نظم المعلومات الجغرافية
الأهمـــيـــــة البيئيـــــة والتخطيـــــط

عوض إبراهيم عبدالرحمن *

الخلاصـــة :

نعيش اليوم بداية القرن الحادي و العشرين و نحن في قمة ما يسمى عصر المعلومات ، وذلك ما تمثله المعلومات اليوم من أهمية قصوى من النواحي التخطيطية سوءا لأغراضٍ اقتصادية أو أغراضٍ استراتيجية عسكرية أو سواها. و المعلومة اليوم هي سلاح فعال تسعى كل الدول لامتلاكه من أجل استخدامه الاستخدام الذي يحقق لها أمنها العسكري و الاقتصادي و الاجتماعي و السياسي و لذلك ليس من المستغرب إطلاقا أن تنشئ دول العالم كافة مؤسسات معلوماتية من أجل جمع و تخزين و تحليل المعلومات من استخدامها الاستخدام الذي تريد .

غرض المقال الرئيسي هو شحذ المؤسسات الأكاديمية و البحثية و خاصة الجامعات من أجل الانضمام للركب العالمي و تهتم بإنشاء المراكز العلمية التي تهتم بهذه الناحية العلمية الهامة حتى توفر للدولة المصدر العلمي للمعلومات الأساسية التي تحتاجها. و تمثل المعومات الجغرافية قاعدة معلومات أساسية لا غنى عنها على الإطلاق لأي مشروع عسكري أو تعبوي أو سياسي أو اجتماعي أو اقتصادي أو هندسي أو غير ذلك. ولذلك فإن الموضوع الأساسي الذي يناقشه هذا المقال هو التعريف بنظم المعلومات الجغرافية (GIS) كمنظومة علمية أساسية يجب الإلمام بجوانبها المختلفة من حيث طبيعتها و علاقاتها بالعلوم أو المعارف المختلفة و متطلباتها الفنية و العلمية والمعلوماتية ، ثم الأجهزة و البرامج الحاسبية اللازمة لإنشائها و التعامل معها .

* أستاذ بكلية الآداب – قسم الجغرافيا – جامعة إب .

تعريف ومفهوم نظم المعلومات الجغرافية :

تمثل نظم المعلومات الجغرافية أحدث مجالات الحاسب الآلي التطبيقية التي تسهم في دعم الدراسات المكانية المعاصرة بوفير أساليب آلية لتحليل المعلومات المكانية (Spatial Data) بعد ربطها بالمعلومات الوصفية (Descriptive Data) و إعطاء نتائج متنوعة تعزز من استخلاص علائق مكانية مختلفة أو علائق بيئية أو غيرها في مكانٍ واحد.

و الواقع أن ليس هناك تعريف ثابت لنظم المعلومات الجغرافية، و هذا مـــرده إلى الخلفيات العلمية المتنوعة، و اختلاف المجالات التطبيقية التي تعتمد عليها، و الاختلاف في تحديد و تصنيف الأهداف التطبيقية لهذه النظم. كما أن البعض يـــرى أن ســـر نظـــم المعلومات الجغرافية يكمن في الامكانات الإلكترونية للبرامج و مكونات الحاسب الآلي، في يعزي فريق ثالث ذلك إلى البراعة التي تم التوصل إليها في أساليب معالجة البيانات. و رغم كل ذلك لا تزال نظم المعلومات الجغرافية تمثل عند بعض المختصين العرب لغزاً لم تفك طلاسمه، إذ أن هناك من ينظر إليها بالمفهوم اللفظي فقط و يرى أنها نظم تهتم بـــالعلوم الجغرافية دون غيرها. و هناك فريق آخر لا يستطيع أن يميز بينها و بين النظم الأخرى التي تستخدمها الشركات و البنوك و وكالات السفر و السياحة. لكن الذي يجب توضيحه هنا أن الفارق يكمن ببساطة في أن نظم المعلومات التي يتم تبادلها بين فروع الشـــركات و البنـــوك لا تـــوفر إمكانيـــة ربطهـــا مـــع مواقعهـــا علـــى ســـطح الأرض، بينما نظم المعلومات الجغرافية تتيح عملية ربط المعلومات مكانياً مـــع تـــوفر إمكانيـــات التحليل المكاني للمعلومات .

و لذلك ذهب بعض الباحثين (محمد الخزامـــي عزيـــز، ١٩٩٨) إلى اســـتخدام مصطلح "نظم المعلومات المكانية" (Spatial Information systems) عوضاً عن مصطلح "نظم المعلومات الجغرافيـــة" (Geographical Information Systems) و الـــذي يـــتم اختصاره بالحروف اللاتينية إلى (GIS) ليوضح المقصود من استخدام الصفة للمعلومات بكلمة "الجغرافية"، و هي المقابل تماماً في هذه الحالة للفظ "المكانية": أي المعلومـــات ذات الموقع المكاني على النظام الاحداثي الحقيقي علـــى ســـطح الأرض دون التقيـــد بنـــوع المعلومات، فقد تكون جغرافيـــة أو تخطيطيـــة أو هندســـية أو جيولوجيـــة أو بيئيـــة

أو إحصائية .. . إلخ من أنواع المعلومات التي تتطلب أن يتم ربطها بمواقعها الحقيقية على سطح الأرض .

و في هذا السياق يجدر بنا تناول بعض التعاريف لننظم المعلومات الجغرافية التي يتم تداولها عالمياً حتى نستطيع الوصول إلى الأسس التي يمكن أن نعتمد عليها عندما نتحدث عن مفهوم نظم المعلومات الجغرافية لتسهيل إجراء المقارنة بين هذه التعريفات المختلفة و التي يمكن حصرها في المحاور التالية :

أولا : تعاريف ترى أن نظم المعلومات الجغرافية هي أحد جوانب نظم المعلومات :

تعريف دويكر (Dueker, 1979, pp. 105-128) "نظم المعلومات الجغرافية هي حالة خاصة من نظم المعلومات التي تحتوي على قواعد معلومات تعتمد على دراسة التوزيع السكاني للظاهرات والنشاطات والأهداف التي يمكن تحديدها في المحيط السكاني كالنقاط أو الخطوط والمساحات حيث يقوم نظام الجغرافي بمعالجة المعلومات المرتبطة بتلك النقط أو الخطوط أو المساحات لجعل البيانات لأجراء تحليلها أو الاستفسار عن بيانات من خلالها" .

