

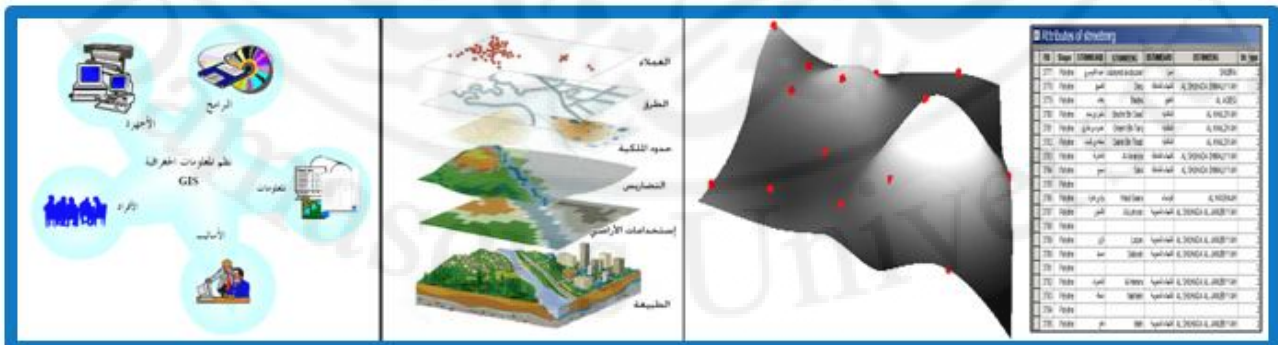


منشورات جامعة دمشق
كلية العلوم

نظام المعلومات الجغرافي



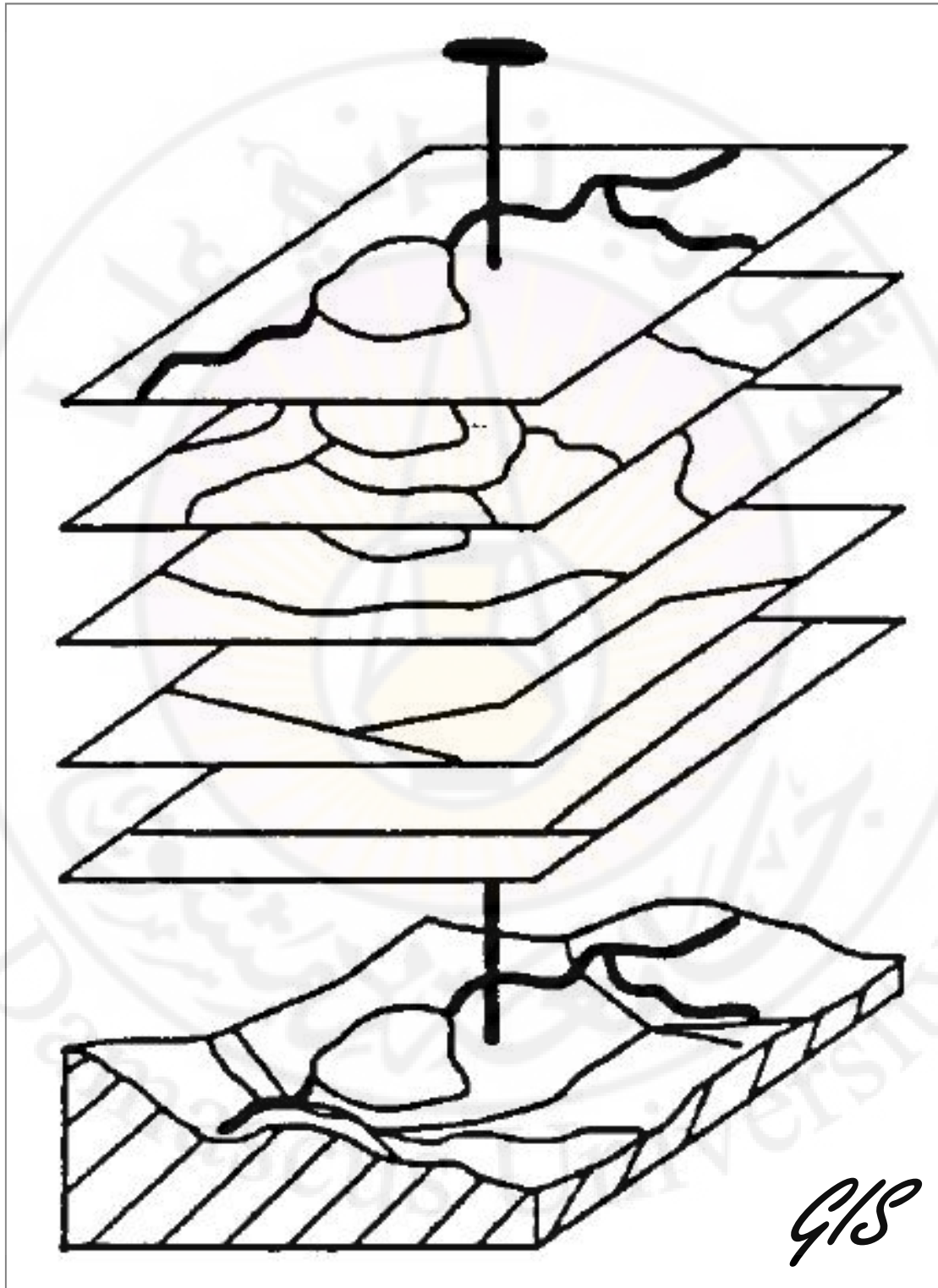
الدكتور
رفيق جبر
مدرس في قسم الجيولوجيا



١٤٣٣-١٤٣٤ هـ
٢٠١٢-٢٠١٣ م

جامعة دمشق

Geographic Information System



مطبوعة

سعر المبيع



نظام المعلومات الجغرافي

Geographic Information System



السنة: الرابعة

قسم: الجيولوجيا - فرع الهيدروجيولوجيا



منشورات جامعة دمشق

كلية العلوم



١٤٣٣ - ١٤٣٤ هـ
٢٠١٢ - ٢٠١٣ م

جامعة دمشق

الفهرس

الصفحة	الموضوع
١٣	المقدمة
١٥	الفصل الأول - مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية Introduction to GIS
١٥	١-١- مقدمة
١٦	١-٢- تعريف نظم المعلومات الجغرافية
١٩	١-٣- لمحة تاريخية
٢٢	١-٤- مفهوم نظم المعلومات الجغرافية
٢٤	١-٥- علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالعلوم والنظم الأخرى
٢٧	الفصل الثاني - المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية The Basics elements of GIS
٢٨	٢-١- البيانات والمعلومات Data & Information
٢٩	٢-١-١- المعلومات المكانية Spatial Data
٣٦	٢-١-٢- المعلومات الوصفية Attribute Data
٣٧	٢-١-٣- نماذج تمثيل المعلومات المكانية Spatial Data Models
٣٧	٢-٢- الأجهزة Hardware
٣٨	٢-٢-١- وحدة إدخال البيانات Data Input Unit
٤١	٢-٢-٢- وحدة المعالجة والتخزين Processing & Storage Unit
٤٢	٢-٢-٣- وحدة الإخراج Output Unit

٤٣	٣-٢ البرمجيات Software
٤٥	٤-٢ الطرائق والإجراءات Methods & Procedures
٤٦	٥-٢ الكادر المتخصص (الأفراد People)
٤٩	الفصل الثالث - مفاهيم أساسية في نظم المعلومات الجغرافية Basic Concepts of GIS
٤٩	٣-١- خصائص المعلومات الجغرافية ومفهوم العمليات المكانية
٥٠	٣-٢- ربط المعالم (الظواهر) الجغرافية بالموقع الجغرافي
٥٢	٣-٣- ربط المعالم (الظواهر) الجغرافية بالمعلومات الوصفية
٥٣	٣-٤- الربط الهندسي للمعلومات المكانية الخطية
٥٥	٣-٥- العلاقات المكانية الطوبولوجية Topological Relationships ...
٥٧	٣-٦- تمثيل العلاقات الطوبولوجية في بنية قاعدة البيانات الجغرافية
٥٨	٣-٧- العلاقات الاتجاهية Directional Relationships
٥٩	٣-٨- الأبعاد والحسابات في نظم المعلومات الجغرافية
٦٢	٣-٩- أنواع نظم المعلومات الجغرافية
٦٢	٣-٩-١- وفقاً لهيكلية البيانات المكانية وطريقة تخزينها
٦٥	٣-٩-٢- وفقاً لحجم الاستخدام
٦٦	٣-٩-٣- وفقاً لنمط وطريقة الاستخدام
٦٩	الفصل الرابع - قواعد البيانات في نظم المعلومات الجغرافية Data Bases & GIS
٦٩	٤-١- مدخل إلى قواعد البيانات
٦٩	٤-١-١- أنواع قواعد البيانات
٧٠	٤-١-٢- مسميات قواعد البيانات
٧١	٤-١-٣- الهدف من بناء قواعد البيانات
٧٢	٤-١-٤- مراحل تصميم قواعد البيانات

٧٢	٤-١-٥- مميزات قواعد البيانات
٧٢	٤-٢- نماذج قواعد البيانات Database Models
٧٣	٤-٢-١- النموذج الهرمي Hierarchical Databases
٧٤	٤-٢-٢- النموذج الشبكي Network Databases
٧٤	٤-٢-٣- نموذج قاعدة البيانات العلائقية Relational Database
٧٩	٤-٢-٤- نموذج قاعدة البيانات الهدفية Object-Oriented Database
٨٢	٤-٣- أنواع العلاقات في قواعد البيانات Types of Database Relationships
٨٨	٤-٤- نظم إدارة قواعد البيانات Database Management Systems
٩١	الفصل الخامس - الوظائف الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية The Principles Tasks of GIS
٩١	٥-١- جمع وإدخال المعلومات الجغرافية Data Capture & Input
٩٥	٥-٢- تخزين المعلومات المكانية Spatial Data Storage
٩٧	٥-٣- تهيئة ومعالجة المعلومات وإدارتها Manipulation, Processing & Management
٩٨	٥-٤- الاستفسارات Queries ولغة البحث SQL
٩٨	٥-٤-١- الاستفسارات المباشرة (البسيطة)
١٠٠	٥-٤-٢- الاستفسارات متعددة الشروط (المركبة)
١٠١	٥-٤-٣- الاستدعاء المكاني Spatial Query
١٠٤	٥-٥- عمليات التحليل المكاني Spatial Analysis
١٠٥	٥-٦- الإنتاج الكارتوغرافي Cartographic Production
١٠٧	٥-٦-١- الترميز والعنونة Symbology & Labeling
١٠٩	٥-٦-٢- مقياس الرسم Scale
١١٠	٥-٦-٣- الإظهار والإخراج Display & output

١١٣	الفصل السادس - طرق إدخال المعلومات المكانية وتصحيح الأخطاء Spatial Data Input Methods & Errors Corrections
١١٣	٦-١- إدخال المعلومات المكانية الشبكية Raster Data Input
١١٤	٦-٢- إدخال المعلومات المكانية الخطية Vector Data Input
١١٥	٦-٢-١- استخدام طاولة الترقيم (Digitizer) في إدخال الخرائط والصور
١١٩	٦-٢-٢- استخدام الماسح (Scanner) في إدخال الخرائط والصور
١٢١	٦-٢-٣- إدخال جداول الإحداثيات لصنع الخارطة
١٢٣	٦-٢-٤- تحويل البيانات Data Conversion
١٢٥	٦-٣- الأخطاء المكانية في نظم المعلومات الجغرافية
١٢٦	٦-٣-١- الأخطاء الهندسية
١٣٠	٦-٣-٢- سماحيات تصحيح الأخطاء الهندسية
١٣٣	٦-٤- بعض الطرق المتبعة في معالجة وتصحيح الأخطاء
١٣٧	الفصل السابع - تحليل البيانات الخطية Vector Data Analysis
١٣٧	٧-١- تحليل المعلومات الوصفية
١٣٩	٧-٢- تحليل المعلومات المكانية
١٣٩	٧-٢-١- تحليل التراكب Overlay
١٤٤	٧-٢-٢- تحليل الاستخلاص Extract
١٤٦	٧-٢-٣- تحليل الاقتراب Proximity Analysis
١٤٩	٧-٢-٤- تحليل الشبكات Network Analysis
١٥٥	الفصل الثامن - تحليل البيانات الشبكية وتحليل السطوح Raster Analysis & Surfaces Analysis
١٥٥	٨-١- تحليل البيانات الشبكية Raster Data Analysis
١٥٧	٨-١-١- التحاليل الرياضية Mathematical Analysis

١٥٩	٨-١-٢- التحاليل الإحصائية Statistical Analysis
١٦٠	٨-١-٣- تحاليل الاستخلاص Extraction
١٦١	٨-١-٤- تحاليل المسافة Distance Analysis
١٦٣	٨-١-٥- تحاليل الكثافة Density Analysis
١٦٤	٨-٢-٢- تحاليل السطوح Surfaces Analysis
١٦٦	٨-٢-١- نموذج الارتفاعات الرقمي Digital Elevation Model
١٦٩	٨-٢-٢- الشبكة المثلثية غير المنتظمة Triangulated Irregular Network
١٧٠	٨-٢-٣- مقارنة بين سطوح الشبكة المثلثية غير المنتظمة وسطوح البيانات الشبكية TIN Surfaces & Raster Surfaces
١٧٢	٨-٢-٤- خطوط الكونتور Contours
١٧٣	٨-٢-٧- ظلال الأرض Hill Shades
١٧٣	٨-٢-٥- الانحدار (الميل) Slope
١٧٤	٨-٢-٦- التوجيه (اتجاه الميل) Aspect
١٧٥	٨-٢-٨- الرؤية ومجال الإبصار Visibility & View shade
١٧٥	٨-٢-٩- حساب الحجم، والقص والردم (الملء) Volume & Cut-Fill
١٧٦	٨-٣- التحاليل الهيدرولوجية Hydrological Analysis
١٨١	الفصل التاسع - مصادر المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية Data Sources
١٨٣	٩-١- الخرائط Maps
١٨٥	٩-٢- المساحة الأرضية Field Survey
١٨٦	٩-٣- المساحة الجوية والصور الجوية Photogrammetry
١٨٧	٩-٤- الاستشعار عن بعد والصور الفضائية Remote Sensing
١٩٠	٩-٥- نظام تحديد المواقع (GPS) Global Positioning System

١٩١	٩-٥-١- مكونات نظام الـ GPS وخصائصه
١٩٥	٩-٥-٢- مبدأ عمل الـ GPS
١٩٨	٩-٥-٣- طرق المسح والرصد بالـ GPS
١٩٩	٩-٥-٤- العوامل المؤثرة على دقة نظام الـ GPS
١٩٩	٩-٥-٥- استخدام نظام الـ GPS كأداة لجمع بيانات الـ GIS
٢٠١	٩-٥-٦- بعض الأنظمة المشابهة لنظام الـ GPS والمقارنة فيما بينها ..
٢٠١	٩-٦- الإحصاءات والمسوحات الميدانية والتقارير ونتائج الدراسات
٢٠٣	٩-٧- معايير جودة المعلومات المكانية
٢٠٥	الفصل العاشر - أنظمة الإسقاط ومراجع الإسناد في نظم المعلومات الجغرافية Projection Systems & Datum
٢٠٥	١٠-١- نظام الإحداثيات Coordinate System
٢٠٧	١٠-٢- إسقاط الخرائط Map Projection
٢٠٩	١٠-٣- شكل سطح الأرض وتأثيره على إسقاط الخرائط
٢١١	١٠-٤- نظام الإرجاع الجيوديزي العالمي
٢١٣	١٠-٥- أنواع الإسقاط
٢١٧	١٠-٦- خصائص المساقط الأساسية للخرائط
٢١٩	١٠-٧- نظام ميركاتور العالمي المستعرض UTM
٢٢٣	الفصل الحادي عشر - أسس تصميم وتنفيذ نظم المعلومات الجغرافية Foundation and Implementation of GIS
٢٢٣	١١-١- مفهوم تصميم نظم المعلومات الجغرافية
٢٢٥	١١-٢- الخطوات الأساسية لإنشاء نظم المعلومات الجغرافية
٢٢٦	١١-٣- الخطوات التنفيذية لإنشاء نظم المعلومات الجغرافية
٢٢٩	١١-٤- مفاهيم الشبكات في تصميم نظم المعلومات الجغرافية
٢٣١	١١-٤-١- النظم المركزية Central Systems

٢٣١	 Distributed Systems ١١-٤-٢ - النظم الموزعة
٢٣٤	 Networks types ١١-٤-٣ - أنواع الشبكات
٢٣٧	الفصل الثاني عشر - بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية Some Applications of GIS
٢٣٨	١٢-١- إدارة العقارات والملكيات وتخطيط استعمالات الأراضي
٢٣٩	١٢-٢- الطرق والنقل والمرور
٢٤٠	١٢-٣- إدارة شبكات تصريف السيول
٢٤١	١٢-٤- إدارة شبكات المياه والصرف الصحي
٢٤٢	١٢-٥- شبكات الكهرباء
٢٤٣	١٢-٦- شبكات الهاتف
٢٤٤	١٢-٧- مشروع تطوير خرائط الأساس للمدن
٢٤٥	١٢-٧-١- جمع المخططات والخرائط والبيانات ودراساتها وإدخالها
٢٤٦	١٢-٧-٢- توريد صور فضائية تغطي منطقة الدراسة
٢٤٧	١٢-٧-٣- إدخال الخرائط والمخططات وتصحيحها وتحويلها
٢٤٨	١٢-٧-٤- إدخال البيانات الوصفية والإنتاج الكارتوغرافي
٢٤٩	١٢-٧-٥- تطوير التطبيقات
٢٥١	 قائمة الأشكال
٢٦١	 قائمة الجداول
٢٦٣	 GLOSSARY المسرد
٢٨١	 قائمة المصطلحات الشائعة في نظم المعلومات الجغرافية
٢٨٧	 المراجع



المقدمة

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم بعض المفاهيم الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية للمهتمين بهذه التقانات ولا سيما طلاب قسم الجيولوجيا، لما لهذه النظم من استخدامات متعددة في مجال البحث العلمي والتطبيقات الهندسية والنظرية المتنوعة وفي مقدمتها الدراسات المتعلقة بعلوم الأرض، وما تقدمه هذه النظم من أدوات متطورة تساعد في جمع وتوثيق ومعالجة وتحليل وإدارة المعلومات والخرائط والصور الجوية ومعلومات الاستشعار عن بعد والصور الفضائية، بما يساهم في عملية التنمية والإدارة الأفضل للموارد الطبيعية وتسهيل سبل الاستفادة منها بما يخدم تقدم المجتمعات.

يتألف الكتاب من اثني عشر فصلاً تتدرج في تلخيص المفاهيم الأساسية ووظائف وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، وتأتي على النحو التالي:

- (١) الفصل الأول: يحتوي هذه الفصل على مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية، وتعريف هذه النظم، وتاريخ تطورها وعلاقتها بالعلوم والنظم البرمجية الأخرى.
- (٢) الفصل الثاني: ويحتوي على المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية، المتمثلة بالبرامج والأجهزة والبيانات وطرائق التحليل والمعالجة، بالإضافة إلى الكادر المتخصص في استخدام وتطوير هذه النظم.
- (٣) الفصل الثالث: مفاهيم أساسية في نظم المعلومات الجغرافية وتشمل خصائص المعلومات الجغرافية وربط العناصر الجغرافية بالمعلومات الوصفية بالإضافة إلى العلاقات المكانية وأنواع نظم المعلومات الجغرافية.
- (٤) الفصل الرابع: قواعد البيانات وعلاقتها بنظم المعلومات الجغرافية، ونماذج قواعد البيانات والعلاقات فيها ونظم إدارتها.
- (٥) الفصل الخامس: الوظائف الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية وتشمل عمليات جمع وتوثيق وتخزين ومعالجة وتصحيح المعلومات الجغرافية، بالإضافة إلى إدارة وتحليل هذه البيانات وإنتاجها وتبادلها وتوزيعها ونشرها.

- ٦) الفصل السادس: طرق إدخال المعلومات المكانية مثل عمليات المسح الضوئي والرقمنة وتصحيح الأخطاء الجيومترية وأساليب معالجتها.
- ٧) الفصل السابع: تحليل المعلومات المكانية الخطية وتشمل بعض التحاليل مثل التراكب والاستخلاص ونمذجة الشبكات، بالإضافة إلى بعض التحاليل الإحصائية المتعلقة بها.
- ٨) الفصل الثامن: تحليل المعلومات الشبكية والسطوح وتشمل تحليل معلومات الصور والسطوح ثلاثية الأبعاد ونموذج الارتفاعات الرقمي، وبعض التطبيقات في الدراسات الأرضية مثل تحاليل المسافة والكثافة والتحليل الهيدرولوجية.
- ٩) الفصل التاسع: مصادر المعلومات الجغرافية مثل الخرائط والمساحة الأرضية والصور الجوية والفضائية وبيانات أنظمة تحديد المواقع العالمية.
- ١٠) الفصل العاشر: بعض أنظمة الإسقاط الشائعة في نظم المعلومات الجغرافية، وأنواع المساقط وخصائصها ومراجع الإسناد الجغرافية.
- ١١) الفصل الحادي عشر: الأسس النظرية لتأسيس وتنفيذ مشاريع نظم المعلومات الجغرافية، والأساليب المتبعة وفقاً للدورة البنائية العالمية لهذه النظم.
- ١٢) الفصل الثاني عشر: ملخص لبعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال إدارة البنى التحتية واستخدامات الأراضي والعقارات والأملاك وتطوير خرائط الأساس.

تم تأليف هذا الكتاب اعتباراً من سلسلة المحاضرات التي أعدها ودرسها المؤلف لطلاب السنة الرابعة في قسم الجيولوجيا - جامعة دمشق، ويأمل المؤلف وبهذا الجهد المتواضع أن يضيف هذا الكتاب بنسخته الأولى لبنة جديدة في بناء المكتبة العربية وفائدة مرجوة للباحثين والطلاب الأعزاء على حد سواء. هذا ويتقدم المؤلف بجزيل الشكر إلى كل من ساهم ويساهم في تقييم وتوجيه الملاحظات لتصويب العمل، فما من عمل كامل، جلّ من لا يخطئ، والله ولي التوفيق.

المؤلف: الدكتور رفيع جبر

الفصل الأول

مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية

Introduction to Geographic Information Systems

١-١ - مقدمة:

لقد مر الإنسان بمراحل عدة خلال تطوره اعتباراً من مرحلة الصيد ومروراً بمراحل الزراعة والصناعة ووصولاً إلى المرحلة الحالية والتي يمكن القول عنها إنها "مرحلة المعلومات أو عصر المعلومات"، وفي كل مرحلة كان الإنسان يجتهد ويستتبط أساليب وأدوات تمكنه من استغلال موارد الطبيعة وتسخيرها في تحسين معيشته وتسهيل سبل الحياة والرفاهية.

لقد شهد العالم في المرحلة الأخيرة ثورة حقيقية في مجال المعلومات أو تكنولوجيا المعلومات. إن تطور وسائل وأدوات جمع وتخزين المعلومات، مترافقاً مع ظهور الحاسبات الإلكترونية "الكمبيوتر" والتطور في مجال الإلكترونيات والاتصالات والأقمار الصناعية، كل ذلك ساهم بشكل فعال في توفير المعلومات والقدرة على تحليلها والإفادة منها بما يخدم المجتمعات في المجالات المدنية والعسكرية.

مع توفر الكم الهائل من المعلومات وإمكانات تبادلها ما بين الدول والمؤسسات والأفراد، فقد ظهر العديد من النظم البرمجية والتطبيقات الحاسوبية التي تمكن من إدارة ومعالجة واستخدام هذه المعلومات وتحليلها وتسخيرها في إدارة المشاريع وتطوير الأدوات والوسائل لاستغلال الموارد الطبيعية بالشكل الأمثل بما يعود بالنفع الكبير على البشرية بشكل عام، ومن بين النظم المتعددة ظهرت " نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS's)"، فما هي نظم المعلومات الجغرافية؟ وللاجابة عن

هذا السؤال، سنركّز في ثانيا هذا الكتاب على تعريف هذه النظم ومكوناتها ووظائفها وتطبيقاتها بشكل مبسط، بحيث يتّمكن القارئ من فهم المعلومة والإفادة منها بسهولة دون الإسهاب بالتفاصيل النظرية والفلسفية والتي قد يحتاجها المطوّرون والمبرمجون ويمكن بهذه الحالة الرجوع إلى المصادر الأساسية لهذه النظم للاستزادة.

١-٢- تعريف نظم المعلومات الجغرافية:

تُستخدم نظم المعلومات الجغرافية في معظم المجالات العلمية البحثية والتطبيقية، وإن تعبير معلومات جغرافية لا ينحصر حقيقةً بالمعلومات الجغرافية فقط، إنما يُعبّر عن أي نوع من المعلومات التي ترتبط بموقع جغرافي على سطح الأرض، وقد تعددت تعريفات نظم المعلومات الجغرافية تبعاً لمجال أو نوع استخدامها أو حسب الشركات والمؤسسات والمطوّرين لهذه النظم، ولعل أشهر التعريفات التي ساقها العديد من الباحثين والمطوّرين لتعريف نظام المعلومات الجغرافي (GIS) أنه "نظام لجمع وتخزين وتنقيح وإدارة وتحليل البيانات وإظهارها، تلك البيانات المرجّعة مكانياً إلى سطح الأرض"، (Worboys, 1995)، ومن التعريفات الشائعة نذكر ما يلي:

(١) نظم المعلومات الجغرافية: "هي حالة خاصة من نظم المعلومات التي تحتوي على قواعد معلومات تعتمد على دراسة التوزيع المكاني للظواهر والنشاطات والأهداف التي يُمكن تحديدها في المحيط المكاني كالنقاط والخطوط والمساحات، حيث يقوم نظام المعلومات الجغرافي بمعالجة المعلومات المرتبطة بتلك العناصر لجعل البيانات جاهزة لاسترجاعها والاستفسار عنها من خلال تلك النظم" (Dueker 1979).

(٢) نظم المعلومات الجغرافية: "هي مجموعة منظمة ومرتبطة من أجهزة الحاسب الآلي والبرامج والمعلومات الجغرافية والطاّقم البشري المدرب، صُمّمت بكفاءة لجمع كل المعلومات الجغرافية لموقع ما على سطح الأرض ورصدها وحفظها واستدعائها ومعالجتها وتحديثها وتحليلها وعرضها" (Burrough 1986).

٣) نظم المعلومات الجغرافية: "هي عمليات تهتم بالخرائط التفصيلية وتمولها الحكومات والبلديات والأقسام الإدارية الكبرى، لأن الهدف منها هو دعم الساسة والإداريين للوصول إلى قرارات متوازنة فيما يتعلق بالموارد الطبيعية والبشرية" (Muller 1991).

٤) نظم المعلومات الجغرافية: "هي نظم تكاملية تجمع بين البرامج والأجهزة والكفاءة البشرية المؤهلة والمعلومات والطرق التحليلية لدراسة المعلومات المكانية بشقيها الوصفي والمترى، والمرتبطة بالشبكة الوطنية الجيوديزية أو العالمية المعروفة في نظم محاور الكرة الأرضية ثم رصدها وتخزينها واستدعائها ومعالجتها ونمذجتها وتحليلها وتحديثها وعرضها وتوزيعها" (عبد الله القرني 1996).

٥) نظم المعلومات الجغرافية: "هي وسائل تسمح بمعالجة المعطيات وتحويلها إلى معلومات تكون مرتبطة، بشكل عام وصريح بالكرة الأرضية وتدعم اتخاذ القرار حيال موقع معين على سطح الأرض" (DeMers 1997).

٦) نظم المعلومات الجغرافية: "هي نمط تطبيقي لتكنولوجيا الحاسب الآلي والتي تهتم بإنجاز وظائف خاصة في مجال معالجة وتحليل المعلومات بما يتفق مع الهدف التطبيقي لها معتمدة على كفاءة بشرية وإلكترونية متميزة"، (محمد الخزامي عزيز 1998).

٧) هذا وقد برز مؤخراً مصطلح "جيوماتيكس أو جيوانفورماتيكس: Geomatics or Geoinformatics"، ويُعبّر هذا المصطلح عن ماهية نظم المعلومات الجغرافية، وأصبح مستخدماً في مختلف القطاعات، وقد قدّم موقع جيوماتيكس كندا تعريفاً لهذا المصطلح كما يلي: "يُعرّف مصطلح الجيوماتيكس أو الجيوانفورماتيكس على أنه علم وتقنية جمع وتحليل وتفسير وتوزيع واستخدام المعلومات الجغرافية، ويشمل نطاقاً واسعاً من التخصصات، بما فيها المساحة، والخرائط، والاستشعار عن بعد، ونظم تحديد المواقع العالمية" (Geomatix Canada Web Site, 2000).

٨) هذا ويمكن تلخيص تعريف نظم المعلومات الجغرافية من حيث بنيتها ووظائفها

وإمكانات التحليل التي تتميز بها من خلال وجهات النظر الثلاث التالية:

- من وجهة نظر وظيفية، إن نظام المعلومات الجغرافي هو أداة فعالة في التخطيط والإدارة على مختلف المستويات وفي مختلف المجالات؛ التخطيط اعتباراً من المستوى النظري وحتى التنفيذ الفعلي، والإدارة اعتباراً من المستوى الاستراتيجي وانتهاءً بالمستوى التشغيلي للمشاريع، فيعدُّ أداة فعالة في دعم القرار.
- ومن وجهة نظر إجرائية يساعد الـ GIS في تحديد المشكلة وإيجاد الحلول من خلال جمع وتخزين البيانات، وإدارتها وتحليلها وإخراجها بالشكل المطلوب وإجراء عمليات التحليل والنمذجة المكانية.
- أما من وجهة نظر بنيوية فيتكوّن النظام من خمسة عناصر أساسية هي البيانات والأجهزة والبرمجيات والإجرائيات والكادر المتخصص. تكمل هذه العناصر بعضها وأهمها الكادر المتخصص القادر على تنفيذ وظائف النظام بكافة مراحله.

يتضح مما سبق أن تعريفاً واحداً لا يُعبّر بشكل كامل عن ماهية ومكونات ووظائف نظم المعلومات الجغرافية، لذا تعددت التعاريف، فقد تشابهت أحياناً واختلفت في بعض الأحيان. تتجلى أوجه التشابه بالتعاريف بأن نظم المعلومات الجغرافية هي عبارة عن بنوك معلومات وأنها ذات قدرة تحليلية مكانية عالية الكفاءة، أما أوجه الاختلاف فقد تجلت بأن بعضهم يعدُّ الكادر جزءاً من هذه النظم وبعضهم الآخر لا يعدُّه كذلك، فمنهم من يركّز على مكونات هذه النظم ومنهم من يركّز على الوظائف والتطبيقات، وبشكل عام، إن تفاوت تعاريف الـ GIS نابع من تنوع الحقول التي تُستخدم فيها هذه النظم وتبعاً لوجهات النظر ومطوري هذه النظم، إضافة إلى التطور السريع لهذه النظم واتساع استخداماتها وارتباطها بالتقانات الحديثة وتطبيقاتها في مختلف المجالات البحثية والتطبيقية.

١-٣ - لمحة تاريخية:

تستند فكرة ومفهوم نظم المعلومات الجغرافية أساسها على نظم المعلومات المكانية التقليدية التي ظهرت مع ظهور علوم المساحة والخرائط، ومن أوائل من استخدم مفهوم نظم المعلومات المكانية التقليدية الفراعنة عندما قاموا برسم خرائط بدائية للحقول الزراعية يدوياً، واستمرت أعمال الرسم اليدوي في عهد الدولة الإسلامية عندما تم وضع خرائط الأمصار والأراضي التي خضعت للدولة الإسلامية، وأخذت النظم المكانية التقليدية بالتطور مع تطور علوم المساحة والفيزياء والرياضيات والجغرافية والتي من خلالها تم إيجاد معادلات حساب الإحداثيات وربط المعالم الجغرافية بنظم الإحداثيات الكروية وتحديد مواقعها على سطح الكرة الأرضية بدقة أكبر.

مع تطور أدوات وتقنيات تحديد ورصد المعالم الجغرافية، أصبح بالإمكان رسم خرائط متنوعة، أكثر تخصصية، فمنها مثلاً خرائط تُعبر عن الغابات وأخرى تُمثل تجمعات المياه أو الجبال أو الطرقات وغيرها، وكانت هذه الخرائط أساساً لما يسمى بالخرائط الموضوعية Thematic Maps والتي صُممت بشكل مقبول في أواخر القرن السابع عشر الميلادي. وفي منتصف القرن التاسع عشر الميلادي أُنتج في بريطانيا أطلس استخدمته مفوضية السكك الحديدية الإيرلندية ويعرف بـ "Atlas to Accompany the second report of the Irish Railway Commissioners"، وقد احتوى هذا الأطلس على خرائط تشمل معلومات كمية ونوعية، فمنها ما خُصص لعرض نسب المسافرين باتجاهات مختلفة ومنها ما خُصص لعرض الكثافات السكانية، وآخر احتوى على معلومات جيولوجية وطبوغرافية، وقد صُممت هذه الخرائط على شكل شرائح شفافة تُركب فوق بعضها لتُشكّل الخارطة النهائية، وكان هذا الأسلوب في إنتاج الخرائط أقرب ما يمكن إلى مفهوم نظم المعلومات الجغرافية في تصنيف وتنظيم وإنتاج الخرائط الرقمية، (Keenan, 2005).

واعتباراً من بداية القرن العشرين أخذت صناعة الخرائط وإدارة المعلومات تقفز قفزات نوعية وهي بتطور مطرد، وخاصة مع ظهور وتطور الحاسبات الإلكترونية

والنظم البرمجية والاتصالات والأقمار الصناعية، إذ تحولت حقبة الرسم والتلوين والترميز اليدوي إلى حقبة الرسم والترميز الآلي للخرائط، ثم حقبة التحويل الرقمي والتصنيف والأرشفة والإنتاج الكارتوغرافي للمعلومات الجغرافية.

إذاً، إن فكرة ومفهوم نظم المعلومات الجغرافية قديمة قدم الإنسان، ولكن لم تكن موجودة بصيغة رقمية قابلة للتطبيق بشكل علمي دقيق إلا من خلال الثورة المعلوماتية المذهلة والتي انطلقت بشكل فعلي في منتصف القرن العشرين، ومازالت مستمرة بالتطور إلى يومنا هذا، ويمكن إيجاز مراحل تطور نظم المعلومات الجغرافية بعدة محطات تاريخية منها:

- ستينيات القرن الماضي: لقد ظهر أول نظام معلومات جغرافي في ستينيات القرن الماضي من خلال مشروع نفذته الحكومة الكندية لإدارة الموارد الطبيعية وإنتاج الخرائط الرقمية وربطها بالمعلومات الوصفية، وبدأ المشروع في عام ١٩٦٣ وسمي " نظام المعلومات الجغرافي الكندي Canada Geographic Information system (CGIS)". وعلى التوازي تقريباً في عام ١٩٦٤ قام الباحث Howard T. Fisher بتطوير نظام الرسم الحاسوبي والتحليل المكاني في جامعة هارفارد الأمريكية من خلال مختبره الذي حمل اسم: " Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (LCGSA), Harvard University". وفي عام ١٩٦٩ تم تأسيس شركة معهد بحوث الأنظمة البيئية في الولايات المتحدة الأمريكية والتي حملت اسم: " Environmental Systems Research (ESRI) Institute " على يد صاحبها Jack Dangermond والتي أنتجت أهم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في العقود اللاحقة.

- سبعينيات القرن الماضي: تميزت هذه الفترة بتدخل القطاعات الحكومية والجامعات بشكل واضح للاستفادة من تقانات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة الموارد الطبيعية ودراسات حماية البيئة. ففي عام ١٩٧٠ عقد أول مؤتمر من قبل الاتحاد الدولي للجغرافيين في كندا لمناقشة ما تم إنجازه في مجال نظم المعلومات

الجغرافية. وفي عام ١٩٧٢ أصدر الاتحاد الدولي للجغرافيين أول كتاب عن نظم المعلومات الجغرافية باسم " معالجة البيانات الجغرافية Geographical Data Handling".

هذا وقد اهتم العديد من الجامعات بتطوير وتدريس هذه النظم ومنها جامعة بوفالو في نيويورك (University at Buffalo, The State University of New York)، وجامعة ساسكاتشوان في كندا (University of Saskatchewan) وجامعة دورهام بإنكلترا (Durham University) وغيرها من الجامعات الأخرى، الأمر الذي ساعد في انتشار هذه التقانات على مستوى المؤسسات والأفراد.

كما بدأت الشركات في تطوير نظم المعلومات الجغرافية (GIS) مترافقة مع نظم الرسم الهندسي بواسطة الحاسب الإلكتروني (CAD) ونظم معالجة الصور الفضائية (Image Processing) ومن هذه الشركات: Intergraph, GIMMS, Raytheon, System House وغيرها.

- ثمانينيات القرن الماضي: تُعدّ هذه المرحلة مرحلة الانتشار التجاري لنظم المعلومات الجغرافية، حيث تنافست الشركات الحكومية والخاصة ومعاهد البحوث والجامعات في إنتاج العديد من نظم المعلومات الجغرافية والنظم ذات العلاقة بها، فمنها ما اقتصر على إنتاج الخرائط الآلية ومنها ما غطى جوانب محددة وآخر تخصص بمجال معين، حتى بلغ عددها مع نهاية الثمانينات من القرن الماضي عدة آلاف (Tomlinson, R 1990). قامت شركة ESRI بتطوير نظام المعلومات الجغرافي الشهير Arc/Info لمعالجة البيانات الخطية (Vector data) ثم تم تطويره لاحقاً لمعالجة وإدارة البيانات الخطية والشبكية (Vector & Raster Data) وأخذ مسميات أخرى مثل: ArcView, ArcGIS.

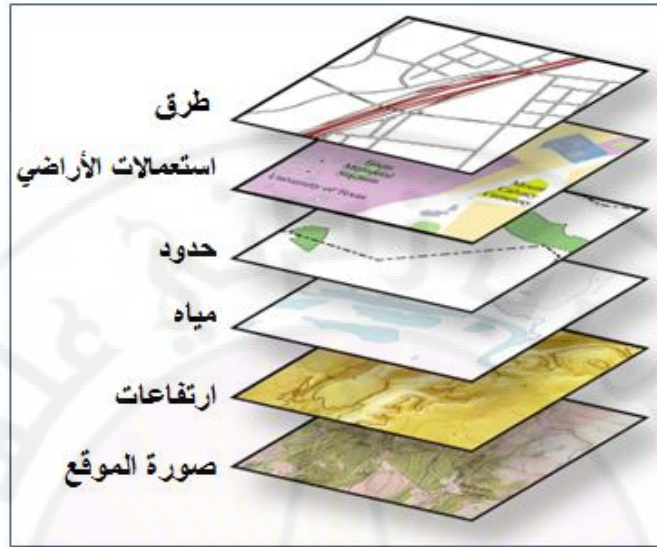
كما قام الباحث J.Ronald Eastman في جامعة Clark University الأمريكية بتطوير نظام IDRISI، هذا وقد ظهر في هذه الحقبة وفي السنوات التالية لها العديد من النظم مثل: MapInfo, Small World, Microstation Geographics,

ERDAS, SPANS, TIGER,...، وانتشرت هذه النظم حول العالم واستخدمت من قبل الحكومات المحلية في العديد من مشاريع التخطيط وإدارة الموارد الطبيعية.

- واعتباراً من بداية تسعينيات القرن الماضي حتى يومنا هذا أخذت أنظمة المعلومات الجغرافية بالتطور السريع على التوازي مع تطور تقانات الكمبيوتر والشبكات وتقانات الاستشعار عن بعد، وأخذت الشركات تصدر نسخاً حديثة من هذه النظم إضافة إلى تطوير برامج تخصصية ملحقة بها، ومنها برامج متخصصة بالأعمال المساحية وأخرى متخصصة بأعمال النمذجة الهيدرولوجية أو معالجة الصور الفضائية وغير ذلك، بالإضافة إلى الانتشار الواسع حول العالم، فباتت نظم المعلومات الجغرافية متاحة للحكومات والشركات والمؤسسات وحتى للأفراد بأسعار تنافسية، وأحياناً مجانية.

١-٤ - مفهوم نظم المعلومات الجغرافية:

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية بمفهومها التقليدي على مبدأ تصنيف وتخزين المعالم (الظواهر) الجغرافية في طبقات رقمية أو شرائح (Layer) منفصلة، حيث تحتوي كل طبقة على نوع معين من البيانات المكانية المتجانسة من حيث الشكل والمواصفات، وإن كل معلم جغرافي ضمن الطبقة الواحدة يتمتع بموقع جغرافي وخصائص تميزه عن غيره. ترتبط الطبقة الواحدة بجدول أو أكثر للمعلومات التي تُوصَف هذه المعالم. فمثلاً يتم تخزين الطرق بطبقة (شريحة)، والجدول المائية بأخرى والمباني بطبقة ثالثة، وهكذا. ومجموع تراكب هذه الطبقات يُنتج الخارطة الرقمية المتكاملة لمنطقة معينة. يُبين الشكل (١-١) مفهوم تنظيم وإدراج المعالم (الظواهر) الجغرافية في طبقات منفصلة.



معنى من قبل المستثمر كوحدة متكاملة، ويتم ذلك برمجياً من خلال تعريف هذه المعالم ومواقعها وخصائصها ووظيفتها في قاعدة البيانات ليصار إلى استدعائها وتمثيلها على الخرائط أو معالجتها وتحليلها والاستفادة منها.

إن طريقة تمثيل المعلومات الجغرافية وكيفية التعامل معها والإفادة منها تُلخّص مفهوم "النموذج المكاني" الذي يُمثل العالم الحقيقي ويشمل معلومات الظواهر الجغرافية وعلاقاتها المختلفة وكافة خصائصها الفيزيائية، ويُعدّ النموذج المكاني بالتعريف " الحد الأدنى من المعلومات والطرق والصيغ الرياضية التي يُمكن من خلالها تمثيل الواقع ومحاكاته بعد معالجة هذه المعلومات وإدخالها إلى الحاسب".

١-٥ - علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالعلوم والنظم الأخرى:

تستند نظم المعلومات الجغرافية إلى العديد من العلوم التي ساهمت في بناء هيكليّة هذه النظم، وبناء الخوارزميات التي مكّنت من تنفيذ وظائفها سواءً بعمليات الرسم والإنتاج الكارتوغرافي أو الحسابات والقياسات والعمليات الإحصائية وعمليات التحليل المكاني والوصفي التي تميزت بها نظم المعلومات الجغرافية، ومن أهم العلوم التي ساهمت في تأسيس وبناء هذه النظم:

- المساحة والجغرافيا والخرائط والمساقط.
- الاستشعار عن بعد وتحليل وتفسير الصور الجوية والفضائية.
- الرياضيات والإحصاء والفيزياء والفلك.
- وعلى رأس هذه العلوم تأتي علوم الحاسبات الإلكترونية والبرمجيات والاتصالات والشبكات، والتي مكّنت من تشغيل هذه النظم وإنجاز مهامها وتمثيل ونشر وتبادل مخرجاتها.

هذا واعتماداً على هذه العلوم وعلى حاجة المُستخدم لإدارة وتحليل المعلومات، فقد ظهر كم هائل من البرمجيات المتخصصة بمختلف المجالات العلمية والتطبيقية، مثل: نظم قواعد البيانات ونظم التصميم والرسم الهندسي ونظم النمذجة الرياضية، ونظم

المعالجة والتحليل والتفسير، ونظم الرسم الفني والإعلانات، ونظم معالجة وتفسير المعطيات الجيوفيزيائية والهيدرولوجية، ونظم الإحصاء والمحاسبة، وغيرها كثير..، ولسنا هنا بصدد تعريف وذكر مميزات ووظائف كل هذه البرمجيات، ونكتفي بالوقوف على تعريف ثلاثة أنواع من النظم البرمجية التي ترافقت أو سبقت ظهور نظم المعلومات الجغرافية وتعدّ نظاماً مسانداً لها، تتشابه معها أحياناً وتشاركها في بعض الوظائف وتختلف عنها أحياناً حسب المهام التي طوّرت من أجلها ومن هذه النظم نذكر:

(١) **نظم قواعد البيانات Data Base Systems**: هي نظم تُعنى بأعمال التصنيف والأرشفة والتوثيق الرقمي بصيغة جداول تسهّل عملية استرداد البيانات وتعديلها وتحديثها والاستفسار عنها وإجراء العمليات التحليلية والإحصائية وإنتاج التقارير والمخططات البيانية، ويجب التمييز هنا بين مفهوم نظم قواعد البيانات أو نظم المعلومات من جهة ومفهوم نظم قواعد البيانات الجغرافية أو نظم المعلومات الجغرافية من جهة ثانية، حيث تُمكن نظم المعلومات الجغرافية بالإضافة إلى عمليات الأرشفة والتوثيق والتحليل والاستفسار من ربط المعلومات بالموقع الجغرافي وإجراء التحليلات المكانية والتحليلات الوصفية على هذه المعلومات.

(٢) **أنظمة الخرائط الآلية وإدارة المرافق Automated Mapping and Facility Management (AM/FM)**: تُعنى هذه النظم بالرسم وإنتاج الخرائط بشكل عام، وخاصة تلك المتعلقة بالخدمات والمرافق العامة والبنى التحتية، وتُمكن من الربط مع قواعد البيانات والاستفادة منها بالإنتاج الكارتوغرافي للخرائط، ولكن لا تحتوي على إمكانات التحليل المكاني (Spatial Analysis) التي تتميز بها نظم المعلومات الجغرافية.

(٣) **أنظمة التصميم والرسم بمساعدة الحاسب Computer Aided design (CAD)**: هي أنظمة تُخزّن المعلومات المكانية على شكل خرائط أو رسومات رقمية وتتعامل مع المعلومات المكانية على أنها عناصر رسومية، ولها قدرة متطورة في الرسم والتصميم

ثنائي وثلاثي الأبعاد وتسمح بالربط المحدود مع قواعد البيانات، ولكن لا تحتوي إمكانات التحليل الجغرافي وإمكانات إدارة المعلومات الجغرافية.

تجدر الإشارة إلى أن نظم المعلومات الجغرافية ووفقاً لتعريفها ووظائفها تجمع ما بين النظم الثلاث المذكورة أعلاه للأسباب التالية:

- فهي أولاً تُعدّ نظم قواعد بيانات، إذ تُمكن من تخزين البيانات ومعالجتها وإدارتها، إضافة إلى ربطها مع الموقع الجغرافي لذا تأخذ تسمية قواعد بيانات جغرافية.
- وتُعدّ ثانياً نظم خرائط آلية لتمتعها بإمكانات الإنتاج الكارتوغرافي للخرائط والإفادة من قواعد البيانات المبنية داخلها أو المرتبطة معها في الترميز والتلوين والعنونة.
- وثالثاً هي أنظمة رسم هندسية متطورة أيضاً، تُمكن من إدخال وحفظ وإدارة البيانات المكانية والعناصر الرسومية بمختلف أنواعها وربطها مع البيانات الوصفية.
- بالإضافة إلى ما سبق تتمتع نظم المعلومات الجغرافية بوظائف متقدمة تتجلى بعمليات المطابقة المكانية والوصفية وعمليات النمذجة والتحليل الجغرافي وهذا ما يميزها عن باقي النظم.

الفصل الثاني

المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية

The Basics Components of GIS

نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من البرمجيات والتجهيزات والطرائق التي تُمكن من جمع وتخزين وإدارة ومعالجة وتحليل وإخراج المعلومات الجغرافية، بالإضافة إلى توفر الكادر المتخصص القادر على القيام بمهام ووظائف هذه النظم والتجهيزات، ومن هذا التعريف الشائع يُمكن تلخيص المكونات الأولية لنظم المعلومات الجغرافية بخمسة مركبات (الشكل ٢-١) هي:

- **البيانات Data:** تشتمل على البيانات الوصفية Attribute Data والبيانات المكانية Spatial Data .
- **الأجهزة Hardware:** تشمل أجهزة الحاسب وأدوات جمع وإدخال وتخزين ومعالجة البيانات وتحويلها وطباعتها.
- **البرمجيات Software:** تشمل البرامج الرئيسية لنظم المعلومات الجغرافية والبرامج الداعمة والبرامج التطبيقية والبرامج الملحقة المتعلقة بها.
- **طرق التحليل والإجراءات Methods/Procedures/Analysis:** وتشمل كل المفاهيم النظرية والعملية ووظائف النظام التي تعطيها القدرة على عمليات النمذجة والتحليل المكاني وإيجاد الحلول والبدائل وتجعل منه أداة في دعم القرار في التخطيط والإدارة.
- **الكادر المتخصص (الأفراد People):** وهو العنصر البشري المتخصص والقادر على استخدام وتشغيل وتطوير نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها.



المعلومات الخام قبل معالجتها، فيمكن أن تُعبّر عن مجموعة الأرصاد المساحية كقيم مجردة أو مناسيب المياه الجوفية أو نسبة الرطوبة أو درجات الحرارة أو عدد السكان بمنطقة معينة، وما إلى ذلك، وبعد إدخال هذه البيانات ومعالجتها واستنتاج بعض الحقائق المتعلقة بها تتحول هذه البيانات إلى معلومات، كأن نحسب الكثافة السكانية ونقول: إن هذه المنطقة ذات كثافة سكانية عالية، أو نحسب متوسط درجات الحرارة ونقول: إن هذه المنطقة مرتفعة الحرارة، أو نرسم خارطة تساوي المناسيب ونستنتج مستوى المياه الجوفية في منطقة معينة. بهذه الحالة تتحول البيانات الخام إلى معلومات ذات معنى قابلة للتفسير ويمكن الاستفادة منها وتحقيق الهدف من جمعها ومعالجتها ودراستها، وبشكل عام لن نُعبرَ اهتماماً في هذا البحث للترجمة الحرفية لهذه المفردات فجميعها بالنتيجة تؤدي إلى المعلومات.

وبنفس السياق يبرز سؤال آخر ماهي المعلومات الجغرافية؟ تُستخدم نظم المعلومات الجغرافية في كل المجالات وبكل الدراسات التي تهتم بالمعالم والظواهر التي يمكن ربطها بالموقع الجغرافي على سطح الأرض. وبهذا فإن مصطلح معلومات جغرافية لا يقتصر فقط على المعلومات الجغرافية بل يُعبّر عن أية معلومات مكانية ترتبط بـ سطح الأرض. مثل المعلومات الجيولوجية والهيدرولوجية أو استخدامات الأراضي، والعقارات والمخططات التنظيمية، والطبوغرافيا وشبكات الطرق والخدمات وغير ذلك.

تتألف المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية من قسمين رئيسيين: المعلومات المكانية (Spatial Data) والمعلومات الوصفية (Attribute Data)، وفي الصفحات التالية توضيح لماهية هذه المعلومات.

٢-١-١- المعلومات المكانية Spatial Data:

المعلومات المكانية هي البيانات التي تمثل مواقع المعالم الجغرافية في الطبيعة، وتُعبّر عن كافة الظواهر الطبيعية والاصطناعية والتي تتميز بموقع مُسند إلى مرجع جغرافي ضمن نظام إحداثيات مُعرّف، وتشمل مواقع المدن والطرق والبحيرات والجبال

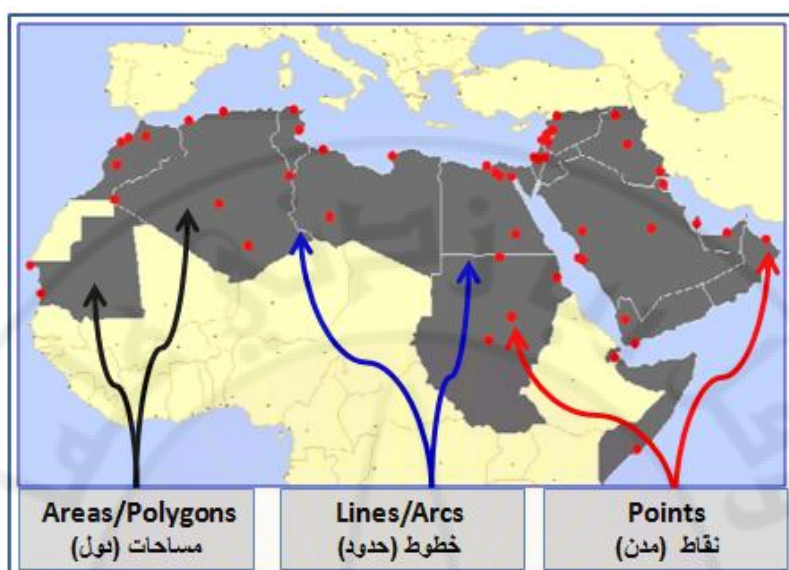
والغابات وغيرها، وتنقسم هذه المعلومات أيضاً إلى نوعين: معلومات خطية أو متجهة (Vector Data) ومعلومات شبكية أو خلوية (Raster Data).

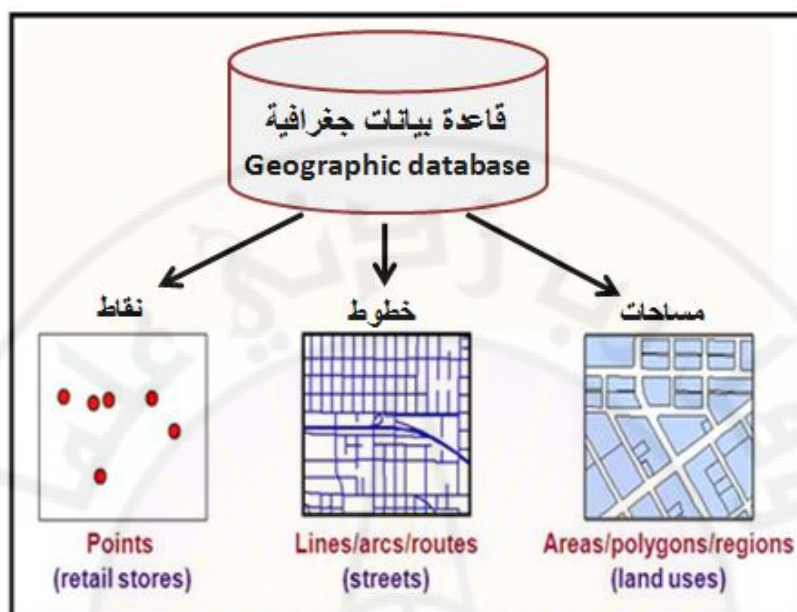
تجدر الإشارة إلى أن تعبير (Vector data) يترجم على أنه البيانات المتجهة أو الشعاعية أو الخطية والتي تمثل المعالم الجغرافية بصيغة نقطة وخط ومضلع، واصطلاحاً نطلق عليها بيانات خطية تقريباً للواقع الذي تمثله. أما التعبير (Raster Data) فيعني البيانات المتسامتة أو النقطية ويطلق عليها الصورة النقطية أو الشبكية أو الخلوية لأنها تمثل المعالم الجغرافية بكل أنواعها على هيئة صور مؤلفة من شبكة خلايا منتظمة ذات قيم محددة، كالصور الفضائية أو الصور المدخلة إلى الحاسب باستخدام الماسحات، واصطلاحاً سنطلق عليها البيانات الشبكية أو الخلوية.

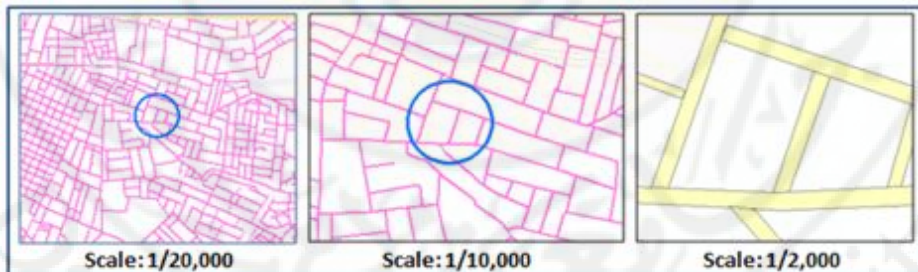
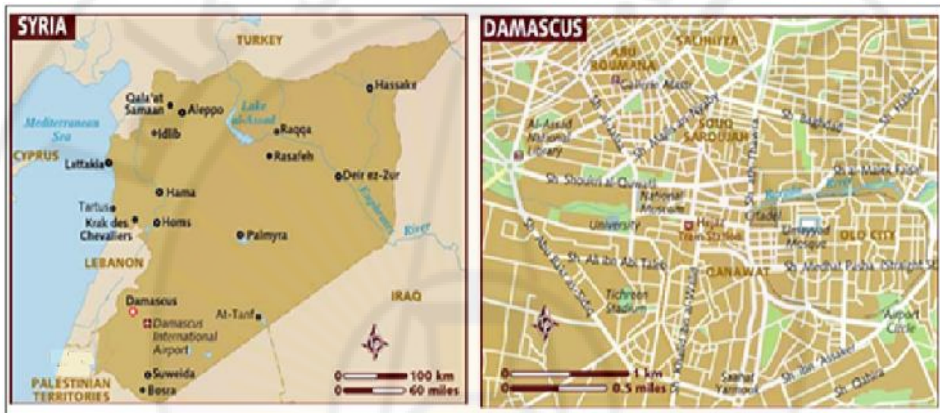
١) المعلومات الخطية Vector Data:

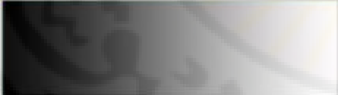
تُعبّر المعلومات المكانية الخطية عن المعالم والظواهر الجغرافية التي تمثل العالم الحقيقي على شكل كيانات (Entities) لها مواصفاتها الفيزيائية والاعتبارية المعقدة في الطبيعة. يتم تبسيط هذه الكيانات عند نقلها وتخزينها في الحاسب، ويتم التعبير عنها في نظم المعلومات الجغرافية على هيئة عناصر رسومية أو معالم (ظواهر) جغرافية (Object Feature) تتلخص بثلاثة أنواع رئيسية هي: النقاط (Points)، والخطوط أو الأقواس (Lines/Arcs) والمساحات أو المضلعات (Areas/Polygons) كما في الشكل (٢-٢). وكل ظاهرة تتصف بموقع وخصائص محددة ترتبط بمجموعة معلومات وصفية تميزها عن غيرها.

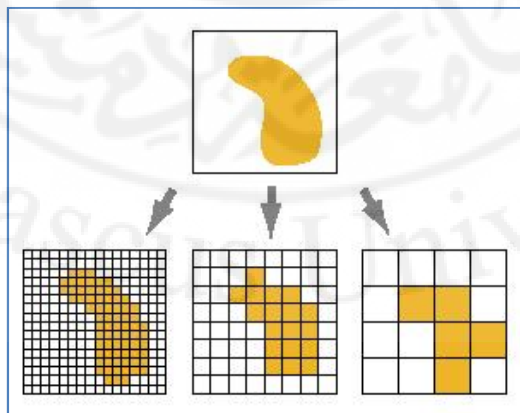
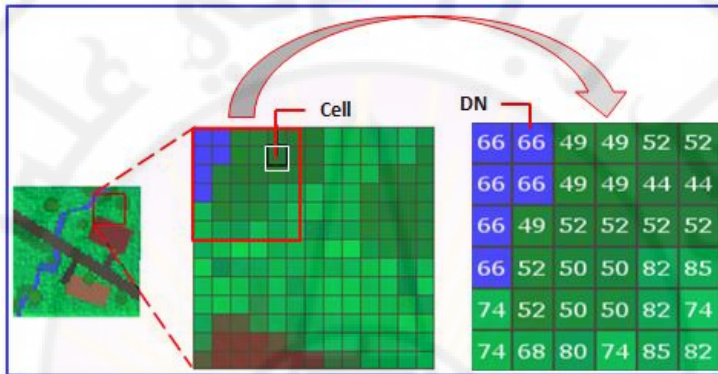
تجدر الإشارة إلى أن التعابير (Object features, Map features) تُستخدم بكثرة في نظم الـ GIS ويمكن ترجمتها على إنها "السمات الجغرافية" في الخارطة الرقمية التي تُعبّر عن المعالم أو الظواهر الجغرافية في الطبيعة.







	80	74	62	45	45	34	39	56
8 بت = $2^8 = 255$ مستوى من تدرج الرمادي	80	74	74	62	45	34	39	56
	74	74	62	62	45	34	39	39
4 بت = $2^4 = 16$ مستوى من تدرج الرمادي	62	62	45	45	34	34	34	39
	45	45	45	34	34	30	34	39





Attributes of streetmrg						
FID	Shape	STRNMEARB	STRNMEENG	DSTNMEARB	DSTNMEENG	Str_type
3777	Polyline	عبد الدوسري	oubayed al-dousari	شبرا	SHUBRA	2
3778	Polyline	الضيق	Dieq	النهضة الشمالية	AL SHUHADA SHIMALIYYAH	2
3779	Polyline	بقاء	Bagha	الضيق	AL AQEEQ	2
3780	Polyline	بشير بن سعد	Bashir Bin Saad	الخالدية	AL KHALDIYAH	2
3781	Polyline	عميرة بن طارق	Omeirh Bin Tarq	الخالدية	AL KHALDIYAH	2
3782	Polyline	سليم بن ثابت	Salmh Bin Thabt	الخالدية	AL KHALDIYAH	2
3783	Polyline	الأمارية	Al Amariya	النهضة الشمالية	AL SHUHADA SHIMALIYYAH	2
3784	Polyline	سبيع	Sabii	النهضة الشمالية	AL SHUHADA SHIMALIYYAH	2

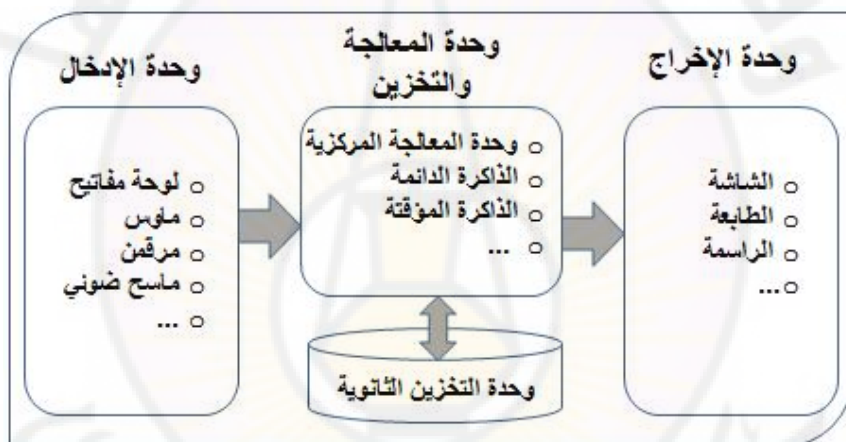
٢-١-٣- نماذج تمثيل المعلومات المكانية:

يتم تمثيل المعالم الجغرافية بشكل عام كما ذكرنا بالنقاط والخطوط والمساحات (بيانات خطية)، والصور، خاصة الصور الفضائية (بيانات شبكية)، بالإضافة إلى معلومات التسمية والعنونة (Labeling and Annotation) والتي تأخذ موقعاً على الخارطة وتتميز بإحداثيات محددة، لذا يمكن اعتبارها أيضاً كنوع من المعلومات المكانية على الخارطة. هذا ووفقاً لطبيعة وهيكلية وصيغة المعلومات المكانية يتم تمثيلها وفقاً لثلاث نماذج تتلخص بما يلي:

- (١) **نموذج المعلومات Data Model:** يُمثل النصور الشمولي للمعلومات المكانية مثل الخرائط الموضوعية، المعالم المتفرقة أو المرصودة، المعالم المرقمنة، أو أية معلومات موصّفة وفقاً لشرط أو تعبير رياضي.
- (٢) **هيكلية (بنية) المعلومات Data Structure:** تُمثل الطريقة التي تُستخدم لتشفير المعلومات المكانية الخطية والشبكية وسجلات وأعمدة قاعدة البيانات.
- (٣) **صيغ المعلومات Data Format:** تُعنى بالبروتوكولات أو الطرق الحاسوبية التي تُستخدم لحفظ المعلومات المكانية وإدارتها ومعالجتها وفقاً لكل نظام (Arc/Info, Geomedia...).

٢-٢- الأجهزة Hardware:

يُقصد بالأجهزة أو العتاد أجهزة الحاسوب (الكمبيوتر) بكامل أجزائه الصلبة أو المادية، وملحقاته من وحدات إدخال وتخزين وإخراج المعلومات، بالإضافة إلى المعالجات والذاكر وغيرها (الشكل ٢-١٠). وتختلف أجهزة الحاسب من حيث القدرة على تخزين ومعالجة البيانات، وحسب الغرض منها تتدرج من الحاسب الشخصي (PC) Personal Computer وصولاً إلى المُخدّمات Servers ومحطات العمل العملاقة Main Frames، وبما أن أجهزة الكمبيوتر ومكوناتها باتت شائعة ومعروفة في يومنا هذا، سنكتفي باستعراض مكوناتها بشكل سريع وسنولي أهمية خاصة لبعض



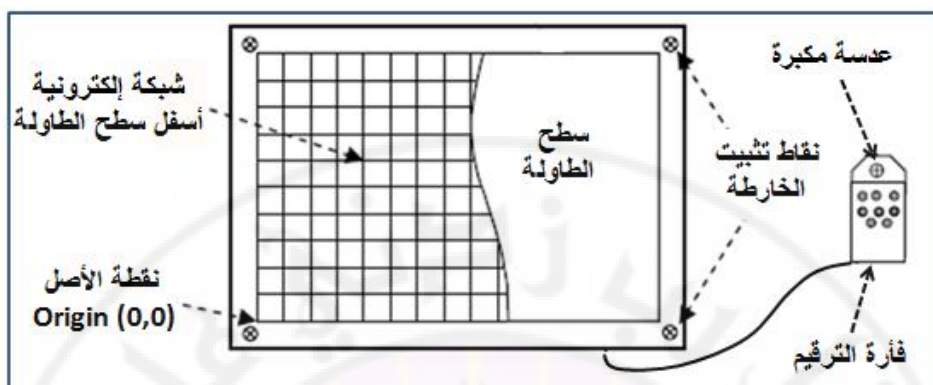
• **أجهزة تحديد المواقع (GPS) Global Positioning System**، والأجهزة المساحية الحديثة مثل المحطة الشاملة Total Station والتي تُعدّ أيضاً أدوات تُستخدم في جمع مواقع المعالم الجغرافية وبياناتها وربطها بالحاسب لنقل وإدخال معلوماتها.

• **طاولة الترقيم (المرقمن) Digitizer**: ويتكوّن نظام الترقيم من طاولة إلكترونية مضاءة مؤلفة من شبكة داخلية حساسة موصولة إلى الحاسب الإلكتروني بواسطة كبل معطيات وكبل تغذية بالطاقة الكهربائية. يتم إعداد طاولة المرقمن بالحاسب من خلال برامج خاصة بذلك لتعريف أبعادها ودقتها. يلحق بطاولة المرقمن فأرة خاصة تحتوي على عدسة مكبرة ذات شعيرات دقيقة متصالبة (Cross hair) تساعد في تكبير وتمييز والنقاط المعالم الجغرافية، أو قلم إلكتروني خاص لنتبع المعالم الجغرافية، فعند نقل رأس القلم أو الفأرة على الخارطة المثبتة على الطاولة يتم نقل مواقع (إحداثيات) المعالم التي تقع تحت رأس القلم إلى الحاسب وتُخزّن كإحداثيات محلية هي إحداثيات المرقمن.

يُلحق بطاولة الترقيم أنواع مختلفة من أجهزة التتبع (الفأرة) وغالباً ما تحتوي على عدد من الأزرار ذات وظائف متعددة منها التحكم والتبديل في نمط الترقيم من نقطة إلى خط وبالعكس، ومن خطوط مستقيمة إلى منحنية، كما وتساعد في تحديد بدايات ونهايات الخطوط واتجاهاتها وتُمكن من إدخال بعض الحروف الهجائية لتمييز نوع الظاهرة الجغرافية من غيرها أثناء عملية الترقيم.

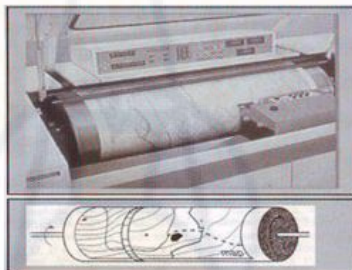
هذا وتختلف طاولات الترقيم من حيث الدقة والأبعاد والأسعار، ويمكن أن تأخذ الأبعاد: (A0,A3,..) أو أكبر وقد تصل دقتها (Resolution) إلى 0.025 مم.

يبيّن الشكل (٢-١١) مخططاً توضيحياً لمكونات طاولة الترقيم، ويبين الشكل (٢-١٢) كيفية تثبيت الخارطة على طاولة الترقيم .





ماسحات خطية A0



ماسحات أسطوانية



ماسحات A4, A3

Memory وتُخزَّن بها المعلومات بشكل مؤقت أثناء المعالجة ثم يتم نقلها إلى وسائط التخزين الأساسية، وتفقد محتواها عند إغلاق الكمبيوتر (Shut Down).

- **وسائط التخزين:** تتألف من الأقراص الصلبة Hard Disk، الأقراص المرنة Floppy Disk، الأقراص المدمجة CD/DVD، وغيرها، إضافة إلى وسائط التخزين الاحتياطي ومنها الأشرطة المغناطيسية Tapes أو الأقراص الصلبة الخارجية External Hard ..

علماً أن حجم أو مساحة تخزين البيانات تقدر بالبايت ومضاعفاته وفقاً لما يلي:

- ١ بايت = ٨ بت (السعة المطلوبة لتخزين حرف أو رقم واحد).
- ١ كيلوبايت = ١٠٢٤ بايت.
- ١ ميغا بايت = ١٠٢٤ كيلوبايت.
- ١ غيغابايت = ١٠٢٤ ميغا بايت.....

٢-٣- وحدة الإخراج Output Unit :

وتتألف مما يلي:

- **الشاشة (Screen (Monitor):** تُستخدم لإظهار المعلومات، ومنها أنواع عديدة: العادية أو المسطحة وبمقاسات مختلفة (12,14,20,...) إنش (بوصة).
- **الطابعة Printer:** تُستخدم لطباعة المعلومات بالأسود والأبيض أو بالألوان، ومنها الطابعات النقطية والحبرية والليزرية، ويتم استخدامها غالباً لطباعة المعلومات على ورق بمقاسات (A4, A3).
- **الرأسمة Plotter:** تُستخدم بشكل رئيسي لطباعة الخرائط والمخططات، واللوحات الفنية أو الإعلانية وتتميز بحجمها الكبير وأبعادها حيث يُمكن طباعة خرائط بمقاسات من A4 حتى A0 ويُمكن أن تطبع لوحات بعرض ١٢٠سم وبطول عدة أمتار باستخدام الورق المتصل (Roll) ويُمكن التحكم بجودة الطباعة وذلك حسب الطلب.

• أجهزة الإسقاط Projectors، وأجهزة عرض البيانات Data Show، والتي تربط مع الكمبيوتر وتظهر البيانات على الشاشة الجدارية بحجم أكبر، تُستخدم في المحاضرات والعروض وغير ذلك..

بالإضافة إلى الوحدات الرئيسية السابقة يوجد العديد من الأجهزة الأساسية والملحقة بالحاسبات، والتي تُستخدم لإدخال أو إخراج المعلومات أو حفظها ونقلها بآن واحد، مثل الأقراص ووسائط التخزين أو بعض الأجهزة متعددة المهام كجهاز الطباعة والنسخ والمسح، وأجهزة الوسائط المتعددة والكاميرات الرقمية بالإضافة إلى التجهيزات الشبكية وتجهيزات الاتصالات الحديثة التي تُستخدم لنقل وتبادل المعلومات ونشرها عبر الشبكات والإنترنت.

٢-٣ - البرمجيات Software :

تتعدد البرمجيات والنظم البرمجية التي تُمكن من معالجة البيانات وإدخالها وتخزينها وحتى رسمها وإخراجها على شكل خرائط ورسومات، وكما ذكرنا سابقاً تتميز نظم قواعد البيانات مثلاً بتصنيف البيانات وتخزينها وإدارتها واستردادها، كما أن نظم الرسم الهندسي لها قدرات عالية في إنتاج المخططات الهندسية ثنائية وثلاثية الأبعاد، وكذلك نظم الرسم الفني المتخصصة بإنتاج اللوحات الإعلانية، ولكن المقصود في هذا البحث بكلمة البرمجيات هو برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والتي تُمكن من إجراء العديد من مهام الرسم والربط مع قواعد البيانات فضلاً عن ربط المعلومة بموقعها الجغرافي إضافة إلى عمليات التحليل الجغرافي المتطورة، وكي تصنف البرمجية ضمن فئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية يجب أن تحقق الشروط والمواصفات التي تتميز بها هذه النظم ويجب أن تُمكن وحسب تعريفها من القيام بالمهام والوظائف التالية:

(١) إدخال البيانات المكانية والوصفية وإمكانية التحقق من صحتها.

(٢) تخزين المعلومات الجغرافية بمختلف صيغها في قواعد البيانات.

الشركة المنتجة	الموقع على الويب	بعض برامج GIS
شركة معهد بحوث الأنظمة البيئية ESRI 	www.esri.com	ArcInfo/ ArcView / ArcGIS
شركة إنترغراف Intergraph 	www.intergraph.com	Geomedia professional
شركة بنتلي Bentley 	www.bentley.com	Microstation Geographic's
شركة أوتوديسك Autodesk 	www.Autodisk.com	AutoCADWorld AutoCAD Map
شركة بيتنبوس Pitney Bowes 	www.pbinsight.com/ welcome/mapinfo	MapInfo Professional

هذا وقد تجاوز عدد البرامج المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية أو البرامج الملحقة أو ذات العلاقة بها الآلاف كما ذكرنا سابقاً، ويمكن للمستفيد أن يستخدم أدوات البحث المتاحة على الإنترنت بسهولة والدخول إلى المواقع الإلكترونية الخاصة بهذه المؤسسات والشركات أو الأنظمة وغيرها لرصد أي منتج وكيفية الحصول عليه، علماً أن المواقع الإلكترونية لهذه المنتجات قد تتغير من حين إلى آخر تبعاً للمالك أو المطور لهذه المنتجات.

٢-٤ - الطرائق والإجراءات Methods & Procedures:

لقد وردت في المراجع العلمية لنظم الـ GIS المصطلحات: (طرائق أو تحاليل أو منهجيات) للتعبير عن مكوّن رئيسي من مكونات نظم المعلومات الجغرافية، ومن حيث المفهوم فإن هذه المصطلحات تُعبّر عن "مجموعة طرائق وأساليب التشغيل ومنهجيات التحليل بما يحقق تنفيذ وظائف النظام المتمثلة بجمع وإدخال ومعالجة البيانات ثم إجراء التحاليل المكانية والوصفية والإخراج". إن قوة نظم الـ GIS تتجلى بالقدرة الذاتية على إنجاز كل هذه الوظائف وعلى رأسها عمليات النمذجة والتحليل المكاني، وأي نظام لا يتمتع بهذه المزايا مجتمعة يتحول إلى نظام رسومي، أو نظام قواعد بيانات.

