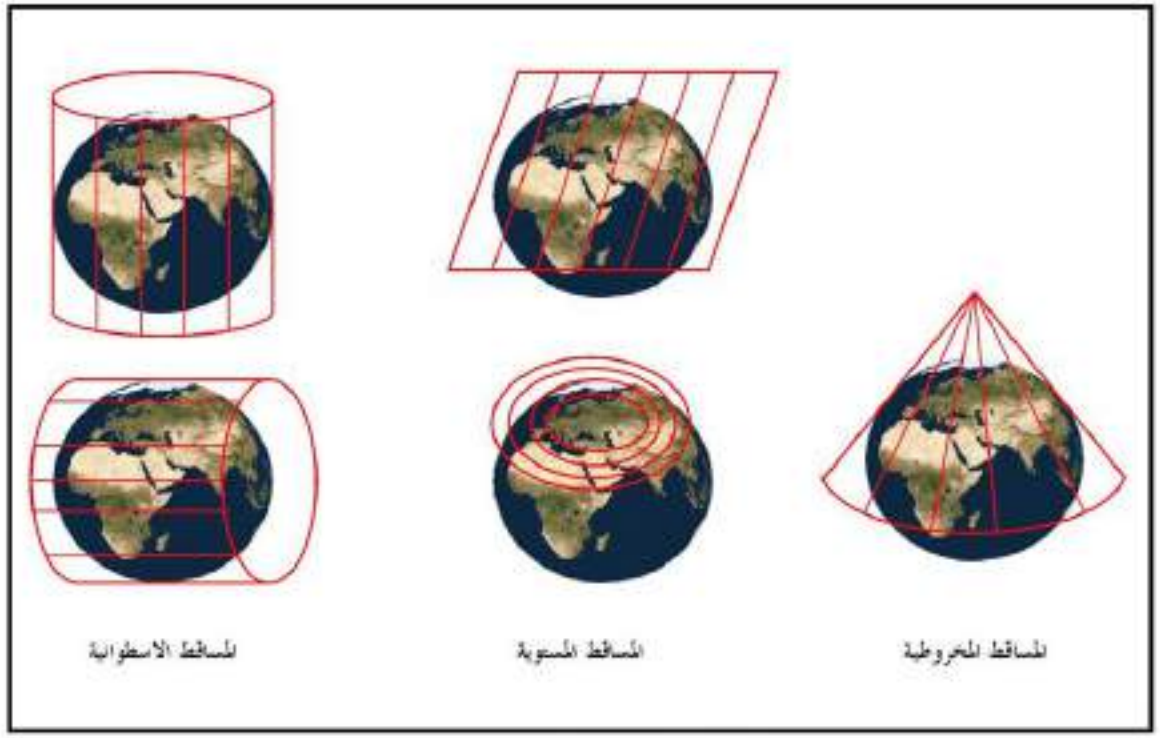
شكل (3 -13): مثال على نظام الإحداثيات المستوية.

المحاضرة الثالثة عشر

نظم المعلومات الجغرافية

3 -6 -2 مساقط الخرائط (Projections):

تلعب مساقط الخرائط دورا فعالا في مجال نظم المعلومات الجغرافية وخاصة في المخرجات، و المقصود بمساقط الخرائط أنها وسيلة رياضية وهندسية يتم بواسطتها تحويل شكل الكرة الأرضية البيضاوي إلى شكل مستو معرف هندسيا. وبما أن الشكل البيضاوي غير قابل للفرد أو النشر دون تمزق أو حدوث تشوهات، فينتج عن هذا الإسقاط تشوهات في الشكل أوفي المساحات الحقيقية أو في المسافات الحقيقية أو في الاتجاهات الحقيقية. وهنالك عدة أنواع من المساقط، وكل نوع يعتمد على شكل هندسي مختلف كوسيط لتمثيل سطح الأرض، فمنها ما يستخدم الشكل الأسطواني او المخروط أو السطح المستوي أو أشكالاً معرفة ومعدلة هندسيا لتناسب سطح الأرض (شكل 3 -14).



شكل (3 -14): بعض أنواع المساقط المشهورة.

وهنالك أسس يتم على أساسها تحديد نوع المسقط المناسب ومن أهمها:

اختيار المسقط على أساس موقع المنطقة:

هنالك علاقة وثيقة بين موقع المنطقة جغرافيا على الكرة الأرضية والمسقط المستخدم، فعند تمثيل منطقة استوائية على خريطة يكون المسقط الأسطواني اختيارا ملائماً، إذ يمثل خط الاستواء على الخريطة مساويا لطوله الأصلي على الأرض ويكون شكله مستقيماً، ولكن عند تمثيل منطقة بين خط الاستواء وأحد القطبين يكون المسقط المخروطي أنسب، إذ يمثل كل دائرة عرض على الخريطة مطابقا لطولها الأصلي على الأرض.

اختيار المسقط على أساس غرض الخريطة:

كما ذكرنا سابقا بأن المساقط تحدث تشوهات في الأطوال أو الزوايا أو الاتجاهات أو المساحات، وعلى هذا فإن الغرض من الخريطة يحدد نوع المسقط المراد استخدامه، فمثلا في خرائط التوزيعات لا بد من مراعاة صحة المساحات فيجب استخدام مساقط تحافظ على المساحات، وهكذا بالنسبة للأطوال أو الاتجاهات.

اختيار المسقط على أساس اتساع المنطقة المغطاة أو شكلها:

إن تحديد المسقط المطلوب لرسم منطقة صغيرة بمقياس صغير لا يؤثر كثيرا على الشكل الناتج لأن معظم المساقط تؤدي إلى أشكال متقاوتة وكلما زاد اتساع المنطقة كلما اتضحت الحاجة إلى تحديد خصائص المسقط. فمثلا عند رسم جزء من قارة أفريقيا بمسقط يناسبها ثم رسمنا القارة كاملة و المناطق المحيط بها بنفس المسقط لوجد أن الفروق في الأشكال الجغرافية قد زادت واتضحت.