تعريف باركر (Parker, H.D. 1988, pp. 154-64) "نظام المعلومات الجغرافي هو نظام تكنولوجي للمعلومات و الذي يقوم بتخزين وتحليل وعرض كل المعلومات السكانية وغير السكانية" .

تعريف سميت و آخرون (Smith, et al, 1990, 13-31) : "نظام المعلومات الجغرافي هو نظام قاعدة و البيانات و الذي يحتوي على مجموعة من العمليات و التي تقوم بالإجابة على استفسارات حول ظاهرة مكانية من قاعدة البيانات ".

تعريف ديفن و فيلد (Devine & Field, 1986, pp. 17-22) " نظام المعلومات الجغرافية هي من نمط نظم إدارة المعلومات (MIS) و التي تتيح عرض خرائط لمعلومات عامة " .

تعريف براسل (Brassel, 1983, pp. 31-50) " تعني نظم المعلومات الجغرافية بنوك المعلومات التي يتم بواسطتها جمع المادة الجغرافية وتخزينها إلكترونيا ثم تحليلها

ومعالجتها بواسطة برامج تطبيقية للحصول على نتيجة نهائية سواء على هيئة رسم بياني ، جداول ، مجسمات ، أو تقارير علمية " .

تعريف جوبتل (Guptill) " نظم المعلومات الجغرافية هي بنوك المعلومات التي يتم بواسطتها جمع و تخزين و تحليل و معالجة كمية ضخمة من المعلومات الإقليمية و ما يتصل بها من تفاصيل كتابية أو عددية " .

ثانياً : تعاريف ترى أن نظم المعلومات الجغرافية هي نظم متعددة الوظائف :

تعريف بوروغ (Burrough, P.A., 1986, p. 6) " نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من حزم البرامج التي تمتاز بقدرتها على إدخال و تخزين و استعادة و معالجة و عرض بيانات مكانية لجزء من سطح الأرض " .

تعريف أوزموي و سميت و سخامان (Ozemoy, Smith & Skheman, 1981, pp. 92-8) " نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من الوظائف الآلية التي تتيح إمكانية آلية مطورة في مجال تخزين و استعادة و عرض بيانات مرتبطة بمواقعها الجغرافية " .

ثالثا : تعاريف تضع نظم المعلومات الجغرافية تحت نظم دعم القرار :

تعريف كرين و ماكدولاند (Crain, I.K. & McDoland, C.L., 1984, pp. 6-40) " نظم المعلومات الجغرافية تُفهم عادة بأنها عمليات تهتم بالخرائط كبيرة المقياس و تعتمد على مصادر مالية كبيرة تنتج بواسطة الحكومات و الأقسام الإدارية و البلديات حيث أن الهدف الأساسي هو دعم السياسيين و الإداريين لاتخاذ قرارات متوازنة فيما يتعلق بالموارد الطبيعية و البشرية " .

تعريف كاون و آخرين (Cowen, D.J. et al, 1988, pp. 132-40) " نظم المعلومات الجغرافية هي نظم دعم القرار و ذلك بواسطة دمج المعلومات المكانية لخدمة القضايا البيئية " .

تعريف بارنت و شيرش (Parent, P. & Church, R., 1987, pp. 63-71) "تهدف نظم المعلومات الجغرافية إلى تحويل المعلومات الخام أو الأساسية على أسس تحليلية إلى نظم حديثة تتوفر لديها إمكانية دعم عملية اتخاذ القرار" .

علينا أن هناك أسس قامت عليها هذه التعاريف ، و هذه الأسس هي (محمد الخزامي، ١٩٩٨) :

١. الخلفيات العلمية المتنوعة للقائمين على نظم المعلومات الجغرافية و تنوع مجالات تطبيقها مما أدى إلى اختلاف وجهات النظر حسب الخبرات الشخصية و المدارك العلمية و التخصص .
٢. التعريفات التي توضح بأن نظم المعلومات الجغرافية هي نمط خاص من نظم المعلومات يكون أقرب إلى مفهوم الوظائف الأساسية. غير أنه لابد من عدم إهمال التشعب في وظائف نظم المعلومات الجغرافية و التوافق بين هذا التشعب و بين برامج و مكونات الحاسب الآلي، هذا إلى جانب وجود عنصر التفاعل ما بين الأفراد و المعلومات و إمكانية الخروج بنمط تطبيقي يتوج المفهوم الأمثل للنظم .
٣. يمكن القول أن التخصص يمثل نقطة البداية للتعريف بالنظام حيث يمكن التفريق بين كلٍ من :

- مهندس البرامج (**Software Engineer**) الذي يفهم برامج نظم المعلومات الجغرافية بأنها عبارة عن مجموعة من الوسائل **Tools** التي تقوم بإنجاز وظائف من نوع خاص .
- مهندس تصميم الحاسب الآلي (**Hardware Engineer**) الذي يفهم أساس برامج نظم المعلومات الجغرافية بأنه يتمثل في الكفاءة العالية في أجهزة المعالجة الإلكترونية و المعلومات وأساليب تخزين و استرجاع المعلومات ذات الأسلوب المتقدم .
- مصمم و معد قواعد المعلومات (**Database Designer**) الذي يرى أن نمط تشكيل قواعد المعلومات هو الذي يحدد الملامح الأساسية لتعريف نظم المعلومات الجغرافية .

- المستخدم (أكاديمي-إداري-أو غيرهما) الذي يعتبر أن تعريف نظم المعلومات الجغرافية لابد أن يشمل منهج الربط بين المعلومات (**نوعية كانت أم كمية**) و بين مواقعها الحقيقية على سطح الأرض .

علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالمجالات العلمية الأخرى:

حينما نتحدث عن المجالات العلمية و الفنية يتبادر إلى الأذهان القيمة العلمية و المعلوماتية الواسعة لنظم المعلومات الجغرافية حتى أن هناك الكثير من الجامعات التي تمنح شهادات البكالوريوس و الدبلوم و الماجستير و الدكتوراه في نظم المعلومات الجغرافية، كما أن هناك أيضاً الكثير من الجامعات التي أنشأت أقساماً خاصة أو برامج دراسية خاصة بنظم المعلومات الجغرافية تدرس ضمن مناهجها الدراسية ، كما هو الحال في جامعة الخرطوم التي تدرسه ضمن برامج كلية الهندسة و العمارة. و في هذا الصدد أصدر الباحث مورقن (Morgen,I.I, 1991) دليلاً للجامعات و المعاهد العليا التي تدرِّس نظم المعلومات الجغرافية. و قد ضم هذا الدليل حوالي ٤٤٥ قسم في التخصصات المختلفة حسبما يوضحه الجدول التالي :

جدول (١) : التخصصات المختلفة التي تدرس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات

اسم التخصص	العدد	النسبة المئوية (٪)
الجغرافيا	٢٥٤	٥٦
التخطيط	٥١	١١
علوم الأرض	٣٤	٨
العلوم البيئية	٢٧	٦
المساحة	١٧	٤
علوم الغابات	١٦	٤
الهندسة المدنية	١٤	٣
الهندسة المعمارية	٨	٢
الهندسة الزراعية	٨	٢
تخصصات أخرى مختلفة	١٦	٤
المجموع	٤٤٥	١٠٠

المصدر : Morgen,I.I, 1991.