إن نظم الـ GIS هي نظمٌ متكاملةٌ ويمكن تشغيلها والاستفادة منها منفردة Standalone، ولكن في تعريفها هي نظم قادرة على التواصل مع الأنظمة الأخرى لتبادل المعلومات، وترتكز أيضاً بأساسها على علوم عدة منها الجغرافية والرياضيات والمساحة.. وترتبط بشكل وثيق بتقنيات الحاسب والشبكات والاتصالات والاستشعار عن بعد، لذلك ومن أجل مواكبة هذه العلوم والنظم والتقانات المتسارعة في التطور، لا بد من فهم جيد للقواعد والأسس العلمية التي تعتمد عليها هذه العلوم والتقانات للاستفادة منها وتوظيفها بالشكل الأمثل في تطوير أساليب ومنهجيات التشغيل في نظم المعلومات الجغرافية، بما يضمن أفضل الأساليب وأحدث الطرق في إنجاز العمليات التحليلية

والإحصائية والكارتوغرافية بالإضافة إلى آليات حفظ ومعالجة وتبادل ونشر المعلومات الجغرافية.

٢-٥- الكادر المتخصص (الأفراد People):

إن الأجهزة والبرمجيات وحتى البيانات يُمكن شراؤها أو تأمينها عند توفر الموارد المالية اللازمة، لكن توفر الكادر المؤهل والمتخصص في استخدام هذه الأجهزة والبرمجيات وتطوير طرائق العمل وإدارة ومعالجة البيانات لاستخلاص الحقائق المعلوماتية المرجوة من هذه النظم يُعدُّ الأهم في مركبات نظم المعلومات الجغرافية، ومن هذا المنطلق ولنجاح أي مشروع في نظم الـ GIS لابد من توفر كادر ذي كفاءة عالية يتِمكَّن من تنفيذ وظائف هذه النظم لاستخلاص النتائج وفقاً لمتطلبات وهدف المشروع.

هذا وقد يختلف عدد عناصر الكادر من مشروع إلى آخر حسب أهمية وتعقيد المشروع، فقد ينحصر الكادر بمتخصص واحد إذا كان الهدف مثلاً هو إدخال بعض المعلومات لإنتاج خارطة رقمية لمنطقة معينة تساعد في إدارة المعلومات والاستفسار عنها وطباعة بعض الخرائط، ويزيد عدد عناصر الكادر وقد يصل إلى العشرات تبعاً لأهمية وتعدد مهام المشروع، ولكن بشكل عام يجب أن يتألف كادر المشروع النموذجي بنظم المعلومات الجغرافية في الحد الأدنى من عدد من العناصر بالتخصصات التالية:

- مدير نظام System Manager .
- مشرف قاعدة بيانات Database Administrator .
- مبرمج نظم معلومات جغرافية GIS Programmer .
- محلل نظم معلومات جغرافية GIS Analyst .
- مدخل بيانات Data Operator / فني رسم Cartographer .
- أخصائي حاسب آلي Computer Specialist / أخصائي شبكات Network Specialist .

إضافة إلى أخصائي أو أكثر في المجال الذي يتم فيه تطوير المشروع، فمثلاً:

- في الدراسات المائية: أخصائي في الهيدروجيولوجيا، وأخصائي في الهيدرولوجيا، وآخر في الموارد المائية ..
- في تخطيط المدن: مهندس معماري، ومهندس مدني، ومهندس تخطيط عمراني، وأخصائي حدائق وإنارة شوارع، ..
- في استعمالات الأراضي: مهندس زراعي، وأخصائي استشعار عن بعد وتحليل الصور الفضائية، ..



الفصل الثالث

مفاهيم أساسية في نظم المعلومات الجغرافية

Basic Concepts of GIS

٣-١ - خصائص المعلومات الجغرافية ومفهوم العمليات المكانية:

تتألف المعلومات الجغرافية من نوعين رئيسيين كما ذكرنا، المعلومات المكانية والمعلومات الوصفية، يتميز كل نوع منها بعدة خصائص، فتُعدّ المعلومات الوصفية معلومات تفسيرية لغوية لها مدلولات كمية ونوعية، حسابية وإحصائية، أما المعلومات المكانية فتتميّز بخصائص أخرى أهمها الموقع والأبعاد والشكل والنمط بالإضافة إلى العلاقات التي تربطها بعضها ببعض. إن ربط المعلومات المكانية بالمعلومات الوصفية وطريقة إدارتها تمنح نظم المعلومات الجغرافية قدرات متميزة في عمليات الاستفسار واسترداد البيانات التي تساهم في معرفة عدة حقائق منها: ما هذه الظاهرة؟ أين تقع؟ ما علاقتها بالظواهر الأخرى؟

وتُعدّ هذه القدرات والحقائق منطلق العمليات التحليلية والتشغيلية في الـ GIS ولهذا الغرض يتم تصميم هذه النظم بحيث تلبي حاجة المُستخدم وتجيب عن أسئلة محددة تكشف خصائص المعالم الجغرافية وطبيعتها ومواصفاتها والأحداث والتغيرات التي خضعت لها ونتائج معالجتها، ومن هذه الأسئلة:

- أين توجد ظاهرة محددة وما نمطها؟ الاستفسار عن الموقع والنمط.
- ماذا؟ ماذا حصل في هذه الظاهرة؟ الاستفسار عن المعلومات الوصفية والتغيرات التي طرأت عليها.
- أين وماذا لو؟ وهنا إدخال أكثر من شرط في عملية البحث عن المعلومة.

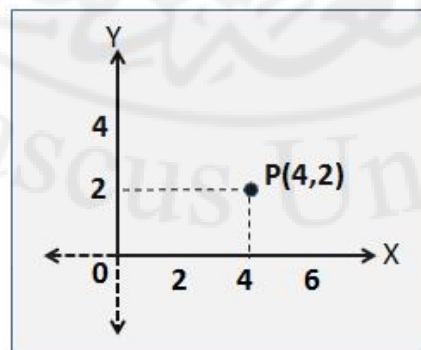
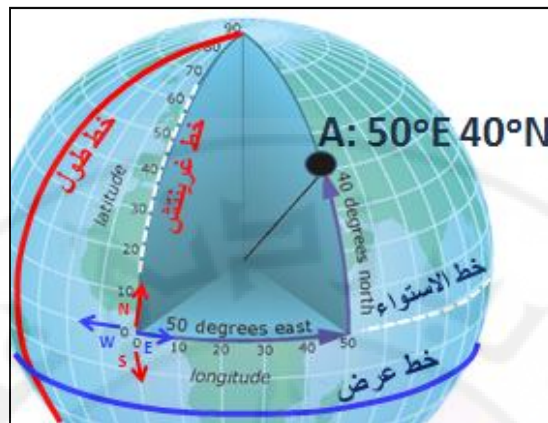
إن الإجابات عن هذه الأسئلة البسيطة وغيرها من الأسئلة الأكثر تعقيداً تعطي نظم الـ GIS قدرات تحليلية عالية تساهم في إدارة أفضل للمعلومات المكانية والوصفية والاستفادة القصوى من المعلومات أينما توفرت ومهما تنوعت مصادرها بما يخدم عمليات التخطيط والتنفيذ السليم للمشاريع، ومن هنا يُمكن تلخيص مميزات نظم المعلومات الجغرافية بالعديد من النقاط أهمها:

- توثيق وتبادل المعلومات والتنسيق فيما بين الجهات للاستفادة القصوى من هذه المعلومات.
- الوصول إلى المعلومات بسرعة والإجابة عن الاستفسارات والقدرة التحليلية المكانية العالية.
- بالإضافة إلى التمثيل المرئي للبيانات المكانية والنمذجة والمحاكاة لاستنباط النتائج والحقائق قبل الشروع بتنفيذ الأعمال الفعلية بما يخدم عملية اتخاذ القرار.

٣-٢ - ربط المعالم (الظواهر) الجغرافية بالموقع الجغرافي:

يتم ربط المعالم الجغرافية بالمواقع الحقيقية على سطح الأرض من خلال نظام الإحداثيات المُستخدم، ففي نظام الإحداثيات الجغرافي (Geographic Coordinate System) تتسب كافة المعالم الجغرافية إلى شبكة خطوط الطول (Longitude) وخطوط العرض (Latitude)، وتقاس بنظام الدرجات الستينية المُستخدم في تقسيم السطح الكروي أو شبه الكروي للأرض (راجع الفصل العاشر من هذا الكتاب - أنظمة الإسقاط)، وتكتب إحداثيات المعلم الجغرافي المطلوب بدلالة خطوط الطول والعرض واتجاه كل منها. فمثلاً تأخذ النقطة A في الشكل (٣-١) الإحداثيات: 50 درجة باتجاه الشرق من خط غرينتش و40 درجة باتجاه الشمال من خط الاستواء، وتكتب بالصيغة:

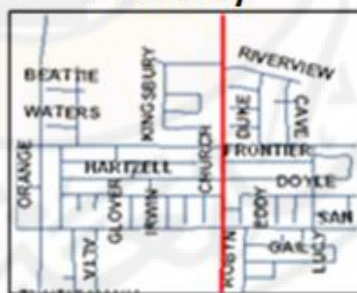
(A: 50°E 40°N)



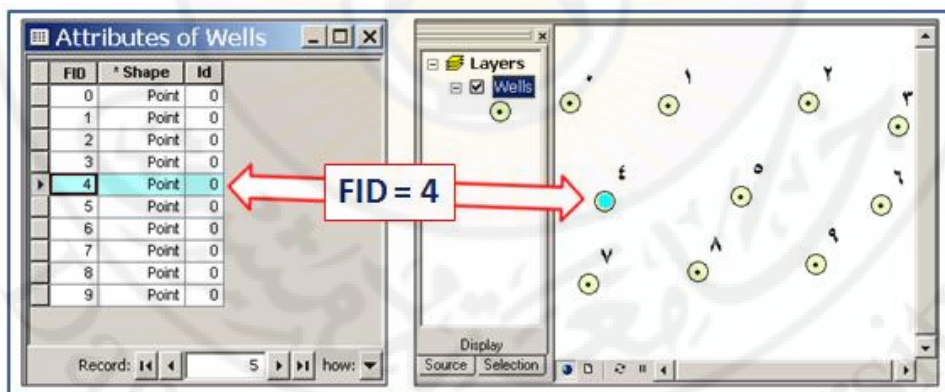
معلومات وصفية
Attribute

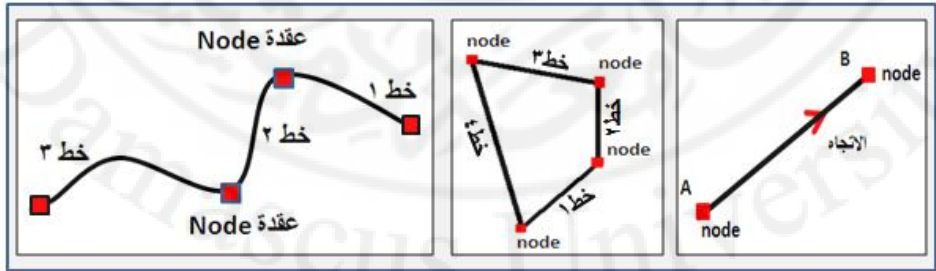
STR_NAME	STR_TYPE
CHURCH	ST
CHURCH	ST
CHURCH	ST
CHURCH	ST
STATE 30	HWY
STATE 30	HWY
STATE 30	HWY
STATE 30	HWY
STATE 30	HWY
OPAL	AV
OPAL	AV

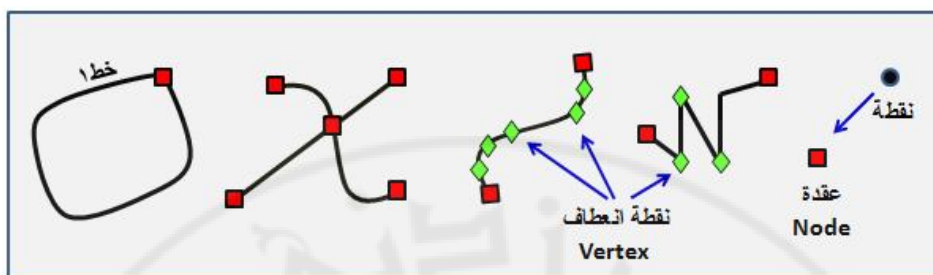
معلومات مكانية
Geometry

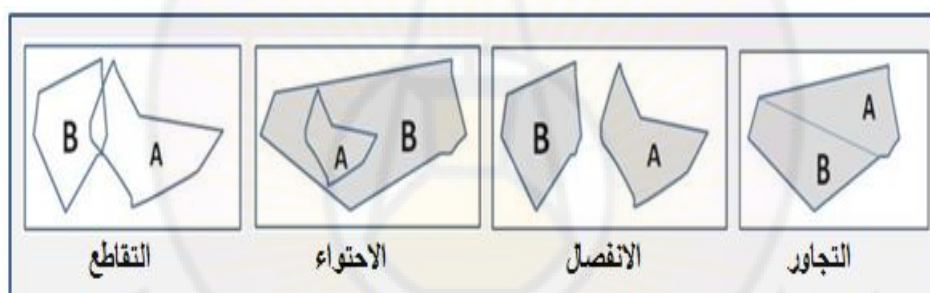


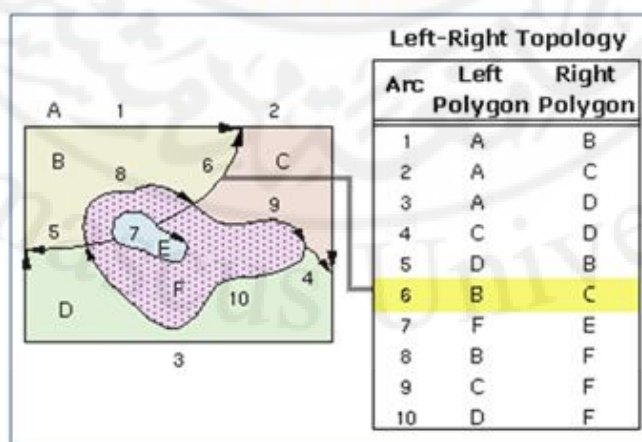
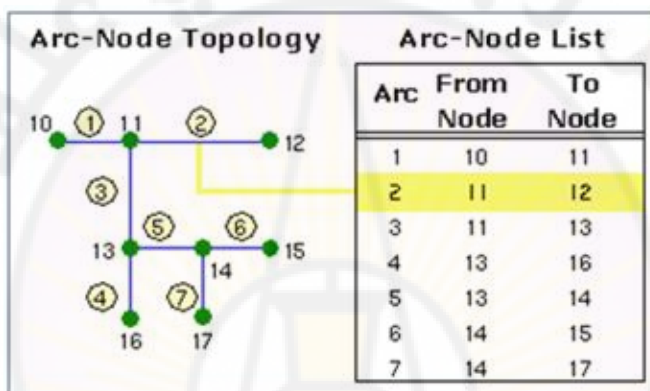
الشوارع

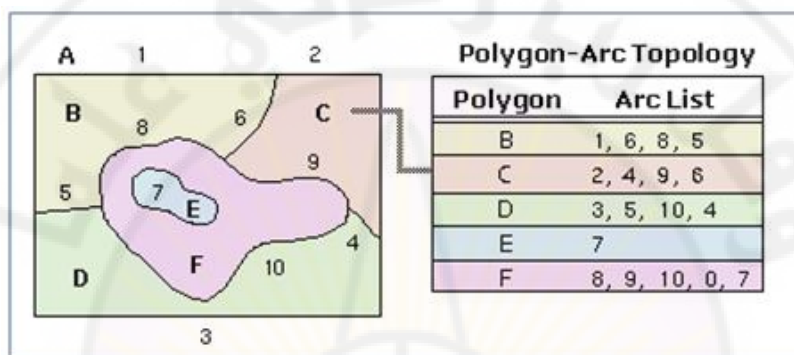


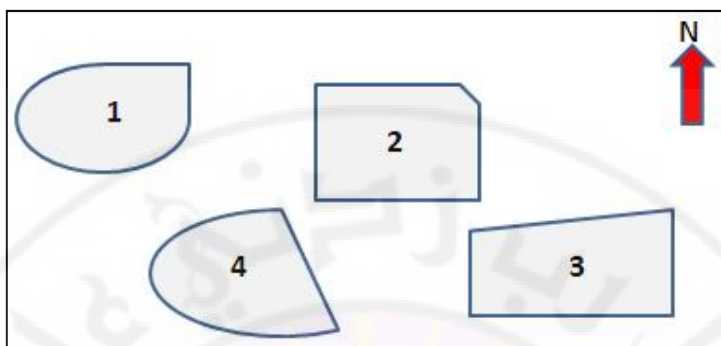












آلي بمجرد تشغيل برنامج أو أداة معينة، وبهذا نحصل على جملة خماسية الأبعاد هي على الشكل التالي:

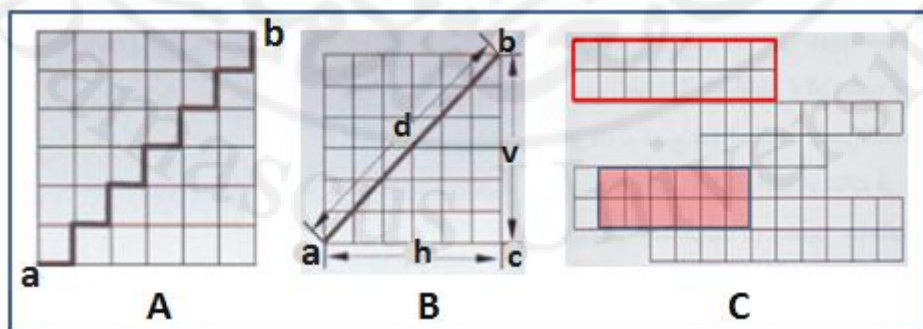
الطول، العرض، الارتفاع، الزمن، المعرفة

Longitudes, Latitude, Altitude, Time, Knowledge

(X, Y, Z, T, K)

لقد اقتضت نظم المعلومات الجغرافية في بداياتها على بعدين هما (X,Y)، حيث كان الهدف الرئيسي هو الحصول على الخارطة الرقمية في جملة إحداثيات مستوية، لكن مع تطوّر وظائف هذه النظم وبرمجياتها أصبحت تستخدم البعد الثالث (Z) وخاصة في النمذجة ثلاثية الأبعاد وتحليل السطوح، كما أن ارتباط هذه النظم مع قواعد البيانات وإمكانات الأرشفة المتطورة واتصالها بنظم تحديد المواقع كمصدر هام من مصادر المعلومات الجغرافية أصبح استخدام البعد الرابع (T) في متناول المتخصصين لقياس ومعرفة تاريخ وزمن الحصول على المعلومة، أما البعد الخامس (K) فما زال متأخراً في معظم النظم البرمجية حتى لو كان هناك محاولات برمجية تخصصية تصب بشكل أو بآخر لاستخدام مفهوم المعرفة أو التفسير كبعد خامس، ويمكن اعتبار التصوير الفضائي وتقنيات الاستشعار عن بعد جزءاً من مفهوم البعد الخامس إذ تُستخدم الصورة الفضائية للوهلة الأولى لفهم وتفسير ظاهرة معينة في الطبيعة.

أما عمليات حساب الأطوال والمساحات والحجوم فإنها تتم وفقاً للطرق والقوانين الرياضية المعروفة، وقد تمت برمجتها وتزويد أنظمة المعلومات الجغرافية بها، بحيث يتم طلبها والاستفسار عنها من خلال الوظائف والأدوات المخصصة لذلك، علماً بأنه عند بناء خارطة معينة مُعرفة بنظام إحداثيات محدد فإنه يتم بشكل آلي حساب طول الخط أو محيط مضلع ومساحته، وتُخزّن هذه المعلومات في قاعدة البيانات المرتبطة مع المعالم الجغرافية، يمكن استردادها والاستفسار عنها بعرض جداول البيانات والحقول الخاصة بها. ويمكن أيضاً باستخدام أدوات القياس المبرمجة معرفة طول خط أو مساحة منطقة



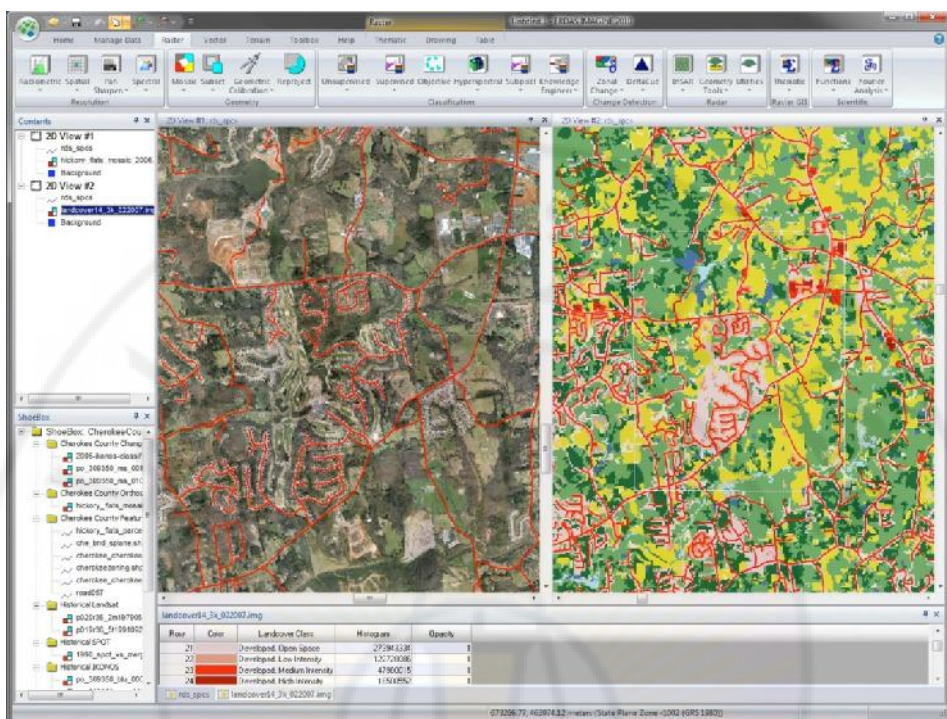
عمليات المجموعات Set Operators		عمليات بوليان المنطقية Boolean Operators		العلاقات الحسابية Arithmetic Algebraic Operators		العلاقات الجبرية Relational Algebraic Operators	
اتحاد (اجتماع)	U	و	AND	إضافة	+	أكبر	<
تقاطع	∩	أو	OR	طرح	-	أصغر	>
فرق	--	استثناء	XOR	ضرب	×	يساوي	=
		عدا	NOT	تقسيم	÷	أكبر أو يساوي	≤
				قوة (أس)	^	أصغر أو يساوي	≥
						لا يساوي	≠

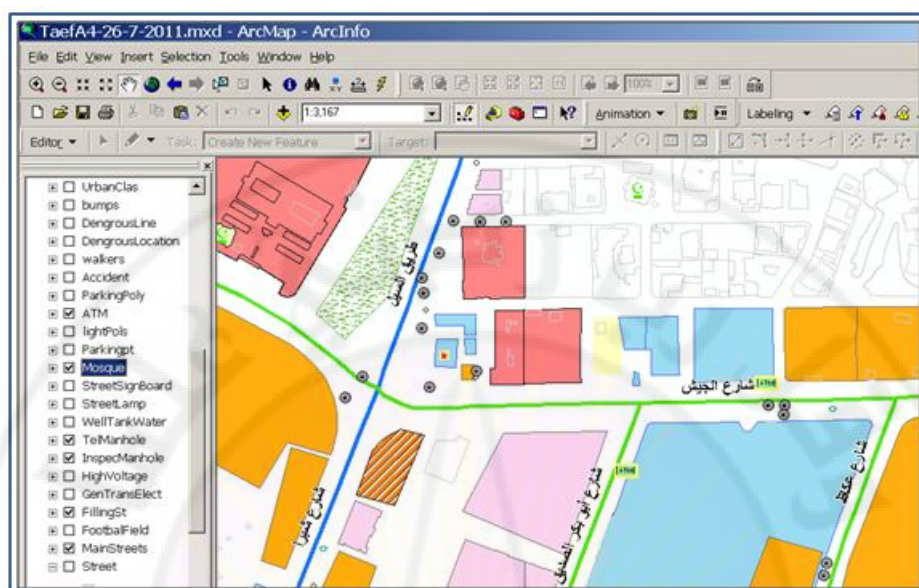
الإدخال تتنوع صيغ ملفات البيانات المكانية ومنها: JPG, TIF, LAN, BMP, WMP وهي ملفات صور مدخلة بالماسح أو بالكاميرات الرقمية أو ملفات الصور الفضائية أو ملفات مستوردة من أنظمة أخرى.

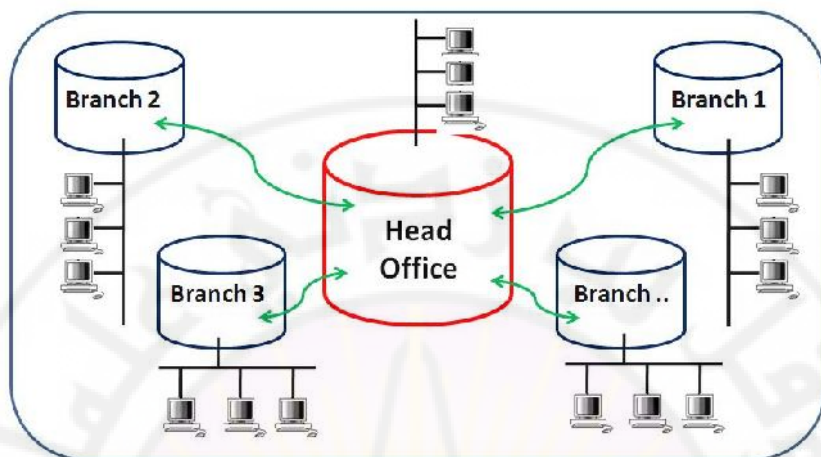
إن أهم هذه البيانات هي صور الأقمار الصناعية والتي تختلف من حيث الدقة والوضوح ومساحة التغطية حسب القمر الصناعي المستخدم والهدف منها. فمثلاً إن دقة وضوح الصور (أبيض / أسود Panchromatic Spot) من القمر الصناعي الفرنسي Spot تساوي 10م×10م وهي أصغر وحدة Pixel من هذا القمر، أما المساحة التي تغطيها كل نقطة (صورة) من هذا القمر فتبلغ 60كم×60كم على سطح الأرض، أي أن الصورة الواحدة تحتوي على عدد من الخلايا يبلغ 36 مليون خلية = $60 \times 1000 \div 10 \times 60 \div 10$ ، ويُطبق المفهوم نفسه على الصور الملونة من هذا القمر أو غيره.

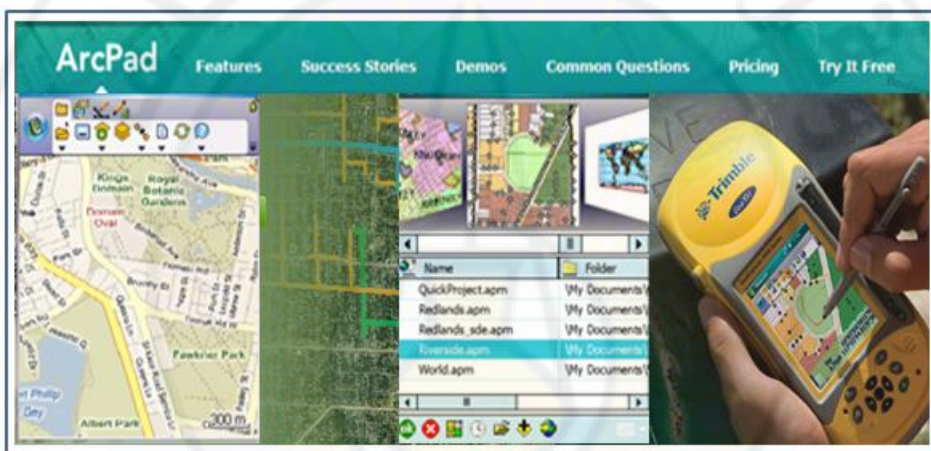
والجدير ذكره أن تقانات التصوير الفضائي تتطور بسرعة وتتنافس القطاعات والشركات المهمة بهذه الصناعة فيما بينها، لذا نجد أن أنواع الصور ودقتها ودرجة تغطيتها تتغير من يوم إلى آخر، ولعل أشهر أنواع الصور هي تلك المنتجة من منظومات الأقمار الصناعية الأمريكية: (QuickBird, OrbView/ GeoEye, IRS, Landsat, Radarsat, NOAA, Ikonos)، ومن منظومة Spot الفرنسية، وفي الفصل التاسع من هذا الكتاب (مصادر المعلومات الجغرافية) توجد معلومات أكثر تفصيلاً عن أنواع الصور الفضائية ودقتها ودرجة تغطيتها واستخداماتها الأساسية.

يُبين الشكل (3-13) مثلاً على إظهار وإدارة المعلومات الجغرافية الشبكية باستخدام نظام إيرداس (ERDAS Imagine) لمعالجة الصور الفضائية.











الفصل الرابع

قواعد البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

Data Bases and GIS

تتضمن معظم نظم المعلومات الجغرافية في تركيبها وبنيتها على قاعدة بيانات داخلية لحفظ وتخزين المعلومات الجغرافية، ولها نفس مفاهيم وآليات نظم قواعد البيانات المعروفة في إدارة وتنظيم وترتيب وتصنيف المعلومات، إضافة إلى إمكانيات التحليل الجغرافية المتقدمة، كما تتميز نظم المعلومات الجغرافية بإمكانية الربط بقواعد البيانات المعروفة مثل ACCESS و Oracle وغيرها لتمكين المستخدم من الاستفادة من البيانات المخزنة في هذه النظم والتي قد تكون كبيرة وتحتاج إلى وقت وجهد ومال لإعادة إدخالها إلى نظم الـ GIS.

والسؤال يطرح نفسه، ما هي قاعدة البيانات؟ وفي الصفحات التالية سنلقي الضوء بشيء من التفصيل على بنية ومميزات هذه الأنظمة الشائعة والمُستخدمة في كل المجالات.

٤-١-١ مدخل إلى قواعد البيانات:

تُعرف قاعدة البيانات بشكل عام بأنها مجموعة من عناصر البيانات المرتبطة مع بعضها بعلاقة رياضية، تُخزن في جهاز الحاسوب بشكل منظم، من خلال الجداول أو النماذج أو غيرها من الصيغ المتخصصة بذلك، حيث يقوم برنامج (حاسوب) يُسمى محرك قاعدة البيانات بتسهيل التعامل معها والبحث ضمن هذه البيانات وإمكانية الإضافة والتعديل عليها (Rigaux, P., & M. Scholl, et al. 2002).

٤-١-٢ أنواع قواعد البيانات:

تنقسم قواعد البيانات من حيث الوظيفة بشكل عام إلى نوعين رئيسيين (Selena

: (Sol 1998

- **قواعد البيانات التحليلية Analytic databases:** وتُعرف بأنها قواعد بيانات ساكنة للقراءة فقط والتي تُخزن البيانات التاريخية المؤرشفة المُستخدمة للتحليل. فمثلاً: قد تُخزن شركة ما سجلات المبيعات خلال العشر سنوات الأخيرة في قاعدة بيانات من أجل تحليل استراتيجيات التسويق ومعرفة علاقتها بالتوزيع السكاني. وقد نجد في شبكة الإنترنت قواعد بيانات تحليلية على شكل أدلة جرد تحتوي على بيانات توصيفية لبعض المنتجات، حيث يُمكن الاستفسار عن هذه المنتجات بإدخال بعض البارامترات الخاصة بموضوع أو منتج معين فيتم عرض المعلومات المتعلقة بالموضوع أو المنتج المطلوب.

- **قواعد البيانات التشغيلية Operational databases:** وتُستعمل لإدارة أكثر ديناميكية للبيانات، حيث تسمح بالقيام بأكثر من عملية الأرشفة والاسترجاع بل وتسمح بعملية التعديل على البيانات (إضافة، تغيير، حذف، ..) وتُستخدم عادة لتتبع التغير الآني في البيانات وتتبع كل العمليات الخاصة بقاعدة البيانات. ومثال ذلك قواعد البيانات الجغرافية المُستخدمة في حفظ وإدارة وتحليل المعلومات الجغرافية بشقيها المكاني والوصفي.

٤-١-٢ - مسميات قواعد البيانات:

وفقاً لطبيعة البيانات والمجال التطبيقي الخاص بها فقد باتت تأخذ قاعدة البيانات مسميات متعددة منها:

- قاعدة بيانات إدارية Administrative data base .
- قاعدة بيانات هندسية Engineering data base .
- قاعدة بيانات بيئية Environmental data base .
- قاعدة بيانات مالية Financial data base .
- قاعدة بيانات أمنية Security data base .
- قاعدة بيانات سكانية Demographic data base .

- قاعدة بيانات جغرافية Geographic data base .
- قاعدة بيانات هيدرولوجية Hydrological database.
- قاعدة بيانات جيولوجية Geological database.
- قاعدة بيانات جيوفيزيائية Geophysical database

وحسب حجم البيانات والمشاريع المستهدفة فقد تُجرى قاعدة البيانات إلى قواعد بيانات أكثر تفصيلاً، فمثلاً في مجال الدراسات المائية يمكن أن نجد: قاعدة بيانات الينابيع، وقاعدة بيانات السدود، وقاعدة بيانات الأنهار، أو الأقنية أو البحيرات، وغيرها.

٤-١-٣- الهدف من بناء قواعد البيانات:

تُعدّ مرحلة بناء قاعدة البيانات في مشاريع نظم المعلومات الجغرافية من أهم المراحل التي تحقق أهداف العمل، إذ يحتل تصميم وبناء قاعدة البيانات أكبر نسبة من ميزانية المشروع، لذا يتم التركيز على طريقة تنظيم البيانات وتخزينها وإدارتها بما يخدم عملية الاستفسار والتحليل والتعديل بشكل دقيق وصحيح. ومن أهداف إنشاء وتصميم قواعد البيانات مايلي:

- إدارة المعلومات المكانية.
- دعم القرارات الإدارية الاستراتيجية.
- ربط البيانات بعضها ببعض.
- تحسين أداء العمليات التي تتجزأ المؤسسات.
- استخدام أفضل للمصادر المعلوماتية المتاحة.
- توفير الوقت والجهد وتحقيق فعالية العمليات.
- تحليل أفضل للبيانات المكانية وغير المكانية.
- الحصول على معلومات ثابتة.
- تنسيق العمل بين الجهات المختلفة.
- تقديم خدمات أفضل للمستخدمين.

٤-١-٤ - مراحل تصميم قواعد البيانات:

توجد عدة مراحل يجب اتباعها عند إنشاء قاعدة البيانات (Creating Database) بهدف الوصول إلى النتائج المرجوة من تلك القاعدة، وتشمل هذه المراحل:

- تحديد المشكلة أو الغرض من إنشاء قاعدة البيانات.
- تحديد البيانات المطلوبة لموضوع الدراسة.
- وضع بناء تصوري للبيانات، أي وضع رسم بياني لأنواع البيانات الداخلة في إنشاء قاعدة البيانات.
- تحويل النموذج التصوري إلى أحد الهياكل (النماذج) المناسبة لقاعدة البيانات.

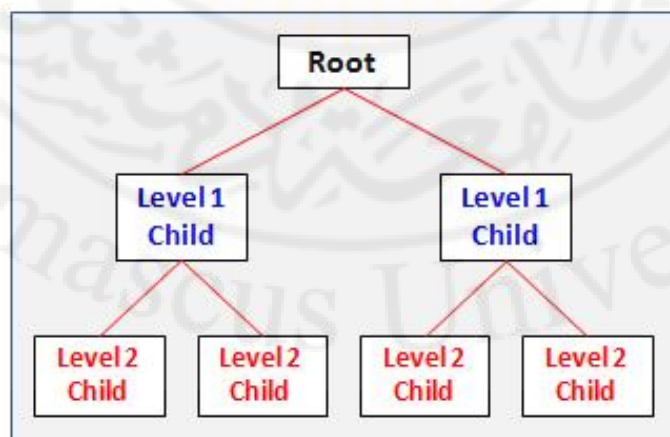
٤-١-٥ - مميزات قواعد البيانات:

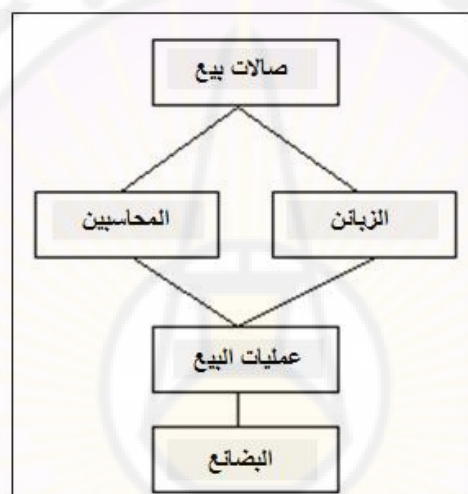
- تخفيض التكرارية والتعامل مع كميات ضخمة من البيانات.
- توفير الجهد والوقت والمال في تأمين البيانات واستخدامها من قبل الجميع.
- سهولة نقل البيانات وتبادلها ومشاركتها بين الأنظمة والتطبيقات المختلفة.
- سهولة صيانة البيانات وحفظها وتحديثها.
- تساعد في إجراء التحليلات المتقدمة والتطبيقات الجغرافية المختلفة.
- تحافظ على سرية البيانات والتحليلات والنتائج بالنسبة لمستخدميها.

٤-٢ - نماذج قواعد البيانات:

تنقسم قواعد البيانات من حيث الهيكلية إلى عدة نماذج Database Structure Models، تحكم كل نموذج مجموعة من الضوابط والعلاقات التي تُنظّم عملية تخزين البيانات واستردادها ومن هذه النماذج (Selena Sol 1998):

- النموذج الهرمي Hierarchical Databases.
- النموذج الشبكي Network Databases.
- النموذج العلائقي Relational Databases.







الحقول أو الأعمدة

ID	اسم المالك	التاريخ	ملاحظات
١	محمد الأحمد	١٩٨٠	ورثة
٢	يسام الراشد	١٩٥٦	شراء
٣	لؤي كرو	١٩٧٨	شراء

السجلات
أو الأسطر

جدول - ١ -

لاحظ الربط عن طريق
حقل مشترك

ID	رقم العقار	نوع العقار	الموقع	المساحة م ^٢
١	T23	أرض زراعية	الغوطة	٦٠٠٠
٢	S234	سكن	برزة	٢٠٠
٣	S213	متجر	الميدان	٢٦٠

جدول - ٢ -

حقل (عمود)



رقم السجل	رقم البنر	المنطقة	العمق	المنسوب	الغزارة
١	720	الغربية	70	20	..
٢	810	الوسطى	120	25	..
٣	101	..	150	20	
٤	25	..	..	..	
٥	234				

سجل
(سطر)



علماً بأن خصائص الجداول وعددها في قاعدة البيانات وعدد الحقول والسجلات في كل جدول وخصائص الحقول وحجمها وأنواعها والقيم العظمى والصغرى للحقول العديدة تختلف من نظام قاعدة بيانات إلى نظام آخر ويمكن الرجوع إليها في مراجعها الأصلية للاستزادة.

هذا وتتميز قواعد البيانات العلائقية بعدة خصائص أهمها:

- منهجية تصميم سهلة مبنية على أسس نظرية جيدة.
- إمكانية تحويل كل أنواع قواعد البيانات إلى قاعدة بيانات علائقية.
- سهولة في التشغيل والتنفيذ والاستخدام.
- سهولة استرجاع البيانات المخزنة فيها.
- كفاءة لغة الاستعلام التي تعتمد على (Structured Query Language SQL).
- إمكانية ربطها بالبيانات المكانية.

إن أهم عنصرين في جدولة المعلومات الجغرافية وكما تم ذكره هما: المعلومات المكانية (Spatial data) والمعلومات الوصفية (Attribute or Descriptive Data) للظواهر الجغرافية أو (سمات الخريطة Map Features)، أي مواقع المعالم الجغرافية وخصائص كل منها. يتم حفظ هذه المعلومات في جداول مُعرّفة وموصّفة تحتوي على مجموعة من الحقول والسجلات بنفس الأسلوب المذكور. حيث يحتوي الحقل الواحد على معلومة معينة لكل الظواهر الموجودة في الشريحة (الطبقة الرقمية) مثل أرقام الظواهر، وأسمائها، وأشكالها، وأطوالها، أو أية معلومات وصفية أخرى، ويحتوي السجل الواحد على كل المعلومات المتعلقة بظاهرة جغرافية واحدة.

هذا ويمكن أن ترتبط الظاهرة الجغرافية بعدد كبير من المواصفات والخصائص التي تُحرّن في جداول أخرى ويتم الربط فيما بين هذه الجداول من خلال العلاقات التي تحدّد طبيعة وطريقة الربط، فما هي أنواع العلاقات؟ (سيتم التطرق إليها لاحقاً في هذا البحث).

٤-٢-٤ - نموذج قاعدة البيانات الهدافية Object-Oriented Database :

يُعدّ نموذج قاعدة البيانات الهدافية أو ما يسمى طريقة العناصر المستهدفة (Object-Oriented Method) من النماذج الحديثة في بناء قواعد البيانات، ويات يُستخدم بشكل شائع في نظم المعلومات الجغرافية الحديثة لبناء وتطوير المشاريع.

إن العديد من نظم المعلومات الجغرافية ما زالت تستخدم قواعد البيانات العلائقية التي تعتمد على نموذج البيانات العلائقي Relationship Model في تمثيل البيانات الجغرافية ومعالجتها وتحليلها. إلا أن أوجه القصور في بعض الجوانب التطبيقية أدى إلى تبني مفهوم تقنية الأهداف الموجهة أو العناصر المستهدفة، وتتميز هذه التقنية في تمثيل المعالم الجغرافية على شكل أهداف أو عناصر مستهدفة Objects-Oriented كما يراها المستخدم في الواقع تماماً، وكل هدف يتميز بخصائص ووظائف و سلوك (Behavior) في آن واحد، بحيث يمكن بسهولة استيعابها وإدارتها مقارنة بالنموذج العلائقي الذي لا يشمل تمثيل سلوك الظاهرة، بل ينظر إلى الظاهرة على أنها نقاط أو خطوط أو مساحات منتشرة في جداول عديدة، وليس كهدف قائم بذاته في شكل وحدة متكاملة (Unit) تشمل الموقع والخصائص والسلوك (Rao, B.R. 1994).

وهكذا يكون التوجه الحديث في تصميم قاعدة البيانات أقرب إلى وصف عالم الحقيقة وأحداثها المنطقية، وتسمى هذه الطريقة المبنية على الظاهرة بوصفها هدفاً له تفرعاته وأصنافه بطريقة "العناصر المستهدفة"، ويُعبّر عنها بمعادلة سهلة كما يلي:

الهدف = الحالة (الوضع والوصف) + السلوك (الوظائف والعمليات)

- الهدف: هو أي ظاهرة جغرافية أو جزء منها.
- الحالة: هي كل المتغيرات التي تُستخدم للتعبير عن خصائص الظاهرة.
- السلوك: هو كل الوظائف والعمليات والتحليلات الممكن إجراؤها على تلك الظاهرة.

مثال- حوض مائي: الحوض المائي هو ظاهرة جغرافية أو جزء من ظاهرة جغرافية يُعدّ هدفاً، والحالة هي توصيف وضع الحوض وخصائصه مثل الاسم والمساحة والموقع ومستوى المياه وعمقها...، أما السلوك فهو كل الوظائف والعمليات والتحليلات التي يمكن إنجازها على الحوض مثل مراقبة المناسيب، واستثمار المياه، وحفر الآبار، وتنفيذ النمذجة الهيدرولوجية،...). إذاً يتم التعبير عن هذه الظاهرة في تصميم قاعدة البيانات الهدفية على الشكل التالي:

حوض مائي = (رمز، اسم، موقع، ...) + (مراقبة، استثمار، حفر، ...).

أما اعتبار الحوض المائي هدفاً جزئياً فقد يكون متفرعاً من مجموعة الأحواض أو المنطقة أو من الوزارة التابع لها.

إن اعتماد هذه التقنية يُعدّ جيلاً جديداً من نظم المعلومات الجغرافية، فالظاهرة يمكن أن تُمثل على أنها فئة هدفية عليا (Super object class) لها فئات ثانوية (Sub-Classes) ترث كل صفات الفئة العليا وسلوكها، وتُورث هذه الصفات للفئات المتفرعة منها. إن نموذج البيانات الهدفية جعل نظم المعلومات الجغرافية التي تعتمد أكثر سهولة وطواعية (Customizable) بالنسبة للمستخدمين ومطوري التطبيقات، وبات هذا النموذج خياراً استراتيجياً للقطاعات التي تتعامل مع نظم المعلومات الجغرافية. ويمكن تلخيص مزايا نظم الـ GIS التي تعتمد هذا النموذج في خصائص عامة نذكر أهمها فيما يلي، وللاستزادة يمكن الرجوع إلى المراجع المتخصصة بهذا المجال، (الغامدي ٢٠٠٦، ٢٠٠٨، A. Abdul-Rahman, M. Pilouk, 1992, Max & Frank):

(١) يُعدّ التصميم بالأهداف الموجهة أقرب إلى العالم الحقيقي، لأنه يحتوي على مجموعات من الأهداف الذكية (Intelligent objects)، كل هدف منها محدد بصفات وعلاقات وسلوك.

(٢) يتعامل نظام المعلومات الجغرافية الهدفية مع الأهداف حسب قواعد وشروط دقيقة وعلاقات متضمنة في نموذج تصميم قاعدة البيانات، ولأن هذه العلاقات تُخزن داخل النموذج الهدفية، فإن عدد الإجراءات الخاصة ببرمجتها (Custom programming) والمطلوب كتابتها وتنفيذها أصبحت محدودة.

٣) يمكن تخطيط وتصميم نموذج قواعد البيانات في هذه النظم من خلال أدوات هندسة البرامج الآلية المساعدة (Computer aided software engineering tools)، ومنها على سبيل المثال استخدام لغة النمذجة الموحدة (Unified Modeling Language UML) المعمول بها في برامج ArcGIS، وهذا يساعد المستخدمين في تصميم قاعدة البيانات آلياً، ويوفر سهولة وقوة في تصميم وتطوير النظام في كل مراحله.

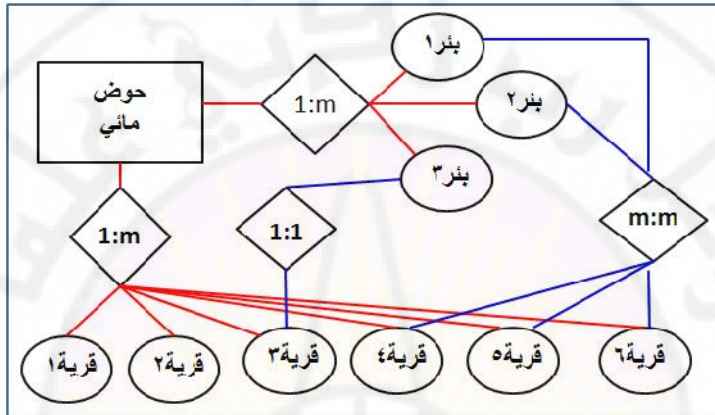
٤) إن الفئات المنشأة في هذه النظم مُصمَّمة لتكون قابلة للاستخدام مرات عديدة (Reusable)، وإن الفئات بهذا الشكل تعد أكثر رصانةً وثباتاً مما يجعل البرامج والنظم التي تستخدمها عالية الجودة وأقل عرضة للأخطاء أو الفيروسات، وتكون هنا الفئات مستقلة عن بيئات العمل والبرامج والأجهزة، وعملية صيانتها سهلة.

٥) إن عملية التصحيح والتحديث للظواهر في هذه النظم عملية سريعة وسهلة كما أن ربط الشبكات (Network connectivity) يتم آنياً (On-the-fly) ولا يحتاج لعمليات معالجة إضافية كما في السابق.

٦) إن إمكانية الربط بين نموذج البيانات الهدي ونظم إدارة قواعد البيانات العلائقية يعد أمراً في غاية الفائدة للجهات والقطاعات التي استثمرت وبتكاليف عالية في مجال تشغيل وصيانة نماذج بيانات الـ GIS التي تعتمد النموذج العلائقي الشائع. وبما أن نموذج البيانات الهدي يقع ضمن نظام إدارة قواعد البيانات العلائقي فإن الفئة الواحدة الموجودة في القاعدة داخل النظام يمكن أن تُستخدم من قبل أكثر من مُستخدم، في حين أن المُستخدمين قادرون على الوصول إلى البيانات من خلال الطرق المسموح بها في الفئة وهذا يضمن سلامة البيانات.

٧) تُوفّر النظم الهديّة سهولة المشاركة في البرامج المنتجة من قبل مصنعين مختلفين، خاصة من وجهة نظر المبرمجين. وبما أن المُستخدم يفكر أو يركّز من منظور هدي وأحداث (Events) بدلاً من التركيز على التركيبات البرمجية التقليدية، فإن منهجية الأهداف الموجهة تسهم في اتصال أفضل بين المبرمجين.

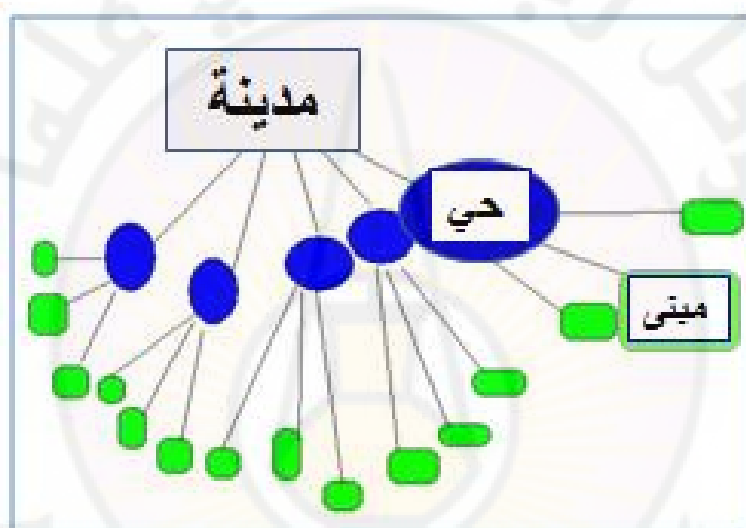


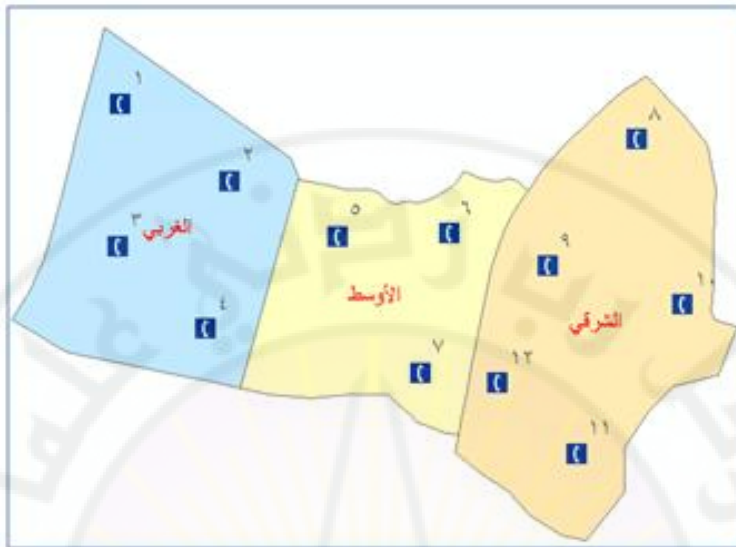




B					A				
عدد المراكز الصحية	عدد المدارس	عدد السكان	الحي	ID	FID	Shape	ID	الحي	Area
9	15	30000	الشرقى	60	0	Polygon	60	الشرقى	5,000,00
5	16	20000	الأوسط	61	1	Polygon	61	الأوسط	3,000,00
6	10	10000	الغربى	62	2	Polygon	62	الغربى	4,000,00

C					D	
الرقم	الحي	Area	تعدد المراكز الصحية	تعدد المدارس	تعدد السكان	المساحة التي يخدمها كل مركز
60	الشرقى	5,000,000	9	15	30000	555,556
61	الأوسط	3,000,000	5	16	20000	600,000
62	الغربى	4,000,000	6	10	10000	666,667



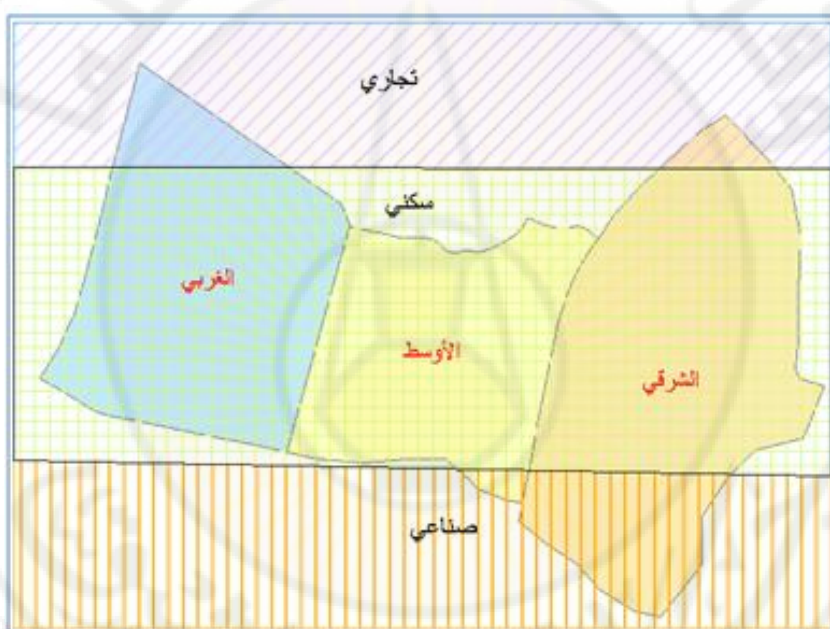


جدول مراكز الهواتف ←

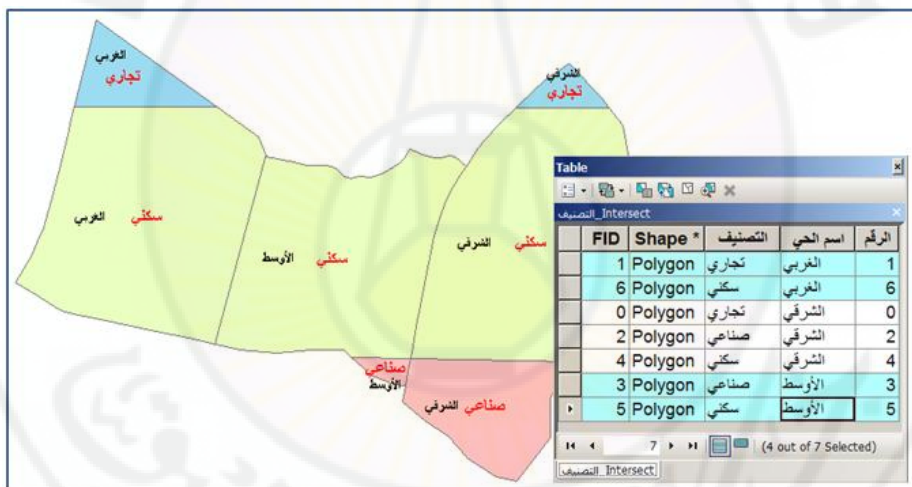
جدول الأحياء

FID	Shape	Id	رقم الحي
0	Point	1	62
1	Point	2	62
2	Point	3	62
3	Point	4	62
4	Point	5	61
5	Point	6	61
6	Point	7	61
7	Point	8	60
8	Point	9	60
9	Point	10	60
10	Point	11	60
11	Point	12	60

ID	FID	Shape	الحي	Area
60	0	Polygon	الشرقي	5,000,00
61	1	Polygon	الأوسط	3,000,00
62	2	Polygon	الغربي	4,000,00



Attributes of احياء					Attributes of التصنيف			
ID	FID	* Shape	Area	الحي	التصنيف	FID	* Shape	Id
60	0	Polygon	5,000,00	الشرقي	تجاري	0	Polygon	1
61	1	Polygon	3,000,00	الأوسط	صناعي	1	Polygon	2
62	2	Polygon	4,000,00	الغربي	سكني	2	Polygon	3



Damascus University

الخاص بذلك، كنظام قاعدة البيانات العلائقي أو غيره. يتكوّن نظام إدارة قواعد البيانات من جزأين:

- **الجزء الأول:** هو نواة نظام قاعدة البيانات ويدعى محرك قواعد البيانات Data Base Engine وهو المسؤول عن إنشاء وصيانة وقراءة قواعد البيانات والتعامل معها بشتى الصور.

- **الجزء الثاني:** هو مجموعة برامج وأدوات نظام تستطيع من خلالها أن تتصل بمحرك قاعدة البيانات وتنفيذ الأعمال المطلوبة والمتصلة بها. وغالباً ما تكون تلك البرامج قابلة للاستدعاء من خلال نظم التشغيل أو من داخل لغات البرمجة.

تمتلك أنظمة قواعد البيانات مجموعة من الضوابط يجب اتباعها للتعامل مع كل نظام منها، وقد تختلف كمية الضوابط، فتزيد أو تنقص من نظام إلى آخر، وبشكل عام تتنافس نظم إدارة قواعد البيانات في الحفاظ على سلامة البيانات وترتيبها وسرعة استدعائها وشغل أقل حيز من وسائط التخزين. ونظراً لأهمية البيانات واعتبارها الثروة الحقيقية لمختلف القطاعات والعامل الأهم في نجاح نظام معين، فإن المحافظة عليها وتحديثها والإفادة منها تأتي في أولويات مهام نظام إدارة قواعد البيانات، ومن هذا المنطلق عند التعامل مع نظم إدارة قواعد المعلومات الجغرافية يجب الحرص على توفر بعض الخصائص التي تمكّن من إدارة هذه النظم بشكل فعّال ومن هذه الخصائص ما يلي:

- ضمان عدم ازدواجية المعلومات أو تكرارها Avoiding Data Redundancy: يجب أن يسمح النظام بمعرفة الازدواجية والتكرار والتحذير من ذلك والتخلص من التكرار عند رغبة المُستخدم.
- التناغم وعدم التعارض Consistency: إن وجدت معلومة في مكانين في قاعدة المعلومات، فعند تحديثها بمكان ما يجب أن تُحدّث آلياً في المكان الآخر كي لا تتم عملية إرباك في طلب المعلومة أو تحليلها.

- تكامل المعلومات وصحتها Data Integrity: يجب أن تحتوي قاعدة المعلومات على ضوابط تسمح باختبار صحة البيانات (Check Point) وعلى قدرات آلية تُمكن من تحديث قاعدة المعلومات بشكل كامل.
- قدرة التحكم وتتبع التغيرات Version Control: تتبع التحديثات المتلاحقة لقاعدة البيانات وتسجيل زمن ومكان كل تحديث.
- أمن المعلومات Data Base Security: تحديد صلاحيات الدخول والاستخدام والتغيير.
- القدرة على التدارك والاسترداد Recovery & Roll – Back: عملية الاحتفاظ بنسخ من محتويات قاعدة البيانات في مكان آمن نظراً لما تتعرض له قاعدة البيانات من تخريب أو فريسة أو حذف، واستعادتها عند تعرضها للتلف.
- استقلالية المعلومات Data Independence: عندما يتم تصميم قاعدة المعلومات يجب أن يراعى أن تكون هذه المعلومات قابلة للاستخدام من قبل التطبيقات الحالية والتطبيقات المستقبلية التي يُمكن أن يحتاجها المستثمر، وأن لا تكون مصممة فقط لتطبيق محدد.
- قواعد المعلومات اللامركزية (الموزعة) Distributed Data Base: نجد في الكثير من الأحيان أنه يتم الاستفادة من نفس المعلومات من قبل أكثر من جهة، لذا لضمان حسن أداء وفعالية قاعدة البيانات ولسهولة تحديثها يفضل أن تكون لامركزية وهنا تتجلى أيضاً ميزة التكامل بالمعلومات.
- خاصية التزامن Concurrency: بغض النظر عن كون قاعدة البيانات مركزية أو لامركزية فيجب أن يسمح النظام بدخول أكثر من مُستخدم بنفس الوقت للعمل على نفس قاعدة البيانات والاستفادة منها. وإذا كان دخول المُستخدمين للقراءة فقط فإن الأمر سهل ولكن عندما يكون الهدف هو التعديل على نفس السجل فيكون الأمر أصعب، لذا يجب أن تتوفر في نظام إدارة قاعدة البيانات القدرة على تنظيم عملية الدخول إلى البيانات والعمل عليها وضبط صلاحيات المُستخدمين، علماً بأنه لا يُمكن الدخول إلى نفس المعلومة وتعديلها من أكثر من مُستخدم بآن واحد.

الفصل الخامس

الوظائف الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية

The Principles Tasks of GIS

لقد تم تعريف نظم المعلومات الجغرافية على أنها مجموعة من البرامج والأجهزة والبيانات والإجراءات والكادر، والتي تسمح بعملية جمع وإدخال البيانات وتخزينها وإدارتها ومعالجتها وتحليلها وإخراجها بالشكل المطلوب، كخرائط أو تقارير أو مخططات، وبهذا التعريف الشامل يتم تلخيص وظائف نظم المعلومات الجغرافية، والتي تُعبّر عن مكونات التشغيل الأساسية لهذه النظم، وإن لم تتوفر في هذه النظم القدرة الذاتية على إنجاز الوظائف المناطة بها فلا تُعدّ نظاماً تشغيلية متكاملة. ومن هذه الوظائف:

- جمع البيانات Capture.
- إدخال البيانات Input .
- تخزين البيانات Store .
- إدارة البيانات Management .
- معالجة البيانات Manipulation .
- عمليات الاستفسار Query .
- تحليل البيانات Analyze .
- الإظهار Display والإخراج Output.

٥-١ - جمع وإدخال المعلومات Data Capture & Input

تُعدّ عملية جمع وإدخال المعلومات إحدى أهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية إذ تُعدّ الخطوة الأولى لتفعيل وتشغيل هذه النظم؛ فعلى فرض أنه تم توفير البرمجيات والتجهيزات والكادر لكن بدون وجود البيانات فلا يمكن تشغيل النظام والاستفادة منه،

وتأتي أهمية هذه المرحلة من كونها تُشكّل العصب الرئيسي في نجاح المشروع، حيث تتوقف دقة وصحة النتائج المرجوة على دقة وصحة هذه البيانات، وإن توفيرها وإدخالها إلى النظام قد يكون الأكثر كلفة في عناصر أي مشروع.

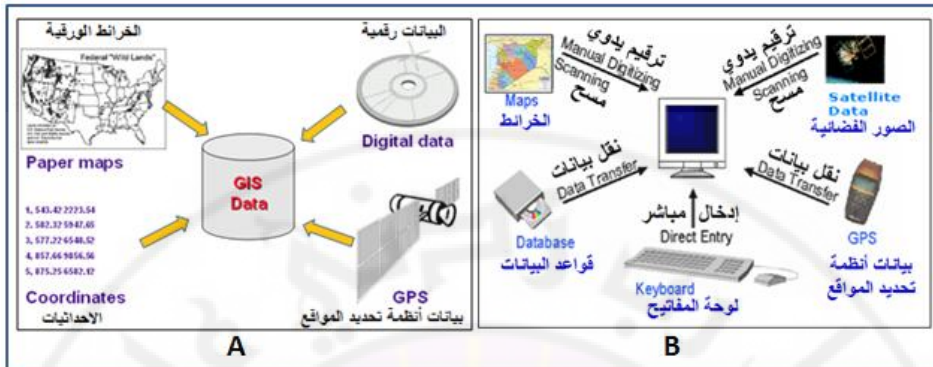
تعني عملية جمع المعلومات توفير المعلومات المكانية والوصفية اللازمة لإنجاز مشروع معين. إن كانت هذه المعلومات موجودة في أماكن محددة فلا بد من الحصول عليها سواءً مجاناً أو بتوريدها أو بشرائها وفقاً للقوانين الناطمة لذلك، وإن لم تكن موجودة فلا بد من تنفيذ أعمال المسح الميدانية للحصول عليها.

إن المعلومات الجغرافية المكانية والوصفية المتوفرة وبغض النظر عن مصدرها تكون إما بصيغة ورقية أو بصيغة رقمية (الشكل ٥-١-أ). حيث تتضمن المعلومات الورقية مجموعة الخرائط والصور وجداول الإحداثيات والتقارير المطبوعة، أما المعلومات الرقمية فتتضمن مجموعة الملفات الرقمية للخرائط والصور الفضائية والجوية بالإضافة إلى البيانات المجدولة المخزنة في قواعد البيانات وبيانات أنظمة تحديد المواقع GPS وغيرها من التقارير والبيانات المخزنة في الحاسب بشكل عام.

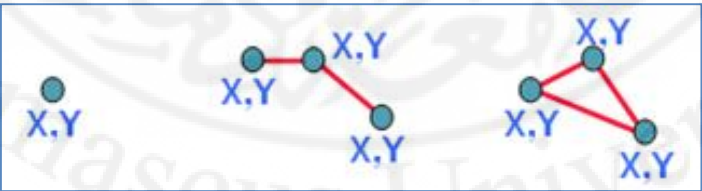
يتم التعامل مع كلا النوعين من المعلومات المذكورة وتجهيئتها وإدخالها إلى نظام المعلومات الجغرافي لتكون جاهزة للاستخدام ويمكن تلخيص طرق إدخال هذه المعلومات إلى قاعدة البيانات الجغرافية (الشكل ٥-١-ب) بالعمليات الرئيسية التالية:

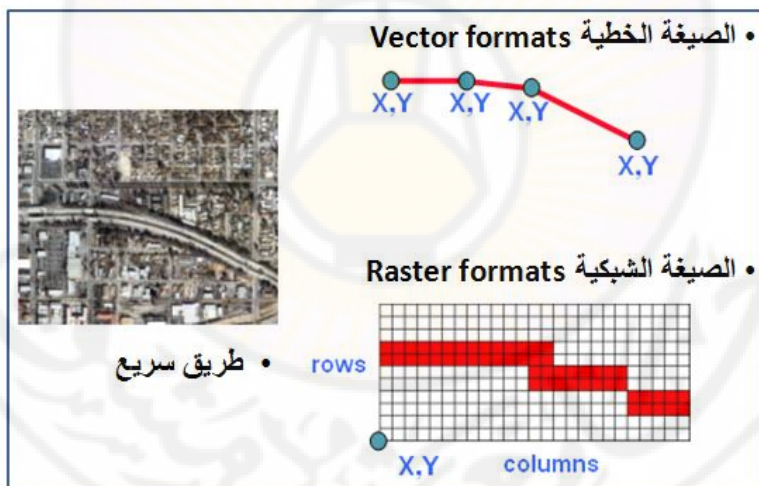
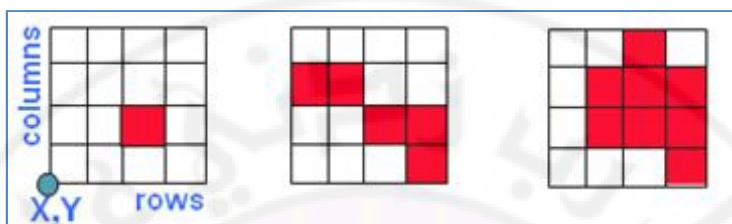
- عمليات الرقمنة Digitizing أو المسح الضوئي Scanning للصور الفضائية أو الخرائط الورقية.
- عمليات النقل Transfer والتحويل Conversion للبيانات الرقمية مثل البيانات المجدولة أو بيانات نظام تحديد المواقع GPS.
- عمليات الإدخال المباشر بواسطة لوحة المفاتيح Direct data entry .

علماً بأنه سيتم التطرق لعمليات الإدخال وتصحيح الأخطاء بشيء من التفصيل في البحث السادس من هذا الكتاب.



- المعالم الاصطناعية وتكون ذات حدود وأبعاد واضحة ومنها مسارات الطرق، والأبنية والمنشآت، وحدود الدول والمقاطعات وغير ذلك...
- ومن هنا وبصدد جمع المعلومات الجغرافية نلخص أهم الوحدات الرئيسية للظواهر الجغرافية التي يمكن استخدامها في استخراج أنواع البيانات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية ومنها:
- **التضاريس:** وتشكل الأساس الذي تنسب إليه كافة الأعمال التخطيطية الهندسية والإنشائية والاستكشافية وغيرها، وتتضمن بشكل أساسي خطوط الكونتور الرئيسية والفرعية والثانوية (Primary, Secondary and Auxiliary Contour Lines)، بالإضافة إلى نقاط الارتفاع المميزة (Spot Heights).
- **المسارات:** وتُعبّر عن مجموعة الطرق والسكك الحديدية التي تُعدّ الشريان الرئيسي لحركة الموارد في الطبيعة، والمعلومات التفصيلية المتعلقة بها مثل نوع وطول وعرض الطريق، والأحجام المرورية ومعلومات الرصف والوجهة، وأنواع السكك الحديدية منفردة أو مزدوجة، كهربائية أو غير ذلك.
- **الأبنية والمنشآت العمرانية المختلفة:** وتشمل المباني بكل أنواعها: سكنية وصناعية وتجارية، وخدمات عامة وغيرها، ويتضمن كل نوع من هذه المعالم المعلومات المطلوبة حسب الاستخدام.
- **المعالم الجيولوجية البارزة:** وتُعدّ من أهم المعلومات التي تُغني الخرائط الأساس لما تقدمه من معلومات حول التربة وأنواع الصخور والتطبقات الليتولوجية والتكشفات الصخرية والخامات المفيدة...
- **المعلومات المائية:** وتتضمن المواقع ومعلومات عن الينابيع والآبار، وأعماق الأنهار والبحيرات، ومناسيب البحيرات والسدود المائية، ومناسيب خطوط السواحل، ومناسيب المياه الجوفية، ومعلومات التلوث والملوحة وصلاحية المياه للشرب والري...
- **النباتات:** وتشمل الغابات والمناطق الزراعية وأنواع النباتات والزراعات وأوقات الزراعة والقطاف والكميات المنتجة والمتوقعة...





لأهمية البيانات يُفضّل تخزينها على وسائط التخزين الاحتياطية سواءً كانت أقراصاً مدمجة أو صلبة أو أقراصاً مغناطيسية لحفظها من التلف أو الضياع.

٥-٣ - تهيئة ومعالجة المعلومات وإدارتها:

Manipulation, Processing & Management

تتعدد سويات معالجة المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية، فقد تكون المعالجة على مستوى إدارة الملفات والفهارس والجداول والمسميات، وقد تتعدى ذلك إلى معالجة الأخطاء الهندسية أو أخطاء البيانات الوصفية وتصحيحها، أو المعالجة في نطاق عمليات التحليل المكانية المتقدمة لاستنتاج معلومات جديدة تفيد في الدراسات والتطبيقات المختلفة. وبشكل عام، حالما يتم إدخال البيانات إلى قاعدة البيانات الجغرافية، يتم العمل على اختيار أفضل الأساليب لإدارتها، ووضع آليات تُمكن من حفظها ومعالجتها وتحديثها وتصحيحها بهدف الاستفادة القصوى منها. وغالباً ما تكون المعلومات الخام المدخلة أو المزمع إدخالها، متوفرة بصيغ متنوعة وبمقاييس رسم مختلفة وبأشكال متعددة، لذا فإن تهيئة هذه البيانات ووضعها بصيغة مناسبة للتعامل معها في نظم المعلومات الجغرافية تُعدّ من الخطوات الهامة في عملية بناء النظام وتشغيله. وتتضمن عملية تهيئة البيانات معالجة أساسية للمعلومات تشمل النقاط التالية:

- توحيد المساقط وأنظمة الإحداثيات Projection & Coordinate System والإسناد إلى مرجع جغرافي موحد Geo referencing.
- توحيد مقاييس الرسم.
- تصحيح أخطاء الإدخال والترقيم وتنقيح البيانات.
- تحويل صيغ الملفات الرقمية إلى صيغ متوافقة مع النظام المُستخدم.

هذا وعند إنشاء نظام معلومات جغرافي لقطاع معين فلا بد من إيجاد آلية لإدارة النظام بما يضمن تشغيله والاستفادة منه وخاصة في عملية دعم القرار وذلك حسب الجهة المستفيدة، وما يتعلق بإدارة المعلومات فإنها تتضمن عملية التحديث والتصحيح

والمراقبة لكل ما يدخل في النظام، ومن أهم عناصر إدارة نظم المعلومات الجغرافية ما يلي:

- إقرار قاعدة البيانات Data Validation والتأكد من سلامتها ودقتها وأنها تعكس واقع التطبيقات الفعلية في النظام.
- رسم (إنشاء) المعالم الجغرافية Feature Creation.
- ربط المعلومات الوصفية Feature Attribute بالمعالم الجغرافية.
- إنشاء المعلومات المجدولة Table Creation.
- إقرار صلاحيات الدخول إلى النظام وتحديد مسؤولية التحديث والحماية.
- العناية بعملية الاتصال الخاصة بعملية نقل المعلومات من النظام وإليه.
- إدارة عمليات التخزين ووسائل التخزين والنسخ الاحتياطي.

