الفصل التاسع

مفاهيم عامة عن نظم المعلومات الجغرافية

(٩,١) مقدمة

لقد أحدث التطور الكبير الذي شهدته العقود الأخيرة في ميدان المعلوماتية ثورة شاملة في مختلف ميادين الحياة، فبرزت المعلومات كأهم عامل على تنمية المجتمعات البشرية وتنمية مواردها الطبيعية. وتبيّن لجميع العاملين في مختلف حقول التنمية مدى أهمية توظيف المعلومات في تحقيق وتسريع عملية التنمية.

ولعل من أهم الأنظمة المعلوماتية التي ظهرت في أواخر القرن الماضي وساهمت مساهمةً عظيمة في تطوير أسلوب العمل في جميع الميادين المتعلقة بالأرض هي أنظمة المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS). إذ أصبحت تفي بأغلب متطلبات العمل المرتبط بالأراضي وما عليها، على مختلف الصعد وضمن مجالات في غاية التنوع والتباين.[١٣]

يعدُّ مصطلح النظام system من المصطلحات الشائعة الاستخدام في مختلف المجالات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية، وهو مصطلح مشتق أساسا من كلمة systema اليونانية التي تعني الكل المركب من عدد من الأجزاء.

ويعرف النظام بأنه مجموعة من العناصر أو الأجزاء المتكاملة والمتداخلة والتي يمكن من خلالها تشكيل برنامج (إجراءات وفعاليات) لتحقيق هدف معين.

(٩,٢) تطور ونشأة نظم المعلومات الجغرافية

إن اصطلاح " نظام معلومات جغرافي " هواصطلاح حديث نسبياً، وتعود أولى الأنظمة المعلوماتية الجغرافية إلى منتصف الستينيات من القرن.

وكان جهود لويس ألكسندر (Louis Alexandre Berthier) عام ١٧٨١م القائد العسكري والكارتوغرافي الفرنسي الذي رسم خارطة متعددة الطبقات المعلوماتية توضح تحركات القوات خلال حرب الانتصار، وهذا النمط للتمثيل الكارتوغرافي يشبه إلى حد كبيرما يتبع اليوم في تصميم قواعد المعلومات الجغرافية، وقد اتبع نفس أسلوب التمثيل على خرائط كمية ونوعية على هيئة طبقات معلوماتية Information layers وذلك في منتصف القرن التاسع عشر.[١٢]

يرجح ظهور مصطلح نظم المعلومات الجغرافية إلى مشروع نفذته إدارة الموارد بالحكومة الكندية والذي حمل اسم نظام المعلومات الجغرافي لكندا Canada Geographic Information System (CGIS) والذي بدأت الحكومة الكندية تنفيذه عام ١٩٦٣م بهدف تطوير نظام معلومات رقمي يقوم بتحليل الدراسات التي أجريت لمعرفة مدى صلاحية الأراضي الزراعية وأنواع الترابط وطبيعة الروابط البشرية والطبيعية وتأثيرها المتبادل ببعضها.

وفي ذات الفترة شرعت جامعة هارفارد Harvard University الأمريكية في تنفيذ تقنيتها الخاصة بإنتاج نظام معلوماتي والذي قام على تنفيذه هوارد فيشر عام ١٩٦٤م في المعمل الخاص الذي أنشأه وأطلق علية أسم معمل هارفرد لرسوم الكمبيوتر والتحليل المكاني Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis . قبل نهاية عقد الستينيات أنضم روجر توميلنسن Roger Tomlinson إلى مشروع نظام المعلومات الجغرافي لكندا وقد اعتبر انضمامه للمشروع بمثابة نقطة تحول في تاريخ نظم المعلومات الجغرافية كله حيث قام بوضع عدد كبير من الخوارزميات

المستخدمة في معالجة البيانات الجغرافية في صورتها الرقمية، ونتيجة لجهوده أصبح المشروع قيد العمل وقدم نتائجه لمتخذي القرار قبل نهاية عام ١٩٧١م.

وبينت نشرة علمية صدرت في الولايات المتحدة عن مؤسسة رعاية الأسماك والحياة البرية عام ١٩٧٧م أن عدد أنظمة المعلومات الجغرافية قد وصل إلى أكثر من ٥٠ نظاماً أغلبها مستخدم في مؤسسات حكومية وبعض الجامعات، بينما لم تستخدم هذه الأنظمة إلاّ في عدد قليل من المؤسسات التجارية؛ نظراً لارتفاع كلفتها. [١٣]

قبل نهاية عقد السبعينيات قام جاك دانجرموند Jack Dangermond بتأسيس شركته الخاصة التي حملت اسم معهد أبحاث النظم البيئية Environmental Systems Research Institute (ESRI) وهي الشركة الأكثر أهمية في تاريخ نظم المعلومات الجغرافية.

وفي نهاية السبعينيات بدأت مؤسسات حكومية وجامعية في أغلب الدول المتقدمة بتطوير أنظمة معلومات جغرافية بعد أن تطورت صناعة الحواسيب من حيث سرعة المعالجة وقدرتها على تخزين العدد الهائل من المعطيات والمعلومات، أضف إلى ذلك أن علوم المساحة التصويرية الجوية والاستشعار عن بعد والمعالجة العددية للصور قد لعبت دوراً هاماً في هذا الميدان إذ سهلت إعداد المعطيات المكانية (Spatial data) للتفاصيل الموجودة في منطقة من سطح الأرض، الأمر الذي سمح بتطوير وانتشار هذه الأنظمة على نحو واسع.

في السبعينيات انتشرت تقنية نظم المعلومات الجغرافية في الولايات المتحدة الأمريكية حيث استخدمتها الحكومة في إدارة الموارد الطبيعية وعمليات التخطيط فظهرت مشروعات مثل نظام المعلومات العام للتخطيط General Information System for Planning والذي نفذته وزارة البيئة بالحكومة الاتحادية، والمعلومات الجغرافية الآلية لماريلاند Maryland Automatic Geographic Information (MAGI) الذي نفذته حكومة ولاية ماريلاند.