تتم الاستفادة من الصور الجوية حيث توجد نظم معلومات جغرافية مساحية (Raster Geographical Information Systems) يتم بواسطتها إدخال الصورة الجوية مباشرة باستخدام أجهزة المسح (Scanners) . لكن يجب ملاحظة العلاقة بين مقياس رسم الصورة الجوية و المجال الذي تستخدم فيه – حسبما يوضحه الجدول رقم (٢) التالي :

الجدول رقم(٢) : العلاقة بين مقياس رسم الصورة الجوية و المجال الذي تستخدم فيه

مقياس الرسم	مجال الاستخدام
١: ٤٠٠٠	الخرائط الأرثوغرافية للملكيات و الأقاليم التفصيلية
١: ٥٠٠٠ – ١: ١٠٠٠٠	خرائط تفصيلية للمدن و القرى
١: ٢٠,٠٠٠	خرائط عامة للمدن
١: ٤٠,٠٠٠	خرائط للدراسات الإقليمية و استخدامات الأرض
١: ٢٠,٠٠٠ – ١: ٥٠,٠٠٠	خرائط طبوغرافية كبيرة المقياس
١: ٨٠,٠٠٠	خرائط طبوغرافية متوسطة المقياس
١: ١٠٠,٠٠٠	الدراسات الاستطلاعية

المصدر: محمد الخزامي، ١٩٩٨، ص ١٠٨.

و تحتاج الصور الجوية إلى تجهيزات فنية لكي يتم الاستفادة منها في رسم الخرائط و ذلك باستخدام عدة أجهزة لتفسير هذه الصور، و هي عديدة نذكر منها جهاز عكس التفاصيل (Reflecting Projector) و جهاز الصورة المحملة أو التخطيطية – اسكتش ماستر (Sketch Master) أو جهاز جامع الصور المتعددة – ستريوسكوب (Stereoscope)، و هو عدة أنواع منها ذو الجيب و المعدل و ذو الكبرى و متعدد الصور و ذو المرايا و الماسح، إلا أن أفضل أنواع هذه الأجهزة هو جهاز الرسم الثلاثي الأبعاد(Stereo Plotter) و الذي يتصل بالحاسب الآلي مباشرة لتخزين المعلومات و من ثم يوفر إمكانية إخراجها على جهاز الرسم (Plotter) المتصل مباشرة به . و تعتبر الصور الجوية من المصادر الهامة التي تحتاج إلى عناية. غير أن هناك مشكلتان تواجه

الاعتماد عليها هما : كيفية تحديد الصور المطلوبة، ثم كيفية العثور على هذه الصور المنتقاة بالسرعة اللازمة .

أما المرئيات القضائية (Satellite Images) فهي المرئيات التي تصلنا من الأقمار الصناعية و هي ثلاثة أنواع (محمد الخزامي، ١٩٩٨، ص ١٢١) :

١. مرئيات يتم الحصول عليها بواسطة التصوير الفوتوغرافي على الأقمار الصناعية مثل (Mertric Camera-MC) .
٢. مرئيات يتم الحصول عليها بواسطة نظم الاستشعار عن بعد التي تعمل بنظام الماسح الضوئي (Scanner). و مثل اللاقط متعدد الأطباق (MSS) .
٣. مرئيات الرادار و التي يتم الحصول عليها من نظم الرادار التي تعمل في مجال الموجبات الميكروية (Microwaves) .

و تعتبر المرئيات الفضائية من مصادر المعلومات الرخيصة جداً إذا ما قورنت بالتكاليف التي تنفق على الطرق التقليدية الأخرى. و تختلف المرئيات الفضائية في نوعيتها و مجال استخدامها من قمرٍ إلى آخر، لذا فإنه لابد من وضع نوع القمر في الاعتبار للحصول على مرئيات فضائية منه و ذلك حسب التخصص و لعل الجدول (٣) يوضح مجالات تطبيق نظم الاستشعار المختلفة حسب نوع القمر الصناعي و المؤسسة المشرفة عليه :

جدول رقم(٣):مجالات تطبيق نظم الاستشعار المختلفة حسب نوع القمر الصناعي و المؤسسة المشرفة عليه:

نوع القمر الصناعي	المؤسسة المشرفة عليه	مجال التطبيق
سلسلة أقمار NOAA	البرنامج الفضائي NOAA	الطقس و المناخ
أقمار البيئة GOES	البرنامج الفضائي NOAA	الطقس و المناخ
قمر قوات الدفاع الأمريكي DMSP	وزارة الدفاع الأمريكية	الطقس للأغراض العسكرية
أقمار الطقس METEOSAT	المنظمة الأوروبية ESA	الطقس و المناخ
أقمار الطقس GMS	المؤسسة اليابانية NASDA	الطقس و المناخ
قمر المناخ METEOR-2	المؤسسة الروسية الفضائية	الطقس و المناخ
أقمار لاندسات الأمريكية	وكالة الفضاء الأمريكية	الغطاءات النباتية المحاصيل

LANDSAT	NASA بالتعاون مع EDSAT	الزراعية، استخدامات الأراضي
قمر LAGEOS-1 Laser Geo-Dynamic-Sat-1	وكالة الفضاء الأمريكية NASA	جيومورفولوجيا و جيولوجيا
قمر ERBE Earth Radiation Budget Experiment	تعاون مشترك بين NOAA و NASA	الإشعاع الأرضي
قمر GEOSAT	مؤسسة الملاحة الأمريكية	توجيه الملاحة، طبقات الجو العليا
أقمار GPS (Global Positioning System) Geodesy Satellite	تعاون مشترك بين NOAA و NASA و مؤسسة المساحة الجيوديسية الأمريكية	الجيوديسيا و تحديد المواقع
أقمار SPOT	الحكومة الفرنسية	استخدام الأرض و الموارد الطبيعية
القمر الهندي	الحكومة الهندية	الموارد الطبيعية الأرضية