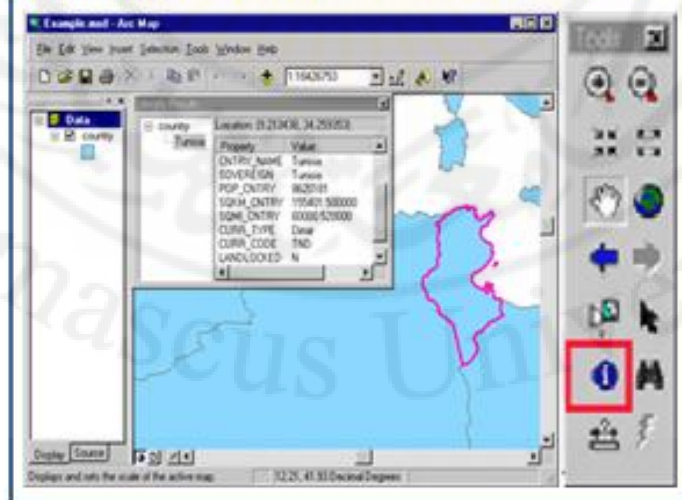
٥-٤ - الاستفسارات Queries ولغة البحث SQL:

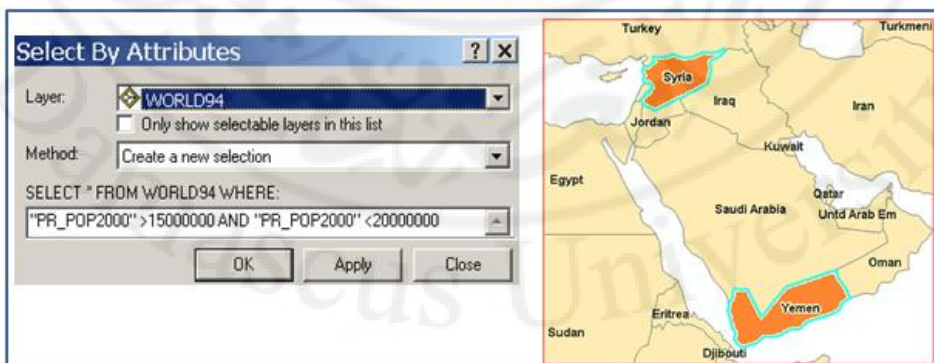
إن الاستفسارات هي طلب المعلومات واستردادها من قاعدة البيانات الجغرافية المرتبطة مع المعالم الجغرافية وفقاً لشرط أو أكثر، وعند تنفيذ الاستفسار يتم البحث آلياً عن المعلومة في الجدول المرتبط بالظواهر المكانية ليتم تحديد الجواب وإظهار النتيجة على الخارطة رسوماً وتحديد المعلومات بتعليم السجلات في الجدول المرتبط مع الظاهرة الجغرافية المطلوبة. هذا ويمكن التعامل مع نتائج الاستفسار كمجموعة معلومات جديدة يمكن تخزينها في طبقات وجدول منفصلة واستخدامها في عمليات التحليل والاستفسار من جديد أو تصديرها إلى أنظمة أخرى. ويمكن تمييز ثلاثة أنواع أو مستويات من الاستفسارات:

٥-٤-١ - الاستفسارات المباشرة (البسيطة):

تستخدم هذه الاستفسارات مجموعة من الأدوات المبرمجة سلفاً، وعند استخدام هذه الأدوات وبمجرد الضغط بالفأرة على أي ظاهرة جغرافية في الخريطة تظهر النتيجة

استفسار مباشر بواسطة أداة مبرمجة Identify



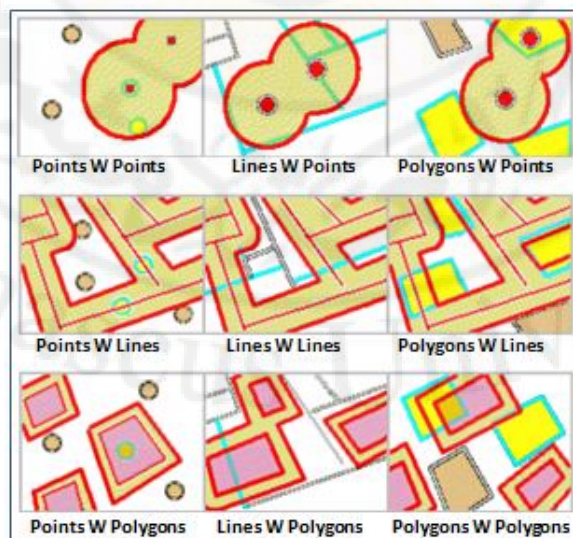
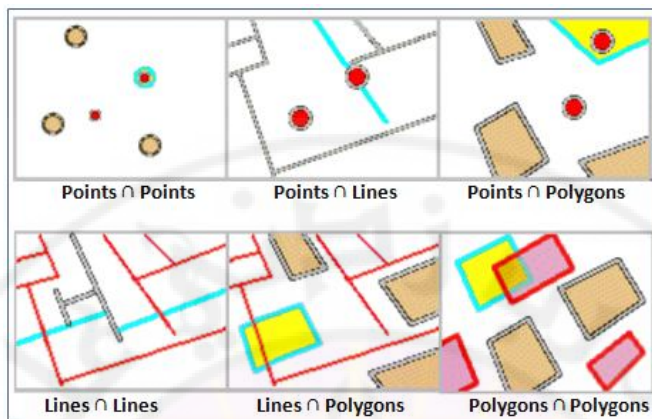


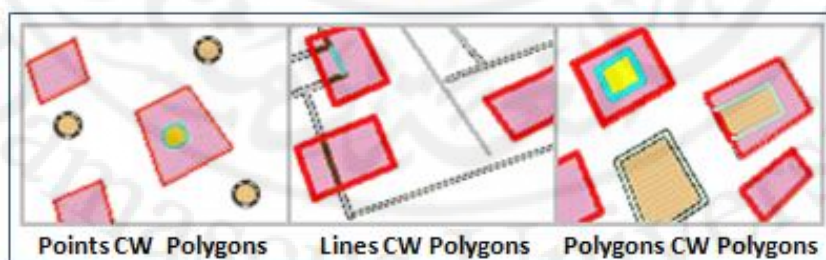
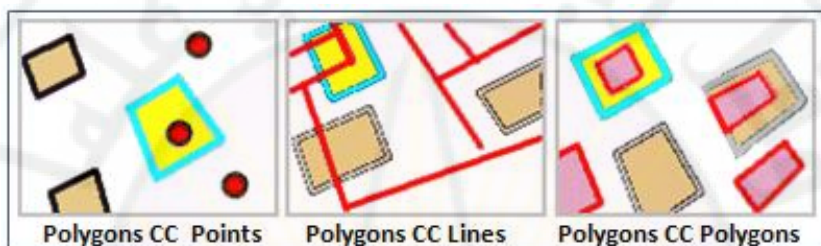
٥-٤-٣ - الاستدعاء المكاني Spatial Query:

تُعدّ عمليات الاستدعاء المكاني نوعاً من التحاليل المكانية المطبقة على المعلومات الجغرافية وتستخدم مفهوم الاستفسارات متعددة الشروط وطرق البحث المُعتمَدة في SQL، وقد تُستخدم أكثر من طبقة رقمية في عملية البحث لتحديد النتيجة، وهذا بدوره يُمكن من الحصول على معلومات جديدة، كأن نقول مثلاً: ماهي الآبار الواقعة في الطبقة الأولى وتبعد عن الطرقات الواقعة في الطبقة الثانية مسافة معينة؟ وهنا وبشكل آلي يتم تنفيذ وظائف مبرمجة مسبقاً لتحديد النتيجة، فيتم أولاً توليد حرم بالمسافة المطلوبة حول الطرقات في الطبقة الثانية، ثم يتم تنفيذ عملية التقاطع بين طبقة الحرم وطبقة الآبار، فتظهر نتيجة التقاطع التي تُعبّر عن عملية الاستفسار، والتي يُمكن أيضاً -كما ذكرنا- تخزينها بطبقة مستقلة أو تصديرها إلى جدول أو صيغة معينة. علماً بأن "الحرم Buffer هو أداة تعمل على توليد مضلعات مغلقة للمعالم الجغرافية بكل أنواعها النقطية والخطية والمساحية، وتكون حواف المضلع الناتج على مسافة محددة ثابتة أو متغيرة من المعلم الأصلي"، وسنأتي على شرح هذا المفهوم في الفصل السابع.

يستخدم هذا النوع من الاستفسارات بعض العلاقات المُستخدمة في عمليات التحليل المكاني مثل تحليل المطابقة المكانية وتوليد الحرم وحساب المسافات ويُمكن بالنتيجة من الإجابة على العديد من الأسئلة ومن هذه الأسئلة:

- ما هي الظواهر التي تنتمي لطبقة ما وتتقاطع مع ظواهر طبقة أخرى؟ (Intersection): وقد تُمثل الطبقة الأولى والطبقة الثانية أي نوع من الظواهر نقطية أو خطية أو مساحية. ويبيّن الشكل (٥-٧) كل حالات التقاطع بين طبقتين، علماً بأن الإشارة (n) تعني عملية التقاطع وأن ترتيب الطبقة الأولى والثانية لا يهم في هذه الحالة.





- ما هي الظواهر التي تنتمي لطبقة ما وتقع مراكزها في ظواهر موجودة في طبقة أخرى؟ (Have their center in).
- ما هي الظواهر التي تتشارك بجزء من خط موجود في طبقة أخرى؟ (Share a line segment with).
- ماهي الظواهر التي تتطابق مع ظواهر موجودة في طبقة أخرى؟ (Are identical to)، وغير ذلك..

٥-٥ - عمليات التحليل المكاني Spatial Analysis:

تُعبّر عملية التحليل المكاني عن تمثيل واختبار وتفسير لنتائج النماذج المكانية وتُعدّ هذه الوظائف هي الجزئية الفريدة التي تميز نظم المعلومات الجغرافية من غيرها من أنظمة قواعد البيانات وإدارة المعلومات وأنظمة الرسم الهندسي وإنتاج الخرائط وغيره. وبدون هذه الخصائص والوظائف يكون نظام الـ GIS مثل غيره من الأنظمة الأخرى.

قد تكون عمليات التحليل الجغرافي بسيطة وذلك بأن تقتصر على عمليات الاستفسار وفقاً لشرط معين أو عدة شروط، أو تكون عمليات أكثر تعقيداً تدخل فيها عملية المطابقة المكانية (Overlay). فمثلاً يتم مطابقة عدة شرائح مكانياً ووصفياً وفقاً لشرط معين ويتم الحصول على شريحة جديدة تحقق هذا الشرط. كأن نحدد المناطق الصالحة لبناء منشأة صناعية تكون قريبة من طريق عام، وبعيدة عن المناطق السكنية، وأن يتم بناؤها على نوع تربة معين، وقريبة من مورد مائي الخ...، أو عمليات النمذجة كتحليل الشبكات (Network Analysis) ومعرفة أفضل مسار أو أقصر طريق في شبكة طرق المدينة مثلاً، والتي بنتيجتها يمكن الحصول على حلول مثلى تكون أداة داعمة في اتخاذ القرار.

واعتماداً على نتائج عمليات التحليل الجغرافي المكاني في بعض التطبيقات، يمكن الإجابة على العديد من الأسئلة المهمة، منها على سبيل المثال:

- كم يبعد بئر ما عن موقع رمي النفايات؟

- هل يعبر أي طريق ضمن مسافة ١٠٠٠م من الجدول المائي؟
- كم المسافة الفاصلة بين موقعين؟
- ما هي الظاهرة الجغرافية الأقرب أو الأبعد من شيء ما؟
- ما هي المسافة بين كل ظاهرة من شريحة معينة والظواهر الموجودة في شريحة أخرى؟
- ما هو المسار الأفضل ضمن شبكة الشوارع للانتقال من موقع إلى آخر؟ ..

وللإجابة عن الأسئلة المذكورة أعلاه يُستخدم في نظم المعلومات الجغرافية عدد من التحاليل والعلاقات التي تحكم وضع كل ظاهرة جغرافية بالنسبة لغيرها ضمن الطبقة الواحدة أو ضمن عدة طبقات لمنطقة الدراسة، ويمكن تمييز عدد من التحاليل تبعاً لنوع وطبيعة البيانات والتي يمكن أن تجيب عن الأسئلة المذكورة وغيرها، بشكل أو بآخر ومن هذه التحاليل:

- (١) تحليل البيانات الخطية Vector Data Analysis.
- (٢) تحليل البيانات الشبكية Raster Data Analysis.
- (٣) تحليل السطوح Surface Analysis.

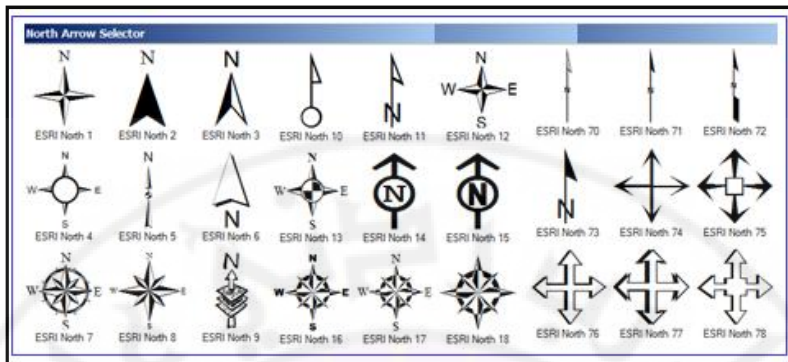
ونظراً لأهمية هذه المواضيع سيتم التركيز عليها وعلى بعض تطبيقاتها في البحثين السابع والثامن من هذا الكتاب.

٥-٦ - الإنتاج الكارتوغرافي والإظهار والإخراج:

تُعبّر عملية الإنتاج الكارتوغرافي للخرائط بشكل عام عن إنتاج الخريطة بشكلها النهائي وتجهيزها بصيغة قابلة للطباعة والنشر، وتتضمن هذه العملية الترميز والتلوين والعنونة وضبط المقياس وإضافة عناصر الخارطة الأساسية وأية أشكال وجدوال ومخططات بيانية وصور توضيحية أخرى، ومن أهم عناصر الخارطة التي يتم التعامل معها ما يلي:

- المعلومات المكانية (الشرائح التي تتضمنها الخارطة).



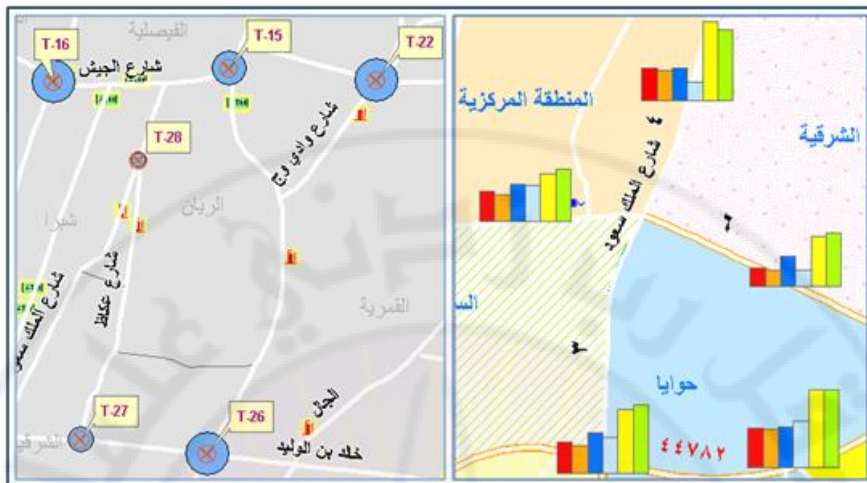


هذا ويمكن استخدام طرق متعددة في عملية الترميز نذكر منها:

- **ترميز أحادي Single Symbol:** استخدام رمز واحد لكل الظواهر.
- **ترميز غير مكرر Unique Value:** استخدام ترميز وفقاً لفئات محددة، تعتمد على قيم غير مكررة في حقل أو عدة حقول في جدول البيانات، مثل الرقم أو الاسم أو اللون مثلاً، والنتيجة ترميز المعالم الجغرافية بعدة رموز مختلفة من حيث الشكل واللون.
- **ترميز تدرجي Graduated Value:** استخدام ترميز وفقاً لكميات محددة تعتمد على مجموعة قيم في حقل أو عدة حقول في جدول البيانات، مثل عدد السكان أو غزارة الآبار، أو مساحة المباني، أو أطوال الطرقات، والنتيجة تكون بتمثيل الظواهر وفقاً لتدرج لوني معين أو تدرج بحجم الرمز تبعاً للقيم المستخدمة.
- **ترميز بياني Charts:** استخدام ترميز كمخططات بيانية، يعتمد على مجموعة قيم في حقول متعددة تُعبّر عن تغير قيمة مواصفة معينة للظاهرة الجغرافية، مثل تغيرات كميات الأمطار أو تغير الحجم المروري في شارع معين، وتكون النتيجة بإظهار مخططات بيانية بأشكال مختلفة على مواقع الظواهر في الخريطة، تُبيّن التغيرات الطارئة على القيم العددية للمواصفة المطلوبة لكل ظاهرة والمخزنة في الجدول.

أما عملية العنونة (Labeling) فهي عرض معلومات عن الظواهر الجغرافية على الخارطة، وعادة يتم استخدام المعلومات المخزنة في حقل أو أكثر في قاعدة البيانات. قد تكون هذه المعلومات أسماء أو أرقاماً أو عناوين للمعالم الجغرافية، وهنا يتم التحكم بنوع الفونت ولونه وحجمه، والتحكم بموقع التسمية وزاوية التدوير بالنسبة للظاهرة الجغرافية على الخارطة، وشكل هذه التسمية، كأن توضع على خلفية محددة لإظهارها أو تستخدم أسهم للإشارة إلى الظاهرة الجغرافية، بالإضافة إلى إدراج العنوان أو اسم الخارطة أو أية ملاحظات توضيحية أخرى على الخارطة.

يُبيّن الشكل (٥-١٤) بعضاً من أنواع الترميز والعنونة المختلفة للمعالم الجغرافية.



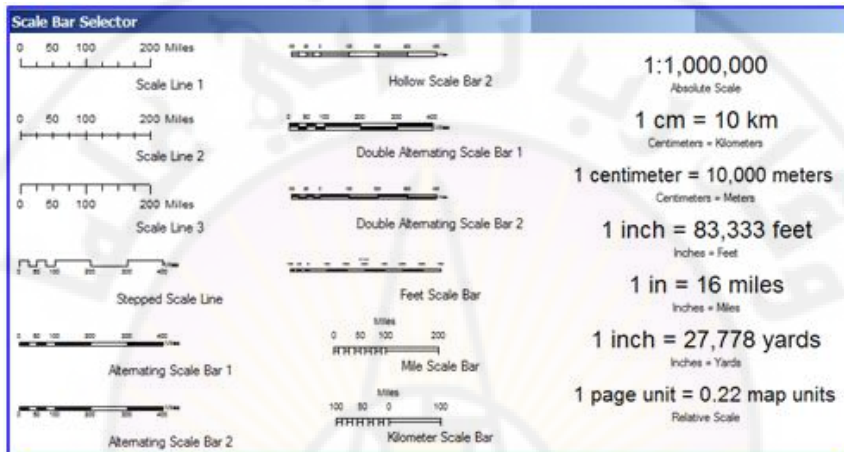
Large scale (1:50,000)

مقياس رسم كبير

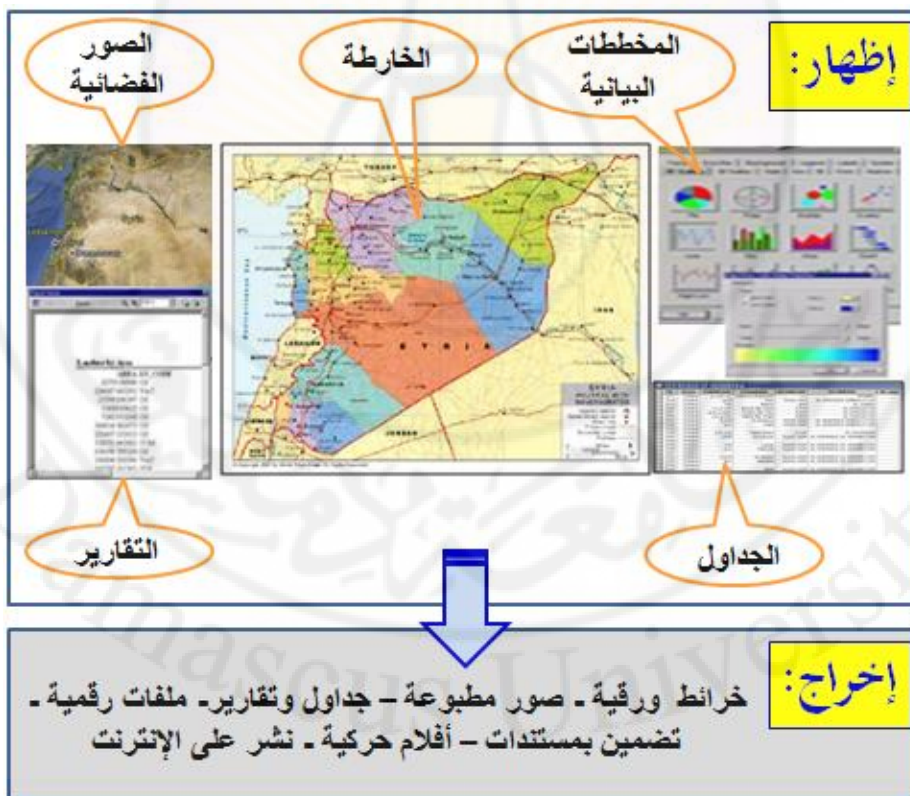


Small scale (1:250,000)

مقياس رسم صغير



جامعة دمشق
Damascus University





الفصل السادس

طرق إدخال المعلومات المكانية وتصحيح الأخطاء

Spatial Data Input Methods & Errors Corrections

تتألف المعلومات الجغرافية بشكل عام من قسمين رئيسيين هما المعلومات المكانية Spatial Data والمعلومات الوصفية Attribute Data. وتوجد عدة طرق لإدخال وتخزين وتنقيح وتصحيح تلك البيانات.

سنعرض في الصفحات التالية كيف يتم إدخال البيانات المكانية الشبكية Raster Data بشكل مختصر، ونركز على عملية إدخال البيانات المكانية الخطية Vector Data وأنواع الأخطاء وكيفية معالجتها.

٦-١ - إدخال المعلومات المكانية الشبكية Raster Data Input:

تتلخص عملية تأسيس نظام معلومات جغرافي خلوي (Raster GIS) يعتمد الصور الجوية والفضائية والصور والخرائط المدخلة بالماسح (Scanner) بالخطوات الرئيسية التالية:

- استيراد الصور الجوية والفضائية أو شراؤها، وعادة ما تكون هذه الصور رقمية لا تحتاج إلى عملية مسح ضوئي ليتم إدخالها إلى الحاسب، بل يجب التأكد من أنها معالجة وجاهزة للاستخدام.
- عمل مسح ضوئي للخرائط والصور إذا كانت بصيغة ورقية، وهنا لا بد من توخي الحذر وضبط الدقة المناسبة لإظهار المعالم الجغرافية المطلوبة.

- إجراء عملية الربط Georeferencing مع نظام الإحداثيات المستخدم، وقد نحتاج إلى عمليات التحويل (Transformation) أو عمليات الإسقاط (Projection) لإنجاز هذه الخطوة.
- إدخال المعلومات الوصفية الخاصة بتلك الصور.
- بناء التطبيقات وفقاً لحاجة المستثمر.

٦-٢ - إدخال المعلومات المكانية الخطية Vector Data Input:

إن تأسيس نظام معلومات جغرافي خطي (Vector GIS)، أي يعتمد على المخططات والخرائط والملفات بصيغة Vector Data، يتطلب إجراء بعض العمليات لإدخال البيانات وتعريفها وضبط جودتها وربطها مع البيانات الوصفية ونظم الإحداثيات، ويمكن تلخيص طريقة إدخال الظواهر الجغرافية اعتباراً من الخرائط والصور الورقية إلى الحاسب الإلكتروني بطريقة الرقمنة (Digitizing) والتي تُعرّف على أنها "عملية تتبع المعالم الجغرافية سواء كانت على شكل نقاط أو خطوط بواسطة فأرة المرقم الموصول بالحاسب ليتم نقلها من الورق المثبت على طاولة المرقم (Digitizer) إلى الحاسب وتخزينها بشكل رقمي بصيغة متوافقة مع الأنظمة والبرامج المستخدمة لهذا الغرض". وتتم هذه العملية بثلاثة أساليب بشكل عام:

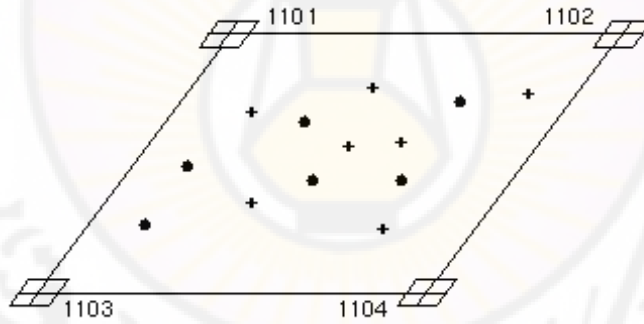
- (١) الأسلوب الأول (نصف آلي): يتم وضع ورقة شفافة على الخارطة الورقية أو الصورة ونقل المعالم المهمة ثم رقمنتها بواسطة المرقم أو استنتاج إحداثياتها وإدخالها يدوياً إلى الحاسب، ثم توليد الخارطة باستخدام الوظائف المخصصة لذلك، وهذا الأسلوب قديم يمكن اعتماده عندما يكون عدد المعالم الجغرافية المطلوبة قليلاً بشكل عام.
- (٢) الأسلوب الثاني: استخدام نظم الترقيم Digitizing Systems باستخدام طاولات الترقيم (المرقم) وملحقاتها، مثل قلم الترقيم أو الفأرة المرفقة مع المرقم.
- (٣) الأسلوب الثالث: استخدام الماسحات الإلكترونية أو الضوئية (Scanners) وهو الأسلوب الأكثر شيوعاً في الآونة الأخيرة، ويتضمن عملية المسح الضوئي، ثم

الرقمنة من الشاشة أو التحويل من صور إلى مخططات (Raster to vector conversion)، ثم تصحيحها وتعريفها.

٦-٢-١ - استخدام طاولة الترقيم (Digitizer) في إدخال الخرائط والصور:

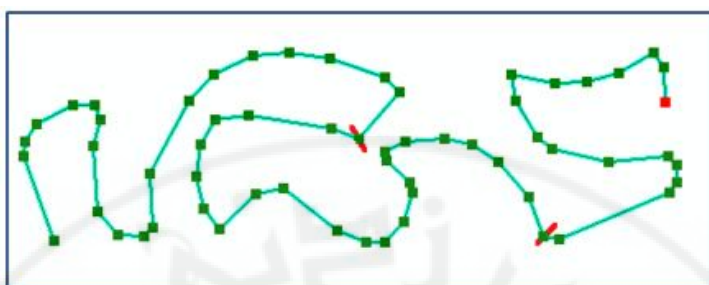
أولاً- تجهيز الخريطة للترقيم، وتشمل هذه العملية الخطوات التالية:

١- تحضير المعلومات الخاصة بنظام الإحداثيات والإسقاط المستخدم، وتجهيز النقاط المرجعية (نقاط الاستناد) والتي يتم الاعتماد عليها في عملية تحويل إحداثيات الخارطة المرقمنة من النظام المحلي للمرقمن إلى نظام الإحداثيات المستخدم في الخارطة والذي يُعبّر عن الإحداثيات الحقيقية في الطبيعة، ورسم (تحديد مواقع) هذه النقاط على الخارطة (الشكل ٦-١).



الشكل (٦-١): تحديد نقاط الاستناد (النقاط المرجعية).

٢- وضع بعض العلامات بالقلم لتمييز المعالم المهمة وذلك إما بتعليم هذه المعالم على الخارطة الورقية مباشرة أو باستخدام ورق شفاف لذلك، مثل تجزئ أو تعليم الخطوط الطويلة والمتعرجة بنقاط أو إظهار بعض المعالم غير الواضحة (الشكل ٦-٢).

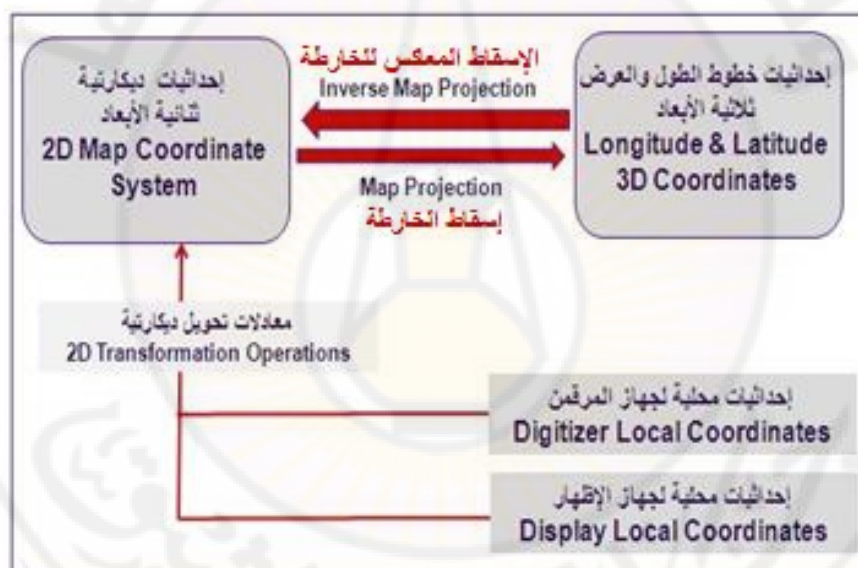


- تثبيت الخارطة على طاولة المرقم بشكل صحيح، بحيث يكون اتجاه الشمال إلى الأعلى، ويستخدم شريط لاصق لهذا الغرض بحيث يتم الحفاظ على وضعية الخارطة مثبتة طوال فترة الترقيم بدون إزاحة.
- التأكد من وجود الشبكة التربيعية أو معلومات حول مرجعية الإحداثيات، وأية خارطة لا تحتوي على الشبكة التربيعية أو نظام الإحداثيات لا يمكن تحويلها لاحقاً إلى إحداثياتها الحقيقية وقد تكون غير مفيدة بشكل فعلي.
- اختيار وتثبيت وتعريف نقاط الاستناد (ثلاث نقاط على الأقل) بحيث تكون موزعة على كامل الخارطة. ويتم بهذه الخطوة تسجيل الإحداثيات الحقيقية لنقاط الاستناد وتحضير البارامترات الخاصة بعملية التحويل من الإحداثيات المحلية (إحداثيات المرقم أو الشاشة) إلى الإحداثيات الحقيقية وتحديد مقادير الإزاحة والدوران لهذه النقاط في الاتجاه الأفقي والاتجاه الرأسي لأخذها بعين الاعتبار عند عملية التحويل.
- ترقيم أو نقل مواقع نقاط الاستناد، وبهذه الخطوة غالباً ما يتم تسجيل إحداثيات المرقم أو الشاشة كإحداثيات محلية تنسب إليها كافة العناصر أو الظواهر المرقمة.

٢- اختيار أسلوب الترقيم: يوجد أسلوبان للترقيم (الشكل ٦-٣) يمكن التبدل بينهما أثناء عملية الترقيم حسب طبيعة البيانات ومدى تعقيدها، وهذان الأسلوبان هما:

- **أسلوب النقطة Point Sampling Mode:** يُستخدم لتتبع النقاط والخطوط، وبهذا الأسلوب يتم نقل إحداثيات المواقع التي يتم ترقيمها فعلاً أي الضغط (Click) عليها بالفأرة، فلترقيم نقطة نحتاج إلى Click مرة واحدة، أما للخط فنحتاج للضغط على بداية الخط ونهايته على الأقل وعلى نقاط الانعطاف، وبهذا نحصل على خط منكسر يمكن لاحقاً جعله منحنياً، وهذا يتبع نوع الخط والمعلومات التي يُعبر عنها.
- **أسلوب التدفق Stream Mode:** وهنا يتم تسجيل عينات الترقيم بشكل آلي فيكتفى بأن نعمل Click على بداية الخط ونمرر الفأرة على طول الخط ليتم ترقيم الخط كاملاً بفاصل زمني أو مسافات فعلية يتم تحديدها من قبل المستخدم، وبهذا نحصل





المخصصة لذلك في نظم المعلومات الجغرافية أو البرامج التخصصية الأخرى، وتتم عملية رقمنة الخرائط والصور المدخلة بالماسح وفقاً للخطوات التالية:

(١) يتم أولاً مسح الخريطة أو الصورة بدقة تمييز Resolution مناسبة بحيث تظهر المعالم الجغرافية المطلوبة منها وبشكل واضح للعين المجردة، وتأخذ دقة التمييز قيمة مختلفة تبعاً لوضوح المعالم الجغرافية في الصورة الأساسية (150-600 dpi)، وهذه الأرقام تعني عدد النقاط بالإنش الواحد، فكلما كانت المعالم أقل وضوحاً في الصورة الأساسية توجب علينا رفع قيمة التمييز، علماً بأنه عند رفع هذه القيمة فإن حجم تخزين الصورة في الحاسب يزداد وينسب عالية. وبعد عملية المسح يتم تخزين الخارطة أو الصورة الورقية في الحاسب كصورة رقمية تأخذ صيغاً مختلفة.

(٢) رقمنة نقاط الاستناد وإدخال إحداثياتها الحقيقية من أجل عملية التحويل اللاحقة.

(٣) تنفيذ الرقمنة Digitizing للمعالم الجغرافية من الصورة الرقمية من الشاشة مباشرة وذلك بثلاثة أساليب بشكل عام، وقد تختلف إجراءات تنفيذ هذه الأساليب تبعاً للنظام المستخدم، ويمكن تلخيصها كما يلي:

- **الرقمنة اليدوية Digitizing:** تشبه هذه العملية عملية الرقمنة اليدوية من المرقمن Digitizer، والفارق أنه يتم هنا تتبع المعالم الجغرافية على الشاشة مباشرة، أي سيكون وسط الرقمنة هو الشاشة وليست طاولة المرقمن وتدعى هذه العملية بالرقمنة المباشرة (Head Up Digitizing). وتُخزّن نتيجة الرقمنة سواء كانت نقاطاً أو خطوطاً بصيغة خطية Vector Data، يتم لاحقاً تعريفها وربطها مع المعلومات الوصفية في جداول قاعدة البيانات.
- **الرقمنة نصف الآلية Tracing:** وتتم هذه العملية بتتبع المعالم الجغرافية مباشرة على الشاشة أيضاً ولكن بمساعدة وظائف النظام، بحيث تتم الإشارة إلى بداية الخط مثلاً فيقوم النظام بشكل آلي بتتبع الخط وفقاً للونه أو سماكته ورسمه كظاهرة خطية، وهذا الأسلوب أسرع من الأسلوب الأول.
- **الرقمنة الأوتوماتيكية Auto Tracing أو التحويل من معلومات شبكية إلى معلومات خطية Raster to Vector Conversion:** وتتم هذه العملية

بإصدار التعليمات اللازمة حيث يتم تحويل كل المعالم الجغرافية الموجودة في الصورة إلى صيغة خطية دفعة واحدة، ويتم لاحقاً تنقيتها من الأخطاء أو الزوائد وتعريف الظواهر تمهيداً لربطها بالمعلومات الوصفية.

٤) التحويل إلى الإحداثيات الحقيقية أو الربط بالمحاور الإحداثية وفقاً لجملة الإسقاط المستخدمة، وذلك بنفس الأسلوب المذكور سابقاً، ثم معالجة الأخطاء والربط مع المعلومات الوصفية.

٦-٢-٣- إدخال جداول الإحداثيات لصنع الخارطة:

يمكن الحصول على إحداثيات المعالم الجغرافية بوسائل عديدة منها أعمال المسح الطبوغرافية باستخدام الأجهزة المساحية وتخزين هذه البيانات إما في جداول ورقية أو ملفات رقمية، أو باستخدام أجهزة تحديد المواقع (GPS) Global Positioning System والتي تعطي ملفات رقمية تأخذ صيغة معينة يكون فيها نظام الإحداثيات معروفاً، حيث تُخزن البيانات المكانية على شكل ملفات تحوي إحداثيات المواقع بالإضافة إلى مسميات أو رموز أو تعاريف مختصرة عن هذه المواقع بالإضافة إلى نوع أجهزة الرصد وزمن الرصد.

يبين الشكل (٦-٥) بعض جداول الإحداثيات للنقاط والخطوط المرصودة والمسجلة باستخدام جهاز تحديد المواقع من نوع (Garmin V). ويحتوي الشكل (٦-٦) على صيغة تخزين إحداثيات النقاط والخطوط والمساحات كملفات نصية (*.txt) تُستخدم في نظام المعلومات الجغرافي لتوليد الظواهر الجغرافية باستخدام الوظائف الخاصة بذلك، فمثلاً:

- تُستخدم الوظيفة (Create Feature From Text File) لتوليد الظواهر الجغرافية في النظام ArcGIS.
- وتُستخدم الوظيفة (Add Event Theme) لتوليد الظواهر الجغرافية في نظام ArcView.

ملف نقاط

Points.dbf	التعريف	خط العرض	خط الطول	اسقاط Y	اسقاط X	الزمن	
Type	Ident	Lat	Long	Y_proj	X_proj	Time	
WAYPOINT	340511636M	24.58881143	46.64412875	80035650.33233260	17047365.62976090		
WAYPOINT	340514636M	24.59844877	46.58926483	79821691.36917760	17016965.52546930		
WAYPOINT	341314F65M	24.49243605	46.62252624	80254321.43403840	17406239.02835840		
WAYPOINT	341314F65M	24.49243605	46.62252624	80254321.43403840	17406239.02835840		

ملف خطوط

Lines.dbf	التعريف	خط العرض	خط الطول	اسقاط Y	اسقاط X	الزمن	الموديل	الطول
Type	Ident	Lat	Long	Y_proj	X_proj	Time	Model	Length
TRACK	ACTIVE LOG	24.60480309	46.75208146	80351230.42929310	16977729.85734300	2006/12/16-22:35:13	GPS 5	121786.680
TRACK	ACTIVE LOG	24.62122366	46.71387155	80171752.03899820	16920657.74122350	2006/12/17-23:24:45	GPS 5	74457.693
TRACK	ACTIVE LOG	24.67946330	46.81100188	80319741.01153730	16694652.29419690	2006/12/18-22:41:23	GPS 5	18027.945

نقاط

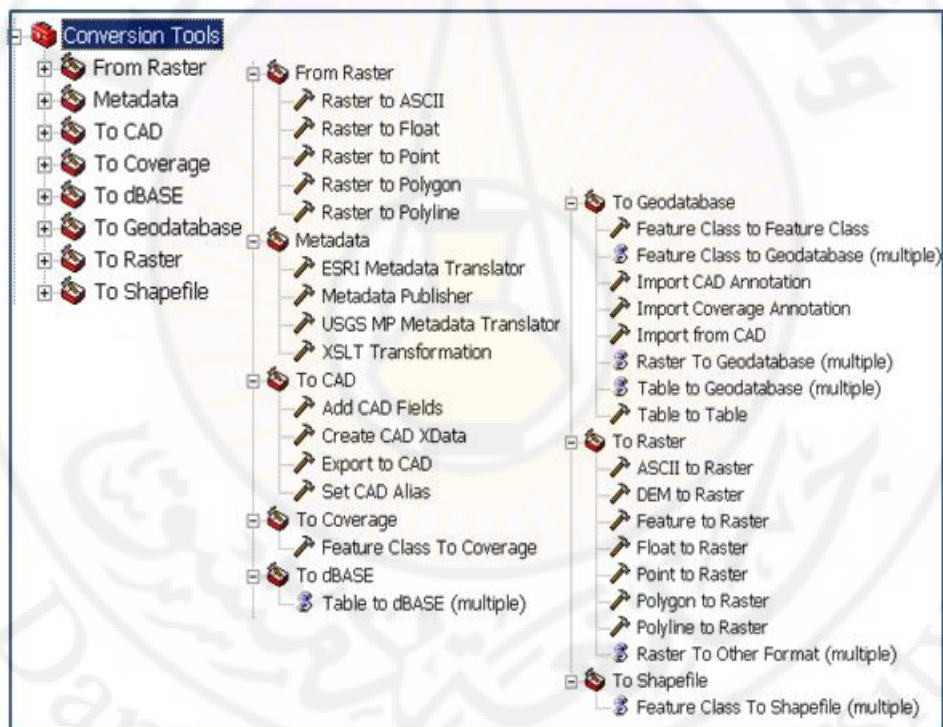
```
Point
id x y z m
id x y z m
...
END
```

خطوط

```
polyline
line_id part_number
pnt_id x y z m
pnt_id x y z m
...
line_id part_number
pnt_id x y z m
pnt_id x y z m
...
END
```

مضلعات

```
Polygon
polygon_id part_number
pnt_id x y z m
pnt_id x y z m
...
InteriorRing
pnt_id x y z m
pnt_id x y z m
...
polygon_id part_number
pnt_id x y z m
pnt_id x y z m
...
END
```



(١) بعض صيغ الملفات للمعلومات الخطية (Vector) وفقاً للأنظمة المستخدمة والشركات المنتجة:

- ملفات (Shape files (Shp)، تُستخدم في نظم ArcGIS, ArcView، من شركة ESRI، وتتضمن معلومات جغرافية بشقيها المكاني والوصفي.
- ملفات (Geodatabase (MDB)، وهي أصلاً ملفات قاعدة البيانات ACCESS تم تطويرها واستخدامها من قبل شركة ESRI بهدف تخزين معلومات مكانية بالإضافة إلى المعلومات الوصفية وبكميات أكبر مقارنة مع ملفات (Shp).
- ملفات (Tab)، تُستخدم في نظام MapInfo من شركة PitneyBowes.
- ملفات (DGN)، تُستخدم في نظام Microstation Geographics من شركة Bentley.
- ملفات (DWG, DXF) تُستخدم في أنظمة الرسم الهندسي الشهير AutoCAD من شركة Autodesk...

(٢) بعض صيغ الملفات للمعلومات الشبكية (Raster) وفقاً للأنظمة المستخدمة والشركات المنتجة:

- ملفات تخزين معلومات الصور في نظام Erdas (IMG, LAN).
- ملفات نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) Digital Elevation Model.
- ملفات (ESRI (BIL, BIP, BSQ, STK, ..).
- ملفات (Intergraph raster file (CIT, COT).
- ملفات (ER Mapper (ERS).
- ملفات (LizardTech MrSID and MrSID Gen 3 (SID).
- ملفات (Tagged Image File Format, TIFF (TIF).
- ملفات لتخزين صور متنوعة (BMP, JPG, GIF, PNG,).

ويوجد العديد من الصيغ الأخرى لتخزين البيانات المكانية يمكن الرجوع إلى مصادرها للتعرف على مميزات كل منها.

٦-٣ - الأخطاء المكانية في نظم المعلومات الجغرافية:

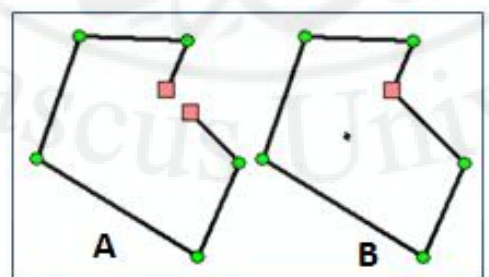
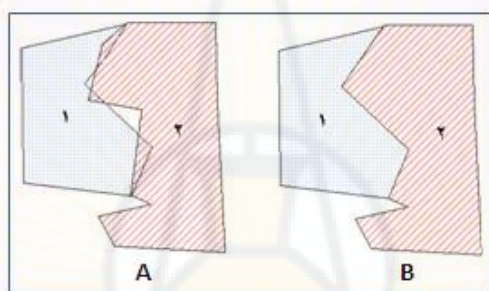
إن جودة المعلومات وخلوها من الأخطاء والتكرار والازدواجية هي المعيار الأساسي في نجاح النظام وحسن أدائه ومقدرته على تنفيذ الوظائف والعمليات التحليلية المرجوة منه أو إخفاق هذا النظام في تحقيق أهدافه ثم رفضه. ولهذا عند بناء نظام معلومات جغرافي ولضمان جودة البيانات يجب مراعاة العناصر الآتية:

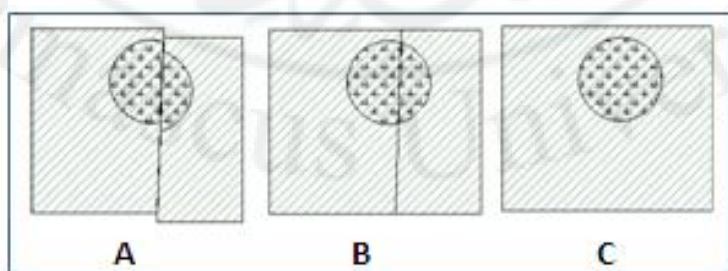
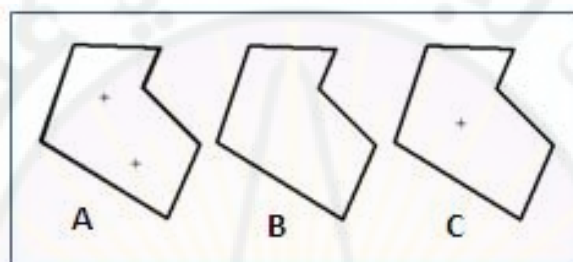
- دقة المعلومات المكانية.
- دقة المعلومات الوصفية.
- دقة المفهوم والتصور الشامل للتصميم.
- دقة التصاميم والعلاقات الرابطة في قاعدة البيانات.

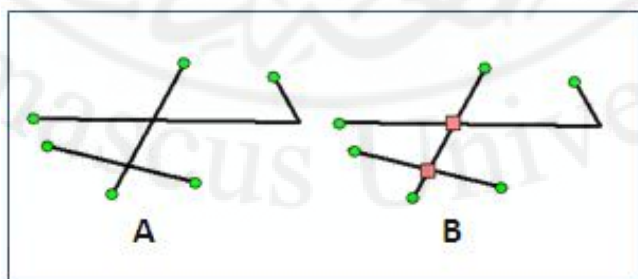
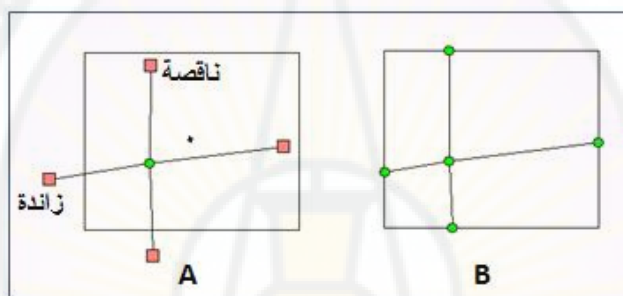
مع تعدد مصادر المعلومات وتوفر الكم الهائل من البيانات على مختلف أنواعها، أصبحت هذه البيانات عرضة للتكرار ولحدوث الأخطاء سواء كانت في مرحلة جمع البيانات أو إدخالها أو تصنيفها وتخزينها في قواعد البيانات، أو على مستوى تصميم قاعدة البيانات أو ناتجة من عمليات التحويل من نظام إلى آخر، لهذا ولضمان جودة البيانات وإنجاز مهام النظام والحصول على نتائج سليمة لا بد من الوقوف على كل أنواع الأخطاء ورصدها وتصحيحها سواء كانت بالمعلومات الوصفية أو المكانية، هذا ويُمكن تصنيف الأخطاء حسب مصدرها في ثلاثة أصناف:

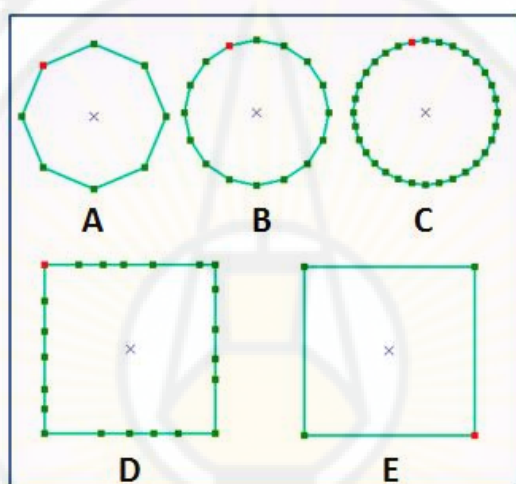
- أخطاء مصدرها المنشأ الأساسي للمعلومات.
- أخطاء مصدرها مدخلي البيانات.
- أخطاء مصدرها نقل وتحويل المعلومات آلياً.

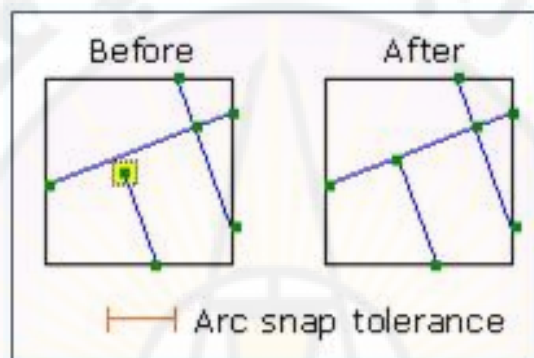
إن تحقيق جودة البيانات الوصفية تتم من خلال القيام بعدة خطوات أهمها التحقق من بيانات المصدر والبيانات المدخلة وتصميم قاعدة البيانات والعلاقات الرابطة، ويُمكن الرجوع إلى القواعد المتبعة في نظم قواعد البيانات للتدقيق في ذلك، أما في بحثنا

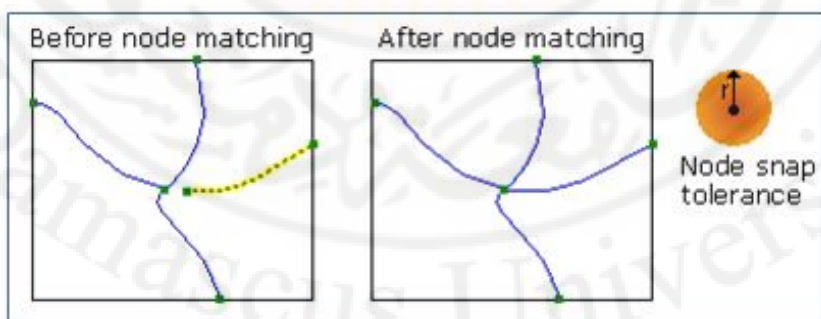


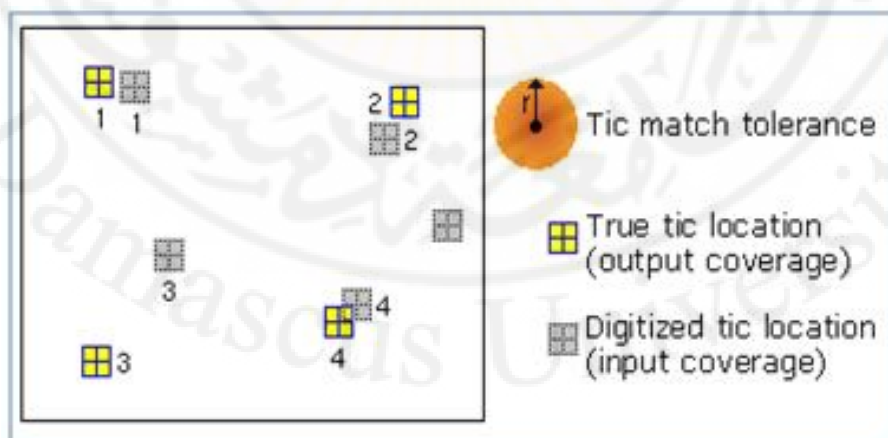
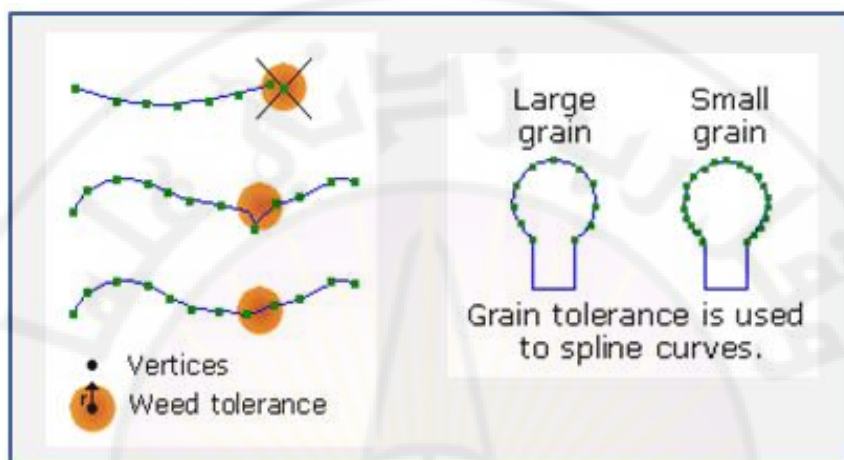


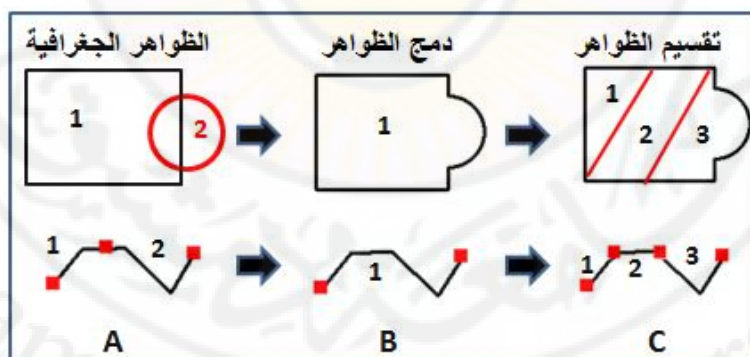


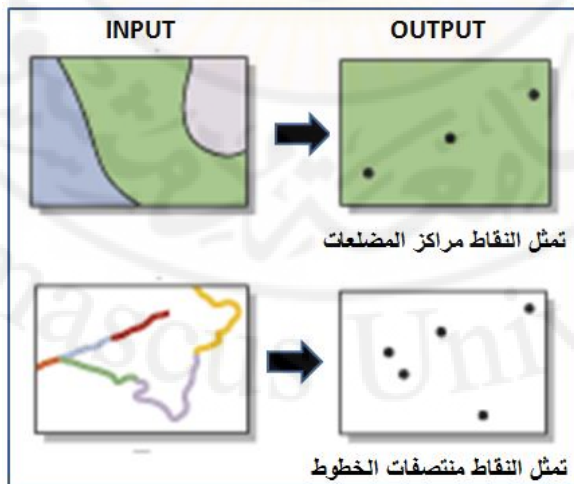
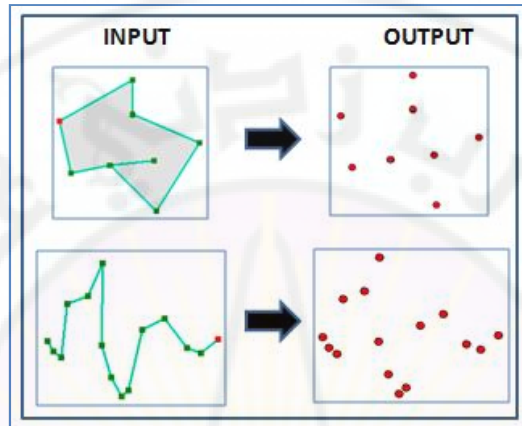


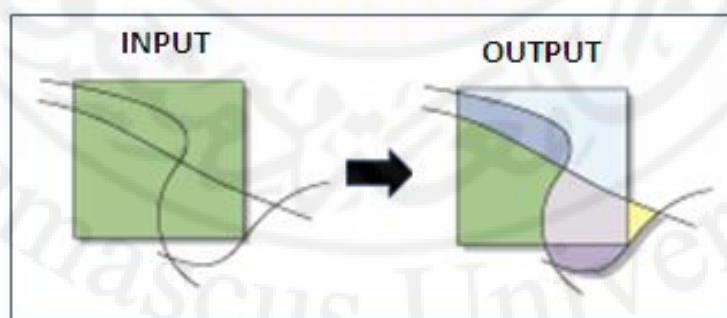
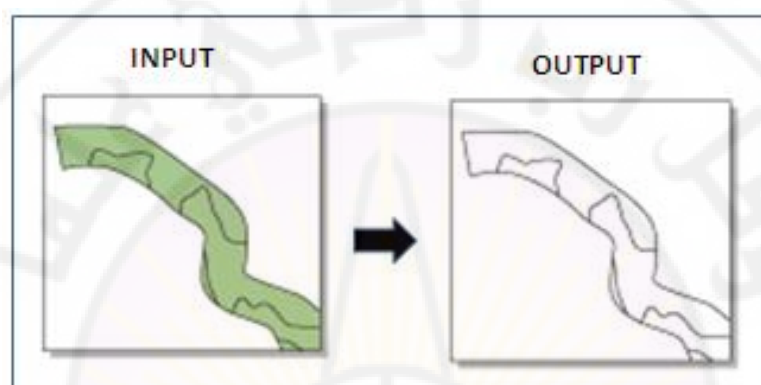














الفصل السابع

تحليل البيانات الخطية

Vector Data Analysis

تُعدّ تحاليل المعلومات المكانية من أهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية نظراً لما تقدمه من إجابات وحلول متعلقة بالدراسات المكانية من جهة، ولعدم توفرها في النظم الأخرى من جهة ثانية، وكما ذكرنا يُمكن تطبيق هذه التحاليل على البيانات الخطية أو الشبكية لإنتاج معلومات جديدة تفيد في العديد من الدراسات.

٧-١ - تحليل المعلومات الوصفية:

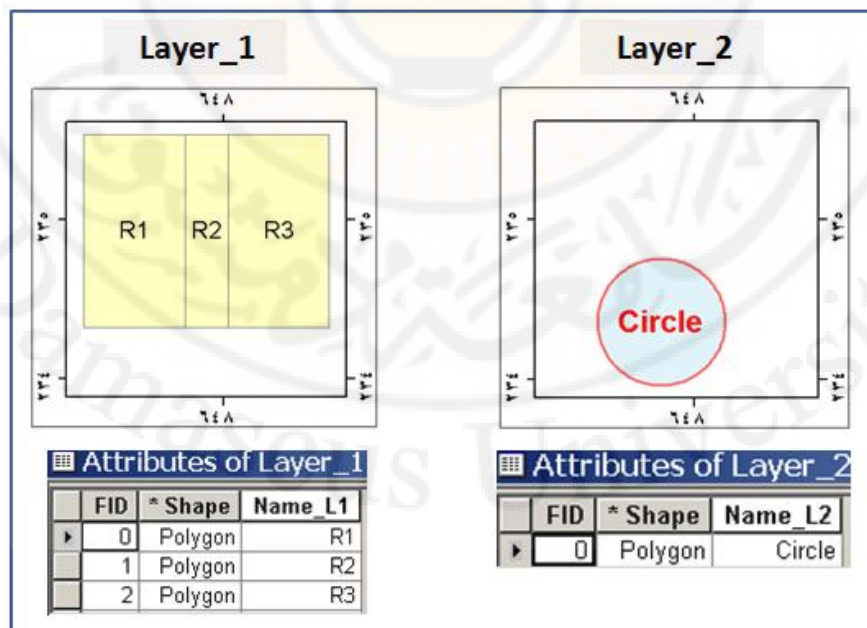
يُمكن تنفيذ تحليل المعلومات الوصفية في نظم المعلومات الجغرافية بنفس الطرق والأساليب المتبعة في نظم قواعد البيانات المعروفة ويوجد العديد من الآليات التي تُمكن من تنفيذ تحاليل متنوعة على هذه المعلومات وخاصة المعلومات العددية (الأرقام)، وأهمها التحاليل الجيوإحصائية وتلخيص البيانات، بالإضافة إلى الاستعلامات المتنوعة ورسم المخططات البيانية بأشكال مختلفة.

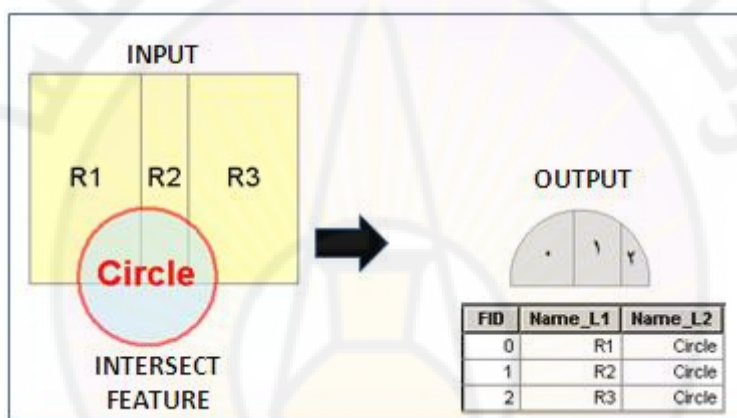
• **الإحصاءات (Statistics):** عندما يحتوي جدول المعلومات الوصفية على حقول عددية Numbers، يُمكن إجراء بعض العمليات الإحصائية المعروفة على بيانات هذه الحقول، حيث تُمكن الإحصاءات من الحصول على قيم مهمة مثل عدد السجلات Count، والقيمة الصغرى Minimum والقيمة العظمى Maximum والمتوسط Mean والانحراف المعياري Standard deviation والمجموع Sum .

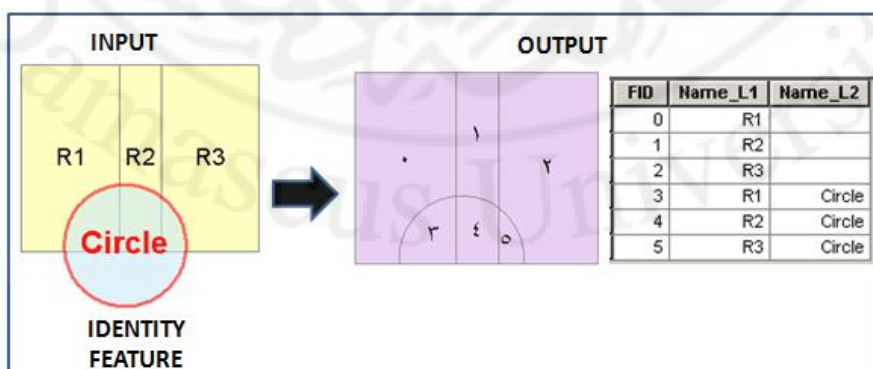
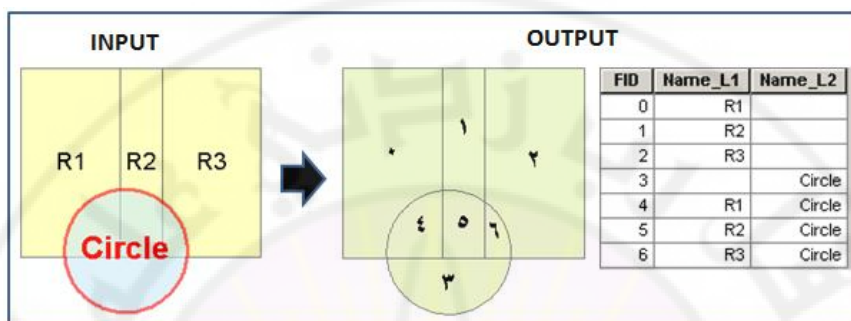
مثال: لدينا طبقة رقمية تحتوي على مجموعة من العقارات باستخدامات مختلفة: تجارية وصناعية وسكنية، وكل عقار له مساحة محددة، فعند تنفيذ وظيفة الإحصاءات على المساحة مثلاً، نحصل على القيم المذكورة أعلاه كما في الشكل (٧-١).

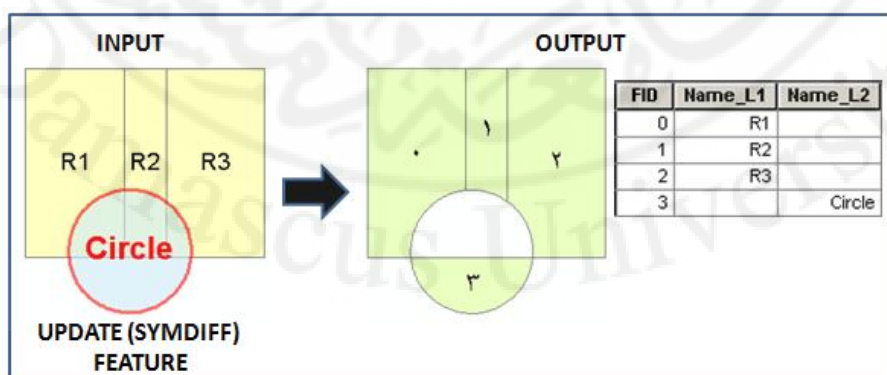
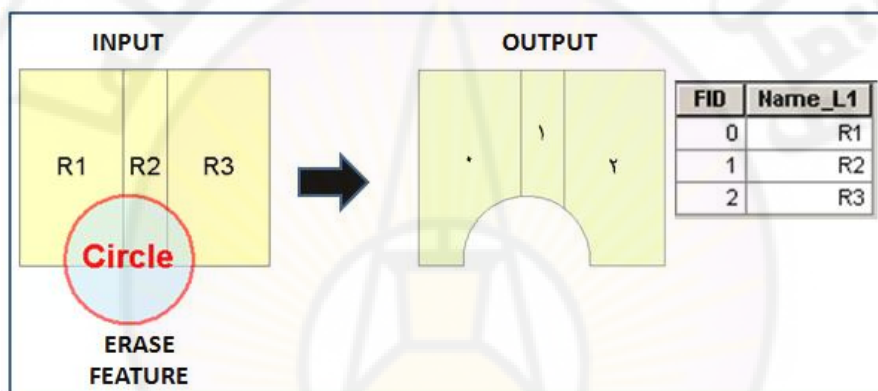


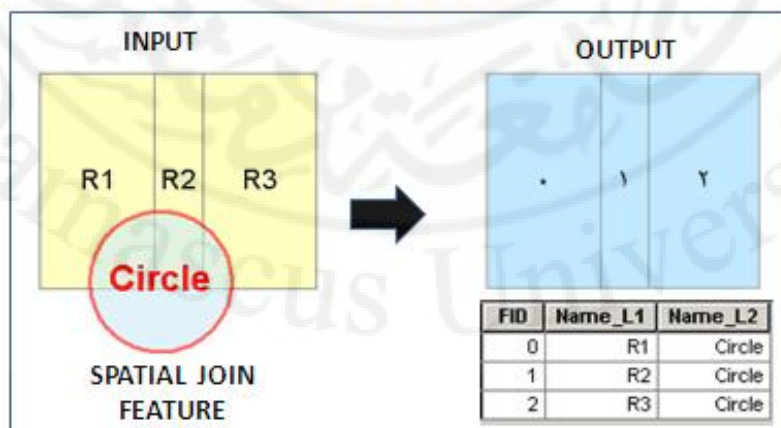
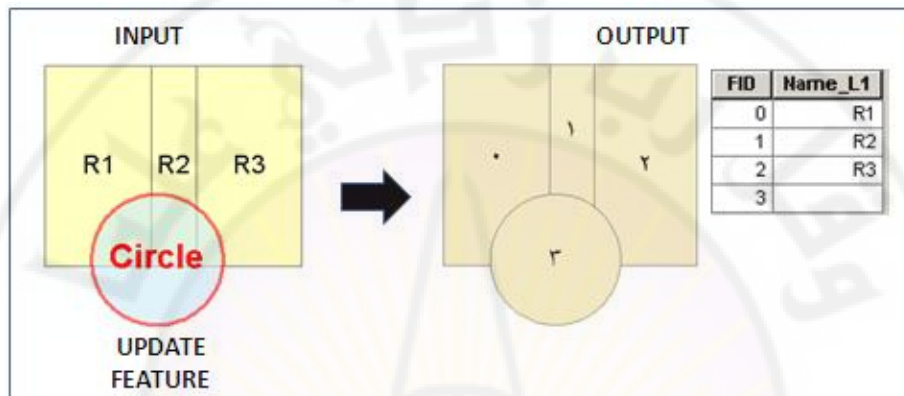
use	Cnt_use	Min_area	Max_area	Ave_area	Sum_area	SD_area	Var_area
تجاري	5	163,099.0	218,645.0	187,829.6	939,148.0	24,129.7	582,242,281.3
سكني	9	161,147.0	202,139.0	183,345.1	1,650,106.0	15,512.8	240,646,962.9
صناعي	4	151,589.0	198,741.0	167,486.0	669,944.0	21,876.2	478,567,638.7

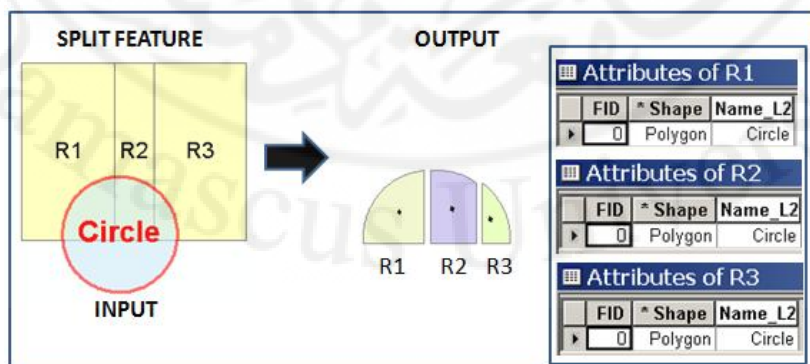
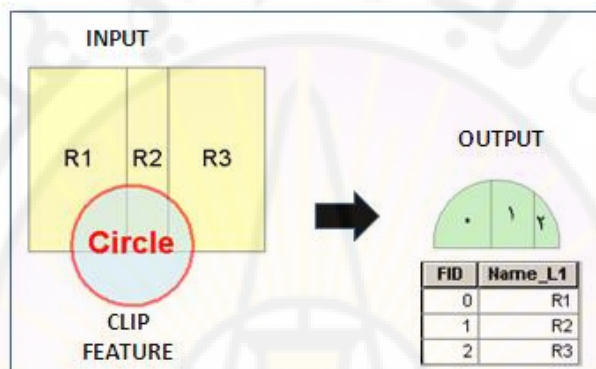


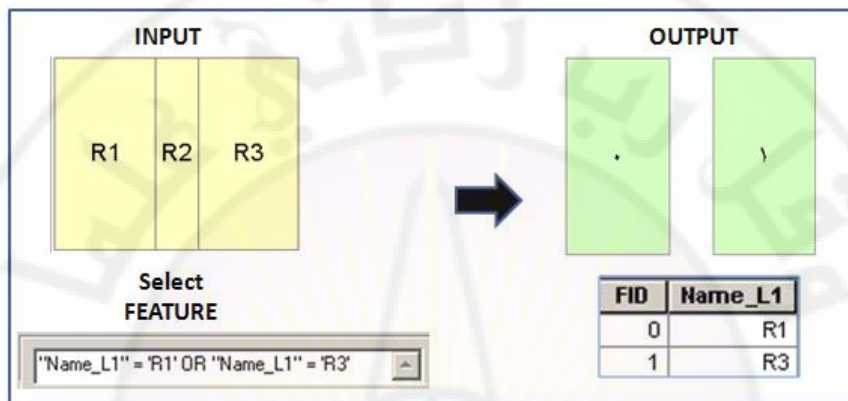


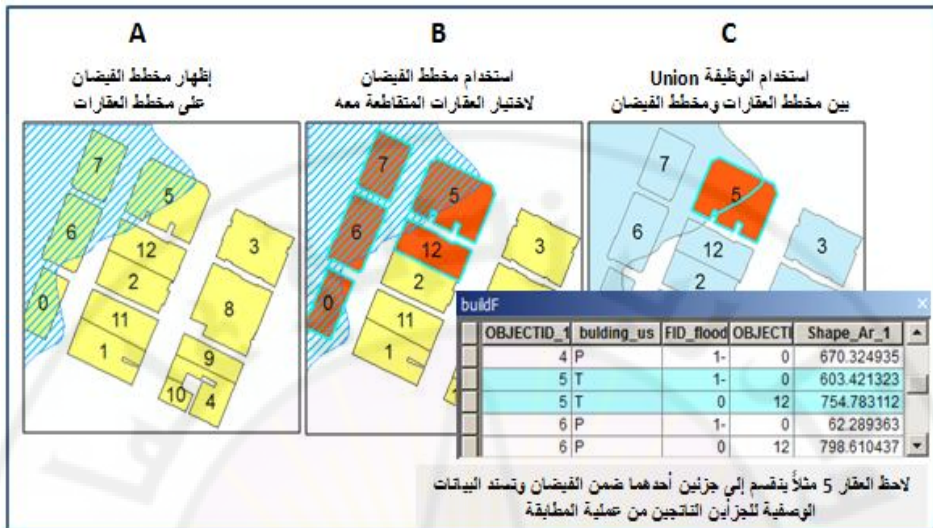


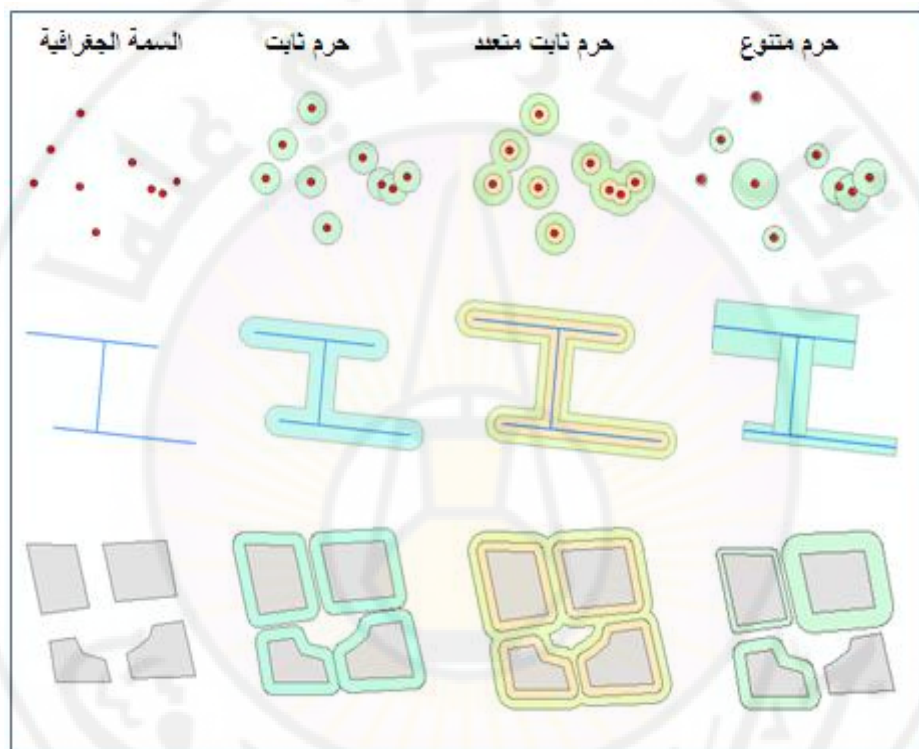


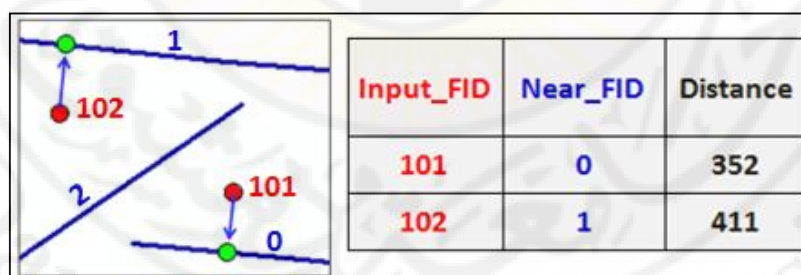


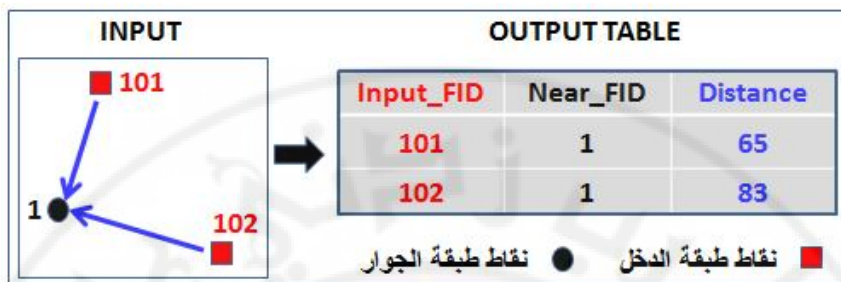












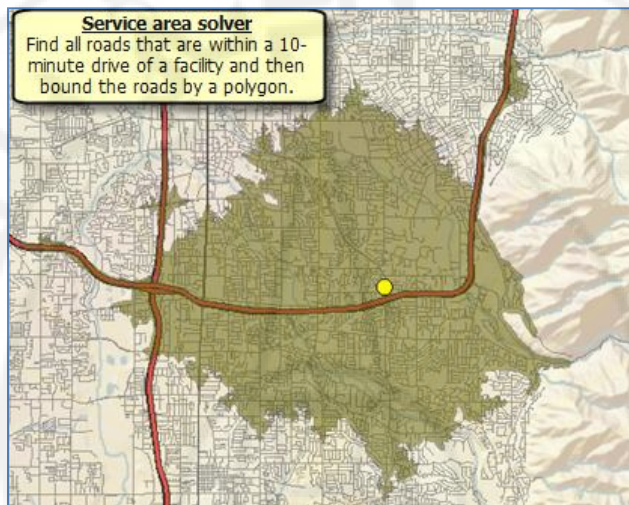
تتألف الشبكة بشكل عام من وصلات (Links) وعقد (Node) أو نقاط اتصال (Mobility Points or Connectivity) تُمكن من انتقال الأشياء من وصلة إلى أخرى اعتباراً من نقطة المنبع (Source) إلى نقطة الهدف (Target).

