الفصل الثاني
نظم المعلومات الجغرافية
(Geographic Information Systems GIS)

1- المقدمة :

تعيش البشرية حاليا مرحلة تقنية هائلة تسمى مرحلة المعلومات ، والتي فتحت الافق واسعاً لمستوى الابداع لدى الانسان ، اذ تتميز هذه المرحلة بالكم الهائل والمتراكم من المعلومات والذي يتدفق بسرعة كبيرة جدا ، ومن مصادر هذا الكم الهائل من المعلومات هي (المقومات الطبيعية والبشرية) وما يتولد عن تفاعلها ،

وتعد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) جزءاً مهماً من تقنيات نظم المعلومات بشكل عام وتقنيات المعلومات الجغرافية بشكل خاص ، والتي تضم ايضا تقنيات {الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ونظام تحديد الموقع العالمي (Global Positioning System GPS) والخرائط الرقمية والمحطة المتكاملة (Station Total) } .

تأتي جميع البيانات والمعلومات الجغرافية على مستويات متداخلة ومتعددة الخصائص والأبعاد، وترتبط كل ظاهرة سواء كانت طبيعية أو بشرية بمرجعية أرضية مناسبة وموقع جغرافي مرتبط بنظام أحداثيات كخطوط الطول ودوائر العرض ، ويتكون العالم الحقيقي من كم هائل من المعلومات الجغرافية المتداخلة والمتنوعة ، وهي تحتاج أثناء عملية الاستفادة منها وتوظيفها في العمليات التخطيطية والتنموية الشاملة الى السيطرة على بياناتها وحسن تنظيمها وذلك من خلال تقنيات آلية حديثة وفعالة تضمها وملفات تصنفها وتسهل استخدامها وتجعل عملية الوصول اليها سريعة ، ويصطلح على التقنية الحديثة التي تقوم باجراء كل ذلك باسم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، وتفهم عادة بأنها عمليات تهتم بالخرائط الكبيرة المقياس وتعتمد أيضاً على مصادر مالية كبيرة والتي دائما تنتج بواسطة الحكومات والبلديات والأقسام الإدراية ، حيث أن الهدف الأساسي منها هو دعم السياسيين والإداريين لاتخاذ قرارات متوازنة فيما يتعلق بالموارد الطبيعية البشرية ، كما يمكن الاستفادة منها في تخطيط التنمية والبحوث العلمية ، وليس هناك تعريف ثابت لنظم المعلومات الجغرافية بسبب تعدد التطبيقات والاختلاف حول تحديد وتصنيف أهداف هذا النظام .

2- تعاريف نظم المعلومات الجغرافية (ن،م،ج):

تسمى ايضا ن،م،ج أو (GIS) وهي أختصار المصطلح نظم المعلومات الجغرافية (Information Systems Geographic) لأنها تهتم بالمعلومات الجغرافية باختلاف أنواعها، وليس هناك تعريف ثابت لنظم المعلومات الجغرافية بسبب تعدد التطبيقات والاختلاف حول تحديد وتصنيف أهداف هذا النظام، وفي بعض الاحيان تسمى بنظم المعلومات المكانية (spatial Information Systems) ومن اهم هذه التعارف وأكثرها شيوعا ما يأتي:

أ - تعريف دويكر (Ducker،1979)

نظم المعلومات الجغرافية هي حالة خاصة في نظم المعلومات التي تحتوي على قواعد - معلومات تعتمد على دراسة التوزيع المكاني للظاهرات والنشاطات والأهداف التي يمكن تحديدها في المحيط المكاني كالنقط والخطوط أو المساحات، إذ تقوم ن،م،ج بمعالجة

المعلومات المرتبطة بتلك النقط أو الخطوط أو المساحات لجعل البيانات جاهزة لاسترجاعها وتحليلها أو الاستفسار عن البيانات من خلالها .

ب - تعريف بورغ (Burrough 1986)

نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من حزم البرامج التي تمتاز بقدرتها على إدخال وتخزين واستعادة ومعالجة وعرض البيانات المكانية لجزء من سطح الأرض .

ج - تعريف باركر (Parker 1988)

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

د - تعريف مؤسسة ايسري (ESRI 1990)

هو عبارة عن مجموعة متناسقة تضم مكونات الحاسب الالي والبرامج وقواعد البيانات ، بالاضافة الى الافراد ، وهذه المجموعة تقوم بحصر دقيق للمعلومات المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها ومن ثم عرضها على شكل خرائط .

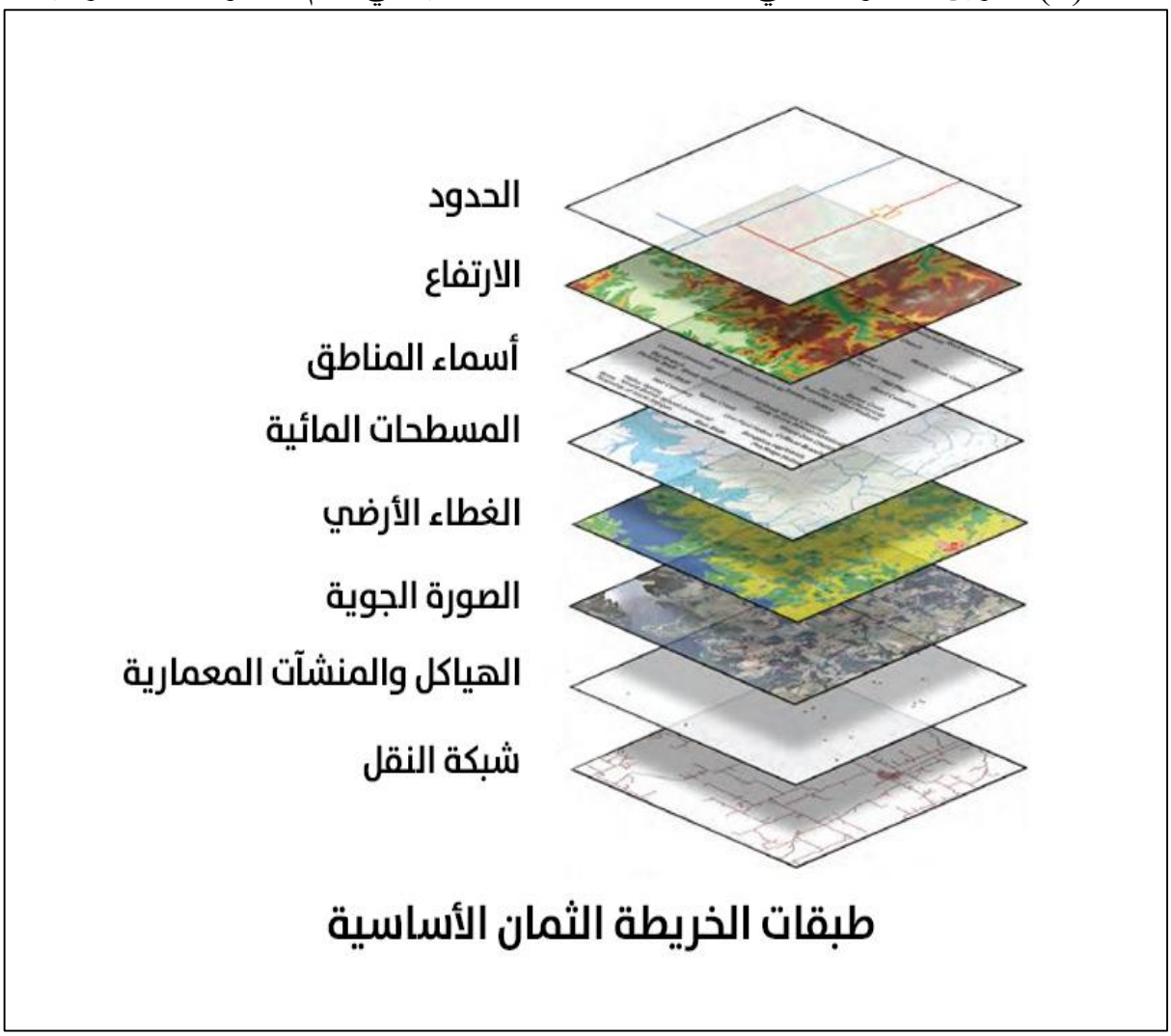
ومن التعاريف والمفاهيم الشائعة الاخرى لنظم المعلومات الجغرافية بانها عبارة عن تقنية معلوماتية، وهي عبارة عن نظم بيانات متخصصة تعتمد في عملها اساسا على الحاسوب ، وهي مكونة من المعلومات والبرمجيات والاجهزة والعمليات التي تستخدم من اجل تجميع وتحويل ومعالجة وربط وتحليل وعرض كم هائل من البيانات الرقمية (Digital Data) ، المرتبطة بمواقع جغرافية محددة بنظام احداثي والمتعلقة بسطح الارض بما فوقه وما تحته ، واستخدامات الاراضي والموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة وتجمعات السكان والمرافق وغيرها"،

ويلاحظ في الشكل (1) بان هذه الطبقات المعلوماتية متطابقة مع بعضها البعض لنفس الموقع الجغرافي، ويعد الموقع الجغرافي العنصر الاساسي اللازم لتحليل البيانات والمعلومات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية ، ومن الوظائف الجوهرية لنظم المعلومات الجغرافية بانها تقوم بربط البيانات المكانية مع البيانات الوصفية المرتبطة بتلك الظواهر الجغرافية من خلال قاعدة بيانات وتحليلها وعرضها بمقياس رسم محدد ومصحح ومن ثم طباعتها .

3- لمحة تاريخية عن تطور نظم المعلومات الجغرافية

بدأ ظهور اول المفاهيم الاساسية في نظم المعلومات الجغرافية بين عام 1950 - 1960م، ولكن البداية الحقيقية والعملية بدأت مع بداية ظهور نظام المعلومات الجغرافي الكندي (CGIS) في عام 1964م ، اذ يعد واحد من اقدم انظمة المعلومات الجغرافية التي قدمت منتجات خرائط بمقاييس كبيرة ، وكان الغرض من هذا النظام هو تحليل البيانات التي تم جمعها وتنسيقها من قبل ادارة الاراضي الكندية لغرض الحصول على احصائيات تستخدم في وضع خطط التطوير وادارة مساحات كبيرة في الريف الكندي ، وقد انتجت ادارة الاراضي الكندية خرائط بمقياس 1:50,000 لمواضيع مختلفه مثل (استخدامات الاراضي، قابلية التربة للزراعه، قابلية الغابات وغيرها) ، واستمرت عمليات التطوير على هذا البرنامج متزامنه مع تطور التقنات الآلية المستخدمة في ادخال البيانات ومخرجاتها حتى اكتملت قاعدة البيانات

الشكل (1) تخزين المعلومات في طبقات تعد السمة الأساسية في نظم المعلومات الجغرافية



للمشروع وكان المنتج الرئيسي خلاصات احصائية واخراج خرائط بسيطة نسبيا تتضمن الأفكار الرئيسية للمشروع والمرتبطة بموضوعات مختلفه وجديدة .

وفي منتصف السبعينات وفي احد مؤتمرات مستخدمي الحاسوب لرسم الخرائط وتحليلها تم الاتفاق على تسمية هذه النظم باسم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، نظرا لكثرة اسماء النظم والبرامج المستخدمة في هذا المجال مثل (نظم معلومات الاراضي ونظم معلومات الطرق، ونظم معلومات الخدمات ،وغيرها) وذلك لمعالجة ورسم ودراسة وتحليل وجميع العناصر الجغرافية بالنقاط والخطوط والاشكال في جميع هذه النظم ، وجاءت مساهمات مجموعة (جامعة هارفارد) منذ منتصف الستينات وحتى بداية الثمانينات من القرن الماضي كمساهمات كان لها الدور الهام في تطوير برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وعرفت هذه البرمجيات (برزم ها فارد Harvard Packages) ولكن تاثير هذه البرامج بدأ ينحصر بعد ذلك ، ومن المساهمات البارزة التي لا بد من الاشارة اليها هي اسهامات مكتب تعداد السكان الأمريكي، والتي جاءت تلبية لحاجة المكتب الى وضع اول نظام ترقيم المواقع السكان عام (1970) اذ قامت باعداد ملفات حاسوبية خاصة وكانت هذه الملفات اللبنة الاساسية لتطوير انماط الترقيم المختلفه للاحياء السكنية في فترة التسعينات من القرن الماضي ، اما معهد او

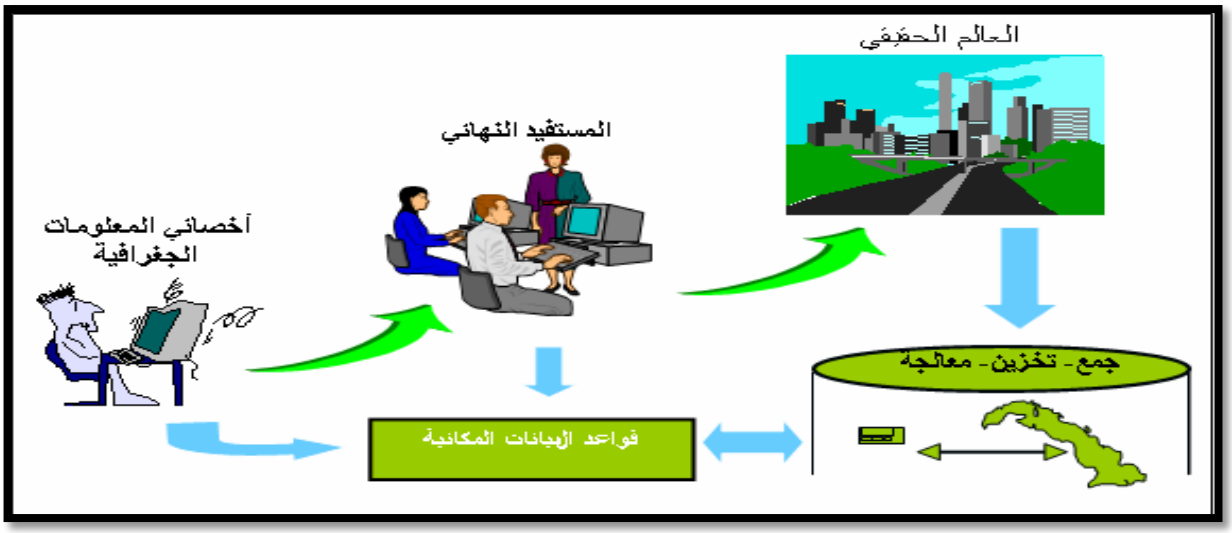
مؤسسة بحوث النظم البيئية الامريكية (أيسري)، فكانت لها اسهامات فعالة ومؤثرة، اذ تأسس هذا المعهد في عام 1969م ، وفي بداية الثمانينات بدأ المعهد باستخدام نظام المعلومات الجغرافي المسمى ARC/INFO وقد مثل هذا النظام فكرة ناجحة للتعامل مع معلومات مكانية ومعلومات وصفية منفصلة ، وتم توظيف هذا النظام (البرنامج) بنجاح في العديد من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في جميع انحاء العالم .

4- مفهوم نظم المعلومات الجغرافية

جاءت فكرة نظم المعلومات الجغرافية لتقوم بتحقيق أعلى درجة مقارنة ومطابقة مكانية بين عدد من الطبقات المعلوماتية أو الخرائط فوق بعضها البعض لمنطقة جغرافية محددة كما لاحظنا في الشكل (1) سابقا، ومن الناحية الفسيولوجية فان مطابقة هذه المعلومات المكانية فوق بعضها البعض يتطلب القيام بمحاولة لجعل العقل البشري يتصورها كوحدة واحدة ، ولكن مطابقة طبقتين أو أكثر من الخرائط فوق بعضها البعض بالطريقة اليدوية التقليدية ستكون فاشلة لان العين تصبح مرتبكة والعقل يصبح متنافر وغير قادر على المطابقة والمقارنة بينها .

وفي عام 1970م أصبحت مشكلة المطابقة والمقارنة بين عدة خرائط او طبقات لمنطقة معينة محلولة واكثر سهولة من خلال استخدام الحاسوب ، ولاسيما بعد الزيادة السريعة في كفاءة وزيادة خزن ذاكرة الحاسوب التي قدمت امكانية كبيرة في المطابقة المكانية لجميع مصادر المعلومات المكانية مع بعضها البعض التي ترتبط بمرجعية احداثيات جغرافية واحدة ، ولتقريب الفكرة من الاذهان وبشكل مبسط لآلية عمل نظم المعلومات الجغرافية، يمكننا ان نستعين بمثال بسيط ومشابه من حيث الفكرة، فعندما يتم انتاج التسجيل لأي مقطوعة موسيقية فأن الشريط المسجل يحتوي على عدد من العناصر (الطبقات)، اذ يمثل كل عنصر مسجل آلة موسيقية معينة، فالعنصر الأول على سبيل المثال يمثل تسجيل الجيتار والعنصر الثاني يمثل تسجيل الطبل والعنصر الثالث يمثل تسجيل المغني وهكذا، وبمقارنة هذا المثال مع نظم المعلومات الجغرافية فان عناصر (طبقات) المقطوعة الموسيقية تقابلها في نظم المعلومات الجغرافية طبقات معلوماتية مختلفة، فمثلا طبقة استخدامات الأرض تمثل العنصر الاول، وطبقة ملكيات الارض تمثل العنصر الثاني، وطبقة التربة تمثل العنصر الثالث وهكذا، ويمكن توضيحها بشكل أكثر تفصيلا فالتسجيل الموسيقي يجمع كل نسق التحكم المكون من الصوت الذي يحتوي على العناصر الموسيقية الثلاثة المذكورة اعلاه، ويتم استخدام هذا التحكم لتحسين الصوت او تبديله ، اما في نظم المعلومات الجغرافية فان آلية التحكم هذه تكون ضمن معالجة الطبقات المعلوماتية التي يشتمل عليها النظام يلاحظ الشكل (2) الذي يوضح تفاصيل مفهوم آلية عمل نظام المعلومات الجغرافي، ان المفهوم الاساسي لنظم المعلومات الجغرافية هو الوصول الى الحلول والقرارات السديدة المبينة على معالجة وتحليل المعطيات والمعلومات المختلفة الانواع بعد ربطها بموقعها الجغرافي ، بحيث تتميز انظمة المعلومات الجغرافية عن باقي انشطة المعلومات بقوة تحليلها للمعلومات المرتبطة بموقعها الجغرافي الصحيح والعلاقات المكانية بين المعلومات ، حيث تبرز قوة التحليل في انظمة المعلومات الجغرافية في تخزين البيانات في أكثر من طبقة واحدة (Layer) ، وتستخدم بعض البرامج مصطلح ثيم (Theme) أي موضوع بدلا من طبقة وكذلك تسمى مستوى (Level) و غطاء (Coverage) ، ولكن سوف نستخدم المسمى الاكثر انتشار وهو طبقة، بحيث تكون كل طبقة

الشكل (2) مفهوم وآلية عمل نظام المعلومات الجغرافي



تحتوي على معالم لها التصنيف نفسه ، وذلك للتغلب على المشاكل التقنية الناجمة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة حيث تعطي قدرة تحليلية ،افضل لان التغلب على مشكلة في طبقة الطرق مثلاً افضل من معالجتها في كامل النظام، بالاضافة لربط هذه الطبقات بجداول او معلومات غير مكانية (Non-spatial) مرتبطة بنفس المعلم ، وتعد هذه السمة اساسية في اي نظام معلومات جغرافي .

5-علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالعلوم والتقنيات الأخرى

ورث نظم المعلومات الجغرافية بعض الوظائف والخصائص من علوم وتقنيات و نظم معلومات سابقة وارتبط بعلاقات متبادلة معها ، ومن أهم هذه العلوم والتقنيات هي : نظم المعلومات المختلفة كالاستشعار عن بعد ، ونظام تحديد الموقع العالمي (GPS) وعلم الجغرافية وعلوم الحاسوب والكارتوكرافيا (فن رسم الخرائط) وعلم المساحه وعلم الاحصاء وغيرها، وسنوضح العلاقة المتبادلة بين نظم المعلومات الجغرافية وبين بعض العلوم والتقنيات والنظم المعلوماتية ، ويقصد بالعلاقة المتبادلة هو تاثير كل طرف على الآخر وابراز هذا التأثير سواء كمصدر لتوفير المادة العلمية او كأداة تطبيقية أو غيرها ويمكن توضيح ذلك كالاتي:-

1 - علاقة نظم المعلومات الجغرافية مع نظم المعلومات الاخرى

نظرا للكم الهائل من المعلومات أصبح من الصعوبة بمكان التعامل معها واستيعابها والاستفادة منها، الا اذا نظمت وصنفت و فهرست وجردت و اختزلت رقمياً وخزنت في قواعد بيانات يمكن التعامل معها آلياً والاستفادة منها دون ان يخل هذا الاختزال والايجاز والتخزين بدقتها وصحتها او دلالتها فدعت الحاجة الى ابتكار طرق ونظم لتخزين هذه المعلومات وادارتها فظهرت انواع كثيرة من نظم ادارة المعلومات ، منها مثلا نظم ادارة المعلومات او ما تسمى نظم المعلومات الادارية (Management Information System (MIS)؛ أو قواعد البيانات (Data Base) ونظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System;GIS) ونظم التصميم بمساعدة الحاسوب (Computer Aided

(Design;CAD)، ومن الأمثلة على انظمة ادارة المعلومات أو قواعد البيانات المعلومات لمرضى داخل ومن مستشفى ما اذ تحتوي على معلومات عن المرضى من اسم المريض وعنوانه ورقم هاتفه وتاريخه المرضي وغيرها من المعلومات الضرورية التي تساعد الطبيب في تشخيص حالة المريض ، اما انظمة المعلومات الجغرافية فالبعض ينظر اليها بالمفهوم اللفظي فقط ويعتقد انها نظم تهتم بالعلوم الجغرافية فقط دون غيرها ، والبعض الآخر لا يستطيع تحديد الفارق بينها وبين ما يسمى نظم ادارة المعلومات أو قواعد البيانات كالمستخدمة في الشركات والبنوك ومكاتب السفر والسياحة (مثل اسماء العملاء وعناوينهم واسماء الموظفين ورواتبهم،

والفرق بين نظم ادارة المعلومات (MIS) او ماتسمى قواعد البيانات Database) ونظم المعلومات الجغرافية بصورة مبسطة هو ان قواعد البيانات الشائعة يتم من خلالها تخزين وتبادل المعلومات بين فروع الشركات والبنوك من حيث النوع والكم دون توفر امكانية ربط المعلومات مع مواقعها الحقيقية على سطح الكرة الارضية، بينما نظم المعلومات الجغرافية تتيح عملية ربط المعلومات مكانياً مع توفير امكانية التحليل المكاني للمعلومات، ويمكن تلخيص اهم الفروق بين انظمة ادارة المعلومات (Information System Management ; MIS) او قواعد البيانات (Data Bases) ونظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System; GIS) وانظمة التصميم والرسم بالحاسوب الآلي (Computer Aided Design CAD) والخرائط، وانظمة معالجة الصور الفضائية كما في الجدول (5-1)

الجدول (5-1) الفروق بين نظم المعلومات الجغرافية والنظم الاخرى

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

المفتاح: ✓ = نعم X = لا = = متوسط

2- الاستشعار عن بعد (Remote Sensing):-

يعد الاستشعار عن بعد يعد احد الانواع الرئيسية لمدخلات نظم المعلومات الجغرافية، اذ تستخدم معلومات الاستشعار عن بعد في تحليلات وتطبيقات مكانية خاصة ، تقدم نظم الاستشعار عن بعد المختلفة بيانات ضرورية ومهمة الى نظم المعلومات الجغرافية ، اذ تساعد في زيادة قابليتها على المعالجة والتحليل والعرض لهذه البيانات والعكس بالعكس ، لقد تطورت نظم المعلومات الجغرافية جنبا الى جنب مع نظم الاستشعار عن بعد بسبب العلاقة الوثيقة والمتكاملة بين الاثنين وتعزى هذه العلاقة الوثيقة بين الاثنين إلى الأسباب الآتية

1.الاستشعار عن بعد يزود نظم المعلومات الجغرافية بالبيانات الحديثة والمتجددة في كل وقت وبشكل دوري منتظم باقل جهد وكلفه وبصيغه تنسجم مع متطلبات عمل نظم المعلومات الجغرافية،

2.تستخدم كل من نظم الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية أجهزة وبرامج حاسوب متشابهه وهذا سيساعد في استثمار الأعتمادات المالية والخبرات في انشاء مؤسسات وشركات تعمل في المجالين معا،

3.البيانات الاخرى المستخدمه في نظم المعلومات الجغرافية والمستحصلة من مصادر بيانات اخرى غير بيانات الاستشعار عن بعد يمكن الاستفادة منها وتوظيفها في تحليل بيانات الاستشعار عن بعد كبيانات مساعدة،

4.ينتج دليل التفسير البصري للصور الجوية و الفضائية خارطة او مجموعه خرائط توضح الحدود بين الاصناف المختلفه للترب أو استخدامات الارض وغيرها اعتمادا على النمط الفوتوغرافي الذي تاخذه الظواهر الارضية على الصور الجوية والفضائية ، هذه الحدود تهيئ بصيغه رقمية تكون مناسبة لادخالها في نظم المعلومات الجغرافية

5. يمكن ادخال البيانات الرقمية المستحصلة من الاستشعار عن بعد بشكل مباشر الى برمجيات نظم المعلومات الجغرافية القادرة على التعامل مع البيانات الخلوية مباشرة،

6.على الرغم من هذه العلاقه التكاملية الوثيقه فأن الربط بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد يواجه كثير من الصعوبات والمشاكل ويحتاج الى أبحاث كثيرة لاستغلال واستثمار هذه العلاقه الوثيقه بينهما بأفضل صيغه .