المصدر: EARSETL News, March, 1987, No. 31

أما نظم تحديد المواقع (Global Positioning System - GPS) فهي المصدر الأخير من مصادر رسم الخرائط الأساسية و تستخدم في مجالات علمية مختلفة للمساهمة في تصميم قواعد معلومات بسرعة و درجة عالية من الدقة، و التي تسهم بدورها في نجاح نظم المعلومات الجغرافية التي تعتمد على المعلومة من حيث نوعيتها و كميتها و موقعها على سطح الأرض. و عليه فإن أجهزة (GPS) و خاصة المعروفة منها باسم (Motorola LDT 1000) هي أنسب النظم لما تتيحه من مخرجات (ملفات) معلوماتية (Output Files) صالحة للقراءة في نظم عديدة لنظم المعلومات الجغرافية، مثل (ARC/INFO-ERDAS) وأيضاً نظم التصميم بمساعدة برنامج الحاسب الآلي المعروف (AutoCAD) ، وهي مخزنة على كارت ذاكرة (Memory Card) قابل للقراءة مباشرة بأجهزة الحاسب الآلي الشخصية.

ثانياً : المعلومات البيئية (Environmental Data) :

عند إعداد أي نظام معلومات لجغرافي لابد من معرفة المعلومات البيئية التي تحدد شخصية المكان الجغرافي و ما يؤثر على الاقليم من عوامل طبيعية و بشرية. فعند إعداد نظام للمعلومات الجغرافية عن تركيب سكاني لإقليمٍ ما يتطلب الأمر الإلمام بالموضوعات الآتية :

- الظروف الطبيعية السائدة من جفاف و تساقط و موارد طبيعية تساعد على الاستقرار السكاني و استغلال الموارد الطبيعية .
- النفوذ البشري في الاقليم و مدى استغلال الإنسان للبيئة و مدى التأثر و التأثير فيها و خاصة الهجرة اليومية أو الدائمة و مدى أثر كلٍ منها على التركيب السكاني .
- الملامح الاقتصادية و النشاطات السكانية و مدى تأثيرها على التركيب السكاني .
- طبيعة المعمار بالإقليم و توزيع السكان في الوحدات العمرانية .
- الجغرافيا الطبيعية و الأوبئة و الحشرات المستوطنة و أثرها على صحة السكان و على فئات العمر المختلفة و التي بدورها قد تؤثر مباشرة على التوازن أو التركيب السكاني .
- الملوثات البيئية المختلفة على مستوى الهواء و الماء و اليابس و مدى تأثيرها على الاستقرار السكاني للإقليم .

ثالثاً : المعلومات التخطيطية (PLANNING DATA) :

من المعلوم أنه لكل إقليم جغرافي خطة أو مسار لتطوره في المستقبل، و هذه الخطة ذات محاور متعددة مثل الخطط الديمغرافية و الخطط العمرانية و الخطط الاقتصادية و الخطط التنموية المتعددة الجوانب . و لابد هنا أن يهتم مصمم نظم المعلومات الجغرافية في أي إقليم أو دولة الإلمام بهذه المحاور المختلفة لكي يستطيع أن يراعي ذلك عند وضع الخطط التنفيذية لنظم المعلومات الجغرافية و أهدافها .

رابعاً : المعلومات الخاصة باستخدام الأرض (Land Use Data) :

لكي يسهل على مصمم نظم المعلومات الجغرافية الاعتماد على المعلمات الخاصة باستخدامات الأرض لابد من اتباع تصنيف استخدامات الأراضي في المدن و خارجها (الريف) المتفق عليه عالميا. و من المعلوم أن استخدامات الأراضي يقصد بها التنوع المساحي للأراضي التي تقع في نطاق إقليم جغرافي معين أو دولة ما. و تتعدد استخدامات الأراضي بين استخدامات حضرية تخص المساحات التي تشغلها التجمعات العمرانية للمدن و الشوارع بأحجامها المختلفة إلى استخدامات ريفية للمساحات خارج المدن بما فيها القرى و المزارع و غيرها مثل المستنقعات و الصحاري و الغطاءات النباتية. و كل نوع له استخداماته الوظيفية المكانية التي تحدد شخصية المكان أو الإقليم. و عليه يجب الإلمام بطبيعة استخدامات الأرض في الإقليم أو الدولة المراد إنشاء نظام المعلومات الجغرافية لها .

خامساً : المعلومات المساحية و الهندسية (ENGINEERING INFORMATION) :

ترتبط عملية نجاح نظم المعلومات الجغرافية بالمعلومة من حيث نوعيتها و درجة دقتها و دقة مطابقتها مع الإحداثيات الجغرافية لموقعها على سطح الأرض. و للمعلومات المساحية بأنواعها الأرضية و الجوية و الفضائية دوراً بارزا في تصميم و إعداد نظم المعلومات الجغرافية: فالمساحات و القياسات و المواصفات العددية للظواهر الجغرافي المختلفة من حيث الامتداد و الاتساع و الارتفاع إلى جانب ربطها بموقعها الجغرافي الحقيقي على سطح الأرض كلها متطلبات هامة لنظم المعلومات الجغرافية. و للإحداثيات الجغرافية عدة محاور تتمثل في :

نظم الإحداثيات: يعتبر الإلمام بهذه الإحداثيات المختلفة (الجيوديسية) الرياضية الوطنية أو القومية و الإحداثيات الجغرافية الحقيقية من المتطلبات العلمية الهامة في مجال نظم المعلومات الجغرافية و ذلك لتسهيل التعامل مع المواقع الحقيقية و طرق التغيير من نظام إحداثي إلى آخر، و الإلمام بالتغيرات التي تطرأ على شكل الظواهر الجغرافية نتيجة تغير النظام الإحداثي. و تتنوع نظم الإحداثيات إلى :

الإحداثيات المستوية: و يطلق عليها إحداثيات "كارستيان" كما تُسمى أيضا بالإحداثيات الرياضية، و تعتمد على وجود إحداثين: السيني (س أو X) و الصادي (ص– Y) و يلتقيان عند نقطة الأصل. و تستخدم نظم الإحداثيات من هذا النوع في قياس المسافة بين نقطتين معلوم إحداثهما و ذلك بعدة طرق مثل طريقة فيثاغورس و طريقة مانجاتن المترية و طريقة حساب المسافة على اعتبار أنها محيط المساحات, ثم طريقة الإحداثيات المستوية أو القطبية .