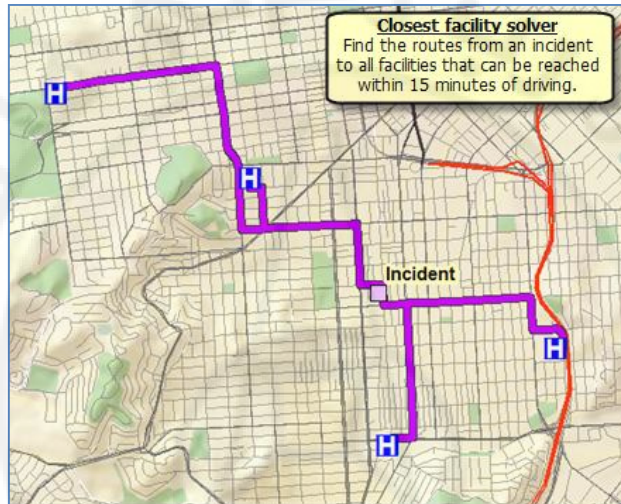
إن أهم ثلاث خصائص تُمكن من حركة الأشياء ضمن الشبكة هي طول الوصلة وسرعة الحركة واتجاه الحركة، فشبكة مسارات النقل العام في مدينة ما تتألف من مجموعة الطرق والشوارع والتقاطعات، وقد يحتوي المسار الواحد على مجموعة شوارع وكل شارع قد يُمثل بوصلة واحدة أو أكثر بالإضافة إلى التقاطعات أو نقاط تغيير اتجاه الحركة والمواقف للتحميل والتفريغ والإشارات الضوئية أو العوائق وسماحيات الدوران وتغيير الاتجاه، وكل عنصر من هذه العناصر له مواصفات محددة، فالوصلة تتميز بطول وعرض وسرعة واتجاه وبعض المعلومات الوصفية عن أوقات الازدحام مثلاً. والإشارة الضوئية تتميز بزمان التوقف وزمان الحركة، والتقاطع يتميز بتوجيه الحركة وسماحيات الدوران. وبنفس الأسلوب كل نوع من الشبكات له مواصفات محددة فمثلاً شبكة خطوط الهاتف لها طاقة استيعابية معينة، وشبكة توزيع المياه تتألف من أنابيب مختلفة الأقطار وبالتالي تُمكن من تدفق المياه بكميات مختلفة.

يتم تحضير كل العناصر المذكورة وخصائصها في نظم المعلومات الجغرافية وتخزين بياناتها في جداول المعلومات الوصفية تمهيداً لعمليات تحليل الشبكات، ونذكر بعض هذه العمليات:

(١) **تحديد المسار الأفضل (Finding the best route):** يُمكن هذا التحليل من تحديد أفضل مسار للانتقال من نقطة إلى أخرى عبر شبكة معينة وقد يكون هذا المسار هو الأقصر أو الأسرع أو الأقل كلفة؛ فمثلاً للانتقال من موقع إلى آخر ضمن المدينة يتم الأخذ بعين الاعتبار المسافة أو زمن المسير أو أجور الانتقال وذلك حسب الحالة المطلوبة، وتتم العملية بقراءة البيانات المخزنة في جدول البيانات الوصفية أخذاً بالاعتبار كافة العوامل المؤثرة على الانتقال مثل مواصفات









الفصل الثامن

تحليل البيانات الشبكية وتحليل السطوح

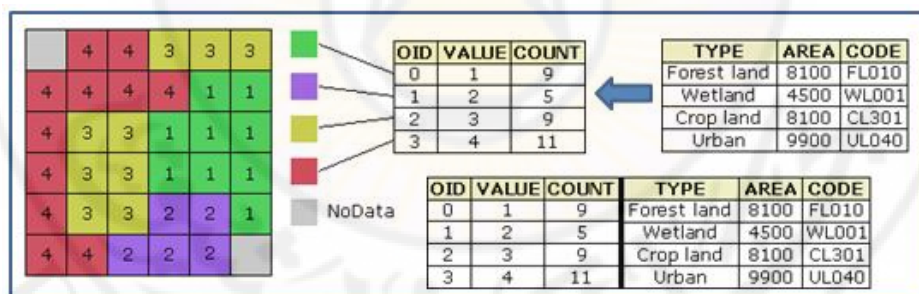
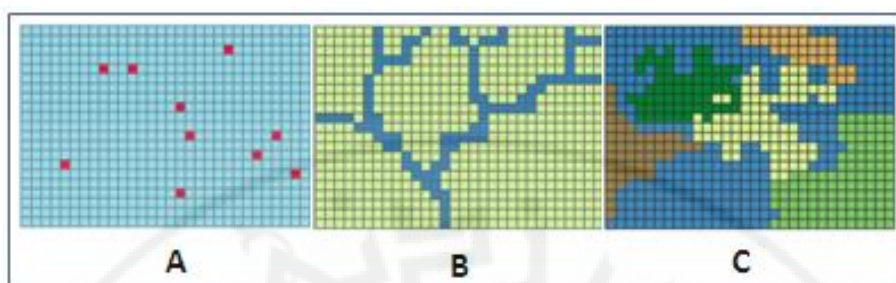
Raster Data Analysis & Surfaces Analysis

يتم تمثيل البيانات المكانية بصيغة خطية أو شبكية بشكل عام، ويتم تنفيذ العديد من التحاليل المكانية على كلا النوعين من البيانات، كما تُستخدم الصيغتان الخطية والشبكية في إنتاج السطوح التي تُعبر عن موضوع معين مثل سطح الأرض أو جزء منه أو أي موضوع آخر كسطح المياه الجوفية مثلاً، Neighborhood Analysis وبنفس السياق يُمكن إجراء العديد من الدراسات والتحليل الخاصة بالسطوح والتي تساعد في معرفة خصائص تلك السطوح واشتقاق بيانات جديدة تساعد في العديد من التطبيقات.

لقد ذكرنا في البحث السابق بعض أنواع التحاليل المكانية المطبقة على البيانات الخطية Vector data وفي الصفحات التالية سنلقي الضوء على بعض التحاليل المتعلقة بالبيانات الشبكية Raster Data والتحليل والدراسات المتعلقة بالسطوح Surface Analysis.

٨-١ - تحليل البيانات الشبكية Raster Data Analysis:

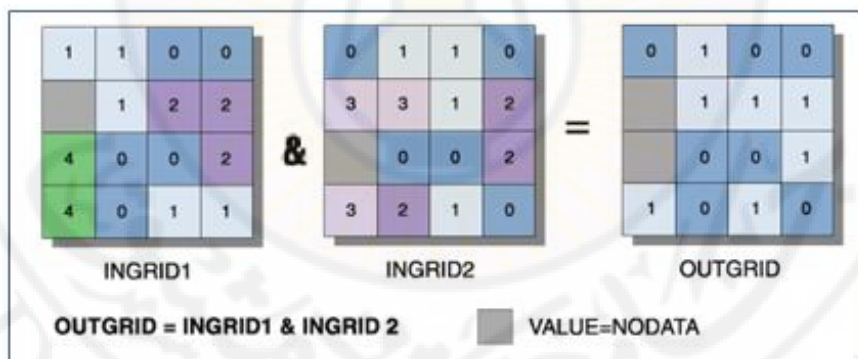
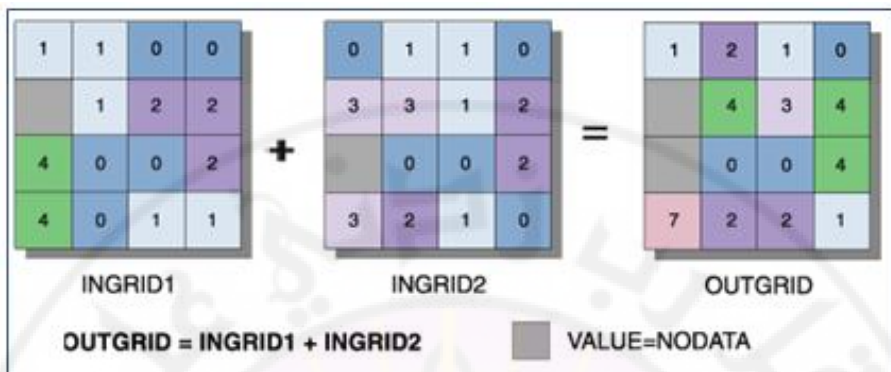
يتم تمثيل البيانات المكانية الشبكية (الخلوية) Raster Data المتمثلة بالصور، على هيئة شبكة تربيعة مؤلفة من مجموعة أسطر وأعمدة، حيث تُمثل النقطة بخلية، والخط بمجموعة من الخلايا المتتالية، والمضلع بمجموعة من الخلايا المتجاورة (الشكل ٨-١).

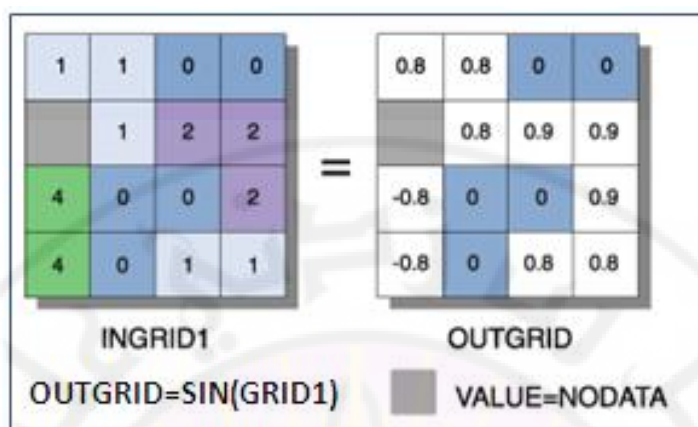


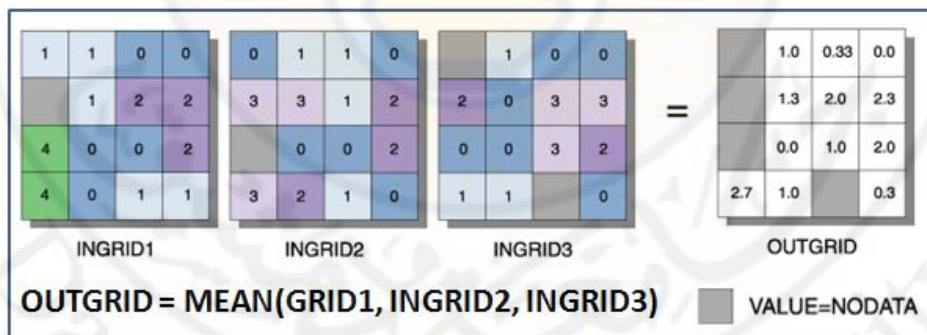
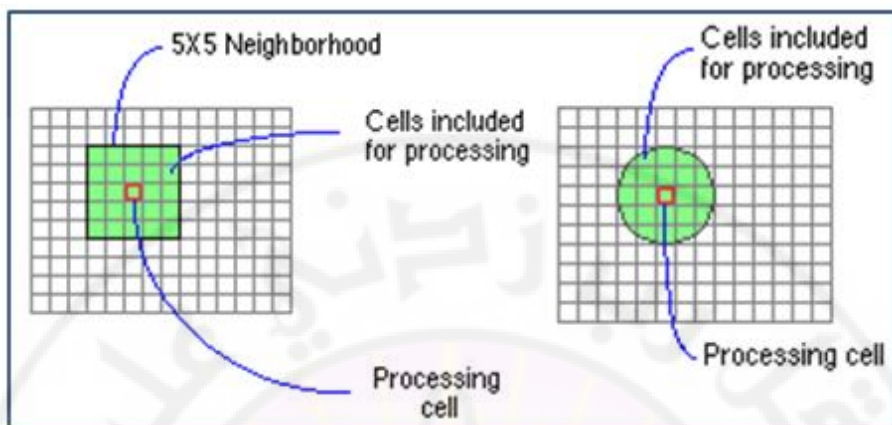
الهيدرولوجية والسهول الفيضية أو فحص العناصر الخطية المعبرة عن الانقطاعات في البنى التضاريسية المشتقة من نماذج الارتفاعات الرقمية، وتُستخدم أيضاً كخلفية لإظهار وتحليل البيانات الخطية كشبكة الطرق والمسارات وتحديثها واستكمالها من واقع الصور الحديثة، كما تُستخدم بياناتها في عمليات التحليل المكانية المختلفة ومن أهم هذه التحاليل:

٨-١-١ التحاليل الرياضية Mathematical Analysis:

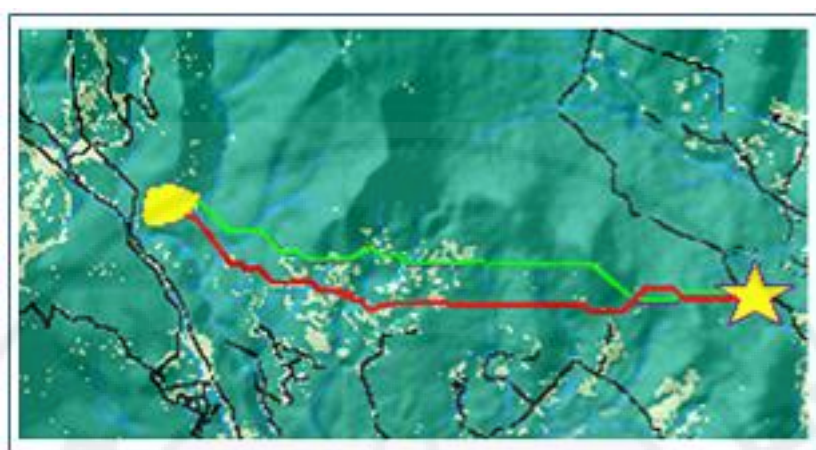
- تشمل التحاليل الرياضية طيفاً واسعاً من الخوارزميات التي تُمكن من تنفيذ العمليات الرياضية المعروفة والتي تنقسم إلى عدة مجموعات منها:
- العمليات الجبرية والتوابع الرياضية Mathematical operations and functions: وتتضمن حساب ناتج عملية الجمع والطرح والضرب والقسمة واللوغاريتم والأس والقيمة المطلقة، ..
 - العمليات المنطقية Logical evaluation: وتحتوي على علاقات الأكبر والأصغر والمساواة، والصح والخطأ، ..
 - العمليات المثلثاتية Trigonometric calculations: وتتضمن حساب الجيب والتجيب والظل، ..
- يُمكن تنفيذ هذه العمليات على قيم خلايا الشبكة في صورة (طبقة) واحدة أو على قيم الخلايا المتناظرة في صورتين أو أكثر لنفس الحيز الجغرافي، وتكون نتيجة ذلك صورة جديدة تحتوي على خلايا بالقيم الناتجة من العملية المنفّذة. ومن الأمثلة على هذه العمليات:
- (١) عملية الجمع Plus Operation: جمع قيم الخليتين المتناظرتين في طبقتين، علماً بأنه إذا كانت إحدى الخلايا المتناظرة في الطبقتين الخاضعة لعملية الجمع خالية القيمة فإن الخلية الناتجة المناظرة ستكون خالية القيمة، (الشكل ٨-٣).

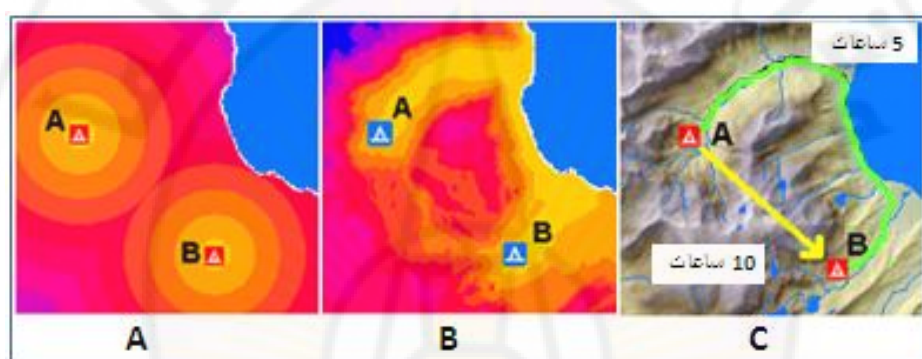


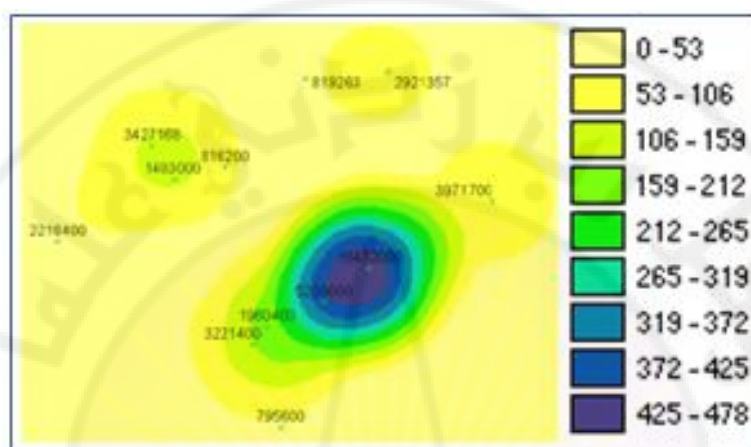


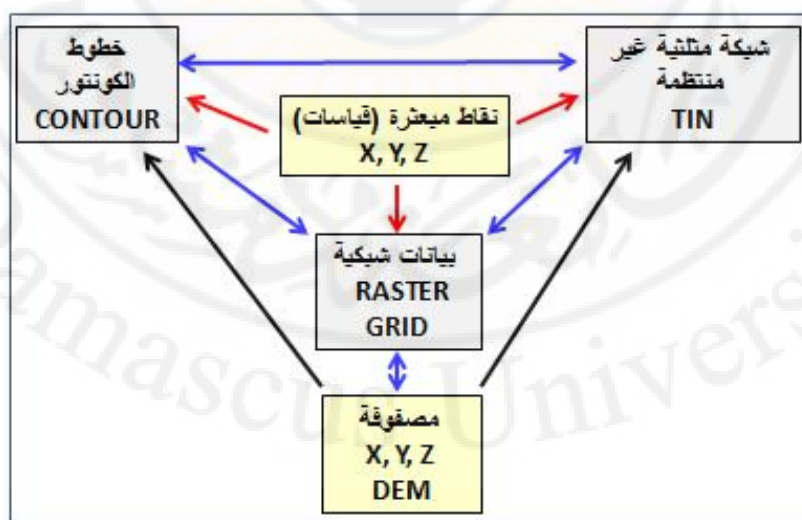










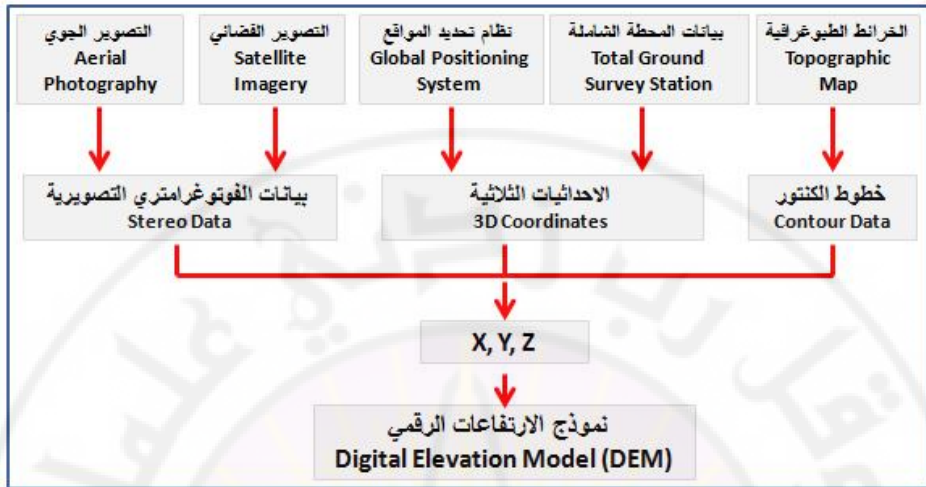


تُشكّل السطوح الطبوغرافية أفضل الأمثلة على دراسة السطوح بشكل عام، إذ يُعدّ تحليل السطوح الطبوغرافية من أهم أنواع التحاليل المكانية في نظم المعلومات الجغرافية نظراً لارتباطها الوثيق مع الدراسات الأرضية والتطبيقات الهندسية المختلفة. يعتمد هذا التحليل بشكل أساسي على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمي Digital Elevation Model (DEM) المُستخدم في إنشاء ملف بيانات شبكية Raster File تُمثّل ارتفاعات سطح الأرض بالإحداثيات الثلاثية (X,Y,Z)، والتي بدورها تُمكن من بناء نماذج التضاريس الرقمية Digital Terrain Model (DTM) التي تُمثّل سطح الأرض ثلاثي الأبعاد، والتي تُستخدم في العديد من التطبيقات والدراسات المتعلقة بـسطح الأرض. لذلك سيتم التركيز في هذا البحث على بعض خصائص السطوح الطبوغرافية وبعض التحاليل المتعلقة بها وكيفية توظيفها ببعض الدراسات كنمذجة حركة مياه الأمطار والسهول الفيضية.

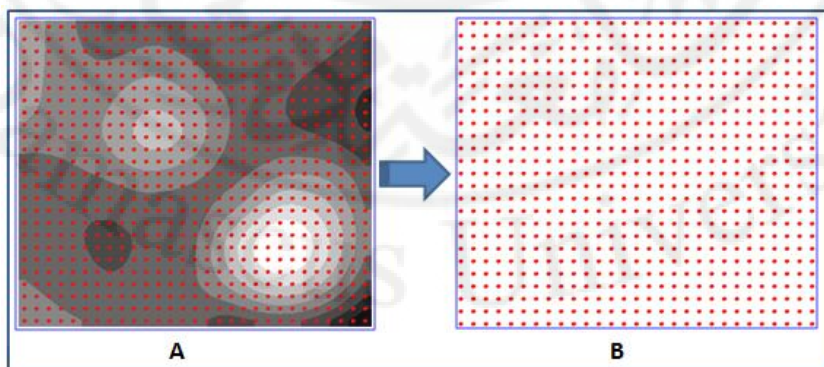
٨-٢-١- نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) Digital Elevation Model:

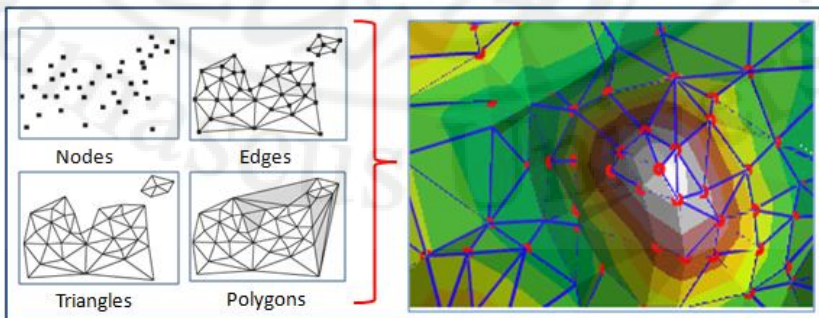
يُمثّل نموذج الارتفاعات الرقمي منظومة معلومات كارتوغرافية وجغرافية للمناسيب في نظام الإحداثيات ثلاثية الأبعاد (X,Y,Z)، حيث تُسجّل الارتفاعات التضاريسية للمواقع الأرضية بانتظام لنقاط على مسافات أفقية ثابتة، تُمكن من إنتاج سطح بصيغة بيانات شبكية (Raster Surface)، تأخذ كل خلية فيه قيمة تُمثّل متوسط ارتفاع سطح الأرض في مساحة تلك الخلية، وتُعدّ هذه النماذج مصدراً هاماً للمعلومات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية، وخاصة للدراسات المتعلقة بالسطوح ثلاثية الأبعاد.

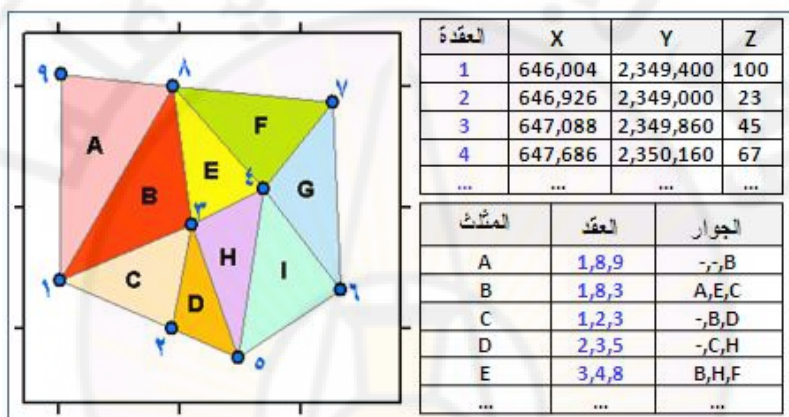
يتم الحصول على نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدءاً من الصور الجوية أو الفضائية ونظام تحديد المواقع وأعمال المساحة الحقلية بالإضافة إلى الخرائط الطبوغرافية وخطوط الكونتور، ويتم استنتاج نقاط الارتفاع بالإحداثيات الحقيقية (X,Y,Z) والتي تُمثّل بيانات نموذج الارتفاعات الرقمي وفقاً للمنهجية الموضحة في الشكل (٨-١٣).

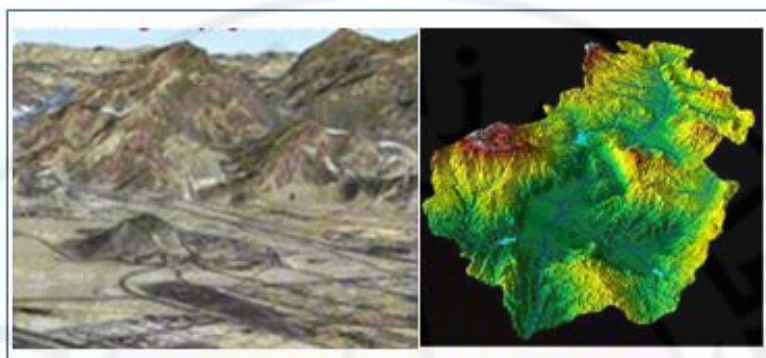


ID	X	Y	Z
1	648,255	2,349,150	20
2	651,972	2,346,020	60
3	646,074	2,354,960	30
4	645,766	2,352,040	40
5	648,777	2,351,510	70
6	645,920	2,347,030	10
7	649,637	2,346,260	20
8	653,385	2,347,520	120
9	652,894	2,349,580	50
10	653,938	2,352,990	10
11	650,221	2,354,920	30
12	657,594	2,349,210	20
13	654,706	2,344,420	10
14	643,401	2,345,830	30
15	643,524	2,356,250	60
16	655,105	2,356,550	20

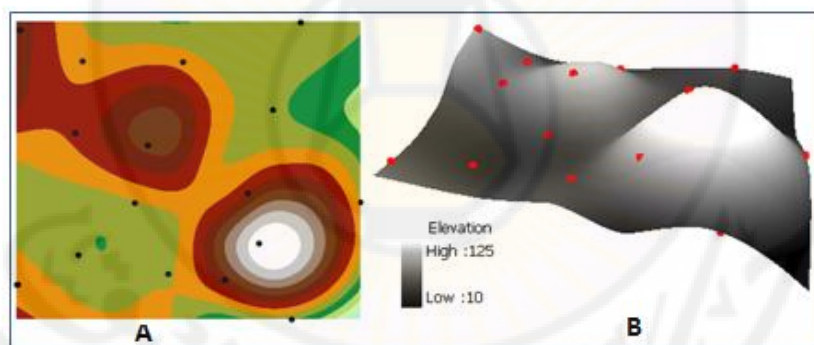
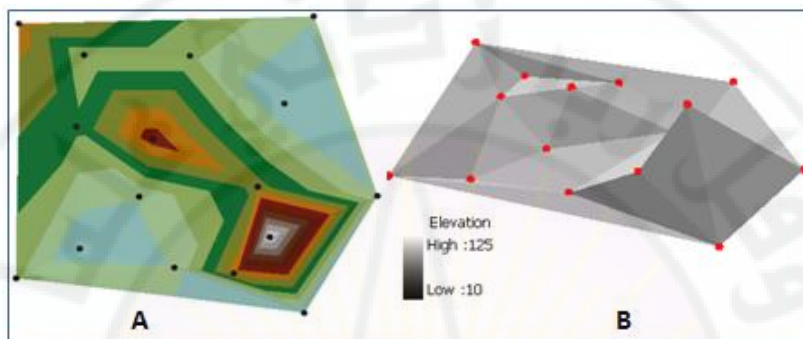




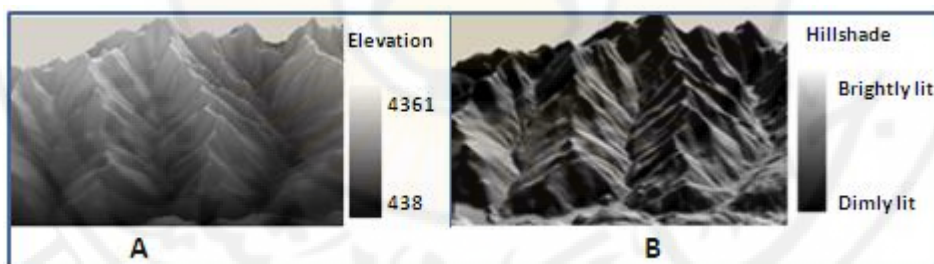
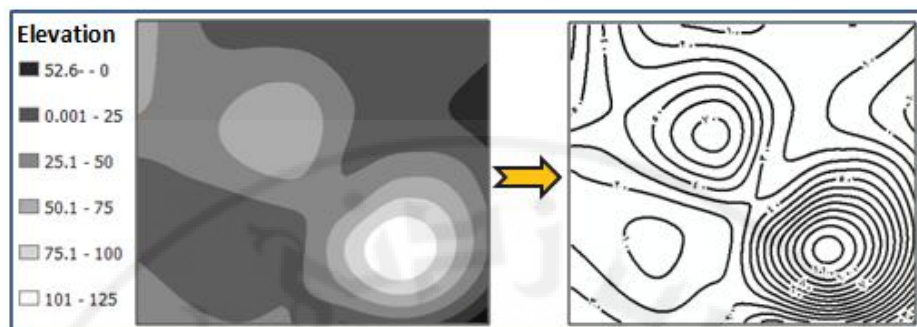


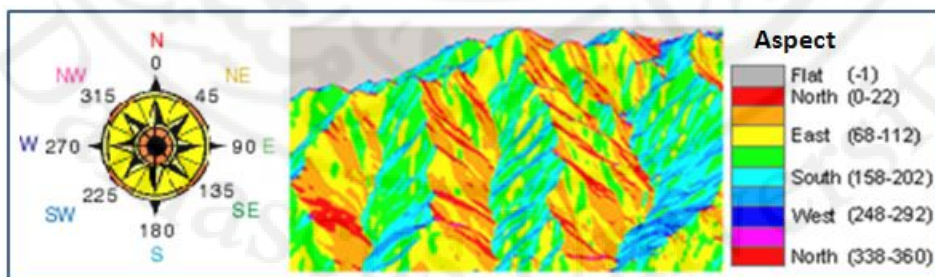
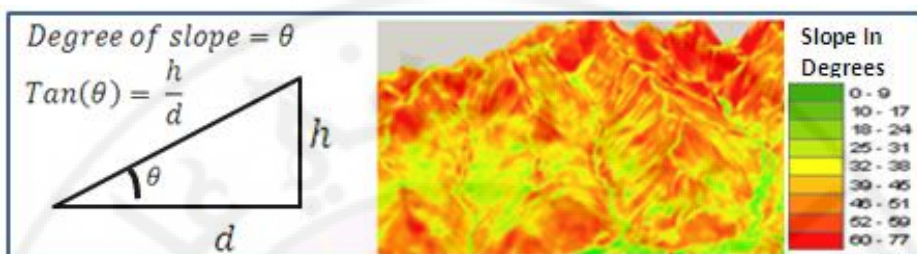


جامعة دمشق
Damascus University

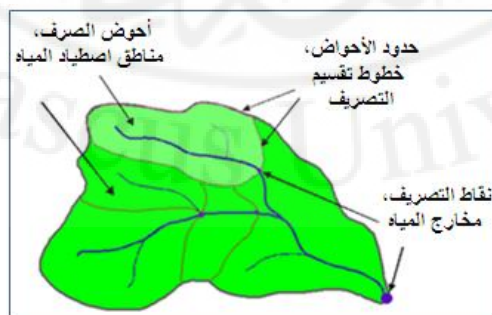
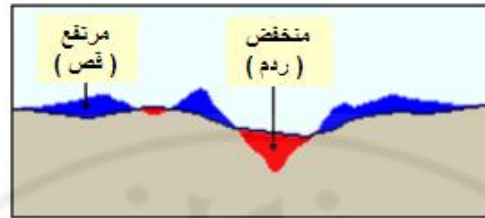


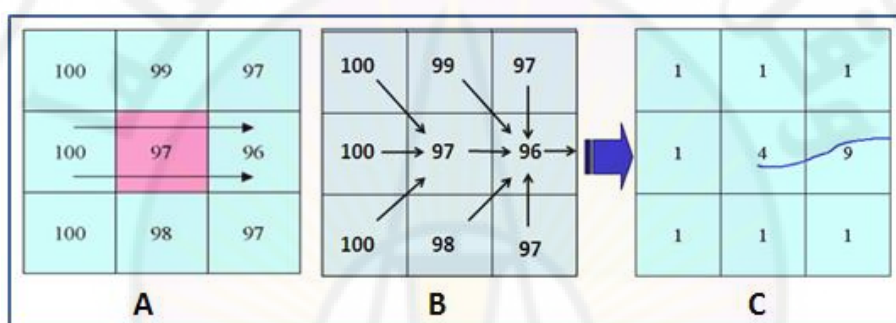
Damascus University















الفصل التاسع

مصادر المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية

Data Sources

تُشكّل المعلومات عصب نظم المعلومات الجغرافية والأكثر كلفة بين مركبات هذه النظم، وإن عملية توفير البيانات اللازمة لمشروع نظام معلومات جغرافي وإدخالها وتهيئتها للاستخدام والاستفادة منها قد تكلف (٦٠-٨٠%) من تكاليف إنجاز المشروع، لذلك وقبل البحث عن مصادر هذه المعلومات لابد من وضع تصور شامل عن ماهية المعلومات المطلوبة ودقتها وكفايتها لإنجاز المشروع المطلوب، وهنا ويهدف الإعداد المناسب لحزم المعلومات المطلوبة تبرز تساؤلات من المفيد الإجابة عنها قبل الشروع بالبحث عن المعلومة وأماكن توفرها وكيفية الحصول عليها، ومن هذه الأسئلة:

- ما الغرض من جمع المعلومات؟
- ما هي المعلومات المطلوبة؟
- ما مستوى الدقة المطلوبة؟
- من أين يُمكن توفير المعلومات؟
- ماهي مصادرها؟
- ما التكاليف المترتبة على ذلك؟
- وأخيراً ما الغرض من إنشاء نظام معلومات جغرافي؟

نترك الإجابة عن الأسئلة المذكورة أعلاه لمُستخدمي هذه النظم، كُلٍ حسب الهدف الذي يطمح إلى بلوغه أو المجال الذي يعمل فيه، وسنتعرض في الصفحات التالية إلى أهم مصادر المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية، ونذكر منها المصادر الأساسية التالية:

- الخرائط Maps.

- المساحة الأرضية Field survey.
- الصور الجوية Aerial Photogrammetry.
- تقنيات الاستشعار عن بعد Remote Sensing، والصور الفضائية.
- نظم تحديد المواقع GPS.
- الإحصاءات والمسوحات الميدانية، والتقارير والدراسات والمعلومات الوصفية بمختلف أنواعها.

تصنّف هذه المعلومات كما ذكرنا حسب طبيعة حفظها بشكل عام وبغض النظر عن مصدرها وأماكن توفرها إلى معلومات ورقية، وأخرى رقمية. يتم التعامل مع كلا النوعين في نظم المعلومات الجغرافية لتهيئتها ومواءمتها لتكون قابلة للاستخدام والاستفادة منها في بناء قواعد المعلومات الجغرافية. أما من حيث أماكن توفر هذه المعلومات فيمكن أن نذكر المواقع الآتية:

- الأرشيف الوطني أو الإقليمي أو العالمي، والذي يتمثل بأرشيف ومكتبات الوزارات والهيئات الحكومية المختصة، وعادة تكون معلومات توثيقية متاحة للاستخدام العامة.
- الشركات والمؤسسات الحكومية والخاصة، المحلية والعالمية، وعادة تكون معلومات تفصيلية خاصة بالمشاريع ومتاحة فقط وفقاً لأسس وقوانين ناظمة لاستخدامها.
- مراكز البحوث والجامعات، وعادة تكون معلومات بحثية، تطويرية وابداعية، تنتشر من خلال المؤتمرات والندوات وتبعاً لأهميتها يمكن استخدامها من قبل المؤسسات أو الأفراد بعد موافقة الجهات ذات العلاقة.
- الجمعيات والأفراد، وغالباً تكون دراسات محدودة واجتهادات فردية لظاهرة معينة.

تتنوع المعلومات وتتعدد مصادرها وأماكن توفرها، وتجدر الإشارة إلى أنه وحسب الهدف من إنجاز مشروع نظام المعلومات الجغرافي في مجال معين، قد تقتصر عملية جمع المعلومات على نوع معين أو مصدر معين، وقد تتجاوز ذلك لجمع بيانات من كل

المصادر المتوفرة؛ فعندما يتعلق الأمر مثلاً بوضع خارطة للمواقع السياحية نحتاج إلى المواقع الأثرية والسياحية والطرق المؤدية والفنادق والمطاعم، وعندما يتعلق الأمر بدراسة مستوى المياه الجوفية في حوض ما، نحتاج إلى كل البيانات المتعلقة بالتغذية والصرف وعوامل الرشح والتخزين والجريان، أما إذا كان الهدف مثلاً التخطيط العمراني لمنطقة معينة فقد نحتاج إلى معلومات من كل المصادر المذكورة سابقاً.

سنذكر في الصفحات التالية لمحة موجزة عن أهم مصادر المعلومات ونسلط الضوء بشيء من التفصيل على تقنية نظام تحديد المواقع GPS كتقنية ذات صلة وثيقة متكاملة مع نظم المعلومات الجغرافية. ويمكن بشكل عام الرجوع إلى المصادر الأساسية للتوسع والاستزادة بما يتعلق بمصادر البيانات وخاصة علوم المساحة الأرضية والتصوير الجوي والاستشعار عن بعد وأساليب تحليل ومعالجة الصور الفضائية.

٩-١ - الخرائط Maps:

تُعرّف الخريطة على أنها تمثيل رسومي ووصفي لسطح الأرض أو جزء منه بمقياس محدد وجملة إحداثيات معينة، أو تعبير عن موضوع معين متعلق بالدراسات الأرضية وما يتبعها. ويمكن تقسيم أنواع الخرائط بشكل عام حسب مقياس الرسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

(١) **خرائط ذات مقياس صغير:** تأخذ هذه الخرائط مقياساً من فئة واحد إلى مليون أو أصغر ($> 1:1,000,000$)، وتُستخدم عادةً في الدراسات الإقليمية كدراسات الحرارة والضغط والأمطار، والتوزيع السكاني والنباتي والحيواني، والحدود السياسية للدول ومواقع المدن.

(٢) **خرائط ذات مقياس متوسط:** تأخذ هذه الخرائط المقاييس من واحد إلى خمسة وعشرين ألفاً حتى واحد إلى مليون ($1:25,000 - 1:1,000,000$)، وتُستخدم في الدراسات المحلية على مستوى دولة أو منطقة، وتشتمل على معلومات أكثر تفصيلاً

المقياس	خطوط الطول	خطوط العرض	ملاحظات
1:1,000,000	6 درجات	4 درجات	4 خرائط 1:500,000
1:500,000	3 درجات	2 درجة	4 خرائط 1:250,000
1:250,000	1.5 درجة	1 درجة	
1:100,000	0.5 درجة	0.5 درجة	4 خرائط 1:50,000
1:50,000	0.25 درجة	0.25 درجة	4 خرائط 1:25,000
1:25,000	0.125 درجة	0.125 درجة	





مقياس الرسم في الصورة الجوية	مجال الاستخدام
1:1,00,000	دراسات استطلاعية - خرائط طبوغرافية صغيرة المقياس
1:80,000	خرائط طبوغرافية متوسطة المقياس
1:40,000	دراسات إقليمية واستعمالات الأراضي
1:20,000	خرائط عامة للمدن
1:4,000	خرائط العقارات والأماكن
1:50,000 - 1:20,000	خرائط طبوغرافية 1:25,000 - 1:100,000
1:10,000 - 1:5,000	خرائط تفصيلية للمدن



ويمكن تمييز ثلاثة أنواع رئيسية من الصور من حيث الدقة المكانية:

- ١) دقة مكانية عالية وتبلغ فيها الدقة عشرات السنتيمترات.
- ٢) دقة متوسطة وتبلغ فيها الدقة من بضعة أمتار إلى عشرات الأمتار.
- ٣) دقة منخفضة وتبلغ فيها الدقة من مئات الأمتار إلى الكيلومتر أو أكثر.

وهنا لسنا بصدد الوقوف على تفاصيل خصائص الصور الفضائية والاستشعار عن بعد ونكتفي بعرض ملخص لأكثر أنواع الصور شيوعاً والتطبيقات التي تخدمها (الجدول ٣-٩)، علماً بأنه قد تتغير الدقة والتغطية والأسعار تبعاً لتطوير التقانات المتعلقة بذلك.

الجدول (٣-٩): بعض أنواع الصور الفضائية والتطبيقات الموافقة لها.

أهم التطبيقات	عرض التغطية (كم)	الدقة (ملون)	الدقة (رمادي)	الملكية	اسم القمر الصناعي
الخرائط التفصيلية ومخططات المدن والأغراض العسكرية	16.5	2.5 م	61 سم	أمريكا	Quick Bird2
الخرائط التفصيلية ومخططات المدن والأغراض العسكرية	8	4 م	1 م	أمريكا	Orb View3 (GeoEye)
الخرائط التفصيلية ومخططات المدن والأغراض العسكرية	12	4 م	1 م	أمريكا	Ikonos2
استخدامات الأراضي والموارد الطبيعية	60	10 م	2.5 م	فرنسا	Spot5
تطبيقات الموارد الطبيعية	24/124	6/23 م	6 م	الهند	IRS ResourceSat1
الغطاء النباتي والزراعات واستخدامات الأراضي	185	30 م	15 م	أمريكا	Landsat-7
دراسات الأراضي - دراسات المناطق الغائمة	75-300	20-60 م	20-60 م	أمريكا	Radar Sat
تطبيقات الطقس والمناخ	2240	1-40 كم	1-40 كم	أمريكا	NOAA-15

تُقدّم تقنية التصوير الفضائي إمكانيات الحصول على صور للمناطق التي يصعب الوصول إليها بالتصوير الجوي أو المساحة الأرضية وبتكاليف أقل نسبياً، كما تُقدّم أدوات متطورة غير متوفرة بالطرائق الأخرى، كالتصوير بالأشعة تحت الحمراء المفيدة في التطبيقات المتعلقة بدراسة الغابات والزراعات والغطاء النباتي. هذا ويلزم للتعامل مع الصور الفضائية برامج خاصة في معالجة الصور كبرنامج (Erdas Imagine) الشهير، وذلك من أجل عمليات التصحيح والإسناد الجغرافي والتحليل اللوني واستنتاج المعلومات، ويمكن بناء نظم معلومات جغرافية متكاملة بناءً على الصور الفضائية والجوية والتي يطلق عليها نظم معلومات جغرافية شبكية (Raster GIS)، كما تُستخدم كأساس جيد لبناء نظم معلومات جغرافية خطية (Vector GIS) باستتباط واستخراج العديد من المعلومات المكانية الخطية بتحويلها أو رقمتها وتعريفها بالطرق المعروفة.

٩-٥ - نظام تحديد المواقع (GPS) Global Positioning System :

إن توفر البيانات المكانية الرقمية الدقيقة هو العامل الأساسي في نجاح مشاريع نظم المعلومات الجغرافية. وبما أن هذه البيانات تتغير مع الزمن، فلا بد من تصحيحها وتحديثها وفقاً للأساليب العلمية المناسبة، ومع تطوّر علوم المساحة وجيوديزيا الأقمار الصناعية بات استخدام تقنية GPS خياراً مفضلاً نظراً لدقتها وسهولة استخدامها وسرعتها العالية في الحصول على البيانات بتكلفة قليلة نسبياً.

إن أول استخدام لتقانات الأقمار الصناعية كان في عام ١٩٦٧ من خلال نظام العبور الملاحي (Navy Navigation Satellite System (TRANSIT) المكوّن من عدد قليل من الأقمار ذات المدارات المنخفضة جداً، ومع تطوّر التكنولوجيا وأجهزة الحاسب الإلكترونية تم التوصل إلى استخدام نظام التعيين الإحداثي الكروي العالمي (Navigation Satellite Timing and Ranging (NAVSTAR أو ما يُعرف بنظام تحديد المواقع العالمي الـ (Global Positioning System (GPS. فمنذ ١٩٧٣ تم

استخدام هذا النظام للأغراض العسكرية بهدف الاستطلاع والمراقبة من قبل وزارة الدفاع الأمريكية، وأصبح متاحاً للاستخدامات المدنية والجيوديزية منذ بداية الثمانينات من القرن الماضي (١٩٨٣).

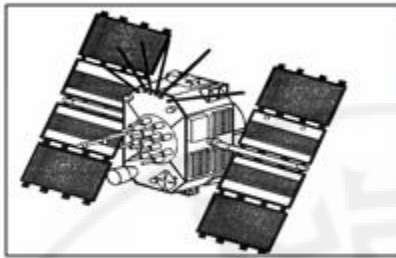
يؤمن الـ GPS لمستخدمي الجو والأرض والبحر السهولة في تحديد الموقع بالإحداثيات الثلاثية بدقة جيدة، بالإضافة للسرعة والزمن والاتجاه وعلى مدار ٢٤ ساعة وفي كل الأحوال الجوية وعلى أي مكان من الكرة الأرضية. ويستفاد من هذه التقنية في كافة المجالات الهندسية والأعمال ذات الصلة بالمواقع وأعمال الملاحة والاتصالات، ويتكامل الـ GPS مع نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وتطبيقاته المتعددة.

٩-٥-١ - مكونات نظام الـ GPS وخصائصه:

يتكوّن نظام تحديد المواقع من ثلاث وحدات رئيسية هي: وحدة الأقمار الصناعية، ووحدة التحكم الأرضية، وأجهزة الاستقبال.

١) **وحدة الأقمار الصناعية (وحدة الفضاء) Satellites:** تتألف منظومة الأقمار الصناعية من 24 قمراً طوّرت في السنوات الأخيرة وأصبحت 31 قمراً (منها 28 في حالة الخدمة الفعلية) وتبلغ كلفة القمر حوالي 100 مليون دولار. يزن القمر الواحد بين 400 و850 كغ ويحتوي على صفيحتين لاستقطاب الطاقة الشمسية، ويحتوي على ثلاث بطاريات احتياطية من النوع (Nickel Cadmium) لتخزين الطاقة.

تدور الأقمار على مدارات إهليلجية Orbit تُشكّل زاوية حوالي 55 درجة فيما بينها وبسرعة تقريبية 3.8 كم/ثا، وعلى ارتفاع تقريبي 20,000 كم، مشكلةً بذلك مجموعة من السطوح التي تغطي كامل سطح الكرة الأرضية على مدار الساعة، يُبيّن الشكل (٩-٤) منظومة أقمار الـ GPS على مداراتها حول الأرض.



هيكل القمر الصناعي Seeber,1993



منظومة GPS المؤلفه من ٢٤ قمر





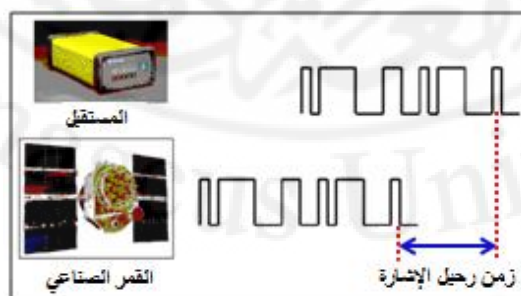
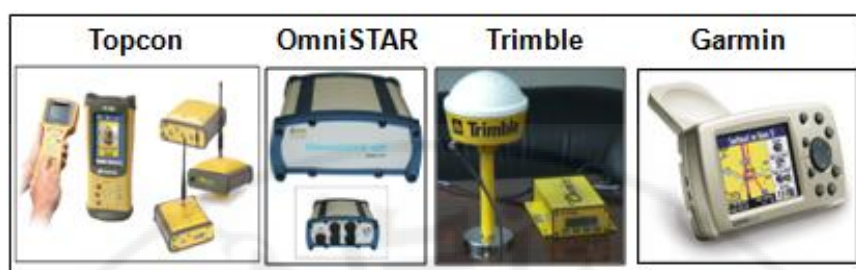
وتتمثل مهمة وحدة التحكم (Leick, 1995) بما يلي:

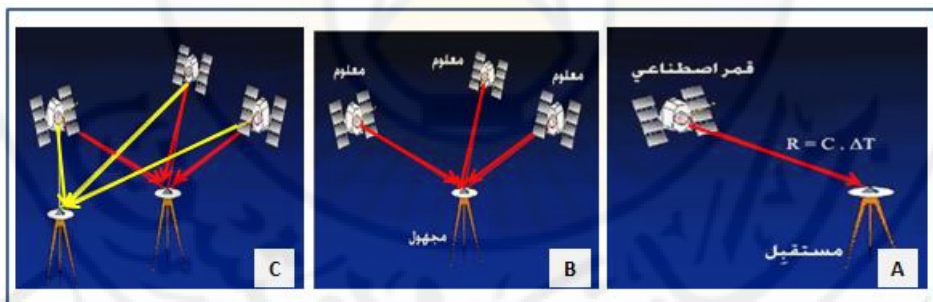
- مراقبة وضبط عمل هذه الأقمار والكشف عن أعطالها بشكل مستمر ومبكر.
- التنبؤ عن مواقع مدارات الأقمار وتعيين زمن ميقانياتها.
- التحديث المستمر للمعلومات الملاحية المرسلّة والإبلاغ الفوري عن الأقمار المعطلة إلى محطات المراقبة الأرضية.

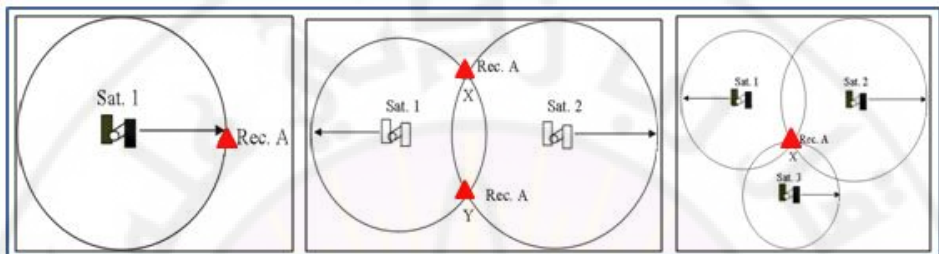
٣) وحدة المستقبلات **Receivers**: تضم هذه الوحدة طيفاً واسعاً من أجهزة الاستقبال، تتنوع وفقاً للتطبيقات التي تستخدمها وتتفاوت فيما بينها من حيث الدقة والأسعار. وحسب التطبيقات يُمكن تمييز مايلي:

- أجهزة ذات دقة منخفضة Low Accurate: تُستخدم في تطبيقات الأعمال الملاحية، والسياحية والاستخدامات الفردية وعادة تكون هذه الأجهزة رخيصة الثمن وسهلة الاستعمال، مثال ذلك نظام (Garmin)، بدقة 5م تقريباً.
- أجهزة ذات دقة متوسطة Moderate Accurate: تُستخدم في الأعمال المساحية وتحديد المسارات التي تحتاج إلى نوع أفضل من الأجهزة والمعدات وخبرة أكبر في مجال استثمارها، مثال ذلك أنظمة (Trimble، Omni STAR,..) العادية والتفاضلية، وتتراوح دقتها من بضعة سنتيمترات إلى عشرات السنتيمترات.
- أجهزة ذات دقة عالية High Accurate: تُستخدم في تطبيقات دراسة تحرك القشرة الأرضية، ودراسة معدل دوران الأرض، وتأسيس النقاط الجيوديزية المرجعية وغيرها، وهذه التطبيقات تتطلب أنواعاً معينة من الأجهزة والتجهيزات وخبرة عالية في الاستخدام ومعالجة الأرصاد والنتائج، مثال ذلك (Topcon..) التفاضلي، وتصل دقتها إلى بضعة ميليمترات.

وهناك العديد من الأجهزة الأخرى والأنظمة المرافقة لها والمُستخدمة لتخزين وإدارة البيانات وتحويلها إلى GIS، علماً بأن كل شركة مصنعة لهذه التقانات قد يكون لديها أكثر من نوع وكل نوع يتميز بدقة معينة، (الشكل ٩-٦).







وبشكل عام عند تحديد إحداثيات موقع ما على سطح الأرض باستخدام أنظمة تحديد المواقع، يتم تسجيل الإحداثيات غالباً بالنظام الجيوديزي العالمي (WGS84) وللتحويل إلى جملة الإحداثيات المحلية أو الوطنية يتم تنفيذ عمليات التحويل وتطبيق أنظمة الإسقاط المناسبة باستخدام المعادلات الخاصة بذلك، وبالمحددات الخاصة بكل منطقة.

٩-٥-٣ طرق المسح والرصد بالـ GPS:

(١) الرصد الثابت **static**: يُثبت أحد المستقبلات على نقطة معلومة ويسمى المحطة الثابتة (Base Station) ومستقبل آخر على نقطة مجهولة (جديدة) ويسمى محطة متحركة (Rover station)، تستغرق عملية الرصد عند كل نقطة من بضع دقائق إلى أكثر من ساعة حسب الهدف من الدراسة والدقة المطلوبة، تحقق هذه الطريقة دقة تصل إلى بضعة ميليمترات، وتستخدم في عمليات الرصد الدقيقة جداً كتأسيس نقاط التحكم المساحية.

(٢) الرصد الديناميكي **Kinematic**: ويشتمل على أسلوبين:

- **الأسلوب الأول:** يكون الرصد بهذا الأسلوب مسبق التحديد وآلي التشغيل، فيتم إعداد المستقبل ليتم تسجيل الإحداثيات بالزمن الحقيقي (In real time) كل مسافة أو خطوة زمنية يحددها المستخدم حسب الهدف، ويستخدم هذا الأسلوب غالباً في أعمال الملاحة البرية والبحرية والجوية.
- **الأسلوب الثاني:** يعتمد هذا الأسلوب على عملية الرصد بطريقة التوقف والذهاب، حيث يتم التوقف عند النقطة الأولى من أجل التهيئة ثم الانتقال من نقطة إلى أخرى والتوقف عند كل نقطة لبضع ثوانٍ لتستقر الإشارات الواردة إلى جهاز الاستقبال. تحقق هذه الطريقة دقة قد تصل إلى سنتيمترات حسب الجهاز والتصحيح المستخدم وتستخدم في رسم مسارات الطرقات والقطارات، وغيرها.

٩-٥-٤- العوامل المؤثرة على دقة نظام الـ GPS:

تتأثر دقة قياسات الـ GPS بعدة عوامل داخلية تتعلق بالأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال وعوامل خارجية تتعلق بالأمواج الحاملة للإشارات وبظروف الطقس والعوائق الطبيعية والاصطناعية (Elliott, 1996) ومنها:

- تأثير طبقات الغلاف الجوي المحيط بالـ Ionosphere and Troposphere.
- التشويش في أجهزة الاستقبال Receiver Noise .
- أخطاء في شيفرة الأقمار الصناعية Ephemeris .
- الانعكاسات المتداخلة للإشارات المرسلّة Multipath .
- مقدار التشويش المتعمد من قبل العسكرية الأمريكية Selective Availability .

٩-٥-٥- استخدام نظام الـ GPS كوسيلة لجمع بيانات الـ GIS:

تظهر أهمية نظام الـ GPS في الأعمال الجيوديزية والمساحية الضخمة إضافة إلى أعمال الملاحة وكافة التطبيقات والأعمال التي تحتاج إلى تحديد المواقع سواء كانت تطبيقات مدنية أو عسكرية. وبما أن البيانات في نظم المعلومات الجغرافية تُعدّ من أهم مكونات هذه النظم، لذا يشكل نظام الـ GPS أداة سهلة وسريعة ومنخفضة الكلفة في جمع وتعديل وتحديث بيانات الـ GIS، بالإضافة إلى تحقيق الدقة المطلوبة في تعيين مواقع المعالم الجغرافية، فيمكن استخدام GPS عادي للحصول على دقة من ٥ حتى ١٠م، أو DGPS تفاضلي لتحقيق دقة عالية جداً تصل إلى ميليمترات.

أما عن آلية اعتبار الـ GPS أداة لجمع البيانات، فيمكن تخيل سطح الأرض على أنه طاولة الترقيم Digitizer وأن مستقبل الـ GPS عبارة عن قلم الرسم في المرقم وقرص التخزين أو توصيل البيانات إلى أجهزة الكمبيوتر الموصولة معه والمحملة بأنظمة الـ GIS (الشكل ٩-١٠).



المميزات	GLONAS الروسي	GALILEO الاتحاد الأوروبي	GPS الأمريكي
عدد المدارات	٣	٣	٦
عدد الأقمار	٣+٢٤ احتياطي	٣+٢٧ احتياطي	٣+ ٢٨ احتياطي
الزاوية بين المدارات	٦٥.٨ درجة	٥٦ درجة	٥٥ درجة
الارتفاع عن الأرض	١٩١٠٠ كم	٢٣٦١٦ كم	٢٠٢٠٠ كم



عمليات التحليل الجغرافية ونمذجة البيانات بما يساهم في إنجاز العديد من المهام ويساعد في دعم اتخاذ القرار.

يتم الحصول على المعلومات الوصفية من مصادر مختلفة أهمها:

- الخرائط والمخططات والصور والتي تحوي مسميات المعالم الجغرافية مثل الطرق والمسيلات المائية وأسماء الدول والمدن وأسماء الظواهر الطبيعية والاصطناعية بشكل عام.
- التقارير والدراسات الموثقة بالأرشيف الوطني والمؤسسات والهيئات البحثية، والتي تضم مختلف أنواع الدراسات التخطيطية والتطبيقية والبحوث والأعمال الإبداعية.
- المسوحات الميدانية والإحصائية والتي تُشكّل مصدراً أساسياً في جمع المعلومات الوصفية المتعلقة بكافة الأعمال والتطبيقات، وتُعدّ هذه المعلومات مكملّة للمعلومات المذكورة في البندين السابقين وتُستخدم بشكل عام للتأكد من صحة المعلومات التوثيقية المؤرشفة ومعلومات الخرائط والصور والمخططات، وتشمل هذه المعلومات كل البيانات التي يُمكن الحصول عليها في محيط وجود الإنسان، من الجو وعلى سطح الأرض وفي باطن الأرض.

ويمكن تصنيف معلومات المسح الميداني إلى عدة مجموعات أهمها:

- (١) **معلومات التعداد السكاني والعمراني:** وتشمل كل أنواع المسح الميداني للمدن والقرى سواء كانت تعدادات سكانية أو حصراً ميدانياً للظواهر الجغرافية وأعدادها وأبعادها ومساحاتها، وعدد السكان، والمباني والطرق، والخدمات، وأنواع التربة والزراعات..
- (٢) **المعلومات المناخية والبيئية:** وتشمل معلومات الطقس والحرارة والرطوبة والأمطار والرياح والغازات وتقلبات الطقس والتغيرات البيئية...
- (٣) **المعلومات الجيولوجية والاستكشافية:** وتشمل المعلومات المتعلقة بالثروات الطبيعية ونتائج الأعمال الاستكشافية وبيانات النفط والغاز والموارد المائية، وأنواع الصخور ومواصفاتها وأعمارها والتطبيق الليتولوجي، ومناسيب المياه وحركة المياه الجوفية واتجاهاتها، وغير ذلك.

٩-٧- معايير جودة المعلومات المكانية:

عند تصميم نظام معلومات جغرافي وحسب الهدف من النظام يجب الوقوف ملياً على جودة مصادر البيانات التي سنتعامل معها خاصة وأن المعلومات تُشكّل أساس النظام والأكثر كلفة بين عناصره كما ذكرنا، لذا يجب اختيار مصادر بيانات موثوقة تحقق الدقة المطلوبة وإلا ستكون النتائج خاطئة وقد تؤدي إلى فشل النظام برمته، خاصة إن تعلق الأمر ببعض عمليات التحليل المكانية والإحصائية والحسابات الدقيقة للأعمال الإنشائية والمخططات العقارية وحصر الأملاك مثلاً، فإن أي خطأ بالمعلومات قد يكون له نتائج مكلفة جداً.

ومن هذا المنطلق لابد من البحث عن المصادر الأصلية للبيانات والتحقق من جودتها، ومن المعايير المعتمدة في تقييم جودة المعلومات المكانية ما يلي:

- **الدقة Accuracy:** تتعلق دقة مواقع المعالم الجغرافية بهدف المشروع المطلوب إنجازه، فعندما يتعلق الأمر بمشاريع الأحواض المائية أو الغابات والطقس قد تكون دقة الأمتار مقبولة، أما عندما يتعلق الأمر بالمخططات العقارية والمباني ونزع الأملاك فنحتاج إلى أفضل دقة ممكنة وقد تصل إلى بضعة سنتيمترات. وبشكل عام إن دقة الخرائط الورقية تتعلق بمقياس الرسم وتقدر بـ 0.1 ميلتر فعندما يكون المقياس 1:10.000 سيكون الخطأ 1م، بينما دقة الصور الفضائية تتراوح بين بضعة سنتيمترات وعشرات الأمتار، بل مئات وآلاف الأمتار وذلك حسب تقنية التصوير والقمر المستخدم.
- **الملاءمة Convenience:** يلعب أيضاً مقياس رسم الخرائط الورقية دوراً في تحديد هذا المعيار، فكلما كان المقياس صغيراً غابت التفاصيل حيث تخضع المعالم الجغرافية للتعميم، لذلك وحسب المشروع إذا احتجنا إلى تفاصيل معينة فلا بد من الحصول على خرائط ذات مقياس مناسب تحتوي على التفاصيل المطلوبة.
- **التغطية Coverage:** عندما نستخدم خرائط ورقية أو صوراً جوية أو فضائية لا بد من التأكد أن هذه المصادر تغطي كامل منطقة الدراسة ويجب التأكد من عدم وجود

فجوات أو نقص في البيانات المكانية داخل الخرائط أو الصور، الأمر الذي سيكلف العناية الكثير لتأمين هذه البيانات إن لم يُلاحظ ذلك منذ البداية.

- كفاية المحتويات Completeness: عند جمع المعلومات من مصدر معين يجب التأكد من أن كافة البيانات المطلوبة موجودة، وإلا يجب البحث عن مصدر آخر لهذه المعلومات.

- الموثوقية Reliability: لا تقتصر جودة المعلومات على التغطية وكفاية المحتويات والدقة بل يجب التأكد من أن هذه البيانات تمثل الواقع في العالم الحقيقي وأن لا تحتوي على أخطاء التصنيف الشائعة، فكثيراً من الأحيان نحصل على ملفات مساحية مخزنة في نظم الرسم والتصميم الهندسي المعروفة (Autocad)، وتحتوي تفاصيل كثيرة ولكن بسبب إهمال المساحين أو قلة خبرتهم، نجد خلطاً بين الظواهر الجغرافية كأن تصنّف خطوط الكونتور مع الطرق أو حدود المباني مع الأرصفة وغير ذلك.

- سهولة القراءة Readability: قد تتشابه المعلومات المكانية في الخرائط إذا احتوت على تفاصيل كثيرة، لذلك لابد من الحصول على خرائط واضحة مرمزة ومعنونة بشكل يمكّن المُستخدم من قراءتها ليصار إلى أتمتتها دون الوقوع بأخطاء الإدخال أو التحويل.

- جودة الخرائط Map quality: عند التعامل مع الخرائط الورقية لابد من الحصول على خرائط محفوظة في ظروف جوية مناسبة كي لا تتعرض للاهتراء أو التشوه كالتمدد والتقلص مما يسبب في تشويه المعالم الجغرافية وفقدان دقتها من حيث الموقع أو فقدان بعضها.

الفصل العاشر

أنظمة الإسقاط ومراجع الإسناد

Projection Systems and Datum

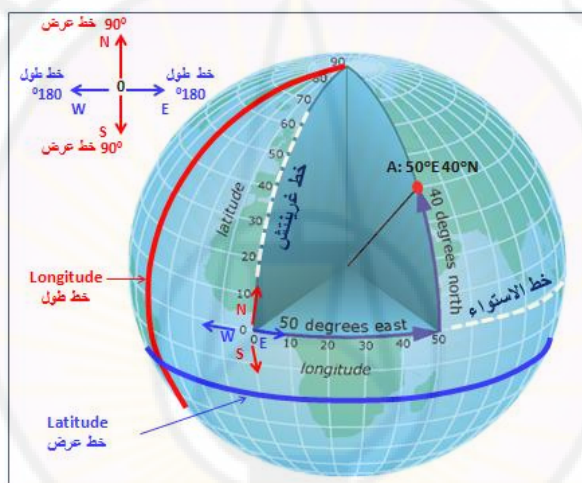
يوجد عدد كبير من أنواع الإسقاط يُمكن الرجوع إليها في مصادرها الأساسية وسنقتصر في الصفحات التالية على إيضاح المفاهيم الأساسية لنظم الإحداثيات وأنواع الإسقاط الرئيسية خاصة تلك المُستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية وفي النظم المرافقة لها مثل أنظمة تحديد المواقع العالمية وتقانات التصوير الفضائي.

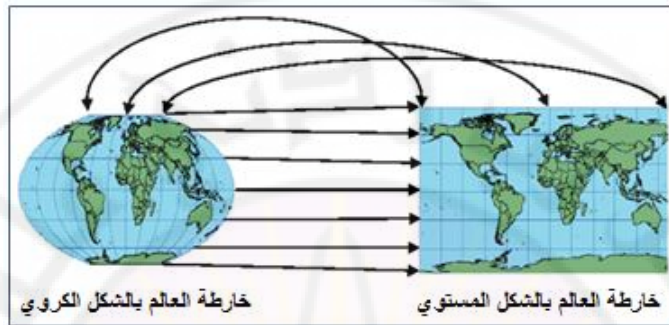
١٠-١ - نظام الإحداثيات :Coordinate System

يستخدم نظام الإحداثيات لتحديد موقع أي جسم على سطح الأرض (سطح الخريطة) وتُستخدم في نظام الإحداثيات الجغرافي Geographic Coordinate System خطوط الطول وخطوط (دوائر) العرض ونظام الدرجات الستينية لأنه يتلاءم مع السطح الكروي أو شبه الكروي للأرض. ولتحديد أي موقع على سطح الكرة الأرضية يجب إسناد هذا الموقع إلى مستويين متعامدين هما: مستوي الاستواء ومستوي خط غرينتش، وعلى اعتبار أن شكل الأرض إهليلجي دوراني فيمكن تعريف ما يلي:

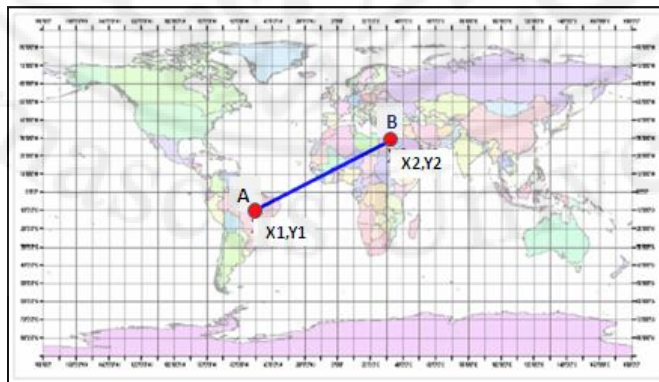
- **محور الأرض:** هو المحور الذي تدور حوله الأرض، وهو الخط الواصل بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي. وبهذا فإن القطب الشمالي والقطب الجنوبي هما نقطتا تقاطع محور الأرض مع سطحها من جهة الشمال ومن جهة الجنوب على التوالي.
- **خطوط الطول Longitudes:** خط الطول هو قطع ناقص ينتج من تقاطع الإهليلج الأرضي مع كل مستوي يمر في القطبين، وعُدَّ خط الطول المار من مرصد غرينتش جانب لندن هو مبدأ خطوط الطول ويأخذ مسميات متعددة (خط الطول الرئيسي، خط

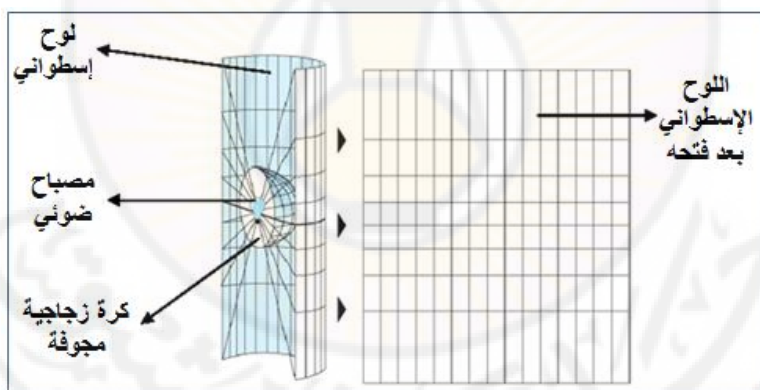


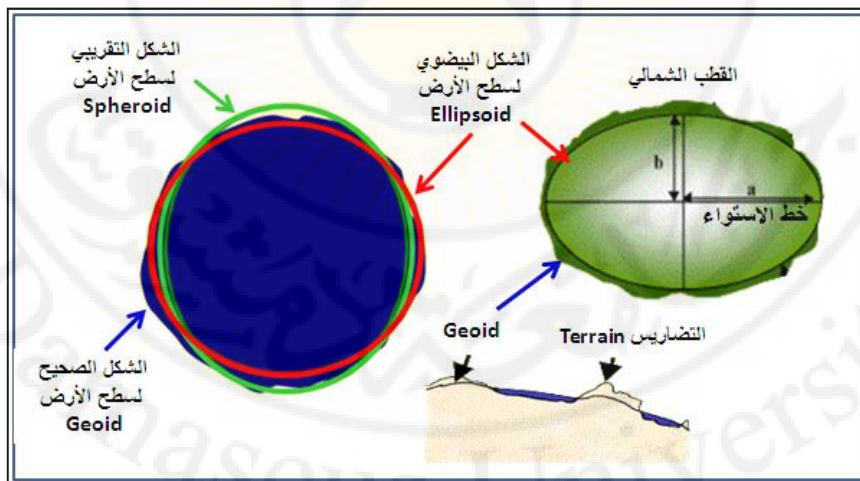


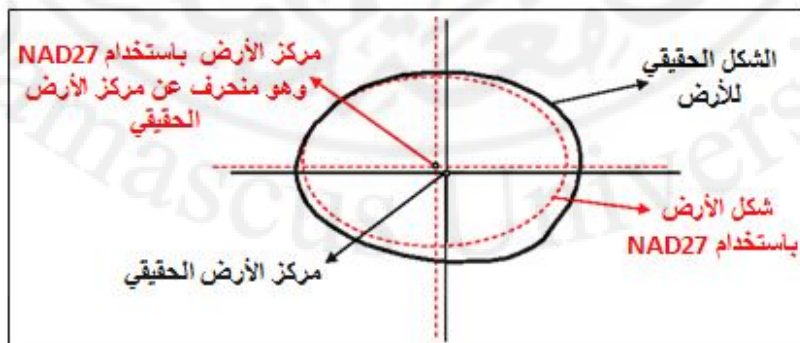


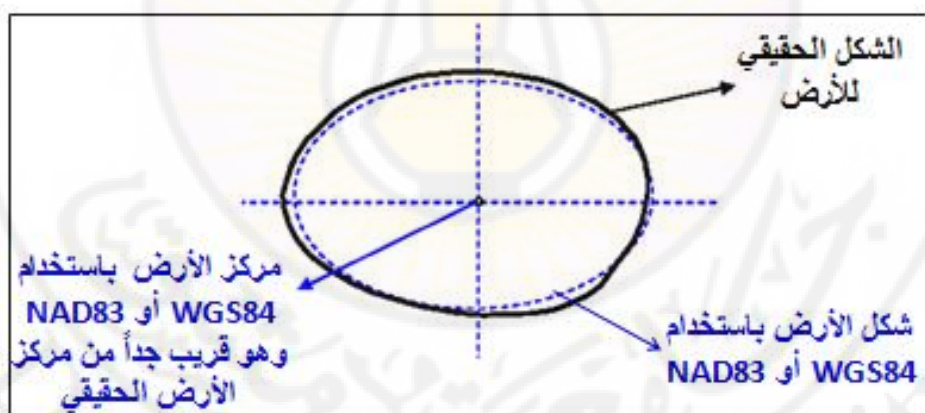
$$\overline{AB} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

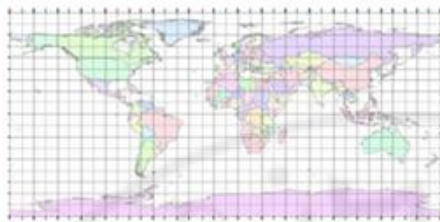




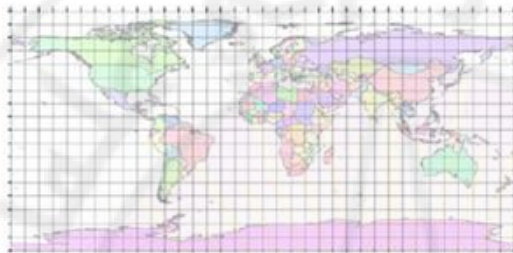








خارطة العالم بالنظام
NAD27



خارطة العالم بالنظام
WGS84 أو NAD83

بالرغم من وجود مجموعة كبيرة من أنواع الإسقاط فإنه يمكن تجميعها في ثلاث عائلات تبعاً لنوع وشكل السطح المسقط عليه كما يلي:

- (١) الإسقاط الأسطواني Cylindrical.
- (٢) الإسقاط المخروطي Conic.
- (٣) الإسقاط السمتي أو المستوي Azimuthal or Plane.