بناء قواعد المعلومات في أنظمة المعلومات الجغرافية

4 -1 مقدمة:

إن العقبة الأولى في إنشاء نظام معلومات جغرافي هي تسويق فكرة النظام، وأفضل طريقة لتسويق النظام هي مبدأ "التطبيق مبرر إنشاء النظام"، فبفهم متطلبات المؤسسات والقطاعات المعنية يمكن إيجاد نظام معلومات جغرافي يلبي هذه التطبيقات.

و تتسم مرحلة التحضير والإعداد المناسب لقاعدة المعلومات بالوقت الطويل والتكلفة الباهظة، حيث إن تصميم وبناء قاعدة المعلومات تحقق الأهداف المرجوة من النظام وتعتبر من أهم مراحل تنفيذ مشاريع نظم المعلومات الجغرافية، ولذا يجب تصميم هذه القاعدة بشكل جيد ومتقن لتلبي احتياجات النظام الحالية و التوسعية في المستقبل بما لا يعارض التكلفة الإجمالية للمشروع، ومن المؤكد أن الوقت الذي يتطلبه بناء قاعدة المعلومات لنظام معلومات جغرافي يفوق بكثير ما هو مطلوب للمراحل الأخرى الداخلة في بناء النظام بكامله، ويقدر هذا الوقت والتكلفة بنحو 60٪ إلى 80٪ من عملية بناء وتشغيل النظام.

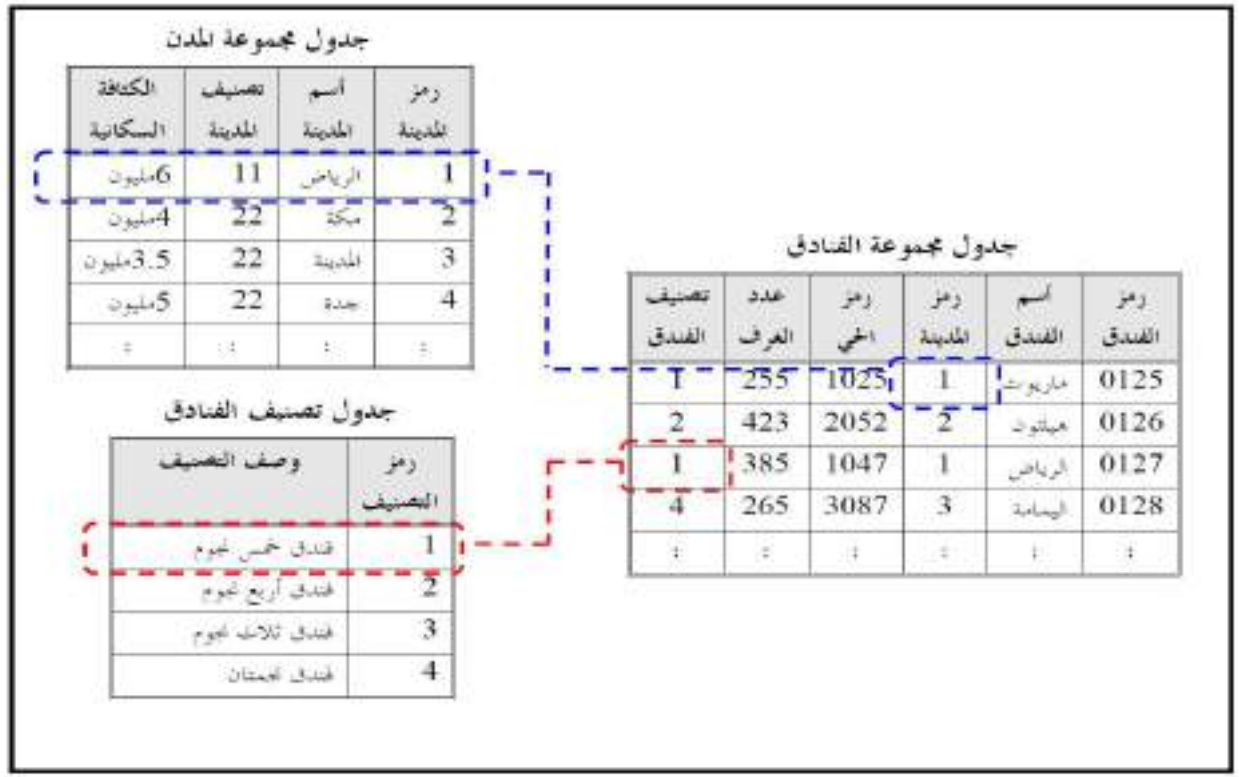
ولا يجب أن تقابل صعوبة وارتفاع تكاليف عملية البناء لقاعدة المعلومات بالتهاون والتسرع والقفز عن المعايير السليمة، وذلك لأن الحذف الخطأ لبعض الوقت اللازم وبعض التكاليف الضرورية لعملية البناء السليم سيؤدي حتما إلى تخفيض معتبر في فعالية النظام بكامله وربما إلى فشله. وفي المقابل إن البناء السليم والمتكامل والشامل والمحقق لمستويات الدقة المطلوبة ومرونة الاستعمال والتطوير سوف يؤدي بالضرورة إلى زيادة فعالية النظام وتخفيض معتبر للنفقات. وإن تصحيح خطأ معين في النظام بعد إتمام عملية البناء لقاعدة المعلومات قد يتطلب ما يفوق بكثير الفرق في الوقت والتكاليف بين عملية بناء سليمة وأخرى متسرعة وغير دقيقة.

وعرفت قاعدة البيانات بأنها مجموعة من البيانات المرتبة والمخزنة وفق نظام أو بنية محددة، لذا فإن تصميم قاعدة المعلومات يشمل التصميم الفيزيائي والتصميم المنطقي لها، بحيث يتضمن التصميم الفيزيائي تحديد كيفية ومكان تخزين البيانات ضمن نظام ملفات محدد، إضافة إلى اعتبارات أخرى مثل توزيع البيانات على وسائط التخزين وسعات التخزين المطلوبة والنسخ الاحتياطي (مع الأخذ بالاعتبار الحالات الطارئة مثل عطب وحدات التخزين الرئيسة أو انقطاع الكهرباء المفاجئ).