اعتبر عقد الثمانينيات عقد التحول التجاري لنظم المعلومات الجغرافية حيث تأسست عدد من أكبر الشركات العاملة في مجال نظم المعلومات الجغرافية في هذا العقد. من هذه الشركات ماب إنفوMapInfo عام ١٩٨٥م، سمول ورلد Small World عام ١٩٨٨م، إي آر ماپر ER Mapper عام ١٩٨٩م. والتي استخدمت في ميادين عديدة كالدراسات البيئية والتخطيط العمراني وعلم الجيولوجيا والجغرافيا كما استخدمت لاستغلال الموارد الطبيعية وفي أنظمة المرور.[١٣]

أما عقد التسعينيات فقد تميز بشيوع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية حول العالم كله وظهور العديد من الشركات، كما ظهرت عدد من التقنيات المكملة لنظم المعلومات الجغرافية مثل نظام الموقع العالمي Global Positioning System (GPS) والاستشعار من بعد عالي الدقة المساحية High Resolution Remote Sensing.[٣٢]

(٩,٣) تعريف نظام المعلومات الجغرافي

لم يعد هناك مفهوم ثابت لنظم المعلومات الجغرافية، وذلك لتعدد المجالات التطبيقية التي تعتمد عليها، ولاختلاف وجهات النظر حول تحديد وتصنيف الأهداف التطبيقية لتلك النظم. وقبل استعراض بعض التعريفات يجب علينا أن نعرف الفارق بين نظم المعلومات (information system) ونظم المعلومات الجغرافية (geography information system)، حيث يقصد بنظم المعلومات: تلك القوة القادرة على جمع وإدارة المعلومات التي يحتاجها حل إحدى المشكلات لاتخاذ القرار، وعليه فقد أصبحت تمثل الأساس لكثير من الأعمال من أجل إنجاز أفضل وعمل أسرع وأدق. بمعنى آخر فانه يمكن القول إن المقصود بنظم المعلومات: تلك النظم التي يمكن تطبيقها في مجال الأعمال.

ويمكن تعريف نظام المعلومات الجغرافية بأنه مجموعة من العتاد والبرمجيات والأشخاص والبيانات المرتبطة بالموقع والتي تعمل معا بتكامل لتجميع وتخزين ومعالجة وعرض المعلومات المرتبطة بالموقع.[١٣]

وبصفة عامة هناك عدد من التعريفات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية يمكن من خلالها فهم معنى النظم بشكل أكثر دقة:

تعريف بورو(Burrough 1986): مجموعة من الأجهزة لجمع وتخزين واسترجاع وتحويل وعرض البيانات المكانية من العالم الحقيقي.

تعريف كاوون (Coween 1988): نظام لدعم القرار (Decision Support) الذي يشتمل على تكامل من البيانات المكانية والمرجعية الخاصة بحل مشكلة معينة.

تعريف الأنكلوسكسونية: إنها مجموعة من العمليات لاستقبال وترميز ثم حفظ فتحليل وتمثيل للمعطيات، ويرتبط بمجموعة الوسائل والبرامج والأجهزة التي تستند على قاعدة بيانات.

تعريف مؤسسة إيزري الأمريكية لنظم المعلومات الجغرافية: بأنها مجمع متناسق يضم مكونات الحاسب الآلي والبرامج وقواعد البيانات بالإضافة إلى الأفراد وفي مجموعة تقوم بحصر دقيق للمعلومات المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها.[٣١]

تعريف سميث (smith): مجموعة برمجيات تقدم للمحترفين توابع لتخزين واستخراج ومعالجة وإظهار المعلومات ذات المرجعية.

تعريف آرنوف (Arnoff): مجموعة برمجيات مستخدمة لمعالجة معطيات منسوبة جغرافيا إلى منطقة من سطح الأرض.

تعريف (DOE): نظام لتجميع وتخزين وضبط ومعالجة وتحليل وإظهار البيانات المنسوبة إلى مواقع على الأرض.

تعريف (Parker): تقنية معلوماتية لتخزين وعرض كل من البيانات الوصفية والمكانية.

أما الاختلاف في التعريفات فيمكن إرجاعها إلى تعدد التخصصات واختلاف نواحي التطبيق، وبهذا نجد نظم المعلومات الجغرافية تتميز بأن بياناتها ترتبط مكانيا بما يوفر مرجعية واقعية لأية معلومة موجودة بقاعدة البيانات داخل الحاسب، حيث تستخدم كلمة مكانيا Spatial كمرادف للمعلومات ذات الصبغة الجغرافية.[٣١]

(٩,٤) العلاقة بين GIS والكارتوغرافيا

يعدُّ الكارتوغرافيا (علم الخرائط) من أهم فروع علم نظم المعلومات الجغرافية والذي يهتم بالخارطة من حيث المحتوى والتمثيل والإنتاج. وتعد الخارطة الأداة الفعالة لدراسة العلاقات المكانية، ومن الوسائل المهمة لتخزين الكثير من البيانات، حيث إن الخرائط من أكثر المصادر الرئيسية لإثراء قاعدة البيانات الجغرافية.[٣١]

إن الكارتوغرافيا تشكل دوراً في إنجاح نظم المعلومات الجغرافية من خلال ما يلي:

• إن تمثيل المعلومات المكانية يخضع إلى أساليب فنية خاصة كالسمك والحجم والشكل واللون وطريقة الرسم وقواعد التوقيع المكاني بما يتفق مع محتويات الخارطة، والتي يجب الإلمام بها في مجال تنفيذ مشروع بنظم المعلومات الجغرافية.

• تؤدي المساقط دوراً مهماً في رسم الخرائط.

• تقدم الكارتوغرافيا حلولا لمعالجة قضية اختيار مقياس الرسم المناسب وطرق رسمه، وإخراجه. وإجراء عمليات الترميز والتعميم لأجل أن تتفق كثافة المعلومات مع حجم الخارطة.