3 - نظام تحديد الموقع العالمي (Global positioning system (GPS):-

وهي نظم مرتبطة بالاقمار الصناعية تزود المستخدم بمعلومات دقيقه للمواقع على سطح الارض والاحداثيات والوقت من خلال النقل الدقيق للاشارات الموقوته، ويعبر عن الموقع بخط الطول ودائرة العرض او اي نظام احداثي ،اخر اذ يتم استلام الاشارات بجهاز الكتروني خاص الحجم الأصغر منه يحمل باليد وربما يكون اصغر من ذلك يلاحظ الشكل (5-3) .

يلعب نظام تحديد الموقع العالمي والانظمه والاجهزة المرتبطة به دورا مهما في تزويد نظم المعلومات الجغرافية بالبيانات الرقمية الفورية خاصة فيما يتعلق بتطبيقات المناطق الشاسعة هو المناطق التي يصعب الوصول اليها كالصحارى والمناطق الجبلية الوعرة وغيرها،

الشكل (3) يتألف جهاز تحديد الموقع العالمي من الهوائي وجهاز الاستقبال على الكتف وجهاز التقاط البيانات في اليد

4 - الجغرافية:-

يهتم علم الجغرافية بدراسة وتحليل العلاقات المكانية للظاهرات الطبيعية والبشرية وما ينتج عن ذلك من تفاعلات بيئية تشكل المتطلبات الاساسية للحياة على سطح الارض، لقد بينت الدراسات السابقه بان أكثر المجالات العلمية التي تطبق فيها نظم
المعلومات الجغرافية تخضع لعلم الجغرافية وهذا دليل على الصله الوثيقه بينهما، ويعد علم الجغرافية هو المصدر الاول للأفكار الجغرافية التي تبلور خصائص المكان من حيث الموقع الحقيقي على سطح الارض وأصل نشاته الطبيعية او البشرية وتحديد ملامحه الوصفية والكميه وتحديد مدى التفاعل البيئي وما يمكن ان يتعرض له من تغييرات ، وذلك بالاعتماد على التحليل الكمي في تتبع التغيرات الدورية لخصائصه ، وهنا تتجسد العلاقه بين الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية لتصل الى ذروة وظائفها التحليلية للمساهمه في وضع الأهداف والافتراضات او التصورات المستقبلية التي يمكن ان تطرأ على الظواهر الجغرافية .

ان علم الجغرافية يعد من العلوم الاولى التي تعاملت بنجاح مع الثورة المعلوماتية كتقنية الاستشعار عن بعد وما ينتج عنها من تدفق هائل وسريع للمعلومات عن كوكب الارض وما صاحب ذلك من الابتعاد عن الطرق التقليدية واعتماد تفسير وتحليل البيانات الفضائية، من خلال برامج الحاسوب المتخصصه وبذلك تم ادخال تقنيات التحليل الالي للبيانات والتقنيات المعلوماتية المتطورة الى التطبيقات الجغرافية وتسمى بالتقنيات الجغرافية Geo technologies كنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ونظام تحديد الموقع العالمي والخرائط الرقمية وغيرها،

5- الكارتوكرافيا (فن رسم الخرائط)

يعد علم الكارتوكرافيا من أهم فروع علم الجغرافيا وتلعب نظم المعلومات الجغرافية دورا مهما في تطور علم الكارتوكرافيا من خلال الفوائد التي حققها لفن رسم الخرائط باستخدام الحاسوب ومساعدته مستخدمي الخرائط الذين لا يتقنوا رسم الخرائط الصعبة يدويا على انجازها بسرعة وبتفاصيل كبيرة جدا، ويمكن تلخيص أهم الامكانيات الفنية التي تقدمها نظم المعلومات الجغرافية في مجال الكارتوغرافيا بما يأتي:

1.خزن كم هائل من البيانات بطريقة سريعة ومنظمة اذ يتم التعامل معها بسهولة في الحاسوب،

2.السرعة الكبيرة في استرجاع وعرض واخراج المعلومات والخرائط من الحاسوب عند الحاجة، واجراء التعديلات عليها وتحديثها باقل وقت وجهد وكلفة .

3.تخزين الخرائط في الحاسوب بصيغة رقمية وتنظيمها وتصنيفها والحفاظ عليها من الضياع والتلف .

4.اتاحة اسلوب سهل لتحليل المعلومات المكانية .

6 -الحاسوب:-

ترتبط نظم المعلومات الجغرافية بعلاقة وثيقة في ثلاثة فروع مهمة من علوم الحاسوب هي :-

1. الرسم الآلي للخرائط

تركز هذه التقنية على انشاء الخرائط ، لذا فأن نظم المعلومات الجغرافية تقدم معلومات وقدرات اكثر لادارة معلومات الخريطة واجراء العرض البياني وعمليات التحليل المكاني عليها .

2. نظم ادارة قواعد البيانات

ان هذا النظام الحاسوبي يمكن ان يخزن وينظم ويدير جميع انواع البيانات بضمنها البيانات الجغرافية ، ولكن هذا النظام الحاسوبي لا يقدم امكانيات التحليل المكاني للبيانات وعرض المعلومات ، لذا ياتي الدور الهام لنظم المعلومات الجغرافية للقيام بمهام التحليل المكاني،

3. نظم التصميم بمساعدة الحاسوب (الكاد): -

يتشابه عمل هذا النظام الحاسوبي مع نظم المعلومات الجغرافية من الناحية الشكلية في تصميم وانتاج الخرائط والمخططات والرسوم البيانية ، ولكن نظم المعلومات الجغرافية لا تمتلك قدرات عالية في الرسم الآلي الا انها تمتلك قدرات كبيرة في عمليات التحليل المكاني، ان نظم الكاد تكون متخصصة في انشاء المخططات الهندسية للبنى التحتية والخط المرسوم الذي يربط بين نقطتين لا تتحدد خصائصه وصفاته، ويقوم نظام المعلومات الجغرافي بالدور الفعال والهام في تحديد خصائص وصفات الاشكال الهندسية للمعالم الجغرافية وتقديم تحليل مكاني واسع لمخططات الكاد .

6. مميزات نظم المعلومات الجغرافية

تطورت الحاجة الى نظم المعلومات الجغرافية في تطبيقات العلوم والنظم المختلفة بسبب قدرتها على تنظيم وتحليل المعلومات الجغرافية ، اذ تمتاز بالقدرات والفوائد الاتية :

1. توفر نظم المعلومات الجغرافية فرصة للجغرافيين ليكونوا على علاقة مباشرة مع التقنيات المعلوماتية ، لتساعدهم في ادارة البيانات وايجاد الحلول لجميع المشكلات الجغرافية واتخاذ القرارات المناسبة وتساعد في نشر المعلومات لقاعدة اكبر من المستفيدين .
2. تساعد في تخطيط المشاريع الجديدة والتوسعية .
3.امكانية الربط بين البيانات المكانية والوصفية مع مصادر المعلومات الأخرى .
4.التمثل (المحاكاة) للاقترحات الجديدة والمشاريع التخطيطية، اذ يمكن دمج مجموعات وقواعد بيانات كبيرة تسهل بناء نماذج حية او افتراضية للواقع على الأرض ، ودراسة النتائج قبل التطبيق الفعلي على أرض الواقع ، مما يسهل التنسيق بين المعلومات والجهات ذات العلاقة قبل اتخاذ القرار .
5. **تقدم نظم المعلومات الجغرافية وسائل متطورة تساعد على فهم أفضل للنمط والعمليات المكانية للظواهر الجغرافية ، اذ تتميز بقدرة تحليلية مكانية عالية وتشتمل على اساليب تحليل مختلفة كالاسلوب الوصفي والاحصائي والمكاني وقدرتها على انتاج معلومات جديدة من البيانات الأصلية المتوفرة .**
6. تقوم باجراء فحوصات سريعة وبشكل دوري للنماذج الجغرافية ، مثل صلاحية الاراضي الزراعية وقابليتها الإنتاجية ، فتسهل بذلك عملية تقويم الاسلوب العلمي المتعلق بمساحات شاسعة وبوقت قصير .
7.الامكانية الكبيرة لنظم المعلومات الجغرافية على تحديث قواعد البيانات وحفظها وصيانتها والتحكم بها بسرعة كبيرة بحيث تكون هذه البيانات والمعلومات دائما حديثة وواقعية .
8.القدرة على التعامل مع كل من البيانات الخلوية (Raster Data) والبيانات الخطية (Vector Data) في بناء وتقوية قواعد البيانات الجغرافية .
9. القدرة على القيام بعمليات النمذجة المكانية المختلفة .
10، القدرة على التمثيل المرئي للمعلومات المكانية ، اذ تنتج أنواعا متعددة من المخرجات الكارتوكرافية الموضوعية العادية أو ثلاثية الابعاد التي تشتمل على الخرائط والاشكال البيانية والجداول الاحصائية التي تتمثل ايضا في قوائم العناوين والملخصات الاحصائية، وتقدم امكانية كبيرة في تقليص الوقت والجهد في رسم وتحديث الخرائط .
11، الامكانية الكبيرة في استخدامها في مجالات تطبيقية متعددة التي تستند الى المعلومة المكانية كأساس لها .

كل هذه القدرات والامكانيات جعلت نظم المعلومات الجغرافية تمثل أفكارا وأهدافا قوية في المساهمة في دعم واتخاذ الحلول والقرارات المناسبة المبنية على معالجة وتحليل الأنواع المختلفة من المعطيات والمعلومات بعد ربطها بموقعها الجغرافي الصحيح وتطور الحلول الفعالة بشكل لم يسبق له مثيل ، وجعلتها متاحة لكثير من التطبيقات العامة والخاصة نظرا لمرونة استخدام النظام ، وأصبحت نظم المعلومات الجغرافية تستخدم من قبل الحكومات والمؤسسات والشركات والمدارس ورجال الاعمال والاشخاص لتدلهم على افضل السبل لحل مشاكلهم المكانية ، اضافة الى ماسبق تتميز هذه الانظمة بمميزات تطبيقية خاصة ، اذ تساعد نظم المعلومات الجغرافية بشكل فعال في تحديد النقاط والعوامل التطبيقية الاتية :

1.التحديد (ما هذا) .
2.القياسات (المسافات ، الزاويا ، الاتجاهات والمساحات) .

3.الموقع (مثلاً ،،، أين تقع المدن والعواصم) .
4.الشرط (مثلاً ،،، ماهي مدن العالم التي عدد سكانها أكثر عدد سكانها أكثر من 300000 نسمة) .
5.التغير (مثلاً ،،، ما هو التغير الذي حصل للمدن والبلدات منذ 10 سنوات مضت) .
6.التوزيع النمطي (مثلاً ،،، ما هي العلاقة بين توزيع السكان ومناطق تواجد المياه) .
7.أنسب الطرق (مثلاً)،،، ما هو أنسب طريق بين مدينة واخرى) .
8.السيناريوهات المستقبلية (مثلاً ،،، ماذا يحصل إذا زاد عدد سكان مدينة معينة عن 20 مليون نسمة) .

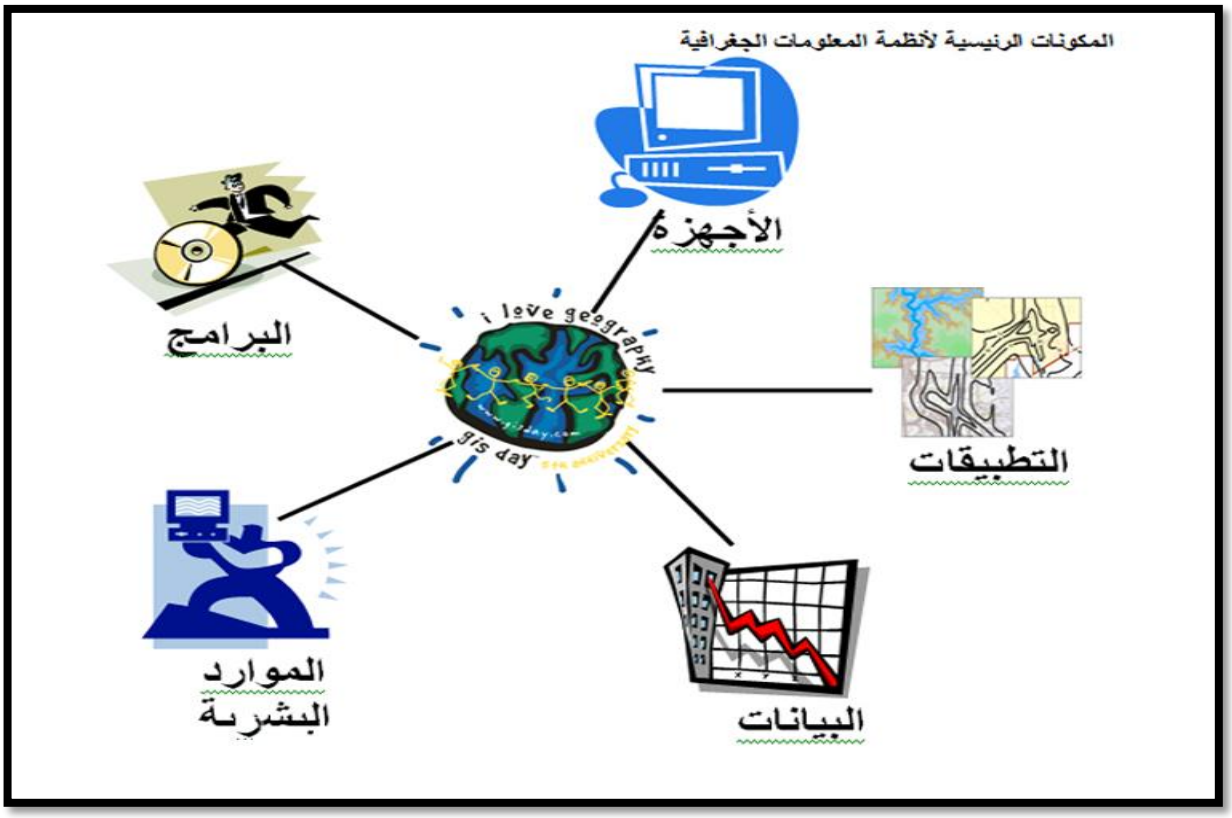
ويتطلب تحقيق الفائدة القصوى من امكانيات نظم المعلومات الجغرافية في الادارة المتكاملة ما يأتي:-

1.**التخطيط والدراسة .**
2.توفر الامكانات المادية .
3.التنسيق بين الجهات المستفيدة من النظام .
4.التعريف والتحديد الدقيق للتطبيقات المطلوب انجازها من النظام .
5. توفير البيانات والخرائط، توفير المختصين والفنيين ذوو الكفاءة العالية، التنظيم الإداري.

7. مكونات نظم المعلومات الجغرافية

تتألف نظم المعلومات الجغرافية من أربع مكونات أساسية كما يلاحظ في الشكل (4)

الشكل (4) يوضح مراحل ومكونات نظام المعلومات الجغرافي



1. الكيان الصلب

وهي عبارة عن تكنولوجيا الحاسوب وملحقاتها من أجهزة ادخال واخراج البيانات ، الذي يعد الاساس في عمل نظم المعلومات الجغرافية لأنه يستطيع ان يتعامل مع كم هائل من البيانات والبرمجيات المعقدة .

2.الكيان البرمجي

تحتاج نظم المعلومات الجغرافية الى برامج حاسوب متخصصة تقوم بتصميمها وانتاجها شركات برامج خاصة لمعالجة البيانات الجغرافية اذ تصمم لتحقق اهداف خاصة لمحللي نظم المعلومات الجغرافية الذين يحتاجون لربط البيانات الى موقعها الجغرافي اعتمادا على احداثيات معينة ، وهناك العديد من هذه البرامج منها على سبيل المثال لا الحصر برنامج أرك جي أي أس (ArcGIS) وبرنامج انتر اكراف (Intergraph)، وبرنامج اب أنفو (MapInfo) وغيرها، ولعل من المناسب ان نذكر بعض البرامج الموجودة حالياً في السوق والمشهورة منها ، فهناك العديد من البرامج الشائعة التي صممت خصيصاً لنظم المعلومات الجغرافية يلاحظ الجدول (2)، وسوف نورد احد البرامج كمثال وهو برنامج (ArcGIS) وهذا البرنامج من انتاج شركة أو مؤسسة ايسري (ESRI) وهو من البرامج المشهورة وذات امكانيات جيدة جداً من حيث اغلب الصيغ وهيئات الملفات (File Format) المشهورة، وله قدرة عالية على اخراج النتائج في منتجات متعددة (جداول، أو رسوم بيانية، أو خرائط، وغيرها، وكذلك قدرة جيدة في عمليات الاستعلام سواء كان على المعلومات المكانية او الوصفية ويتضمن البرنامج ادوات لتحويل الصيغ وتصديرها لتستخدم في البرامج وتسهيل العمل المتكرر ويستقبل من الاجهزة المحمولة حيث يوفر ملحقات برمجية تدعم هذه الاجهزة (Arcpad)،

جدول (5-2) بعض برامج نظم المعلومات الجغرافية المشهورة

MapInfo	Intergraph	ESRI	Autodesk	اسم الشركة
MapInfo professional	GeoMedia Pro	ArcInfo ArcEditor	Auto CAD/World	الاصدار للمحترفين Professional
Maplofo Professional	GeoMedia	ArcViewGIS	World	الاصدار العادي Desktop
Pro Viewer	GeoMedie Viewer	Arc Explorer	Auto CAD LT	إصدارات أخرى
منتجات عديدة	منتجات عديدة	Arc CAD	Auto CAD MAP	ملحقات الرسم بالحاسب الالي CAD
Map Xtend	في مرحلة التطور	Arc Pad	On Site	الاصدار للاجهزة المحمولة
Mapx Mapj	اجزاء من GeoMedie	Map Objects	منتجات عديدة	ملحقات الدعم البرمجية Component
Spatial Ware	Oracle Spatial	Arc SDE	Vision	محرك قواعد البيانات DB Server
MapXtend Map Xsite	GeoMedie Web Map	Arc IMS	Map Guide	الاصدار لخدمة الانترنت Internet

وسنتطرق بشئ من التفصيل الى برنامج ArcGIS الذي يعد من اهم هذه البرامج واكثرها شيوعا في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية:

7.1: نظام ArcGIS

يعد من اكبر الانظمة الموجودة في ال ArcGIS التي تعمل على الحواسيب المكتبية، ويعد هذا النظام من اكثر برامج ن،م،ج شيوعا واستخداماً، وهو برنامج متكامل يزودنا بالادوات اللازمة لصنع وادارة المعلومات المكانية واجراء تحليل جغرافي لها، يمكن تشبيه نظام او عائلة ArcGIS بعملية شراء سيارة او موبايل الخ، اذ يتم الاختيار الموديلات مختلفة من نفس نوع السيارة او الموبايل أي(من نفس خط الانتاج)، اذ تؤدي جميع الموديلات نفس الغرض والعمل من الناحية المبدئية ولكن تختلف هذه الموديلات من
ناحية الإضافات (Extras التي تاتي مع الموديلات القديمة والاحدث، يمكن تقسيمه من حيث الامكانيات الى ثلاث مستويات رئيسية

1) ArcInfo
2) ArcEditor
3) ArcView

1 - ArcInfo

وهو اعلى مستوى ويحتوي على كافة الادوات المتقدمة ومن خلاله نستطيع عمل اي تعديل او تحليل نرغب فيه، ولا تتوفر هذه الادوات المتقدمة الا في ال ArcInfo وغير متوفرة في غيره، ومن الممكن القول ان هذا البرنامج يشتمل على ثلاث برامج مصغرة وهي

1.ArcMap: ويستخدم لعرض البيانات والاستعلام والتحليل والتقارير وغيرها.

2.Arcatalog: ويتم من خلاله بناء البيانات وتجهيزها سواء كانت طبقة اراضي أو طبقة طرق او اي معالم رئيسية او بيانات وصفية وغيرها .

3.ArcTool: الذي يحتوي على العديد من الادوات المفيدة التي تساعد في تنفيذ اي امر بالاضافة الى انها تحتوي على شيء اسمه Model والذي يقوم ببرمجة الخطوات التي نستخدمها كثيراً وباستمرار .

2 - ArcEditor

وهو المستوى الثاني من حيث الاهمية ونستطيع من خلاله عمل التعديلات، فهو يحتوي على الكثير من الأدوات ولكن هناك البعض من ادوات التحليل وادوات التحويل غير متوفرة فيه وانما متوفرة في برنامج Arcinfo اذ لا نستطيع تنفيذ هذه التحويلات الا اذا كان توفرت رخصة لبرنامج ،Arcinfo، وهناك فرق في التكلفة المادية بين ArcInfo و ArcEditor لذا يجب الاختيار بينهم اعتمادا على حاجة المؤسسة، علما ان ال ArcEditor يشتمل على كل من ArcMap و ArcCataloge و ArcTool ولكن بامكانيات اقل .

3 - ArcView

وهو المستوى الثالث في ال ArcGIS ويستخدم لعرض البيانات ويمكننا من خلاله تنفيذ بعض الاوامر الموجودة في ال ArcEditor ولكن بامكانيات اقل، اذ يمكن مشاهدة وعرض البيانات على ال ArcView ونستطيع القيام بعدة وظائف وتعديلات ولكن بامكانيات اقل .