أما التصميم المنطقي لقواعد المعلومات فيبدأ عادة بتحليل البيانات والمعطيات للوصول إلى نموذج افتراضي للعلاقات بين مجموعات البيانات، حيث يتم تحديد المجموعات الرئيسة للبيانات، كأن يحدد

مثلا أن قاعدة معلومات ستحتوي على بيانات عن المدن والحدائق والفنادق، وكل منها يحدد بمجموعة مستقلة، فلدينا مجموعة المدن ومجموعة الفنادق ومجموعة الحدائق، ثم تحدد البيانات التي ستخزن لكل عنصر من عناصر المجموعة، فمثلا بالنسبة لمجموعة الفنادق سيتم تخزين لكل عنصر منها أي لكل فندق، المدينة، الحي، الاسم، عدد الغرف، تصنيف الفندق، اسم الشركة المالكة، رقم هاتف الفندق، سعر الغرف ...الخ.

وكذلك يمكن تخزين معلومات كل مجموعة في عدد من الجداول، فمثلا تصنيف الفندق يكون في جداول ويربط برقم رمزي للتصنيف. وكذلك الموقع يربط برقم رمزي للمدينة (شكل 4 -1) وذلك لتقليل حجم التخزين المطلوب وبعدم تكرار المعلومات في كل سجل.



شكل (4 -1): تخزين المعلومات للمجموعة الواحدة في عدة جداول.

المحاضرة الرابعة عشر

نظم المعلومات الجغرافية

4 -2 ربط المعلومات (Data Link):

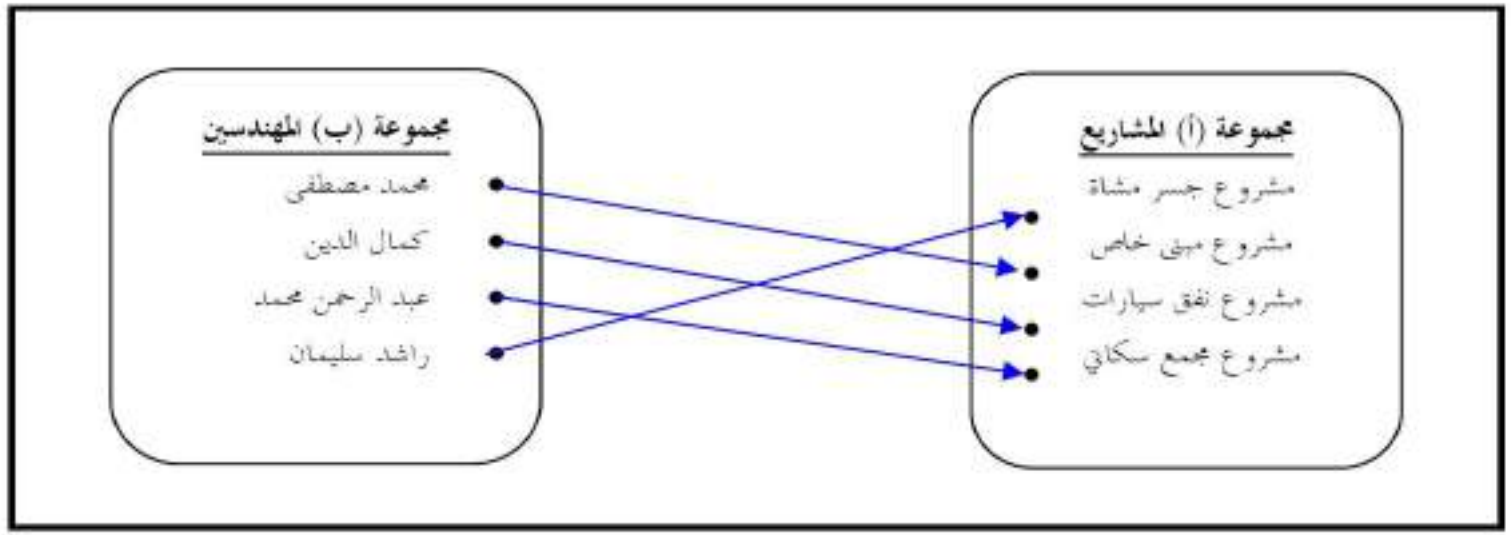
إن مفهوم العلاقة والتواصل والربط بين الأشياء قديم، حيث توصل إليها الإنسان من خلال تجاربه وخبرته، فالقرابة والجوار والصداقة هي أمثلة على العلاقات بين مجموعة من الأشخاص. والعلاقة يمكن أن تكون بين مجموعتين أو أكثر، مثل مجموعة الفنادق الموجودة في المملكة العربية السعودية ومجموعة المدن السعودية، فعلاقة الفنادق مع المدن هي علاقة انتماء، أي في مجموعة الفنادق مثلا يحفظ اسم الفندق مع معلومات عنه مثل درجة الفندق ورقم الهاتف وعدد الغرف. وفي مجموعة المدن يحفظ اسم المدينة و المنطقة الإدارية التابعة لها و الكثافة السكانية فيها وهكذا،

4 -2 -1 أنواع العلاقات:

و ربط المعلومات يمكن أن يكون بأحد الأشكال التالية:

- علاقة عنصر بعنصر (**One to one**):

  حيث يرتبط كل عنصر من المجموعة الأولى بعنصر واحد من المجموعة الثانية. كمثال بسيط لنفرض أن مجموعة (أ) عبارة عن المشاريع القائمة الآن لشركة معينة ومجموعة (ب) عبارة عن المهندسين العاملين في هذه الشركة، وتريد الشركة أن يشرف كل مهندس واحد فقط على مشروع واحد فقط، فتكون العلاقة واحد إلى واحد كل مهندس يشرف على مشروع واحد