• تعدُّ الألوان من أهم متطلبات البيانات في نظم المعلومات الجغرافية، فالكارتوغرافيا تتيح القواعد المناسبة لاختيار الألوان بما يتفق مع الموضوعات المختلفة، ويمكن تحديد أهم قواعد اختيار الألوان للخرائط من المدلول الطبيعي للألوان وحساسيتها ودرجة اللون.

• تهتم الكارتوغرافيا بقواعد الإخراج الفني للخرائط وتحديد الشكل الأنسب لمفتاح الخريطة ومكانه الصحيح، وشكل ومكان مقياس الرسم واتجاه الشمال الجغرافي الحقيقي وشكل الإطار والموقع الأفضل لعنوان الخارطة، وهذه القواعد الفنية تعد من أهم متطلبات عرض المعلومات الخرائطية في نظم المعلومات الجغرافية.

• يعدُّ الترميز Symbolization من أهم عناصر الخارطة الذي يهتم به الكارتوغرافي وخاصة من حيث أنواع الرموز، وعليه فإن نظم المعلومات الجغرافية تستمد أسس اختيار ورسم الرموز من الكارتوغرافيا.[١٢]

(٩,٥) أهمية نظم المعلومات الجغرافية

يمكن بصفة عامة أن نلخص أهمية نظم المعلومات الجغرافية وما يمكن أن تقدمه لنا في عدة نقاط أساسية هي ما يلي:

• سهولة العمل وتوفير الوقت.
• الدقة والسرعة.
• إمكانية التحديث والإضافة أوالحذف في أي وقت.
• الموضوعية والوضوح الكامل.
• إمكانية التحليل والقياس من الخرائط وإجراء الجوانب والعمليات الإحصائية.
• الربط بين المعلومات المختلفة المصدر.

• التغطية والتداخل مع استخدام الخرائط ، بمعنى أنه يمكن وضع عدد كبير من الخرائط الموضوعية فوق بعضها البعض.

• التنبؤ والتوقع المستقبلي.

• الإضافة والخلق والابتكار.

• تطبيقي تنفيذي عملي يتعلق بأمور التخطيط والتطوير والتنمية للمجتمعات على مختلف أنواعها ومستويات تقدمها.

(٩,٦) المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية

يتكوّن أي نظام معلومات جغرافي من مجموعة العتاد والبرمجيات والبيانات والعناصر البشرية التي تعمل على استثمار النظام وتطويره، ومن الخطأ اعتبار نظام معلومات جغرافي مجرد برمجية تستخدم لغرض محدد (الشكل ١٠٩)، فنظام معلومات جغرافي لا يكتمل إلاّ بوجود العناصر التالية:

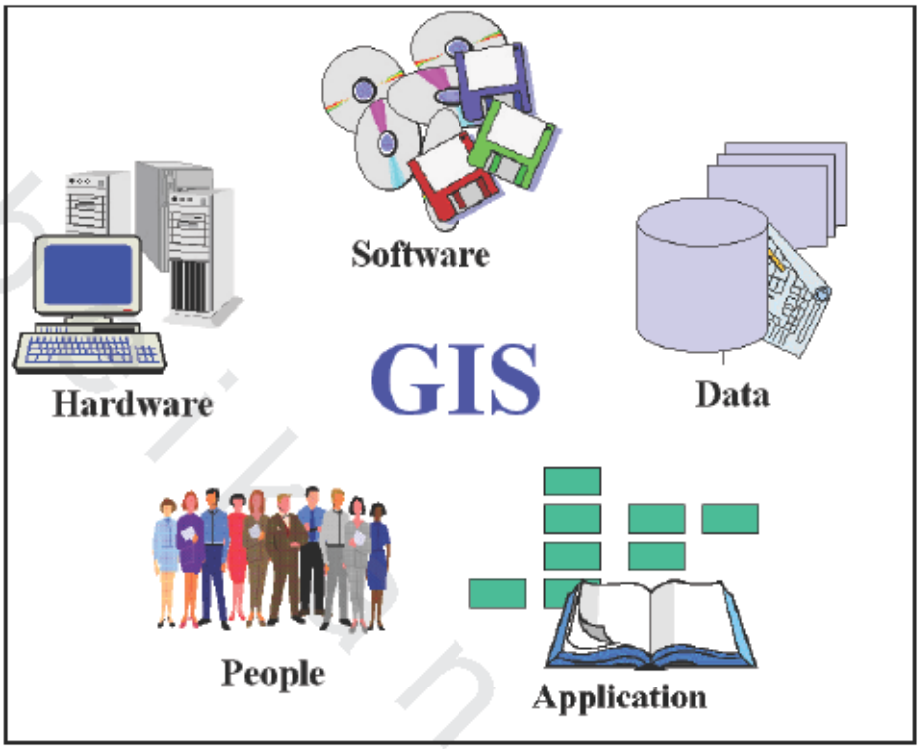
• العتاد (Hand ware).

• البرمجيات (Software).

• البيانات (المعطيات) (Data) .

• العناصر البشرية (Live ware) .

• التطبيقات (Application) .

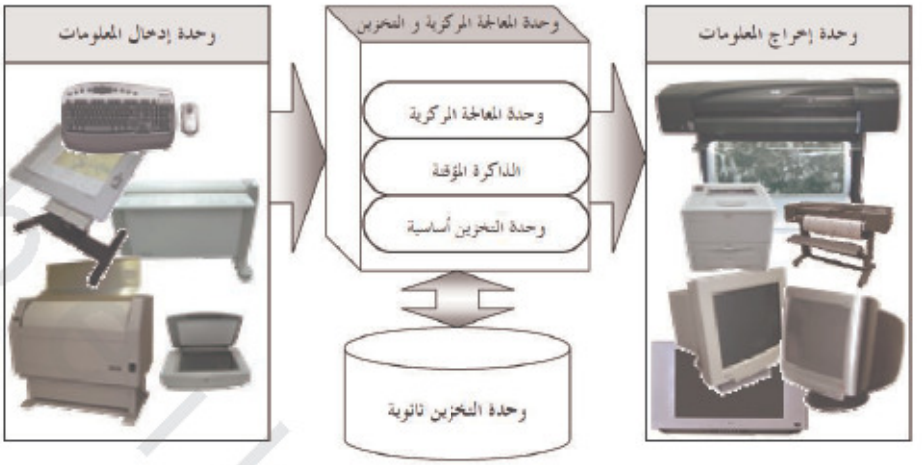


الشكل (١٠٩). المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية.