الإحداثيات الكروية : تعتمد هذه الإحداثيات على خطوط الطول و دوائر العرض بحيث يتم تقسيم الكرة الأرضية إلى قسمين حسب خطوط الطول (شرق و غرب)، كما يتم تقسيمها إلى قسمين حسب دوائر العرض (شمال و جنوب) .

نظم ترتيب الخرائط العالمية :

لتحقيق التبادل الدولي للخرائط وُضع نظامٌ دولي للخرائط بقياس رسم ١: ١٠٠٠,٠٠٠ و مشتقاته حيث أُتبع أسلوبٌ محدد لترتيب الخرائط يمكن إيجازه في الآتي :

- تحديد موقع الخريطة الطبوغرافية بالنسبة لخط الاستواء بحيث أُعطيت كل الخرائط التي تقع شمال خط الاستواء الحرف (ش **North–N**) و تلك التي إلى الجنوب الحرف (ج **South– S**) .
- تحديد موقع الخريطة لدوائر العرض حيث تم تقسيم دوائر العرض إلى شرائح بحيث تضم كل شريحة ٤ درجات عرضية، و يرمز لكل شريحة بحرف هجائي من حروف الأبجدية اللاتينية الكبيرة **(Capital Letters)** بدءاً من الحرف (A) حيث خط الاستواء ثم تتدرج شمالاً و جنوبا –كما في الشكل أدناه .

شكل (٢): رسم تخطيطي لدوائر العرض في لوحات –كم يرمز لها بحروف هجائية لاتينية

N	E	°١٦
	D	°١٢
	C	°٨
	B	°٤
صفر° (خط الاستواء)	A	(خط الاستواء) صفر°
	B	°٤
	C	°٨
	D	°١٢
S	E	°١٦

المصدر: EARSETL News, March, 1987, No. 31, P.137

- تحديد موقع الخريطة بالنسبة لخطوط الطول بحيث تم تقسيم مناطق خطـــوط الطول إلى شرائح لتضم كل شريحة ٦ درجات طولية و أُعطيت كل شـــريحة رقم مسلسل : فالشريحة التي تحمل الرقم(١) تقع بين خطي الطول ١٧٤° غ و ١٨٠°، و هكذا يستمر الفاصل بين شريحتين حتى الشريحة رقم (٣٠) التي تقع بين خطي الطول ٦°غ و صفر°-كما في الشكل أدناه :

شكل (٢): رسم تخطيطي لخطوط الطول في لوحات –كم يرمز لها بالأرقام

شرقاً	٧١°	٧٠°	٦٩°	٦٨°	خط الاستواء (خط صفر°)	٦٨°	٦٩°	٧٠°	٧١°	غرباً
	٦٠	٥٩	٠٠٠	٣٢	٣١	٣٠	٢٩	٠٠٠	٢	١
					خط الاستواء (خط صفر°)					

المصدر : EARSETL News, March, 1987, No. 31, P.138

و لاستكمال الاستفادة من نظام الترتيب الدولي للخرائط الطبوغرافية تم تقسيم تحديد مقاييس الرسم وفقاً لخطوط الطول و دوائر العرض كما في الجدول أدناه :

الجدول رقم(٤): أبعاد الخرائط الطبوغرافية في مقاييس رسم مختلفة حسب الترتيب الدولي للخرائط

مقياس الرسم	أبعاد دوائر العرض	أبعاد خطوط الطول
١: ١٠٠٠٠٠	٦ درجات	٤ درجات
١: ٥٠٠٠٠٠	٣ درجات	٢ درجة
١: ٢٥٠٠٠٠	درجة و ٣٠ دقيقة	درجة واحدة
١: ١٠٠٠٠٠	٣٠ دقيقة	٣٠ دقيقة
١: ٥٠٠٠٠	١٥ دقيقة	١٥ دقيقة
١: ٢٥٠٠٠	٧ درجات و ٣٠ ثانية	٧ درجات و ٣٠ ثانية

المصدر : EARSETL News, March, 1987, No. 31, P.140

مساقط الخرائط :

تلعب مساقط الخرائط دوراً فعالاً في مجال نظم المعلومات الجغرافية وخاصة في مخرجات الخرائط (**Maps Output**)، و لعل من المهم التعريف بأهم أنواع المساقط في هذا المجال :

- المساقط الأسطوانية (مسقط ميركاتور–Cylindrical Projections-Mercator) .
- المساقط المستوية أو السمتية (Azimuthal Projections) .
- المساقط المخروطية (Conical Projections) .
- المساقط المعدلة رياضياً (مسقط بونيBonny Projection– مسقط سانسون Sanson Projection–فلامستيد Flamestead Projection) .

و ترسم هذه المساقط وفق أسسٍ معينة مثل موقع المنطقة المراد رسمها، و الغرض إلى من أجله رُسمت الخريطة و الاتساع و شكل المنطقة، ثم شكل وهيكل المسقط الجغرافي .

المتطلبات الفنية لنظم المعلومات الجغرافية:

تنقسم المتطلبات الفنية إلى قسمين يكمل كلٍ منهما الآخر ، و هما :

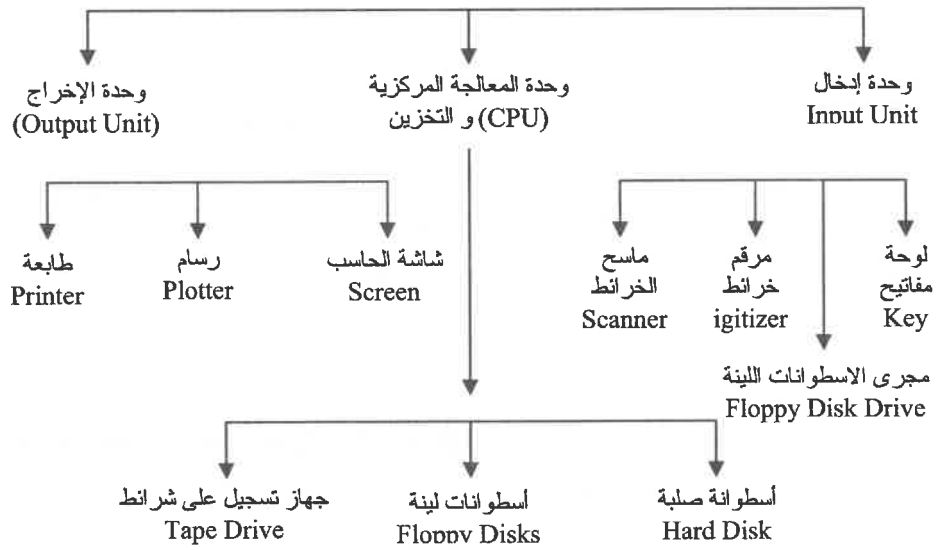
(أ) مكونات الحاسب الآلي (**Hardware**) ، و

(ب) البرامج التطبيقية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية (**GIS Applications Software**).