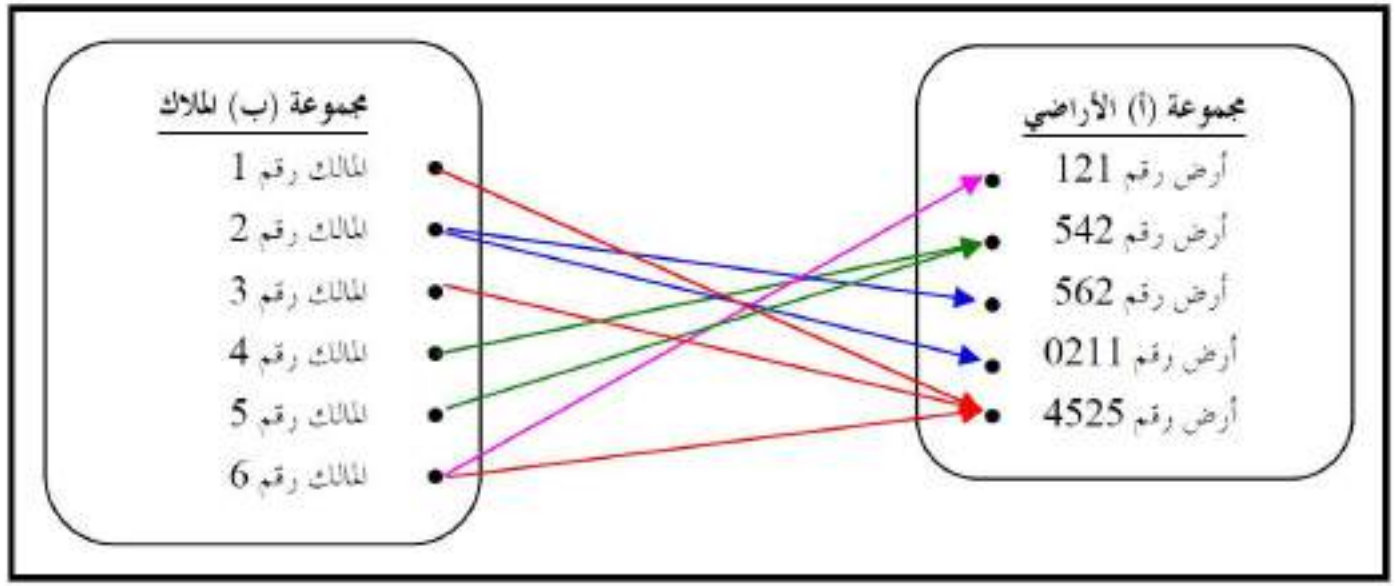
شكل (4 -3): ربط عنصر بعنصر في نظم المعلومات الجغرافية.

- علاقة عنصر بعدة عناصر (**One to many**):

وهي علاقة تربط عنصراً من المجموعة الأولى مع عدة عناصر من المجموعة الثانية، ومثال ذلك ونفس المثال الذي ذكرناه عن الفنادق والمدن، فممكن أن المدينة فيها أكثر من فندق ولذا فإن عدداً من العناصر في مجموعة الفنادق ترتبط بمدينة واحدة في مجموعة المدن (شكل 4 -4).

- علاقة عدة عناصر بعدة عناصر (**many to many**):

وهي علاقة تربط بين كل عنصر من المجموعة الأولى مع عنصر أو عدة عناصر من المجموعة الثانية، كما يمكن أن يرتبط كل عنصر من المجموعة الثانية مع عنصر أو عدة عناصر من المجموعة الأولى. ومثال ذلك، لنفرض أن المجموعة (أ) عناصرها هي بيانات الأراضي، و المجموعة (ب) عبارة عن اسم الملاك. فالعلاقة هنا هي أن المالك يملك القطعة رقم (1) مثلا. فالأرض ممكن أن يملكها شخص واحد أو عدة أشخاص، كما أن المالك الواحد يمكن أن يملك أكثر من أرض (شكل 4 -5).



شكل (4 -5): علاقة عدة عناصر بعدة عناصر.

4 -3 بنى قواعد البيانات (Database Structure):

وبعد ما تعرفنا على مفهوم العلاقات وربط المعلومات وأنواع العلاقات، نتطرق الآن إلى بنية قواعد المعلومات في أنظمة المعلومات الجغرافية، حيث إن ترتيب البيانات وفق بنية مختارة ومصممة بعناية له فوائد عديدة منها:

- سرعة الوصول إلى البيانات بغية استخدامها أو تحريرها.
- تخزين البيانات ذات الصفة الواحدة التي يمكن استخدامها وتحريرها بسهولة.
- الإقلال من تكرار البيانات (أو ما يسمى البيانات الفائضة) في التخزين مما يقلل حجم التخزين الكلي.
- إتاحة الطرق لصيانة أجزاء من قاعدة البيانات دون الأخرى.
- المرونة حيث يمكن استخدام البيانات لأغراض لم يتم التخطيط لها في مرحلة تصميم المشروع.
- سهولة استخدام البيانات في برمجيات وتطبيقات أخرى.
- المركزية في إدارة البيانات التي تؤمن حصول المستخدمين على نفس البيانات رغم التعديلات والإضافة والحذف المتكررة والمتزامنة.
- إمكانية أكبر و أوسع في حجب بعض البيانات عن بعض المستخدمين.