(٩,٦,١) العتاد

تتمتع الحواسيب المستخدمة في أنظمة المعلومات الجغرافية بسرعة معالجة عالية وبقدرة كبيرة على التخزين نظراً للكمية الهائلة من البيانات أوالمعطيات المطلوبة للاستثمار الأمثل لهذه الأنظمة، إضافة إلى أن الاستخدام الكبير للخرائط يتطلب قدرة إظهار عالية لهذه الحواسيب.

ينقسم العتاد إلى أجهزة إدخال، وأجهزة عمليات، وأجهزة إخراج. (الشكل ١١٠) ورغم هذا التقسيم والتحديد إلا أنه يجب الذكر أن مجموعة الأجهزة تتكامل مع بعضها لتؤدي مهام معينة محددة، كما أن البعض منها يمكن إدراجه في أكثر من تقسيم، حيث يتكرر في أكثر من قسم.



الشكل (١١٠). المكونات الأساسية للحاسب.

يمكن تعريف أجهزة الإدخال ووسائل جمع المعلومات: بأنها مجموعة من الأجهزة والآلات والأدوات التي تقوم بعملية جمع وإدخال البيانات والمعلومات لأجهزة الحاسب الآلي وتشمل:

- أجهزة المرقم Digitizer.
- أجهزة الماسح الضوئي Scanners .
- لوحة مفاتيح الحاسب الآلي Keyboard.
- الفأرة Mouse.
- وسائل التخزين Disks.
- أجهزة تحديد المواقع GPS.
- المحطة المساحية الشاملة Total station.
- المنظار الليزري Laser Binoculars.
- الكاميرا الرقمية Digital Camera.
- القلم الضوئي Light Pen.

وسوف نقوم بشرح بعض الأجهزة المهمة في نظم المعلومات الجغرافية.

أجهـــزة المـــرقم: عند وجود مصادر تخطيطية للمعطيات كالخرائط والمخططات الطوبوغرافية والعقارية والهندسية والمستندات الورقية التي تحوي معلومات تلبي متطلبات وحاجة قواعد المعطيات المكانية في أنظمة المعلومات الجغرافية، فإنه يمكن تحويل هذه المعطيات إلى ملفات عددية؛ وذلك باستخدام جهاز المرقّم (digitizer)، ونقول إننا نقوم بعملية ترقيم عددي أورقمي (digitizing) لهذه المصادر، وتكون نتيجة هذه العملية تخزين إحداثيات نقاط كافة التفاصيل المرسومة على هذه المصادر التخطيطية ضمن جملة إحداثيات نسميها جملة إحداثيات المرقّم.

يتألف المرقّم من لوحة رسم خشبية بداخلها شبكة إلكترونية متعامدة، وتشكل هذه الشبكة جملة إحداثيات (x ، y)، فإحداثيات نقاط تقاطع هذه الشبكة تكون معرفة بهذه الجملة المسماة بجملة إحداثيات المرقّم، وتتصل هذه اللوحة بالحاسب الآلي بكابل، ويمكن تحريك على سطحها فأرة مزودة بعدسة تحوي شعيرتين متعامدتين متقاطعتين، تسمى الفأرة عادة بالمنزلقة (cursor) وهي متصلة بالشبكة الإلكترونية للوّحة. إن حركة المنزلقة عبر الشبكة تولد شارة إلكترونية تعرّف موقع نقطة تقاطع الشعيرتين على هذه الشبكة أي إحداثياتها (x ، y) في جملة إحداثيات المرقّم ويتم نقل هذه الشارة إلى الحاسوب الذي يسجل إحداثيات النقطة. تثبت الخريطة أوالمستند على سطح لوحة المرقّم، ويتم عادة اختيار النقطة التي تقع على يسار وأسفل اللوحة كمبدأ لجملة إحداثيات المرقّم وتنقل إحداثياتها إلى الحاسوب، بعد تطبيق تقاطع الشعيرتين على هذه النقطة والضغط على مفتاح خاص بالمنزلقة، (الشكل ١١١).

الشكل (١١١) أجهزة الرقم.

أجهزة الماسح الضوئي: يمكن تحويل معطيات المخططات الطوبوغرافية والعقارية الورقية والمخططات الهندسية وكل المستندات الورقية إلى بنية عددية بطريقة المسح الرقمي باستخدام أجهزة تسمى الماسحات Scanners، ومن مزايا هذه الطريقة أنها تسمح بعملية التحويل هذه بسرعة كبيرة، بالمقارنة مع عملية التحويل اليدوي المتعبة والطويلة بطريقة الترقيم.

وتنجز الماسحات هذا التحويل بقياس كمية الضوء المنعكس من الخريطة أوالمستند وترميز المعلومات الواردة في الخريطة أوالمستند ضمن خلايا صغيرة هي عناصر الصور (Pixels). فمختلف السطوح الصغيرة في الخريطة أوالمستند ستعكس الضوء بنسبة تتفاوت حسب درجة اللون لسطح الخريطة.[١٣]

ويوجد نوعان من الماسحات الضوئية، النوع الأول الخريطة تكون ثابتة وآلة المسح هي التي تتحرك باتجاه X، Y ويستخدم هذا النوع عادة للخرائط القديمة التي يخشى تلفها وتمزقها، أما النوع الثاني آلة المسح تتحرك باتجاه X والخريطة يتم سحبها بواسطة اسطوانات باتجاه Y، (الشكلان ١١٢،١١٣).