7.2 الوظائف والامكانيات الفنية لبرنامج ArcGIS

1. استعراض المشاهد كالخرائط والصور الجوية والفضائية .
2. استعراض الجداول مع المشاهد لعرضها جغرافيا .
3. استخدام طريقة الاستفسار (Query) باستخدام صيغة SQL، وذلك لاسترجاع البيانات وعرضها على المشهد .
4. اجراء عملية الترقيم (Digitizing) للخرائط والمخططات الورقية .
5. اجراء عملية العنونة الرقمية (Geocoding) للجداول التي تحتوي على العناوين وعرضها على المشهد.
6. ايجاد صفات (attributes) لجميع المعالم على المشهد.
7. ربط الاماكن مع بعضها البعض (الطوبولوجي).
8. صنع الحدود حول الظواهر او ما تسمى النطاقات.
9. اجراء اسقاط او مطابقة الطبقات للموقع الجغرافي الواحد بعضها فوق البعض الاخر.
10. القدرة على تغيير الخصائص للبيانات مثل الاحداثيات والمساقط الجغرافية.
11. تصنيف جميع المعالم بدليل مفاتيح مختلفة اعتمادا على صفاتها.
12. اختيار المعالم اعتمادا على مواصفات محددة.
13. ايجاد وتحديد مواقع الاماكن الجميع المعالم بشكل دقيق.
14. عمل احصائيات موجزة على صفات المعالم.
15. انشاء اشكال بيانية (Charts) توضح مواصفات المعالم.
16. انشاء الخرائط وطبعها.
17. انشاء الخرائط وارسالها الى استعمالات وتطبيقات أخرى.

-

7.3:الامتدادات الاساسية الاضافية لبرنامج ArcGIS البرامج الفرعية

يمكن اضافة او دمج امتدادات برمجية خاصة برامج فرعية) (Special extensions) الى برنامج ArcGIS بحيث تكون متوافقة ومتكاملة مع برامج ArcView & ArcEditor&ArcInfo،

وفيما ياتي اهم هذه البرامج الاضافية التي تضاف الى برنامج ArcGIS وسنعطي فكرة موجزة عن اكثرها استخداما

1. Spatial analys ArcGIS يقوم هذا البرنامج الفرعي بتحليل الخرائط وتحليل البيانات المقاسة مثل الارتفاعات الامطار التراكيز الكيمياوية للمواد،،،،، الخ، ويتم ذلك بتقسيم المساحة الى مربعات متساوية بحيث يخزن كل مربع قيم معينة، ويسمح هذا البرنامج الفرعي بتمثيل البيانات واجراء الاستفسارت والاحصائيات ،عليها، كما يستطيع ان يخمن قيم المواقع التي لاتحتوي على قيم مقاسة باستخدام معادلات رياضية وبالاعتماد على القيم المقاسة المعروفة،

2 analyst ArcGS : يقدم هذا البرنامج الفرعي الملحق امكانية مشاهدة البيانات المكانية بثلاثة ابعاد اذ سيمكن المستخدم من تصور المنطقة وكانه يطير فوق التضاريس ويدرسها من أي زاوية ومن أي ارتفاع كما يستطيع ان يعمل نموذج للمدن والمناطق المجاورة لها بواسطة رسم المباني وارتفاعاتها الدقيقة ان وسائل التحليل المكاني باستخدام هذا البرنامج سيسمح بحل

مشاكل رؤية أي جزء من سطح الارض واحجام الاجسام ومشاكل الطرق المنحدرة وشبكات التصريف وكاننا ننظر اليها من قمة،

3. ArcGIS Geostational analyst : هذا يسمح البرنامج الفرعي بتقدير القياســـات الخلوية اعتمادا على المبادئ الاحصائية اذ يمكن استكشاف توزيع قيم البيانات وتبويبها في مجاميع بالاضافة الى مقارنة البيانات مع بعضها البعض ، وكما في البرنامج الفرعي السابق يمكن انشاء الخرائط للمواقع التي لا تشتمل على قيم مقاسة ومعروفة ، كما يقدم هذا البرنامج اختيار واسع لعمل نماذج تنبؤية وتقنيات احصائية لتقويم نوعية النتائج المستحصلة .

4. ArcGIS Puplisher يعمل هذا البرنامج الفرعي على تحويل وثائق الخرائط من نوع MXD الى خرائط منشورة على ملفات PMF التي تحتوي على تعليمات حول الموقع وبيانات الطبقات ومقياس الخارطة، ويسمح هذا البرنامج الفرعي الاتصال بشبكة الانترنيت وطبقات الشبكات الجغرافية كما يسمح لمستخدم ن،م،ج ومجهز البيانات بسهولة نشر او المشاركة في الخرائط الرقمية من خلال الشبكات او بوساطة الانترنيت ويتم تحديثها آنيا عند الاستخدام او دوريا .

5. Arc Reader وهو مخصص لعرض البيانات فقط ولا يمكن عمل اي تعديل من خلاله

6. Arc Scan for ArcGIS

7. ArcGIS Tracking Analyst

8. ArcGIS Survey Analyst،

9. ArcPress for ArcGIS،

10. ArcGIS StreetMap USA،

11. ArcGIS StreetMap Europe

12. MrSID Encoder for ArcGIS

7.4: البيانات والمعلومات

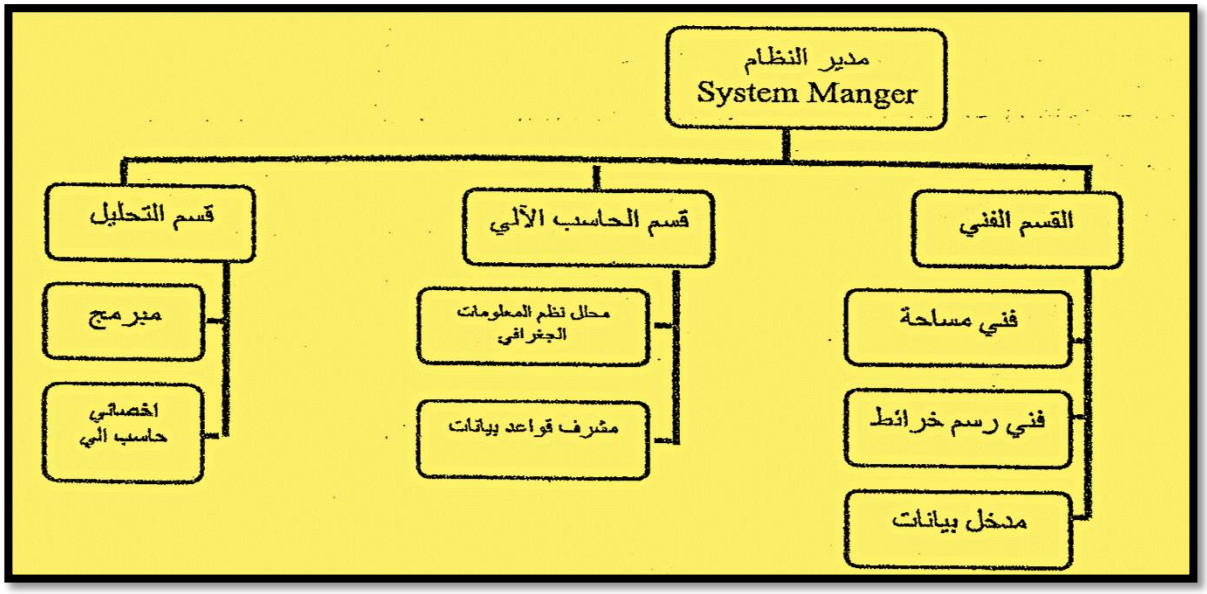
وهي البيانات والمعلومات التي تتكون منها النظم واساليب ادارتها وتنظيمها واستخدامها، ويستخدم مصطلح البيانات (Data) والمعلومات (Information) بشكل تبادلي في كثير من الاحيان ولكن هناك فرق هام بينهما تقنيا، فالبيانات يتم تجميعها وتبويبها ثم تعالج للحصول على المعلومات،

7.5: المتطلبات البشرية People - Human Resources:

يعد توفير المتخصصين من اساسيات استخدام نظم المعلومات الجغرافية، اذ يجب توفيرهم لكل مهمة مثل اعداد الدراسات والخطط التنفيذية وغيرها، فالكوادر البشرية المؤهلة تعد ضرورية لتأسيس وتشغيل نظم المعلومات الجغرافية، وذلك لحاجة النظام للخلفيات العلمية لغرض تصنيف وتجهيز المعلومات المختلفة ومن ثم ادخالها الى النظام، واهمية تأهيل الكوادر البشرية لا يقل عن تأمين المتطلبات الفنية حيث يمثل كل من متطلبات البشرية والمتطلبات الفنية 15% من قيمة النظام المادية ، واعتماد نظام هيكل تنظيمي اداري خاص بكل نظام معلومات جغرافي يعتمد على حجم وتطبيقات هذا النظام، حيث لا بد أن تتوفر التخصصات الادارية الى جانب التخصصات الفنية في الهيكل التنظيمي يلاحظ الشكل (5) - 5) ادناه :

ومن اهم تخصصات الكوادر البشرية المطلوبة في نظم المعلومات الجغرافية ما يأتي:
1.مدير النظام System Manager،
2.محلل نظم المعلومات الجغرافية GIS Analyst مشرف قواعد بيانات Database Administrator،
3.فني رسم خرائط Cartographer،
4.مبرمج programmer
5.اخصائي حاسب الي Computer Specialist،
6.فني مساحة Surveyor،
7.مدخل بيانات Data operator،

الشكل (5) مثال على الهيكل التنظيمي للكوادر البشرية لنظم المعلومات الجغرافية



7.6 اساليب التشغيل Methods

ويقصد بأساليب التشغيل هي العمليات او الوظائف التي يقوم بها النظام ، كما ورد في تعريف نظم المعلومات الجغرافية والذي ينص على أن مكونات النظام صممت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين واستدعاء ومعالجة وتحديث وتحليل وعرض جميع المعلومات ، وعلى اساسه يمكن ايجاز وظائف نظم المعلومات الجغرافية الى اربعة وظائف أساسية
وهي:
1. ادخال المعلومات الى النظام
2. تخزين المعلومات في النظام
3. المعالجة والتحليل للمعلومات
4. اخراج النتائج

8. انواع البيانات والمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية

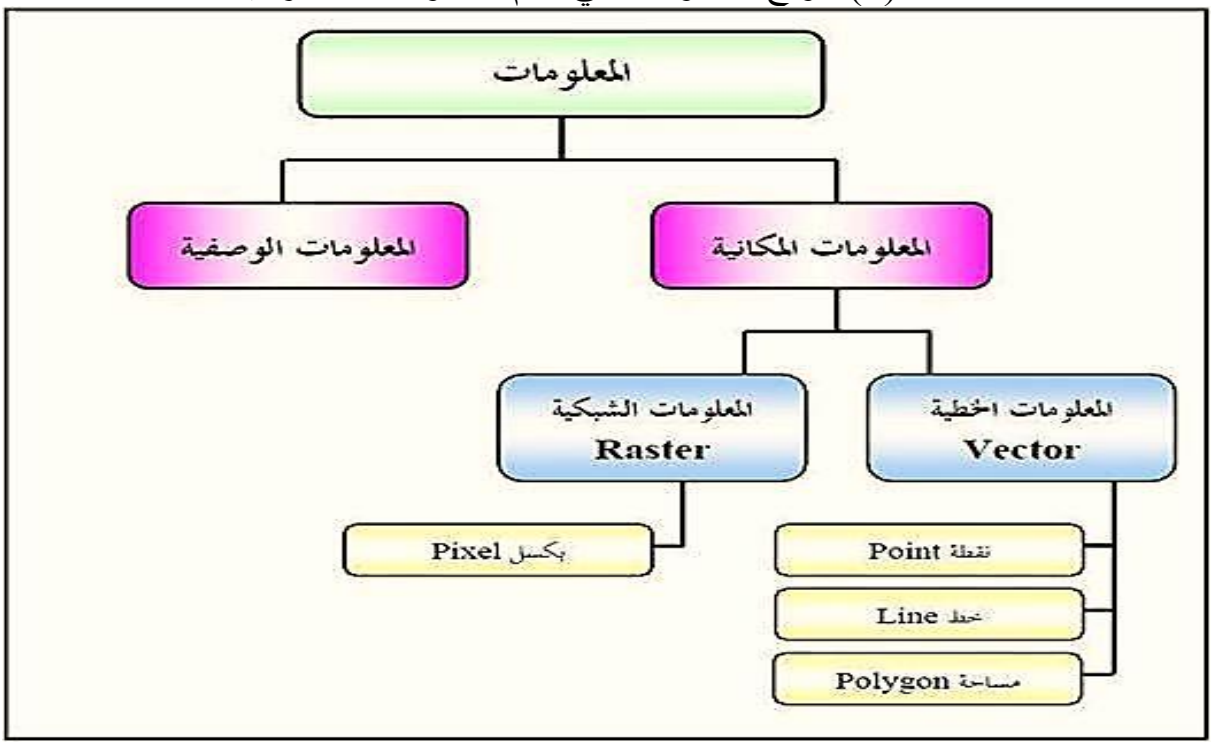
نظم المعلومات الجغرافية صممت خصيصا لإدارة المعلومات المرتبطة بالمكان الجغرافي كما أشرنا سابقا ، وبمعنى آخر ان المعلومات هي أساس هذه الانظمة وتعد المعلومات اكثر

مكونات انظمة المعلومات الجغرافية كلفة ويتطلب جمعها الكثير من الجهد والوقت ، كما تتطلب وضع معايير لهذه المعلومات ويجب أن نهتم بالدقة والموثوقية فهي العامل الحاسم في نجاح أي نظام معلومات جغرافي ، وتعد قاعدة البيانات والمعلومات في انظمة المعلومات الجغرافية ديناميكية أي انها خاضعة للتغير المستمر والتحديث مع الزمن ، والمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية كما يلاحظ في الشكل (5) - 6) تصنف على قسمين رئيسين من أنظمة المعلومات هما

اولا - نظام المعلومات المكانية (Spatial Data)،

ثانيا - نظام المعلومات الوصفية (Attribute Data)،

الشكل (6) انواع المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية



8.1: نظام المعلومات المكانية (Spatial Data):

المعلومات المكانية هي المعلومات التي توضح موقعاً او مكاناً ، وهذه المعلومات مرتبطة بموقع ضمن مرجعية مكانية او جغرافية أي مرتبطة بأحداثيات جغرافية ، وتشمل كافة العناصر الطبيعية والاصطناعية المتواجدة في منطقة ما مثل (حدود مدينة ، مبان ، طريق مجرى النهر، خطوط السكة الحديدية ، حدود الغابات الطبقات الجيولوجية ، حدود البحيرات مواقع التضاريس وغيرها)، اذ نرجع الى موقع الظاهرة الجغرافية (location) مثل اين تقع الظاهرة وماهي مواصفاتها (characteristics) مثل اسم الطريق، طوله اتجاهه، حدود السرعة المسموح بها فيه الخ، ان الموقع ايضا يسمي الشكل الهندسي (geometry or shape) وهو عادة يمثل البيانات المكانية (spatial data)، وتمثل البيانات المكانية مواقع الظواهر المكانية والتي تكون اما ظواهر متقطعة (discrete features) او ظواهر مستمرة (Continuous features)، وتتميز الظواهر المتقطعة بانها تكون مميزة ومنفصلة عن

بعضها البعض ولا توجد فيها تسجيلات او ملاحظات مرجعية (مثل النقطة الخط الشكل المساحي)، اما الظواهر المستمرة فهي ظواهر موجودة مكانيا بين تسجيلات او ملاحظات مرجعية مثل (خطوط الارتفاعات المتساوية الخطوط الكنتورية، خطوط التساقط المطري الخ) ، وتقوم تقنية ن،م،ج بتمثيل جميع هذه الظواهر المكانية على سطح الارض كظواهر خرائطية على لوح مستوي (الخارطة)، وتعتمد او تشتمل عملية تسقيط هذه الظواهر من سطح الارض الى الخارطة على عاملين رئيسين هما :

اولا - نظام المرجعية المكانية أو الارضية (Geo-references system) .
ثانيا - نماذج البيانات (Data models) .

اولا : نظام المرجعية المكانية او الارضية

المقصود به ربط المعلومات بالموقع الجغرافي ، اذ يرتبط نجاح اي نظام معلومات جغرافي بدرجة دقة المعلومات ونوعيتها ، ومن انواع الدقة المطلوبة دقة مطابقتها مع الموقع الحقيقي للمعلومة على الأرض ، ويستند هذا النظام على نظام الاحداثيات (Coordinate system) والاسقاط (Projections) المناسبين ، ويعد فهم هذا النظام اساسيا وحاسما لمستخدمي البيانات المكانية ،

ثانيا : نماذج البيانات (Data Models):-

يحدد هذا العامل كيفية تمثيل الظواهر المكانية في ن،م،ج وهناك نوعين رئيسين من البيانات هما

1. **البيانات الخطية (Vector Data Model)،**
2. **البيانات الخلوية (الشبكية) (Raster Data Model)**

بشكل عام فان البيانات الخطية تمثل الظواهر المكانية المتقطعة (features Discrete) بينما البيانات الخلوية تكون أكثر ملائمة لتمثيل الظواهر المكانية المستمرة (Continuous features) ، وسنأخذ كل نموذج من البيانات او المعلومات المكانية بشيء من التفاصيل،

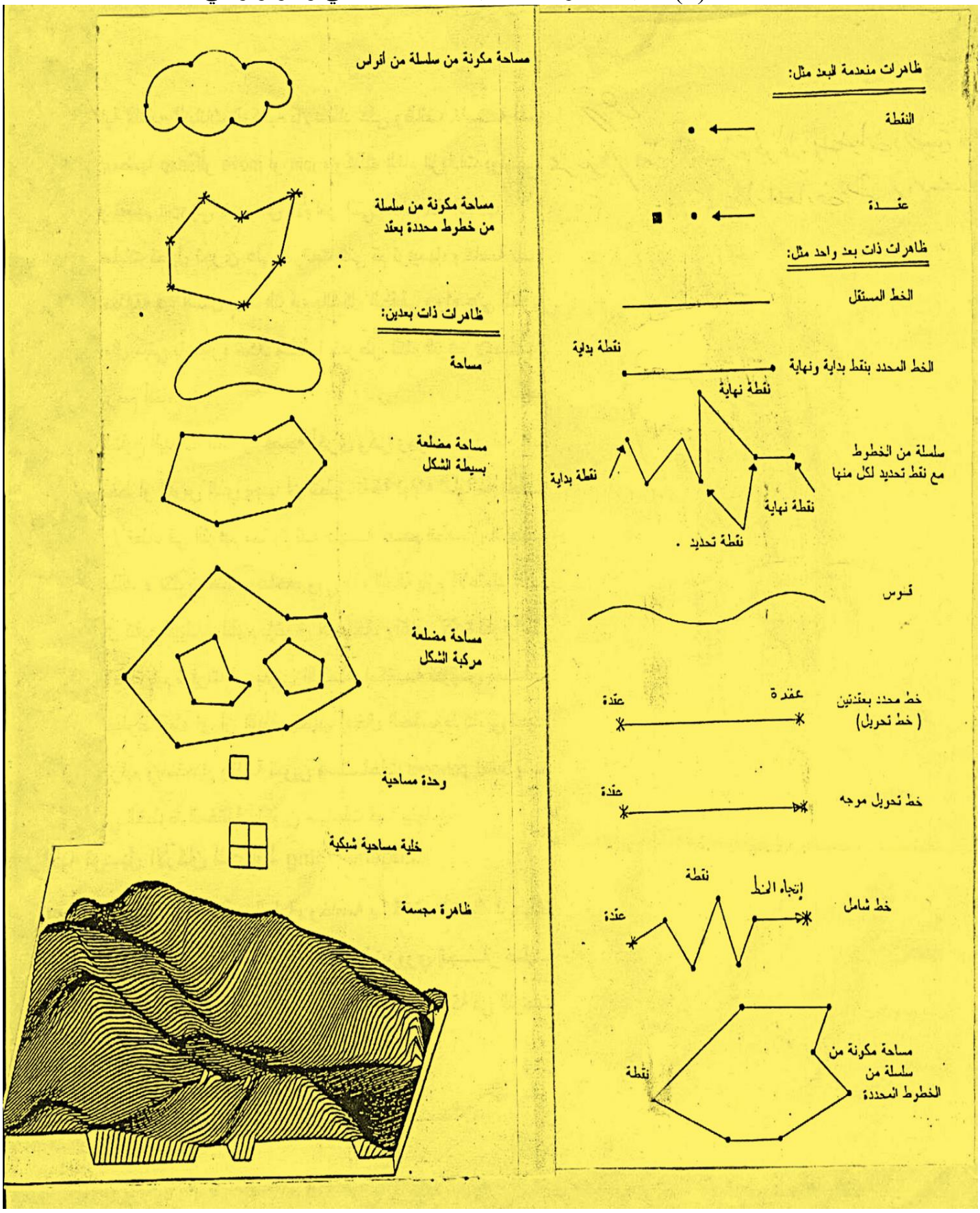
1. نظام المعلومات الخطية

المعلومات الخطية هي صيغ او طرق لتمثيل المعلومات المكانية بتراكيب من مكونات اساسية نسميها بالمكونات المكانية البسيطة وهي (النقطة الخط والمساحة)، والتي تعرف عدديا وتسمى (العلاقات) التي تربط بين هذه المكونات بالعلاقات المكانية او الطوبولوجي (Topology) يلاحظ الشكل (7) والتي سناتي على ذكرها لاحقا.

1.النقاط (Points):-

اذا كانت الظاهرة صغيرة لا ترقى لان تمثل بخط وليس لها العرض الكافي لتمثل بمساحة فأننا نسميها نقطة وتكون عديمة البعد أو ذات بعد صفري وهي تحدد مواقع لبعض الظواهر المتواجدة في الطبيعة مثل الاشجار، والابار، والمدن في المقاسات الصغيرة،،، وغيرها)، وتعرف بأحداثيات مرتبطة بالمرجع الجغرافي .

الشكل (7) تمثيل المكونات البسيطة بشكل هندسي وطوبولوجي



2.الخطوط (Lines):-

إذا كانت الظاهرة تبدأ بنقطة وتتبع بقية اجزاء الظاهرة حتى تنتهي بنقطة أخرى فأننا نسميها خط ، لذا فانه يتكون من نقطتين على الاقل وهو ذو بعد واحد وان دقة تمثيل ظاهرة ما تعتمد على كثافة النقاط الوسيطة للخط فيمثل المنحنى بشكل دقيق بزيادة عدد نقاطه الوسيطة ، ومن امثلة المعالم التي تمثل بخطوط : (الطرق ، الانهار ، سكك الحديد) .