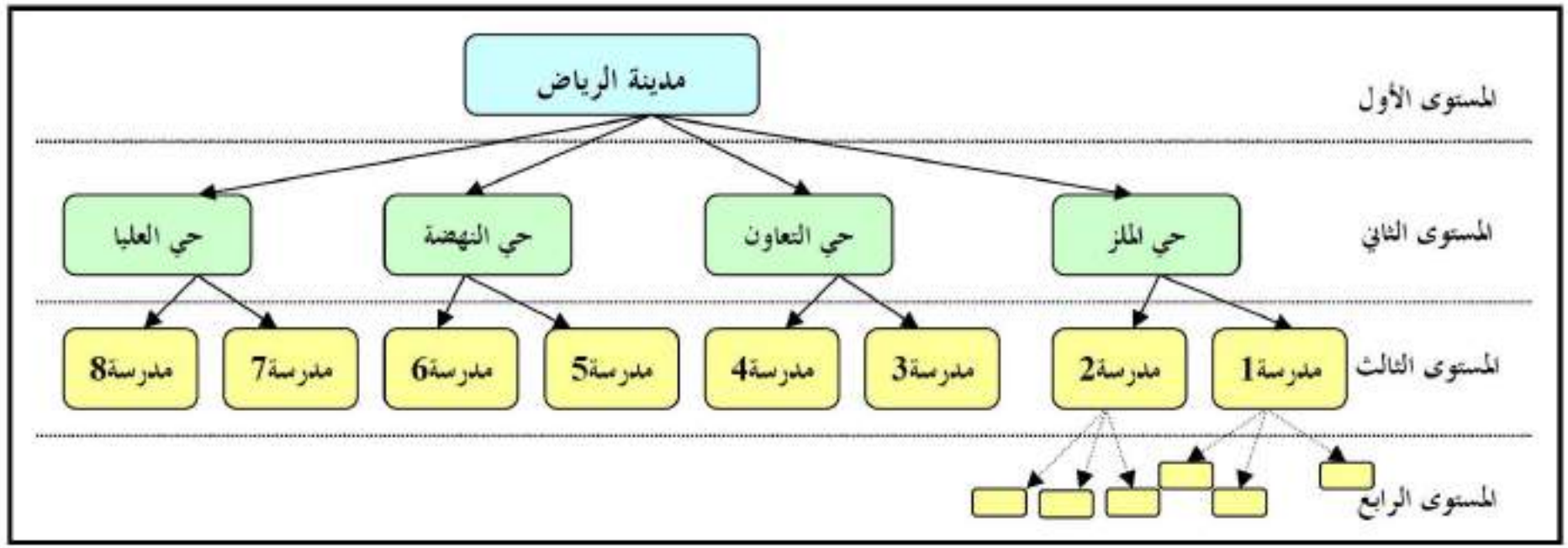
وعملياً تتفق معظم قواعد المعلومات الجغرافية في أسلوب تصميمها و بنيتها في ثلاثة أنواع رئيسة:

البنية الهرمية (**Hierarchical Structure**):

وهي بنية يتم فيها ترتيب المعلومات حسب أهميتها، وهذه البنية تشبه الشكل الهرمي ويبنى على مبدأ (الأب والابن) فيتفرع من المستوى الأول (وهو مستوى الأب) عدة بيانات (وهم مستوى الابن) ويتفرع من المستوى الثاني (الابن أصبح أب) عدة بيانات وهكذا.

وفي (الشكل 4 -6) مثال على البنية الهرمية، حيث المستوى الأول هو الأب (المدينة الرياض)، والمستوى الثاني هو الأبناء (الأحياء مدينة الرياض)، والمستوى الثالث هو أبناء الأبناء (المدارس في كل حي) وهكذا... وتتناسب هذه البنية مع العلاقات من نوع (عنصر بعدة عناصر) التي سبق شرحها في الوحدة السابقة، ولكنه لا يمكن استخدام البنية الهرمية مع علاقة (عدة عناصر بعدة عناصر) دون تكرار البيانات وهي من مساوئ هذه البنية، كما أن إجراء عملية الصيانة أو توسعة القاعدة يتطلب إجراء

تعديلات مكثفة لذا لم ينتشر استخدامها في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية إلا في بعض التطبيقات الخاصة جدا والقليلة.



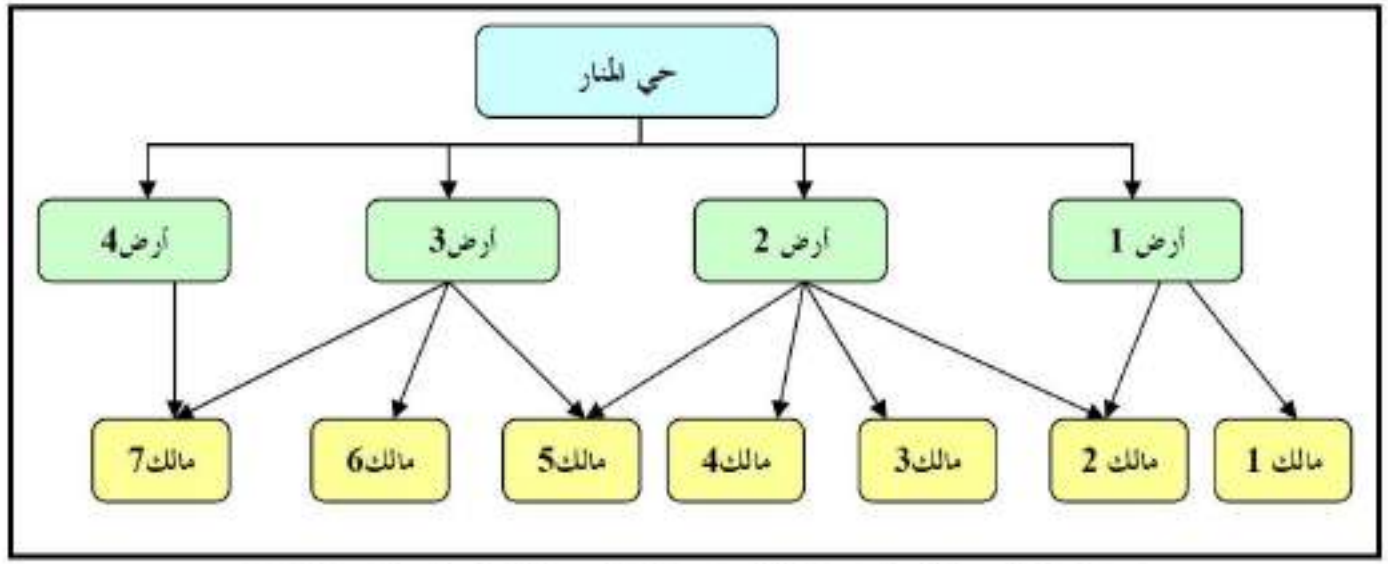
شكل (4 -6): البنية الهرمية لقاعدة المعلومات الجغرافية.