مكونات الحاسب الآلي (Hardware) :

يقد بها أجهزة الحاسب الآلي الشخصية (**PC**) بأنواعها و ما يتصل بها أو يتفق معها من نظم التشغيل المختلفة مثل محطات العمل (**Work Stations**) و التي تعمل بنظام (**UNIX**). و عموماً يمكن تقسيم مكونات الحاسب الآلي إلى ثلاث وحدات رئيسية تشمل جميع مراحل التعامل مع أجهزة الحاسب الآلي و طبيعة الأجهزة المطلوبة في كل مرحلة ، و هذه الوحدات يمثلها الشكل التالي :

الشكل(٤) : الهيكل المتكامل لمكونات الحاسب الآلي اللازمة لنظم المعلومات الجغرافية



المصدر: محمد الخزامي (١٩٩٨، ص ١٥٥).

مجرى الأسطوانات اللينة (Floppy Disk Drive) :

هو من أهم وسائل إدخال البيانات الحاسب الآلي، و خاصة الرقمية منها **(Digital)**، و هو نوعان: أحدهما مخصص للأسطوانات من حجم ٣,٥ بوصة، و الآخر من حجم ٥,٢٥ بوصة و الغير واسع الانتشار حالياً، و بدلاً عنه يستخدم مجرى القرص المغناطيسي **(Magnetic Tape)** و مجرى أسطوانات المنضغطة **(CD ROM)** . و يفضل عند استخدام الحاسب الآلي في مجال نظم المعلومات الجغرافية أن يحتوي على مجرى هذين النوعين البديلين لأهميتهما في إدخال و تخزين المعلومات الضخمة و خاصة المرئيات الفضائية والخرائط الطبوغرافية الآلية و الصور الجوية الآلية التي تحتاج إلى وسيلة تخزين كبيرة .

مرقم الخرائط (DIGITIZER) :

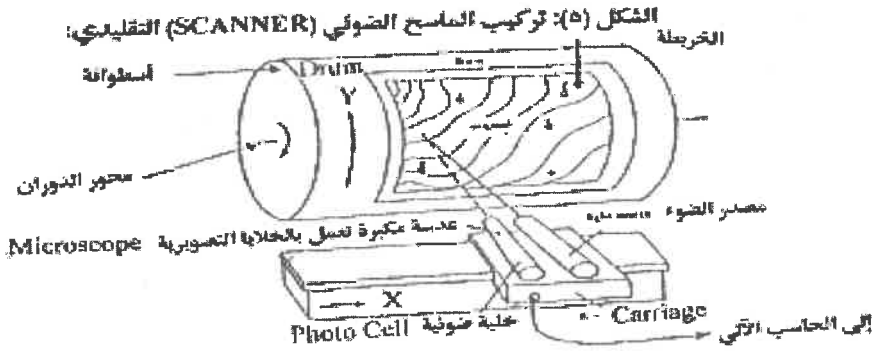
مرقم الخرائط وسيلة أساسية لإدخال المعلومات الخطية كالخرائط إلى الحاسب الآلي ، لذا فنه مطلب أساسي في مكونات الحاسب الآلي اللازمة لنظم المعلومات الجغرافية . وتتفاوت أحجام مرقمات الخرائط بين A4 و A3 و A2 و A1 و A0 ، كما تختلف في مسمياتها حسب الشركة المصنعة و تختلف في الشكل و اللون و ترتيب الأجزاء . إلا أن فكرة تصميم المرقم الذي يحتاج إلى العمل اليدوي في إدخال المعومات إلى الحاسب تعتبر متشابهة في جميع الأنواع. و يلزم لإدخال الخرائط و التصميمات إلى الحاسب الآلي برامج تطبيقية متنوعة. و لكن تجب مطابقة هذه البرامج مع نظم التشغيل و المرقم . كما تحتاج عملية إدخال الخرائط و تخزينها في الحاسب الآلي إلى سعة تخزينية كبيرة ، ولذلك يجب – عند اختيار مكونات الحاسب الآلي (Hardware) – أن تكون سعة الاسطوانات الصلبة (Hard Disk) كافية ، أو أن تكون هناك أسطوانة تسجيل خارجية (File Server) ذات سعة مناسبة من وقت لآخر أثناء عملية الترقيم حتى لا تُفقد البيانات عن انقطاع التيار الكهربائي فجأة – مثلاً – . و تجب كذلك مراعاة الآتي :

- أن يكون منطبقاً مع نظام التشغيل المستخدم في الحاسب و نوع الحاسب .
- أن يكون حجمه منطبقاً مع حجم الخرائط المراد إدخالها .
- أن يكون مستخدما في البرنامج التطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية . و عادة ما تباع مع المرقع كتيبات مرشدة توضح طريقة تغيير تحويلات (Switches) المرقم حتى يمكن عمله مع عدة برامج .
- يلاحظ أن المرقم يستخدم مخرج متوالي (Serial Port) عند توصيله مع الحاسب. لذا يجب توفير مخرج (Port) لهذا المرقم .

الماسح الضوئي (SCANNER) :

و هو جهاز يستخدم لإدخال الخرائط و الصور الجوية و المرئيات الفضائية إلى الحاسب الآلي و التي تحتوي على معلومات مساحية (**Raster Data**). و تعتمد فكرة الماسح الضوئي على القيام بعملية الترقيم بطريقة آلية و ليس يدوياً –كما في حالة مرقم الخرائط. و الماسح التقليدي مكون من أسطوانة و مصدر ضوء و ميكروسكوب يعمل بالخلايا التصويرية –كما في الشكل (٥) أدناه :

الشكل (٥): تركيب الماسح الضوئي (SCANNER) التقليدي:



وفي حالة استخدامه يلزم استخدام برامج تطبيقية خاصة لمعالجة الصور (**Image Data Processing**) مع مراعاة مطابقتها مع نظم تشغيل الحاسب الآلي المستخدم و سعة التخزين المناسبة. ولكن هذا الماسح التقليدي يكاد يكون قد اختفى هذه الأيام و ظهر بديلا له مرتبط مباشرة بالحاسب و يعمل عمل آلة التصوير (**Photocopier**) لإدخال المعلومات إلى الحاسب.