الشكل (١١٢). ماسح ضوئي يتم فيه سحب بواسطه أسطوانات.

الشكل (١١٣). ماسح ضوئي ـ(الخريطة ثابتة).

obeikandl.com

أجهزة الحاسب: ويقصد بها أجهزة الحاسب الآلي التي تتم بها عمليات إدخال البيانات والتعامل معها وإدارتها وعرضها وتحليلها إلى آخر مجموعة العمليات التي يمكن أن تتم داخل وحدة الحاسب، ويختلف الحاسب الآلي من حيث حجمه وإمكانياته إلى الأقسام التالية:

- أجهزة الحاسب العملاقة super computer.
- أجهزة الهيكل الرسمي Main Frame.
- محطات العمل Workstation.
- الحاسب الشخصي Personal Computer .

وعلى سبيل المثال نورد الحد الأدنى من المواصفات المطلوبة لجهاز الحاسب الذي يلزم لتشغيل برنامج Arcinfo كما بالجدول (١٥).

الجدول (١٥). المواصفات المطلوبة لبرنامج Arcinfo.

Platform	PC-Intel
Operating System	Home ، Business ، Enterprise ،Windows Vista (Ultimate Windows XP (Home ، Windows 2000 ،Premium) ، or Windows 7 (Ultimate ،Edition and Professional) Home Premium) ،Professional
Memory	1 GB RAM
Processor	1.6 GHz

obeikandl.com

أجهزة الإخراج :يقصد بأجهزة الإخراج مجموعة الأجهزة والوحدات التي يمكن عن طريقها إخراج (رسم وطبع وحفظ) الأشكال والرسومات والخرائط. وتتعدد هذه الأجهزة بتعدد المهام وأشكال الإخراج التي تتم من الحاسب الآلي ليعطي الصورة والشكل النهائي لمجموعة العمليات التي بدأت بإدخال البيانات ومرت بإدارتها والتعامل معها والتغيير فيها أو إعادة صياغتها وانتهت بإخراجها في أي من الصور التي سبق عرضها. وبهذا فان عملية الإخراج تمثل المرحلة النهائية في مجموعة عمليات نظم المعلومات.

وفيما يلي عرض موجز لأهم أجهزة الإخراج

- الراسم الآلي **Plotter** كما في الشكل (١١٤).
- الطابعة **Printer** كما في الشكل (١١٥).
- الشاشة **Monitor**

الشكل (١١٤). راسمة

الشكل (١١٥). طابعة

(٩,٦,٢) البرمجيات

يستدعي بناء واستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية تأمين برمجيات خاصة تسمح بجمع ومعالجة وتحليل وإظهار البيانات المكانية والوصفية (الغرضية).

والبرمجيات هي مجموعة البرامج التي يتم من خلالها التعامل مع الأجهزة والمعلومات، فهي تستقبل البيانات والمعلومات والأوامر، وتقوم بتشغيل المعدات والأجهزة، وتعطي الفرصة للتحكم في البيانات وإدارتها وتحليلها وتحويلها إلي أشكال ورسومات وخرائط وتحدد شكل وطريقة إخراجها.[١٥]

وتتكون البرامج في نظم المعلومات الجغرافية من البرامج التشغيلية والتطبيقية والتحويلية وغيرها من البرامج ذات العلاقة بالتطبيقات الجغرافية التي من الممكن إضافتها إلى النظام عند الضرورة والحاجة إليها.

وفيما يلي نسرد أهم برامج الحاسب المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية:

obeikandi.com

مجموعة برامج (ARC/INFO): وتنتجها شركة (ESRI) وتعد هذه البرامج من أهم البرامج المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية، وتضم أجزاء عديدة كل منها يختص بجانب معين من العمل فمنها:

- ArcInfo
- ArcGIS 3D Analyst
- ArcGIS Data Interoperability
- ArcGIS Geostatistical Analyst
- ArcGIS Network Analyst
- ArcGIS Publisher
- ArcGIS Schematics
- ArcGIS Spatial Analyst
- ArcGIS Survey Analyst
- ArcGIS Tracking Analyst
- ArcScan for ArcGIS
- Maplex for ArcGIS

وكما هوواضح فإن البرامج والمجموعة التي يتضمنها تعطي جميع أنواع التطبيقات المطلوبة في نظم المعلومات الجغرافية.

برنامج ER Mapper: ويستخدم هذا البرنامج بالدرجة الأولى في تحليل صور الاستشعار عن بعد أوالصور الجوية وإنتاج الخرائط المختلفة منها ويعمل أساساً بطريقة Raster وإن كان يمكنه التحويل من Raster إلى Vector. كما يمكنه الربط وتبادل المعلومات مع البرامج الأخرى وأفضل استخداماته هوتحليل وإدارة الموارد الأرضية.

برنامج ERDAS IMIGING: ويستخدم كذلك في عمليات تحليل الصور الجوية وصور الاستشعار عن بعد حيث يعمل أساسا بطريقة الصورة (Raster) تنتجه مؤسسة نظم تحليل بيانات المصادر الأرضية (Earth Resoure Data Analysis Systems) ويمكن من خلال هذا البرنامج استخدام البيانات المسجلة بواسطة أجهزة الاستشعار عن بعد في خلق نظم معلومات جغرافية، ويسهل هذا البرنامج عمليات التعامل مع المرئيات

الفضائية وتحويل بياناتها إلى معلومات رقمية واستخدامها في صنع نظم المعلومات الجغرافية ويمكنها التعامل مع برامج أخرى في تحويل بياناتها مثل برنامج (Arc Info).

برنامج GeoMedia professional: يعتبر برنامج GeoMedia من أكثر برامج الـ GIS الشائعة المستخدمة حالياً. حيث طور هذا البرنامج ودعم من قبل شركة Intergraph.