المحاضرة الخامسة عشر

نظم المعلومات الجغرافية

البنية الشبكية (Network Structure):

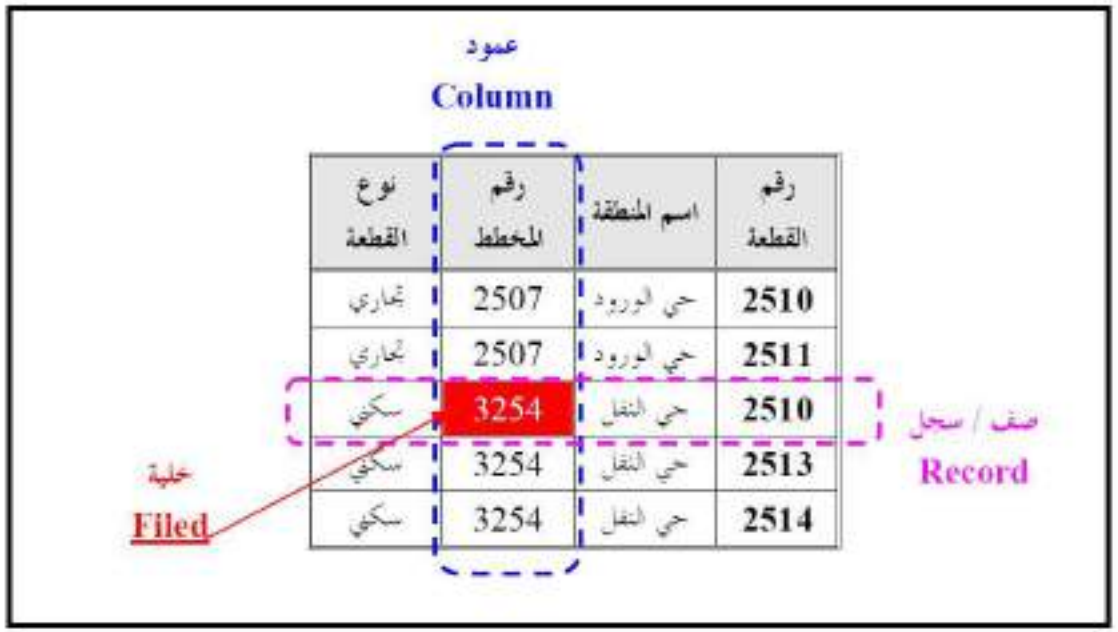
والاختلاف الأساسي بين البنية الشبكية و البنية الهرمية وهو أنه في البينية الشبكية يمكن ربط الابن بأكثر من أب وربط الأبناء ببعضهم، أي يمكن في البنية الشبكية ربط عنصر من مستوى أدنى بعدة عناصر من مستوى أعلى كما يمكن ربط عنصر بعدة عناصر بنفس المستوى، ويكون الشكل أقرب ما يكون إلى شبكة معقدة من الروابط. ويمكن استخدام أي نوع من العلاقات السابق ذكرها في الوحدة السابقة وهي (عنصر بعنصر، عنصر بعدة عناصر، عدة عناصر بعدة عناصر) في البنية الشبكية. والبنية الشبكية صعبة التشكيل ويتطلب استخدام هذه البنية خبرة أكثر، ولهذا ظل استخدامها محدوداً في نظم المعلومات الجغرافية (شكل 4 - 7).



شكل (4 -7): البنية الشبكية لقاعدة المعلومات الجغرافية.

البنية الارتباطية أو الجدولية (**Relational Structure**):

تعتمد البنية الارتباطية على ترتيب البيانات ضمن جداول، والجداول هي وحدة التخزين الأساسية، وأي صف من الصفوف في الجدول يحوي كافة البيانات الخاصة بأحد العناصر في الجدول ويسمى سجل (Record)، وأي عمود من الجدول يعطي بيانات من نوع واحد أو خاصية واحدة لجميع العناصر ويسمى عمود (Column) وطبيعة البيانات في عمود واحد تكون واحدة (مثل عدد صحيح أو اسم وغيره) ونسمي تقاطع الصف مع العمود بالحقل (Filed) أو خلية وهي تحوي معلومة عن عنصر محدد مثل اسم رقم المخطط (شكل 4 -8). وتربط هذه الجداول مع بعضها عن طريق ما يسمى بالمفتاح الأولي (Primary Key).



شكل (4 -8): السجل و العمود والخلية في جداول المعلومات.

4 -4 المفتاح الأولي (Primary Key):

نقول عن حقل أو مجموعة من الحقول معا في صفوف جدول أنها تشكل مفتاحا أولياً للجدول إذا كانت القيمة في هذا الحقل أو مجموعة الحقول معاً متغيرة من صف لآخر في الجدول، ولا تتطابق قيمها في هذا الحقل أو في هذه الحقول مجتمعة في أي صف من صفوف الجدول.

واستنادا لهذا المفهوم نقول أنه لا يمكن اعتبار "رقم القطعة" منفردا كمفتاح أولي للجدول المبين في (شكل 4 -8) لأن رقم القطعة يمكن أن يتكرر كما في الصف الأول والثالث من هذا الجدول حيث لدينا رقم القطعة "2510"، لكننا إذا أمعنا النظر في الجدول يتبين لنا أنه إذا تطابق رقم القطعة في صفين مختلفين فإن كل قطعة أرض تكون في مخطط مغاير لآخر، وعلى ذلك يمكن أن نقول المفتاح الأولي في هذا الجدول هو رقم القطعة ورقم المخطط معاً، بحيث لا يوجد في المخطط قطعتا أرض لهما نفس الرقم. وبذلك يكون هذا المفتاح الأولي خاص بمعلم واحد فقط ولا يتكرر.