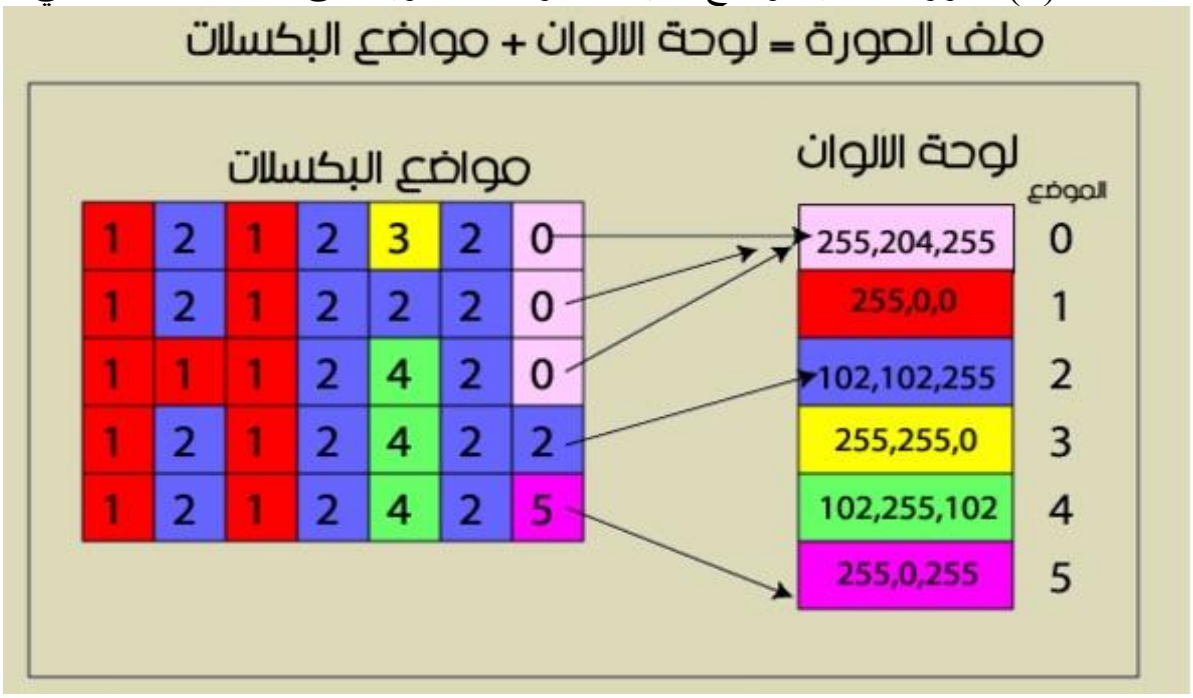
3. المساحة (Area):-

اذا كانت الظاهرة لها عرض أي ذات بعدين فاننا نسميها مساحة ، وبعض البرامج والكتب تسميها مضلع (Polygon) ، وتتكون من عدة خطوط أو سلاسل متصلة مع بعض ويكون الشكل مغلقاً ، ومن امثلة ذلك : (تمثيل البحيرات ، والمباني ، الغابات ، استخدامات الأراضي ، انواع الاتربة ، المناطق الادارية) في مقاييس الرسم الكبيرة .

2. نظام المعلومات الخلوية (Raster Data)

وتسمى احيانا بالمعلومات الشبكية واحيانا اخرى بالمساحية ، وهي معلومات جغرافية تمثل على شبكة او مصفوفة من الخلايا او مناطق مساحية صغيرة مربعة الشكل تسمى خلية (Cell) أو بكسل (Pixel) ، يصل طول ضلع المربع الواحد الى (0.1 ملم) وفي التنظيم الخلوي او الشبكي يتم تقسيم سطح الارض الى خلايا ولكل خلية قيمة تعكس نوع المعلم المقابل لها (غابات ابنية تربة ،،،، الخ)، ومن اقرب الامثلة على هذا النوع من المعلومات صور الاقمار الصناعية يلاحظ الشكل (8) ، والخلية البكسل اصغر وحدة مساحية يمكن تمثيلها وتمييزها او رسمها على الخارطة او الصورة الفضائية ، ومن عيوب هذا النوع من المعلومات انه كثيرا ما يفتقر الى الدقة في أعطاء صورة صحيحة ودقيقة للانتشار الجغرافي للظواهر الأرضية ، اذ تكون الشاشة مكونة من مجموعة من الخلايا، وكلما ازداد عدد الخلايا كلما كانت درجة الوضوح والدقة اكبر،

الشكل (8) صورة فضائية توضح تمثيل المعلومات الخلوية على شاشة الحاسب الآلي



وتتم معالجة هذه المعلومات في برامج خاصة تسمى برامج معالجة الصور (Image processing) ، لاستخدامها فيما بعد في نظم المعلومات الجغرافية ، وتكون هذه البرامج متخصصة في معالجة البيانات الخلوية وتحسين الصور الرقمية والتشوهات الاخرى و هي كذلك يتم من خلالها دمج او تحسين الدقة من خلال عمليات معقدة ،

الجدول (3) اهم الفروق بين المعلومات الخطية والمعلومات الخلوية:-

مقارنة بين المعلومات الخطية والمعلومات الشبكية

المعلومات الخطية VECTOR	المعلومات الشبكية Raster
+تتطلب مساحة قليلة في التخزين	- تتطلب مساحة كبيرة في التخزين
- بنية البيانات فيا معقدة	+ بنية البيانات فيها اكثر سهولة
+ لا تعتمد علي حجم البكسل في الدقة	- تعتمد علي حجم البكسل في الدقة
- تتطلب جهداً ووقتا كبيرين للحصول عليها	+ لا تتطلب جهداً ووقتا كبيرين للحصول عليها
+ قوة تحليلية مكانية عالية	-اقل مقدرة في التحليل المكاني
- غالبا ما يستعاض عن الواقع برموز	+ غالبا ما تمثل الصور الواقع الفعلي
+تتكون من نقطة او خط او مساحة	-تتكون من البكسل فقط
- المعدات والرامج ذات تكلفة عالية	+ المعدات والرامج ذات تكلفة متوسطة نسبياً
+ دقة مكانية أعلي	- دقة مكانية أقل نسبياً

8.2 نظام المعلومات الوصفية Attribute Data

المعلومات الوصفية هي التي تعبر عن الصفات والحقائق وهي مرتبطة بالمعلومات المكانية ، وعرف بعض العلماء المعلومات الوصفية بأنها عبارة عن بيانات جدولية ونصية تهتم بوصف الخصائص الجغرافية للظواهر والمعالم على الخريطة ، مثل: (اسم المنطقة، مالك العقار ، حالة العقار ، عدد السكان ، نسبة الرطوبة وغيرها)، ولا بد ان تربط المعلومات الوصفية بالمعلومات المكانية لأن هذه من اهم ميزات نظم المعلومات الجغرافية .

اسم

9. مصادر البيانات الأولية في ن ، م ، ج:-

1. الخرائط المرسومة (القديمة) (Existing Maps)
2. الاحصاءات والتعدادات (Statistics)
3. المسح الحقلي والميداني (Field Surveys)

4.الصور الجوية والفضائية (Areal Photographs and Satallite Images)
5.البيانات الرقمية (Digital (Data)
6.الارشيف (Archived Data)،

10. توافق البيانات (Data Compatibility):

تتحدد اهم المعوقات الرئيسة في استخدام ن،م،ج في مواضيع تتعلق بنوعية البيانات المستخدمة فيها، ومن اهم هذه الخصائص النوعية ما يأتي:

1. عمر البيانات (Age of data)
2. المقياس (Scale)
3. تغطية المساحة (Areal Coverage)
4. التفاصيل (Detail)
5. صيغة البيانات (Format of data)
6. المساقط الكارتوكرافية (Cartographic Progection)
7. دقة البيانات (Accuracy of data)
8. دقة المواقع (Positional)
9. سهولة الحصول على البيانات (Accessibility)
10. التكاليف (Costs)
11. استمرارية البيانات مع البيانات السابقة والمستقبلية (Continuity with past and future data)
12. توافق البيانات مع البيانات الاخرى (Compatibility with other thematic data)

ويعد عدم التوافق بين مجاميع البيانات المختلفة في ن،م،ج من اكثر الخصائص النوعية للبيانات اهمية التي يمكن ان تحد من تطبيقات ن،م،ج في المجالات المختلفة لان المبدأ الاساسي في عمل ن،م،ج يفترض وجود توافق فيزيائي ومنطقي بين البيانات الداخلة في اي نظام معلومات جغرافي، اما بالنسبة الى التوافق الفيزيائي (Physical Compatibility)، فانه يعني بالجانب الفيزيائي للبيانات ولاسيما فيما يتعلق بالتوافق الفيزيائي للبيانات مع الحاسوب اذ يجب ان تكون البيانات بصيغة رقمية ، لان عدم التوافق في هذا الجانب سيخلق مشاكل في عملية ادخال البيانات وفي تحويل البيانات بين انواع نظم بيانات المعلومات الجغرافية المختلفة، ولاسيما فيما يتعلق بتحويل بيانات النظام الخلوي الى النظام الخطي وبالعكس .

أما بالنسبة الى مشاكل عدم التوافق المنطقي (Logical Compatibility) في بيانات ن ، م،ج، فتعود الى تلك المشاكل التي تنشأ في البيانات ولا نستطيع تصحيحها، وعلى سبيل المثال لو اخذنا بيانات تتعلق بتوزيع وتصنيف اراضي الغابات (Forested Land) والاراضي المفتوحة (Open Land) والمنطقة واسعة على مستوى مقاطعة أو جزء كبير من المقاطعة، فان موضوع عدم التوافق المنطقي للبيانات سيخلق مشاكل شاقة، اذ يتم تجميع البيانات من مصادر لحكومات الولايات او مصادر الحكومات المحلية، وهنا ستظهر مشكلة عدم التوافق المنطقي، اذ تستخدم كل من هذه الحكومات تعاريف مختلفة للغابات والاراضي المفتوحة ، كما ان البيانات ستكون مختلفة في مستوى التفاصيل والدقة وتاريخ الحصول على

البيانات الخ، ان افضل الحلول لتجنب هذه المشكلة، هو جمع البيانات بشكل مباشر من المنطقة المراد دراستها .

ان الشرط الاساسي لنجاح استخدام اي نظام معلومات جغرافي بشكل ناجح هو التأكد من ان البيانات الداخلة الى النظام تكون مناسبة ومتوافقة الى حد مناسب، فعلى سبيل المثال في المناطق صغيرة المساحة نسبياً يتم جمع البيانات مباشرة من الصور الجوية، وفي بعض الاحيان نجد الصور المناسبة والكاملة التي تغطي المنطقة المراد دراستها، الا ان بعض هذه الصور الجوية ربما تكون بتواريخ مختلفة، أو بمقاييس مختلفة، او ان هناك بعض المناطق تغطيها صور جوية بمواصفات عالية والبعض الآخر تغطيها صور جوية ملتقطة بمواصفات رديئة .

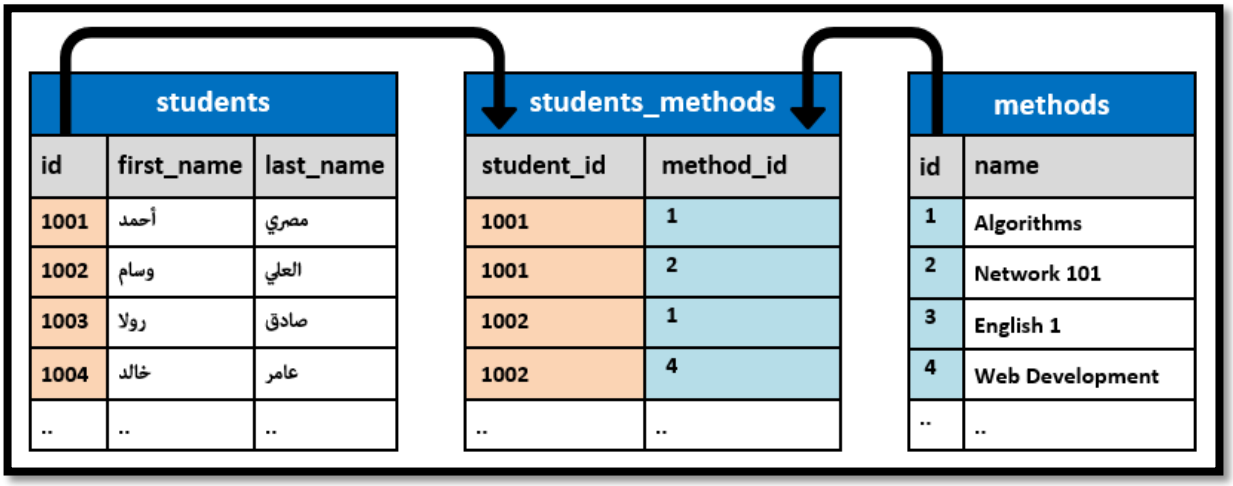
اما اذا كانت المنطقة المراد دراستها شاسعة المساحة فاننا ربما نجد صعوبة بالحصول على مرئيات فضائية تغطي جميع المنطقة وبنفس التاريخ او الفصل السنوي او في خصائص نوعية أخرى ، لذا ففي هذه الحالة من الصعوبة تحقيق الحد الادنى من التوافق بين البيانات، ويعد التوافق بين البيانات المختلفة من اصعب المشاكل التي تواجه بناء ن ، م ، ج بسبب التكلفة العالية في الحصول على البيانات وترقيمها وتحديد نجاح وجودة اي نظام معلومات جغرافي، ففي الولايات المتحدة الامريكية يعد بناء ن،م،ج ناجحاً، لان البيانات الامريكية المتمثلة ببيانات الارتفاعات الرقمية، وبيانات التعداد السكاني وبيانات استعمالات الارض، تعد جميعها بيانات نموذجية ومناسبة وجاهزة لاستخدامها في ن،م،ج كون جميع هذه البيانات متوافقة من حيث الدقة والخصائص النوعية الأخرى، اما استخدام بيانات الارشيف في ذ،م،ج فيؤدي الى عرقلة اداء ن م ج للوظائف المصممة لاجله في سرعة التحليل والمقارنة للبيانات خاصة في المناطق الشاسعة، ذلك لان بيانات الارشيف تكون في الغالب مختلفة في التفاصيل والدقة والتاريخ، وانظمة التصنيف ومختلفة ايضاً في طريقة جمع البيانات،

11. قواعد البيانات (Data Bases)

تعرف قاعدة البيانات بانها عبارة عن جمع البيانات (Data Collection) تضم بيانات عن ظواهر او موضوعات مختلفة والعلاقات فيما بينها، اذ يتم ترتيب وخزن هذه البيانات وفق نظام او بنية محددة، يشمل تصميم قاعدة المعلومات كل من التصميم الفيزيائي والتصميم المنطقي لها، بحيث يتضمن التصميم الفيزيائي تحديد كيفية ومكان تخزين البيانات ضمن نظام ملفات محدد، اضافة الى اعتبارت اخرى مثل توزيع البيانات على وسائط التخزين وسعات التخزين المطلوبة والنسخ الاحتياطي (مع الاخذ بنظر الاعتبار الحالات الطارئة مثل عطب وحدات التخزين الرئيسية أو انقطاع الكهرباء المفاجئ)، اما التصميم المنطقي لقواعد المعلومات فيبدأ عادة بتحليل البيانات والمعطيات للوصول الى نموذج افتراضي للعلاقات بين مجموعة البيانات اذ يتم تحديد المجموعات الرئيسية للبيانات كأن يحدد مثلا ان قاعدة المعلومات ستحتوي على بيانات المدن والحدائق والفنادق ، وكل منها يحدد بمجموعة مستقلة فلدينا مجموعة المدن ومجموعة ـ الفنادق ومجموعة الحدائق ثم تحدد البيانات التي ستخزن لكل عنصر من عناصر المجموعة فمثلا بالنسبة لمجموعة الفنادق سيتم تخزين لكل عنصر منها أي لكل فندق (المدينة ، الحي ، عدد الغرف ، تصنيف الفندق ، اسم الشركة المالكة، رقم هاتف الفندق ، سعر الغرف،،، الخ)، ويمكن تخزين معلومات كل مجموعة في عدد من

الجداول يلاحظ الشكل (9) فمثلاً تصنيف الأسم يكون في جدول ويربط برقم رمزي للتصنيف وكذلك التخصص يربط برقم رمزي وذلك لتقليل حجم التخزين المطلوب وبعدم تكرار المعلومات في كل سجل (Record) .

الشكل (9) تخزين المعلومات للمجموعة الواحدة في عدة جداول



students

id	first_name	last_name
1001	أحمد	مصري
1002	وسام	العلي
1003	رولا	صادق
1004	خالد	عامر
..	..	..

students_methods

student_id	method_id
1001	1
1001	2
1002	1
1002	4
..	..

methods

id	name
1	Algorithms
2	Network 101
3	English 1
4	Web Development
..	..

11.1 فوائد بناء قواعد البيانات (Benefits of Data bases Creation):-

يعد بناء وتصميم قواعد البيانات من اكثر مراحل بناء ن،م،ج تكلفة اذ يتطلب ذلك تكاليف مادية ووقت وجهد غير أن بنائها يسهم في نشر المعرفة وزيادة امكانية الاستفادة منها في التطوير والتنمية والبحث ان ترتيب البيانات وفق بينة مختارة ومصممة بعناية له فوائد عديدة منها:

1. سهولة استخدام البيانات في برمجيات وتطبيقات أخرى .
2. سرعة الوصول الى البيانات بغية استخدامها وتحريرها .
3. تجعل المعلومات قابلة للتداول والمشاركة بين الاشخاص والمؤسسات .
3. تقلل الخطأ في نقل البيانات والتقليل من تكرار البيانات او ما يسمى البيانات الفائضة في التخزين مما يقلل حجم التخزين الكلي .
4. توحيد طرق القياس والتخزين مع البيانات (Standarization) وهو ما يمنع التباين في تسجيل البيانات ويسهل المقارنة بينها .
5. تخزين البيانات ذات الصفة الواحد التي يمكن استخدامها وتحريرها بسهولة .
6. اتاحة الطرق لصيانة اجزاء من قاعدة البيانات دون الأخرى .
7. المرونة حيث يمكن استخدام البيانات لاغراض لن يتم التخطيط لها في مرحلة تصميم المشروع .
8. المركزية في ادارة البيانات التي تؤمن حصول المستخدمين على نفس البيانات رغم التعديلات والاضافة والحذف المتكررة والمتزامنة .
9. امكانية اكبر واوسع في حجب بعض البيانات عن بعض المستخدمين .

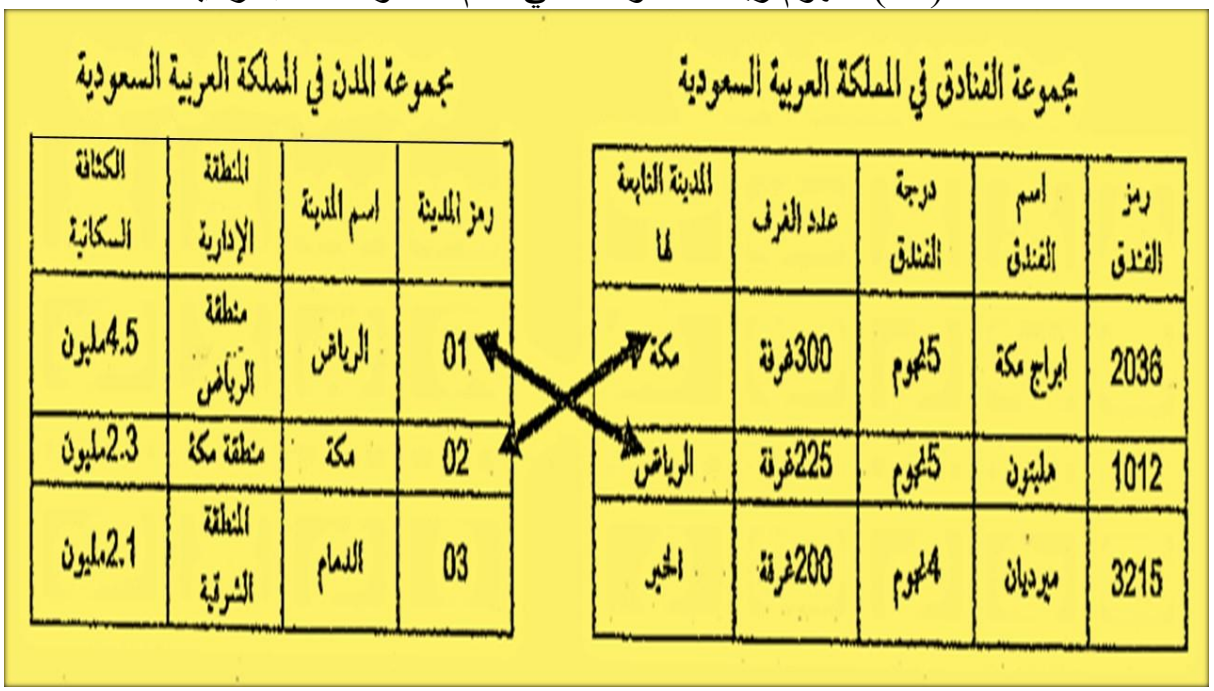
ويتم الحصول على البيانات التي يتكون منها نظام المعلومات الجغرافي بواسطة عملية الترقيم (تحويل البيانات الى رقمية مخزنة في ذاكرة الحاسوب)، ومن المسح الميداني الجداول،

الصور الجوية المرئيات الفضائية والارشيف،،، الخ، وقاعدة البيانات في نظم هي بمثابة القلب منها، وقاعدة البيانات هي مجموعة من الجداول المكونة من المعلومات من اعمدة Columns او Fields وصفوف Rows او records تمثل المعلومات المخزنة في القاعدة .

11.2: ربط المعلومات (Data Link)

ان مفهوم العلاقة والتاصل والربط بين الاشياء قديم، حيث توصل اليها الانسان من خلال تجاربه وخبرته فالقرابة والجوار والصداقة هي امثلة على العلاقات بين مجموعة من الاشخاص والعلاقة يمكن أن تكون بين مجموعتين او اكثر مثل مجموعة الفنادق الموجودة في المملكة العربية السعودية ومجموعة المدن السعودية، فعلاقة الفنادق علاقة انتماء، أي في مجموعة الفنادق مثلاً يحفظ اسم الفندق معلومات عنه مثل درجة الفندق ورقم الهاتف وعدد الغرف وفي مجموعة المدن يحفظ اسم المدينة والمنطقة الادارية التابعة لها والكثافة السكانية فيها وهكذا فنقول ان الفندق (هيلتون) في مجموعة الفنادق ينتمي الى مدينة (الرياض) في مجموعة المدن يلاحظ الشكل (10) .