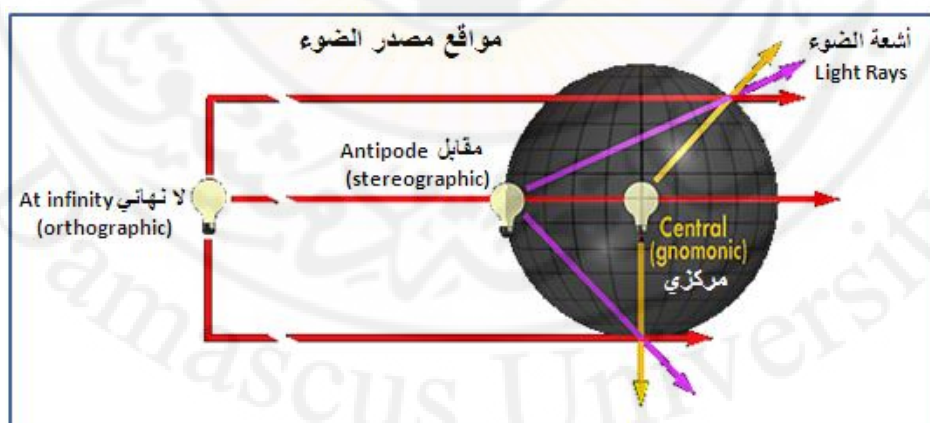
يوجد داخل هذه العائلات الثلاث مجموعة كبيرة من الإسقاطات المختلفة، وكل إسقاط يتميز بخصائص ومواصفات محددة، وفي المجمل يمكن تصنيف هذه الأنواع من الإسقاط وفقاً لما يلي:

- توجيه سطح الإسقاط Orientation or Tangency.
- موقع مصدر الإضاءة الافتراضي Light source location.

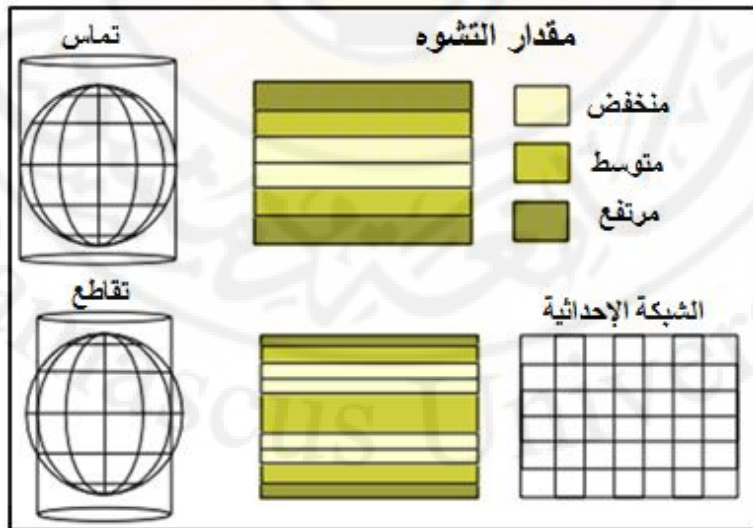
أولاً- أنواع الإسقاط وفقاً لتوجيه سطح الإسقاط Orientation or Tangency:

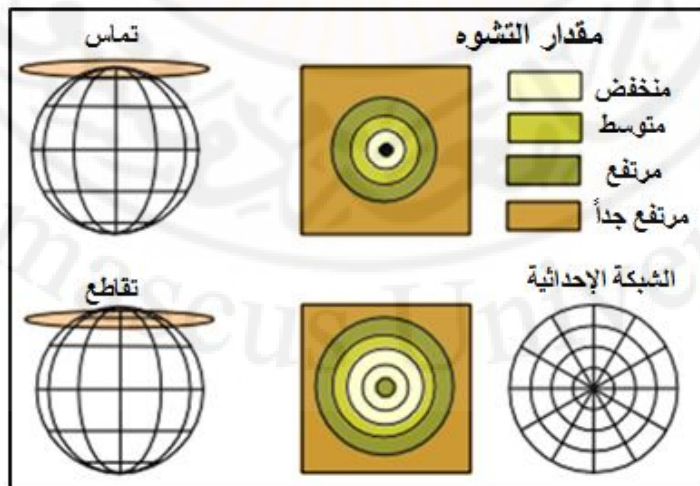
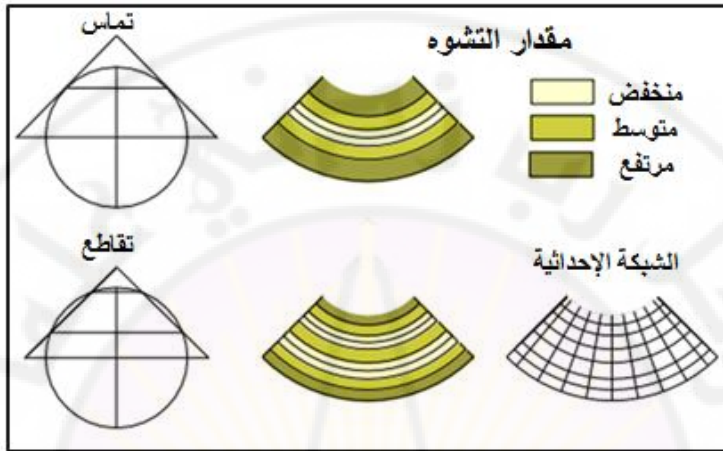
- (١) التوجيه النظامي (العادي)، ويكون فيه:
 - الإسقاط الأسطواني: يمس سطح الأسطوانة (سطح الإسقاط) سطح الكرة الأرضية بخط الاستواء أو يتقاطع سطح الأسطوانة مع سطح الكرة الأرضية بخط عرض، ومحور الأسطوانة يطابق محور الأرض.
 - الإسقاط المخروطي: يمس سطح المخروط (سطح الإسقاط) خط عرض أو يتقاطع مع سطح الكرة الأرضية بخط عرض، ومحور المخروط يطابق محور الأرض.
 - الإسقاط السمتي (المستوي): يمس سطح الإسقاط أحد قطبي الكرة الأرضية أو يتقاطع مع سطح الكرة الأرضية ليطابق أحد خطوط العرض القريبة من القطب، ويكون محور الأرض عمودياً على سطح الإسقاط.
- يُبين الشكل (١٠-١١) سطح الإسقاط بالتوجيه العادي للأنواع الثلاث المذكورة وعلاقته بسطح الأرض بحالة تماس سطح الإسقاط مع سطح الكرة الأرضية.

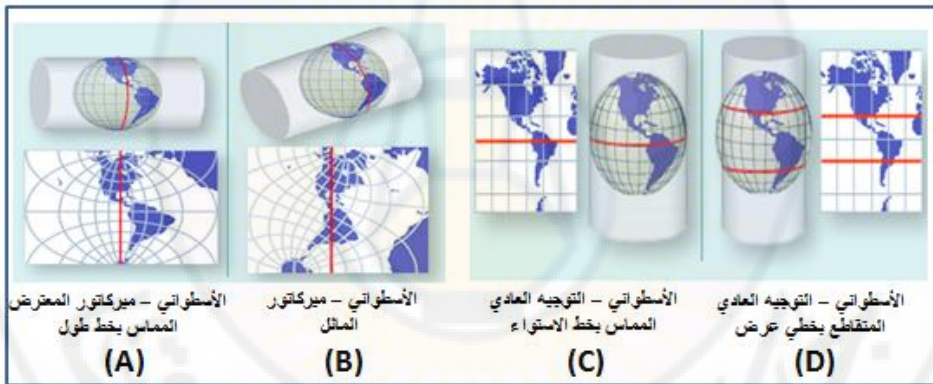




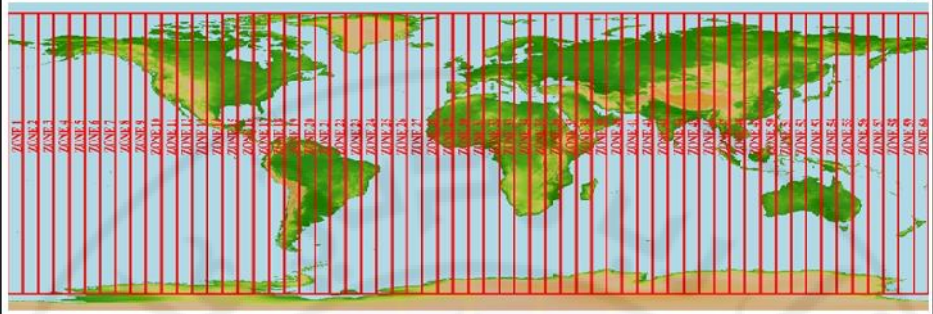
وقل رب زدني علما







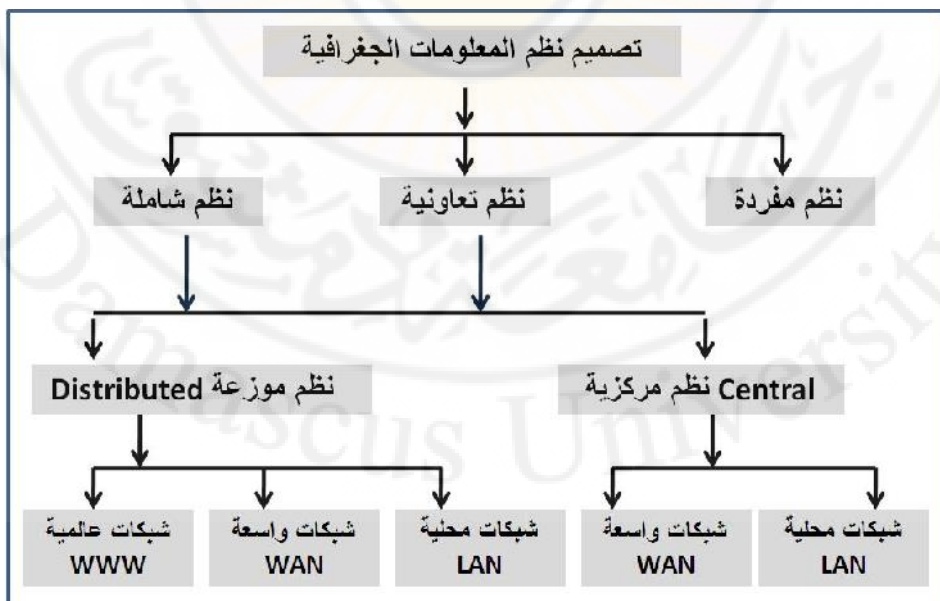
Zone: 1, 2, 3 60



Zone no.	Central meridian	Bounding meridians	Zone no.	Central meridian	Bounding meridians	Zone no.	Central meridian	Bounding meridians
1	177°W	180° - 174°W	21	57°W	60° - 54°W	41	63°E	60° - 66°E
2	171°W	174° - 16°W	22	51°W	54° - 48°W	42	69°E	66° - 72°E
3	165°W	168° - 162°W	23	45°W	48° - 42°W	43	75°E	72° - 78°E
4	159°W	162° - 156°W	24	39°W	42° - 36°W	44	81°E	78° - 84°E
5	153°W	156° - 150°W	25	33°W	36° - 30°W	45	87°E	84° - 90°E
6	147°W	150° - 144°W	26	27°W	30° - 24°W	46	93°E	90° - 96°E
7	141°W	144° - 138°W	27	21°W	24° - 18°W	47	99°E	96° - 102°E
8	135°W	138° - 132°W	28	15°W	18° - 12°W	48	105°E	102° - 108°E
9	129°W	132° - 126°W	29	09°W	12° - 06°W	49	111°E	108° - 114°E
10	123°W	126° - 120°W	30	03°W	06° - 00°W	50	117°E	114° - 120°E
11	117°W	120° - 114°W	31	03°E	00° - 06°E	51	123°E	120° - 126°E
12	111°W	114° - 108°W	32	09°E	06° - 12°E	52	129°E	126° - 132°E
13	105°W	108° - 102°W	33	15°E	12° - 18°E	53	135°E	132° - 138°E
14	99°W	102° - 96°W	34	21°E	18° - 24°E	54	141°E	138° - 144°E
15	93°W	96° - 90°W	35	27°E	24° - 30°E	55	147°E	144° - 150°E
16	87°W	90° - 84°W	36	33°E	30° - 36°E	56	153°E	150° - 156°E
17	81°W	84° - 78°W	37	39°E	36° - 42°E	57	159°E	156° - 162°E
18	75°W	78° - 72°W	38	45°E	42° - 48°E	58	165°E	162° - 166°E
19	69°W	72° - 66°W	39	51°E	48° - 54°E	59	171°E	166° - 172°E
20	63°W	66° - 60°W	40	57°E	54° - 60°E	60	177°E	172° - 180°E







١١-٢ - الخطوات الأساسية لإنشاء نظم المعلومات الجغرافية:

إن إنشاء نظم المعلومات الجغرافية بدأ يأخذ في السنوات الأخيرة بعداً استثمارياً اقتصادياً نظراً لتمامي فوائد هذه النظم وانتشارها الواسع وتعدد تطبيقاتها في مختلف المجالات البحثية والتطبيقية، ويتجلى هذا الاستثمار بكل المجالات المتعلقة بمكونات النظام الأساسية من تجهيزات وبرمجيات وتدريب. وكثيراً ما ينظر على أن الأجهزة والبرامج هي الأعلى في عملية إنشاء نظام معلومات جغرافي، بينما في الواقع إن إنشاء قاعدة البيانات الجغرافية والتي تتضمن المعلومات وتكلفة توفيرها وتدريب الكادر تُشكّل الكلفة الأكبر في إنشاء النظام، وهنا نذكر بأن توفر الكادر المتخصص يُعدّ من أهم عوامل نجاح النظام وخاصة في مجال إدارة النظام والإشراف على قاعدة البيانات، ومعالجة المعلومات والبرمجة والتحليل، بالإضافة إلى صيانة وإعداد التجهيزات الحاسوبية والشبكية. وبهذا الصدد فقد أعدت نخبة من الخبراء الأمريكيين دليلاً لإنشاء نظام معلومات جغرافي للحكومات المحلية يتضمن الخطوات الآتية:

- (١) تقييم الاحتياجات.
- (٢) التصميم التصوري للنظام.
- (٣) حصر الجهات المالكة للمعلومات.
- (٤) حصر الجهات الموردة للأجهزة والبرامج.
- (٥) تخطيط تفصيلي لقاعدة المعلومات وتصميمها.
- (٦) إنشاء قاعدة المعلومات.
- (٧) عمل مشروع تجريبي مصغر واختباره.
- (٨) طلب البرامج والأجهزة وتوريدها.
- (٩) تكامل النظام وتركيبه.
- (١٠) إنشاء التطبيقات.
- (١١) استخدام النظام وصيانته.

الخطوات التنفيذية لإنشاء GIS

	المفهوم	(١)
التصميم التصوري	التصميم	(٢)
التصميم المتطقي والفيزيائي	الإ إنشاء	(٣)
	التشغيل	(٤)
	الاختبار والتقييم	(٥)

(١) - **المفهوم Concept**: يعني المفهوم بهذا الصدد فهم النظام من وجهة نظر المستخدم ويشمل:

- التحديد والتعريف الدقيق والموضوعي لاحتياجات المستخدمين ولمتطلبات إنشاء نظام المعلومات الجغرافي User needs & GIS Requirement، ويمكن إنجاز هذه المهمة بوسائل متعددة منها الزيارات الميدانية والمقابلات والاستبيانات والتقارير.
- الدراسة والتقييم الفعلي لإمكانية إنشاء النظام بوصفه تطبيقاً واقعياً ملموساً ذا فائدة عملية حقيقية، بعيداً عن التنظير والتعقيد النظري الأكاديمي.

(٢) - **التصميم Design**: يعني التصميم إيجاد الحلول الفعلية التي يمكن للنظام تقديمها وفقاً لخطة قابلة للتنفيذ، ويحتاج إلى خبرات عملية من القطاع المعني وعلمية من الجهة التي ستقوم بالتصميم، وتُعدّ هذه الخطوة هي الميكانيكية الأساسية التي ترسم عطاء النظام وفاعليته ويشمل:

- خطة تنفيذية Implementation Plan.
- تصميم النظام System Design .
- تصميم قاعدة المعلومات Data Base Design.

ونظراً لأهمية هذه المرحلة فإنه يتم تنفيذها وفق خطوتين أساسيتين:

أولاً- **التصميم التصوري للنظام System Conceptual Design**: تهدف هذه الخطوة إلى تصور الهيكلية وتصميمها ورسمها وتصور الفكرة الأساسية لنظام المعلومات الجغرافي لكل قطاع على حدة، وفهم العلاقة بين هذه القطاعات وعلاقتها بالمركز الرئيسي، ثم تصميم مركز المعلومات الجغرافية الذي سيتفاعل مع كل هذه القطاعات ويديرها. كما يشمل كافة التوصيات والملاحظات حول الأجهزة والبرامج والشبكة بالإضافة إلى تصميم قاعدة البيانات وفقاً لاحتياجات التطبيقات المرجوة. ويجب أن تشمل هذه الخطوة ما يلي:

- تحديد المعلومات المطلوبة وتحديد خصائصها ومصادرها.

- إيجاد نموذج المعلومات المناسب وتحديدده.
- تحديد إجراءات وخطوات جمع المعلومات.
- وضع الأطر والأسس والمتطلبات وتوثيق هوية المعلومات.
- تحديد متطلبات المعلومات وعلاقاتها ببعضها ببعض.
- رسم الأطر لصلاحيات المشاركة واستخدام المعلومات.
- وضع الأسس للحفظ والحماية للنظام ومعلوماته.
- توثيق الحقوق والملكيات ومسؤوليات الصيانة.

ثانياً- التصميم المنطقي والفيزيائي Physical & Logical Design: تهدف هذه

الخطوة إلى تحويل التصميم التصوري إلى تصميم فعلي يتضمن تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية فيزيائياً ومنطقياً مع الأخذ بالحسبان متطلبات التطبيقات ونموذج قاعدة البيانات، ويتم إنشاء ما يسمى "قاموس المعلومات Data Dictionary" والذي يوصف مكونات الظواهر والمعالم الجغرافية في قاعدة المعلومات Data Base Entities ويعرفها بالشقين الهندسي والوصفي.

(٣) - الإنشاء Development: تتضمن هذه الخطوة استقدام المكونات الأساسية

للنظام من تجهيزات وبرامج وإنشاء الهيكل التطبيقي وتشمل:

- توريد النظام System Acquisition.
- توريد قاعدة البيانات وإنشائها Database Acquisition .
- التنظيم والتوظيف والتدريب Organization, Staffing & Training.
- إعداد كتيبات وأدلة خطوات العمل Operating Procedure Preparing .
- تجهيز الموقع Site Preparation .

(٤) - التشغيل Operation: وهنا يتم الانتقال من الأعمال اليدوية إلى خطوات

التشغيل الآلي وتشمل:

- تركيب النظام System Installation.
- اختيار مشروع صغير تنفيذي Pilot Project .

- تحويل المعلومات وإعدادها Data Conversion .
- إنشاء التطبيقات للمشروع .Development of Application .
- بدء عمليات التشغيل الآلية الفعلية Automated Operations .

(٥) - الاختبار والتقييم Audit: وتتضمن هذه الخطوة:

- مراجعة النظام وتقييمه System Review.
- توسيع النظام والنظرة المستقبلية لتطويره System Expansion.

١١-٤ - مفاهيم الشبكات في تصميم نظم المعلومات الجغرافية:

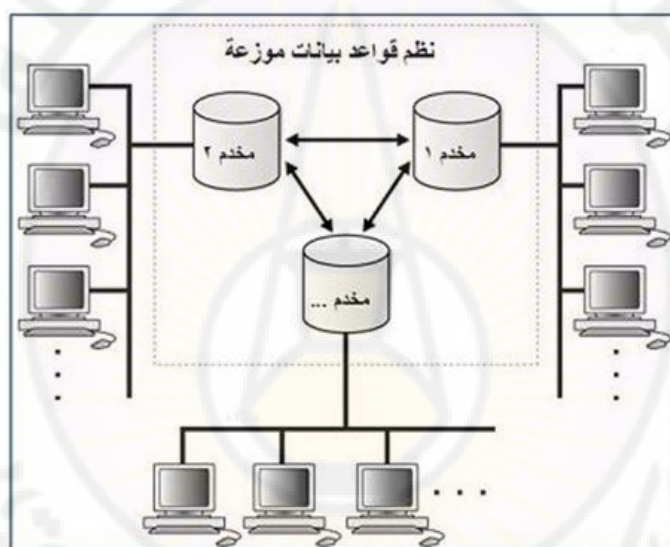
لقد ذكرنا أنه يُمكن تصنيف نظم المعلومات الجغرافية وفقاً لحجم الاستخدام إلى نظم مفردة (Desktop GIS)، ونظم تعاونية (Corporate GIS)، ونظم مؤسسية شاملة (Enterprise GIS). فعندما تقتصر عملية التصميم على نظم معلومات جغرافية مفردة، أو تعمل على حاسب شخصي لإنجاز مهام محددة قد لا نحتاج إلى استخدام التجهيزات الشبكية أو التعمق في فهم أسس عملها وضوابط تشغيلها ومعرفة مواصفاتها ومكوناتها الدقيقة، ولكن على العكس، عندما يكون الهدف تصميم نظم تعاونية أو مؤسسية شاملة تعتمد شبكات مختلفة الأنواع لنقل وتبادل المعلومات، لابد في هذه الحالة من الوقوف على أهمية الشبكات وتقانات نقل المعلومات بين قواعد البيانات الموزعة والتي قد تكون متباعدة، وتظهر هنا أهمية الاتصالات وتقانات الأقمار الصناعية في نقل المعلومات وتكاملها مع آليات ونظم معالجة البيانات وتخزينها واستردادها بالحاسب الآلي. إذاً عند تصميم نظام المعلومات الجغرافي يجب الأخذ بعين الاعتبار نوع النظام المراد تصميمه والعوامل التي تجعل النظام فعالاً ويؤدي الغرض المطلوب منه.

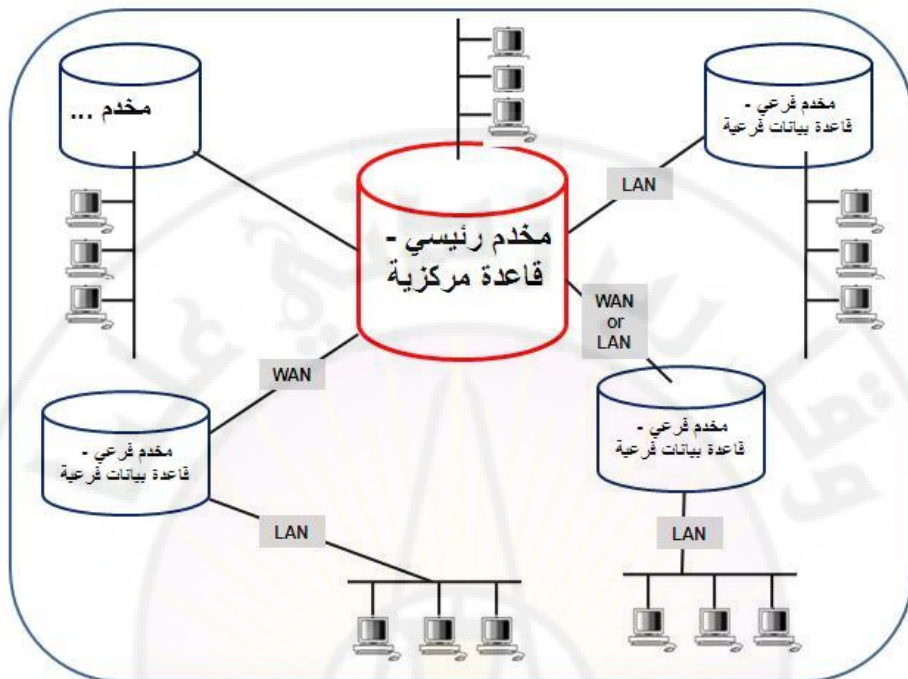
لقد استخدمت نظم المعلومات الجغرافية في بداية ظهورها كنظم مفردة، يتم تنصيبها عادة على حواسيب شخصية أو حواسيب كبيرة لتُشكّل وحدات مستقلة تحتوي كل منها على قاعدة البيانات الخاصة بها، ويتم استخدامها من قبل مُستخدم واحد في آن واحد، وعند لزوم تبادل المعلومات فيما بين هذه النظم يتم ذلك عبر عمليات النسخ

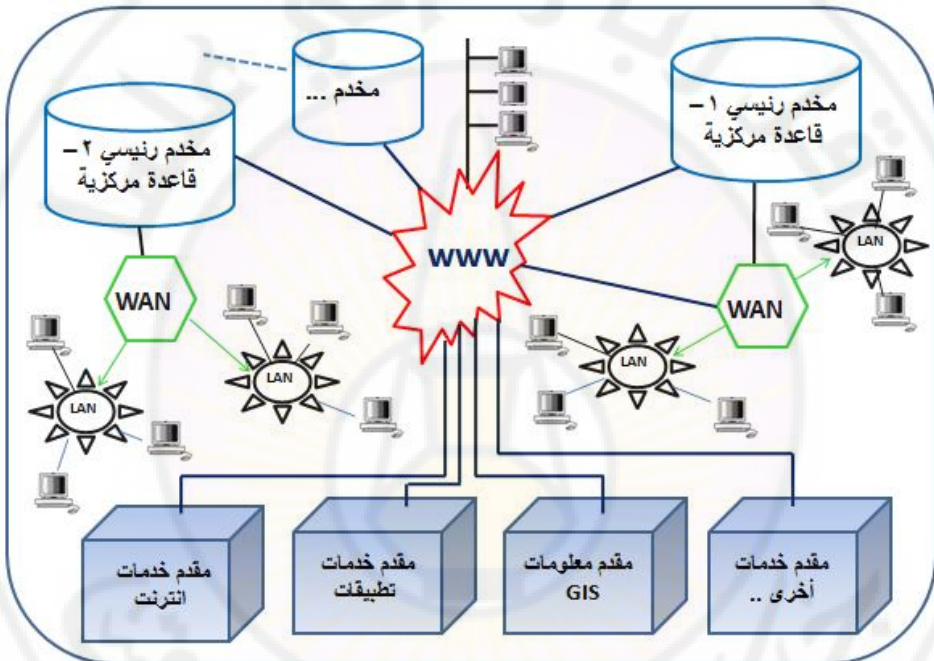
المعروفة. مع توسع تطبيقات واستخدامات نظم المعلومات الجغرافية وتطورها بالتوازي مع تطور الحاسبات والشبكات ونظم قواعد البيانات والحاجة لمشاركة البيانات والاستفادة القصوى من توافر المعلومات من مصادر مختلفة، بات استخدام مفهوم قاعدة البيانات الجغرافية الرئيسية واتصالها بالمستخدمين أمراً في غاية الأهمية لتمييزه بإتاحة تنفيذ وظائف متعددة بنفس الوقت وتخديم قطاعات واسعة وذلك وفقاً لمجال ما. يتم تصميم نظام المعلومات الجغرافي كما ذكرنا وبشكل عام وفقاً لمرحلتين:

- **المرحلة الأولى:** مرحلة دراسة الوضع الراهن وتقييم الاحتياجات ورسم التصور الشامل للنظام وقاعدة البيانات وتحديد المتطلبات وتحديد أنواع البيانات ومصادرها ورسم تصور للتطبيقات المطلوبة من النظام.
- **المرحلة الثانية:** والتي تتحدد ملامحها بنتائج المرحلة الأولى وتشمل التصميم الفيزيائي والتنفيذ الفعلي لقاعدة البيانات وتوريد وتشغيل التجهيزات والبرمجيات وتطوير التطبيقات والاستثمار؛ فعند تصميم نظم مؤسساتية شاملة تعتمد قواعد بيانات مركزية أو موزعة، لابد من الأخذ بعين الاعتبار كل المفاهيم الخاصة بكيفية اتصال قواعد البيانات بعضها ببعض وكيفية تبادل المعلومات من خلال الشبكات المحلية (LAN) Local Area Network أو البعيدة (WAN) Wide Area Network أو العالمية (WWW) World Wide Web، وميزات هذه الشبكات والبروتوكولات الخاصة بذلك والضوابط التي تسمح بتبادل ونقل المعلومات بالسرعة الكافية لتكون عملية نقل البيانات مجدية وتؤدي الغرض منها. علماً بأن مفهوم النظم المركزية والموزعة المعتمدة في أنظمة قواعد البيانات ينطبق على نظم المعلومات الجغرافية من النوع التعاوني أو المؤسسي الشامل، والذي يتم فيه التعامل مع قاعدة البيانات من قبل عدد من المستخدمين قد يكونون متصلين مباشرة بقاعدة بيانات مركزية أو









Damascus University

تجدر الإشارة إلى أن عملية تنظيم البيانات الجغرافية واختيار أدوات حفظها ونقلها ودقة تصميم هذه النظم والتجهيزات والشبكات المستخدمة تلعب دوراً بالغ الأهمية في سرعة نقل المعلومات وأمنها، لأن المعلومات الجغرافية عادة تكون بأحجام كبيرة خاصة عند التعامل مع العناصر الرسومية مثل الخرائط والصور الفضائية وغيرها.

سنذكر في هذا السياق تعريفاً مبسطاً لأنواع الشبكات المستخدمة عالمياً لنقل وتبادل المعلومات بمختلف أنواعها، أما الموصفات الفيزيائية والفنية لهذه الشبكات وبروتوكولات نقل المعلومات وسرعتها واستيعابها يمكن الرجوع إليها في الكتب والمراجع المتخصصة بذلك.

(١) **الشبكات المحلية (Local Area Network (LAN**: وهي شبكات ذات مدى قصير تُستخدم ضمن مبنى واحد أو عدة مباني متجاورة، تُخدّم عادةً مؤسسة أو شركة، وتتميز بسرعة كبيرة في نقل المعلومات وبتكاليف منخفضة لتأسيسها.

(٢) **الشبكات البعيدة (Wide Area Network (WAN**: وهي شبكات تُستخدم على نطاق مدينة أو دولة لتخديم عدة مؤسسات أو فروع، وتكون سرعتها عادةً أقل من سرعة الشبكات المحلية وتكاليفها أعلى.

(٣) **الشبكات العالمية (World Wide Web (WWW**: وهي في الواقع تستخدم النوعين السابقين وتمكّن من الاتصال بالمُخدّات وقواعد البيانات الموزعة محلياً وإقليمياً وعالمياً، وتُستخدم الشبكات المحلية والأقليمية والشبكات العالمية لتبادل المعلومات، وتتعلق سرعة نقل وتبادل المعلومات عبر هذه الشبكات بالموصفات الفنية للتجهيزات المستخدمة في هذا المجال.



الفصل الثاني عشر

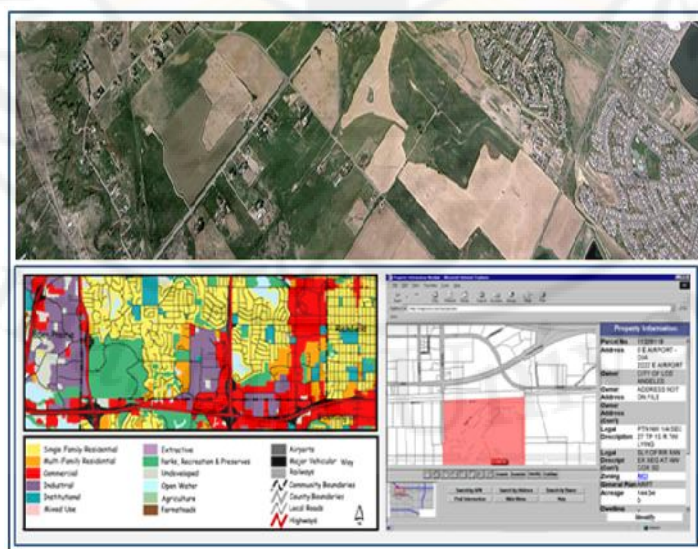
بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية

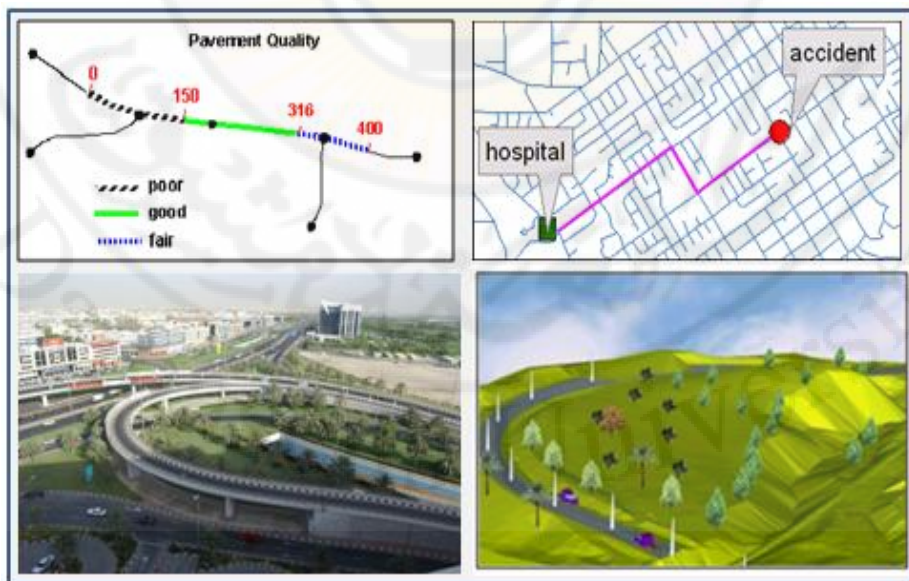
Some Applications of GIS

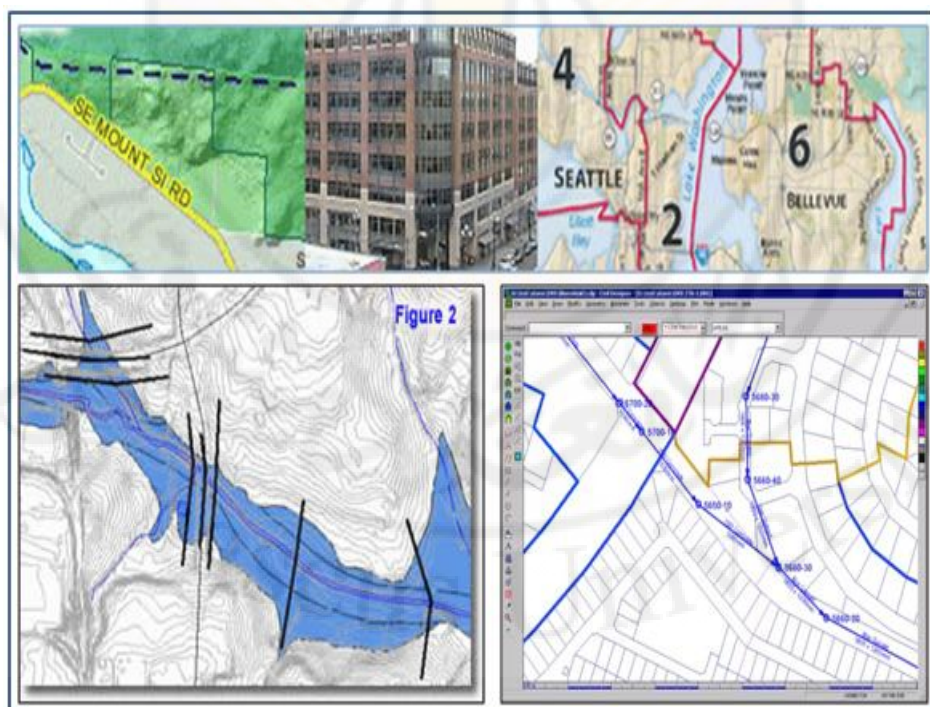
يوجد عدد كبير من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مختلف المجالات المدنية والعسكرية، والتطبيقية والبحثية، وذلك بدءاً من تجهيز البيانات وإعداد الخرائط وإنتاجها حتى عمليات التحليل المكانية المتقدمة والحصول على المعلومات المفيدة في تنفيذ المشاريع ووضع الخطط ودعم اتخاذ القرار، ومن هذه التطبيقات:

- إنتاج الخرائط الطبوغرافية، وإنتاج وتحديث الخرائط الأساس.
- شبكات النقل والطرق البرية والجوية والبحرية.
- أنظمة الملاحة بمختلف أنواعها الجوية والبحرية والأرضية.
- الخرائط البيئية ومراقبة وحماية البيئة.
- الزراعات والغابات والأحراج.
- تطبيقات مراقبة الثروات الطبيعية، والمناجم والتعدين والنفط والغاز.
- تطبيقات إدارة الموارد المائية والبحث والتنقيب، والنماذج الهيدرولوجية.
- تخطيط المدن والعقارات والأماكن واستعمالات الأراضي.
- تطبيقات البنى التحتية، وتطبيقات الخرائط الموضوعية.
- الخرائط العسكرية، وتوزيع الوحدات والقطاعات والرادارات والمناورات العسكرية، وغيرها.

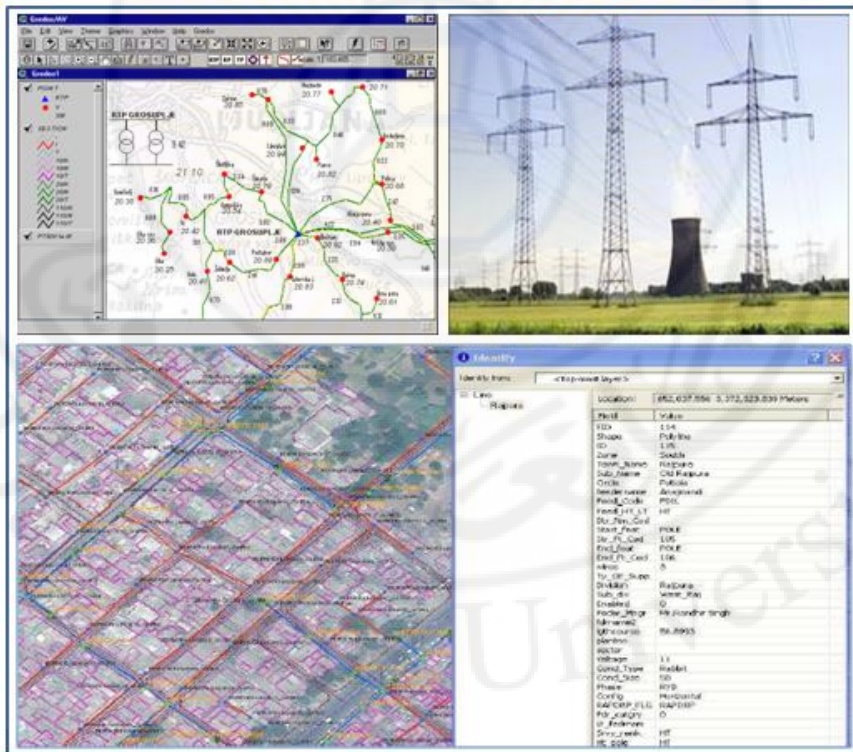
ونورد فيما يلي بعض تطبيقات وفوائد نظم المعلومات الجغرافية في أتمتة وإدارة معلومات البنى التحتية والعقارات والأماكن، ونفصل خطوات العمل لإنتاج الخارطة

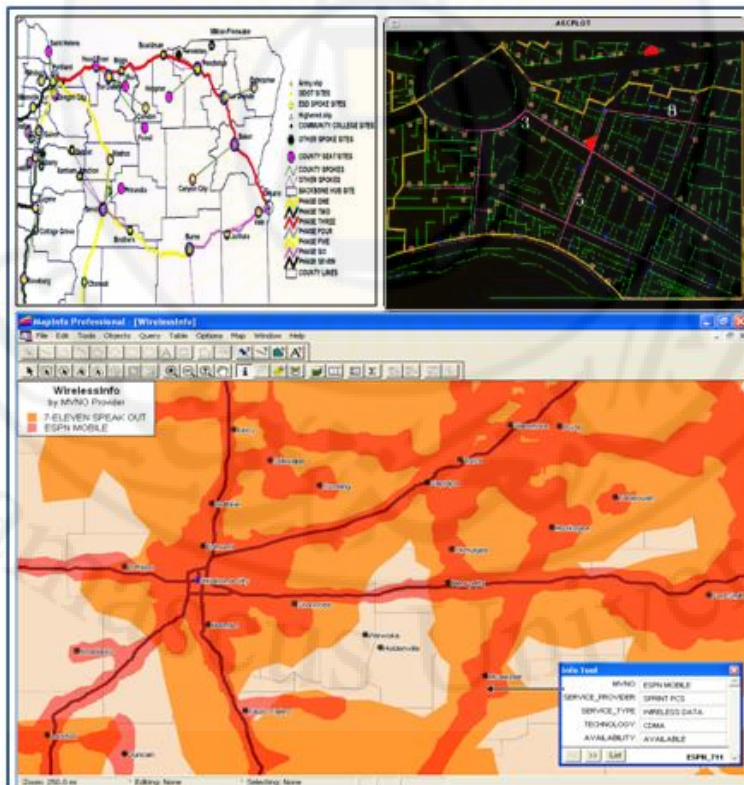


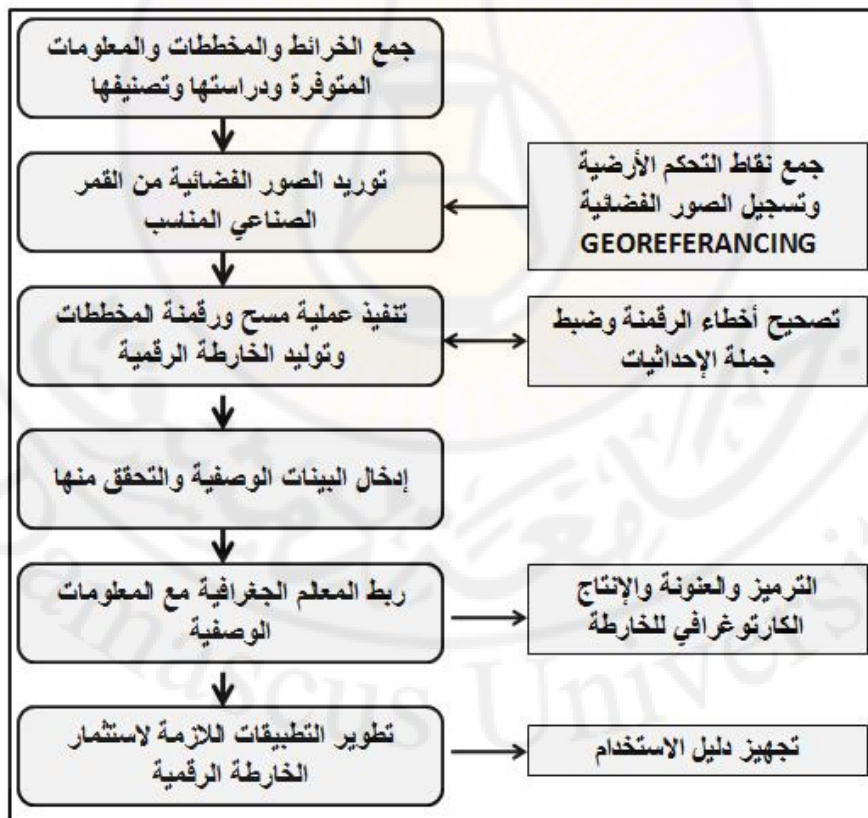


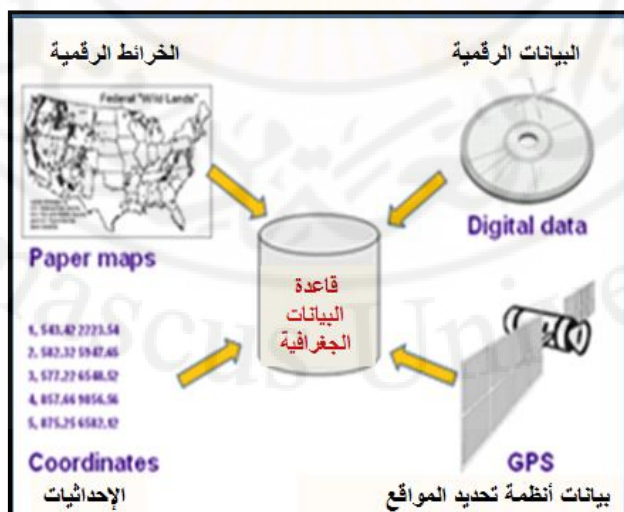


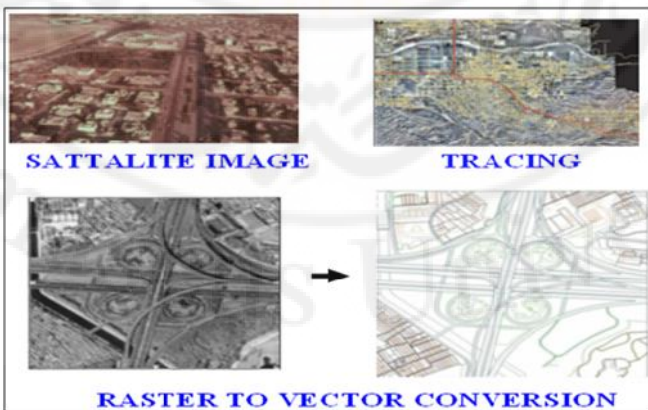


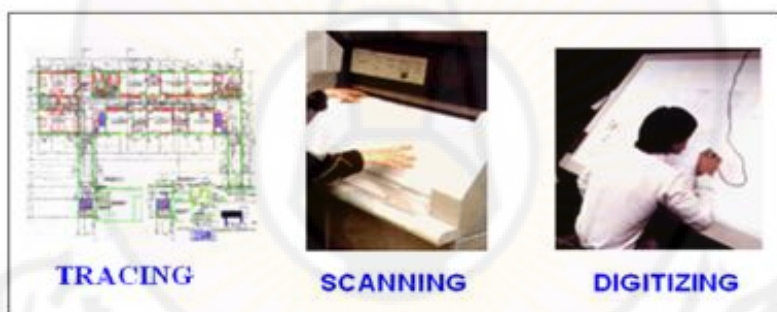






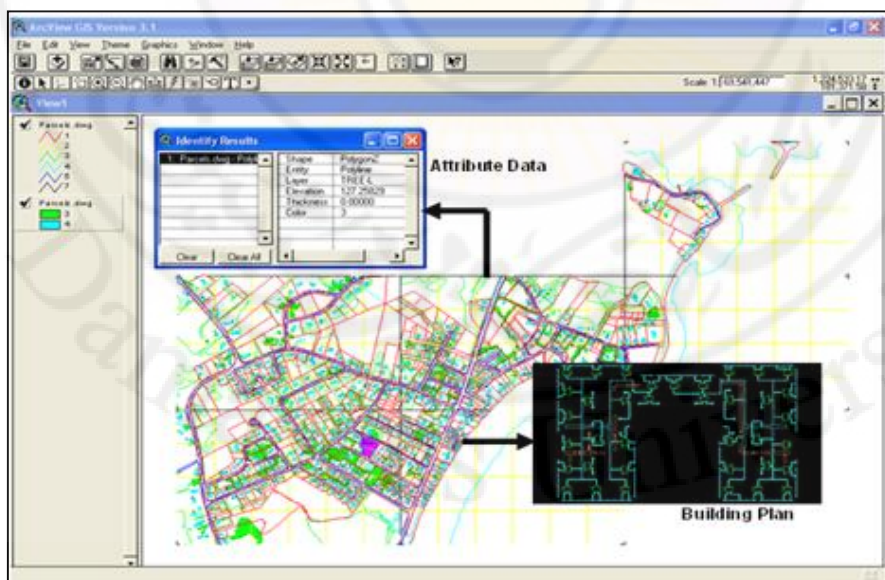






Damascus University

[illegible]





قائمة الأشكال

رقم الشكل والموضوع
الشكل (١-١): مفهوم تنظيم المعالم الجغرافية بطبقات رقمية أو شرائح Layers، (ArcGIS10).
الشكل (١-٢): المركبات الأساسية لنظام المعلومات الجغرافية.
الشكل (٢-٢): معالم (ظواهر) الخريطة Map Features.
الشكل (٣-٢): تمثيل المعالم الجغرافية بالصيغة الخطية (Vector Data).
الشكل (٤-٢): مثال ١- أثر اختيار مقياس الرسم الصغير نسبياً على تمثيل المعالم الجغرافية.
الشكل (٥-٢): مثال ٢- أثر اختيار مقياس الرسم الكبير نسبياً على تمثيل المعالم الجغرافية.
الشكل (٦-٢): تمثيل البيانات الشبكية (Raster data) بتدرجات اللون الرمادي.
الشكل (٧-٢): تمثيل البيانات الشبكية (Raster data) بتدرجات اللون الحقيقي.
الشكل (٨-٢): أثر أبعاد الخلايا على دقة المعلومات الشبكية.
الشكل (٩-٢): أثر مقياس الرسم وأبعاد الخلايا على دقة الصور الفضائية.
الشكل (١٠-٢): مخطط توضيحي لتجهيزات الحاسب المُستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية.
الشكل (١١-٢): مخطط توضيحي لمكونات طاولة الترقيم (Digitizer).
الشكل (١٢-٢): تثبيت الخارطة على طاولة الترقيم.
الشكل (١٣-٢): بعض أنواع جهاز الماسح (Scanner).
الشكل (١-٣): مثال على موقع نقطة في نظام الإحداثيات الجغرافي (خطوط الطول والعرض).
الشكل (٢-٣): مثال على موقع نقطة في نظام الإحداثيات المستوية.

الشكل (٣-٣): مكونات المعلومات الجغرافية.
الشكل (٣-٤): الربط بين المعالم الجغرافية ومعلوماتها الوصفية.
الشكل (٣-٥): بعض مركبات الربط الهندسي للظواهر الجغرافية.
الشكل (٣-٦): بعض عناصر الربط الهندسي في تمثيل الظواهر الجغرافية الخطية.
الشكل (٣-٧): العلاقات الطوبولوجية.
الشكل (٣-٨): طوبولوجيا خط - عقدة (ArcGIS).
الشكل (٣-٩): طوبولوجيا الجوار (ArcGIS).
الشكل (٣-١٠): طوبولوجيا مضلع - خط (ArcGIS).
الشكل (٣-١١): العلاقات الاتجاهية.
الشكل (٣-١٢): القياسات والأبعاد بالمعلومات المكانية الشبكية.
الشكل (٣-١٣): مثال على نظم المعلومات الجغرافية التي تعتمد البيانات الشبكية. (ERDAS)
الشكل (٣-١٤): مثال على نظم المعلومات الجغرافية التي تعتمد البيانات الخطية (ArcMap).
الشكل (٣-١٥): مخطط مبسط لقواعد بيانات جغرافية موزعة.
الشكل (٣-١٦): نظم المعلومات الجغرافية النقالة (المحمولة) - مثال: ArcPad.
الشكل (٤-١): رسم تخطيطي للنموذج الهرمي لقاعدة البيانات.
الشكل (٤-٢): رسم تخطيطي للنموذج الشبكي لقاعدة البيانات.
الشكل (٤-٣): مثال على بعض عناصر قاعدة البيانات العلائقية.
الشكل (٤-٤): مثال على الربط بين جدولين من خلال حقل مشترك في قاعدة البيانات العلائقية.
الشكل (٤-٥): عناصر الجدول في قاعدة البيانات العلائقية.
الشكل (٤-٦): بعض الرموز المستخدمة في رسم علاقات الظواهر الجغرافية في قاعدة البيانات.
الشكل (٤-٧): مثال: مخطط علاقات الظواهر لحوض مائي مع مجموعة آبار

تغذي مجموعة قري.
الشكل (٨-٤): طبقة رقمية تُمثل الأحياء السكنية (شكل افتراضي).
الشكل (٩-٤): تمثيل علاقة الربط واحد إلى واحد (1:1) حيث: A جدول المعلومات الوصفية للأحياء، B: بعض المعلومات الخاصة بنفس الأحياء، C: نتيجة عملية الربط بين A و B، D: نتيجة الاستفسار.
الشكل (١٠-٤): رسم تخطيطي لعلاقة واحد إلى مجموعة (1:m).
الشكل (١١-٤): طبقة رقمية تُمثل الأحياء السكنية في إحدى المدن ومراكز الهاتف في تلك الأحياء.
الشكل (١٢-٤): تمثيل علاقة الربط واحد إلى مجموعة (1:m) بين جدول الأحياء السكنية وجدول مراكز الهاتف التابعة لها.
الشكل (١٣-٤): طبقة الأحياء السكنية وطبقة تصنيف العقارات في المدينة.
الشكل (١٤-٤): تمثيل علاقة الربط مجموعة إلى مجموعة (m:m) بين جدول الأحياء السكنية وجدول تصنيف العقارات.
الشكل (١٥-٤): تقاطع (Intersect) بين طبقة الأحياء السكنية وطبقة تصنيف العقارات، ونتيجة التقاطع في الجدول المرافق.
الشكل (١-٥): إدخال البيانات المكانية من مصادر مختلفة.
الشكل (٢-٥): تخزين البيانات المكانية وفقاً للصيغة الخطية Vector formats.
الشكل (٣-٥): تخزين البيانات المكانية وفقاً للصيغة الشبكية (الخلوية) Raster formats.
الشكل (٤-٥): مثال لتخزين المعالم الجغرافية وفقاً للصيغة الخطية والشبكية.
الشكل (٥-٥): مثال على عمليات الاستفسار باستخدام الأداة Identify.
الشكل (٦-٥): مثال على عمليات الاستفسار متعدد الشروط.
الشكل (٧-٥): تقاطع الظواهر الجغرافية ($\cap$) Intersection.
الشكل (٨-٥): الظواهر التي تقع ضمن مسافة من (W) Are within a distance of.

الشكل (٥-٩): الظواهر التي تحتوي على (CC) Completely contain.
الشكل (٥-١٠): الظواهر المحتواة في (CW) Are completely within.
الشكل (٥-١١): العناصر الرئيسية للخارطة.
الشكل (٥-١٢): بعض أشكال سهم الشمال الجغرافي، (ArcGIS).
الشكل (٥-١٣): بعض الرموز المستخدمة في إنتاج الخرائط، (ArcGIS).
الشكل (٥-١٤): بعض أنواع الترميز والعنونة للظواهر الجغرافية.
الشكل (٥-١٥): تأثير مقياس الرسم على تفاصيل الخارطة.
الشكل (٥-١٦): بعض أشكال مقياس الرسم، (ArcGIS).
الشكل (٥-١٧): إظهار وإخراج المعلومات الجغرافية.
الشكل (٦-١): تحديد نقاط الاستناد (النقاط المرجعية).
الشكل (٦-٢): اختيار عينة من النقاط على خط شديد التعرج أثناء الترقيم.
الشكل (٦-٣): أساليب الترقيم Digitizing Types.
الشكل (٦-٤): مخطط توضيحي لعملية التحويل Transformation والإسقاط Projection.
الشكل (٦-٥): مثال على جداول بيانات نظام تحديد المواقع (GPS) من جهاز Garmin V.
الشكل (٦-٦): مثال على جداول الإحداثيات لتوليد الظواهر الجغرافية في ArcGIS.
الشكل (٦-٧): بعض خيارات تحويل المعلومات الجغرافية Data Conversion في ArcGIS.
الشكل (٦-٨): تداخل المضلعات.
الشكل (٦-٩): عدم إغلاق المضلعات.
الشكل (٦-١٠): تكرار أرقام تعريف المضلع أو غيابها.
الشكل (٦-١١): ضبط الحواف.
الشكل (٦-١٢): الخطوط والعقد المتداخلة.

الشكل (٦-١٣): غياب عقد تقاطع الخطوط.
الشكل (٦-١٤): زيادة أو نقص عدد نقاط الانعطاف.
الشكل (٦-١٥): حد التقاط القوس.
الشكل (٦-١٦): الخطوط والعقد المتداوية.
الشكل (٦-١٧): حد الأخطاء العشوائية.
الشكل (٦-١٨): حد التقاط العقد.
الشكل (٦-١٩): حد المسافة الفاصلة بين نقاط الانعطاف.
الشكل (٦-٢٠): حد مطابقة نقاط الاستناد.
الشكل (٦-٢١): دمج وتقسيم الظواهر الجغرافية.
الشكل (٦-٢٢): تحويل نقاط الانعطاف والعقد إلى معالم نقطية.
الشكل (٦-٢٣): تحويل الظواهر الجغرافية إلى معالم نقطية.
الشكل (٦-٢٤): تحويل الظواهر الجغرافية إلى معالم خطية.
الشكل (٦-٢٥): تحويل الظواهر الجغرافية إلى معالم مساحية.
الشكل (٧-١): بعض الإحصاءات في قاعدة المعلومات الجغرافية.
الشكل (٧-٢): طبقتان رقميتان، الأولى (Layer_1) والثانية (Layer_2) وبياناتهما الوصفية.
الشكل (٧-٣): عملية التقاطع Intersect.
الشكل (٧-٤): عملية الاتحاد Union.
الشكل (٧-٥): عملية التعيين Identity.
الشكل (٧-٦): عملية المحو (الإزالة) Erase.
الشكل (٧-٧): عملية الفرق التماثلي Symmetrical Difference.
الشكل (٧-٨): عملية التحديث Update.
الشكل (٧-٩): عملية الربط المكاني Spatial Join.
الشكل (٧-١٠): عملية القص Clip.
الشكل (٧-١١): عملية التقسيم Split.

الشكل (٧-١٢): عملية الاختيار Select Feature.
الشكل (٧-١٣): مثال على بعض عمليات المطابقة المكانية.
الشكل (٧-١٤): عملية توليد حرم الظاهرة الجغرافية Buffer Generation.
الشكل (٧-١٥): مثال على استخدام الوظيفة Buffer.
الشكل (٧-١٦): عملية تحديد الجوار (القرب) Near.
الشكل (٧-١٧): عملية تحديد المسافة Point Distance.
الشكل (٧-١٨): مثال تخطيطي عن الشبكات الخطية.
الشكل (٧-١٩) : تحديد المسار الأفضل.
الشكل (٧-٢٠): تحديد منطقة الخدمة (ArcGIS10).
الشكل (٧-٢١): تحديد أقرب مركز خدمة (ArcGIS10).
الشكل (٨-١): تمثيل الظواهر الجغرافية بصيغة بيانات Raster، نقاط (A)، خطوط (B)، مساحات (C).
الشكل (٨-٢): الجداول الوصفية للبيانات الشبكية Raster Attribute Data.
الشكل (٨-٣): عملية الجمع Plus Operation.
الشكل (٨-٤): العملية المنطقية "و" AND Operation.
الشكل (٨-٥): عملية حساب جيب القيمة SIN Operation.
الشكل (٨-٦): بعض الأشكال المستخدمة في تحاليل الجوار.
الشكل (٨-٧): حساب المتوسط MEAN لثلاث طبقات وتخزينها في طبقة رابعة.
الشكل (٨-٨): عملية الاستخلاص باستخدام القص Clip.
الشكل (٨-٩): تحديد المسار الأفضل.
الشكل (٨-١٠): تحديد المسار الأفضل باستخدام المسافة (A) أو حساب التكاليف (B) ومقارنة النتائج في (C).
الشكل (٨-١١): تحليل الكثافة Density Analysis.
الشكل (٨-١٢): استخدام نقاط الإحداثيات الثلاثية كمثال في توليد السطوح المختلفة والتحويل فيما بينها.

الشكل (٨-١٣): منهجية استنتاج نموذج الارتفاعات الرقمي.
الشكل (٨-١٤): جدول يحتوي على الإحداثيات الثلاثية وطبقة نقاط تمثل تلك الإحداثيات.
الشكل (٨-١٥): سطح يُعبّر عن نموذج الارتفاعات الرقمي (A) و نقاط تمثل مراكز خلايا السطح (B).
الشكل (٨-١٦): عناصر الشبكة المثلثية غير المنتظمة TIN.
الشكل (٨-١٧): بنية الشبكة المثلثية غير المنتظمة TIN وبياناتها.
الشكل (٨-١٨): شكل عام للسطح ثلاثي الأبعاد بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.
الشكل (٨-١٩): سطح TIN ثنائي الأبعاد (A) وثلاثي الأبعاد (B).
الشكل (٨-٢٠): سطح Raster ثنائي الأبعاد (A) وثلاثي الأبعاد (B).
الشكل (٨-٢١): خطوط الكونتور.
الشكل (٨-٢٢): طبقة ارتفاعات سطح الأرض (A) وظلال الأرض Hillshades (B)
الشكل (٨-٢٣): طبقة الانحدار (الميل) Slope.
الشكل (٨-٢٤): طبقة التوجيه (اتجاه الميل) Aspect.
الشكل (٨-٢٥): خط الإبصار (A) ومجال الرؤية (B).
الشكل (٨-٢٦): مبدأ القص والردم Fill & Cut.
الشكل (٨-٢٧): رسم تخطيطي لحوض الصرف.
الشكل (٨-٢٨): بيانات الارتفاعات الرقمية (A)، واتجاه الجريان (B) والكميات التراكمية للمياه (C).
الشكل (٨-٢٩): المسيلات الناتجة في السطح المدروس (A) والمسيلات بعد الرقمنة (B).
الشكل (٨-٣٠): مراتب شبكة المسيلات المائية.
الشكل (٨-٣١): حدود أحواض الصرف.

الشكل (٩-١): مثال على جهاز المحطة الشاملة (Total station) المستخدم في المساحة الأرضية.
الشكل (٩-٢): مثال على صورة جوية لقلعة الحصن- سوريا.
الشكل (٩-٣) صورة فضائية لمرافأ بانياس السوري من (Google Earth 2013).
الشكل (٩-٤): منظومة الأقمار الصناعية لنظام الـ GPS.
الشكل (٩-٥): مواقع محطات التحكم والمراقبة لنظام الـ GPS.
الشكل (٩-٦): بعض أنواع أجهزة استقبال الـ GPS.
الشكل (٩-٧): شكل الإشارة الرقمية المرسلة من القمر الصناعي ومبدأ حساب المسافة بين القمر ومستقبل نظام الـ GPS.
الشكل (٩-٨): مبدأ عمل الـ GPS، قياس المسافة (A)، والتقاطع العكسي (B) والتصحيح النسبي (C).
الشكل (٩-٩): تحديد موقع جهاز الاستقبال باستخدام قمر واحد وقمرين وثلاثة أقمار.
الشكل (٩-١٠): استخدام الـ GPS كأداة لتجميع بيانات الـ GIS.
الشكل (٩-١١): بعض الأنظمة المشابهة لنظام الـ GPS والفرق بينها.
الشكل (١٠-١) خطوط الطول.
الشكل (١٠-٢) خطوط (دوائر) العرض.
الشكل (١٠-٣): نظام الإحداثيات الجغرافي (خطوط الطول والعرض).
الشكل (١٠-٤): إسقاط الخرائط.
الشكل (١٠-٥): قياس المسافة بنظام الإحداثيات المسقط.
الشكل (١٠-٦): مبدأ الإسقاط.
الشكل (١٠-٧): شكل سطح الأرض Spheroid, Ellipsoids & Geoid.
الشكل (١٠-٨) مقارنة شكل سطح الأرض الحقيقي مع شكل سطح الأرض بالنظام NAD27.
الشكل (١٠-٩): مقارنة شكل سطح الأرض الحقيقي مع شكل سطح الأرض

بالنظام WGS84.
الشكل (١٠-١٠): مقارنة خارطة العالم المسقطة بالنظام NAD27 والنظام WGS84.
الشكل (١٠-١٠): أنواع الإسقاط بالتوجيه العادي.
الشكل (١٠-١٢): أنواع الإسقاط بالتوجيه المعترض.
الشكل (١٠-١٣): أنواع الإسقاط بالتوجيه المائل.
الشكل (١٠-١٤): موقع مصدر الإضاءة الافتراضي للحصول على أنواع أخرى للإسقاط.
الشكل (١٠-١٥): مقدار التشوه بالإسقاط الأسطواني.
الشكل (١٠-١٦): مقدار التشوه بالإسقاط المخروطي.
الشكل (١٠-١٧): مقدار التشوه بالإسقاط السمتي.
الشكل (١٠-١٨): الإسقاط الأسطواني وإسقاط ميركاتور المعترض والمائل.
الشكل (١٠-١٩): نطاقات نظام ميركاتور العالمي.
الشكل (١١-١): مخطط مبسط لفلسفة تصميم نظام المعلومات الجغرافي.
الشكل (١١-٢): تصميم نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بالتجهيزات الحاسوبية والشبكية.
الشكل (١١-٣): المخطط العام للخطوات التنفيذية لإنشاء نظام المعلومات الجغرافي.
الشكل (١١-٤): مخطط مبسط لاتصال النظم المركزية.
الشكل (١١-٥): مخطط مبسط لاتصال النظم الموزعة - استخدام قاعدة بيانات مكررة.
الشكل (١١-٦): مخطط مبسط لاتصال النظم الموزعة - استخدام قاعدة بيانات مركزية وقواعد بيانات فرعية.
الشكل (١١-٧): مخطط مبسط لاتصال النظم الموزعة باستخدام الشبكة العنكبوتية والشبكات المحلية.

الشكل (١٢-١): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال العقارات والأماكن.
الشكل (١٢-٢): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال الطرق والنقل والمرور.
الشكل (١٢-٣): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال تصريف السيول.
الشكل (١٢-٤): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال شبكات المياه.
الشكل (١٢-٥): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال شبكات الكهرباء.
الشكل (١٢-٦): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال شبكات الهاتف.
الشكل (١٢-٧): الخطوات العامة لإنتاج الخارطة الأساس للمدن.
الشكل (١٢-٨): جمع المعلومات الجغرافية.
الشكل (١٢-٩): توريد الصور الفضائية والرقمنة والتحويل لاستكمال المعالم الجغرافية.
الشكل (١٢-١٠): إدخال البيانات المكانية.
الشكل (١٢-١١): ربط المعلومات المكانية بالمعلومات الوصفية.
الشكل (١٢-١٢): العنوان والترقيم والإنتاج الكارتوغرافي.
الشكل (١٢-١٣): تطوير التطبيقات واستثمار المنتج.

قائمة الجداول

رقم الجدول والموضوع
الجدول (٢-١): جدول المعلومات الوصفية لطبقة الشوارع في إحدى المدن.
الجدول (٢-٢): جدول بأسماء بعض برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المشهورة.
الجدول (٣-١): العلاقات الجبرية والحسابية والمنطقية الشائعة في نظم المعلومات الجغرافية.
الجدول (٧-١) : تلخيص البيانات العددية في قاعدة المعلومات الجغرافية.
الجدول (٩-١): أبعاد ومقاييس الخرائط وفقاً للتصنيف الدولي.
الجدول (٩-٢): مقاييس الصور الجوية ومجالات استخدامها.
الجدول (٩-٣): بعض أنواع الصور الفضائية والتطبيقات الموافقة لها.
الجدول (٩-٤): مقارنة ميزات بعض أنظمة تحديد الموقع بواسطة الأقمار الصناعية.
الجدول (١٠-١): نطاقات نظام ميركاتور العالمي.



GLOSSARY

يتضمن هذا الكتيب (المسرد) تعريفاً ملخصاً لبعض المصطلحات المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية، تم اقتباسه من الملف الأصلي على الموقع:

http://www.mass.gov/mgis/GIS_Glossary.pdf 18

ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل من خلال الروابط التالية:

http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/92/92-13.PDF

<http://health.mo.gov/data/gis/pdf/GISGlossary.pdf>

www.urisa.org

Accuracy: Accuracy is the closeness of results of observations, computations, or estimation of spatial features to their true value of position. "Absolute accuracy" is the differential between the actual real world location of a point on the surface of the earth and its mathematically assigned geographic coordinate.

Address Matching: Process that compares a table of addresses to the address attributes of a theme to convert textual addresses to locations on a map. Also see the term "geocoding".

Annotation: Annotation is text or labels plotted graphically on a map or drawing. Text or labels are used for naming such map features as streets, place, etc. Annotation is typically primitive map features and is not intelligently associated to the map feature and/or possible linked DBMS records.

Arc: An arc is a series of points that form an unclosed linear feature in a spatial database. It is a continuous string of XY coordinate pairs

(vertices) beginning at one location and ending at another location, having length but no area.

Attributes:

- Single element of non-graphic data assigned to a spatial feature either as an imbedded data element within the spatial database or located in a linked database record.
- Descriptive characteristics of a feature, site or phenomenon.
- Set or collection of data that describe the characteristics of real-world conditions.

Base Map:

- Basic representation of a region of the earth as it would appear if viewed from above.
- Portrays basic reference information onto which other information of a specialized nature is placed. Usually shows the location and extent of natural earth surface features and permanent man-made objects.
- Contains basic digital survey control and topographic elevation reference framework for integrating all of the other map features of a particular geographic area.

Cartesian Coordinate: Point whose location is expressed in terms of its distance above or below an X, a Y and a Z coordinate plane.

Cartography: Cartography is the science and art of making maps and charts. More broadly, the term includes all the steps necessary to

produce a map: planning, aerial photography, drafting, editing, color separation, and multicolored printing.

Centerline: A centerline is a linear feature representing the midpoint along a linear element like a road or stream.

DBMS: This acronym refers to database management software and refers to software used for entering, editing, managing, and displaying information.

Digitize: Digitizing is the process of tracing paper or other documents on a specialized table or “tablet” to capture in digital form lines and points representing map features.

DXF: Acronym for Data Exchange Format, a standard spatial data exchange format for CAD systems.

Feature: This refers to natural and man-made geographic features represented by points/symbols, lines, and areas on a map. It may also be an object in a geographic or spatial database with a distinct set of characteristics.

File: In computing, a collection or set of related digital data stored on a computer disk and accessed / retrieved according to an assigned unique name.

Format: Format refers to the physical structure of an item. It is the order in which information is prepared and presented.

Geocoding: In spatial databases, a coding process wherein a digital map feature is assigned an attribute to serve as a unique ID (tract number, node number) or classification (soil type, zoning category). In polygon processing, the polygon boundary that contains the coordinate pair of a data item (text label) is assigned the value of that data item as "geocode". Also see "address matching".

Geographic Information System (GIS): NOTE: The following is not an attempt to provide a single generic definition.

- 1) Computerized decision support systems that integrate spatially referenced data. These systems capture, store, retrieve, analyze and display spatial data.
- 2) An organized assemblage of computer hardware, software, spatial data and operating instructions designed for capturing, storing, updating, manipulating, analyzing, and displaying all forms of geographically referenced information.
- 3) A manual or computer-based system for geographic data input, storage, manipulation, analysis, modeling and output. The system is used to improve geographic question-asking and problem-solving, and to enhance the overall geographic decision-making process.

GPS: Acronym for Global Positioning System, hardware and software designed to communicate with specialized satellites to determine ground location.

Graphic User Interface: This term refers to a software standard used to establish the menus, screens, dialog boxes, buttons, edit boxes, pick lists, toggles, radio buttons, command input, and viewing screens used to communicate instructions to the computer and for the computer to communicate findings back to the user.

Ground Control: Ground control refers to points on the surface of the earth with known coordinates as represented by some geographic grid reference system.

Indexing: Indexing refers to logically ordering information components by the values present in a key field.

Inset Map: An inset map is a more detailed (larger scale) representation of a specific area on a map usually placed in an uncluttered portion of the same sheet as the smaller scale main map.

Interface:

- 1) Surface forming a common boundary between adjacent regions, bodies, substances, or phases.
- 2) Junction between two or more components of an information system. Typically, the link between the spatial database and non-graphic (DBMS) databases.
- 3) Point of interaction or communication between a computer and any other entity, such as a printer or human operator.

Labels: Labels are text posted on a map near a spatial feature. The source of the text typically is either a linked database record or a text element created by at the location by the cartographer.

Layer: This term refers to a logical grouping of map features to be viewed individually or in combination.

Legend: A legend is an explanation of the symbols, codes, names given variables and other information appearing on a map drawing or chart.

Lookup Table:

- Database table that assigns display parameters to each value in a field to generate thematic maps.
- A list of values that are correlated to a range of other values.
- A file that correlates a user defined ID number permanently assigned to a spatial feature with machine-readable ID number that is subject to occasional change.

Mainframe: Central Processing Unit (CPU), main memory, and control units of a computer typically housed in one large cabinet or in a number of smaller ones grouped together.

Map: A map is a representation, usually on a flat (planar) surface, of a region of the earth or heavens. Within a spatial database, an assembly of digital spatial features that represent a set of real-world features and the geographic relationships between them. This

representation may exist digitally, manually (i.e. on paper), or in the human mind.

Metadata: This term refers to data about data. This information typically includes such information as the data's source, accuracy, data type, projection, date of origination and other general descriptions.

Network Analysis: Specialized queries that reference connected linear and node features.

- Typical analytical transactions within Transportation Networks: Modifying direction and/or impedance along links and through intersections. Identifying the optimal path as measured between two or more points according to a selected terms of measurement. Highlighting all components (nodes and links) of the optimal path, referred to as "routing."
- Typical analytical transactions within Utility Networks: Modifying direction and ON/OFF position settings of links relative to nodes. Isolating all network nodes and links both physically and logically connected to a selected test point. Highlighting all logically connected network features, referred to as "Network Tracing". Attribute records linked to highlighted features can be subsequently isolated to perform design analysis.
- Two types of utility networks: Pressure Networks. Typical transactions include resetting valves to redirect service operations or reset switches to reconfigure circuits. Typically applies to water, gas,

steam, electric and telephone systems. Gravity Networks. Typical transactions include isolating all nodes and links upstream or downstream from a test point. Can include isolating a portion of the network by changing position settings of links relative to their upstream or downstream nodes to OFF. Typically applies to sewer, storm, telephone, and sometimes electric utilities.

- Typical analysis performed using records linked to highlighted features in a route or trace include load loss, traffic demand and capacity, pressure loss, maximum flow, gradient, asset management and other engineering analysis.

Network Routing: In transportation networks, this refers to highlighting all node and link features along the optimal path between a starting point and one or more destinations, either in terms of least distance, travel time, or other prescribed performance criteria. See Network Analysis.

Network Tracing: In utility networks, this refers to highlighting all node and link features within a gravity or pressure network that are both physically and logically connected to a test point within the network according to a specified set of rules.

Non-Graphic Database (also Non-Spatial): This phrase refers to a set of tabular data records, each record containing multiple data fields. In the context of spatial databases, one of these fields is the Unique ID Number of a corresponding map feature.

On-The-Fly: This term refers to temporary performance or activity when needed. It also refers to an instruction that is transparently invoked by the user according to conditions encountered during a transaction.

Orthophoto: This term, refers to an aerial photograph that has had distortions due to elevation changes, variation in the distance from the camera to the ground at different locations, and aircraft movement removed.

Overlay: An overlay is something that is laid over or covers something else.

- 1) In a manual graphic information system, a transparent sheet containing graphic information, such as labels, symbols or colored areas, defined in a manner to expedite being viewed and interpreted in conjunction with other data overlays with a common coordinate system.
- 2) In an automated spatial information system, same as a manual system except that all overlays are in a digital format for viewing and interpretation on a CRT screen. Each overlay defines a specific aspect of the spatial database.
- 3) Typical overlays could include land use, soils, watershed boundaries or drainage system overlays, each of which is a single or set of multiple layers within the spatial information system

- 4) Also refers to the intersection of two polygon layers to make a third composite overlay (i.e. soils overlaid with land use to define runoff conditions). See Intersection.