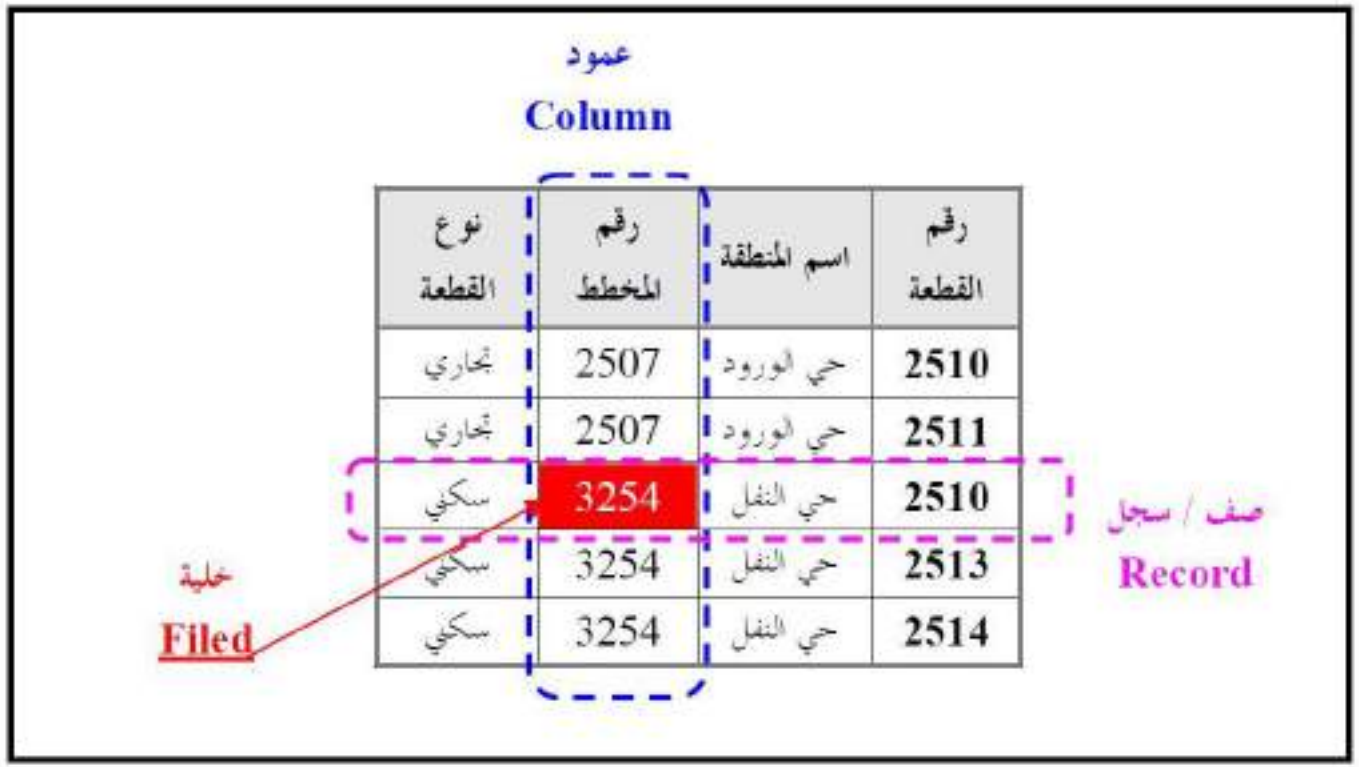
وعادة تفرض قيود واشتراطات على المفتاح الأولي من أهمها عدم التكرار، وأن لا يكون خالية القيمة أو ما يسمى (Null)، ففي المثال السابق إذا تركنا حقل رقم القطعة فارغاً أو تركنا حقل رقم المخطط فارغا يختل تعريف العقار. وتتيح بعض البرامج والأنظمة المستخدمة حاليا سهولة في تصميم وفرض القيود على الجداول والمدخلات ومثال ذلك اشتراط إدخال رقم تعريفي غير متكرر أو تحديد عدد الأحرف أو الأرقام المدخلة في خلية ما (مثل اسم العقار لا يتعدى 25 حرفاً ورقماً).

ومن فوائد توسيع حقول المفتاح الاولي تقبل احتمالية تطابق الحقول في صفين متميزين ولكن لزيادة عدد حقول المفتاح الأولي سلبيات كثيرة إذ يؤدي إلى تكرار تسجيل البيانات في مختلف الجداول، كما سيصعب عمليات البحث عن بعض البيانات، ففي الغالب يحدد مفتاح أولي في حقل واحد لتسهيل ربط الجداول في قواعد المعلومات الكبيرة، فمثلاً في المثال السابق ممكن أن نضيف حقلاً لرقم تعريفي ويمكنك أن يكون هذا الرقم ناتجاً عن دمج رقم المخطط ورقم القطعة ويكون هو الرقم التعريفي للقطعة، فإذا أردنا الإشارة لهذه القطعة في أي جدول آخر يكفي أن نذكر الرقم التعريفي لها فقط وبالتالي يربط بجميع معلومات هذه القطعة في الجداول الأخرى (شكل 4 -9).

الرقم التعريفي	رقم القطعة	اسم المنطقة	رقم المخطط	نوع القطعة
25072510	2510	حي الورود	2507	تجاري
25072511	2511	حي الورود	2507	تجاري
32542510	2510	حي النفل	3254	سكني
32542513	2513	حي النفل	3254	سكني
32542514	2514	حي النفل	3254	سكني

لاحظ اختلاف الرقم التعريفي

شكل (4 -9): مثال على الرقم التعريفي لقطع الأراضي.



شكل (4 -8): السجل و العمود والخلية في جداول المعلومات.