البرامج التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية (PLICATION SOFTWARE FOR GI):

هناك العديد من البرامج من البرامج التطبيقية التي تستخدم لمعالجة البيانات و الحصول على رسومات و خرائط و جداول و غيرها. غير أن البرامج (الجدول رقم ٦) التي تُستخدم في مجال نظم المعلومات الجغرافية لابد أن تتوفر لها بعض الخواص :

الجدول رقم (٦) التي تُستخدم في مجال نظم المعلومات الجغرافية

اسم البرنامج التطبيقي (SOFTWARE)	المقررات التي تستفيد من البرنامج (APPLICATION)
SURFER for Windows	مبادئ الخرائط-الخرائط الكنتورية-خرائط الطقس و المناخ- التضاريس-و أشكال السطح (جيومورفولوجيا)
AUTO CAD	مبادئ الخرائط الآلية-المدن و التخطيط الحضريGIS
SPSS	الجغرافيا الكمية-تحليل الاستبيان –السكان-البحث
IDRISI Software إدريسي	الصور الجوية-الاستشعار عن بعد -GIS– الخرائط الآلية
EASYMAP	الخرائط الآلية-التوزيعات-جغرافية السكان-GIS .
GEO MAP	الخرائط الآلية-التوزيعات-جغرافية السكان-الجغرافيا الكمية GIS .
Map Info	الخرائط الآلية- خرائط التوزيعات-جغرافية السكان-جغرافية المدن و التخطيط الحضري والإقليمي-GIS
Map Viewer	الخرائط الآلية- خرائط التوزيعات-جغرافية السكان-الجغرافيا الاقتصادية GIS.
ميركاتور MERCATOR	مبادئ الخرائط –الخرائط الآلية- خرائط التوزيعات-جغرافية السكان—الجغرافيا الكمية GIS .
PCMAP	–الخرائط الآلية- خرائط التوزيعات-جغرافية السكان—الجغرافيا الكمية-الدراسات الميدانية-GIS.
ARC/INFO	جميع فروع الجغرافيا و نظم المعلومات الجغرافية
ERDAS	الصور الجوية-الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية
Intergraph GIS	الصور الجوية-الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية
Atlas GIS for Windows	برنامج تعليمي في نظم المعلومات الجغرافية
TIMS	برنامج تعليمي في نظم المعلومات الجغرافية يرتبط مع Auto-CAD
SPANS	الصور الجوية-الاستشعار عن بعد —GISدراسات بيئية-تخطيط إقليمي
Arab View و ARC View	جميع فروع الجغرافيا و نظم المعلومات الجغرافية

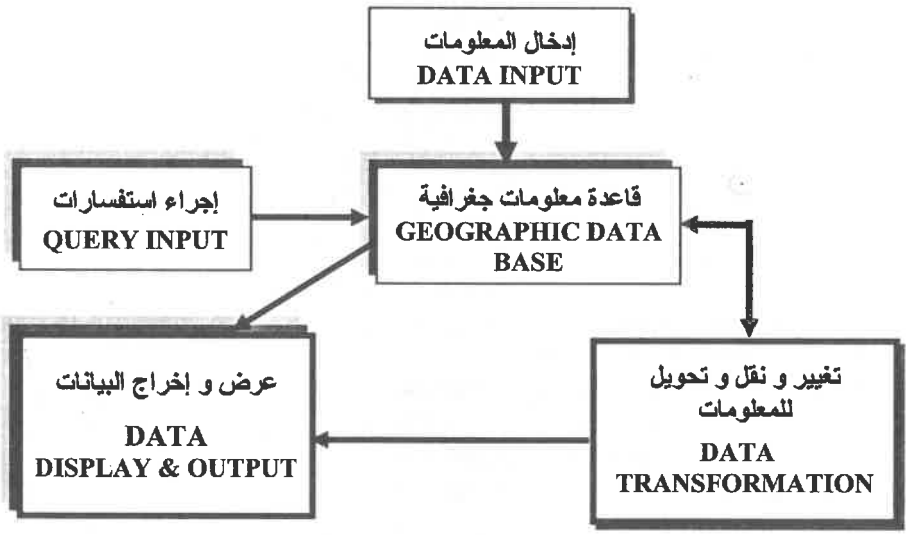
المصدر: مصادر مختلفة.

خواص البرامج المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية:

تتميز هذه البرامج بالخواص التالية :

- إمكانية إدخال البيانات المختلفة و إجراء عمليات دقة الإدخال .
- توفر إمكانية تخزين المعلومات في صور قواعد معلومات .
- إتاحة إمكانية عرض و إخراج البيانات بوسائل مختلفة .
- وجود إمكانية نقل و تبادل المعلومات من و إلى البرنامج .
- تحقيق عملية المعالجة الحوارية بين الحاسب الآلي و بين الشخص المستخدم .
- إتاحة إمكانية وجود روابط بين المعلومات و مواقعها الجغرافية .

الشكل رقم (٦) يوضح العلاقة بين هذه الخواص الرئيسة للبرامج التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية :



إضافة لتلك الخواص لابد من وجود وظائف تحليلية خاصة في البرامج التي تتعامل مع نظم المعلومات الجغرافية، لأن هذه الأخير لها ما يميزها عن غيرها من نظم المعلومات– كما موضح أدناه :

معايير اختيار برامج نظم المعلومات الجغرافية:

أولاً : تحديث و تحليل البيانات المكانية :

حيث أن التغير المستمر للمعلومات يتطلب أن يتم تحديث لهذه البيانات لذا لابد أن تكون للبرامج المستخدمة في هذا المجال القدرة على استقراء الملفات المختلفة بحيث تكون مرنة مما يساعد على خفض تكاليف إدخال المعلومات، كما لابد أن يكون لديها القدرة على التحويل النوعي لنظم الإحداثيات و التحويل بين مساقط الخرائط مما يسهل عملية مطابقة البيانات على الخرائط الأساسية، كما ينبغي توفر إمكانية مطابقة المواقع الجغرافية للمعلومات . و يفضل في هذا المجال النظم التي يتوفر فيها إمكانية معالجة المعلومات المكانية الخطية ، كما لابد من توفر خاصية مطابقة جوانب خرائط متعددة اللوحات و استحداث عناصر بيانية و تقليل و اختزال عدد من الإحداثيات على امتداد عنصر خطي ثم تبسيط و تنقيح خطوط الكنتورية مما يفيد في حالة تصغير الخرائط الأساسية .