الشكل (10) مفهوم ربط المعلومات في نظم المعلومات الجغرافية



11.3: انواع العلاقات بين المعلومات:

يمكن ان يكون ربط المعلومات باحد الاشكال التالية :

أ ـ علاقة عنصر بعنصر (One to one)

حيث يرتبط كل عنصر من المجموعة الأولى بعنصر واحد من المجموعة الثانية، كمثال بسيط لنفرض ان مجموعة (أ) عبارة عن المشاريع القائمة الآن لشركة معينة ومجموعة (ب) عبارة عن المهندسين العاملين في هذه الشركة يلاحظ الشكل (11)

الشكل (11) ربط عنصر بعنصر في نظم المعلومات الجغرافية

ب -علاقة عنصر بعدة عناصر (One to many)
وهي علاقة تربط عنصراً من المجموعة الاولى مع عدة عناصر من المجموعة الثانية يلاحظ الشكل (12)

الشكل (12) ربط عنصر بعدة عناصر في نظم المعلومات الجغرافية

ج-علاقة عدة عناصر بعدة عناصر Many to many:-

علاقة تربط بين كل عنصر من المجموعة الاولى مع عنصر أو عدة عناصر من المجموعة الثانية، كما يمكن ان يرتبط كل عنصر من المجموعة الثانية مع عنصر أو عدة عناصر من المجموعة الاولى، ومثال ذلك، لنفرض ان المجموعة (أ) عناصرها هي قطع الاراضي والمجموعة (ب) عبارة عن اسم الملاك، فالعلاقة هنا ان المالك يملك القطعة رقم (1) مثلا، فالارض يمكن ان يملكها شخص واحد أو عدة اشخاص، كما ان المالك الواحد يمكن ان يملك اكثر من ارض يلاحظ الشكل (13)

الشكل (13) علاقة عدة عناصر بعدة عناصر

11.4 انواع قواعد البيانات

ان ارتباط قواعد البيانات بالحاسوب يتيح لنا تسميتها بقواعد البيانات الحاسوبية وهناك العديد من قواعد البيانات الحاسوبية المستخدمة في نظم ادارة المعلومات من اهمها ما يأتي:

1. قواعد بيانات جغرافية (مكانية)
2. قواعد بيانية ادارية
3. قواعد بيانات سكانية
4. قواعد بيانات هندسية
5. قواعد بيانات مالية
6. قواعد بيانات امنية وغيرها،

ومن الناحية العملية هناك ثلاثة اساليب او انواع رئيسية في تصميم قواعد البيانات (Structural Model of Data Bases) تختلف في اسلوب بنيتها وتصميمها وهي:

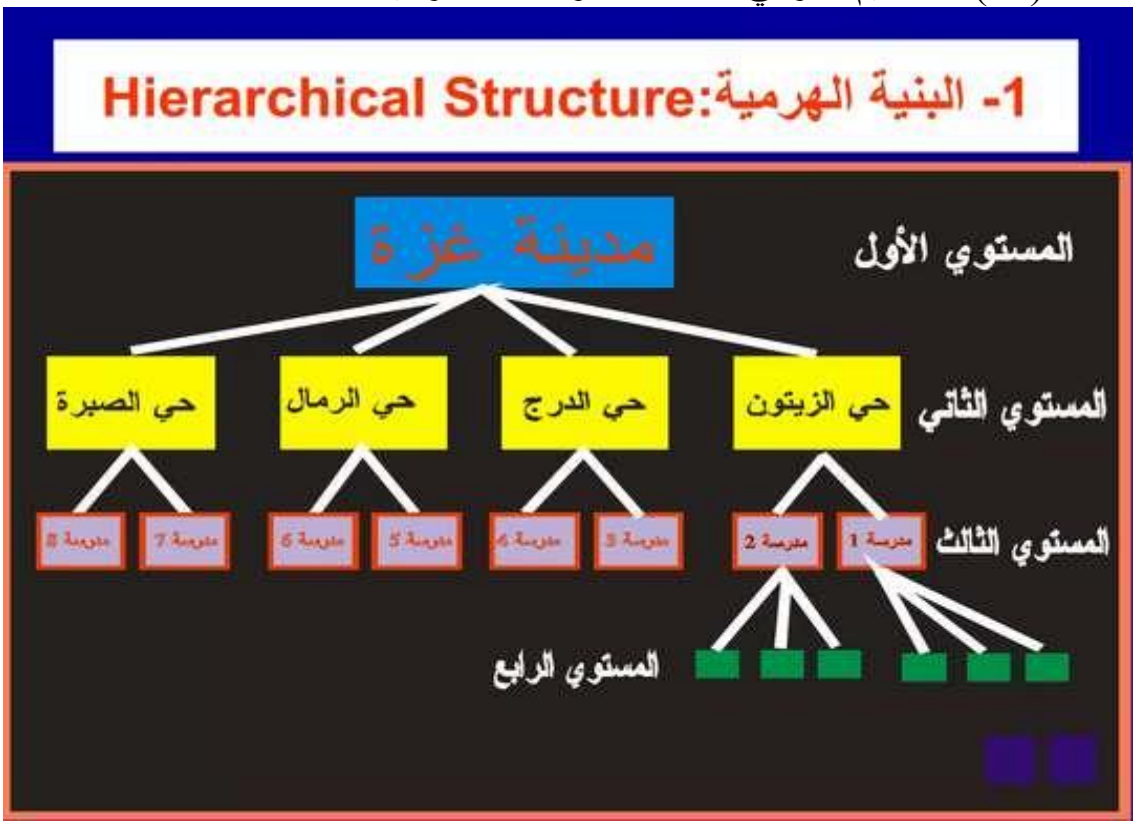
أ. قواعد بيانات ذات تصميم هرمي (Hierarchical Model databases):

وفيها تندرج البيانات حسب درجة اهميتها اذ تشبه هذه البنية الشكل الهرمي ويبنى على مبدأ (الاب والابن) ، فيتفرع من المستوى الأول (وهو مستوى الاب) عدة بيانات (وهم مستوى الابن) ويتفرع من المستوى الثاني (الابن اصبح اب) عدة بيانات وهكذا،

العلاقات من

ويلاحظ في الشكل (14) مثال على البنية الهرمية حيث المستوى الأول هو الاب (المدينة – غزة) والمستوى الثاني هو الابناء (احياء مدينة غزة) والمستوى الثالث هو ابناء الابناء (المدارس في كل حي) وهكذا،،، وتتناسب هذه البنية مع نوع (عنصر بعدة عناصر) التي سبق شرحها ، ولكنه لا يمكن استخدام البنية الهرمية مع علاقة (عدة عناصر بعدة عناصر) دون تكرار البيانات وهي من مساوئ هذه البنية كما ان اجراء عملية الصيانة او توسعة القاعدة يتطلب اجراء تعديلات مكثفة، لذا لم ينتشر استخدامها في نظم المعلومات الجغرافية الا في بعض التطبيقات الخاصة جدا والقليلة،

الشكل (14) التصميم الهرمي لقاعدة المعلومات الجغرافية

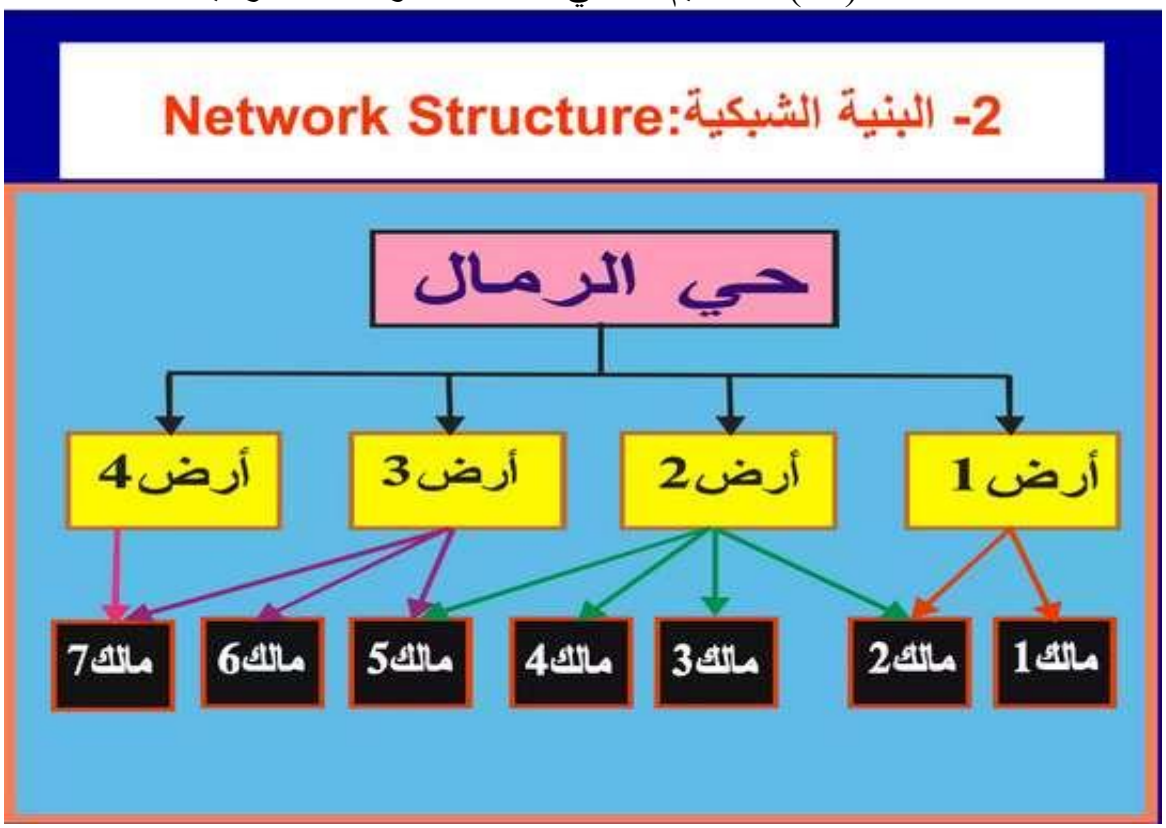


ب قواعد بيانات ذات تصميم شبكي (Network Model databases) :-

وفيها يتحقق في هذا النوع بالاضافة الى التصميم الهرمي الترابط الشبكي بين البيانات والاختلاف الاساسي بين البنية الشبكية والبنية الهرمية وهو انه في البنية الشبكية يمكن ربط الابن باكثر من اب وربط الابناء ببعضهم أي يمكن في البنية الشبكية ربط عنصر من مستوى ادنى بعدة عناصر من مستوى اعلى كما يمكن ربط عنصر بعدة عناصر بنفس المستوى ويكون

الشكل (15) اقرب ما يكون الى شبكة معقدة من الروابط ويمكن استخدام أي نوع من العلاقات السابق ذكرها في الوحدة السابقة وهي (عنصر بعنصر عنصر بعدة عناصر، عدة عناصر بعدة عناصر) في البنية الشبكية والبنية الشبكية صعبة التشكيل ويتطلب استخدام هذه البنية خبرة اكثر ، ولهذا ظل استخدامها محدوداً في نظم المعلومات الجغرافية

الشكل (15) التصميم الشبكي لقاعدة المعلومات الجغرافية



ج، قواعد بيانات ذات تصميم ترابطي Relational Model databases):-

ويعتمد هذا النوع على جداول متباينة يشكل كل منها ملفاً خاصاً منفصلاً مع وجود الرابط فيما بينها على اساس مفتاح يمكن الاعتماد عليه في البحث داخل قاعدة البيانات ، تعتمد البنية الارتباطية على ترتيب البيانات ضمن جداول ، والجداول هي وحدة التخزين الاساسية وأي صف من الصفوف في الجدول يحوي كافة البيانات الخاصة باحد العناصر في الجدول ويسمى سجل (Record) واي عمود في الجدول يعطي بيانات من نوع واحد أو خاصية واحدة لجميع العناصر ويسمى عمود (column) وطبيعة البيانات في عمود واحد تكون واحدة (مثل عدد صحيح او اسم وغيره) ونسمي تقاطع الصف مع العمود بالحقل (Filed) او خلية (Cell) وهي تحوي معلومة عن عنصر محدد مثل اسم ورقم المخطط ، وتربط هذه الجداول مع بعضها عن طريق ما يسمى بالمفتاح الأولي أو المفتاح الرئيسي (Primary Key)، يلاحظ الشكل (16)

الشكل رقم (16) السجل والعمود والخلية في جدول المعلومات

11.5: **المفتاح الاولي (Primary Key):**

يمكن القول بأن حقل او مجموعة من الحقول معاً في صفوف جدول انها تشكل مفتاحاً أولياً للجدول اذا كانت القيمة في هذا الحقل او مجموعة الحقول معاً متغيرة من صنف لآخر في الجدول، ولا تتطابق قيمها في هذا الحقل او في هذه الحقول مجتمعة في أي صف من صفوف الجدول .

واستناداً لهذا المفهوم نقول انه لا يمكن اعتبار رقم القطعة منفرداً كمفتاح اولي للجدول المبين في الشكل (17) لان رقم القطعة يمكن ان يتكرر كما في الصف الاول والثالث من الجدول حيث لدينا رقم القطعة (2510) لكننا اذا امعنا النظر في الجدول يتبين لنا انه اذا تطابق رقم القطعة في صفين مختلفين فان كل قطعة ارض تكون في مخطط مغاير للآخر، وعلى ذلك يمكن ان نقول المفتاح الأولي في هذا الجدول هو رقم القطعة ورقم المخطط معاً، بحيث لا يوجد في المخطط قطعاً ارض لهما نفس الرقم وبذلك يكون هذا المفتاح الأولي خاص بمعلم واحد فقط لا يتكرر .

وعادة تفرض قيود واشتراطات على المفتاح الاولي من اهمها عدم التكرار وان لا يكون خالية القيمة أو ما يسمى (Null)، ففي المثال السابق اذا تركنا حقل رقم القطعة فارغاً او تركنا حقل رقم المخطط فارغاً يختل تعريف العقار، وتتيح بعض البرامج والانظمة المستخدمة حالياً سهولة في تصميم وفرض القيود على الجداول والمدخلات ومثال ذلك اشتراط ادخال رقم تعريفي غير متكرر او تحديد عدد الاحرف او الارقام المدخلة في خلية ما (مثل اسم العقار لا يتعدى 25 حرفاً ورقماً)، ومن فوائد توسيع حقول المفتاح الاولي تقبل احتمالية تطابق الحقول في صفين متميزين ولكن لزيادة عدد حقول المفتاح الاولي سلبيات كثيرة، اذ

يؤدي الى تكرار تسجيل البيانات في مختلف الجداول، كما سيصعب عمليات البحث عن بعض البيانات ، ففي الغالب يحدد مفتاح اولي في حقل واحد لتسهيل ربط الجداول في قواعد المعلومات الكبيرة، فمثلاً في المثال السابق ممكن ان نضيف حقلاً لرقم تعريفي ويمكنك ان يكون هذا الرقم ناتجاً عن دمج رقم المخطط ورقم القطعة ويكون هذا الرقم التعريفي للقطعة، فأذا اردنا الاشارة لهذه ، أي جدول اخر يكفي ان نذكر الرقم التعريفي لها فقط وبالتالي يربط جميع معلومات هذه القطعة في الجداول الأخرى

الشكل (5-17) مثال على الرقم التعريفي (المفتاح الاولي) لقطع الاراضي

الرقم التعريفي لقطع الأرض

الرقم التعريفي	رقم القطعة	اسم المنطقة	رقم المخطط	نوع القطعة
25072510	2510	حي الزهور	2750	تجاري
25072511	2511	حي الزهور	2570	تجاري
32542510	2510	حي الاستقلال	3254	سكني
32542513	2513	حي الاستقلال	3254	سكني
32542514	2514	حي الاستقلال	3254	سكني

وفي احيان اخرى تكون العلاقات بين جداول المعلومات اكثر تعقيدا وتفصيلا او ماتسمى (بالوصلات العلائقية Relational Joints) والتي تعنى بربط عناصر من جدول اول أي مجموعة أولى من البيانات مع عناصر جدول ثاني أي مجموعة ثانية من البيانات وذلك بمقارنة او مطابقة حقول في عمود او عدة اعمدة من الجدول الأول ومقابلاتها مع الجدول الثاني وغالباً ما تسخدم حقول المفتاح الاولي لعملية المقارنة أو المطابقة ، ونسمي الحقول في عمود او اعمدة الجدول الثاني التي تم مقارنتها مع حقول عمود او اعمدة الجدول الاولي بالمفتاح الدخيل ، وبهذا يمكن أن تكون القيم في حقول مفتاح الدخيل مكررة ، وبهذه الطريقة تتمكن من وصل عدة جداول بعضها ببعض للوصول الى مختلف البيانات في هذه الجداول

11.6: المراحل الاساسية لبناء قواعد المعلومات الجغرافية:

يمكن ايجاز المراحل الاساسية لبناء قاعدة المعلومات الجغرافية على الشكل المبسط كالتالي

1.تحديد الهدف من نظام المعلومات الجغرافي المراد انشاء قاعدة البيانات له، وذلك باجراء مقابلات مع المسؤولين والمستخدمين للتعرف على الاعمال والتطبيقات التي يقومون بها والمراد تنفيذها في النظام، وغالباً ما تكون هذه الاجتماعات بعيدة النمط الفني بحيث تكون متعلقة بالاجراءات الادارية والروتينية لتنفيذ اعمال عن القسم .
2.تحديد العناصر الاساسية التي يجب أن تتضمنها قاعدة المعلومات، وفي هذه المرحلة يكون العمل فنياً أكثر، وذلك بتحليل المتطلبات السابق تحديدها في المرحلة السابقة وتحويلها الى عناصر واضحة ومحددة .
3.التصميم الصوري للنظام، والمقصود بالتصميم الصوري هو عبارة عن ترجمة للاهداف والاعمال والتطبيقات المتوفرة في المرحلة الثانية الى نموذج تصميمي يمكن التعرف من خلاله على العلاقة بين هذه العناصر وتصميم البرامج الخاصة لتنفيذ المطلوب من النظام، وتكون هذه النماذج سهلة التغير والتطوير قبل ادخالها الى حيز التنفيذ ويتم التصميم تدريجياً وتطويرها حين التأكد من صلاحيتها أولاً بأول، ومن المهم اختيار وتحديد بعض الاشتراطات على أنواع الحقول في قاعدة المعلومات ومثال ذلك تحديد مواصفات حقل ورقم هوية مالك الارض مثلاً بحيث لا يقل عن عشرة ارقام وان لا يحتوي على حروف او رموز .
3.اختبار التصميم الصوري نظرياً، يعتبر التصميم التصوري لقاعدة المعلومات الجغرافية من اولويات تنفيذ النظام، ونظراً لصعوبة تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية والحصول على نتائج مرضية تلقائياً، ويكون من الافضل تنفيذ دراسة تجريبية للتأكد من عدم وجود مشكلات من المحتمل حدوثها في المستقبل قبل تنفيذ المشروع فعلياً وتكون مرحلة التنفيذ التجريبية اختباراً لهذا التصور النظري وتحوله الى واقع وبالتالي يمكن التعرف على امكانية تنفيذ هذا التصور عمليا وفنياً واجراء التغيرات والتعديلات المناسبة قبل الشروع في تنفيذ وتصميم قاعدة المعلومات الفعلية .
4.تطوير الاجراءات المطلوبة ويمكن في هذه المرحلة ممارسة الاجراءات المطلوبة قاعدة المعلومات التجريبية ومدى امكانية تنفيذها وتعديل هذه الاجراءات لتصميم في حالة صعوبة تحقيق ذلك او تقديم البعض على البعض الآخر حسب الحاجة .
5.البحث عن المصادر المعلوماتية ، يتم البحث عن المصادر الضرورية ذات العلاقة بالغايات والاهداف الرئيسية والمتوفرة وثم البحث عن مصادر معلوماتية اخرى مثل خرائط الاساس والصور الجوية وتشمل المعلومات المكانية والوصفية .
6.فحص مصادر المعلومات والتحقق من مدى ملائمتها وتلبيتها للشروط والغايات المحددة والمرجوة .
7.استخراج المعلومات المطلوبة من المصادر المختارة وترتيب المعاملات في صيغ وقوالب تسمح بادخالها إلى النظام .
8.ادخال التعديلات والتصحيحات والاضافات اللازمة على المعلومات لتصبح بمرجعية ونوعية متجانسة .
9. ادخال المعلومات الى النظام فعلياً .
10.تدقيق المعلومات المدخلة والتأكد من صحتها وصحة إدخالها .
11.التحقق من سهولة وفاعلية التعامل مع المعلومات المدخلة .

12.التجول داخل النظام وعمل استعلامات وتحليلات واستخراج النتائج العددية والورقية في شتى الصور لاختبار النظام فعلياً .
13.البدء في استخدام النظام والاستفادة من معلوماته .
14.جدولة التحديثات والمتابعة المستقبلية المتغيرة .
15.حجم البكسل (الوحدة الصورية) هو أساس دقة الصور بحيث كلما صغر حجم البكسل كلما زادت دقة ووضوح الصورة أي ان الصورة ذات البكسل 1م1xم أكثر وضوحا للمعلم من صورة حجم البكسل فيها 5م 5م، وعدد الصفوف (Rows) والأعمدة (Columns) إذا ضربت في حجم البكسل تعطينا تغطية المنطقة .

وتتم معالجة هذه المعلومات في برامج خاصة تسمى برامج معالجة الصور (Image Processing) لاستخدامها فيما بعد في نظم المعلومات الجغرافية ومن البرامج المشهورة في معالجة الصور الرقمية او المعلومات الشبكية برنامج (Erdas imagine 8،7) و (برنامج PCI Geomatica) وهي متخصصة في معالجة وتحسين الصور الرقمية حيث يتم من خلال هذه البرامج عمل التصحيحات اللازمة من حيث التشوهات الناتجة عن التصوير والتشوهات الأخرى، وكذلك يتم من خلالها دمج وتحسين الدقة من خلال عمليات معينة .

11.7: إنشاء قواعد البيانات الجغرافية

يقتصر تصميم قواعد البيانات الجغرافية على تصميم قواعد البيانات الترابطية (Relational databases Model)، وتعتمد قاعدة البيانات الجغرافية على قسمين رئيسيين ومتكاملين من البيانات والتي تم ذكرها سابقا في هذا الفصل وهما:
- البيانات المكانية Spatial data
- البيانات الوصفية Attribute data

وتتميز قواعد البيانات الجغرافية عن غيرها من قواعد البيانات في ارتباطها بالتوقيع المكاني للبيانات والمعلومات الموجودة في الخرائط الصور الجوية والمرئيات الفضائية والمرتسمات الهندسية،،، الخ، ويتطلب ذلك اسس خاصة في تصميم قواعد البيانات الجغرافية منها المعرفة العلمية والفنية لعناصر الخرائط كالنقط والخطوط والمساحات والفائدة التطبيقية منها، والتي تمثل المتطلبات الاولية اللازمة لتصميم هذا النوع من قواعد البيانات، وتعد البيانات المكانية هي الاساس في بناء قواعد البيانات الجغرافية اذ تتحكم في اسلوب تصميمها وطريقة الاستفادة منها،

اما البيانات الوصفية Attribute data تسمى البيانات ايضا البيانات غير المكانية (Non spatial data)، أي التي ليس لها بعد مكاني بمعنى اخر ليس لها احداثيات مكانية على الأرض وتسمى احياناً في مصطلحات نظم المعلومات بالصفات (Attributes)
وهي اما معلومات رقمية (كمية) (Quantitative) مثل طول الخط أو عرضه او المساحة ،، الخ، او معلومات غير رقمية (Qualitative) كالاسماء والعناوين ووصف غير كمي للظواهر ويتطلب تصميم وانشاء قواعد البيانات في ن،م،ج عدة خطوات وهي كالآتي:

أولاً: ادخال البيانات المكانية
ثانياً: ادخال البيانات الوصفية،
ثالثاً: الربط بين البيانات المكانية والوصفية

وتعد هذه الخطوات هي الاساس في عمل ن،م،ج،

أولاً : ادخال البيانات المكانية:

لقد ذكرنا سابقاً بأن المقصود بالبيانات المكانية هي تلك العناصر النقطية والخطية والمساحية التي تتكون منها الخرائط واشرنا بان ادخال هذه البيانات المكانية يتم بواسطة ترقيم الخرائط او ادخالها مباشرة من مصادر رقمية اخرى ولكي تكون هذه البيانات مناسبة وجاهزة للتحليل بواسطة ن،م،ج فانها تتطلب انجاز عدد من عمليات المراجعة والتعديل والتصحيح المهمة منها ما ياتي

1.الطوبولوجي (Topology): هناك مكونات بسيطة مستخدمة لتحديد العلاقات المكانية للمعلومات المكانية التي تتضمن قواعد بيانات انظمة المعلومات الجغرافية

2.العقد (Nodes) وهي بداية او نهاية الخط أو السلسلة، السلاسل :(Chains) وهي شبيه بالخطوط حيث تبدأ كل سلسة بعقدة وتنتهي بعقدة، وهي مستخدمة لتعيين حدود منطقة ما او عناصر مساحية او خطوط .

3.المضلعات (Polygons) : وهي حلقات مغلقة حيث تتكون كل حلقة من عدة سلاسل متصلة مع بعضها .

تعرف المكونات المكانية بمفهومين اساسيين

الأول: التحديد المكاني الذي يبين ويحدد الوضعية الهندسية لمعلم موجود في الطبيعة مثل مدرسة طريق، حي،،،،) ويسمح بحساب العناصر الهندسية المميزة لهذا المعلم كالطول والمساحة والمحيط .