برنامج MAPPING, Intergraph: ويتميز البرنامج بالتعامل مع الخرائط الرقمية ويعمل على تحليل الصور الجوية والاستشعار عن بعد والخرائط التي يتم عمل مسح ضوئي لها. وفي إنشاء قواعد البيانات وإنشاء الخرائط الموضوعية وتحليل واختيار البيانات والتعامل معها.

برنامج (Map Info Professional): وهو برنامج من إنتاج شركة (Map Info) الأمريكية وللبرنامج القدرة في إجراء التحليل الإحصائي وتمثيل نتائجه في رسومات بيانية مختلفة على الخرائط وكذلك للبرنامج قدرة في إعادة تشكيل الظواهر ونقلها وحذفها ونسخها وذلك باستخدام نظام البيكسل.

(٩,٦,٣) البيانات (المعطيات)

تتنوع البيانات تنوعاً واسعاً ؛ نظراً لتنوع مصادرها، ولشمولها معظم المجالات التي تتعلق بالأرض والموارد والسكان والعمران والنقل والمواصلات والمشكلات والكوارث، بالإضافة إلى حاجة الإنسان لبعض الجوانب التي تعكس متطلبات حياته، أولها اتصال بعمله أودراسته أوبحوثه وحاجاته المختلفة.

إن أهمية وفائدة أي نظام معلومات جغرافي تتعلقان بكمية ونوعية البيانات (المعطيات) المخزنة فيه، وتعتبر البيانات القسم الأكثر كلفة من النظام حيث تبلغ تكلفتها من ٦٠ - ٨٠٪ من تكلفة النظام، ويتوقع أن تقل كلفة تجميع البيانات المكانية مع الزمن نظراً لتطور التقنيات الخاصة بجمع هذه البيانات وتحديثها وخاصة عند استخدام طرق الاستشعار عن بعد، ومما ينقص كلفة تجميع البيانات بشكل عام التعاون والتنسيق بين مختلف مستخدمي النظام.

يجب التمييز بين نوعين من البيانات أوالمعطيات في أنظمة المعلومات الجغرافية: البيانات المكانية (Spatial data) وهي مرتبطة بمواقع ضمن مرجعية مكانية أوجغرافية أي مرتبطة بجملة إحداثيات جغرافية أومستوية، والبيانات الوصفية أوالغرضية (Attribute data) وهي التي تعبّر عن صفات الحقائق وهي مرتبطة بالبيانات المكانية.

إن مصادر المعطيات المكانية في أنظمة المعلومات الجغرافية هي:

١ - الخرائط المطبوعة.
٢ - الصور الجوية.
٣ - صور الاستشعار عن بعد.
٤ - المخططات العقارية.
٥ - المخططات الطوبوغرافية.
٦ - الشبكة الجيوديزية وشبكة المضلعات في المنطقة.
٧ - القياسات الحقلية المساحية.

إن البيانات الغرضية يمكن تصنيفها بصنفين: بيانات نوعية (qualitative)، كاسم منطقة عقارية، اسم مالك عقار، حالة عقار ...إلخ، وبيانات كمية (quantitative)، كعدد السكان، نسبة الرطوبة، تحمل التربة، عمق المياه الجوفية، المنسوب الوسطي لنهر ...إلخ.

ويجب ألاّ يغيب عن البال أن موثوقية ودقة هذه البيانات هي العامل الحاسم في نجاح أي مشروع نظام معلومات جغرافي، كما أن كميتها وسعتها مهمة جداً للوصول إلى استثمار أمثل لهذه الأنظمة.

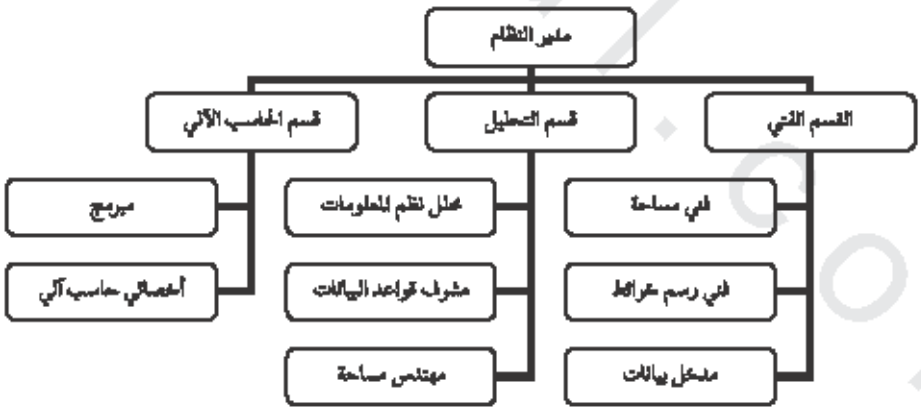
(٩,٦,٤) العناصر البشرية

إن تأسيس وتشغيل نظم المعلومات الجغرافية يحتاج لعدد من الكوادر البشرية المؤهلة؛ وذلك لحاجة النظام للمخلفيات العلمية بهدف تصنيف وتجهيز المعلومات المختلفة ومن ثم إدخالها إلى النظام، وأهمية تأهيل الكوادر البشرية لا يقل عن تأمين

المتطلبات الفنية حيث يمثل كل من المتطلبات البشرية والمتطلبات الفنية ١٥٪ من قيمة النظام المادية. واعتماد نظام هيكل تنظيمي إداري خاص بكل نظام معلومات جغرافي يعتمد على حجم وتطبيقات هذا النظام، حيث لابد أن تتوفر التخصصات الإدارية إلى جانب التخصصات الفنية في الهيكل التنظيمي، (الشكل ١١٦).

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

- مدير النظام System Manager.
- محلل نظم المعلومات الجغرافية GIS Analyst.
- مشرف قواعد البيانات Database Administrator.
- فني رسم الخرائط Cartographer.
- مبرمج Programmer.
- أخصائي حاسب آلي Computer Specialist.
- مهندس مساحة Surveyor.
- مدخل بيانات Data Operator .



الشكل (١١٦). مخطط يبين المتطلبات البشرية.