ثانياً : وظائف تحليلية للمتجاورات :

و يقصد بالمتجاورات (**Neighbourhood**) العنصر الجغرافي المساحي و تهتم نظم المعلومات الجغرافية بأساليب التعامل مع المتجاورات كمساحات و علاقتها بالظاهرات الجغرافية كالنفط و الخطوط و المساحات. لابد أن تتوفر في البرنامج المستخدم أن تكون له القدرة على القياسات المكانية ،قياس المسافات و المساحات)، تحديد نطاق الظاهرة ، إجراء تحليل على معلومات شبكية، تحديد سرعات الظاهرة الديناميكية

(الكثبان الرملية مثلاً) ، البحث المكاني عن معلومة (مناطق تركز السكان مثلاً) ، ثم إظهار معلومات معينة تدعم اتخاذ القرار .

ثالثاً : تشكيل عرض البيانات و النتائج :

حيث لبد من توفر القدرة على عرض البيانات و التي لها الأثر البالغ في تقييم النتائج و الاستفادة منها، إضافة إلى طرق الرسم و الطباعة و مدى إمكانية التحكم فيها من حيث الشكل و الحجم و المواصفات الفنية .

رابعاً : تحديث و تحليل المعلومات الوصفية :

حيث تتوفر في نظم المعلومات الجغرافية إمكانية إجراء إضافات دورية على المعلومات الوصفية (**Attribute Data**) و تحديثها و إجراء عمليات التحليل و استحداث ملفات مما يجعلها مرنة ، كما يمكن إجراء استفسارات على البيانات مثل الحصول على متوسطات أو المعدلات الإحصائية .

خامساً : إجراء تحليل مدمج على البيانات :

و يعني إظهار فوائد ربط المادة العلمية بموقعها الحقيقي على سطح الأرض من حيث الاستعادة و الاسترجاع و مطابقة أكثر من ملف معلومات مع بعضها البعض .

سادساً : وظائف تحليلية مكانية :

حيث تتوفر إمكانية البحث المكاني و دراسة عنصر خطي داخل نطاق مساحي و دراسة عنصر نقطي داخل نطاق مساحي و تحليل بيانات طبوغرافية و تحليل بينات متداخلة مكانياً .

إن أنجح النظم اليوم هي تلك التي تجمع بين إمكانات معالجة البيانات الخطية (**Vector Data**) و البيانات المساحية (**Raster Data**) .

قائمة المراجع و المصادر:

- إبراهيم نقولا (١٩٨٢) : مساقط الخرائط ، سلسلة الكتب الجغرافية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .
- الزهراني، رمزي أحمد (١٩٩٢) : " نظم المعلومات الجغرافية : مكوناتها و بعض استعمالاته " سلسلة بحوث اجتماعية، معهد البحوث العلمية و إحياء التراث الإسلامي – جامعة أم القرى – مكة المكرمة ، العدد رقم ٢٧، ص ٢٩-٤٣ .
- محمد الخزامي عزيز (١٩٩٣) : " تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية و كيفية حصر عوامل التلوث في منطقة الخليج العربي "، مسابقة راشد بن حميد الثقافية – بحث منشور تحت إشراف جمعية أم المؤمنين النسائية ، عجمان .
- محمد الخزامي عزيز (١٩٩٨) : نظم المعلومات الجغرافية أساسيات و تطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف ، الإسكندرية .

- Aziz, Mohamed Ahmed (1994): Structure of GIS Teaching Programme at Qatar University, Salzburger Geographische Materialien Heft 21, Salzburg.
- Burrough, P.A. (1986): Principles of Geographical Information systems For Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford.
- Cowen, D.J. et al (1986): "Adding Topological Structure to PC-Based CAD-Data Base" A Paper Presented to the Second International Symposium on Spatial data handling.
- Brassel (1983): Grundlagen der Geoinformationssysteme, Karlsruhe.
- Crain, K. and McDonald (1984): From Land Inventory to Land Management Cartography, Clarendon Press, Oxford.
- Divine, H. and Field, R.C. (1986): "The Gist of GIS" in Journal of Forestry, No. 86, London. PP 463-73.

- Dueker, K. and Danie, L.K. (1989): Multi-purpose Caster Terms and Definitions" in Journal of American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.21, Boston, PP103-107.
- ESRI (1990): "History Background of GIS" ARC News, Summer Issue, London, Vol. 34, PP 54-63.
- EARSETL News, March, 1987, No. 31, P.100-140
- Guptill, S. (1988): "A Process for Evaluating GIS", USGS Open File Report by Coordinating Committee on Digital Cartography, Washington
- Morgen, I.I. (1991): "Remote Sensing Cartography in Arid and Semi-arid Regions" in Meissner, B. & Ripke, U. (edits) Examples of Remote Sensing Cartography in Arid and Semi-arid Regions, Berlin Geowissen Abh., Vol. 14, PP. 7-15, Berlin.
- Muller, J.C. (1991): "Generalization of Spatial Data Base" in Maguire et al (edit): Geographic Information Systems, Longman, London.
- Ozemoy, Smith & Skheman (1981): "Acquisition of Prototype Rules for Automated Map Generalization" in Dollinger, F. & Strobl, J. (edits): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, VI, Beiträge zum GIS-Symposium 6-8 July 1994, Vol. 21, PP 419-428.
- Parent, P. and Church, S. (1987): "Evaluation of Geographic Information Systems as Decision-making Tools", Proceedings of GIS Seminar No. 87, Fall, Boston.
- Parker, H.D. (1998): Unique of Geographic Information Systems, A Commentary Report, Photogrammatic Engineering and Remote Sensing Journal, No. 54, Dordrecht, Netherlands.
- Smith et al (1987): "Requirement and Principle for Implementation and Construction of Large Scale Geographic Information Systems" in International Journal of Geographic Information Systems, Vol. 64, PP 456-76.
- Zhon, Qiming. (1997): Geographic Information Systems, School Of Geography, University of New South Wales, Sydney, Australia.