Overshoot: Situation where a digital line extends past the intended boundary line. This extension past the intended juncture point is called a dangle.

Pan: This term is usually used in the phrase “pan and zoom” and refers to elements of a computer interface that enable use of a mouse cursor on a computer screen to “click and drag” your viewing area so that an adjacent area is displayed.

Parcel: A portion of the earth defined by a boundary inside of which certain assigned rights apply regarding occupancy and/or use of land, air or water apply.

Photogrammetry: This term is used in surveying and mapping, and refers to the science, art and technology of obtaining reliable measurements and maps from photographs. This is also, the means for measuring or plotting planimetric, topographic, and other features of the earth through the use of aerial photographs and ground control.

Pixel: This acronym stands for Picture Element, the smallest non-divisible image-forming unit of a plot or video display. Each cell can have assigned attributes, in addition to color. In raster processing, pixels refer to a single cell within a matrix of grid cells. See Image.

Planimetric Map: Horizontal depiction of map features on a two-dimensional plane without any reference to contours or topographic relief.

Point: A point is a single X,Y (optionally Z) location in space. It is a dimensionless geometric feature having no other spatial properties except location.

Polygon:

- Closed plane figure bounded by three or more line segments with a nonzero area. Alternatively, a polygon is a multisided feature that represents an area on a map.
- A type spatial query wherein the spatial selection area is a polygon shape rather than a square, rectangle, or circle.

Precision: In general, precision refers to how close a measured value matches another measured value.

Query: A logical search specification finding spatial features with linked records that contain matching geographic and/or non-graphic attributes.

Raster:

- Images containing individual dots with color values, called cells (or pixels), arranged in a rectangular, evenly spaced array. Aerial photographs and satellite images are examples of raster images used in mapping. When maps or other documents are scanned, the result is also a raster.

- Method for storing spatial data that involves assigning a value to each dot in a large matrix. This method is very useful for modeling continuous phenomena like elevation or temperature.

Record:

- An assemblage of textual data within a DBMS table and/or drawn statement as a means of preserving knowledge.
- Collected and preserved data describing a particular subject.
- A row in a database table. In a spatial database, each graphic feature may be linked to one or more records in one or more tables.
- A collection of fields or other sub-portion of computer file treated as a data unit.

Rectification: Rectification is a set of techniques for removing data errors through calculation or adjustment. In image processing, computer programs that remove distortion within a digital image, aerial photography or remotely sensed data by removing parallax errors due to relief (high ground being closer to the camera than low lying areas), camera tilt, corner and other distortions.

Relate: Relate means to establish or demonstrate a connection between two or more things. In spatial analysis, establishing a temporary connection between records in two different tables using an item common to both.

Relational Database: This phrase refers to an information storage system in which there is an association between two or more things

organized according to relationships between data items. A relational database is a collection of tables that are logically associated to each other by shared common attributes. Entering the table name, attribute name, and the value of the primary key, any data element or set of elements can be retrieved. A relational database consists of table rows and columns. Also see DBMS.

Remote Sensing: Using a recording device not in physical contact with the surface being analyzed including:

- Using sensors sensitive to various bands of the electromagnetic spectrum.
- Assessing its spectral image without having the sensor in direct contact with the surface.
- Interpreting environmental conditions at, below and above the surface of the earth, typically by processing images from an, satellite imaging, or radar.

Resolution: Fineness of detail that can be distinguished in an image, as on a video display terminal.

- "Display Resolution" The density of the pixels that compose an image (See Pixels). The greater the number of pixels per square inch of screen, the greater the resolution. In print, resolution is measured in dots per inch (dpi).
- "Spatial Resolution" The smallest possible map feature that can be accurately displayed at a specified map scale.

Scale: Relationship between the dimensions of a feature on a map and the geographic features they represent on the earth.

Spatial analysis:

- Methods used to explore the spatial relationships between features both real and theoretical.
- Process of extracting or creating new information about a set of geographic features; techniques to determine the distribution of a spatial feature(s); and the relationships between two or more features, the location of, proximity to, and orientation of these features in space.
- Study of the locations and shapes of geographic features and the relationships between them.

Spatial Data: One of the three kinds of Data (spatial, textural and image). Spatial data is categorized according to the following feature types: points, lines and polygons

Spatial Query: Function that allows a user to find, display, and/or isolate attributes records linked to map features located within a defined area of interest – window, circle, polygon or trace. Also see “query”.

SQL: Acronym for Structured Query Language, a computer industry-standard syntax language for querying and manipulating most relational database management systems (RDBMS).

State Plane Coordinate System: System of X,Y coordinates defined by the USGS for each state. Locations are based on the distance from an origin point defined for each state.

Thematic Map: A thematic map is a representation of an area portraying how one or more real features or theoretical concepts are distributed.

Tolerance: Tolerance refers to a leeway for variation from a standard. It is also the permissible deviation from a specified value of a structural dimension, often expressed as a percent. Tolerance is a parameter for defining a limiting distance for an operation.

Topographic Feature: Spatial representation of the surface features of a place or region on a map, indicating their relative positions and elevations.

Topology: Relationships between spatial features including such things as continuity, nearness, inside vs. outside, etc. Set of defined relationships between links, nodes, and centroids.

- 1) Polygon Topology – representation of areas and area relationships using links and enclosed areas.
- 2) Network Topology – representation of a linear network by links and nodes.

Transportation Network: System of interconnecting nodes and links that represent intersections of roadways, railroads, transit lines, or other forms of transportation systems.

Undershoot: Situation where a digital line does not meet up with its intended boundary line. The space between the two is called a gap.

Union: A set, every member of which is an element of one or another of two or more given sets. The combination of two spatial data sets where the result includes all of the features of the two inputs.

Vector: Method for storing spatial data involving assigning coordinates for each entity.

- 1) Mathematical object with precise direction and length but without specific location. Vector data is stored as XYZ coordinates that describe points, symbols, lines, areas, and volumes.
- 2) Method for storing spatial data involving assigning coordinates for each entity; an X,Y,Z for a point, a pair of such points for a line, a series of such lines for a polygon, the method is very useful for modeling discrete physical features.
- 3) Quantity, such as velocity, completely specified by a magnitude and a direction.

Viewer: A read-only stand-alone software system that supports the display, manipulation, and query of spatial databases. Commercial products that enable users reference and analyzed spatial databases prepared by a full function read-write product within the same product line. A viewer typically has a user interface simpler than full function products; it supports a rich command set but less than that available in the full function product.

Zoom: Computer screen function to enlarge (zoom in) or decrease (zoom out) proportionately the size of the display features shown on the computer screen by rescaling the image.





قائمة المصطلحات الشائعة في نظم المعلومات الجغرافية

المصطلح باللغة الإنكليزية	الترجمة إلى اللغة العربية
AAT (Arc Attribute Table)	جدول مواصفات القوس
ACCESSIBILITY	قابلية الوصول
ADDRESS MATCHING	مطابقة العنوان
AERIAL PHOTOGRAPHY	التصوير الجوي
ANALYSIS	تحليل
ANNOTATION	حاشية
ARC	قوس
ARC-NODE TOPOLOGY	طوبولوجيا قوس - عقدة
ATTRACTIVENESS	جاذبية
ATTRIBUTE	معلومات وصفية
ATTRIBUTE TABLE	جدول المعلومات الوصفية
AZIMUTH	سمت
AZIMUTHAL PROJECTION	إسقاط سمتي (مستوي)
BAND	نطاق
BAND SEPARATE	النطاق المنفصل
BASE MAP	الخارطة الأساس
BUFFER	نطاق مغلف - حرم
CENTER	مركز

CENTRAL MERIDIAN	خط طول رئيسي (مركزي)
CENTROID	مركز متوسط
CLIP	اقتطاع - قص
COGO	الهندسة الإحداثية
CONFLATION	قراءة مركبة
CONFORMAL PROJECTION	إسقاط مطابق
CONIC PROJECTION	إسقاط مخروطي
CONNECTIVITY	اتصالية
CONTIGUITY	تجاور
CONTINUOUS DATA	بيانات مستمرة
COORDINATE GEOMETRY	الهندسة الإحداثية
COVERAGE	تغطية (مخطط - طبقة رقمية)
CYLINDRICAL PROJECTION	إسقاط أسطواني
DANGLING ARC	قوس متدل
DANGLING NODE	عقدة متدلّية
DATA	بيانات
DATABASE	قاعدة بيانات
DATABASE MANAGEMENT SYSTEM (DBMS)	نظام إدارة قاعدة البيانات
DATUM	بيان (مرجع)
DESCRIPTIVE DATA	بيانات وصفية
DESTINATION	منتهى - مقصد - هدف
DIGITIZING	رقمنة
DISCRETE DATA	بيانات مقطعة

DISSOLVE	تبديد (حذف الخطوط الفاصلة بين مضلعات متجاورة لها نفس الصفة)
DOUBLE PRECISION	دقة مضاعفة
DYNAMIC SEGMENTATION	التقطيع الديناميكي
EDGE MATCHING	مطابقة الحواف
EQUATOR	خط الاستواء
EVENT	حدث
EVENT SOURCE	مصدر حدث
FEATURE	معلم - ظاهرة - سمة
FEATURE CLASS	فئة معلم - فئة ظواهر - صف سمات
FIELD	حقل (عمود في جدول قاعدة البيانات)
GENERALIZATION	تعميم
GEOCODE	تشفير جغرافي
GEOGRAPHIC DATA	بيانات جغرافية
GEOGRAPHIC FEATURE	معلم جغرافي - ظاهرة جغرافية
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)	نظام معلومات جغرافي
GEOMATICS , Geo-Informatics	تقنية نظم المعلومات الجغرافية
GEOREFERENCE	إسناد جغرافي
GEOWORKSPACE	حيز العمل
GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)	نظام تحديد المواقع العالمي
GRID	شبكة
GRID CELL	خلية شبكة

IMAGE	صورة (التصوير الجوي والفضائي)
IMAGERY	علم الصور الجوية والفضائية
JOIN	ضمّ
LABEL POINT	نقطة وسم - نقطة تعريف
LANDSAT	لاندسات - مجموعة أقمار صناعية
LATITUDE	خط عرض
LATITUDE-LONGITUDE	عرض - طول
LAYER	شريحة - طبقة رقمية
LEGEND	مفتاح خريطة - قائمة مصطلحات
LINE	خط
LINE OF LATITUDE	خط عرض
LINE OF LONGITUDE	خط طول
LINEAR FEATURE	معلم خطي - ظاهرة خطية
LINK	وصلة
LONGITUDE	خط طول
MAP	خريطة
MAP PROJECTION	إسقاط الخريطة
MAP SCALE	مقياس الخريطة
MERIDIAN	خط الزوال - خط الطول الرئيسي
NAT (Node Attribute Table)	جدول مواصفات العقدة
NETWORK	شبكة
NODE	عقدة
ORIGIN	مبدأ - منبع
ORTHOMORPHIC PROJECTION	إسقاط الشكل الصحيح
OVERLAY	تراكب - مطابقة

OVERSHOOT	تجاوز
PAN	تجوال
PARALLEL	مواز
PAT (Point, Polygon Attribute Table)	جدول مواصفات النقطة أو المضلع
PATH	مسار
PATHFINDING	إيجاد المسار
PLANAR PROJECTION	إسقاط مستو
POINT	نقطة
POINT EVENT	حدث نقطة
POLYGON	مضلع
POLYGON OVERLAY	تراكب مضلع - مطابقة المضلع
POLYGON-ARC TOPOLOGY	طوبولوجيا مضلع - قوس
PRECISION	دقة
PRIME MERIDIAN	خط الزوال الرئيس (خط الطول الرئيس)
PROJECTION	إسقاط
PSEUDO NODE	عقدة كاذبة
QUERY	استعلام
RASTER	شبكة - نموذج بيانات خلوية (صورة)
ROW	صف - سطر - سجل
RUBBER SHEETING	الصفحة المطاطية
SATELLITE IMAGE	صورة قمر اصطناعي
SCALE	مقياس الرسم
SCANNING	مسح إلكتروني - مسح ضوئي

SERVER	خادم، مُخدّم
SINGLE PRECISION	دقة مفردة
SPATIAL ANALYSIS	تحليل مكاني
SPATIAL DATA	بيانات مكانية
SPATIAL INDEXING	فهرسة مكانية
SQL (Structured Query Language)	لغة الاستعلام المبنية
SYMBOLS	رموز
TABLE	جدول
TAT (Text Attribute Table)	جدول مواصفات النص
THEME – Layer	موضوع – طبقة رقمية
TIC	نقاط تحكم (استناد) جغرافية
TOPOLOGICAL OVERLAY	تراكب طوبولوجي – مطابقة طوبولوجية
TOPOLOGY	طوبولوجيا
TRACING	اقتفاء – تتبع المعالم الجغرافية
TRANSFORMATION	تحويل
UNDERSHOOT	قصور
VAT (Value Attribute Table)	جدول مواصفات القيمة
VECTOR	متجه – خطي – شعاعي
VERTEX	ذروة – نقطة انعطاف
WAREHOUSE	مستودع – حيز تخزين البيانات
ZENITHAL PROJECTION	إسقاط سمتي
ZOOM	تقريب/تباعد – تكبير /تصغير

المراجع

References

• قائمة المراجع باللغة العربية

- (١) الغامدي، علي بن معاضه (٢٠٠٦). خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة. مجلة مركز البحوث بكلية الآداب العدد ١١٤، جامعة الملك سعود.
- (٢) القرني، عبد الله بن محمد بن عبد الله (٢٠٠٦). نظم المعلومات الجغرافية، المبادئ الأساسية والمفاهيم التشغيلية، مواصفات ومقاييس وتصميم وتحليل مكاني، جامعة الملك سعود – كلية الهندسة.
- (٣) عزيز، محمد الخزامي (١٩٩٨). نظم المعلومات الجغرافية، أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف بالإسكندرية.
- (٤) محمد، وسام الدين (٢٠٠٨). أساسيات نظم المعلومات الجغرافية، (إنترنت).

• قائمة المراجع باللغة الإنكليزية:

- 1) Alias Abdul-Rahman, Morakot Pilouk, (2008). Spatial Data Modelling for 3D GIS, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- 2) Aziz, M. (1992). Dictionary of GIS Terms, Dar El- Haqiqa for International Communication, Dar Elsalam, Cairo.
- 3) Bob Booth (2000). Using ArcGIS 3D Analyst, GIS by ESRI, United States of America.
- 4) Burrough P A (1986). Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment . Clarendon, Oxford.

- 5) Colwell, Robert N., ed. (1983). Manuel of Remote Sensing. Falls Church, Virginia, American society of photogrammetry.
- 6) David J. Buckley (1997). Introduction to GIS, Fort Collins, Colorado.
- 7) DAVID M. THEOBALD (2001). Topology revisited: representing spatial relations, int. j. geographical information science, 2001, vol. 15, no. 8, 689± 705. Colorado State University, USA.
- 8) DeMers M N (1997). Fundamentals of Geographic Information Systems. New York: J, Wiley & Sons.
- 9) Dueker K J (1979). Land resource information systems: a review of fifteen years experience. Geo-Processing 1: 28–105.
- 10) Elliott, D., (1996). "Understanding GPS: Principles & Applications". Artech House, Boston, USA.
- 11) Francis Harvey, (2008). A primer of GIS, fundamental geographic and cartographic concepts, the Guilford Press, New York, London.
- 12) Jill McCoy and Kevin Johnston (2001). Using ArcGIS Spatial Analyst, GIS by ESRI, United States of America
- 13) John Wiley and Sons, Inc (2003). Database Design and Development: An Essential Guide for IT Professionals by Paulraj Ponniah (Internet)
- 14) Keenan, Peter. (2005). "Concepts and Theories of GIS in Business." Dept of Management Information Systems, University College Dublin, Ireland.

- 15) Leick, A., (1995). "GPS Satellite Surveying". 2nd. Ed., Wiley, Chichester, England.
- 16) Mary E. Reece (2000). Global Positioning System, New Mexico Institute of Mining and Technology.
- 17) Max J. Egenhofer and Andrew V. Frank, (1992). Object-Oriented Modeling for GIS, URISA Jornal 4(2): 3-19.
- 18) McDonnell, R., and Kemp, K. K., (1995). International GIS Dictionary (New York: GeoInformation International).
- 19) Muller J C (1991). Generalization of spatial databases, In: D MAGUIRE et. Al (ed.) Longman, London, Vol. 1 pp. 457-475.
- 20) Rao, B.R. (1994). Object-oriented Databases: Technology, Applications, and Products. McGraw-Hill, Inc., New York.
- 21) Rigaux, P., & M. Scholl, et al. (2002). Introduction to Spatial Databases: Applications to GIS. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- 22) Selena Sol (1998). Introduction to Databases for the Web: Pt. 1
- 23) Shahab Fazal (2008). GIS Basics, Department of Geography, Aligarh Muslim University, Aligarh.
- 24) Tomlinson, R (1990). Geographic Information Systems – a new frontier. In Marble, D. F., & Peuquet, D. J. (Eds) Introductory Readings in Geographical Information Systems. Taylor & Francis, London.
- 25) Worboys, M. F (1995). Geographic Information Systems: A Computing Perspective. Taylor & Francis., London.

• بعض الدوريات والملفات الإلكترونية المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية:

- ArcGIS Desktop Help. Copyright © 1995–2010, Environmental Systems Research Institute, Inc., ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373–8100, USA.
- What are map projections. Copyright © 1995–2010, Environmental Systems Research Institute, Inc., ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373–8100, USA.
- ERDAS Field Guide™, Copyright © 2010 ERDAS, Inc., Printed in the United States of America.
- Geo Info System, Copyright © Environmental Systems Research Institute, Inc., ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373–8100, USA.
- Geographical Analysis, Copyright © 1999–2013 John Wiley & Sons, Inc. All Rights Reserved, Andrew Barker, Head of Library Academic Services, University of East Anglia, UK.
- Geographical and Environmental Modeling, © 2011 Taylor & Francis Group, an Informa business, © Informa UK Limited, an Informa Group Company, UK.
- GeoInformatica, An International Journal on Advances of Computer Science for Geographic Information Systems, Editor-in-Chief: Shashi Shekhar; Elisa Bertino, © Springer is part of Springer Science+Business Media, New York.

- Geoscience & Remote Sensing, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Department of Technology of Computers and Communications, Escuela Politecnica de Caceres, University of Extremadura, Avenida de la , Universidad s/n, E-10003 Caceres, SPAIN.
- International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Copyright © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved. Editor-in-Chief: F. van der Meer Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), University of Twente, Enschede, Netherlands.
- International Journal of Geographical Information Science, © 2011 Taylor & Francis Group, an Informa business, © Informa UK Limited, an Informa Group Company, UK.
- International Journal of Remote Sensing© 2011 Taylor & Francis Group, an Informa business, © Informa UK Limited, an Informa Group Company, UK.
- Journal of Geographical Systems, © Springer is part of Springer Science+Business Media, New York
- Journal of the American Geographical and Statistical Society, ©2000–2013 ITHAKA. All Rights Reserved. JSTOR®, the JSTOR logo, and ITHAKA® are registered trademarks of ITHAKA.
- PHOTOGRAMMETRY SURVEYS •© 2006 California Department of Transportation CALTRANS • SURVEYS MANUAL.

• بعض مواقع الإنترنت المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية:

- <http://www.esri.com/>
- www.bentley.com
- http://communities.bentley.com/products/geospatial/desktop/w/geospatial_desktop_wiki/2404.aspx
- <http://www.earth.google.com>
- <http://geospatial.intergraph.com/products/GeoMedia/Details.aspx>
- <http://canadiangis.com/>
- <http://usgeomatics.com/>
- <http://geospatial.intergraph.com/products/ERDASIMAGINE/ERDASIMAGINE/Details.aspx>
- http://www.rockware.com/product/overview.php?id=274&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=mapinfo
- <http://www.bouldercounty.org/env/water/pages/stormwater.aspx>
- http://www.mass.gov/mgis/GIS_Glossary.pdf 18
- <http://www.urisa.org/>
- <http://health.mo.gov/data/gis/pdf/GISGlossary.pdf>
- <http://www.satimagingcorp.com/contact.html>

ويوجد العديد من مواقع الإنترنت الأخرى يُمكن الوصول إليها بسهولة عن طريق محركات البحث المعروفة.

اللجنة العلمية:

أ.م.د. سليم حميد	جامعة دمشق
أ.م.د. سعود المحمد	جامعة دمشق
د. رباح أبو رباح	جامعة تشرين

المدقق اللغوي:

د. منى حمد	جامعة دمشق
------------	------------

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية.



منشورات جامعة دمشق
كلية العلوم



جامعة دمشق
١٤٣٣ - ١٤٣٤ هـ
٢٠١٢ - ٢٠١٣ م

قائمة الأشكال

الصفحة	رقم الشكل والموضوع
٩	الشكل (١-١): مفهوم تنظيم المعالم الجغرافية بطبقات رقمية أو شرائح Layers، (ArcGIS10).
٩	الشكل (١-٢): المركبات الأساسية لنظام المعلومات الجغرافية.
٩	الشكل (٢-٢): معالم (ظواهر) الخريطة Map Features.
١٠	الشكل (٣-٢): تمثيل المعالم الجغرافية بالصيغة الخطية (Vector Data).
١٠	الشكل (٤-٢): مثال ١- أثر اختيار مقياس الرسم الصغير نسبياً على تمثيل المعالم الجغرافية.
١٠	الشكل (٥-٢): مثال ٢- أثر اختيار مقياس الرسم الكبير نسبياً على تمثيل المعالم الجغرافية.
١٠	الشكل (٦-٢): تمثيل البيانات الشبكية (Raster data) بتدرجات اللون الرمادي.
١١	الشكل (٧-٢): تمثيل البيانات الشبكية (Raster data) بتدرجات اللون الحقيقي.
١١	الشكل (٨-٢): أثر أبعاد الخلايا على دقة المعلومات الشبكية.
١١	الشكل (٩-٢): أثر مقياس الرسم وأبعاد الخلايا على دقة الصور الفضائية.
١٢	الشكل (١٠-٢): مخطط توضيحي لتجهيزات الحاسب المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية.
١٢	الشكل (١١-٢): مخطط توضيحي لمكونات طاولة الترقيم (Digitizer).
١٢	الشكل (١٢-٢): تثبيت الخارطة على طاولة الترقيم.
١٣	الشكل (١٣-٢): بعض أنواع جهاز المساح (Scanner) ..
١٣	الشكل (١-٣): مثال على موقع نقطة في نظام الإحداثيات الجغرافي (خطوط الطول والعرض).
١٣	الشكل (٢-٣): مثال على موقع نقطة في نظام الإحداثيات المستوية.
١٤	الشكل (٣-٣): مكونات المعلومات الجغرافية.
١٤	الشكل (٤-٣): الربط بين المعالم الجغرافية ومعلوماتها الوصفية.
١٤	الشكل (٥-٣): بعض مركبات الربط الهندسي للظواهر الجغرافية.
١٤	الشكل (٦-٣): بعض عناصر الربط الهندسي في تمثيل الظواهر الجغرافية الخطية.
١٥	الشكل (٧-٣): العلاقات الطوبولوجية.
١٥	الشكل (٨-٣): طوبولوجيا خط - عقدة (ArcGIS).
١٥	الشكل (٩-٣): طوبولوجيا الجوار (ArcGIS).
١٥	الشكل (١٠-٣): طوبولوجيا مضلع - خط (ArcGIS).
١٦	الشكل (١١-٣): العلاقات الاتجاهية.
١٦	الشكل (١٢-٣): القياسات والأبعاد بالمعلومات المكانية الشبكية.

١٦	الشكل (٣-١٣): مثال على نظم المعلومات الجغرافية التي تعتمد البيانات الشبكية. (ERDAS)
١٧	الشكل (٣-١٤): مثال على نظم المعلومات الجغرافية التي تعتمد البيانات الخطية (ArcMap).
١٧	الشكل (٣-١٥): مخطط مبسط لقواعد بيانات جغرافية موزعة.
١٧	الشكل (٣-١٦): نظم المعلومات الجغرافية النقلة (المحمولة) - مثال: ArcPad.
١٨	الشكل (٤-١): رسم تخطيطي للنموذج الهرمي لقاعدة البيانات.
١٨	الشكل (٤-٢): رسم تخطيطي للنموذج الشبكي لقاعدة البيانات.
١٨	الشكل (٤-٣): مثال على بعض عناصر قاعدة البيانات العلائقية.
١٩	الشكل (٤-٤): مثال على الربط بين جدولين من خلال حقل مشترك في قاعدة البيانات العلائقية.
١٩	الشكل (٤-٥): عناصر الجدول في قاعدة البيانات العلائقية.
١٩	الشكل (٤-٦): بعض الرموز المستخدمة في رسم علاقات الظواهر الجغرافية في قاعدة البيانات.
٢٠	الشكل (٤-٧): مثال: مخطط علاقات الظواهر لحوض مائي مع مجموعة آبار تغذي مجموعة قرى.
٢٠	الشكل (٤-٨): طبقة رقمية تمثل الأحياء السكنية (شكل افتراضي).
٢١	الشكل (٤-٩): تمثيل علاقة الربط واحد إلى واحد (1:1) حيث: A جدول المعلومات الوصفية للأحياء، B: بعض المعلومات الخاصة بنفس الأحياء، C: نتيجة عملية الربط بين A وB، D: نتيجة الاستفسار.
٢١	الشكل (٤-١٠): رسم تخطيطي لعلاقة واحد إلى مجموعة (1:m).
٢٢	الشكل (٤-١١): طبقة رقمية تمثل الأحياء السكنية في إحدى المدن ومراكز الهاتف في تلك الأحياء.
٢٢	الشكل (٤-١٢): تمثيل علاقة الربط واحد إلى مجموعة (1:m) بين جدول الأحياء السكنية وجدول مراكز الهاتف التابعة لها.
٢٣	الشكل (٤-١٣): طبقة الأحياء السكنية وطبقة تصنيف العقارات في المدينة.
٢٣	الشكل (٤-١٤): تمثيل علاقة الربط مجموعة إلى مجموعة (m:m) بين جدول الأحياء السكنية وجدول تصنيف العقارات.
٢٣	الشكل (٤-١٥): تقاطع (Intersect) بين طبقة الأحياء السكنية وطبقة تصنيف العقارات، ونتيجة التقاطع في الجدول المرافق.
٢٤	الشكل (٥-١): إدخال البيانات المكانية من مصادر مختلفة.
٢٤	الشكل (٥-٢): تخزين البيانات المكانية وفقاً للصيغة الخطية Vector formats.
٢٤	الشكل (٥-٣): تخزين البيانات المكانية وفقاً للصيغة الشبكية (الخلوية) Raster formats.

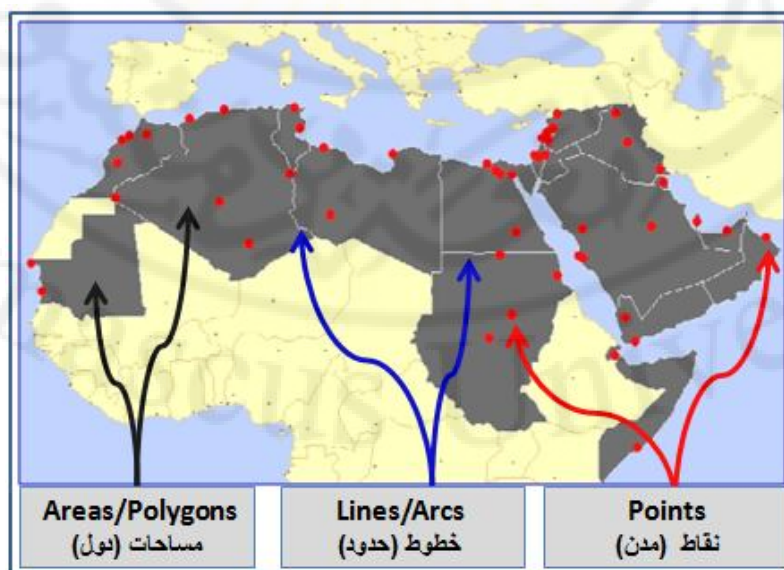
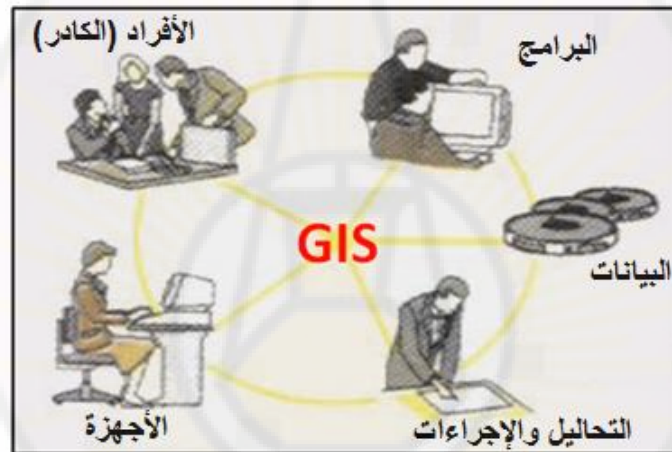
٢٤	الشكل (٥-٤): مثال لتخزين المعالم الجغرافية وفقاً للصيغة الخطية والشبكية.
٢٥	الشكل (٥-٥): مثال على عمليات الاستفسار باستخدام الأداة Identify.
٢٥	الشكل (٥-٦): مثال على عمليات الاستفسار متعدد الشروط.
٢٥	الشكل (٥-٧): تقاطع الظواهر الجغرافية ($\cap$) Intersection.
٢٦	الشكل (٥-٨): الظواهر التي تقع ضمن مسافة من (W) Are within a distance of.
٢٦	الشكل (٥-٩): الظواهر التي تحتوي على (CC) Completely contain.
٢٦	الشكل (٥-١٠): الظواهر المحتواة في (CW) Are completely within.
٢٧	الشكل (٥-١١): العناصر الرئيسية للخارطة.
٢٧	الشكل (٥-١٢): بعض أشكال سهم الشمال الجغرافي، (ArcGIS).
٢٧	الشكل (٥-١٣): بعض الرموز المستخدمة في إنتاج الخرائط، (ArcGIS).
٢٨	الشكل (٥-١٤): بعض أنواع الترميز والعنونة للظواهر الجغرافية.
٢٨	الشكل (٥-١٥): تأثير مقياس الرسم على تفاصيل الخارطة.
٢٨	الشكل (٥-١٦): بعض أشكال مقياس الرسم، (ArcGIS).
٢٩	الشكل (٥-١٧): إظهار وإخراج المعلومات الجغرافية.
٢٩	الشكل (٦-١): تحديد نقاط الاستناد (النقاط المرجعية).
٢٩	الشكل (٦-٢): اختيار عينة من النقاط على خط شديد التعرج أثناء الترقيم.
٣٠	الشكل (٦-٣): أساليب الترقيم Digitizing Types.
٣٠	الشكل (٦-٤): مخطط توضيحي لعملية التحويل Projection والإسقاط Transformation.
٣٠	الشكل (٦-٥): مثال على جداول بيانات نظام تحديد المواقع (GPS) من جهاز Garmin V.
٣١	الشكل (٦-٦): مثال على جداول الإحداثيات لتوليد الظواهر الجغرافية في ArcGIS.
٣١	الشكل (٦-٧): بعض خيارات تحويل المعلومات الجغرافية Data Conversion في ArcGIS.
٣٢	الشكل (٦-٨): تداخل المضلعات.
٣٢	الشكل (٦-٩): عدم إغلاق المضلعات.
٣٢	الشكل (٦-١٠): تكرار أرقام تعريف المضلع أو غيابها.
٣٢	الشكل (٦-١١): ضبط الحواف.
٣٢	الشكل (٦-١٢): الخطوط والعقد المتدلية.
٣٣	الشكل (٦-١٣): غياب عقد تقاطع الخطوط.
٣٣	الشكل (٦-١٤): زيادة أو نقص عدد نقاط الانعطاف.
٣٣	الشكل (٦-١٥): حد النقاط القوس.
٣٣	الشكل (٦-١٦): الخطوط والعقد المتدلية.
٣٤	الشكل (٦-١٧): حد الأخطاء العشوائية.

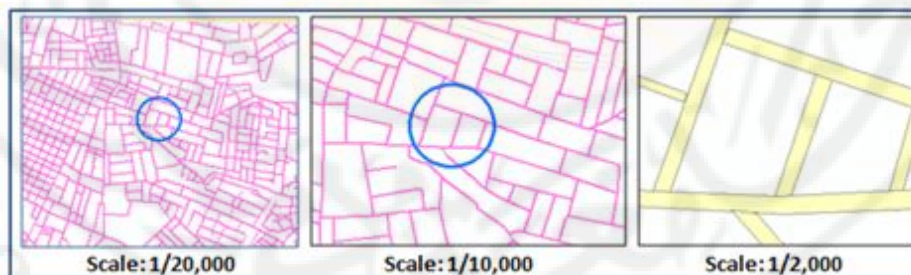
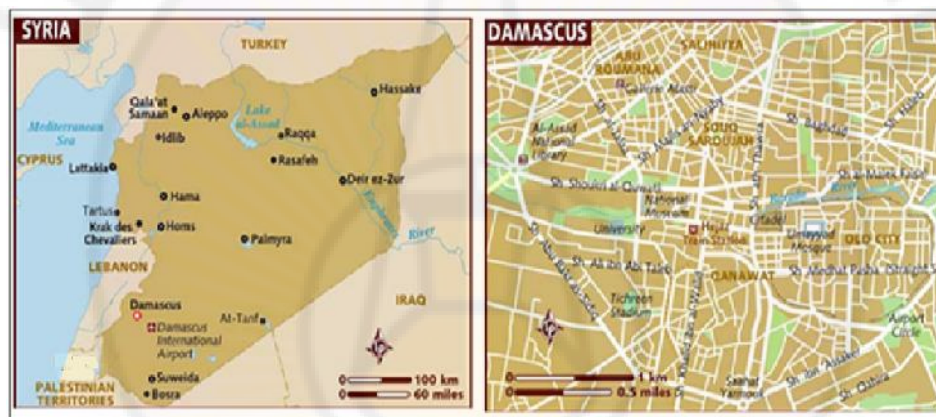
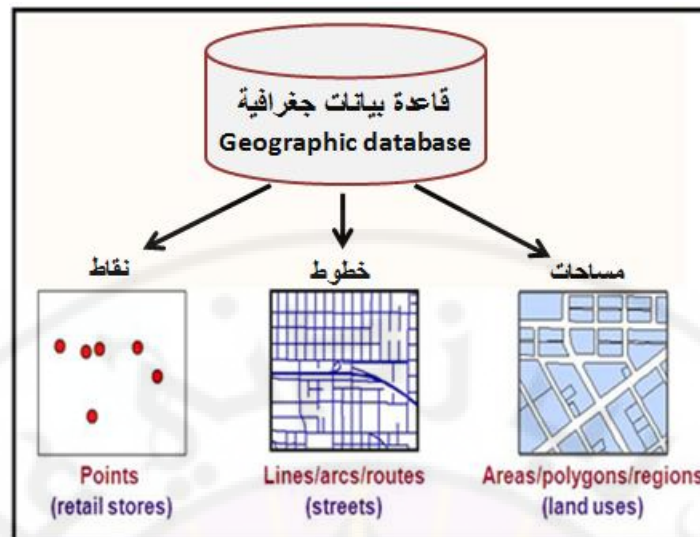
٣٤	الشكل (٦-١٨): حد التقاط العقد.
٣٤	الشكل (٦-١٩): حد المسافة الفاصلة بين نقاط الانعطاف.
٣٥	الشكل (٦-٢٠): حد مطابقة نقاط الاستناد.
٣٥	الشكل (٦-٢١): دمج وتقسيم الظواهر الجغرافية.
٣٥	الشكل (٦-٢٢): تحويل نقاط الانعطاف والعقد إلى معالم نقطية.
٣٦	الشكل (٦-٢٣): تحويل الظواهر الجغرافية إلى معالم نقطية.
٣٦	الشكل (٦-٢٤): تحويل الظواهر الجغرافية إلى معالم خطية.
٣٦	الشكل (٦-٢٥): تحويل الظواهر الجغرافية إلى معالم مساحية.
٣٧	الشكل (٧-١): بعض الإحصاءات في قاعدة المعلومات الجغرافية.
٣٧	الشكل (٧-٢): طبقتان رقميتان، الأولى (Layer_1) والثانية (Layer_2) وبياناتهما الوصفية.
٣٨	الشكل (٧-٣): عملية التقاطع Intersect.
٣٨	الشكل (٧-٤): عملية الاتحاد Union.
٣٨	الشكل (٧-٥): عملية التعيين Identity.
٣٨	الشكل (٧-٦): عملية المحو (الإزالة) Erase.
٣٩	الشكل (٧-٧): عملية الفرق التماثلي Symmetrical Difference.
٣٩	الشكل (٧-٨): عملية التحديث Update.
٣٩	الشكل (٧-٩): عملية الربط المكاني Spatial Join.
٣٩	الشكل (٧-١٠): عملية القص Clip.
٤٠	الشكل (٧-١١): عملية التقسيم Split.
٤٠	الشكل (٧-١٢): عملية الاختيار Select Feature.
٤٠	الشكل (٧-١٣): مثال على بعض عمليات المطابقة المكانية.
٤١	الشكل (٧-١٤): عملية توليد حرم الظاهرة الجغرافية Buffer Generation.
٤١	الشكل (٧-١٥): مثال على استخدام الوظيفة Buffer.
٤٢	الشكل (٧-١٦): عملية تحديد الجوار (القرب) Near.
٤٢	الشكل (٧-١٧): عملية تحديد المسافة Point Distance.
٤٢	الشكل (٧-١٨): مثال تخطيطي عن الشبكات الخطية.
٤٣	الشكل (٧-١٩): تحديد المسار الأفضل.
٤٣	الشكل (٧-٢٠): تحديد منطقة الخدمة (ArcGIS10).
٤٣	الشكل (٧-٢١): تحديد أقرب مركز خدمة (ArcGIS10).
٤٤	الشكل (٨-١): تمثيل الظواهر الجغرافية بصيغة بيانات Raster، نقاط (A)، خطوط (B)، مساحات (C).

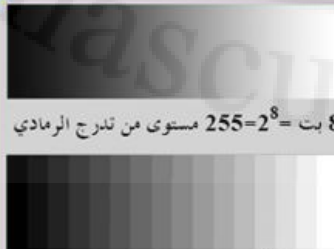
٤٤	الشكل (٢-٨): الجداول الوصفية للبيانات الشبكية Raster Attribute Data.
٤٤	الشكل (٣-٨): عملية الجمع Plus Operation.
٤٤	الشكل (٤-٨): العملية المنطقية "و" AND Operation.
٤٥	الشكل (٥-٨): عملية حساب جيب القيمة SIN Operation.
٤٥	الشكل (٦-٨): بعض الأشكال المستخدمة في تحاليل الجوار.
٤٥	الشكل (٧-٨): حساب المتوسط MEAN لثلاث طبقات وتخزينها في طبقة رابعة.
٤٥	الشكل (٨-٨): عملية الاستخلاص باستخدام القص Clip.
٤٦	الشكل (٩-٨): تحديد المسار الأفضل.
٤٦	الشكل (١٠-٨): تحديد المسار الأفضل باستخدام المسافة (A) أو حساب التكاليف (B) ومقارنة النتائج في (C).
٤٦	الشكل (١١-٨): تحليل الكثافة Density Analysis.
٤٧	الشكل (١٢-٨): استخدام نقاط الإحداثيات الثلاثية كمثل في توليد السطوح المختلفة والتحويل فيما بينها.
٤٧	الشكل (١٣-٨): منهجية استنتاج نموذج الارتفاعات الرقمي.
٤٧	الشكل (١٤-٨): جدول يحتوي على الإحداثيات الثلاثية وطبقة نقاط تمثل تلك الإحداثيات.
٤٨	الشكل (١٥-٨): سطح يُعبّر عن نموذج الارتفاعات الرقمي (A) و نقاط تمثل مراكز خلايا السطح (B).
٤٨	الشكل (١٦-٨): عناصر الشبكة المثلثية غير المنتظمة TIN.
٤٨	الشكل (١٧-٨): بنية الشبكة المثلثية غير المنتظمة TIN وبياناتها.
٤٨	الشكل (١٨-٨): شكل عام للسطح ثلاثي الأبعاد بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.
٤٩	الشكل (١٩-٨): سطح TIN ثنائي الأبعاد (A) وثلاثي الأبعاد (B).
٤٩	الشكل (٢٠-٨): سطح Raster ثنائي الأبعاد (A) وثلاثي الأبعاد (B).
٤٩	الشكل (٢١-٨): خطوط الكونتور.
٤٩	الشكل (٢٢-٨): طبقة ارتفاعات سطح الأرض (A) وظلال الأرض Hillshades (B).
٥٠	الشكل (٢٣-٨): طبقة الانحدار (الميل) Slope.
٥٠	الشكل (٢٤-٨): طبقة التوجيه (اتجاه الميل) Aspect.
٥٠	الشكل (٢٥-٨): خط الإبصار (A) ومجال الرؤية (B).
٥٠	الشكل (٢٦-٨): مبدأ القص والردم Fill & Cut.
٥١	الشكل (٢٧-٨): رسم تخطيطي لحوض الصرف.
٥١	الشكل (٢٨-٨): بيانات الارتفاعات الرقمية (A)، واتجاه الجريان (B) والكميات التراكمية للمياه (C).

٥١	الشكل (٨-٢٩): المسيلات الناتجة في السطح المدروس (A) والمسيلات بعد الرقمنة (B).
٥٢	الشكل (٨-٣٠): مراتب شبكة المسيلات المائية.
٥٢	الشكل (٨-٣١): حدود أحواض الصرف.
٥٢	الشكل (٩-١): مثال على جهاز المحطة الشاملة (Total station) المستخدم في المساحة الأرضية.
٥٣	الشكل (٩-٢): مثال على صورة جوية لقلعة الحصن - سوريا.
٥٣	الشكل (٩-٣) صورة فضائية لمرفأ بانباس السوري من (Google Earth 2013).
٥٣	الشكل (٩-٤): منظومة الأقمار الصناعية لنظام الـ GPS.
٥٤	الشكل (٩-٥): مواقع محطات التحكم والمراقبة لنظام الـ GPS.
٥٤	الشكل (٩-٦): بعض أنواع أجهزة استقبال الـ GPS.
٥٤	الشكل (٩-٧): شكل الإشارة الرقمية المرسل من القمر الصناعي ومبدأ حساب المسافة بين القمر ومستقبل نظام الـ GPS.
٥٤	الشكل (٩-٨): مبدأ عمل الـ GPS، قياس المسافة (A)، والتقاطع العكسي (B) والتصحيح النسبي (C).
٥٥	الشكل (٩-٩): تحديد موقع جهاز الاستقبال باستخدام قمر واحد وقمرين وثلاثة أقمار.
٥٥	الشكل (٩-١٠): استخدام الـ GPS كأداة لتجميع بيانات الـ GIS.
٥٥	الشكل (٩-١١): بعض الأنظمة المشابهة لنظام الـ GPS والفرق بينها.
٥٥	الشكل (١٠-١) خطوط الطول.
٥٦	الشكل (١٠-٢) خطوط (دوائر) العرض.
٥٦	الشكل (١٠-٣): نظام الإحداثيات الجغرافي (خطوط الطول والعرض).
٥٦	الشكل (١٠-٤): إسقاط الخرائط.
٥٧	الشكل (١٠-٥): قياس المسافة بنظام الإحداثيات المسقط.
٥٧	الشكل (١٠-٦): مبدأ الإسقاط.
٥٧	الشكل (١٠-٧): شكل سطح الأرض Spheroid, Ellipsoids & Geoid.
٥٨	الشكل (١٠-٨) مقارنة شكل سطح الأرض الحقيقي مع شكل سطح الأرض بالنظام NAD27.
٥٨	الشكل (١٠-٩): مقارنة شكل سطح الأرض الحقيقي مع شكل سطح الأرض بالنظام WGS84.
٥٨	الشكل (١٠-١٠): مقارنة خارطة العالم المسقطة بالنظام NAD27 والنظام WGS84.
٥٩	الشكل (١٠-١١): أنواع الإسقاط بالتوجيه العادي.
٥٩	الشكل (١٠-١٢): أنواع الإسقاط بالتوجيه المعترض.
٥٩	الشكل (١٠-١٣): أنواع الإسقاط بالتوجيه المائل.

٥٩	الشكل (١٠-١٤): موقع مصدر الإضاءة الافتراضي للحصول على أنواع أخرى للإسقاط.
٦٠	الشكل (١٠-١٥): مقدار التشوه بالإسقاط الأسطواني.
٦٠	الشكل (١٠-١٦): مقدار التشوه بالإسقاط المخروطي.
٦٠	الشكل (١٠-١٧): مقدار التشوه بالإسقاط السمطي.
٦١	الشكل (١٠-١٨): الإسقاط الأسطواني وإسقاط ميركاتور المعترض والمائل.
٦١	الشكل (١٠-١٩): نطاقات نظام ميركاتور العالمي
٦١	الشكل (١١-١): مخطط مبسط لفلسفة تصميم نظام المعلومات الجغرافي.
٦٢	الشكل (١١-٢): تصميم نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بالتجهيزات الحاسوبية والشبكية.
٦٢	الشكل (١١-٣): المخطط العام للخطوات التنفيذية لإنشاء نظام المعلومات الجغرافي.
٦٢	الشكل (١١-٤): مخطط مبسط لاتصال النظم المركزية.
٦٣	الشكل (١١-٥): مخطط مبسط لاتصال النظم الموزعة - استخدام قاعدة بيانات مكررة.
٦٣	الشكل (١١-٦): مخطط مبسط لاتصال النظم الموزعة - استخدام قاعدة بيانات مركزية وقواعد بيانات فرعية.
٦٤	الشكل (١١-٧): مخطط مبسط لاتصال النظم الموزعة باستخدام الشبكة العنكبوتية والشبكات المحلية.
٦٥	الشكل (١٢-١): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال العقارات والأماكن.
٦٥	الشكل (١٢-٢): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال الطرق والنقل والمرور.
٦٦	الشكل (١٢-٣): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال تصريف السيول.
٦٦	الشكل (١٢-٤): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال شبكات المياه.
٦٧	الشكل (١٢-٥): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال شبكات الكهرباء.
٦٧	الشكل (١٢-٦): بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال شبكات الهاتف.
٦٨	الشكل (١٢-٧): الخطوات العامة لإنتاج الخارطة الأساس للمدن.
٦٨	الشكل (١٢-٨): جمع المعلومات الجغرافية.
٦٩	الشكل (١٢-٩): توريد الصور الفضائية والرقمنة والتحويل لاستكمال المعالم الجغرافية.
٦٩	الشكل (١٢-١٠): إدخال البيانات المكانية.
٦٩	الشكل (١٢-١١): ربط المعلومات المكانية بالمعلومات الوصفية.
٧٠	الشكل (١٢-١٢): العنوان والترقيم والإنتاج الكارتوغرافي.
٧٠	الشكل (١٢-١٣): تطوير التطبيقات واستثمار المنتج.



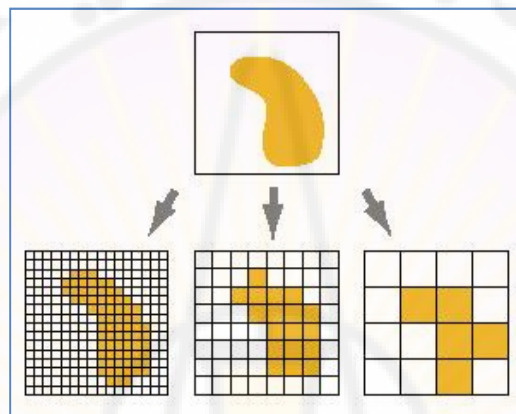
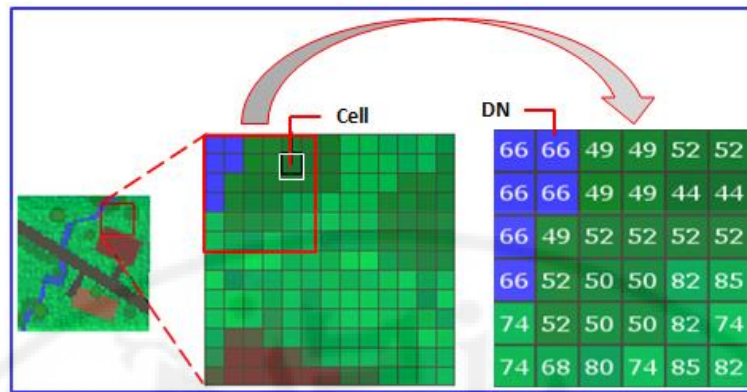




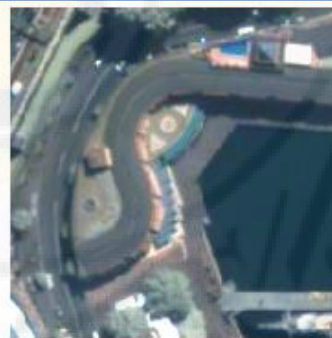
8 بت = $2^8 = 255$ مستوى من تدرج الرمادي

4 بت = $2^4 = 16$ مستوى من تدرج الرمادي

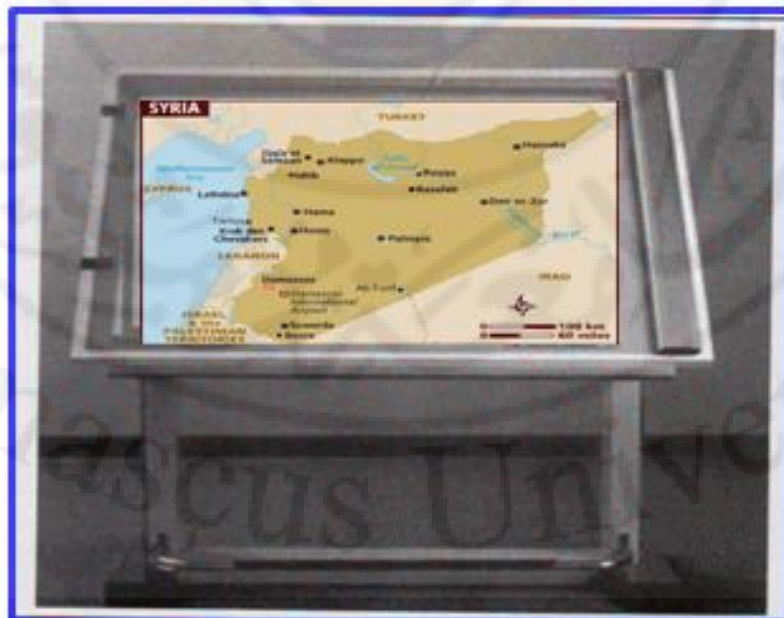
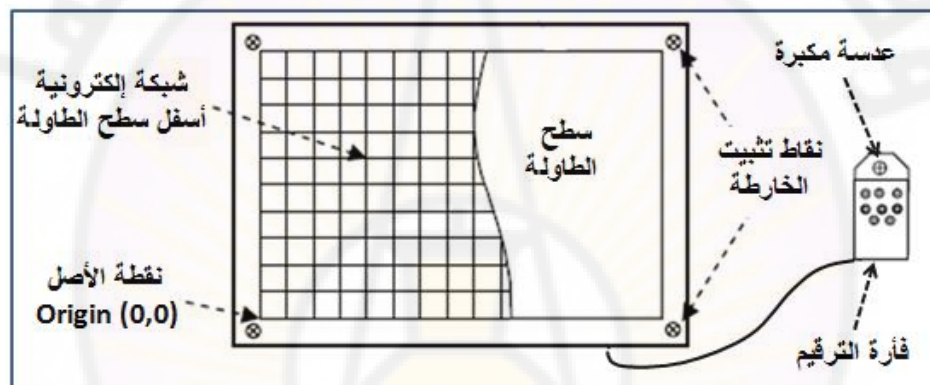
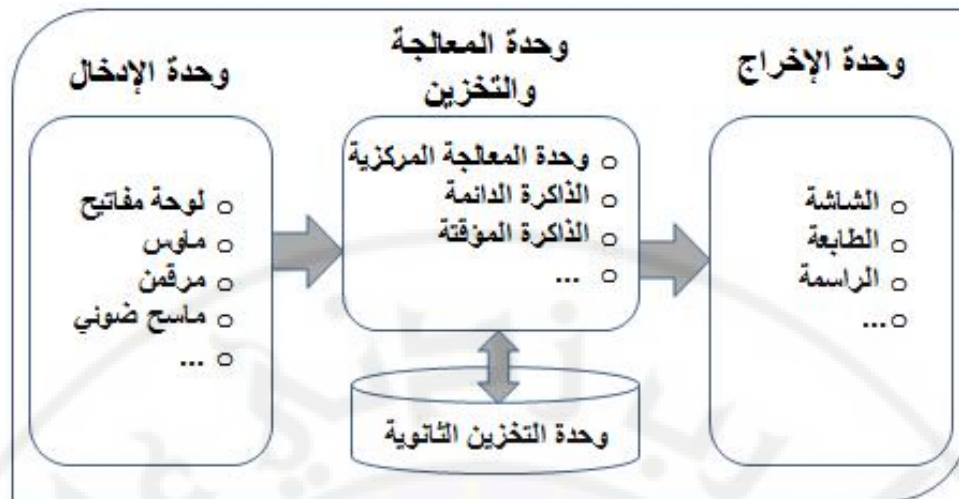
80	74	62	45	45	34	39	56
80	74	74	62	45	34	39	56
74	74	62	62	45	34	39	39
62	62	45	45	34	34	34	39
45	45	45	34	34	30	34	39



Scale 1:50,000
Cell size: 61 cm

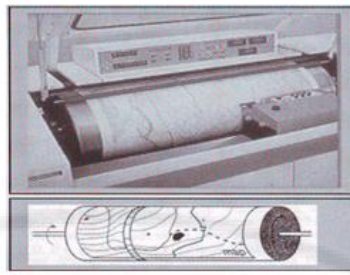


Scale 1:2,500
Cell size: 61 cm





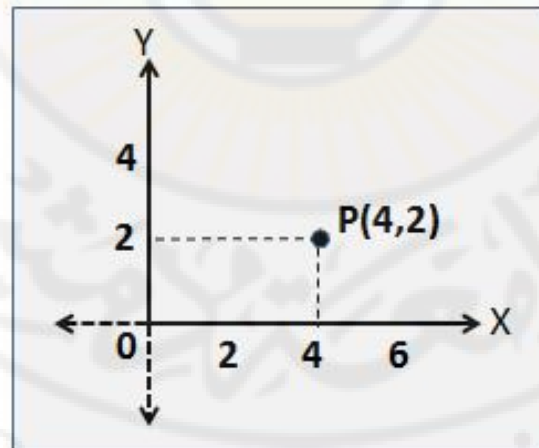
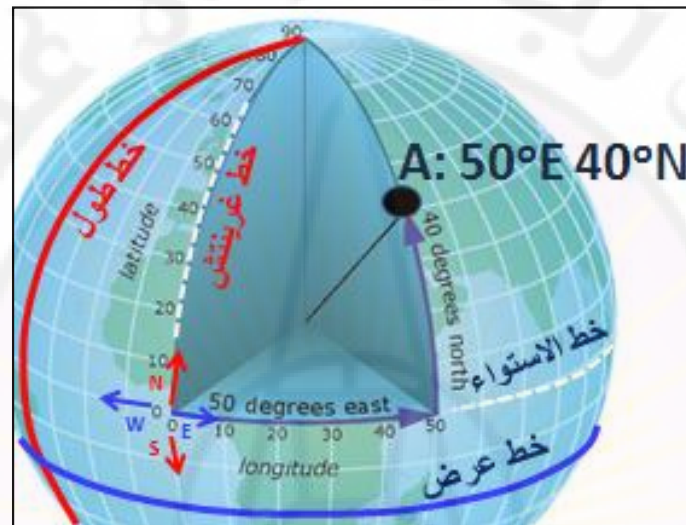
ماسحات خطية A0

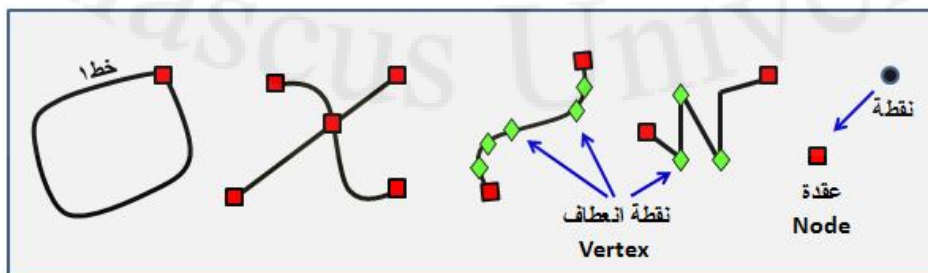
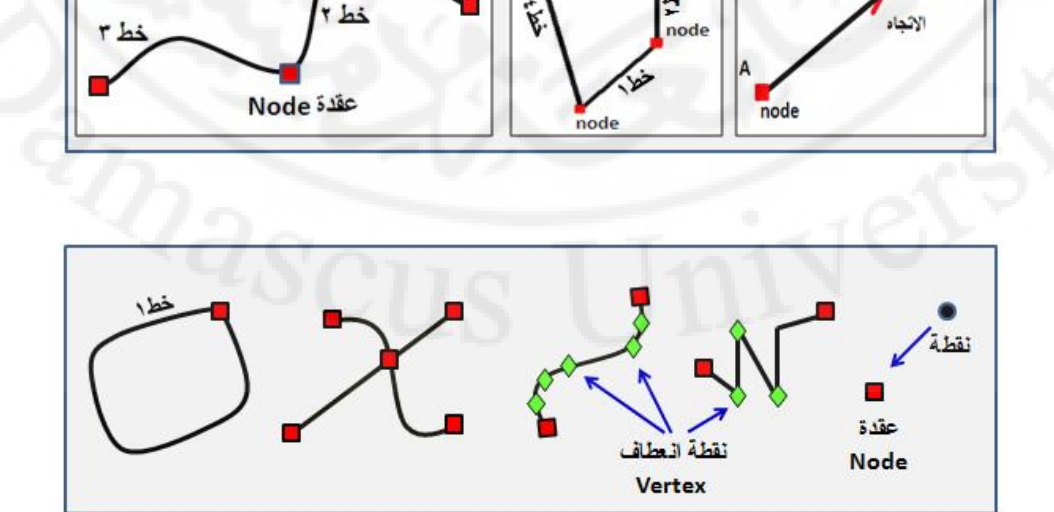
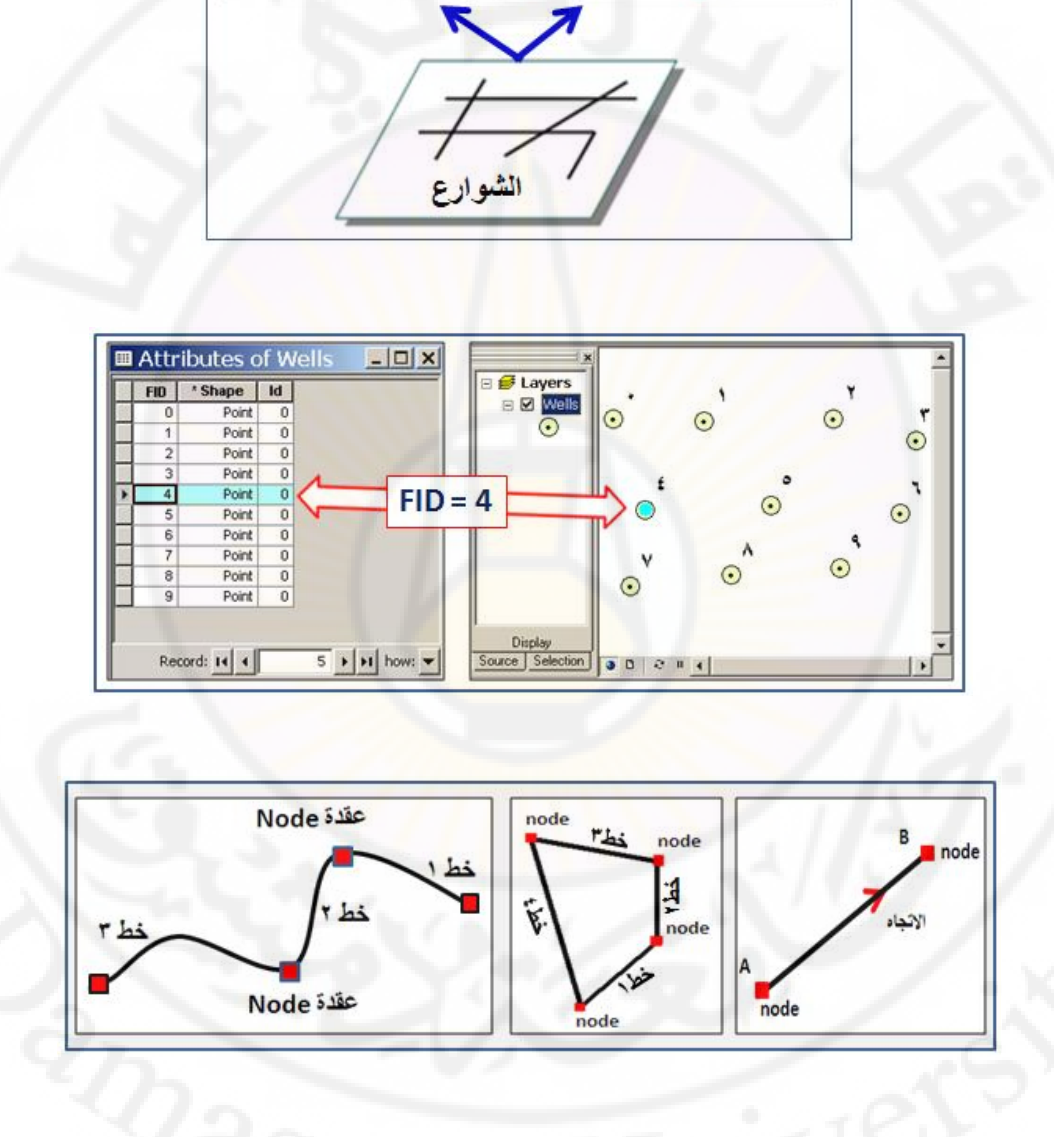


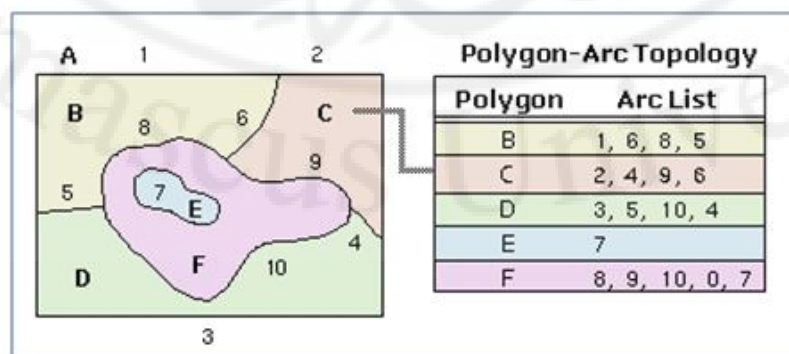
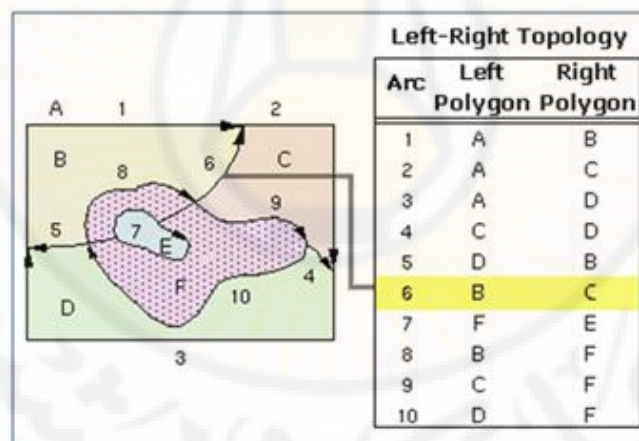
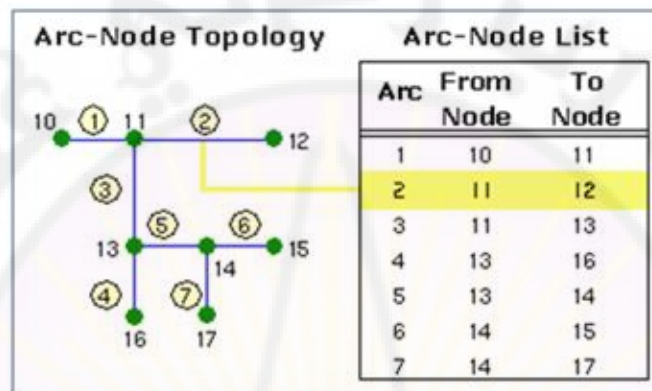
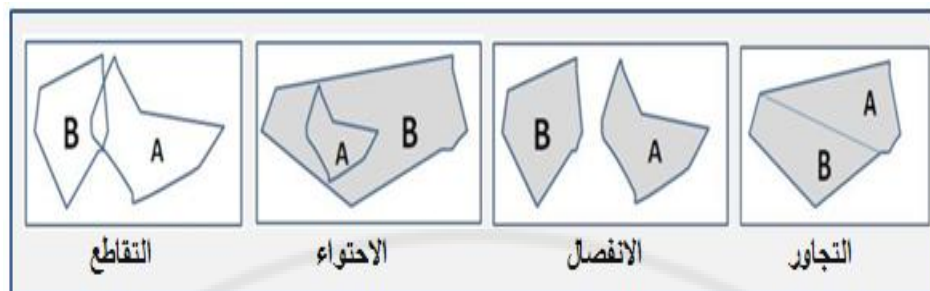
ماسحات أسطوانية

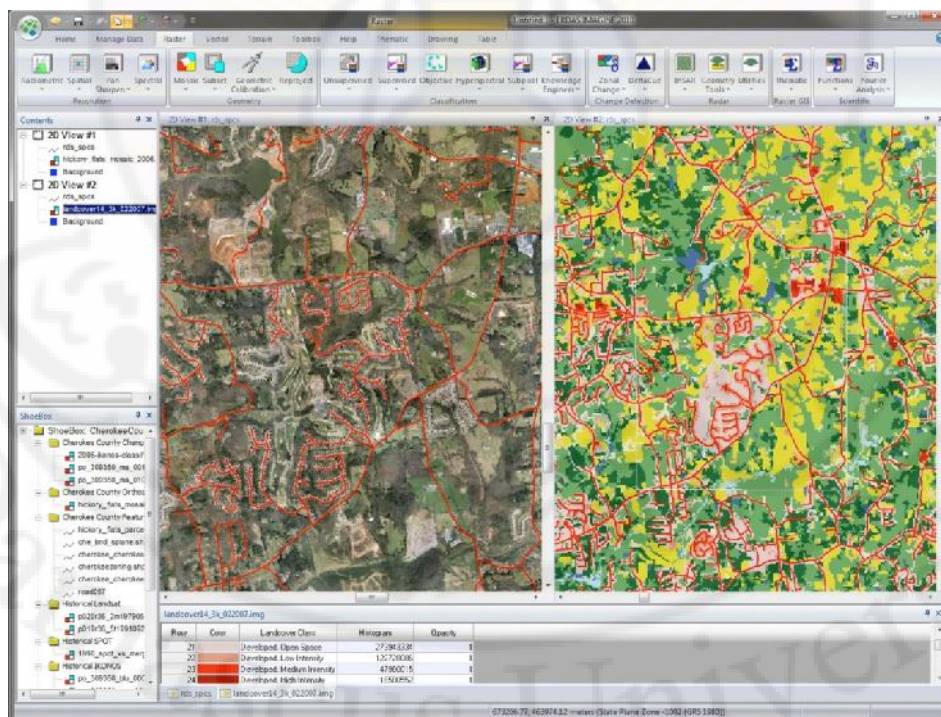
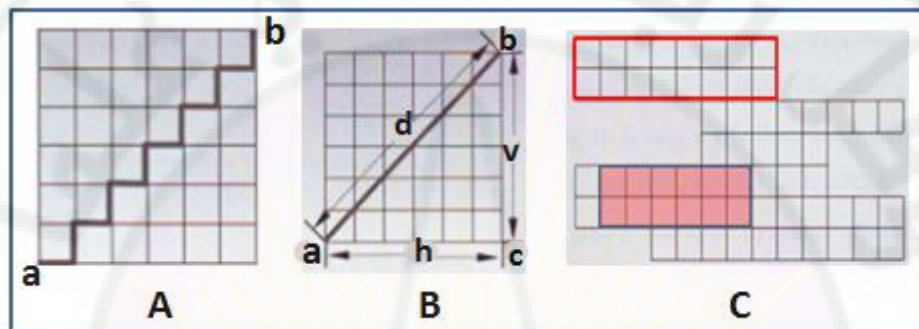
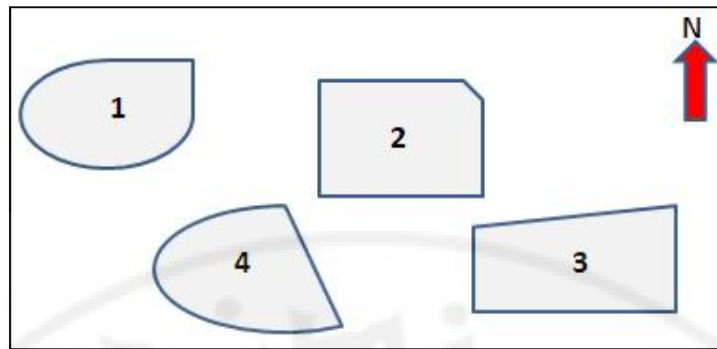


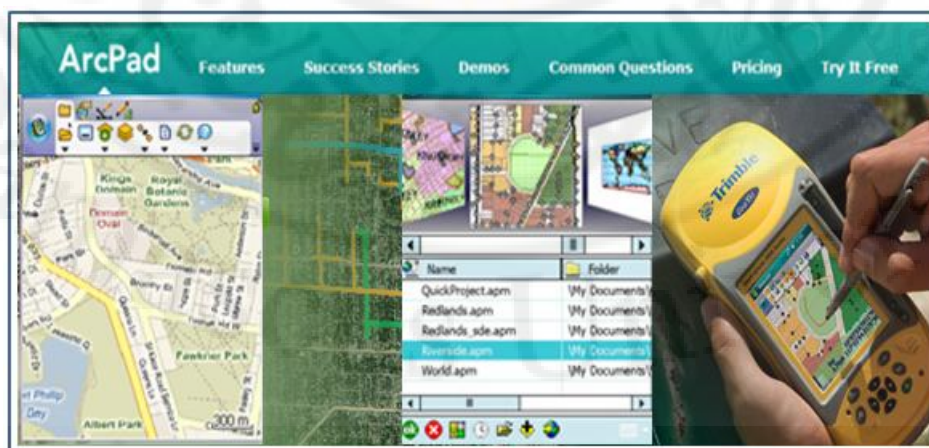
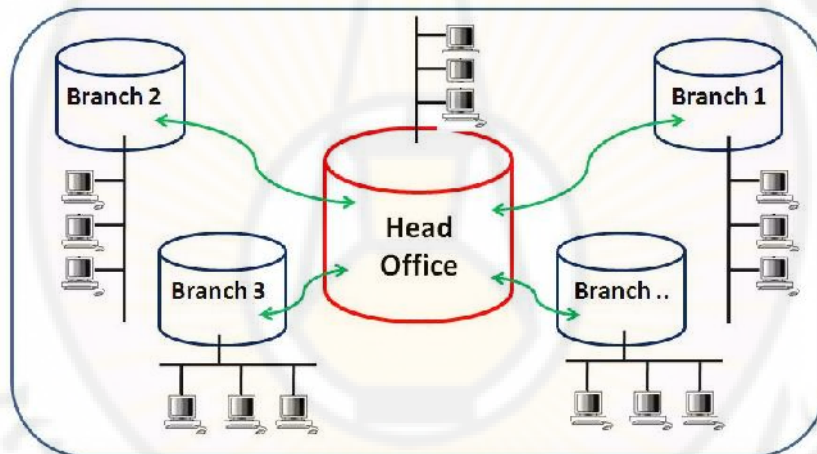
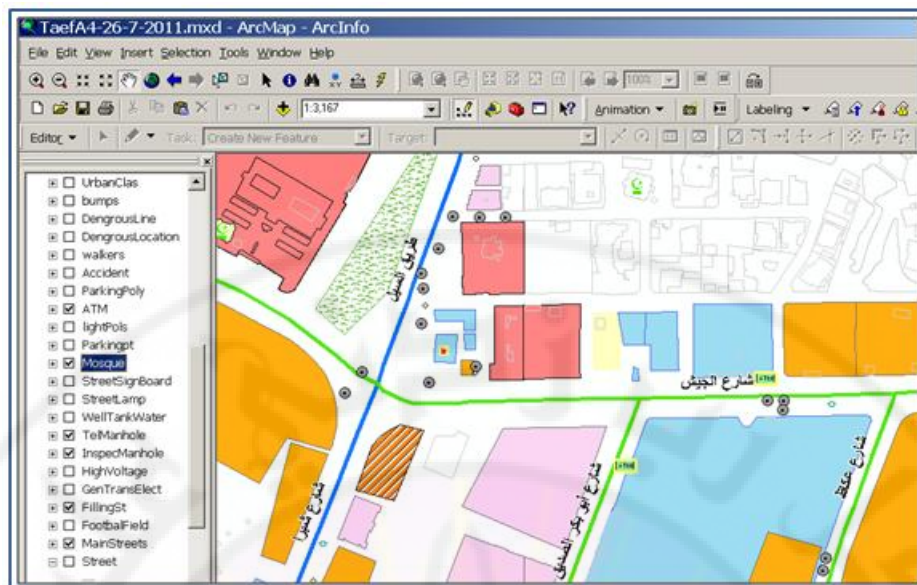
ماسحات A4, A3

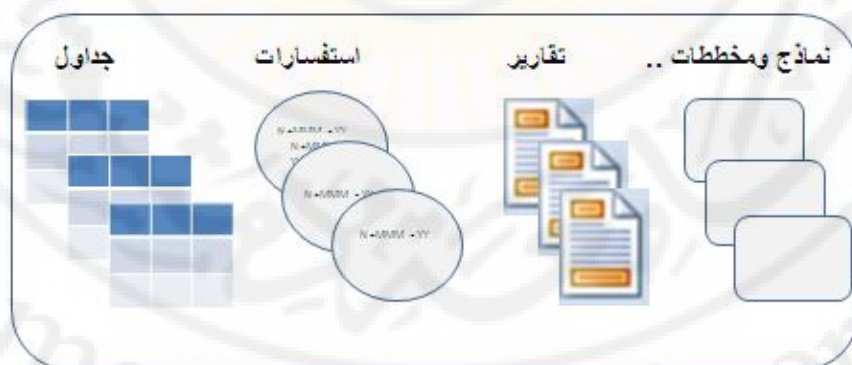
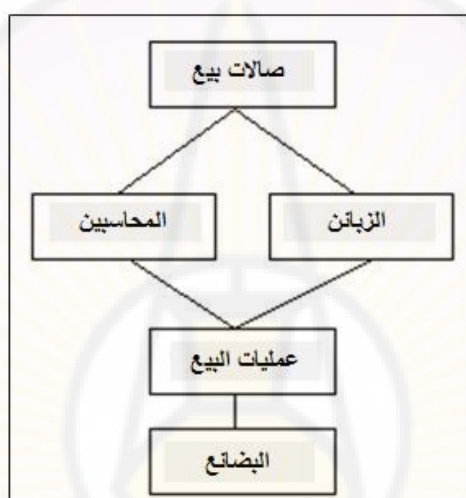
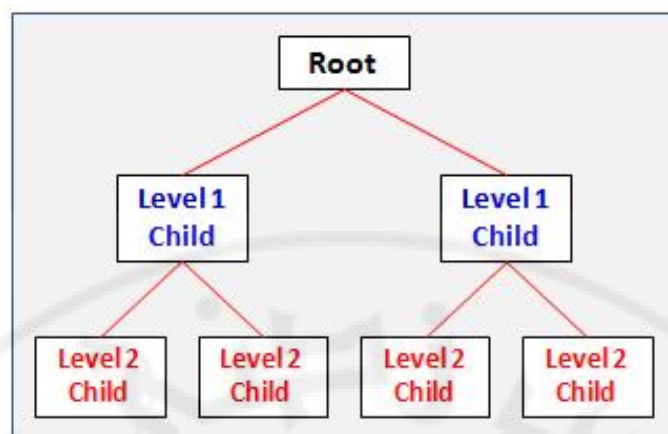


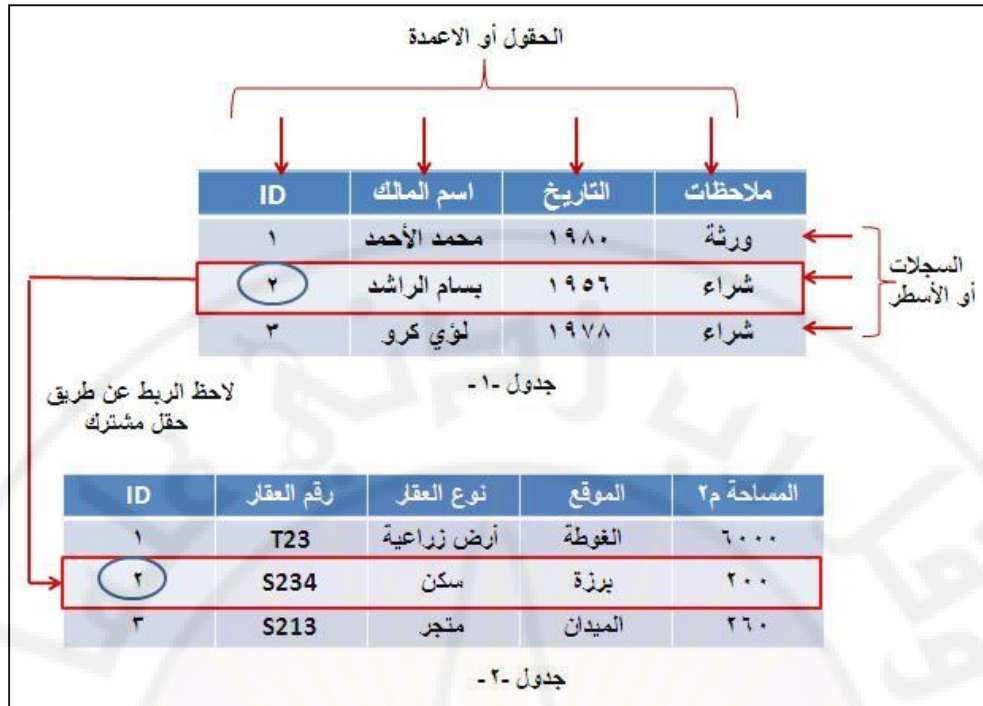








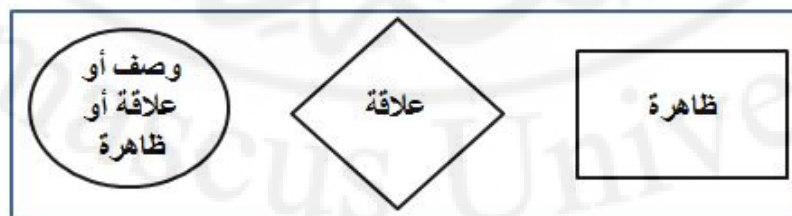


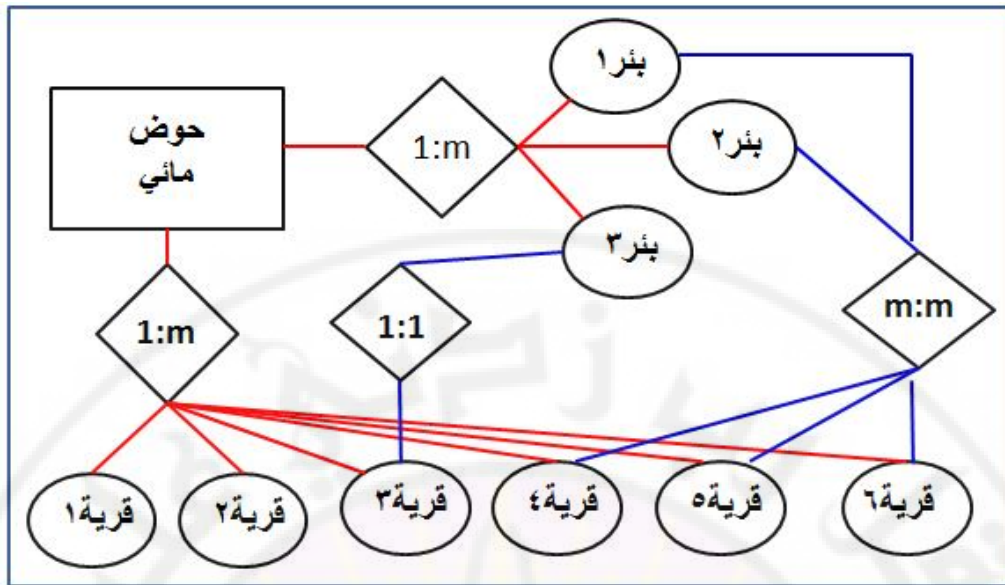


حقل (عمود)

رقم السجل	رقم البئر	المنطقة	العمق	المنسوب	الغزارة
١	720	الغربية	70	20	..
٢	810	الوسطى	120	25	..
٣	101	..	150	20	..
٤	25	..	..	..	..
٥	234	..	..	..	..