نظم المعلومات الجغرافية

بناء قواعد البيانات

المحاضرة –17

5- المراحل الأساسية لبناء قواعد المعلومات الجغرافية :

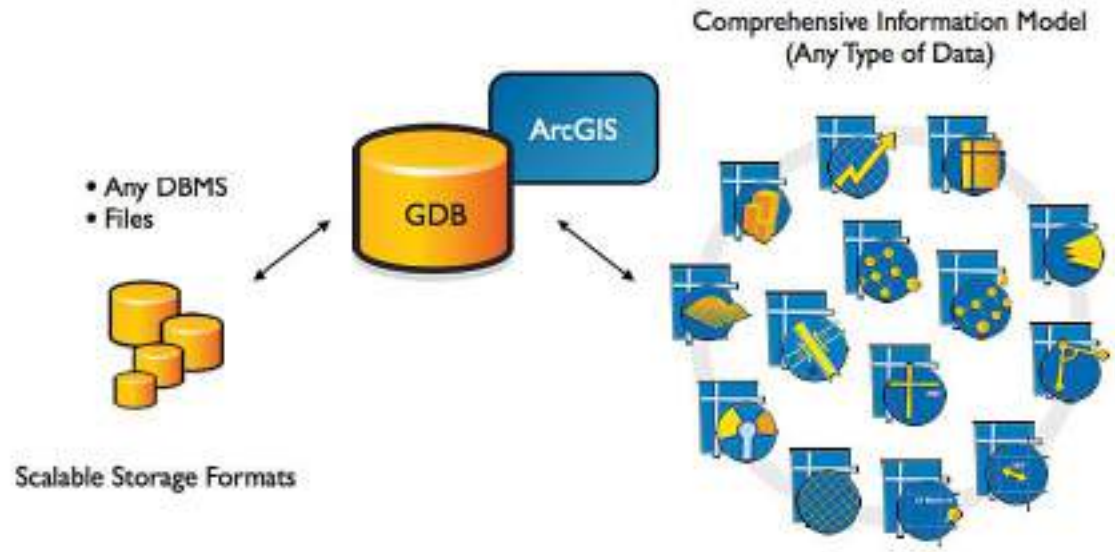
يمكن إيجاز المراحل الأساسية لبناء قاعدة المعلومات الجغرافية على الشكل المبسط التالي:

- **تحديد الهدف من نظام المعلومات الجغرافي المراد إنشاء قاعدة البيانات له**، وذلك بإجراء مقابلات مع المسؤولين والمستخدمين للتعرف على الأعمال والتطبيقات التي يقومون بها والمراد من النظام تنفيذها، وغالبا ما تكون هذه الاجتماعات بعيدة عن النمط الفني بحيث تكون متعلقة بالإجراءات الإدارية والروتينية لتنفيذ أعمال القسم.

- **تحديد العناصر الأساسية التي يجب أن تتضمنها قاعدة المعلومات**، وفي هذه المرحلة يكون العمل فنيا أكثر وذلك بتحليل المتطلبات السابق تحديدها في المرحلة السابقة وتحويلها إلى عناصر واضحة ومحددة

- **التصميم الصوري للنظام**، والمقصود بالتصميم الصوري هو عبارة عن ترجمة للأهداف والأعمال والتطبيقات المتوفرة في المرحلة الثانية إلى نموذج تصميمي يمكن التعرف من خلاله على العلاقة بين هذه العناصر وتصميم البرامج الخاصة لتنفيذ المطلوب من النظام، وتكون هذه النماذج سهلة التغير والتطوير قبل إدخالها إلى حيز التنفيذ ويتم التصميم تدريجيا وتطويرها حين التأكد من صلاحيتها أولا بأول. ومن المهم اختيار أنواع وتحديد بعض الاشتراطات على الحقول في قاعدة المعلومات، ومثال ذلك تحديد مواصفات حقل رقم هوية مالك الأرض مثلا بحيث لا يقل عن عشرة أرقام وأن لا يحتوي على حروف أو رموز.

- **اختبار التصميم الصوري نظريا**، يعتبر التصميم التصوري لقاعدة المعلومات الجغرافية من أولويات تنفيذ النظام، ونظرا لصعوبة تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية والحصول على نتائج مرضية تلقائيا يكون من الأفضل تنفيذ دراسة تجريبية للتأكد من عدم وجود مشكلات من المحتمل حدوثها في المستقبل قبل تنفيذ المشروع فعليا، وتكون مرحلة التنفيذ التجريبية اختباراً لهذا التصور النظري وتحوله إلى واقع. وبالتالي يمكن التعرف على إمكانية تنفيذ هذا التصور عمليا وفنيا وإجراء التغييرات والتعديلات المناسبة قبل الشروع في تنفيذ وتصميم قاعدة المعلومات الفعلية.



- **تطوير الإجراءات المطلوبة**، ويمكن في هذه المرحلة ممارسة الإجراءات المطلوبة لتصميم قاعدة المعلومات التجريبية ومدى إمكانية تنفيذها وتعديل هذه الإجراءات في حالة صعوبة تحقيق ذلك أو تقديم بعض على بعض حسب الحاجة.

- **البحث عن المصادر المعلوماتية**، يتم البحث عن المصادر الضرورية ذات العلاقة بالغايات والأهداف الرئيسة والمتوفرة وثم البحث عن مصادر معلوماتية أخرى مثل خرائط الأساس والصور الجوية، وتشمل المعلومات المكانية والوصفية.

- **فحص مصادر المعلومات**، والتحقق من مدى ملاءمتها وتلبيتها للشروط والغايات المحددة والمرجوة.

- **استخراج المعلومات المطلوبة من المصادر** المختارة و ترتيب المعلومات في صيغ وقوالب تسمح بإدخالها إلى النظام.
- **إدخال التعديلات والتصحيحات** والإضافات اللازمة على المعلومات لتصبح بمرجعية ونوعية متجانسة.
- **إدخال المعلومات إلى النظام فعلياً**.
- **تدقيق المعلومات** المدخلة والتأكد من صحتها وصحة إدخالها.
- **التحقق من سهولة وفاعلية** التعامل مع المعلومات المدخلة.
- **التجول داخل النظام** وعمل استعلامات و تحليلات واستخراج النتائج العددية و الورقية في شتى الصور لاختبار النظام فعلياً.
- **البدء في استخدام** النظام والاستفادة من معلوماته.
- **جدولة التحديثات** و المتابعة المستقبلية للمعلومات المتغيرة.