والمفهوم الثاني هو العلاقات الطوبولوجية وهي التي تصف الروابط والعلاقات التي تربط بين هذه المعالم، وقد عرف العالم بروجرون (Bergeron) الطوبولوجيا بأنها فرع من الرياضيات يعالج علاقات الجوار المتواجدة بين الإشكال الهندسية وهي علاقات لاتتأثر بتشوه الإشكال "،

ومن اهم العلاقات الطوبولوجية في انظمة المعلومات الجغرافية

1.علاقة الارتباط او الاتصال : وهي التي تحدد اياً من السلاسل مرتبطة بأي من العقد .

2.علاقة الاتجاه : وهي التي تعرف الاتجاه من عقدة الى عقدة في سلسلة .

3.علاقة الجوار: وهي التي تحدد اياً من المضلعات على يسار واي منها على يمين السلسلة .

4.علاقة الاحتواء: وهي التي تحدد المعالم المكانية الواقعة داخل مضلع ما، ويمكن ان تكون هذه المعالم عقدة أو سلسلة او مضلعات .

إن مفهوم الطوبولوجيا أو العلاقات المكانية يهتم بتحديد التفاصيل بين محتويات البيانات المكاني (ربط) الاماكن مع بعضها البعض ، وتعد الطوبولوجيا من اهم الاعمال التي يجب تطبيقها على البيانات للحصول على بيانات صحيحة وبدون أخطاء ، اذ يسمح بالمحافظة على

التحام وتماسك المعالم وذلك باستبعاد كل ازدواجية في الخطوات او السلاسل والنقاط او العقد المستخدمة لتعريف المكونات المكانية البسيطة ، وبذلك يتم تلاقي المعلومات الزائدة بغية انتاج قاعدة معلومات جغرافية متراصة وصحيحة وبدون اخطاء تسهل معها عملية التعديل او التصحيح (Editing) ، حيث يتم البحث عن الاخطاء والقيام بتصحيحها وذلك بناءا على علاقة بين الطبقات ، فمثلا عند من الخطوط يمكن ان نجد ان هناك خطوطا غير موصولة اي هناك خلل بهذه الخطوط كأن تكون هناك فجوة في نهاية الخطوط أو نجد خطوط صغيرة زائدة، أو عند رسم الأشكال المساحية (المضلعات) نجد هناك تداخل او فجوات بين هذه المساحات بالاضافة الى اخطاء أخرى ، والطوبولوجيا تظهر القوة التحليلية المكانية الكبيرة لهذه النظم بل هو من اهم ما يميز نظم المعلومات الجغرافية (GIS) عن الأنظمة الأخرى سواء كانت أنظمة الرسم بالحاسب (CAD) أو أنظمة إدارة المعلومات (MIS) .

وللطوبولوجيا أهمية كبرى لإيجاد الحلول الاقتصادية كالاستعلام عن منطقة ذات خواص محددة ضمن منطقة ما ، كأن يراد الاستعلام عن منطقة في غابة وذات ميل لا يتجاوز 4% ولا تبعد أكثر من 200 عن الطريق الرئيسي .

والعلاقات الطوبولوجية لمعلم ما (تكمل وصفه الهندسي أي شكله وتحديد مكانه) وهي مطلوبة في طرق التحليل المكاني ، والنظام الذي يحوي قاعدة جغرافية طوبولوجية جيدة يدعم بشكل كبير فعالية نظام المعلومات الجغرافي كأداة مساعدة في اتخاذ القرار ، وان فاعلية المعالجة للمعلومات تستند بشكل كبير على وصف المعلومات المكانية وعلى خواصها الطوبولوجية كما تعتمد على توفر الدوال (Functions) التي يمكنها معالجة العلاقات المكانية في أنظمة المعلومات الجغرافية ، وصحة العلاقات الطوبولوجية تعتمد بشكل كبير على دقة البيانات الجغرافية المستخدمة ، وان أي نقص أو غياب في المكونات شأنه إنقاص الجودة في أنظمة المعلومات الجغرافية والتقليل من فعاليتها كأداة لأتحاذ القرار، إضافة إلى إن المعالجة الطوبولوجية هذه هي التي تؤمن جودة عالية لإنتاج الخرائط بالرسم الآلي، مهما كان القياس المستخدم وهي التي تحافظ على التماسك في كل من عمليات التعديل (Editing) اللاحقة .

2 - تعديل (تحرير) البيانات المكانية Editing of Spatial data):-

تعد هذه العملية مكملة لاعمال الطوبولوجي ، اذ يتم في هذه العملية تنقيح وتصحيح المشكلات التي تنشأ خلال عملية التصنيف الطوبولوجي وادخال البيانات ، واهم هذه المشاكل ظهور الزيادات (Overshoots) والنواقص (Undershoots) والنتوءات (Spikes)، يتضمن التصحيح او التعديل الآلي استخدام قيم السماح (Tolerance Value) التي تعرف او تحدد عرض النطاق (Buffer) حول الاهداف المتجاورة ، ترتبط قيمة السماح بالدقة التي يمكن ان ترقم بها الموقع ، وتتضمن انجاز عملية تصحيح وتنقيح البيانات المكانية عدة وظائف خاصة لربط العناصر مع بعضها البعض ، مثل المطابقة (Snap) او التحريك (Move) او الربط (Join) ، او الالغاء (Delete) او غيره من الاوامر الموجودة في برامج ن، م، ج، تكون عملية الترقيم والتصحيح احدهما مكملة للاخرى ، فالترقيم الضعيف يحتاج الى الكثير من عمليات التنقيح والتصحيح ، بينما يمكن ان نتجنب الكثير من عمليات التنقيح اذا كان الترقيم جيداً .

3- مطابقة اركان الخرائط (Edge Matching):-

تعد من الخطوات الهامة في عملية التعديل او التصحيح ، ففي هذه المرحلة يتم مقارنة وتعديل الظواهر على امتداد حافات لوحات الخرائط المتجاورة ، تنجز بعض عمليات المطابقة ببساطة من خلال تحريك الاهداف في خط مستقيم وبمقارنة الجوانب والظاهرات المشتركة في اللوحات المتجاورة ، اما العمليات الاخرى فانها تربط القطع منطقياً ومفاهيمياً ، بحيث تصبح هدف واحد ولا يرى فيها المستخدم أي تقاطع بين هذه القطع وبذلك تنشأ قاعدة البيانات مطابقة لاركان الخرائط وعديمة الندب أي لا يظهر فيها خط الاتصال وتختفي تماماً حافات الواح الخرائط .

ثانيا - ادخال البيانات الوصفية

تبدأ هذه المرحلة بعد ادخال البيانات المكانية ، وبعد اجراء عمليات التنقيح والتعديل عليها ، اذ يتم ادخال البيانات الوصفية (Properties Data) اما عن طريق استخدام لوحة المفاتيح (Keyboard) مباشرة او تؤخذ من قواعد بيانات رقمية اخرى تؤخذ من الارشيف الرقمي وتربط البيانات الوصفية مع البيانات المكانية بواسطة تعريف (ID) يسمى المفتاح الاولي او المفتاح الرئيسي ، تحدد في البيانات الوصفية على هيئة جداول تعرف باسم جداول الصفات (Attribute tables)،

ثالثاً - الربط بين البيانات المكانية والوصفية

بعد ان يتم ادخال البيانات الوصفية يجب ان تربط الى البيانات المكانية (الاهداف المكانية المختلفة) بواسطة المفتاح الاولي (ID) تحدد كما ذكرنا سابقاً في البيانات الوصفية على هيئة جداول تعرف باسم جداول الصفات ، ويتم الربط باستخدام برامجيات ن،م،ج المختلفة ، ويتوقف درجة نجاح استخدام أي قاعدة بيانات في ن،م،ج على درجة النجاح في الربط والتفاعل بين البيانات المكانية والوصفية أن عملية الربط بين البيانات المكانية وغير المكانية في قاعدة بيانات ذ،م،ج تنتج لنا قاعدة بيانات ترابطية في ن ، م ، ج (The GIS Relational Data base) ، اذ تسمح لنا هذه القاعدة بطرح الاسئلة المتعلقة بالظواهر المكانية وصفاتها غير المكانية في ان واحد فمثلاً نستطيع الحصول على المعلومات الخاصة عن مكان معين على الخريطة كعدد السكان أو المساحة او الطول أو العرض،،، الخ ، واذا قمنا بربط هذه الخريطة او المخططات فاننا نكون قد انتجنا اداة فعالة وقوية تجعل مع استفساراتنا مدعمة بالتمثيل المكاني او الرسم وتنتج لنا خرائط تسمى بالخرائط التفاعلية (Interactive Maps) .

11.8: تطبيق على المطابقة الطوبولوجية (العلاقات المكانية)

تعد عمليات المطابقة الطوبولوجية من اهم عمليات التحليل المكاني في ذ،م،ج ، ويمكن ان توجد هذه العلاقات المكانية بين نفس النوع من البيانات او من انواع بيانات مختلفة منها على سبيل المثال:

علاقة نقطة - نقطة

علاقة نقطة - خط

علاقة نقطة - مساحة

علاقة خط - خط

علاقة خط ـ مساحة
علاقة مساحة ـ مساحة

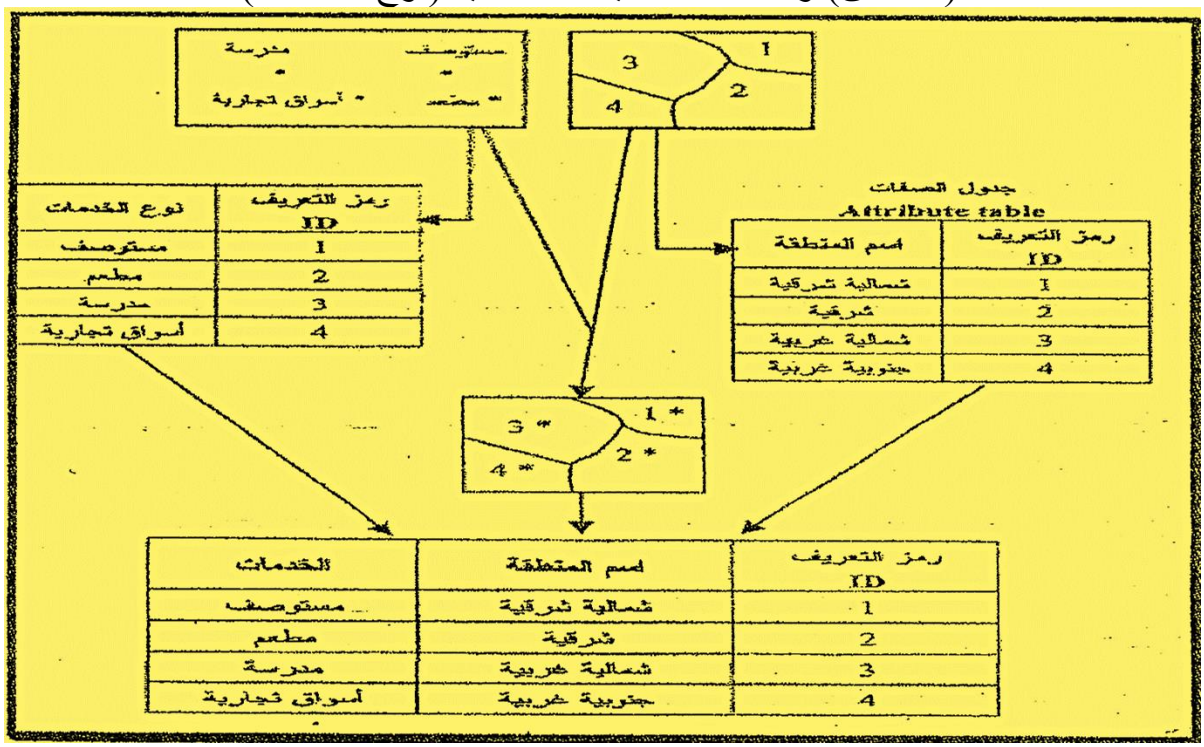
وسنوضح في مثال تطبيقي احد هذه العلاقات المكانية بين البيانات الخطية (المطابقة الطوبولوجية) وقد تم اختبار مثال لتوضيح علاقة نقطة مع مساحة .

المثال (علاقة نقطة ـ مساحة):

في هذا المثال تتم حالات ملف يمثل بيانات مساحية على ملف يمثل بيانات نقطية تمثل هذه الحالة علاقة نقطة مساحة ، ويمثل ملف البيانات المساحية الاقاليم الزراعية المختلفة على هيئة مضلعات (Polygons)، ويمثل ملف البيانات النقطية مراكز الخدمات في الاقاليم وتتم عملية المطابقة الطوبرلوجية بين هذين النوعين من البيانات اعتماداً على المرجعية الجغرافية (الاحداثيات الجغرافية)

كما يتم ربط البيانات المكانية مع جداول البيانات الوصفية للنوعين ثم يتم دمجها مع بعضها البعض لينتج لنا جدول يجمع البيانات النقطية مع البيانات المساحية ، ويتم تمثيل موقعهم الجغرافي على الخريطة لاحظ الجدول النهائي في الشكل (18)، وتتيح هذه الطريقة في تصميم قواعد البيانات الخطية تخزين معلومات باكبر حجم ممكن ، وتكون هذه الطريقة سهلة الاستخدام في نظم الية مختلفة ، لذلك فان اهميتها التجارية تكون كبيرة لذا يتم استخدامها في ن،م،ج التابعة للشركات التجارية الكبرى ، اضافة الى استخدامها في الدراسات الاحصائية والاقتصادية والبيئية الخ .

الشكل (18) عملية المطابقة الطوبولوجية بين طبقتين، طبقة تمثل البيانات المساحية (المناطق) وطبقة تمثل البيانات النقطية (نوع الخدمات)



11.9:الطرق الحديثة المتبعة في تخزين قواعد البيانات الجغرافية

تعد عملية دمج البيانات الخطية والخلوية من اهم المشاكل التي واجهتها عملية بناء وتخزين قواعد البيانات في ن،م،ج اذ ان معظم البيانات على سطح الارض اصبح مصدرها الصور الجوية والمرئيات الفضائية المخزنة بالنظام الخلوي ، والتي تحتاجها النظم الخطية، ان السبيل الوحيد للتخلص من هذه المشكلة هي عملية التحويل من النظام الخلوي الى الخطي عند اخراج البيانات ، وبسبب المساوئ التي تصاحب هذا التحويل من فقدان المعلومات وتشويهها، ومع التطور الذي حدث في تنظيم المعلومات وادارتها في النظام الخلوي فقد تم البدأ ببناء قواعد بيانات مهجنة خلوية - خطية (Hybrid Vector - Raster Database) فاصبحت الصور الجوية والمرئيات الفضائية تخزن في ذاكرة الحاسوب بواسطة الماسح الضوئي (Scanner) ، ويتم ادخالها على نظم المعلومات الخطية، ويتم استخدام المرئيات الفضائية كمصدر للبيانات في النظم الخطية، وعادة ما تكون هذه المرئيات متعددة الاطياف (Multispectral Images) من الاقمار الصناعية اللاندسات وسبوت اما الصور الجوية فتم ادخالها الى نظم المعلومات الخطية ، بعد ان يتم التخلص من مشاكل ازاحة التضاريس (Relief Displacement) او التشوه (Distortion) ، ويطلق عليها بعد ذلك اسم اور ثوفوتو (Orthophoto) فتصبح شبيه الى حد كبير بالخرائط العادية ، التي يمكن اجراء كافة القياسات الفوتوجرامترية عليها ، 3-7-10-5 التحويل من النظام الخلوي الى النظام الخطي وبالعكس ان معظم محللي ن،م،ج يفضلون في الوقت الحاضر استخدام بيانات النظام الخطي وبعضهم يستخدمون بيانات النظام الخلوي لعمليات تحليلية مختارة ان عملية تحويل البيانات من النظام الخلوي الى الخطي وبالعكس يتيح دمج هذين النوعين من البيانات في التحليل، وعلى الرغم من ذلك فان التحويل غير الضروري يسبب كثير من الاخطاء ، ومن اهم الفوائد التي تدفع محللي ذ،م،ج لتحويل البيانات إلى النظام الخطي ما ياتي:

1- تتيح فرصة مناسبة لاستخدام الراسم (Poitter)، لان الرسم يعمل بالنظام الخطي فقط ، اذ يرسم الخطوط وهو اسرع واسهل طريقة للرسم .
2-تظهر الخرائط والظواهر المرسومة بشكل منظم وواضح وغير مشوه وبجمالية عالية .
3-تتيح للمحلل مقارنتها مع خرائط خطية اخرى،
4-ستتيح اجراء علاقات تفاعل مكاني دقيقة (الطوبولوجي) Topology،

اما مساوئ تحويل البيانات من النظام الخلوي الى الخطي وبالعكس فهي ما يأتي:
1-ان تحويل البيانات الخلوية الى الخطية يؤدي الى ضياع البيانات نتيجة قيمة واحدة لكل خلية Pixel)، وعدم مراعاة الاختلاف في القيم داخل الخلية الواحدة، ففي البيانات الخلوية فان القيمة المخصصة للخلية اما تمثل معدل القيمة لجميع اجزائها او قيمة مركز ،الخلية وهذا ما يحدث مثلاً في بيانات اللاندسات، وهذا يؤدي بالتالي الى تغيير اشكال الظواهر وتشوبها سواء كانت خطية كالانهار أو الطرق،، الخ او اشكال مساحية كمناطق الغابات والمناطق الزراعية،، الخ،

2-عملية تحويل البيانات من الخلوية إلى الخطية يتضمن اجراء عملية تنعيم الخطوط (Softening) ، وهذا يؤدي الى فقدان الدقة وضياع جزء من المعلومات .
2-هناك اخطاء تنجم عن تطبيق المضلعات فوق بعضها البعض، فعند تحويل مساحة المضلع المرسوم بالنظام الخطي الى النظام الخلوي، فانه سيتم فقدان عدد من المعلومات واضافة مناطق جديدة للمضلع الجديد .

ويمكن تلخيص العوامل المؤثرة في اختيار اي من النظامين الخطي او الخلوي بما يأتي:

1- الغاية من تأسيس ن،م،ج فاذا كان الهدف يحتاج الى الدقة مثل انتاج خرائط بجمالية عالية الدقة وذات موصفات فنية عالية المستوى، فيحتاج ذلك الى اختيار البيانات الخطية والعكس صحيح،
2-يعتمد على نوعية المعلومات الممثلة فمثلاً إذا كانت انهر/ اودية/ طرق / سكك حديد،، الخ / فان ذلك يحتاج الى استخدام البيانات الخطية / اما اذا كانت معلومات عن مساحات الاراضي والغابات والمناطق العمرانية،، الخ، فان ذلك يتطلب استخدام البيانات الخلوية،
3- بحسب الاجهزة والبرامجيات المتوفرة،

12. ربط المعلومات بالمواقع الجغرافية

ترتبط عملية نجاح نظم المعلومات الجغرافية بدرجة دقة المعلومة ونوعيتها ومن انواع الدقة المطلوب مراعتها في المعلومة دقة مطابقتها مع الموقع الحقيقي للمعلومة على الارض، ان اختيار المرجعية الارضية المناسبة (refrences Geo) ونظام الاحداثيات (Coordinate System) والاسقاط (Projections) المناسبين يلعب دوراً هاماً في تصميم واعداد نظم المعلومات الجغرافية ، فالقياسات والمساحات والمواصفات العددية للمعالم الجغرافية المختلفة من حيث الامتداد والاتساع والارتفاع الى جانب ربطها بموقعها الجغرافي الحقيقي على سطح الارض، هي احد متطلبات نظم المعلومات الجغرافية ويمكننا القول بشكل عام ان جودة النتائج من النظام تتعلق بالطرق المستخدمة لتحديد الموقع المكاني الصحيح للمعلومة ، والمرجعية الارضية هي طريقة او وسيلة تمكننا من تحديد موقع معلن وتميزه عن موقع معلم اخر، ومثال ذلك العنوان فمجرد معرفة عنوان منزل يمكننا تميزه وتحديده في الطبيعة والوصول اليه مثل حي المأمون محلة رقم كذا زقاق كذا دار كذا، والمثال الأكثر وضوحاً أو تحديداً لمكان ما في الكرة الارضية هو نظام الاحداثيات كالاحداثيات الجيوديسية، والاحداثيات الوطنية، والاحداثيات الجغرافية الحقيقية .

13- عمليات ن،م،ج (GIS Operations):

يمكن تصنيف عمليات ن،م،ج الى ماياتي:--

أولا: ادخال البيانات المكانية (Spatial data Input) :
ثانيا: ادارة البيانات الوصفية (Attribute data management)
ثالثا: عرض البيانات (Data Display)
رابعا: استكشاف البيانات (Data exploration)
خامسا: تحليل البيانات (Data analysis)

سادسا: النمذجة في ن،م،ج (GIS) modeling

سنلقى نظرة عامة على عمليات ن،م،ج وستكون بمثابة عرض اولي لهذه العمليات

اولا : ادخال البيانات المكانية Spatial data Input:-

تعد عملية الحصول على البيانات في أي مشروع ن،م،ج من اكثر خطوات المشروع المكلفة ماديا وهناك نوعين رئيسيين من البيانات هما

1- الحصول على البيانات من المصادر المتوفرة (Existing data) من مصادرها .

2- البيانات البديله Alternative data بمعنى انشاء بيانات جديدة (Create new data) من مصادرها الخ .

ويجب على مستخدم ن ، م ، ج ان يستخدم خطة معينه في البحث في البيانات والمعلومات العامه المتوفرة قبل ان يقرر شراء البيانات من الشركات الخاصة او انشاء بيانات جديدة، ويمكن انشاء بيانات مكانية جديدة من المرئيات الفضائية ، مثل بيانات الـ GPS، المسوحات الحقلية، عناوين الطرق باستخدام عملية العنونة الرقمية (Geocoding)، وملفات الاحداثيات الجغرافية .

ولكن تبقى الخرائط الورقية من اكثر مصادر البيانات شيوعا فباستخدام طريقة الترقيم (Digitizing) بنوعيه الترقيم اليدوي (Manual digitizing) او الترقيم بالماسحات الضوئية (Digital Scanning) يمكن ان تحول الخرائط الورقية الى الصيغة الرقمية، وتحتاج الخرائط المرقمه الجديدة الى عملية تصحيح (Editing) وعملية تصحيح هندسي (Geometric Transformation)، وتعمل عملية التصحيح على ازالة اخطاء الترقيم (الترميز) التي لها علاقة بموقع البيانات المكانية مثل حذف المضلعات تشوه الخطوط وازدواجيتها، او عمل علاقات مكانية (طوبولوجي) من خلال معالجة النقوصات او الزيادات او النتؤات في النقاط والخطوط والمضلعات التي ذكرناها سابقا في هذا الفصل،

اما عملية التصحيح الهندسي على الخارطة المرقمة الجديدة (New digitized map) التي تحتوي على نفس ابعاد الخارطة الاصلية (المصدر) فتعمل على تحويلها الى احداثياتها الجغرافية الحقيقية على سطح الأرض، كما تعمل عملية التصحيح الهندسي على تحويل المرئيات الفضائية المسجلة بياناتها بالصيغة الخلوية (صفوف واعمدة) الى مساقط احداثية جغرافية لان التصحيح الهندسي يعمل على مجموعة من نقاط التحكم لتقليل كمية خطأ التحويل او التصحيح الهندسي الى مستوى معقول،

ثانيا : ادارة البيانات الوصفية (Attribute Data Management):-

يتطلب بناء قاعدة البيانات المكانية في ن،م،ج ادخال البيانات الوصفية والتحقق منها من خلال عملية الترقيم او التصحيح، وعادة تنظم البيانات الوصفية بهيئة جداول قاعدة البيانات الترابطية، اذ تنظم هذه الجداول بشكل صفوف واعمدة، وكل صف (ROW) يمثل الظاهرة المكانية (Spatial feature) وكل عمود او حقل (Field) يصف خصائص الظواهر المكانية، ويجب ان تقسم الجداول الوصفية في قاعدة البيانات بطريقة تسهل عمليات الادخال

البحث اعادة العرض المعالجة والاخراج، وهناك عنصرين اساسيين في عملية تصميم قاعدة البيانات الترابطية الاول هو المفتاح الاولي او مايسمى المفتاح الاساسي (ID) والثاني هو نوع البيانات ذات العلاقة، فالمفتاح يؤسس للربط بين التسجيلات (الصفوف) المتوافقة او ذات العلاقة من جدولين ، اما نوع البيانات ذات العلاقة (Typed data Relationship) فيكون أساس القاعدة الذي تبين نشاطات او اندماج الجداول بدقة فيما بينها وعمليا فأن ادارة البيانات الوصفية يشتمل ايضا على مهام مثل اضافة أو حذف حقول من الجداول الوصفية او اضافة حقول جديدة من الحقول الموجودة .