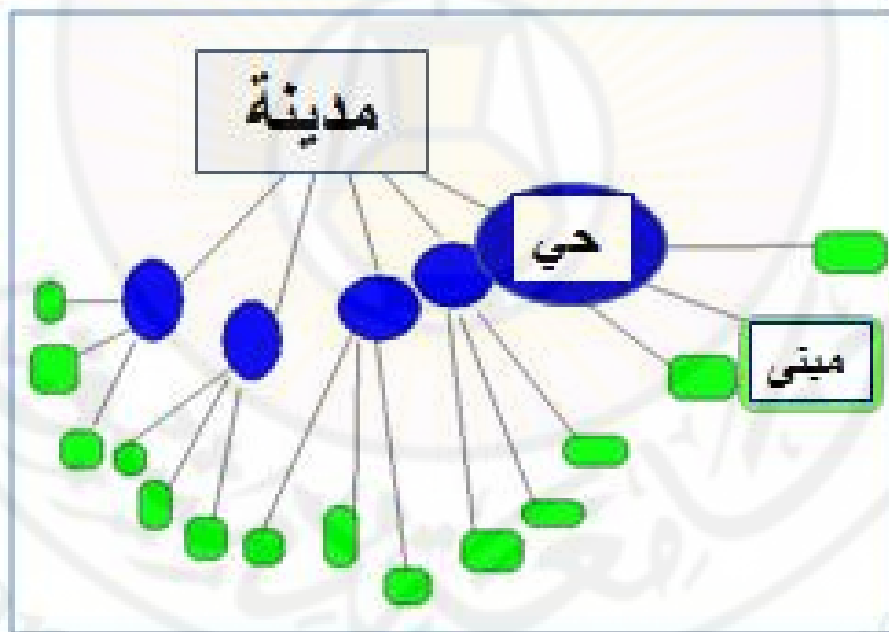
سجل
(سطر)

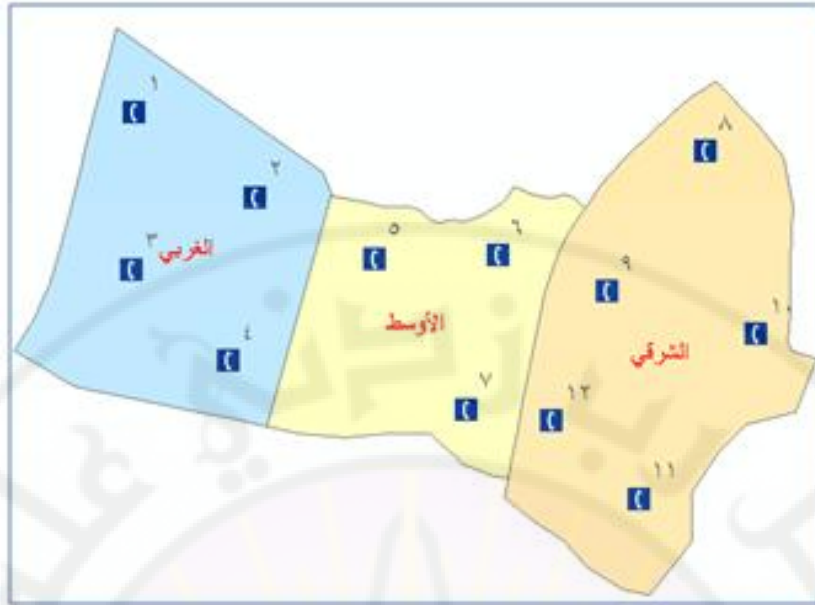




B					A				
عدد المركز الصحية	عدد المدارس	عدد السكان	الحي	ID	Attributes of ١ احياء				
9	15	30000	الشرقي	60	FID	Shape	ID	الحي	Area
5	16	20000	الأوسط	61	0	Polygon	60	الشرقي	5,000,00
6	10	10000	الغربي	62	1	Polygon	61	الأوسط	3,000,00
					2	Polygon	62	الغربي	4,000,00
					Record: 0 Show: ١				

C					D		
الرقم	الحي	Area	تعدد للمراكز الصحية	تعدد المدارس	تعدد السكان	المساحة التي يخدمها كل مركز	الرقم
60	الشرقي	5,000,000	9	15	30000	555,556	60
61	الأوسط	3,000,000	5	16	20000	600,000	61
62	الغربي	4,000,000	6	10	10000	666,667	62



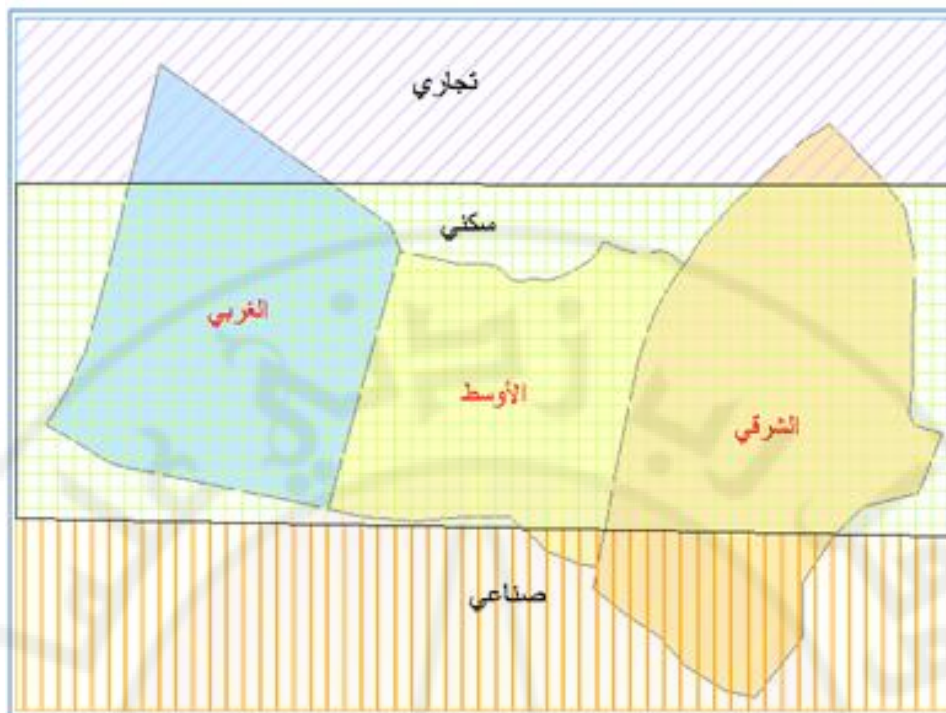


جدول مراكز الهواتف ←

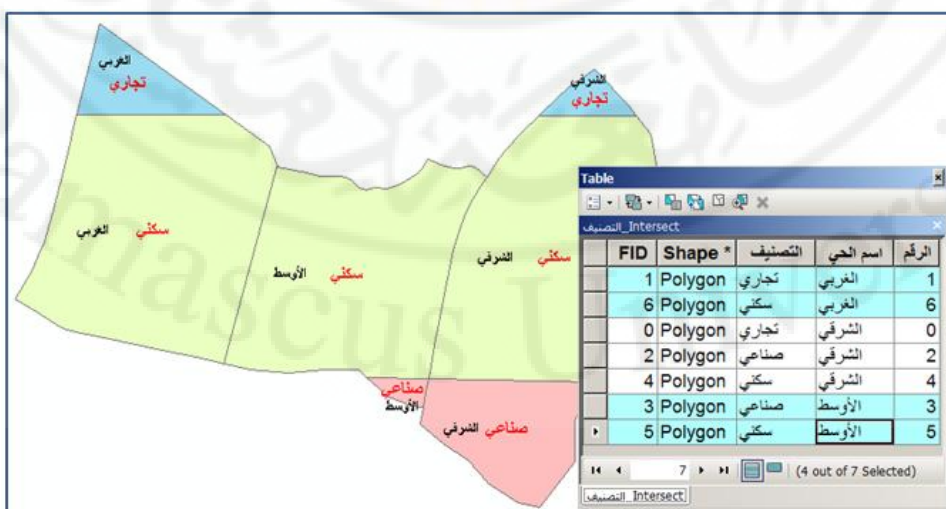
جدول الأحياء

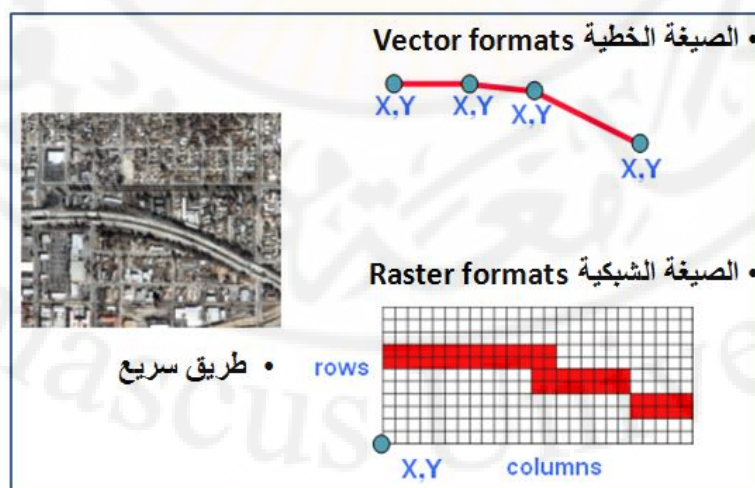
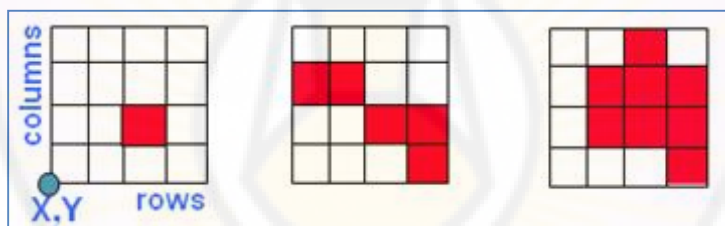
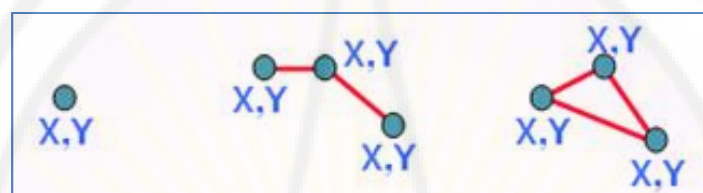
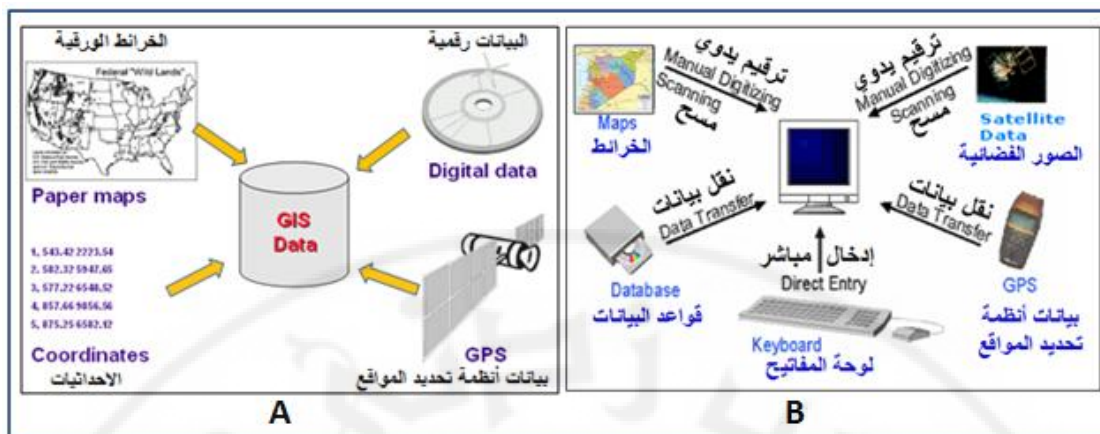
FID	* Shape	Id	رقم الحي
0	Point	1	62
1	Point	2	62
2	Point	3	62
3	Point	4	62
4	Point	5	61
5	Point	6	61
6	Point	7	61
7	Point	8	60
8	Point	9	60
9	Point	10	60
10	Point	11	60
11	Point	12	60

ID	FID	* Shape	الحي	Area
60	0	Polygon	الشرقي	5,000,00
61	1	Polygon	الأوسط	3,000,00
62	2	Polygon	الغربي	4,000,00

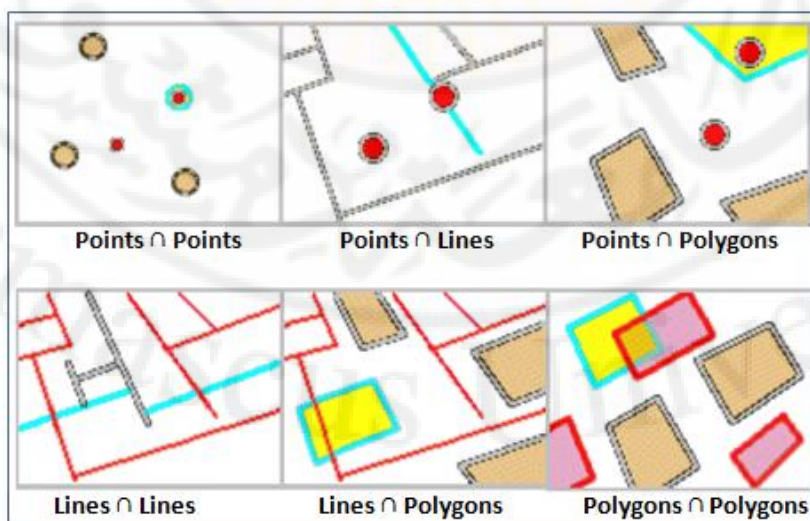
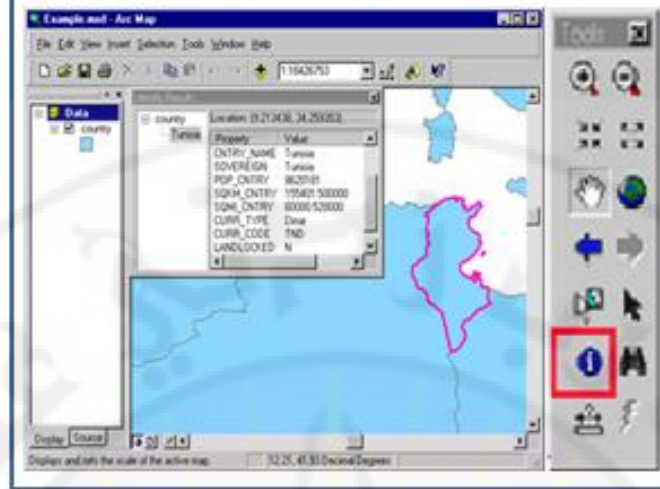


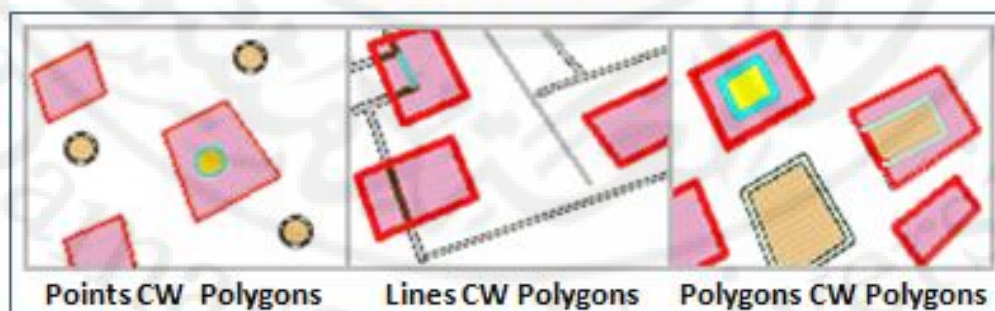
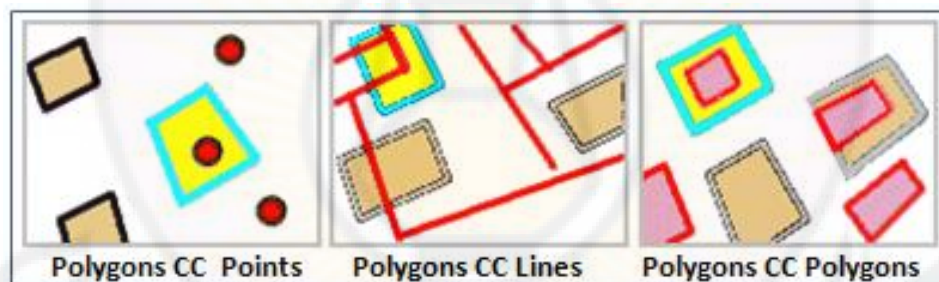
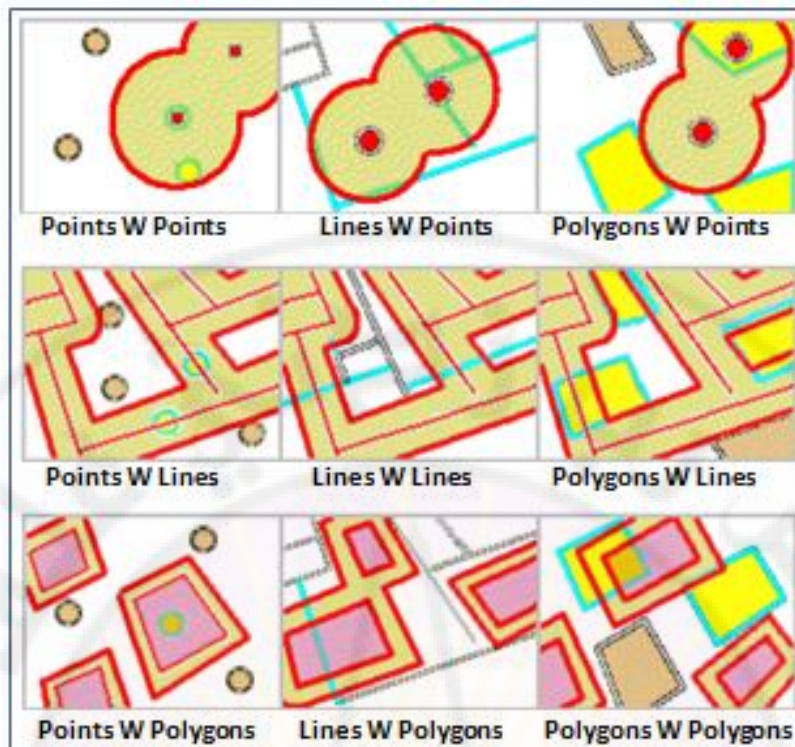
Attributes of احياء ١					Attributes of التصفيف				
ID	FID	Shape	Area	الحى	التصنيف	FID	Shape	Id	
60	0	Polygon	5,000,00	الشرقي	تجاري	0	Polygon	1	
61	1	Polygon	3,000,00	الأوسط	صناعي	1	Polygon	2	
62	2	Polygon	4,000,00	الغربي	سكني	2	Polygon	3	



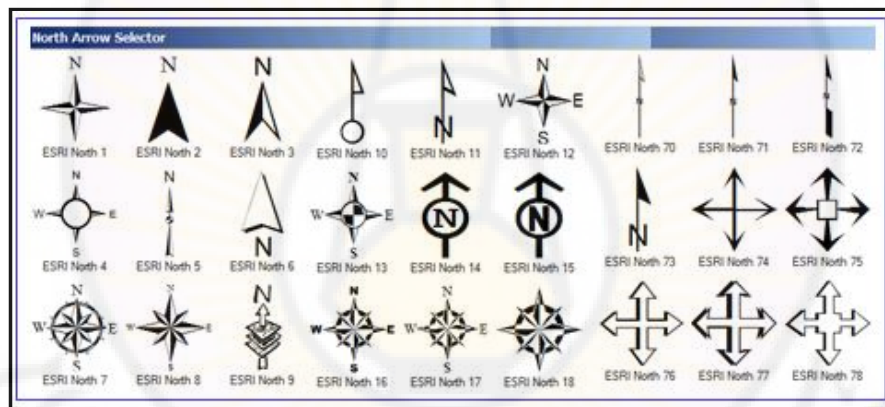


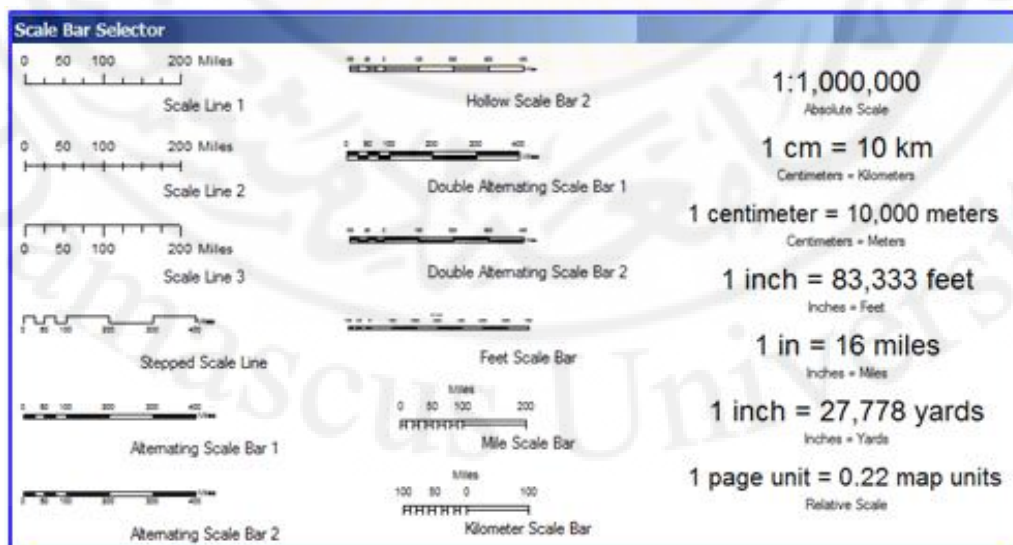
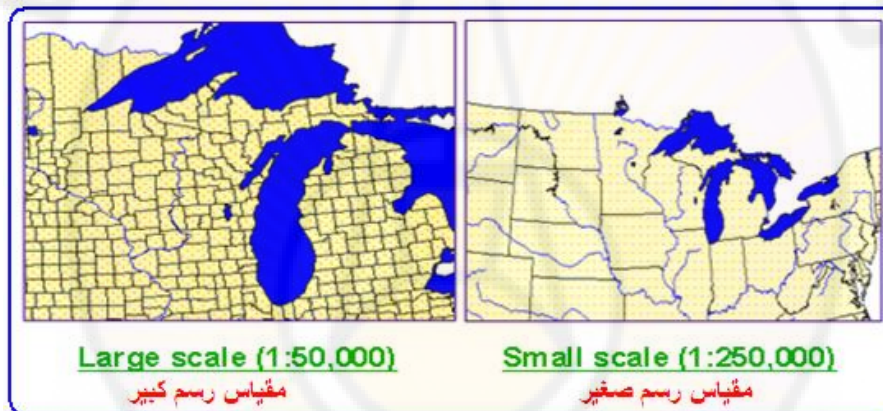
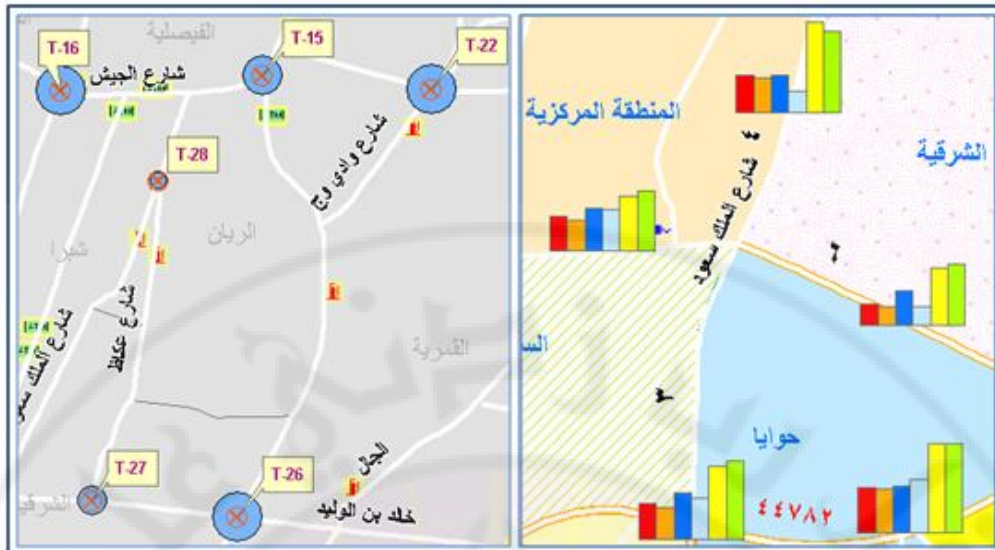
استفسار مباشر بواسطة أداة مبرجة Identify

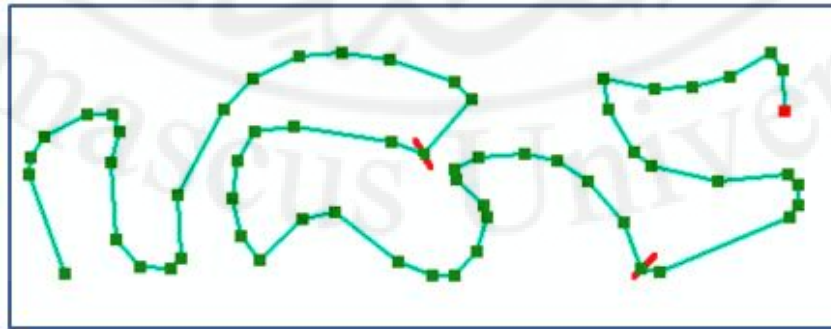
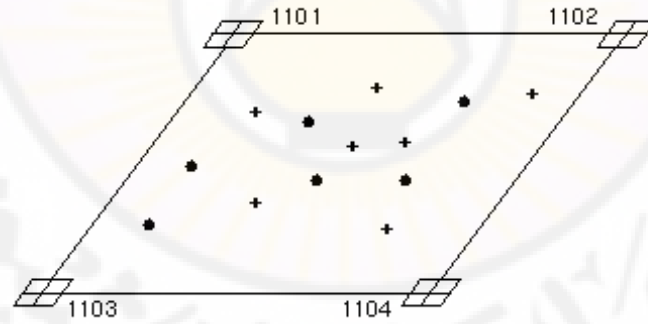
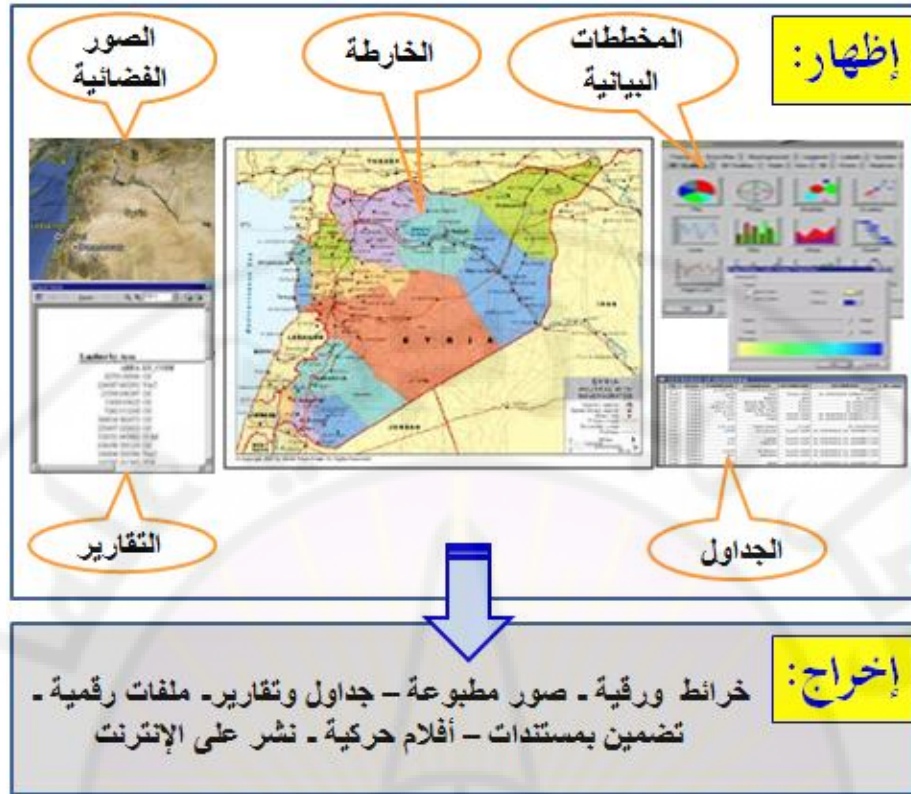


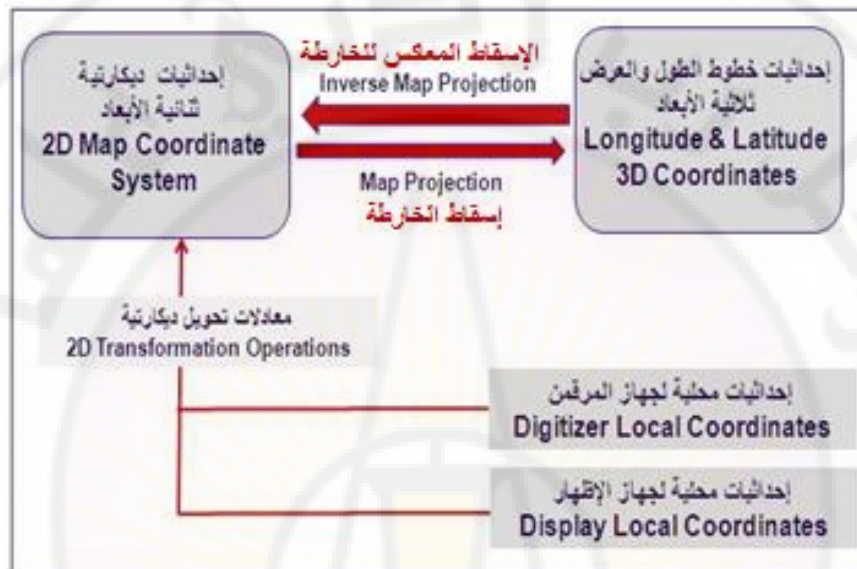
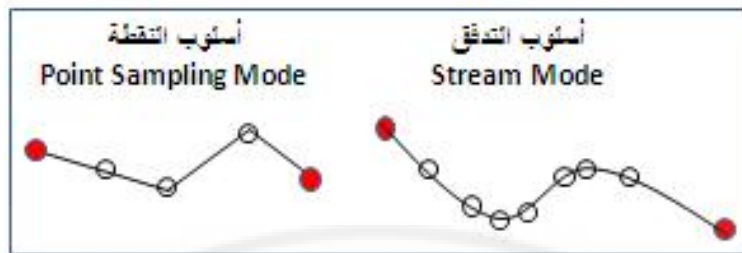


الخارطة وعناصرها Map and its elements





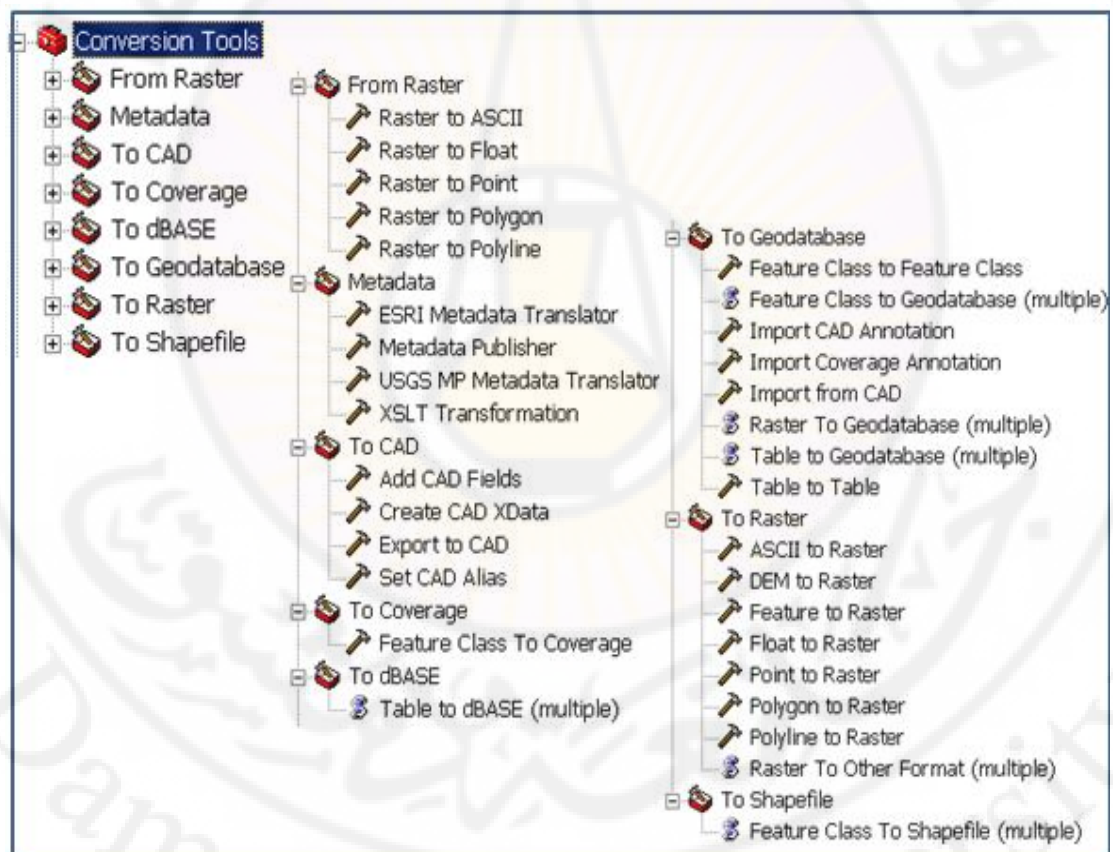


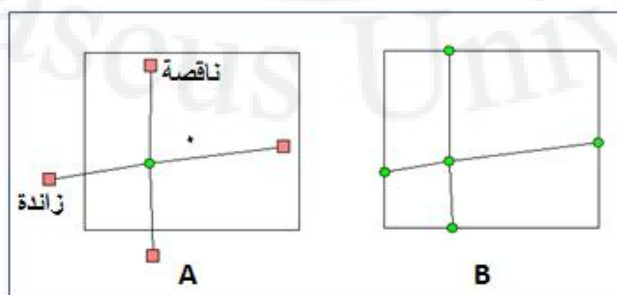
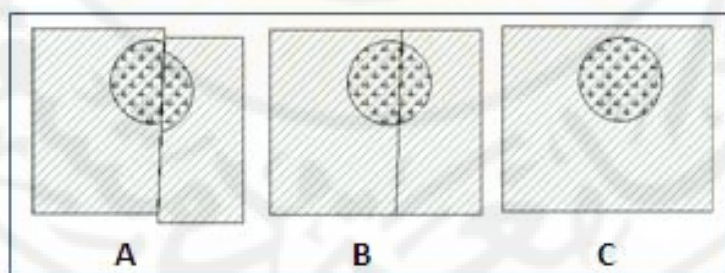
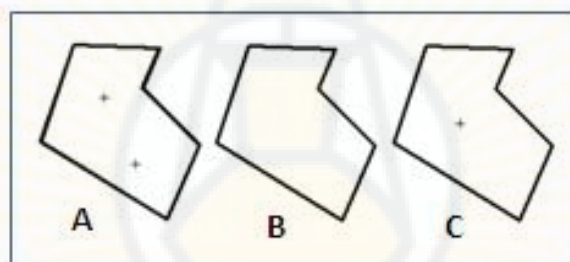
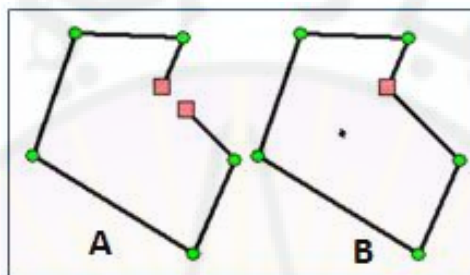
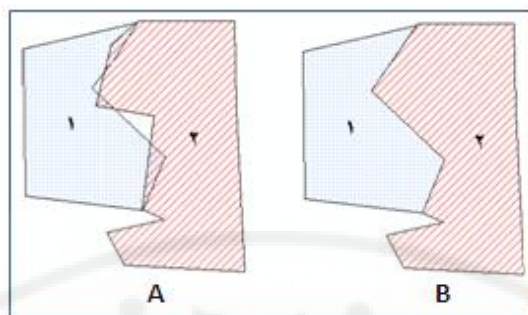


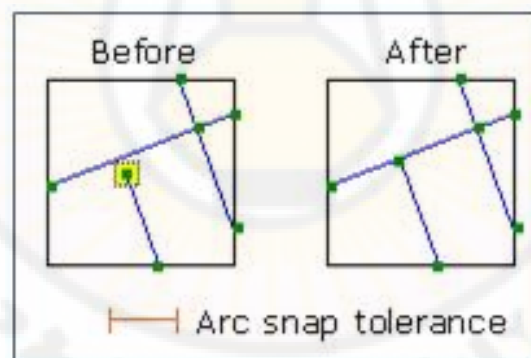
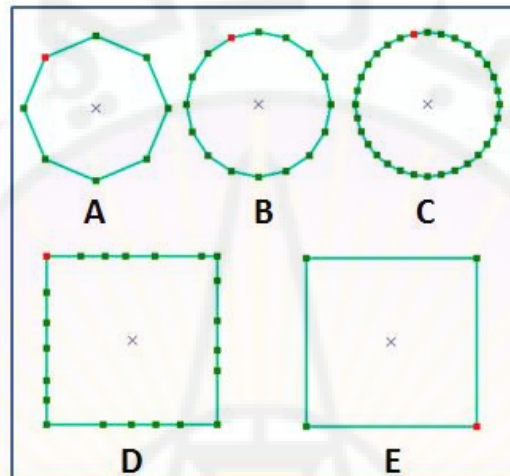
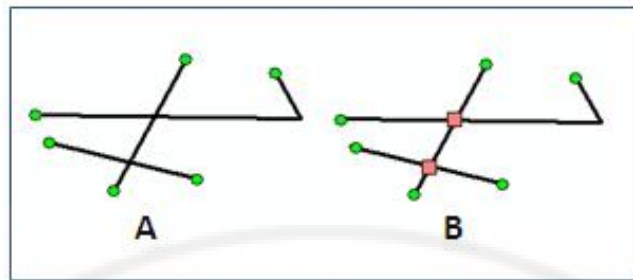
ملف نقاط						
Points.dbf	التعريف	خط العرض	خط الطول	اسقاط Y	اسقاط X	الزمن
Type	Ident	Lat	Long	Y_proj	X_proj	Time
WAYPOINT	340511636M	24.58881143	46.64412875	80035650.33233260	17047365.62976090	
WAYPOINT	340514636M	24.58844877	46.58926483	79821691.36917760	17016965.52546930	
WAYPOINT	341314F65M	24.49243605	46.62252624	80254321.43403840	17406239.02835840	
WAYPOINT	341314F65S	24.49230680	46.62244409	80254322.04809460	17406275.17790540	

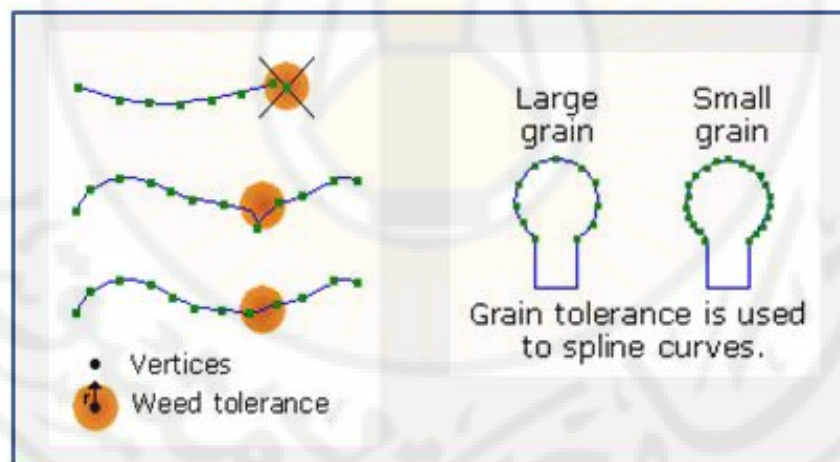
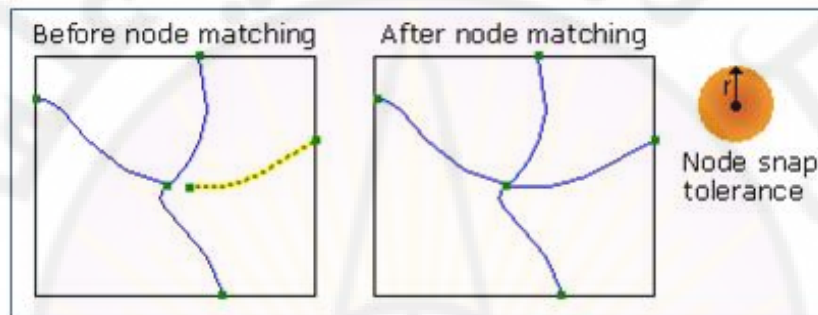
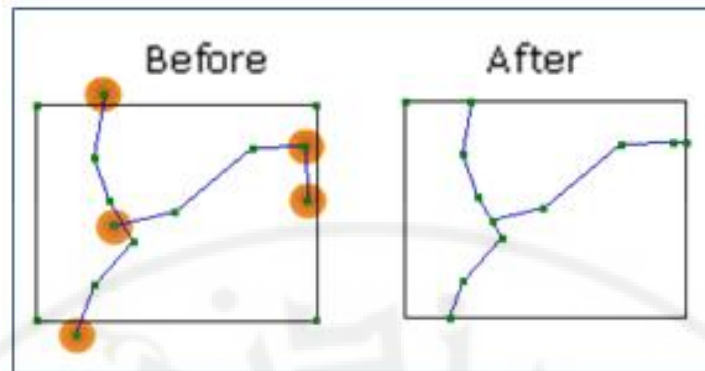
ملف خطوط								
Lines.dbf	التعريف	خط العرض	خط الطول	اسقاط Y	اسقاط X	الزمن	الموديل	الطول
Type	Ident	Lat	Long	Y_proj	X_proj	Time	Model	Length
TRACK	ACTIVE LOG	24.60480309	46.75208146	80351230.42929310	16977723.85734300	2006/12/16-22:35:13	GPS 5	121786.680
TRACK	ACTIVE LOG	24.62122366	46.71387155	80171752.03899820	16920657.74122350	2006/12/17-23:24:45	GPS 5	74457.693
TRACK	ACTIVE LOG	24.67946330	46.81100188	80319741.01153730	16634652.29419690	2006/12/18-22:41:23	GPS 5	18027.945

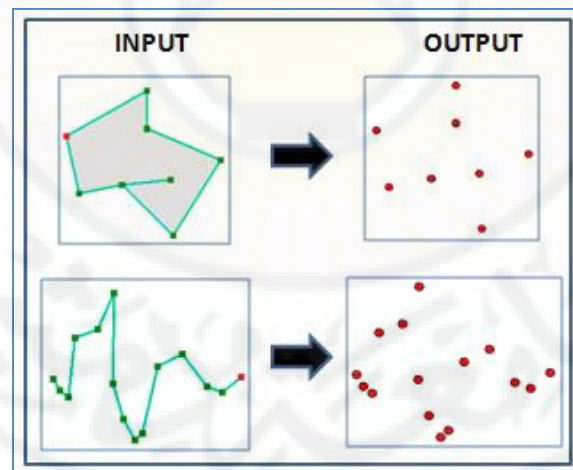
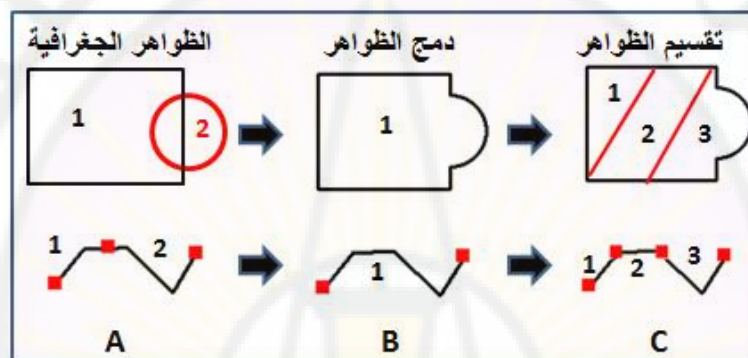
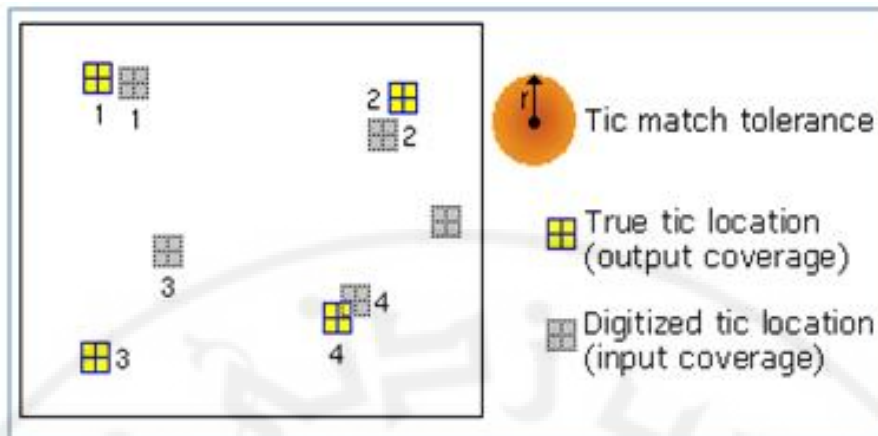
نقاط	خطوط	مضلعات
<pre>Point id x y z m id x y z m ... END</pre>	<pre>polyline line_id part_number pnt_id x y z m pnt_id x y z m ... line_id part_number pnt_id x y z m pnt_id x y z m ... END</pre>	<pre>Polygon polygon_id part_number pnt_id x y z m pnt_id x y z m ... InteriorRing pnt_id x y z m pnt_id x y z m ... polygon_id part_number pnt_id x y z m pnt_id x y z m ... END</pre>

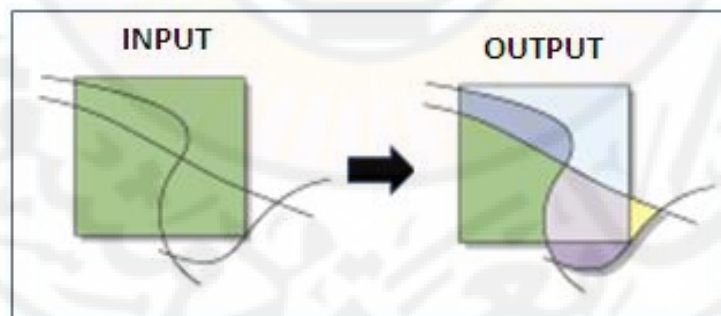
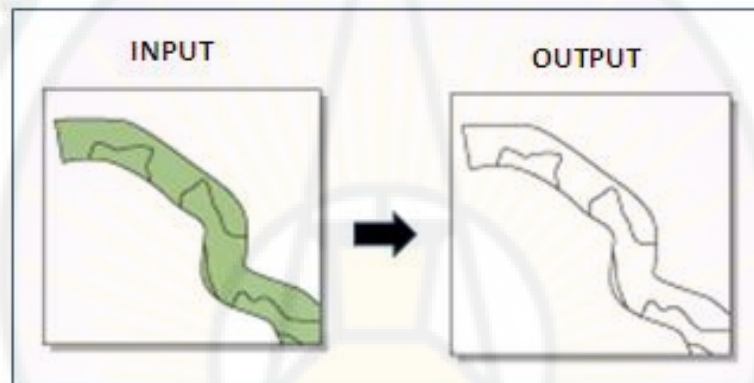
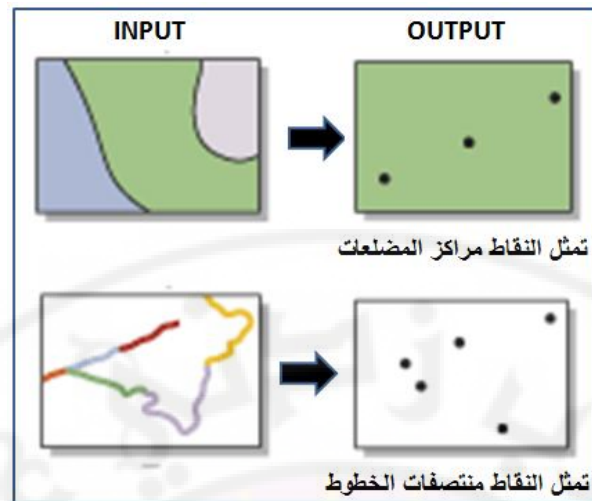


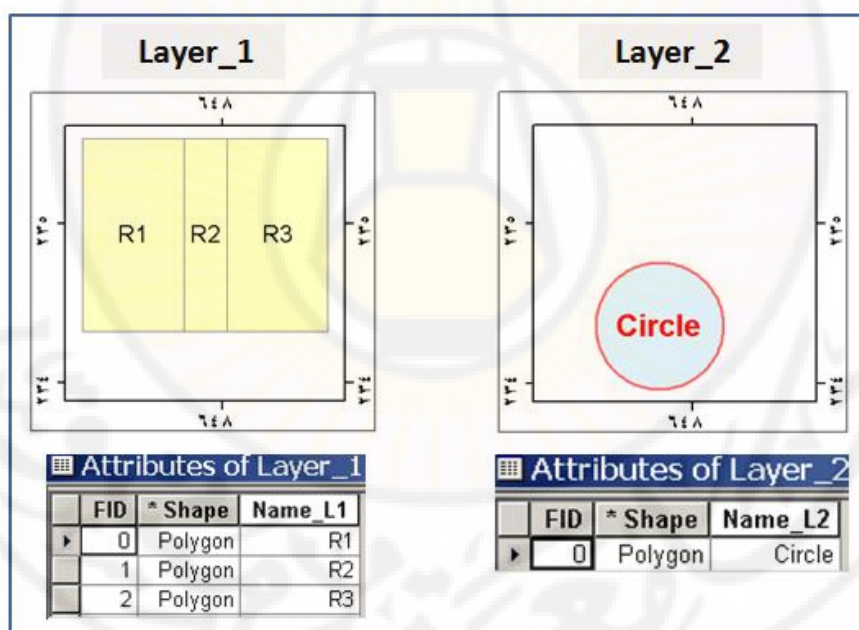


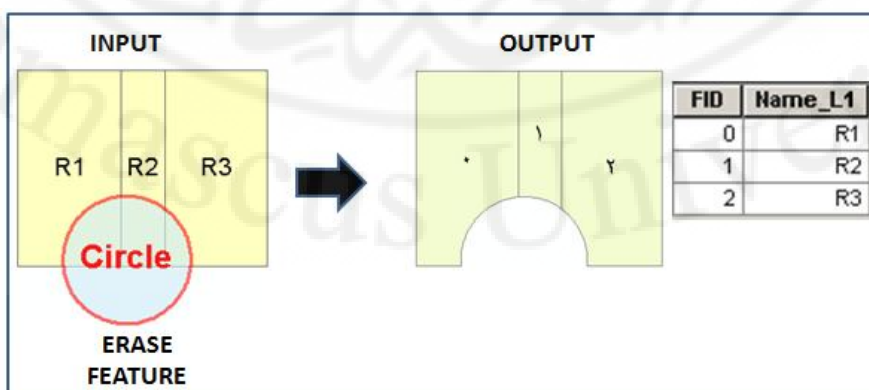
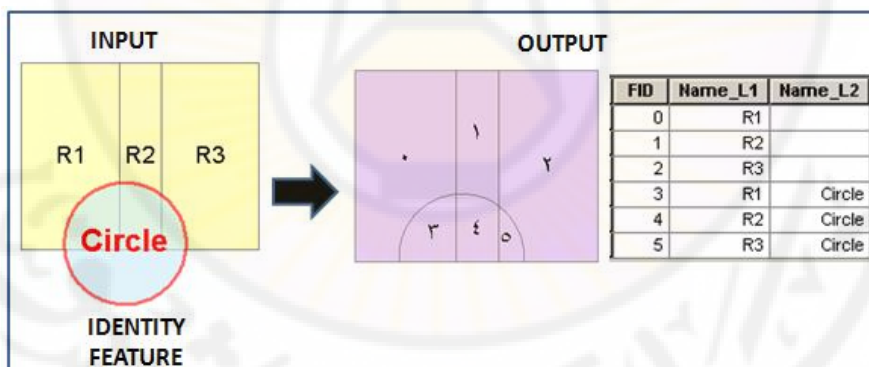
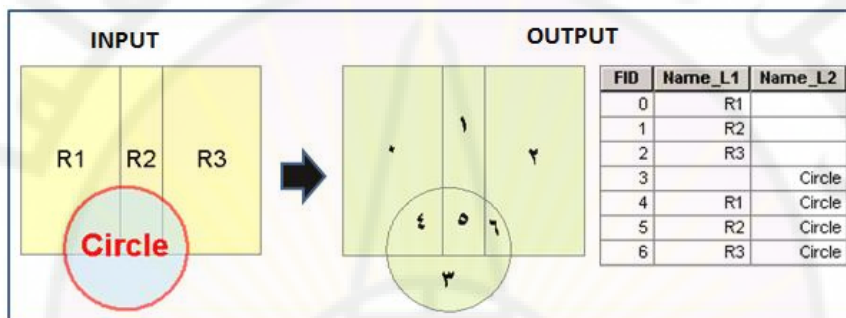
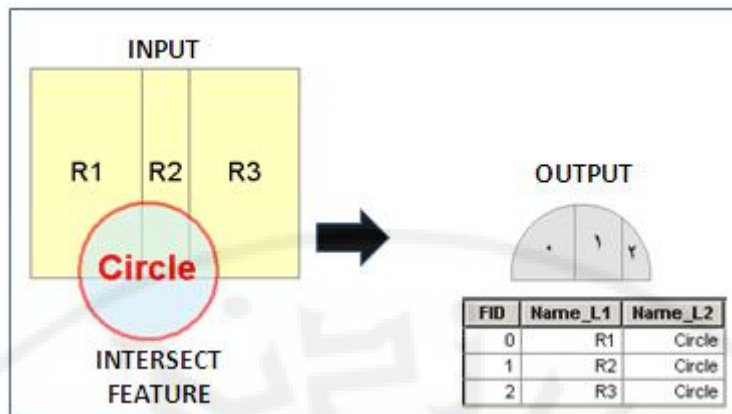


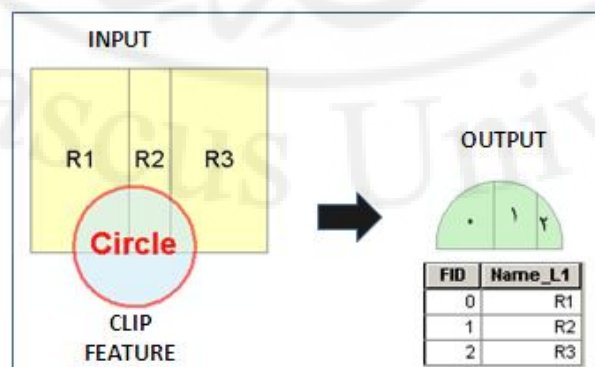
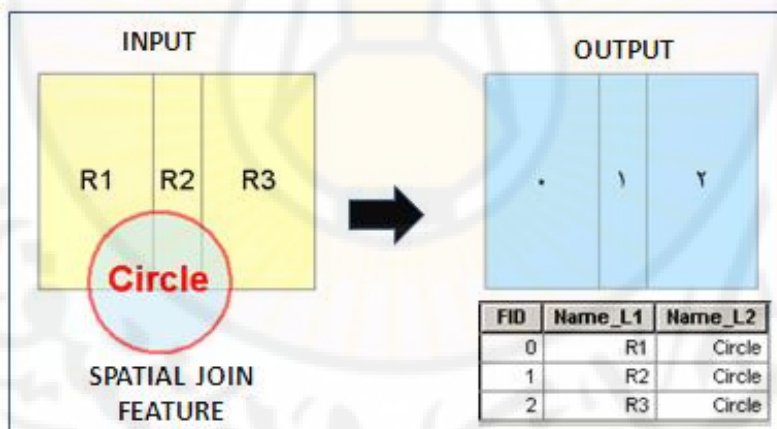
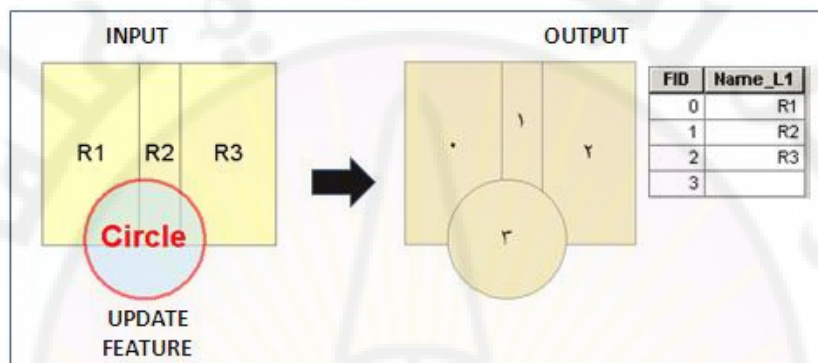
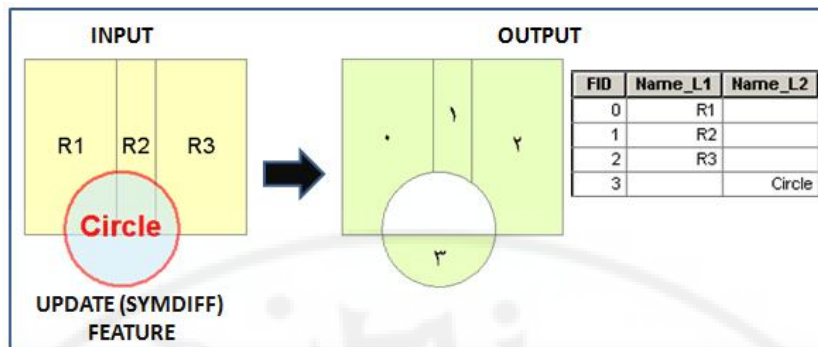


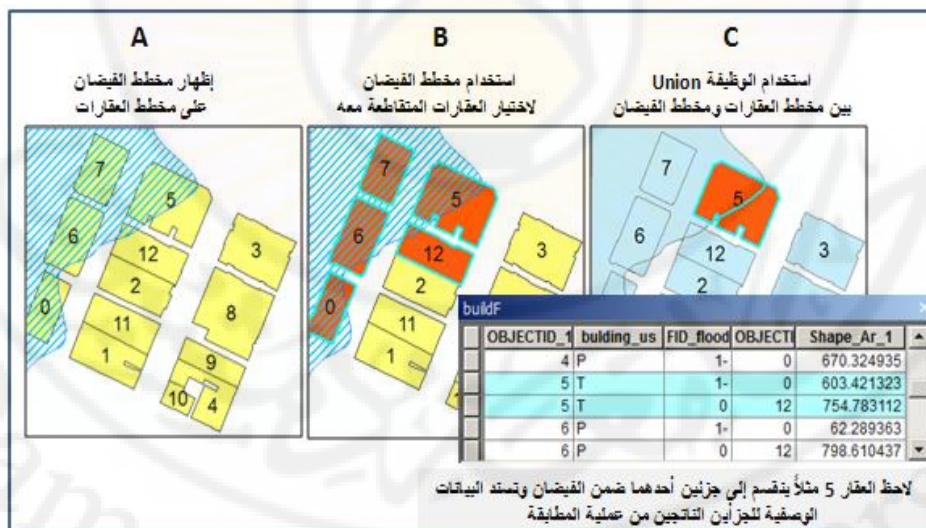
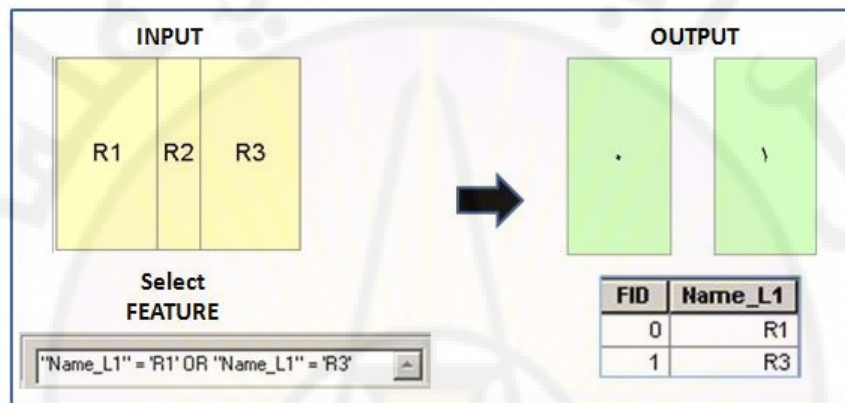
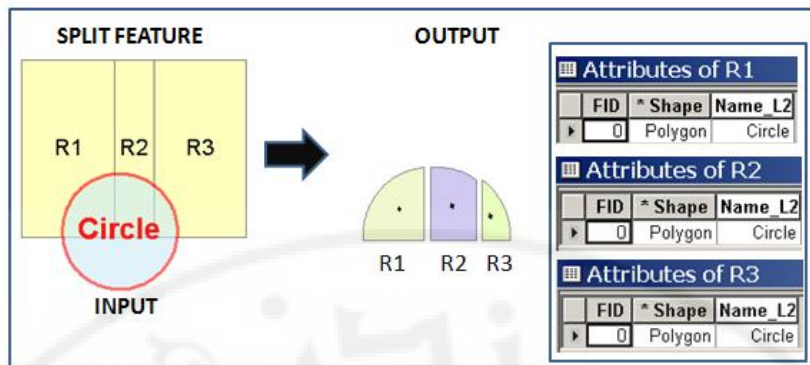


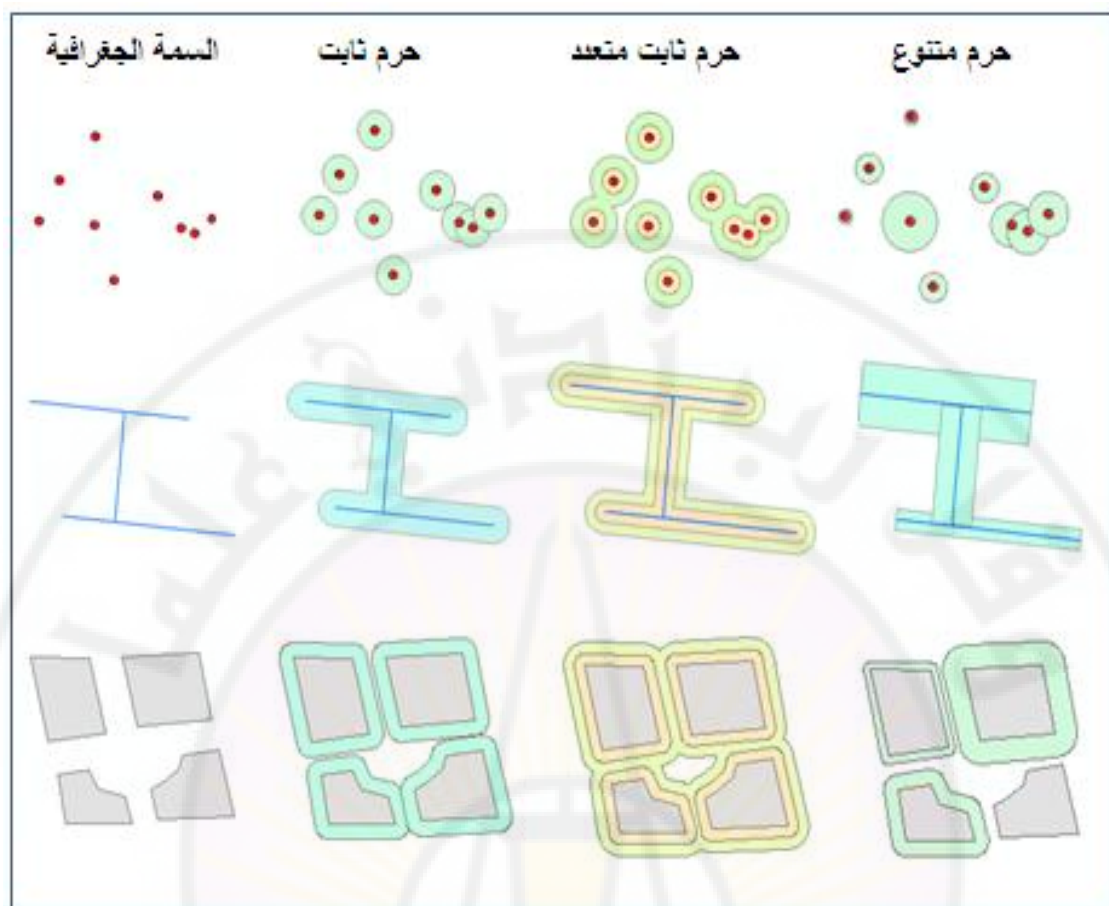


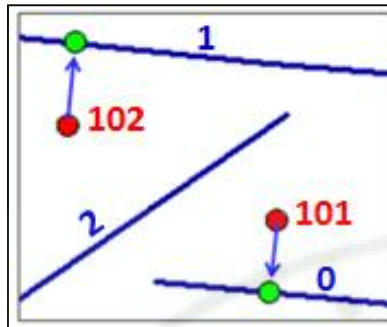






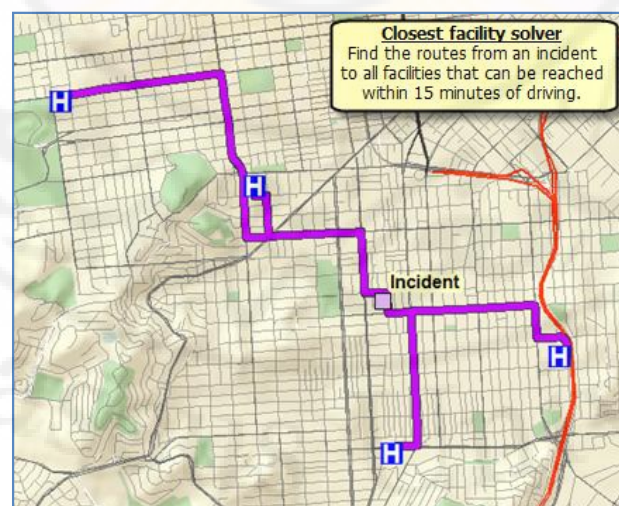
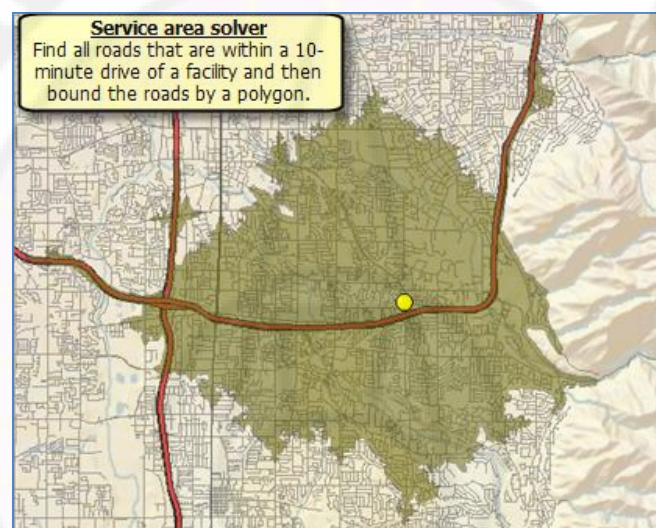
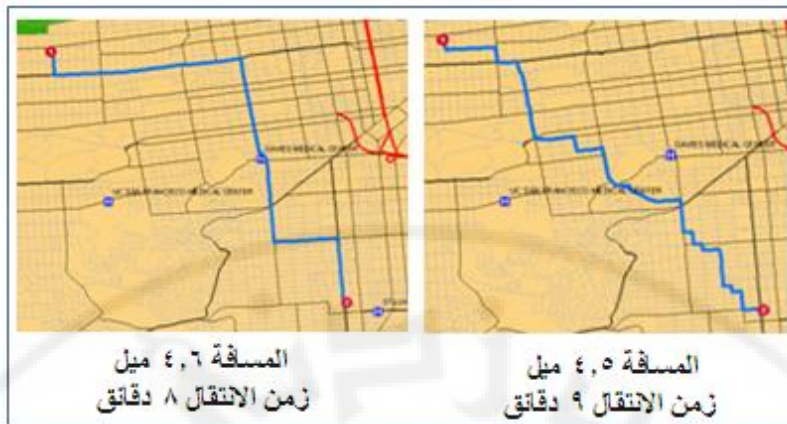