ويعدُّ غياب الفنيين أحد أهم معوقات استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية في العديد من الجهات المهتمة بهذه الأنظمة وهذا ما دفع عدداً من الجامعات والمعاهد إلى اعتماد مقررات لتأهيل خريجيها وإعطائهم الخلفية اللازمة في هذا المجال.

(٩,٦,٥) التطبيقات

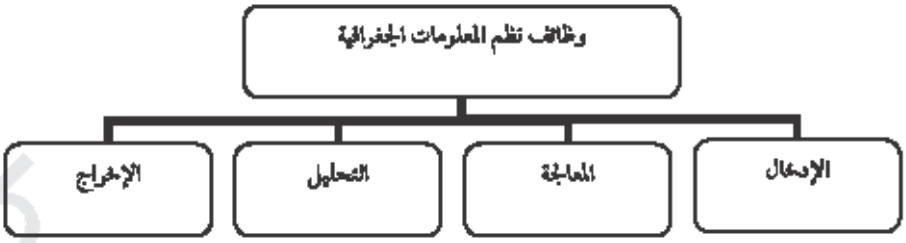
إن تعدد وتنوع مجالات استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية، جعل من غير الممكن اعتماد برمجية عامة موحدة تلائم جميع الاستخدامات الممكنة للنظام، مما يستدعي غالباً وضع تطبيق اعتماداً على برمجية معينة مستخدمة لملاءمتها لغرض معين ويدرج البعض هذه التطبيقات ضمن مكونات نظام المعلومات الجغرافي.

(٩,٧) وظائف نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

لكي تؤدي نظم المعلومات الجغرافية وظائفها لابد أن تتوفر لها برامج تشغيلية وتطبيقية وتحويلية وغيرها، بالإضافة إلى مكونات الحاسب الآلي (المعدات)، وقواعد للمعلومات البيانية والجغرافية لاستخراج ورسم وتحليل معلومات جغرافية ذات مرجع أرضي (Georeferenced) من قبل المتخصصون لتحقيق أهداف ومتطلبات معروفة مجددة من قبل المستخدمين، (الشكل ١١٧).

ويمكن تقسيم وظائف نظم المعلومات عادة إلى أربع مجموعات رئيسة وهي:

- الإدخال input.
- المعالجة manipulation.
- التحليل (تحليل الخارطة map analysis، تحليل البيانات data analysis).
- الإخراج output.



الشكل (١١٧). وظائف نظم المعلومات الجغرافية.

(٩,٧,١) إدخال البيانات المكانية

يركز هذا الجزء على عمليات إدخال البيانات للحاسب الآلي(Entering the Spatial Data)، وتشتمل عادة على جمع المعلومات والتأكد من صحتها، وإعادة تحريرها بعد التدقيق، ويقصد بعملية الإدخال جميع العمليات المتبعة في إدخال البيانات بأنواعها المختلفة إلى الحاسب الآلي عن طريق تحويلها من الأشكال الموجودة عليها إلى أشكال أولغة رقمية يمكن للحاسب الآلي أن يفهمها ويتعامل معها.

وتختلف نوعية البيانات والمعلومات التي يتم التعامل معها في نظم المعلومات الجغرافية ؛ تبعاً للزاوية التي ينظر من خلال إلى هذه البيانات:

- بيانات اسمية qualitative.
- بيانات كمية quantitive.
- بيانات رقمية numerical.
- بيانات رسومية graphical.
- بيانات جغرافية geographical .

(٩,٧,٢) معالجة المعلومات المكانية وتصحيحها

إن فعالية المعالجة المعلوماتية تستند بشكل كبير على نموذج المعطيات المعتمد في وصف المكونات المكانية، أي على الخواص الطوبولوجية للمعلومات المكانية، كما أنها تعتمد على توفر التوابع التي يمكنها معالجة العلاقات المكانية في أنظمة المعلومات الجغرافية.

فمن الواقع أوالحقيقة المتواجدة على سطح الأرض يتم الانتقال إلى المعطيات بواسطة قياسات، ليصار إلى انتقائها ومكاملتها وفق نماذج رياضية، وبعمليات تحليل وتركيب يصبح بالإمكان محاكاة الواقع، وبعد ذلك يمكن تطبيق مقارنات وتقييمات واستنتاج معلومات توصلنا إلى القرار[١٣].

(٩,٧,٣) تحليل البيانات

تتضمن أنظمة المعلومات الجغرافية مجموعة من التوابع التي تعتمد على المعطيات المكانية والعلاقات أوالروابط الطوبولوجية ما بين مختلف المكونات المكانية، ويمكن الاستفادة من المعطيات الفرضية بغية تزويد المستثمر بالمعلومات التي تساعده بشكل كبير في عمليات التخطيط والإدارة والتنظيم الأمثل لمختلف الفعاليات الخدمية، كما تمكنه من الحصول على إجابات لاستفسارات عديدة وعلى اتخاذ القرارات الصحيحة.

تؤمن هذه التوابع تداول المعطيات والتحليل المكاني لها وإظهار النتائج لمواضيع في غاية التنوع والتباين يطرحها مستثمر النظام.

تختلف التوابع النوعية المتوفرة في أنظمة المعلومات الجغرافية من نظام لآخر، لكنّها جميعاً تؤمن التحليل المكاني والحاسوبي وتخزين واسترجاع وإظهار الحلول الممكنة.

وسنستعرض فيما يلي التحاليل الممكنة في أنظمة المعلومات الجغرافية:

التحليل المكاني ويتضمن: توابع وعلاقات القرب (مناطق حرم)، علاقات التجاور والوصل، علاقات التقاطع أوالتغطية، علاقات الاجتماع والإكمال، علاقة الانتماء.

- تحليل البيانات الوصفية.
- التحليل المكاني والوصفي.
- التحليل الإحصائي.