:ثالثا عرض البيانات (DATA DISPLY):-

تعد الخرائط من اكثر الوسائل الفعالة في عرض العلاقات بين المعلومات المكانية لذا فأن انشاء الخرائط يعد من العمليات الروتينية في عمل ن،م،ج، اذ يمكن ان نعمل الخرائط من اساليب الاستعلام او تحليل البيانات، ويتم تحضير الخرائط لاغراض عرض البيانات ورؤيتها، وهناك عدة عناصر أساسية تستخدم لتحضير الخرائط وعرضها منها على سبيل المثال: العنوان الرئيسي العنوان الفرعي دليل الخارطة اتجاه الشمال الجغرافي، مقياس الخارطة، حدود الخارطة (Border)، الخط اللطيف (Neat line) ،،،،،،،، الخ، هذه العناصر تعمل مع بعضها البعض لجلب المعلومات المكانية على الخارطة لقرائتها .

ان الخطوة الاولى في انشاء الخارطة هو جمع عناصر الخريطة ، وعادة يوجد في برمجيات ن ، م ، ج الجاهزة عدة خيارات لعناصر الخارطة الجاهزة يختار المستخدم أي منها من خلال القوائم (Menus) ولوحات الالوان (Palettes) المتوفرة في البرامج ويجب على المستخدم ان يدرك الخيارات الثابتة بشكل تام فبدون فهم رموز الخارطة مثل الالوان الخ،،، فسوف تنتج خارطة ذات مواصفات كارتوكرافية سيئة .

اما الخطوة الثانية فهو تصميم الخارطة والذي هو عبارة عن عملية انشاء جديد والتي لا يمكن بسهولة استبدالها بواسطة الطبعات الثانية اوبترميز الحاسوب ، ويجب على منتج الخارطة ان يعمل بفعالية مع التخطيط النهائي للخارطة (Layout) والتدرج المرئي (Visual hierarchy)، وكلما كان التصميم ضعيفا فسوف يربك قارئ الخارطة بل وحتى يشوه المعلومات المهمة في الخارطة .

:رابعا: استكشاف البيانات (Data Exploration):-

بعد استكشاف البيانات من العمليات التمهيدية والمهيئة لتحليل البيانات، والتي تشتمل على استكشاف الاتجاهات العامة للظواهر المكانية وتعطي نظرة قريبة الى مجموعة البيانات المستخدمة والعلاقات المحتملة بينها ان عملية الاستكشاف (التجوال) الفعال للبيانات يتطلب أساليب ربط مرئية فعالة ومرنة ، وتشتمل برامج ن،م،ج على استكشاف مثالي للبيانات فعرض الخرائط الاشكال البيانية ، والجداول قد يكون بطريقة ضعيفة ولكن هناك مرونه لربطها بالنوافذ، فعندما يختار مجموعة من البيانات في الجدول، فأنها تلقائيا (اوتوماتيكيا) يتم ابرازها لأضائتها الى المظاهر او المعالم ذات العلاقة بها في الخارطة أو الشكل البياني هذا النوع من الربط التفاعلي يزيد من امكانية المستخدم في معالجة وتأليف للمعلومات .

وبسبب احتواء بيانات المرجعية الجغرافية على بيانات مكانية ووصفية ، فأن استكشاف البيانات يمكن ان يصل الى البيانات المكانية والوصفية او الاثنين معا ، ان اهمية الخرائط في

ن،م،ج يضيف رؤية جغرافية الى نشاطات استكشاف البيانات ، فالرؤية الجغرافية (Geographic Visualization) تأتي في سياق المعالجة المرئية للبيانات بالاعتماد على الخرائط والاساليب المعتمدة عليها الخارطة مثل تصنيف البيانات، تجميع البيانات ومقارنة الخرائط .

خامسا: تحليل البيانات (Data Analysis):-

يمكن تصنيف عملية تحليل البيانات في ن،م،ج الى سبع مجاميع رئيسية مهمة هي كالاتي:-

1- تحليل البيانات الخطية (Vector data analysis)
2- تحليل البيانات الخلوية (الشبكية)) Raster data analysis)
3- تحليل التضاريس Terrain mapping & analysis)
4- الحدود الهيدرولوجية وحدود المشاهدة (Viewshed&Watershed analysis،5
5- التقدير التقريبي المكاني (Spatial interpolation)
6- العنونة الرقمية والتقسيم الديناميكي ((segmentation Geocoding & dynamic)
7- تحليل المسارات والشبكات (Paths network analysis)

وسنتطرق بشى من التفصيل إلى هذه الانواع من التحليل لبيانات ن، م، ج:

1- تحليل البيانات الخطيه (Vector Data Analysis):

لا يتطلب التحليل في النظام الخطي اعادة تصنيف للقيم كما هو الحال في تحليل البيانات الخلوية حيث تقوم برامج ن،م،ج بتنظيم وترتيب النتائج بصورة اوتوماتيكية ، فعند اجراء عمليات التحليل المكاني التي سنأتي على ذكرها ادناه فان اي طبقة جديدة ستظهر سيتم بشكل اوتوماتيكي وروتيني صنع جداول جديدة في قاعدة البيانات الوصفية لتصف الطبقة الجديدة، ويشتمل هذا النوع من التحليل على عدة وسائل منها:

أ.التحليل الخطي باستخدام منطق بولين (Boolean Queries):- يتضمن منطق بولين الربط بين المنطق والرياضيات ويشتمل الاجابة عن الاجابة عن الاسئلة التي لها احتمالان مثل الاجابة على اسئلة تتعلق بوجود ظاهرة او عدم وجود ظاهرة في مكان جغرافي معين او الاجابات التي تتعلق بالمقارنات والتي تتضمن خيارات مثل (and,or,not،، للاجابة اين توجد ظاهرة كذا وليس ظاهرة كذا الخ، ولتسهيل عملية التحليل يتم حذف كل الظواهر التي لا تدخل في التحليل، وتبقى الظواهر التي سنجري عليها عملية التحليل ومن طرق التحليل المستخدمة في منطق بولين تقاطع الظواهر، عدم التقاطع، الاتحاد الخ .

ب النطاقات (Buffering) : ويتم من خلال وضع الحدود حول الظواهر وذلك بتحديد مسافة النطاق الذي نرغب بتحديده حول الظاهرة وبخط مستقيم ، وغالبا ما يعد احد المتطلبات التي تسبق عملية التحليل ومن فوائد استخدام النطاقات على سبيل المثال لا الحصر تحديد كل المدن التي تقع ضمن 50 كم من نقطة معينة،،، أو يستخدم لاظهار الظواهر كالطرق والمدن التي تقع ضمن نطاق فيضان معين أو تحديد مناطق التلوث او مناطق توزيع البريد الخ .

ج - المطابقه (Overlay) : وتعد من أهم وسائل ن،م،ج، وتتم ثم خلال مطابقة الخصائص المكانيه والوصفيه للطبقات المختلفه فوق بعضها البعض لاختبار طبيعة العلاقه بينها وانتاج مخرجات جديدة، وهناك طريقتين للمطابقة:

أ- الطريقة المرئية ب- الطريقة المنطقية (غير المرئية)

د ـ الاحصاءات المكانية والتقارير (Spatial statistics and reporting) :
ويتم فيها تحليل احصائي رقمي للبيانات يساعد المستخدم في الحصول على جداول احصائية ناتجة عن اجراء قياسات وابعاد مثل اجراء حسابات المساحات المناطق والحقول اجراء عمليات حسابيه لكميات الانتاج والمبيعات اخراج المسافات ابعاد الطرق، حساب نسب الاراضي الزراعية الخ،
هـ ـ معالجة الخارطة (Map manipulation) وهي اساليب متعددة تستخدم لادارة وتغيير الطبقات في قاعدة البيانات ، بمعنى آخر اعادة تصنيف البيانات المكانية وعرضها بصورة مختلفة واجراء التعديلات عليها واخراجها بصور مختلفة ، مثل ضم مضلعات الى مضلعات اخرى وازالة الحدود بينها، اضافة مضلعات جديدة، اقتطاع اجزاء من الطبقة باستخدام Clip ووضعه فوق طبقة اخرى وضع قناع للمناطق غير المرغوبة اجراء عمليات الاحلال (Replace)، اجراء موزاييك بالاعتماد على الاحداثيات اجراء عملية التدوير للخارطة (Rotation) الخ .

2 ـ تحليل البيانات الخلوية (Raster Data Analysis):-

ويطلق ايضا على هذا النوع من التحليل تسمية (Raster GIS Analysis)، اذ يعتمد في تخزين البيانات وتحليلها على الخلايا (Pixels)، ويتم فيه تحديد قيم وارقام للخلايا بحيث تخصص قيمة لكل مجموعة من الخلايا اثناء عملية التخزين فالخلايا عادة تبدأ من اعلى اليسار ثم الى اليمين ونزولا بالصفوف الى الاسفل، ولكل خلية قيمة تحدد مقدار العنصر او الظاهرة التي تحتويها، ويتم اجراء بعض العمليات الحسابية قبل اجراء عملية تطبيق الخرائط الخلوية فوق بعضها البعض، وذلك لتخصيص قيم جديدة للخلايا الناجمة عن تطبيق الخلايا فوق بعضها البعض، ويمكن تقسيم الوسائل الأكثر شيوعا في تحليل البيانات الخلوية الى مايأتي:-

أ.العمليات الداخلية (Local operations):-

وتشتمل جوهر عمليات تحليل البيانات الخلوية ، اذ يتيح هذا الاسلوب انشاء خلايا جديدة اما من الخلايا المفردة المدخلة او من الخلايا المتعددة المفردة المدخلة ، وتحسب القيمة الجديدة للخلية الجديدة بواسطة حساب معدل قيم الخلايا وفقا لقاعدة خلية بخلية (cell by cell) ومن تطبيقاتها التغير في الغطاء النباتي .

ب. عمليات التجاور (Neighborhood operations):-

ويتم فيها تحديد الخلايا المتجاورة ، إذ تشتمل على خلية مركزية وعلى مجموعة من الخلايا المجاورة والمحيطة بها ، ويتم فيها اختيار الخلايا المجاورة على اساس بعدها أو اتجاهها بالنسبة للخلية المركزية ، ومن اشهر الأشكال التي تتكون من هذه العملية (المربعات الدوائر، العمود الحلقي ، المخروط) ، فعلى سبيل المثال فالمربع يحدد بواسطة عرضه وارتفاعه في الخلايا ويمثل بثلاثة خلايا بثلاثة خلايا حول الخلية المركزية اما الدائرة فتحدد من الخلية المركزية بواسطة نصف القطر، عمليات الانطقة (Zonal operations):-
وهي عمليات تقوم بتجميع الخلايا التي لها نفس القيم او الظواهر المتشابهة في مجاميع من الخلايا وتسمى هذه المجاميع (Zones) ، وهذه الانطقة اما تكون متجاورة أو غير متجاورة، فالانطقة المتجاورة تتصف بارتباط مكاني بينما الانطقة غير المتجاورة فتشتمل على مناطق منفصلة من الخلايا .

ج.عمليات قياس المسافة الفيزيائية (Physical distance measure operations):-

تتحدد المسافات في ن،م،ج اما كمسافة فيزيائية (Physical distance) أو مسافة تكلفة (Cost distance) ، فالمسافة الفيزيائية تقاس بخط مستقيم او متعرج ، بينما مسافة الكلفة فتقيس كلفة السفر للمسافة الفيزيائية ، وهذا مهم في تطبيقات النقل فمثلا سائقي الشاحنات من اكثر المهتمين بالوقت وكلفة الوقود اللازمة لقطع مسافة فيزيائية معينة .

وفي هذه الحالة فان مسافة الكلفة لاتستند فقط الى المسافة الفيزيائية بل على حالة الطريق ومعدلات السرعة ، وهناك اساليب اخرى لتحليل البيانات الخلوية التي تقوم بمهام معينة مثل استخلاص البيانات (Raster Data Extraction) والتعميم (Raster Data Generalization)

3 - تحليل الحدود الهيدرولوجية وحدود الرؤيا للتضاريس (Analyses of viewshed and watershed)

يعد هذا النوع من التحليل المكاني تطبيقات فرعية (Extension) من تحليل التضاريس، يعمل تحليل حدود الرؤيا للتضاريس (viewshed) على تحديد مناطق سطح الارض التي يمكن رؤيتها من نقطة ملاحظة واحده او اكثر، اما تحليل الحدود الهيدرولوجيه فيستطيع ان يستخلص الظواهر التضاريسيه مثل اتجاه جريان المياه، شبكة التصريف المائي وحدود الاحواض المائية ،،،،، لاغراض التطبيقات الهيدرولوجية،

4 - التقدير التقريبي المكاني (Spatial Interpolation):-

ان كل من الامطار وتجمع الثلوج ومستوى سطح المياه وظواهر مكانيه (Spatial phenomena) متعددة أخرى تتشابه مع عمليات التحليل والملاحظة في التضاريس ، لكنها لا تتشابه مع التضاريس ، اذ ان تسجيلات بيانات هذه الظواهر المكانيه محدده فقط في عدد قليل من محطات النماذج ويحتاج تركيب السطوح من محطات النماذج المتفرقة الى اجراء عملية التقدير التقريبي المكاني (Spatial interpolation)، هذه العملية تستخدم قيم معلومة لنقاط مختاره لتقدير القيم في النقاط الأخرى المناطق الموجودة بين المحطات) ،، وتشتمل عملية التقدير والتقريب على اساليب مختلفة مثل:

أ- نماذج سطح الاتجاه (Trend surface models)

ب - مضلعات ثيسن (Thiessen polygons)

ج- تقدير كثافة النواة(Kernel density estimation)

د - المسافة العكسية المرجحة(Inverse distance weighted)

هـ- المفاتيح(Splines)

و-:Kriging وهو اسلوب احصائي ارضي (Geostatisical) شائع لانه يستطيع ان يخمن ويقدر القيم غير المعلومة بالاضافة الى تقدير اخطاء القيم المقدرة،

5-العنونة الرقمية والتقسيم الديناميكي للطبقات (Geocoding and dynamic segmentation layers)

العنونة الرقمية هي عملية تحويل عناوين الطرق او تقاطعات الطرق الى مظاهر نقطية (Point features) وسناتي لاحقا لشرحها بالتفصيل، أما التقسيم الديناميكي للطبقات فيقوم برسم البيانات المرجعية (Reference data) على النظام الاحداثي، ان كلا من التقنيتين

تتشابهان في تسقيط البيانات على النظام الاحداثي من مصادر تفتقد الى الاحداثيات (x,y) ، اذ تستخدم هاتين التقنيتين الظواهر الخطيه مثل الشوارع والطرق السريعة كمصادر للمرجعية الجغرافيه وتعد البيانات المنتجه بهاتين التقنيتين ضروريه في ادخالها كبيانات مهمه الى ن، م ج لاغراض التحليل المكاني المتقدم، فالبيانات المرقمة جغرافيا (Geocoded data) تكون مهمه ومفيده في رسم خرائط الجريمه وتحليلها ، اما البيانات المنتجة باستخدام تقنية التقسيم الديناميكي للطبقات فتعد مفيدة في ادارة وتحديد الطرق السريعة ووضع مراكز الخدمات عليها أو محطات الوقوف الخ .

6 - تحليل المسارات والشبكات (Paths and Network analysis):-

يستخدم هذا النوع من التحليل المكاني لايجاد اقل مسارات الطرق تكلفة بين خليتين، اما تحليل الشبكات فهو عباره عن نظام طوبولوجي يربط الظواهر الخطيه (Linear feature) التي تحتوي على صفات مناسبه كحركة الاجسام والسيارات وغيرها مثل استخدامها في تطبيقات تحليل اقصر المسافات التي تستخدم لايجاد اقصر الطرق بين محطتين وقوف في شبكة الطرق ان كل من تحليلي اختيار اقل مسارات الطرق تكلفة واقصر المسارات متشابهين ولكن يختلفان في التطبيق ، فالتحليل المكاني لايجاد اقل مسارات الطرق تكلفة يعتمد على البيانات الخلويه (Raster data)، بينما تحليل اختيار اقصر الطرق يعتمد على البيانات الخطيه (Vector data)،

7- انواع اخرى من التحليل المتقدم في ن . م. ج:-

أ. تحليل التقاربية (Proximity analysis):- يمكن استخدام ن.م.ج في اجراءتحليل التقاربية ويتضمن بصورة اساسية عن مايأتي :-

1. البحث عن اقرب ظاهرة لمكان معين يتم تحديده (مثل اقرب مستشفى الى الجامعة)
2. ايجاد اقرب مكان او افضل مكان (Nearest).
3. ايجاد افضل الطرق لتقديم المساعدة بالنسبة للدفاع المدني والامن العام.
4. تحديد المسافة بالوقت المستغرق في قطع المسافة.
5. ربط المسافة بالمعلومات الوصفية في الجداول مثل تحديد محطة الاطفاء التي تحتوي على عدد معين من رجال الاطفاء، أو تحديد اقرب محطة تحتوي على معدات محددة وخاصة للاطفاء..... الخ.
6. معرفة شكل الظواهر او الانشطة وذلك بقياس مدى بعد الظاهرة عن بعضها البعض، فاذا كانت تقع ضمن مسافات معينة يحددها المستخدم فانه يمكن اعتبارها متكتلة او متجمعة، والا فانها تكون متفرقة ومتشتتة عن بعضها البعض.

ب التحليل الوصفي (Attributes Analysis):ويسمى ايضا بالتحليل غير المكاني ويشتمل على العمليات التحليلية الرئيسة الاتية :

1. استعادة او استعراض المعلومات الوصفية (Retrieval or List operation)
2. أجراء تحليل منطقي واحصائي على المعلومات الوصفية (Logical and Mathematical Analysis) كاجراء ترتيب معين للبيانات او ايجاد القيم التي تقل أو تزيد عن رقم معين او اعادة ترتيب القيم في اعمدة الجداول تصاعديا اوتنازليا وايجاد مختصرات احصائية للمعلومات الوصفية الكمية مثل المعدلالانحراف المعياري ...الخ.

3.اعادة تصنيف المعلومات الوصفية وكمثال على هذا النوع من التحليل تقليل مجموعات البيانات الوصفية من عشر مجموعات الى ستة وهكذا.

ج. التحليل المكاني والوصفي (Topological &properties Analysis):- تمكن ن.م.ج من اجراء هذا النوع من التحليل باستخدام طريقتي الخريطة او قاعدة البيانات.

ان استخدام طريقة الخرائط لاجراء هذا النوع من التحليل يتم من خلال تحديد السجلات (Records) في الجدول وربطها بمكانها الجغرافي على الخريطة او العكس اذ يتم تحديد مربع يحتوي على ظاهرة او مجموعة من الظواهر ويتم عرض معلوماتها المكانية والوصفية على الشاشة في وقت واحد.

اما طريقة قاعدة البيانات فتستخدم عند مقارنة عدد من الطبقات المعلوماتية لنفس المنطقة الجغرافية ، فمثلا لدينا طبقة تمثل توزيع السكان والثانية للدخل والثالثة للمبيعات ... الخ لنفس المنطقة الجغرافية فانه يسهل مقارنة البيانات من خلال قاعدة البيانات مباشرة دون الحاجة الى استخدام الخرائط واعادة تصنيف قيم الخلايا لاجراء التحليل ، ويمكن استخدام الخرائط لتمثيل واظهار نتائج التحليل.

د. العنونة الرقمية (GEOCODING):-

تكلمنا سابقا عن امكانية الحصول على البيانات المكانية (Spatial data) وبالتحديد من عملية ترقيم الخرائط الورقية (Digitizing)، ويمكننا ايضا انشاء بيانات مكانية من عملية العنونة الرقمية (Geocoding) وهي العملية التي يتم فيها انشاء مظاهر مكانية وبالتحديد النقطية من معلومات الصفات مثل اسماء المواقع والعناوين التي تعد الاكثر شيوعا استخداما في عملية العنونة الرقمية او اي معلومات مشابهة والتعريف باللغة الانكليزية يمكن توضيحه بالاتي:

GEOCODING:-"The process of creating map features from addresses .place name or similar information

تسمح عملية العنونة الرقمية باسقاط المواقع على الخارطة من بيانات سهلة ومتوفرة. فعلى سبيل المثال يكون لاحد الاشخاص عمل تجاري خاص فيمكن له شراء خارطة يوضح عليها مواقع زبائنه ومن خلال جدول العناوين للزبائن الموجود عند صاحب العمل يمكن عمل خارطة لعمله ، تتطلب عملية العنونة الرقمية (Geocoding) توفر مایاتي:-

1.جدول العناوين **(Addresses table)** وهو عبارة عن قائمة العناوين المخزونة على شكل جدول قاعدة بيانات او على شكل ملف نصي **(Text file)**

2.مجموعة من البيانات المرجعية (Set of reference data) مثل الشوارع الرمز البريدي Zips) خريطة ..... الخ التي يمكن استخدامها لاسقاط او توقيع (Located) العناوين عليها.

3.تصاميم اسقاط العناوين (Styles of Address Locator) في برامج ن.م.ج تستخدم معلومات العناوين في الجداول الوصفية للبيانات المرجعية لادراك وفهم عملية أين يتم تسقيط العناوين على الخارطة ، وهو عبارة عن ملف (File) يحدد تفاصيل البيانات.

4.المرجعية الجغرافية (Geo-Reference data) وطبيعة علاقتها مع صفاتها، كما يحدد تفاصيل جدول العناوين مع صفاتها ، اضافة الى تحديد القواعد المختلفة للعنونة الرقمية وقيم السماح.(ن . م . ج)

وتكون مخرجات العنونة الرقمية (Geocoding) على شكل (صيغ برامج ن.م.ج)

1. shapefile

2.geodatabase class of points

ان البيانات الجغرافية التي تجرى عليها عملية العنونة الرقمية تحتوي على جميع صفات جدول الصفات، وكذلك على بعض صفات البيانات المرجعية، وكذلك على بعض الصفات الاختيارية الجديدة مثل الاحداثيات لكل نقطة (X,Y Coordinates).

هـ . مقارنة تحليل البيانات الخطية والخلوية

ان تحليل البيانات الخطية والخلوية يمثلان النوعين الاساسيين في تحليلات ن.م.ج ويتم معالجتهما بشكل منفصل ، لأن برمجيات ن.م.ج لا تستطيع معالجتها في ان واحد في نفس العملية ، ولكن هناك بعض برمجيات ن.م.ج تسمح للمستخدم باستعمال البيانات الخطية في بعض عمليات البيانات الخلوية مثل عمليات قياسات المسافات الفيزيائية ، اذ يتم تحويل البيانات الخطية الى بيانات خلوية قبل بدء العملية ، ان سهولة تحويل البيانات الخطية الى خلوية وبالعكس قبل عمليات التحليل يسمح باجراء بعض العمليات التحليلية الاخرى مثل المطابقة والنطاقات الخ.