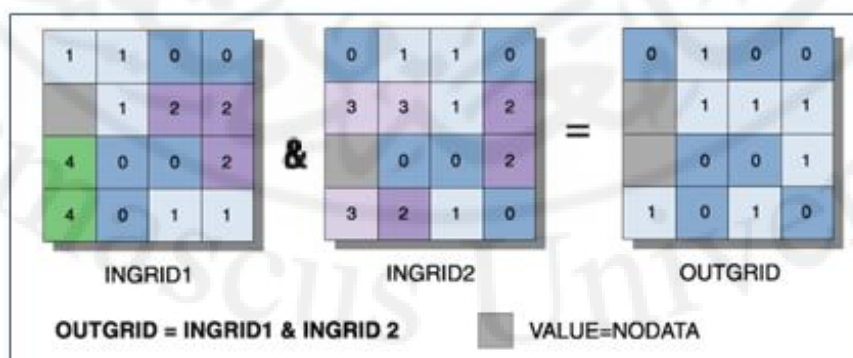
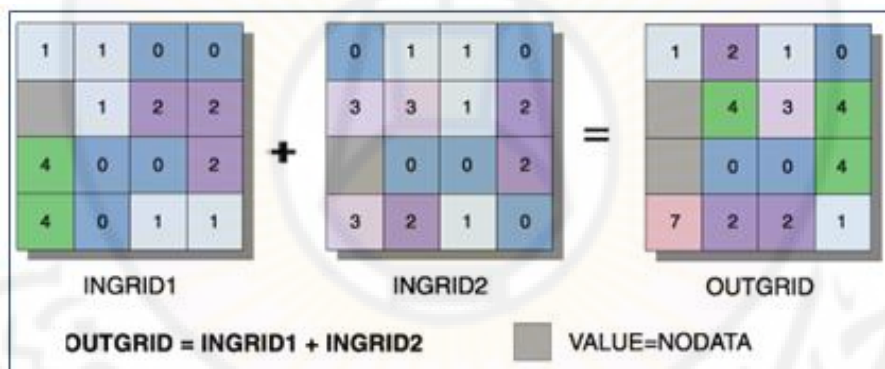
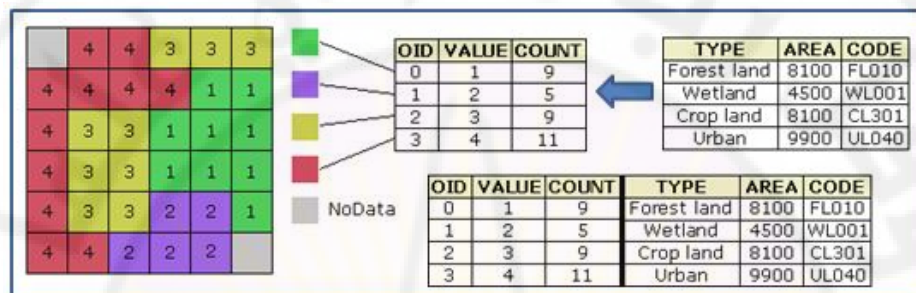
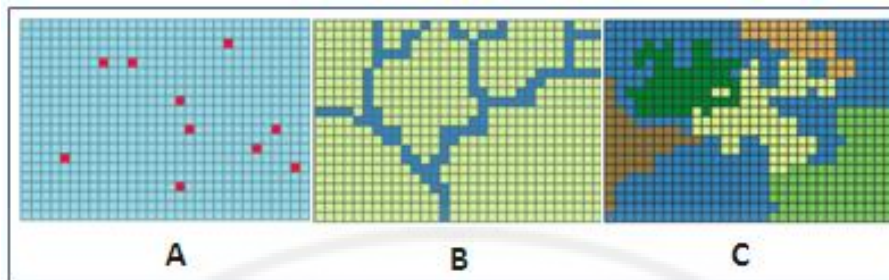


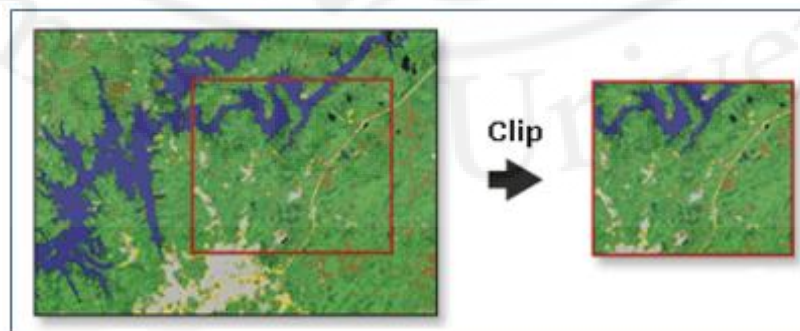
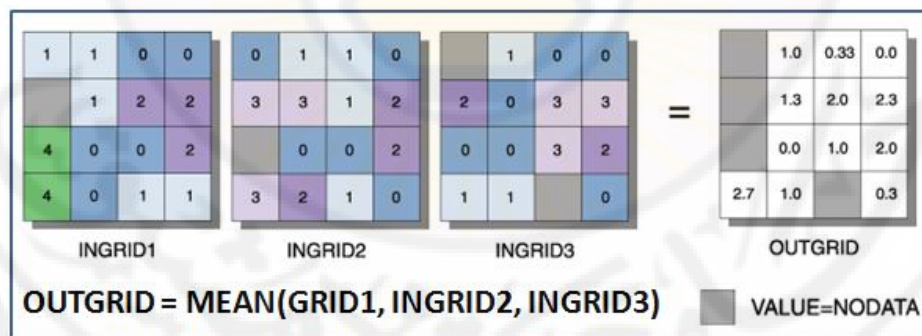
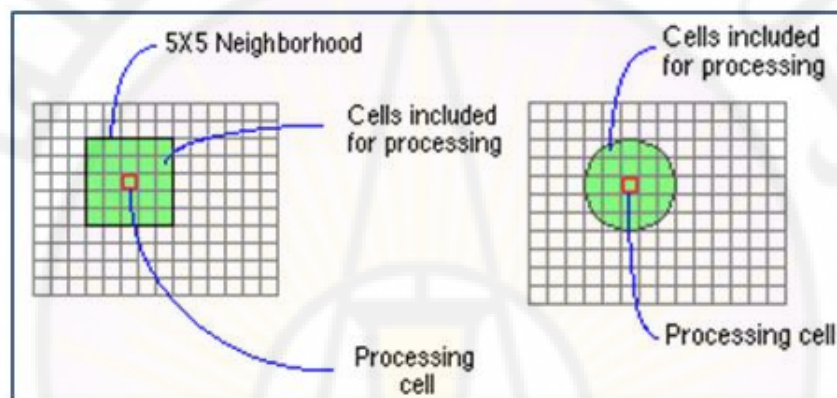
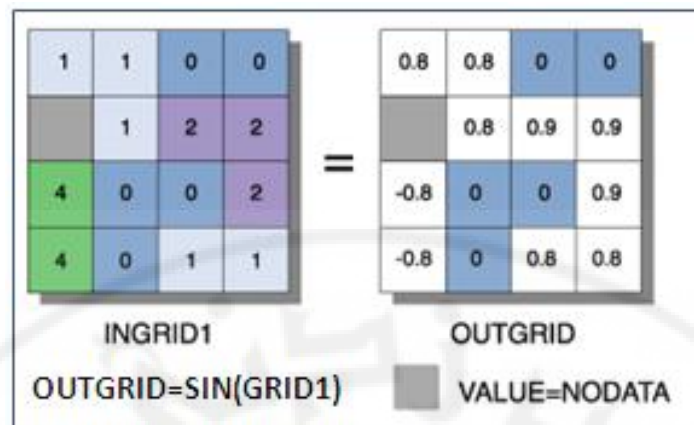


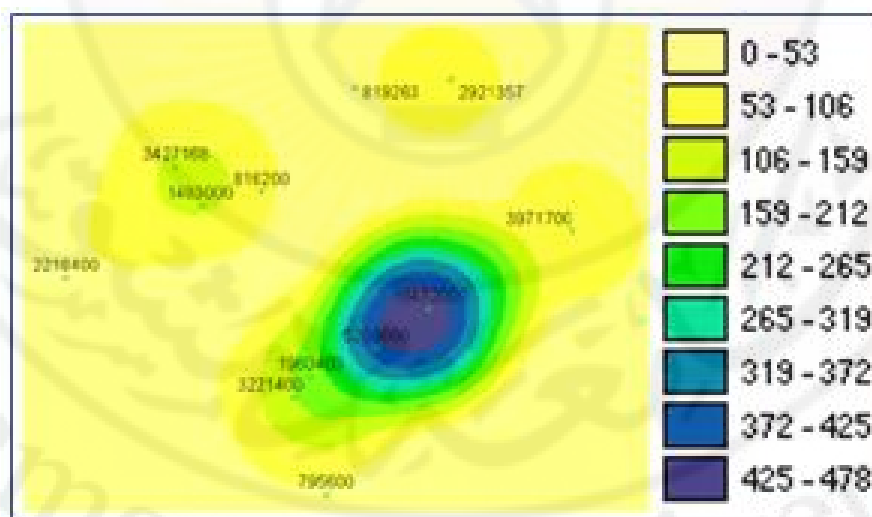
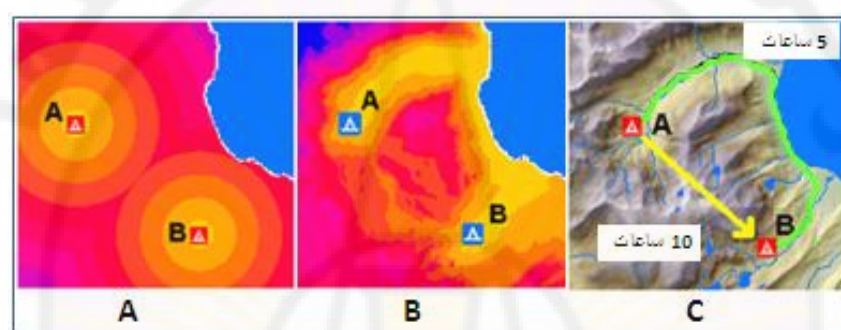
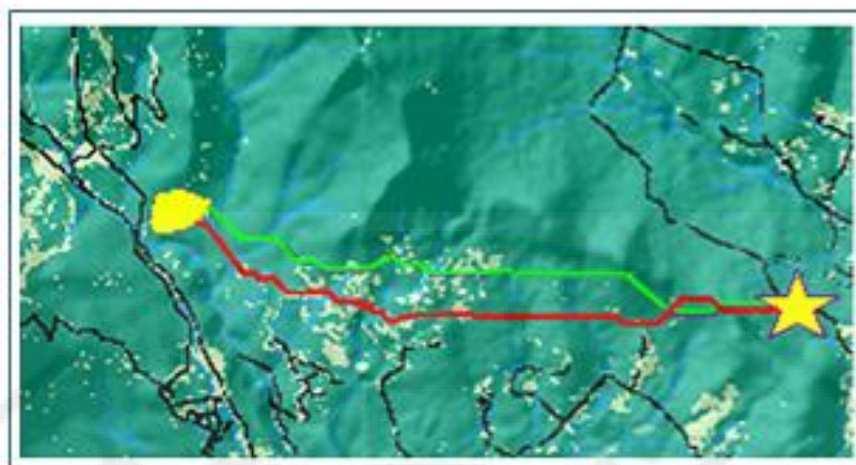
Input_FID	Near_FID	Distance
101	0	352
102	1	411

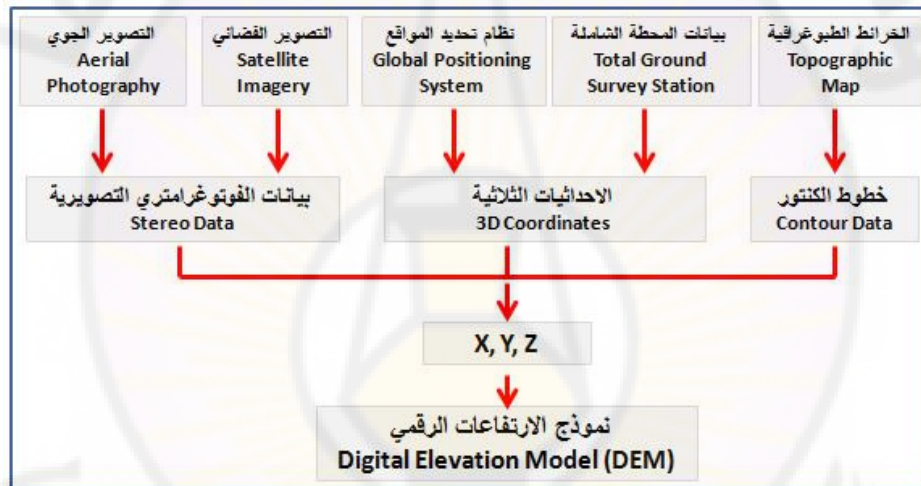
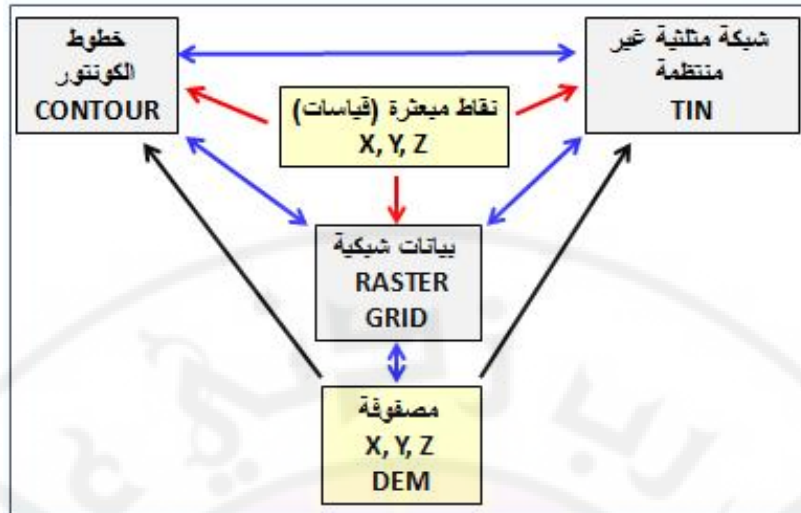




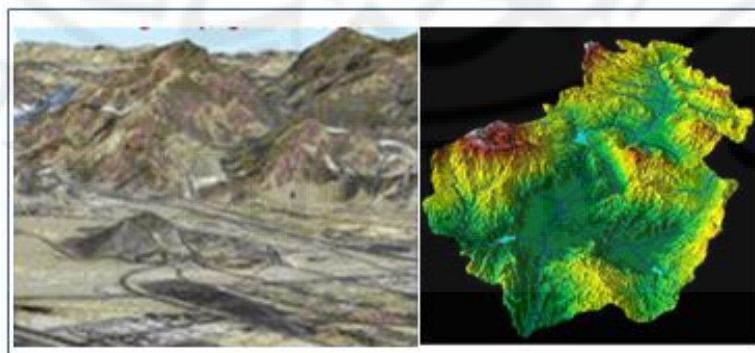
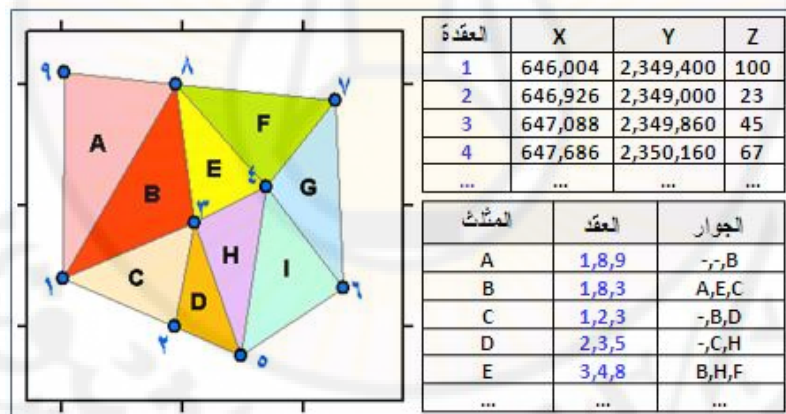
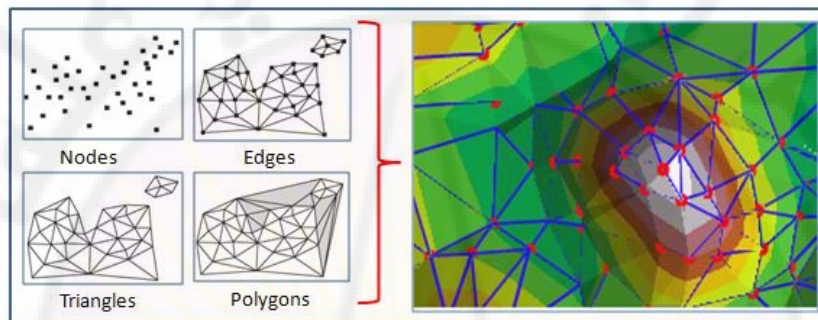
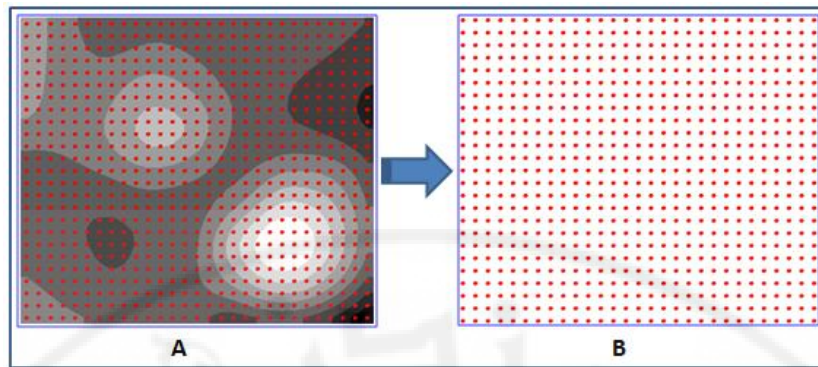


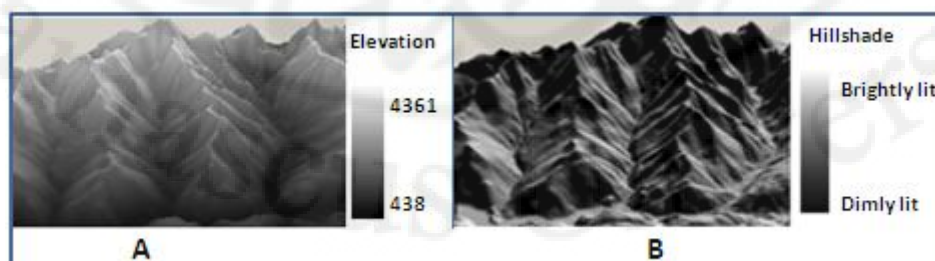
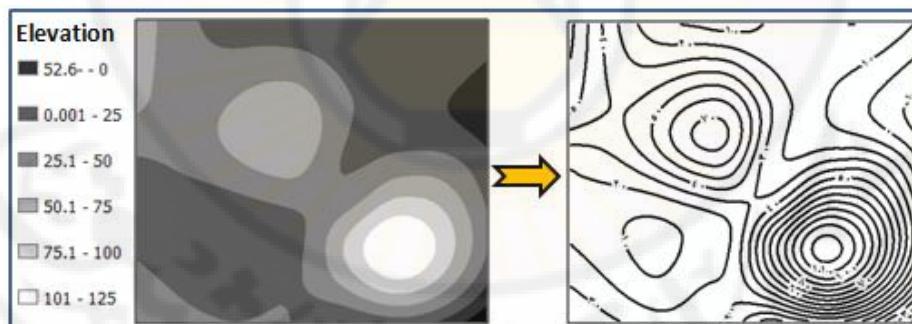
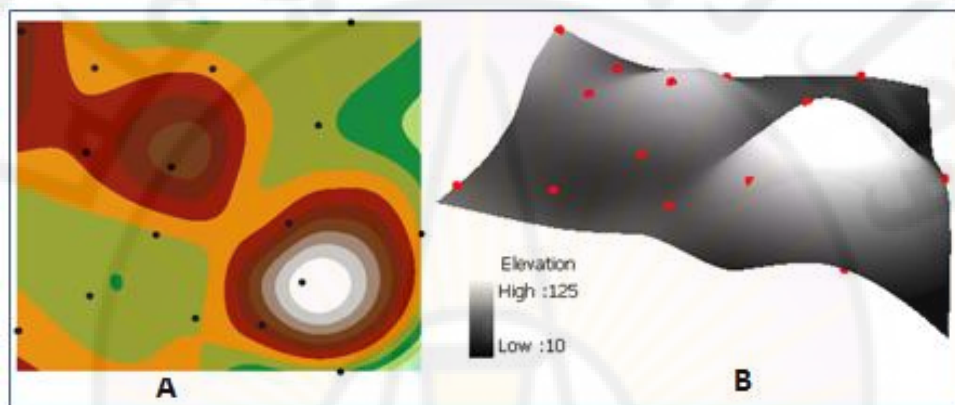
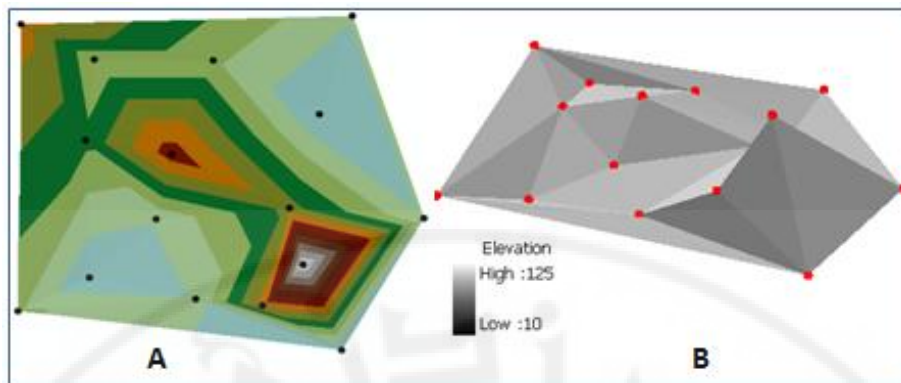


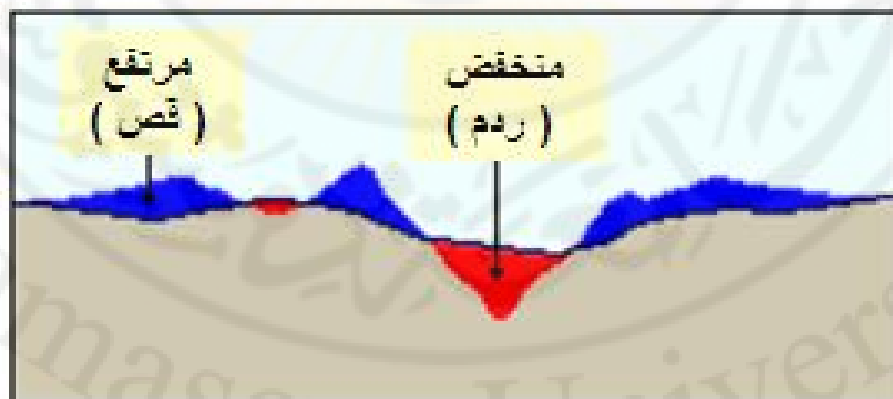
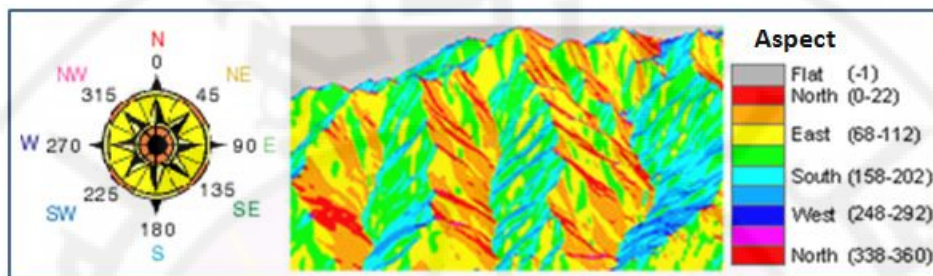
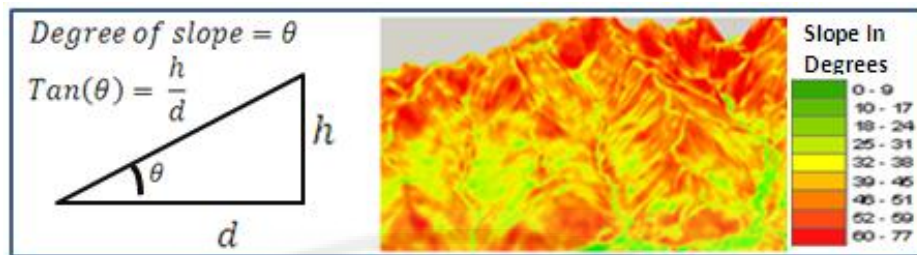


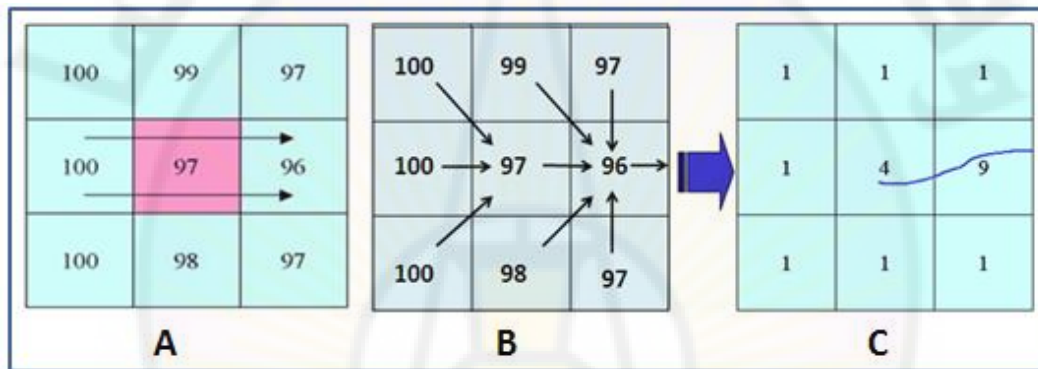
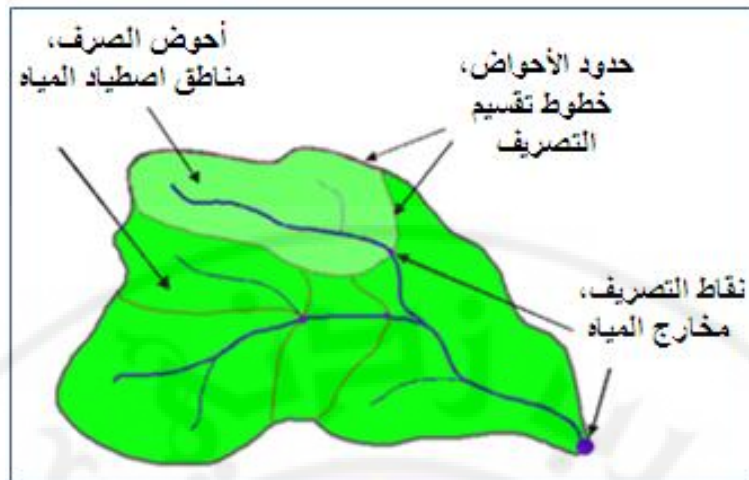


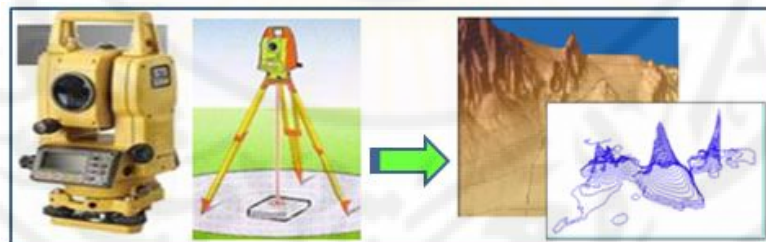
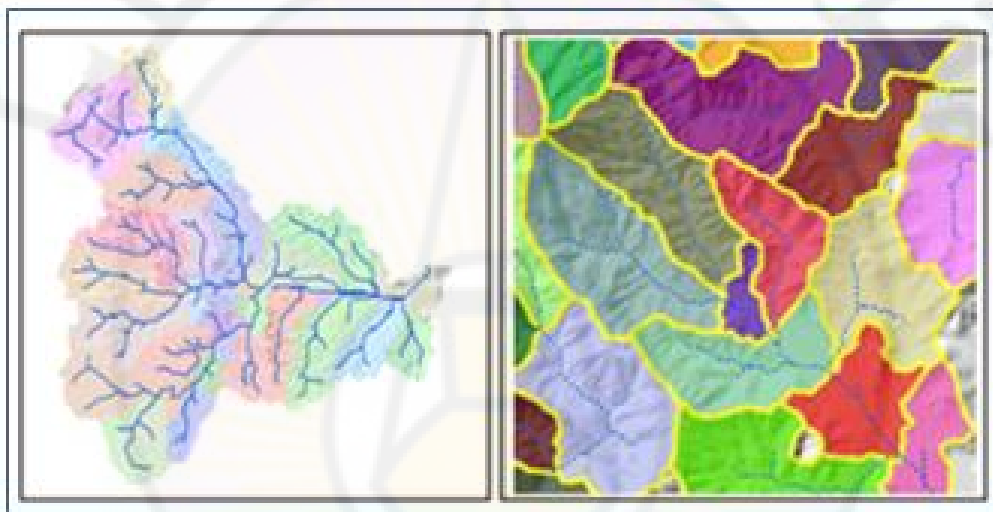
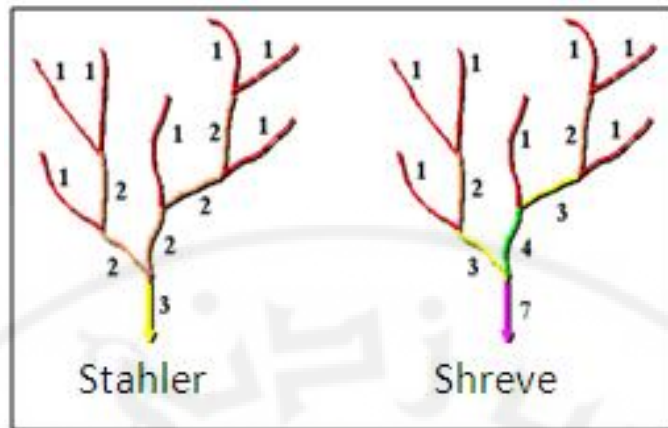
ID	X	Y	Z
1	648,255	2,349,150	20
2	651,972	2,346,020	60
3	646,074	2,354,960	30
4	645,766	2,352,040	40
5	648,777	2,351,510	70
6	645,920	2,347,030	10
7	649,637	2,346,260	20
8	653,385	2,347,520	120
9	652,894	2,349,580	50
10	653,938	2,352,990	10
11	650,221	2,354,920	30
12	657,594	2,349,210	20
13	654,706	2,344,420	10
14	643,401	2,345,830	30
15	643,524	2,356,250	60
16	655,105	2,356,550	20

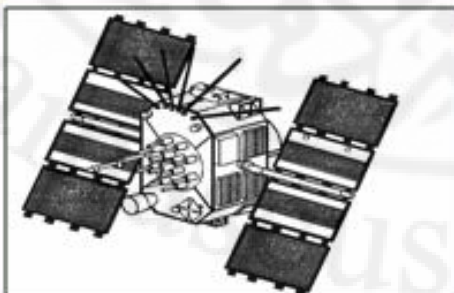
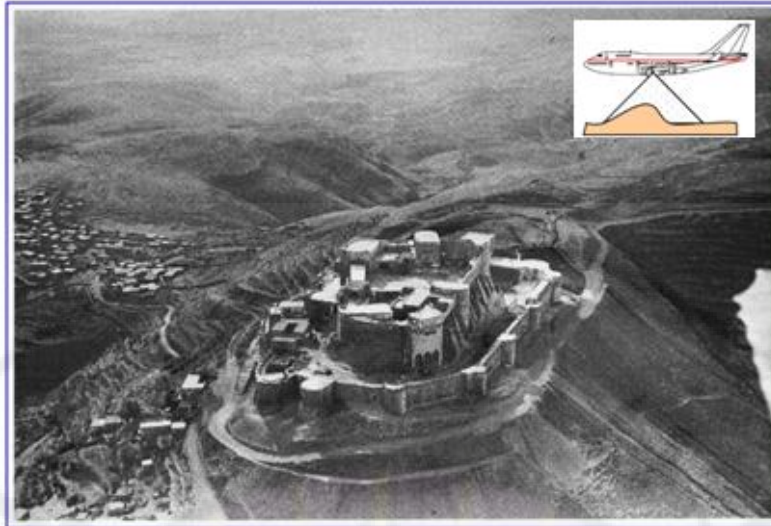








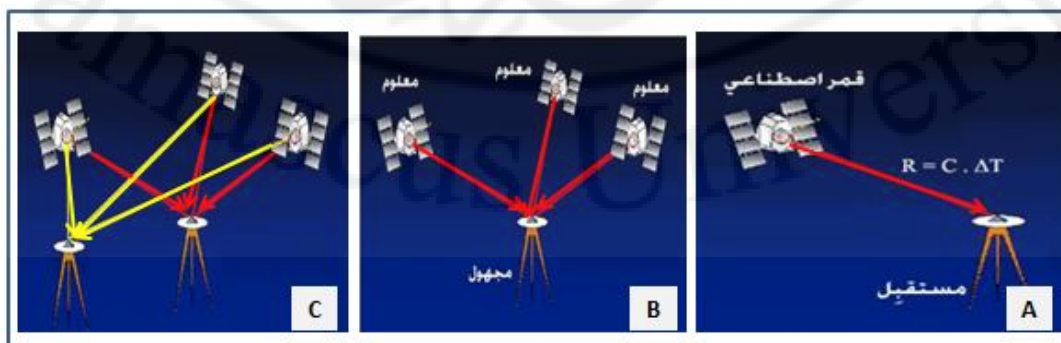
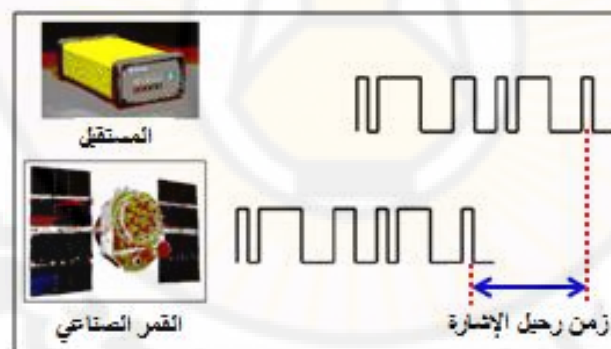
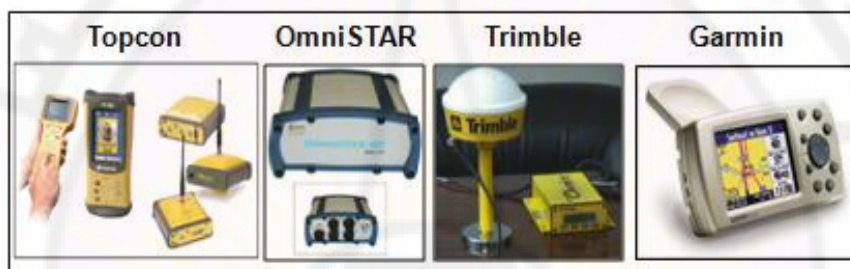


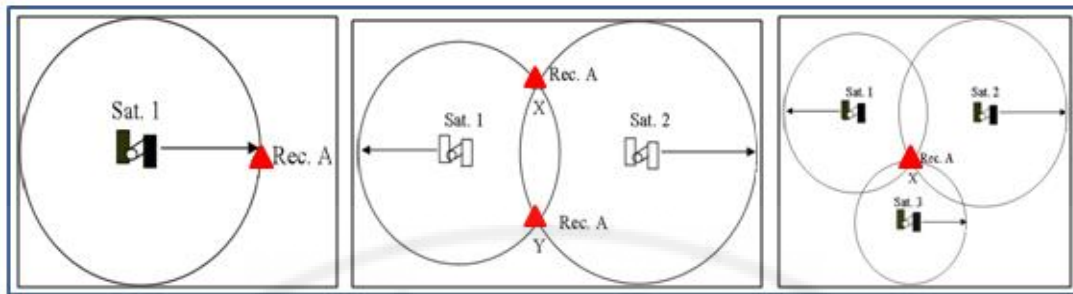


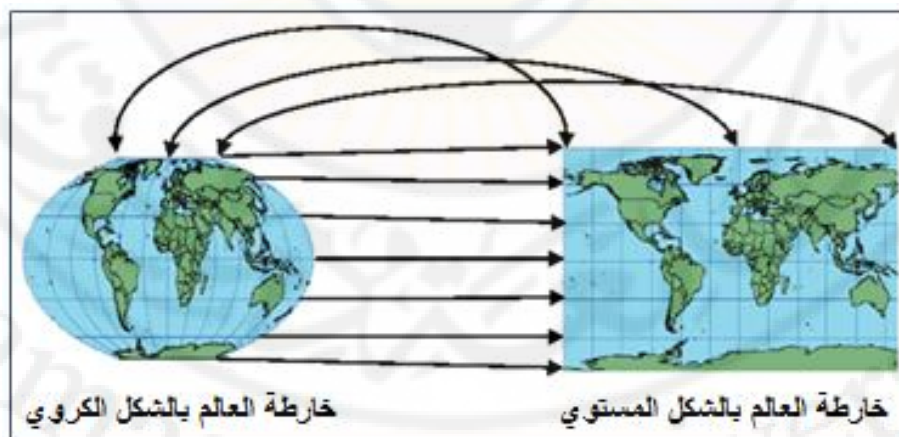
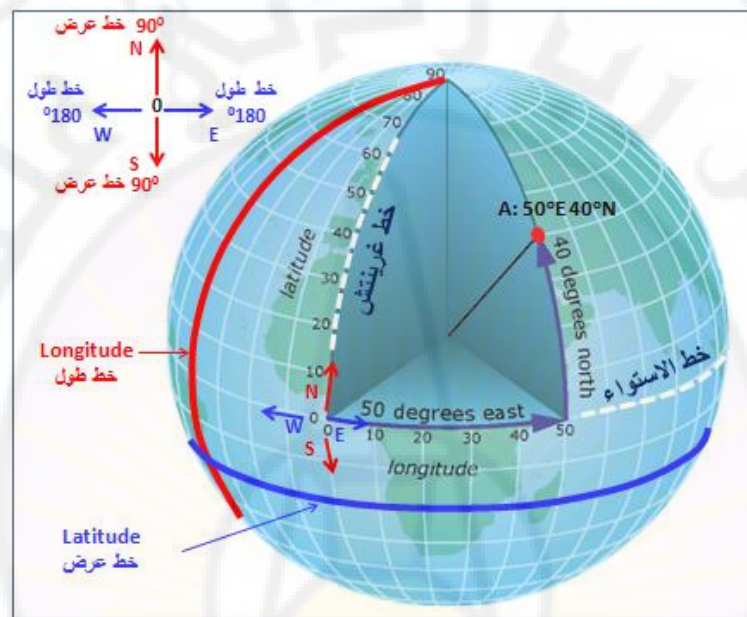
هيكل القمر الصناعي Seeber,1993

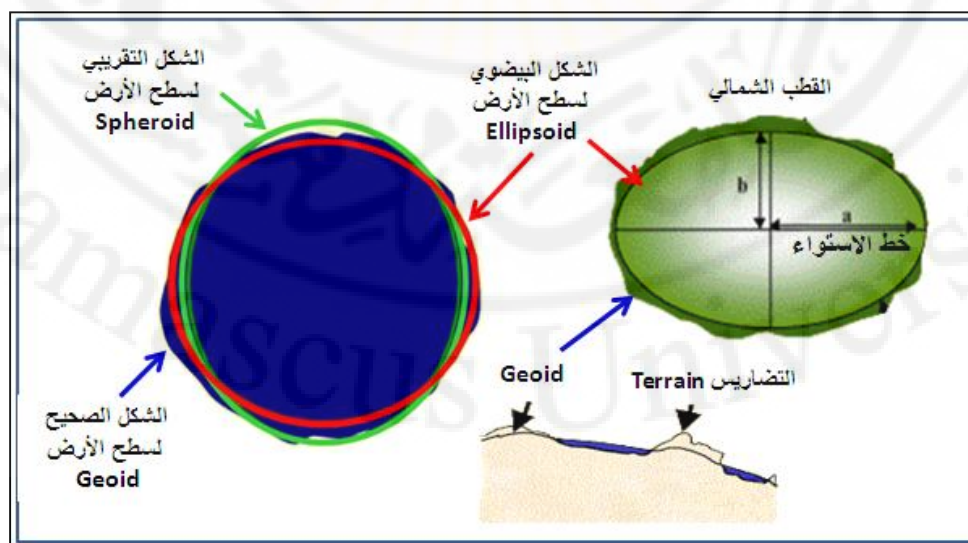
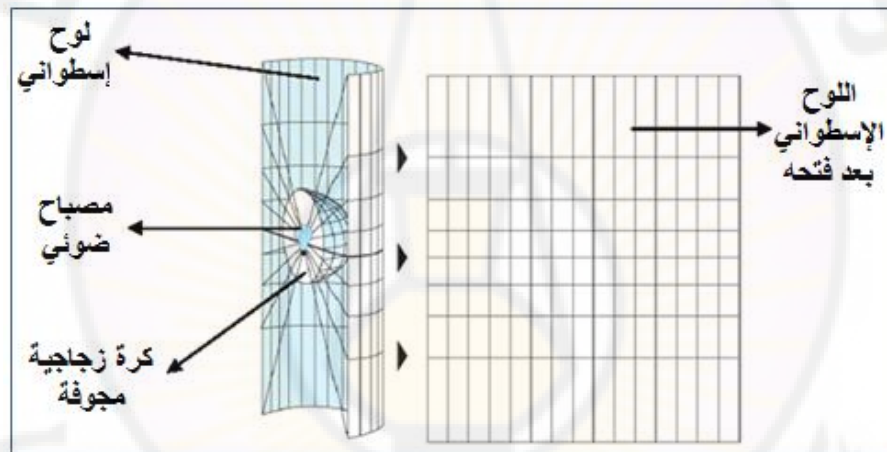
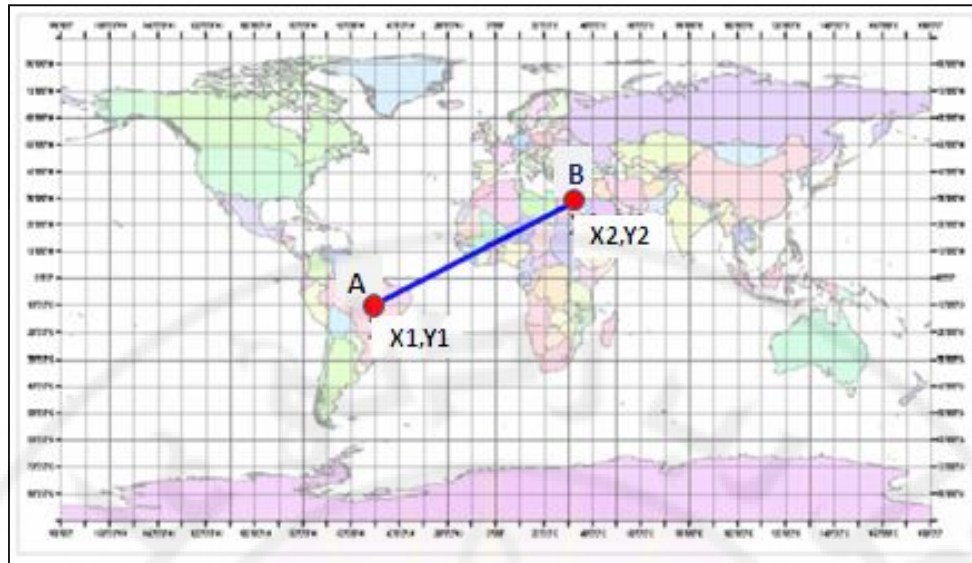


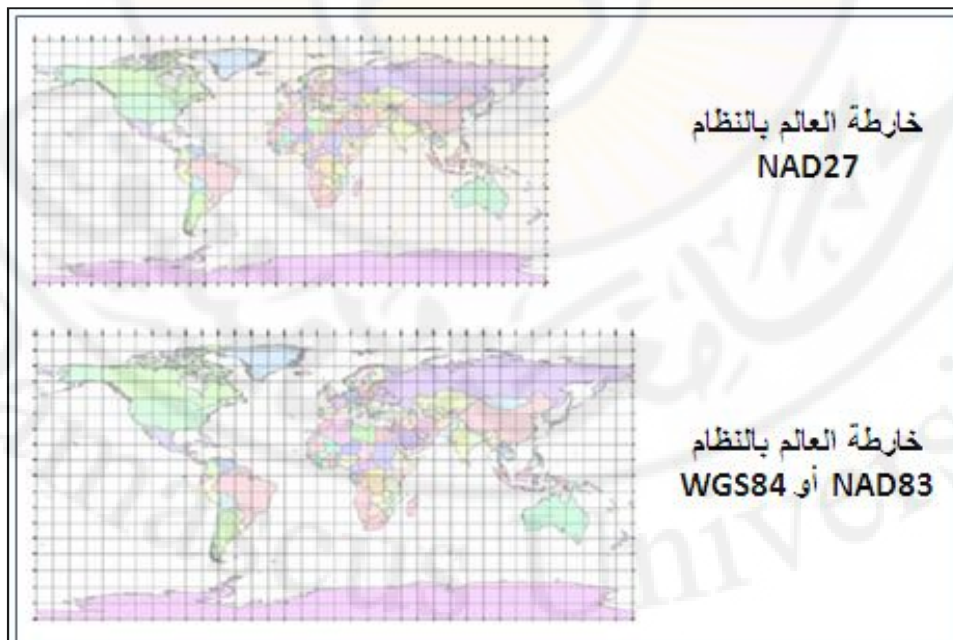
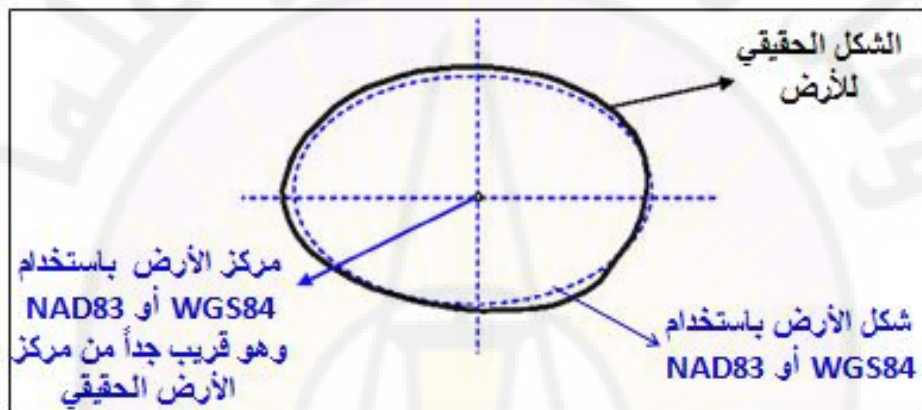
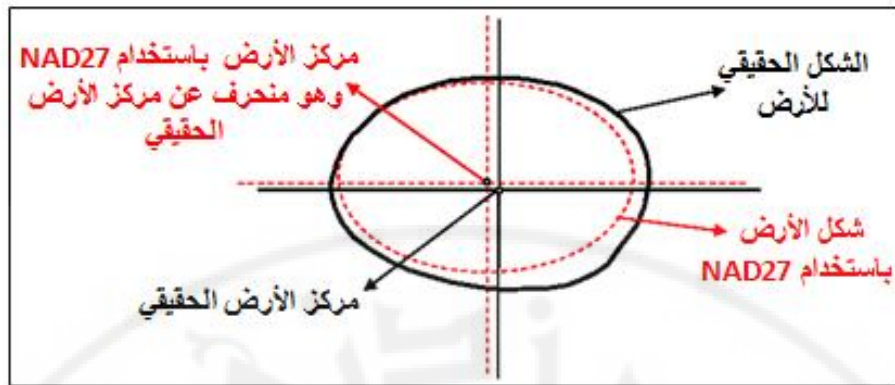
منظومة GPS المولفة من ٢٤ قمر

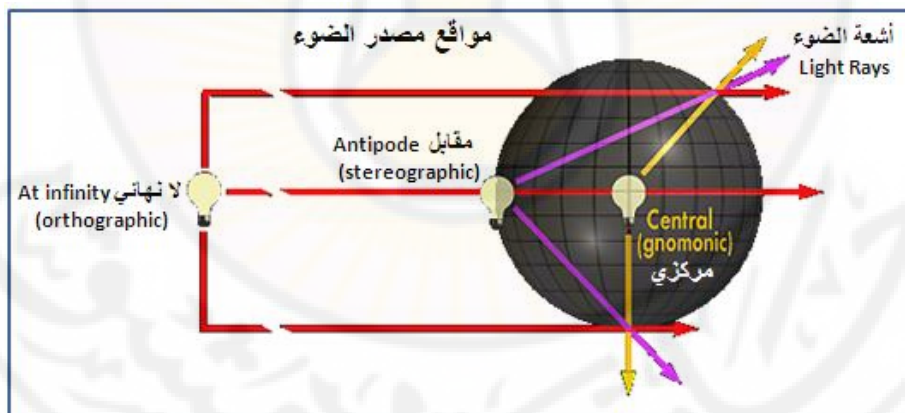




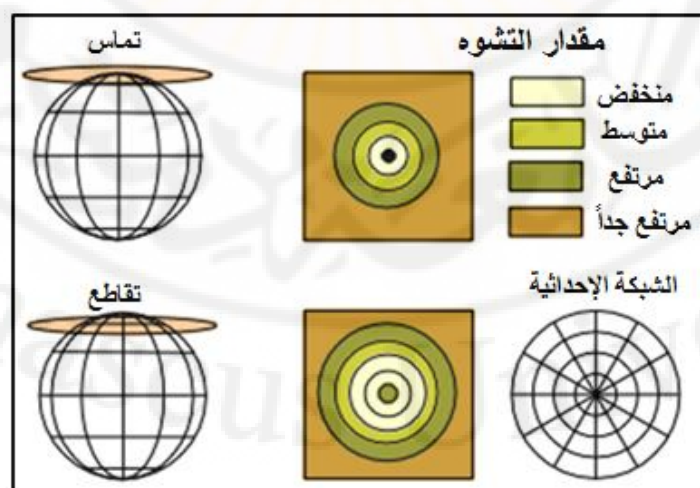
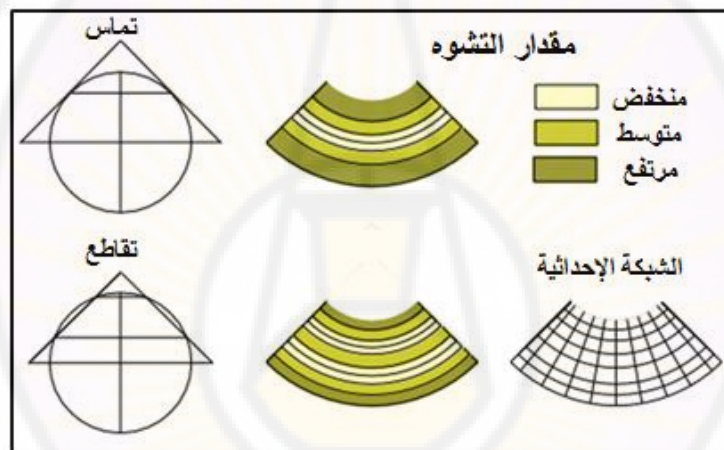
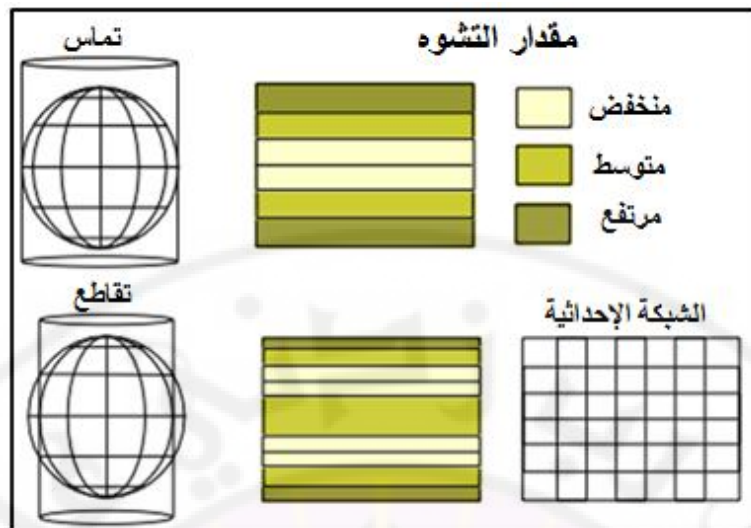


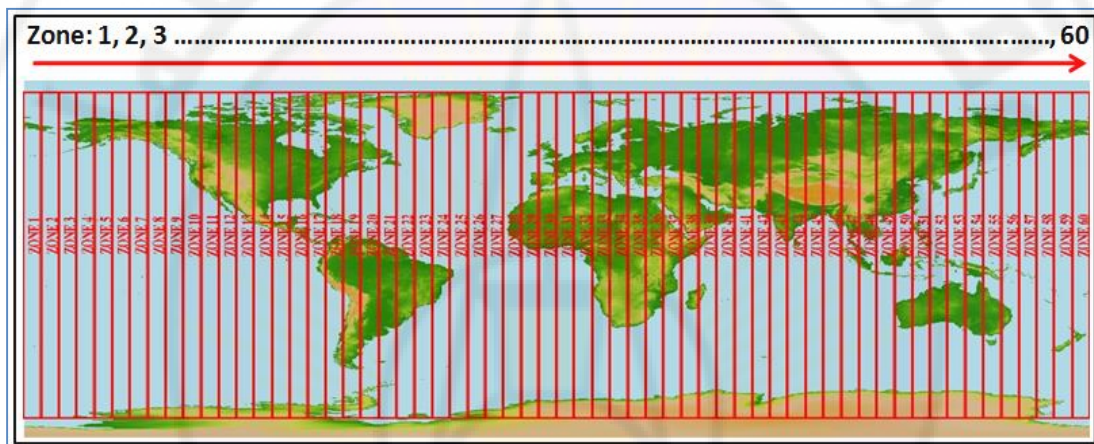
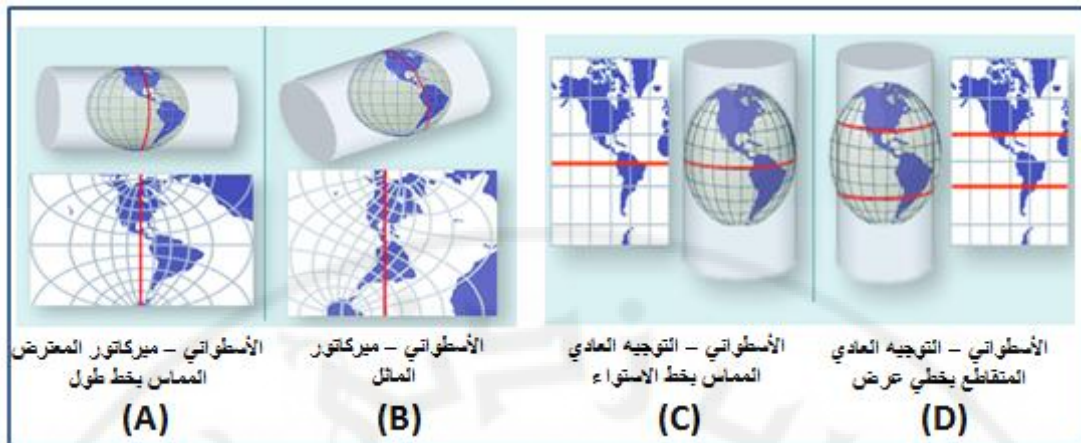


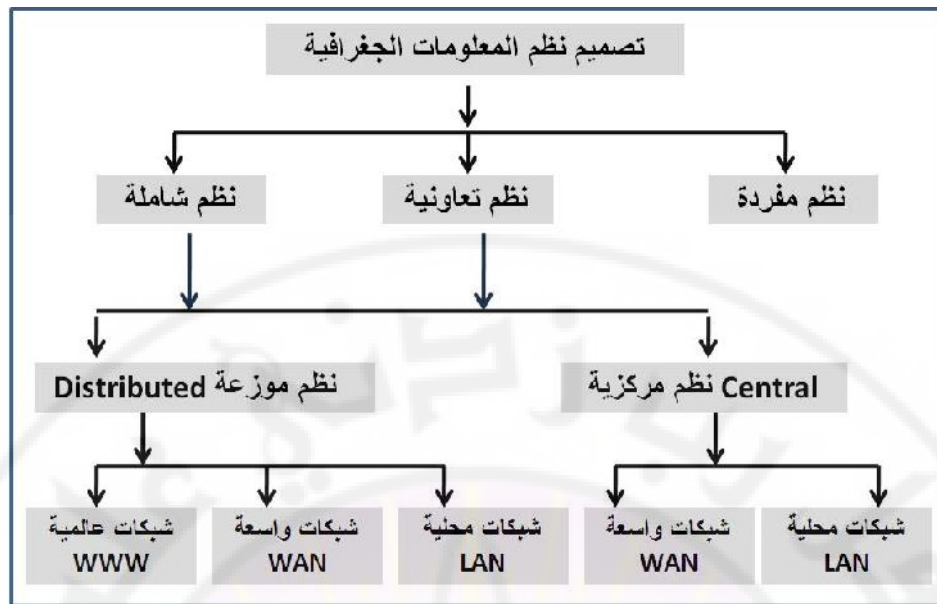


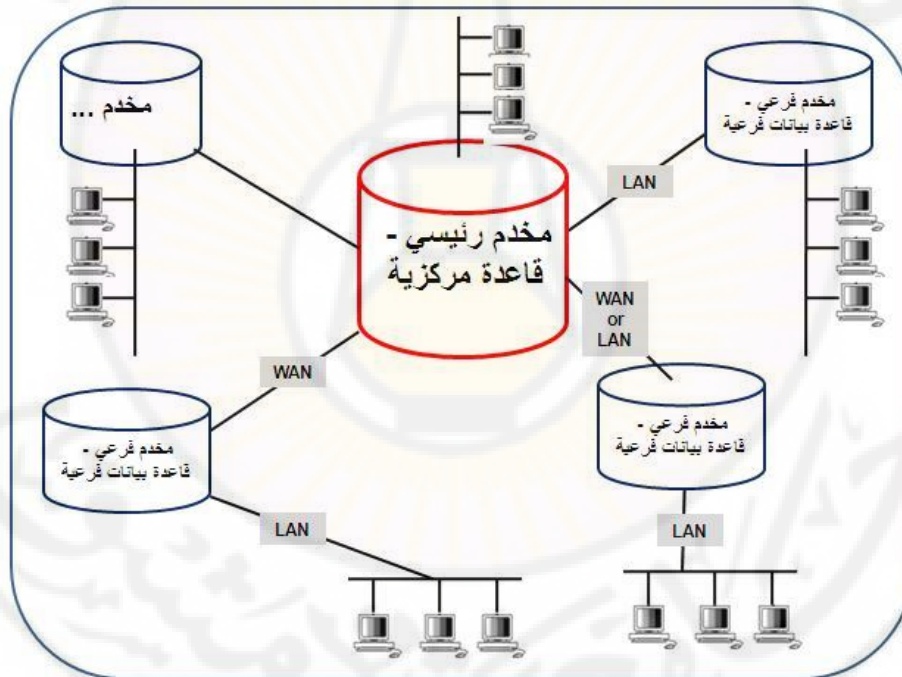
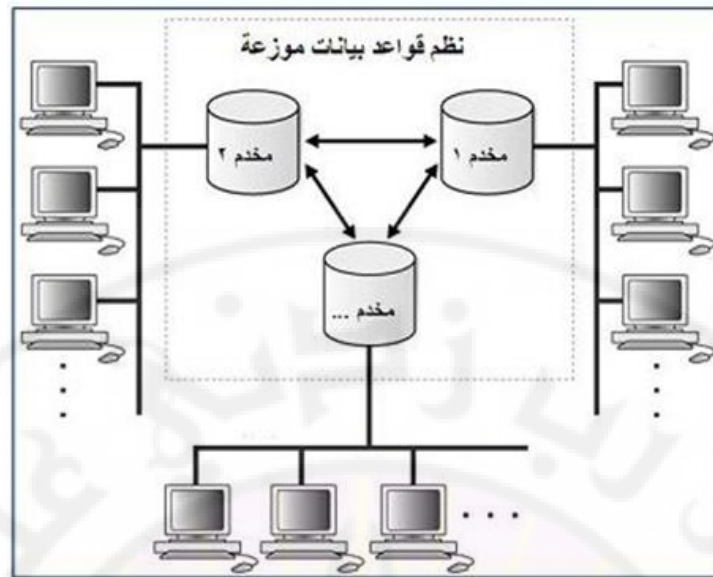


Damascus University

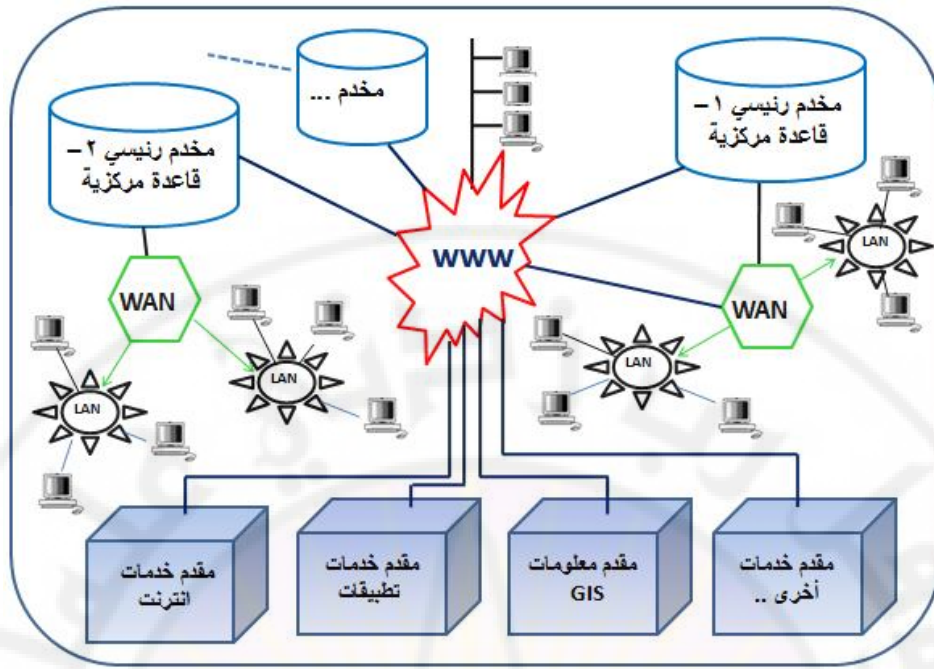


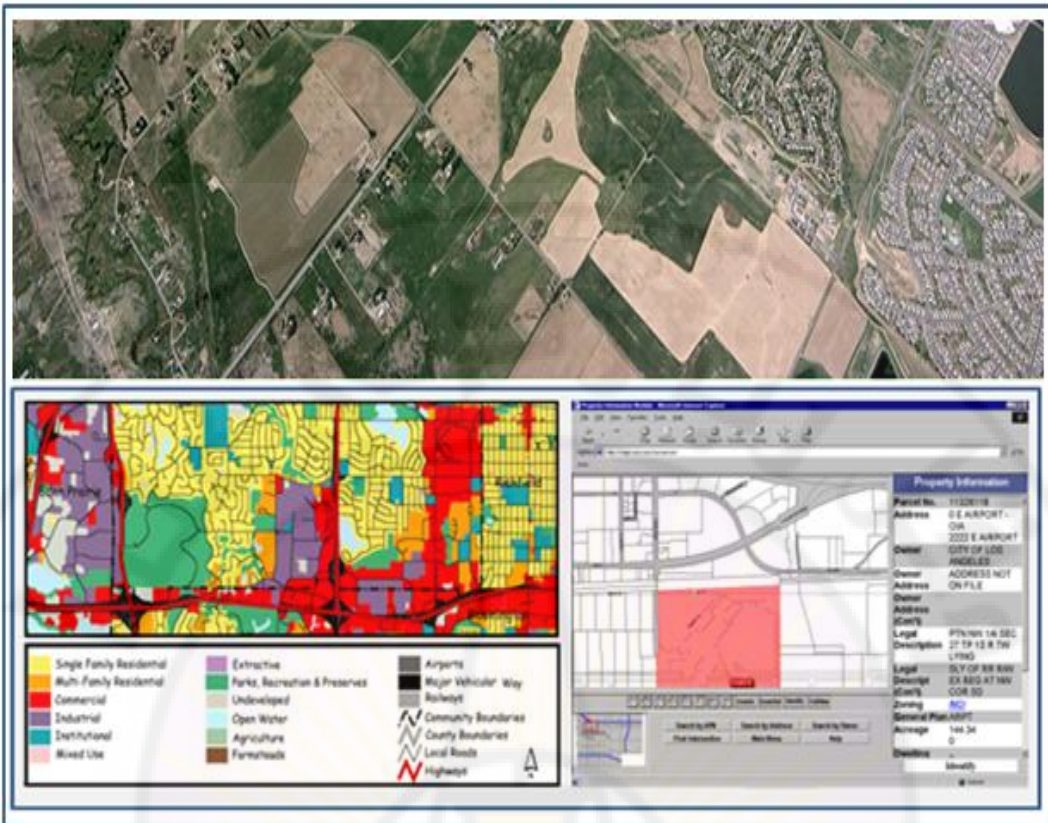


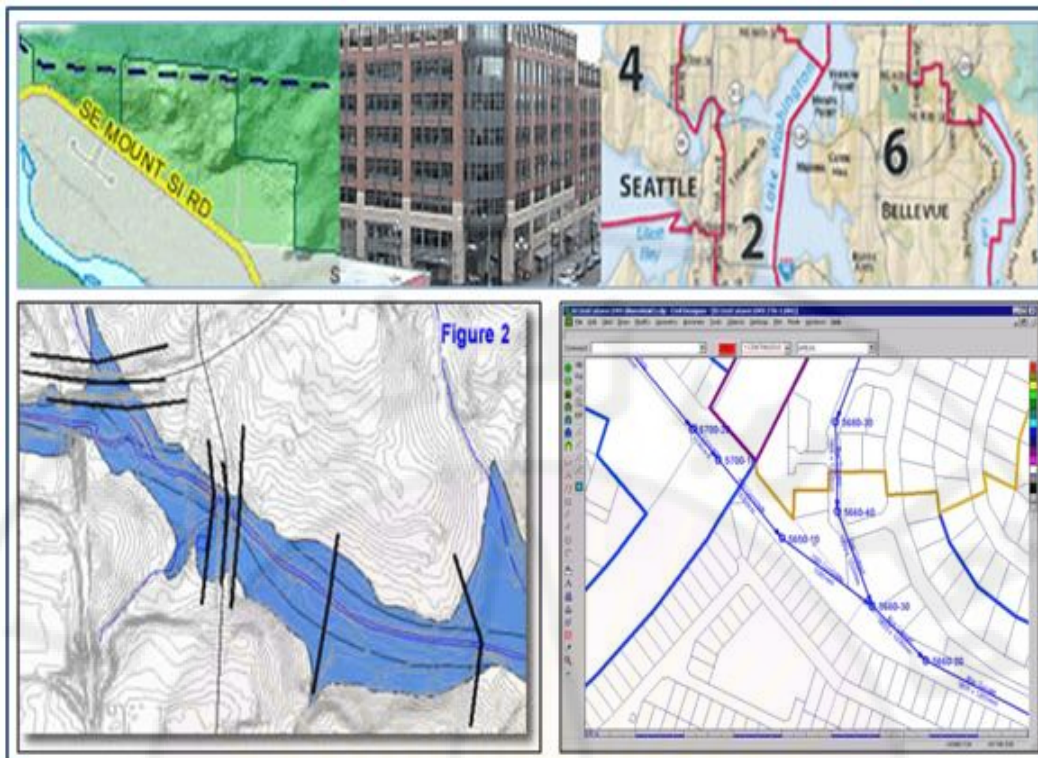


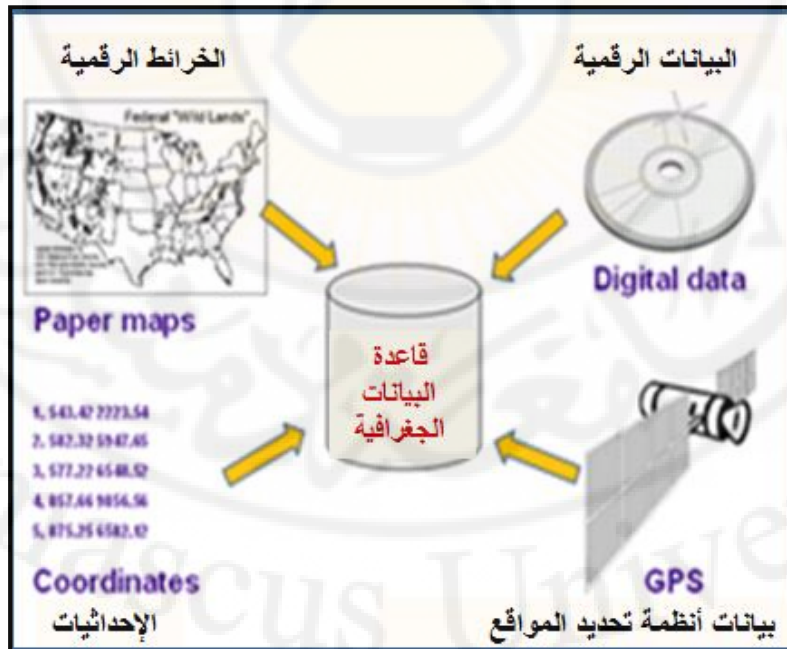
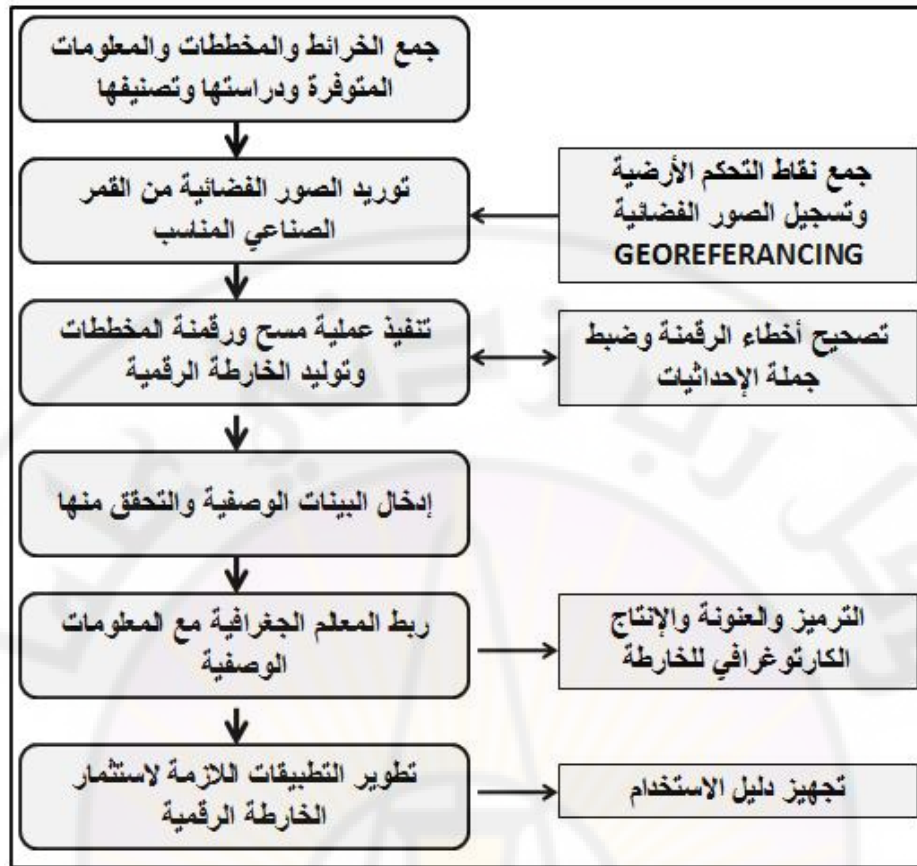


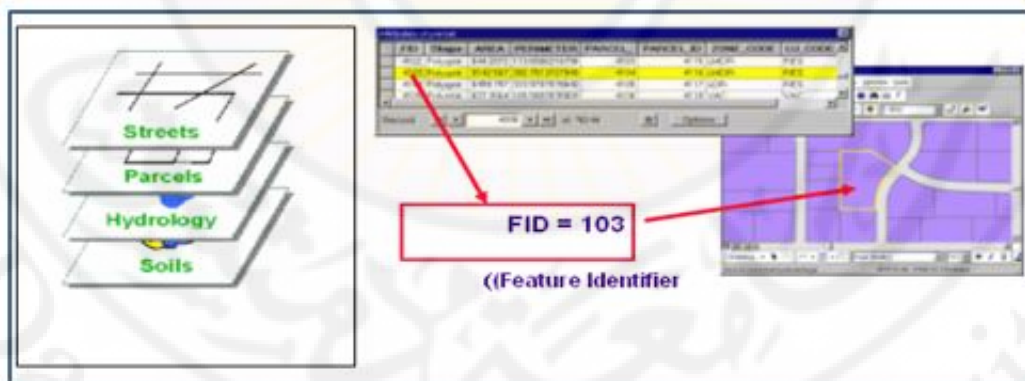
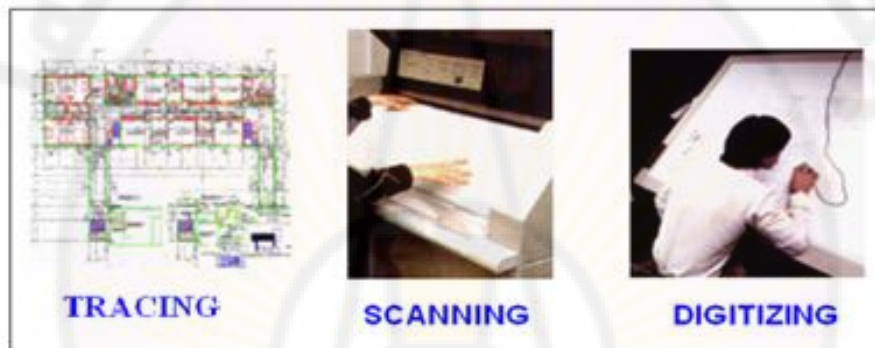
Damascus University











حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية.