(٩,٧,٤) إخراج البيانات

إن الهدف الأساسي من أي نظام هوالحصول على المخرجات كالمخططات والتقارير والخرائط ، ولعل أهم مخرجات نظم المعلومات الجغرافية :

- الخرائط.
- الأشكال والرسوم.
- الجداول والاستعلامات.
- النصوص الكتابية(تقارير).

(٩,٨) الاستفسارات في أنظمة المعلومات الجغرافية

إن أهم ما يميز نظم المعلومات الجغرافية هوإمكانية الاستفسار على اختلاف أنواعه، ويمكن فيما يلي سرد أنواع الاستفسارات التي يمكن أن ينجزها نظام معلومات جغرافي :

١- الاستفسار عن الموقع (Location question) : حيث يتم الاستفسار عن المواصفات الخاصة بموقع معين والبيانات المرتبطة به ، كأن نسأل مثلاً عن عدد سكان بلدة أونوع التربة في موقع معين ، ويمكن تلخيص هذا النوع من الاستفسار بعبارة " ماذا يوجد في الموقع التالي. "What is at . . ?".

٢- الاستفسار الشرطي (Condition question) : وهوعكس الاستفسار السابق حيث يطلب إيجاد الموقع أوالمواقع التي تتحقق فيها شروط معينة كالاستفسار مثلاً عن المواقع التي يزيد معدل الهطول المطري السنوي فيها عن ٢٠٠ مم.

ويدعى هذا النوع من الاستفسار بالتقاطع (Intersection) ، عندما يشمل تحقيق عدة شروط معاً لمعطيات أوبيانات مختلفة كأن يطلب مثلاً إيجاد المواقع التي يزيد معدل الهطول المطري السنوي فيها عن ٢٠٠ مم وتكون تربتها غضارية ولا يزيد ارتفاعها عن سطح البحر أكثر من ٣٠٠ مم ؛ بهدف تحديد المناطق الصالحة لأحد أنواع

المزروعات مثلاً، فالاستفسار في هذه الحالة يشمل تقاطع عدة مجموعات حيث تتمتع كل مجموعة بخاصة معينة.

ويمكن تلخيص هذا النوع من الاستفسار بعبارة " أين يتحقق ما يلي . . . ؟ ." Where is it..?".

٣- الاستفسار عن المسارات (Routing): حيث يتم الاستفسار عن أفضل أوأقصر أوأسرع مسار ما بين موقعين أوعدة مواقع، كالاستفسار مثلاً عن أقصر طريق من نقطة إلى أخرى في مدينة، أوالاستفسار عن أقصر طريق بين موقع حادث ووحدة طبية.

ويمكن صياغة هذا الاستفسار على النحوالتالي: "ما هوأفضل مسار بين.. ؟" (" What is the best way . . . ?").

٤- الاستفسار عن التغيرات (Trend question): حيث يتم الاستفسار عن التغيرات التي تحدث في المواقع مع مرور الزمن، كالاستفسار مثلاً عن الأراضي التي كانت مروية ومثمرة زراعياً عام ١٩٨٠ والتي لم تعد مستثمرة زراعياً عام ١٩٩٠، فالجواب على هذا الاستفسار يكون بتحديد المواقع التي حدث تغير في طريقة استخدامها بين عامي ١٩٨٠م و١٩٩٠م؛ وذلك لغرض مراقبة تملح الأراضي المروية مثلاً.

يمكن صياغة الاستفسارات من هذا القبيل بالسؤال التالي: " ما الذي تغير منذ . . . ؟ " (" What has changed since . . .?").

٥- الاستفسار عن الأنماط (Patterns question): ويتضمن هذا الاستفسار مقارنة لتوزع الظواهر مكانياً بغية فهم العلاقة بين هذه الظواهر، كأن يراد الاستفسار عن علاقة انتشار مرض ما بالقرب من المواقع الصناعية، فيجري إسقاط توزع الظاهرة (انتشار المرض) مكانياً على الخرائط ومقارنة هذا التوزع، بتوزع المناطق الصناعية، وكمثال على ذلك أيضاً الاستفسار عن علاقة انتشار حبة الليشمانيا بالمصادر المائية (الآبار مثلاً) التي تستخدم في المنطقة.

إن هذا النوع من الاستفسارات وتطبيق عمليات التحليل المكاني عليها مستخدم بشكل واسع في الدراسات البيئية والاجتماعية والتخطيطية، ويمكن صياغتها بالعبارة: " ما هو نمط توزع الظاهرة التالية . . . ؟ " (What is the pattern . . . ?).

٦- الاستفسار بالنمذجة (Modeling): يطلب في هذا النوع من الاستفسارات تحديد النتائج الناجمة عن تطبيق نموذج أوعدة نماذج على موقع، كالاستفسار عن المناطق التي ستغمر بالمياه إذا ما ارتفع منسوب أحد الأنهار بمقدار 1 m أوإذا هبت عاصفة بشدة معينة بعد وضع نموذج لهذه العاصفة بشدة معينة محددة (نمذجة العاصفة)، والجواب على هذا الاستفسار هوتحديد المواقع المتأثرة بالفيضان أوبالعاصفة المطرية وفق النموذج المحدد.

وكمثال آخر على هذا النوع من الاستفسار، تحديد الأجزاء من العقارات التي يجب استملاكها، فيما لواعتمد تصميم معين لمسار طريق، والنموذج هنا هوالطريق المقترح، هذا ويمكن في هذه الأنواع من الاستفسارات تجريب عدة نماذج كتجريب عدة خيارات لمسار الطريق بغية إيجاد المسار الأنسب من حيث الاستملاكات، ويصاغ هذا النوع من الاستفسارات عادة بالعبارة " ماذا لو. . . ؟ " ("What if...?") .

إن كل الاستفسارات السابقة والتحليل المرتبط بها للحصول على الإجابات لا تكون ممكنة إلا بوجود ربط مكاني للمعطيات (البيانات) وفق مرجعية جغرافية واحدة، وهذا ما يميز نظام معلومات جغرافي عن غيره من الأنظمة المعلوماتية التي تستخدم مفهوم الربط المكاني.[١٣]