سادسا: النمذجة في ن . م . ج GIS MODELING

1 - عمليات النمذجة المكانية

ان التطور الطبيعي ل ن.م.ج بدء من الوصف البسيط الى عمليات النمذجة المكانية باستخدام الحاسب لمنطقة جغرافية معينة ، والنمذجة المكانية عبارة عن الجمع بين عمليات النمذجة لعمليات محددة متخصصة وعمليات تحليل البيانات لمنطقة جغرافية معينة ، ويعتمد تحليل النماذج المكانية المختلفة على برامج متخصصة تستخدم قاعدة البيانات في ن . م . ج كنموذج للواقع ولاغراض وضع الخطط المستقبلية او التوقعات او التنبؤات المستقبلية

وغيرها من الاهداف والاعمال والتطبيقات ، والنمذجة بتعريفها العام هي: عملية تعميم الصفات والظواهر الغرض تحديد سلوكها.

2- تصنيف نماذج نظم المعلومات الجغرافية

من الصعوبة تصنيف النماذج المستخدمة في ن.م.ج، اذ يمكن تصنيفها على اسس متعددة مثل اهداف الدراسة او الطرق المستخدمة والمنطق، لذا تبقى الحدود بين مظاهر التصنيف المختلفة غير واضحة ومن اكثر التصانيف الشائعة والمستخدمة في تطبيقات تقنية ن . م.ج المختلفة، هو تصنيف النماذج الذي يعتمد على الهدف من تطبيق هذه التقنية. ويشمل هذا التصنيف على انواع النماذج الاتية :

أ-النماذج الوصفية والتنبؤية - Descriptive and Prescriptive Models)

يعتمد النموذج الوصفي على وصف ظروف البيانات المكانية للمنطقة المراد دراستها. اما النموذج التنبؤي، فيعتمد على التنبؤ المستقبلي عن هذه الظروف فعلى سبيل المثال لوتم استخدام خرائط متناظرة لمنطقة معينة، واحدة لخريطة النباتات تمثل النموذج الوصفي وخريطة اخرى للجهد الطبيعي للنباتات تمثل النموذج التنبؤي، نلاحظ بان النموذج الوصفي (خريطة النباتات) يوضح ظروف وانواع النباتات الموجودة اما النموذج التنبؤي (خريطة الجهد الطبيعي للنباتات) فيتنبأ بمكان وجود النباتات مستقبلا بدون حدوث اضطرابات او تغييرات مناخية.

ب النماذج الحتمية والاحتمالية (DETERMINISTIC & STOCHASTIC MODELS:

ان كل من النماذج الحتمية (الجبرية)، والنماذج الاحتمالية (الاحصائية)، هي عبارة عن نماذج رياضية تمثل معادلات رياضية بمتغيرات ومعايير معينة ان النموذج الاحتمالي يأخذ بنظر الاعتبار وجود بعض العشوائية في احد المتغيرات او المعايير المعتمدة في النموذج، ولكن نموذج الحتمية لا يأحذ العشوائية في عمله. ونتيجة للعمليات العشوائية في نموذج الاحتمالية واعتماد هذا النموذج في عمله على الاحتمالات والتخمين، فأن خريطة التنبؤات المنتجة بهذا النموذج تكون غير دقيقة وتشتمل على اخطاء قياسية.

ج النماذج الثابتة وغير الثابتة (STATIC & DYNAMIC MODELS):

يبين النموذج غير الثابت (الديناميكي) تغييرات البيانات المكانية والتفاعل بين المتغيرات المكونة للنموذج اما النموذج الثابت (المستقر)، فيبين حالة ثابتة للبيانات المكانية في وقت معين. ويعد عامل الوقت مهما في توضيح تغييرات البيانات المكانية في النموذج الديناميكي. ويفضل استخدام النموذج الديناميكي في بناء النماذج البيئية مثل نموذج تلوث المياه الجوفية نموذج علاقة التربة بالمياه الخ.

د- النماذج الاستنتاجية والاستدلالية: (DEDUCTIVE & INDUCTIVE MODELS)

يمثل النموذج الاستنتاجي، النتائج المستحصلة من مجموعة الفرضيات هذه الفرضيات مبينة اما على نظريات علمية او قوانين فيزيائية اما النموذج الاستدلالي، فيمثل النتائج المستحصلة من الملاحظة المباشرة والبيانات الاختيارية كالاستبيانات مثلا. ومن التطبيقات الشائعة على استخدام هذين النموذجين تطبيقات تنبؤ او تخمين المخاطر والاضرار الناجمة عن الانزلاقات

الأرضية، اذ يستخدم النموذج الاستنتاجي اعتمادا على القوانين الفيزيائية، ويستخدم النموذج الاستدلالي في هذا التطبيق اعتمادا على البيانات التاريخية المسجلة عن الانزلاقات الارضية في المنطقة.

هـ -النماذج المزدوجة (BINARY MODELS)

تستخدم في هذه النماذج العبارات المنطقية، وذلك لاختيار المعالم المكانية من طبقة معلوماتية محددة بيانات خطية)، أو من بيانات خلوية متعددة وتكون مخرجات النماذج المزدوجة بهيئة مزدوجة كالاتي : العدد 1 (حقيقي) يعبر عن المعالم المكانية التي تنسجم مع الصفات المختارة، والعدد 0 (صفر) غير حقيقي يعبر عن المعالم التي ليس لها صفات معينة. ويعتبر النموذج المزدوج احد التطبيقات الفرعية المهمة في الاستفسار عن البيانات ويستخدم لاستخراج معلومات جديدة من البيانات الاصلية الموجودة في قاعدة البيانات. يتطلب النموذج المزدوج للبيانات الخطية دمج البيانات المكانية مع الصفات، اذ يتم استخدامها في عملية الاستفسارللحصول على طبقة معلوماتية جديدة.

13. تمثيل التضاريس خرائطيا وتحليلها (TERRIAN MAPPING AND ANALYSIS)

يعد تمثيل التضاريس وتموجاتها من العمليات الشائعة لدى مستخدمي ن.م.ج. وقد ابتكر خبراء الكارتوكرافيا تقنيات مختلفة لتمثيل التضاريس والظواهر الارضية مثل:- .1 خطوط الكنتور خطوط الارتفاعات المتساوية) (Contouring): حيث يتم صنع خرائط كنتورية من قيم محددة لكل خلية يتم فيما بعد تحويلها الى خطوط الكنتور. 2 المقاطع العمودية (Vertical profiling) والمخططات البيانية (Block Diagrams):- وهي اكثر الطرق وضوحا في اظهار الاختلافات في ارتفاع الاسطح.

3. ظلال التلال او التضاريس (Hill Shading or Relief Sading): وتوضح كيفية ظهور التضاريس من خلال التفاعل بين الاشعاع الشمسي ومظاهر سطح الارض. اذ يتم استخدام الضوء والظل لاظهار الاشياء او الظواهر الجغرافية بثلاثة ابعاد. وتظهر الخرائط المنتجة بهذه الطريقة الاشكال الارضية بصورة واقعية وهي تبدو وكانها صورة جوية بسبب الظلال المستخدمة وتختلف عن الصور الجوية في انها تظهر اشكال السطح دون الغطاء النباتي وغيرها من التفاصيل.

.4 تلوين الطبقة (Hypsometric tinting or layer tinting): وفيها يتم توضيح كتلة الارض بالنسبة للارتفاعات اذ يتم اعطاء رموز بالوان مختلفة الى انطقة الارتفاعات المختلفة. اذ تعتمد على مفهوم تقدير الاحجام في قضايا الردم والقطع volume Estimation المستخدمة في تقدير كميات الاتربة والصخور اللازم ازالتها او ردمها في اعمال الهندسة المدنية.

5. تقنيات اخرى طور فيها الجيومورفولوجيون قياسات متعددة لسطح الأرض اشتملت على انحدارات وتموجات سطح الارض (التحدب والتقعر) واتجاه الانحدار... وتستخدم من الجيومورفولوجيين لوصف اشكال سطح الارض.

6. انتاج خرائط شبكات الصرف المائي (Drainage Network).

تتعامل معظم برامجيات ن.م ج مع قيم الارتفاعات (z-Values) كبيانات وصفية تمثل بيانات الارتفاعات (Elevation data) للنقاط او مواقع الخلايا بالاضافة الى الاحداثيات (X,Y) لعرض التضاريس والظواهر الارضية بثلاثة أبعاد (View-3D) . ففي البيانات الخلوية فان قيم الارتفاع (Values) تعود الى قيم الخلايا ، اما في البيانات الخطية فان قيم الارتفاع تخزن على شكل حقل في جدول الصفات (Attributes Field) ، ويعد تمثيل التضاريس وتحليلها من اساليب ن.م.ج المميزة لانها تستخدم البيانات الخلوية او البيانات الخطية او الاثنين معا ، وهناك ثلاثة انواع شائعة من البيانات المدخلة (Data Input) للاستشعار عن بعد ، وذلك لاغراض تمثيل التضاريس وتحليلها وهي (TIN . DEM . DTM)، والتي تم التطرق اليها بالتفصيل في الفصل السابق من هذا الكتاب

14- بناء مشروع نظام معلومات جغرافي معين:

تعد تقنية ن.م.ج مهمة ومفيدة لادارة الخدمات المختلفة مثل ادارة الغابات تحديد مسارات النقل العام، تصميم شبكات الهواتف الخلوية ادارة المدن، تصميم الطرق، وحتى استخدامها في مكافحة المجاعات.. الخ. واستنادا الى الموقع الالكتروني لوزارة العمل الامريكية (www.careervoyages.gov) بخصوص التقنيات الضرورية والملحة في امريكا تبرز تقنية المعلومات المكانية geospatial technology كواحدة من أكثر ثلاثة تقنيات مهمة وضرورية في الولايات المتحدة الامريكية في الوقت الحاضر بالاضافة الى تقنيات الbiotechnology & nanotechnology). وتشتمل تقنية المعلومات المكانية كل الاستشعار عن بعد والفوتوكرامتري والمساحة والخرائط وال GPS بالاضافة الى نظم من المعلومات الجغرافية (GIS) التي تقوم بايجاد علاقات مشتركة (integration) بين جميع التقنيات المكانية المذكورة.

15. الخطوات الواجب اتباعها عند الشروع في بناء مشروع نظام معلومات جغرافي

تشتمل الخطوات والمحاور الواجب اتباعها لاقامة مشروع ن.م.ج على مايأتي

1- تقييم موضوع المشروع وتكاليفه ووضع خطة التنفيذ.

2- توفر المتطلبات التقنية من الاجهزة والبرمجيات والتقنيات المرتبطة مع ن.م.ج كالانترنت تقنيات قواعد البيانات تقنيات الاستشعار عن بعد تقنيات نظم تشغيل الحاسوب تقنيات تحديد الموقع العالمي ،GPS تقنيات الترقيم الخ..

3-جمع البيانات واختيار نوع البيانات سواء كانت بيانات خطية او خلوية.

ويفضل استخدام البيانات الخطية Vector data) للحالات الاتية :

- الظواهر التي تهتم بالشكل والامتداد.
- تمثيل الظواهر الخطية كشبكات الطرق والسكك والكهرباء الخ .
- الحصول على كفاءة عالية للخطوط وخاصة بالنسبة للحدود اظهار معطيات نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ونماذج السطح الرقمية (DTM)

أما استخدام البيانات الخلوية (Raster data) فتفضل في الحالات الاتيه :

1. الحصول على خرائط سريعة وقليلة الكلفة مثل المخرجات المعنية بالمساحات كالاراضي الزراعية والغابات وخرائط التوزيعات الجغرافية كخرائط الامطارودرجات الحرارة الخ.
2. من أجل دمج الخرائط والتحليل السريع.
3. للمقارنة المكانية وبناء النماذج.

4- ادخال البيانات.

5- مرحلة معالجة البيانات وتخزينها.

6- استعادة البيانات.

7- تعديل وتحويل البيانات.

8- مرحلة التحليل المكاني والوصفي للبيانات.

9-اخراج المعلومات والنتائج، وتنوع اخراج وتمثيل النتائج ، اي يمكن الحصول عليها كخرائط او تقارير أو رسوم بيانية.

16-اهداف بناء نظام المعلومات الجغرافية وتشتمل على مايأتي:-

1- ادارة المعلومات المكانية.

2- دعم القرارات الاستراتيجية.

3- ربط البيانات المكانية والوصفية مع بعضها البعض والحصول على معلومات جديدة من البيانات والمعلومات الاصلية الموجودة في قاعدة بيانات النظام

4- تحسين اداء العمليات التي تنجزها المؤسسات.

5- استخدام افضل المصادر المعلوماتية المتوفرة. توفير الوقت والجهد وفعالية العمليات.

7- توفير تحليل افضل للبيانات المكانية والوصفية.

8- الحصول على معلومات ثابتة.

9- تنسيق العمل بين الجهات المستفيدة من ن.م.ج.

10-تقديم خدمات افضل للمستفيدين من النظام كخدمة التحليل التجاري ، خدمة تصميم وتطوير البرامج خدمة تكامل الانظمة خدمة تصميم الخرائط، خدمة ن.م.ج عبر الانترنت وخدمة ن.م.ج عبر الاجهزة المحمولة ونظم التتبع والملاحة ،ادارة النظم البيئية، ادارة نظم المعلومات السكاني والتعداد السكاني ادارة نظم معلومات المواصلات والطرق استخدامها في اختيار افضل المواقع لانشاء المؤسسات الصناعية والخدمية والتجارية ادارة البنى التحتية الخ.

17- جوانب من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية

17-1 تطبيقات حكومية وخدمية

* انتاج الخرائط الطوبوغرافية والموضوعية.
* تقييم ومراقبة حماية البيئة.تقييم ومراقبة الثروات الطبيعية.
* اكتشاف المصادر المائية وادارتها.
* أنظمة الملاحة العالمية.
* نماذج وأنماط تمثيل الشبكات الطرق(البرية والطرق البحرية والطرق الجوية).
* المناورات العسكرية للطائرات والرادارات.
* شبكات البنى التحتية مثل شبكات المياه، شبكات الصرف الصحي، شبكات الكهرباء وغيرها.
* تطبيقات الهاتف وخدماته.
* تطبيقات الغاز والنفط.
* تطبيقات المواصلات.
* تطبيقات الغابات.

17-2 تطبيقات الصناعات الاهلية الخاصة:

* تطبيقات التسويق والبيع.
* تطبيقات المخططات العقارية.
* تطبيقات شركات الزيوت.

بعض الأمثلة التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية في مجالات جغرافية متنوعة

1 - اختيار الموقع الانسب

نموذج استخدام نظم المعلومات الجغرافية في اختيار الموقع الافضليعد اختيارالموقع الافضل هو تحليل مكاني تحتاجه كثير من المؤسسات التجارية والصناعية والخدمية فكل من هذه المؤسسات تضع معايير مكانية واخرى وصفية لاختيار الموقع الافضل لانشاء

المؤسسات الخدماتية او الانتاجية كالمطارات او المجمعات سياحية او المستشفيات او اختيار موقع لانشاء منطقه صناعية او اختيار
موقع مجمع سكني الخ).

مثال تطبيقي (1) :-

يحتوي نظام معلومات جغرافي معين على بيانات سكنية وبيانات عن ارتفاعات التضاريس وشبكة نظام الصرف المائي والطرق السريعه لمنطقه جغرافية معينه، وذلك لدراسة التاثيرات الحقيقة على تحديد افضل موقع لاقامة مطار جديد من عدة مواقع ،مقترحه ولاستكمال قاعدة البيانات لهذا الغرض تم اضافه متغيرات اخرى مثل كلفه انشاء المطار واقامه مدرج المطار الاخذ بنظر الاعتبار عنصر الامان وتأثير ضوضاء مع الطائرات على السكان وغيرها من المتغيرات التي تدخل في هذا النموذج. ويقوم محلل نظم المعلومات الجغرافية بايجاد مدرج مطار مناسب للطائرات لكل موقع مقترح ، ويتم في كل مدرج طائرات تحديد عدد السكان الذين يتاثرون بضوضاء الطائرات، كما يتم الاستفادة من بيانات الارتفاعات لتحديد موقع المدرج المناسب وهكذا مع معلومات الطرق السريعه وربطها مع بيانات السكان، كل هذه البيانات وربطها مع بعضها البعض بعلاقات مكانية يسمح بالتخطيط واتخاذ القرار المناسب لاختيار افضل المواقع ان هذا النموذج التطبيقي يستطيع ايضا من خلال البيانات المجدولة تخمين او توقع الفوائد والمساوئ لكل موقع من المواقع المقترحه.

2- التخمين او التنبؤ بدرجات الحرارة

نموذج استخدام ن.م.ج في تخمين او التنبؤ بدرجات الحرارة:-

يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تخمين والتنبؤ بالمتغيرات المناخية المختلفة مثل درجات الحرارة وكمية التساقط المطري والرطوبة النسبية وغيرها. ويمكن بمثال تطبيقي افتراضي توضيح آلية او منهجية عمل نظم المعلومات الجغرافية في هذه التطبيقات المناخية اعتمادا على انشاء قاعدة بيانات جغرافية تشتمل على بيانات مكانية ووصفية للمنطقة المراد دراستها.

مثال تطبيقي (2)

يحتوي نظام جغرافي معين على بيانات للارتفاعات وبيانات لدرجات الحرارة في محطات مناخية محددة، ولتخمين او التنبؤ بدرجات الحرارة للمواقع البعيدة عن المحطات المناخية فانه من الضروري استخدام بيانات الارتفاعات لتوقع وتخمين درجات الحرارة في هذه المواقع التي تقع بين المحطات المناخية الموجودة، وكما هو معروف فان هناك علاقه أكيدة ومعروفه بين الارتفاعات ومعدل درجات الحرارة ان بيانات الارتفاعات تتيح معرفه واستنتاج الالمحدار ووجهه المنحدرات المطله على الشمس وبمساعده البيانات المناخية المتوفرة عن حركة الغيوم والرياح سوف يتم التوصل الى استحصار درجات الحرارة المتوقعه في المواقع المختارة (مثال ذلك فان الانحدارات التي وجهتها باتجاه خط الاستواء تكون أكثر حرارة من الانحدارات التي وجهتها باتجاه الاقطاب)، وهكذا وبالمعرفه النسبية عن درجات الحرارة ودمجها مع بيانات نظم المعلومات الجغرافية سوف نتوصل الى تخمين

او توقع درجات الحرارة للمواقع بين المحطات المناخية ومقارنتها ببيانات مناخية لفترات زمنية مختلفة لمعرفة التغيرات المناخية التي حصلت والتنبؤ بالتغيرات المناخية المستقبلية.

3- نظام الخرائط الممكننه لادارة الخدمات لمدينة ما :-

وتعني هذه النظم المعلوماتية باكتساب وتخزين المعلومات المخصصه لعمل خرائط ذات مقاييس كبيرة خاصة في المدن والمناطق الحضرية مثل خرائط استعمالات انشاء شبكات الكهرباء والمياه والصرف الصحي وشبكات النقل والمواصلات.... الخ من استعمالات المنفعه العامة.

ومن أهم الاستخدامات الشائعه لنظم معلومات ادارة الخدمات لمدينة ما ما ياتي:-

- رسم الخرائط والمخططات لتوضيح الشبكات ونقاط التوزيع وغيرها، بهدف عدم تضاربها أو تقاطعها.

-القيام باعمال الصيانه وتحديد مواقع العطل و العمل المطلوب لاصلاحه.

-اعداد التقارير الشهرية والسنوية التي تقدم عن العملاء واستهلاك الكهرباء او الماء او الهاتف او غيره، مع توضيح حجم الطاقه الاستيعابيه والمستهلكة وعمل الدراسات والمقترحات.

-اعداد القوائم الشهرية والفصلية لجميع العملاء مع توضيح اسمائهم وارقام عداداتهم وغيرها.

ربط البيانات المكانية مع البيانات الوصفية بسرعة لتسهيل ادارتها والاستفادة من هذا التفاعل المكاني.

4-تحديد ودراسة البعد الرابع (Dimension:4D) :-

ادى التطور السريع في مجال المعرفة والتطور في مجال التقنيات الجغرافية وخاصة في مجال نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد الى دراسة واستخدام التغيرات الزمنية (البعد الزمني) من خلال قواعد البيانات او الموقع الجغرافي التي تم بموجبها ظهور البعد الرابع **(D4)** الذي أصبح يسمى بالبعد الزمكاني حيث ياخذ متغير الزمن بالاضافة الى متغير المكان بعد ان كان الاستخدام مقتصرا في مجال البعد المكاني كا البعد الثاني **(D2)** الذي يعتمد على لابعاد **(xy)** لرسم الخراط التقليدية والذي تطور بعدها الى استخدام البعد الثالث **(D3)** الذي يعتمد على الابعاد **(x,y,z)** في تطبيقات الدراسات العلمية والجغرافية.

ويعطي دراسة وتحديد البعد الرابع امكانية حقيقية في تحديد الاختلاف الزمكاني من وقت لاخر، فعلى سبيل المثال لا الحصر تحديد مساحات ونسب واتجاهات التداخل بين المناطق الحضرية والزراعية من وقت لآخر، او تحديد حركة الانهار واتجاهاتها من وقت الى اخر.

وتعد اليابان من الدول الرائدة والمتقدمة في دراسة البعد الرابع (البعد الزمكاني) باستخدام ن . م . ج ، اذ تم تأسيس برنامج بقدرات وكفاءة عالية في مجال تطبيقات التخطيط الحضري وادارة الكوارث لان التطبيق يمكن ان يحاكي الواقع ، ويعتمد البرنامج على تحديث الخرائط بشكل مستمر في اليابان لتحديد الملامح التاريخية لفترات زمنية مختلفة بهيئة نماذج ثلاثية الابعاد **(D3)** لتلقي الضوء على كل مرحلة تاريخية مرت بها اليابان خلال فترات زمنية متعددة.

3-17 نظم المعلومات الجغرافية في الوقت الحاضر وآفاقها المستقبلية

اصبح من السهولة في الوقت الحاضر ان يدخل معظم مستخدمي وبائعي نظم المعلومات الجغرافية على شبكة المعلومات العالمية الانترنيت (Internet) التي يمكن الدخول اليها بسهولة وبتكلفة قليلة او شبكات الانترانيت (Intranet) المحدد استخدامها للادارات الحكومية والشركات الكبرى ، وذلك للاستفادة من خدماتها في مجال الحصول على المعلومات والبيانات والبرمجيات بسرعة كبيرة وجهد وكلفة اقل ومن الأمثلة على ذلك ما ياتي :-

أ.الحصول مباشرة على الخرائط والبيانات والبرمجيات من المواقع الالكترونية للشركات العالمية المتخصصه بنظم المعلومات الجغرافية مثل شركة ايسري وشركة انتركراف وغيرها.

ب- الدخول الى موقع العالم المصغر.

ج-ازداد بمرور الوقت الاهتمام بتطوير نظام المعلومات الجغرافي المحمول، اذ بدأت ج. شركات الهاتف النقال بتطوير الاتصالات اللاسلكية تطورا كبيرا، إذ بدأت با حلال النظام الدوري بدلا من نظام الهاتف النقال، وهذا سيتيح امكانية انتقال وتبادل البيانات بحجم وسرعه أكبر ، وبدأت الشركات المصنعة للهاتف المحمول والشركات المنتجة للتقنيات الرقمية الشخصية بالسعي لجعل استخدام نظم المعلومات الجغرافية من الأنظمة المحمولة الشائعة وسهلة المنال.