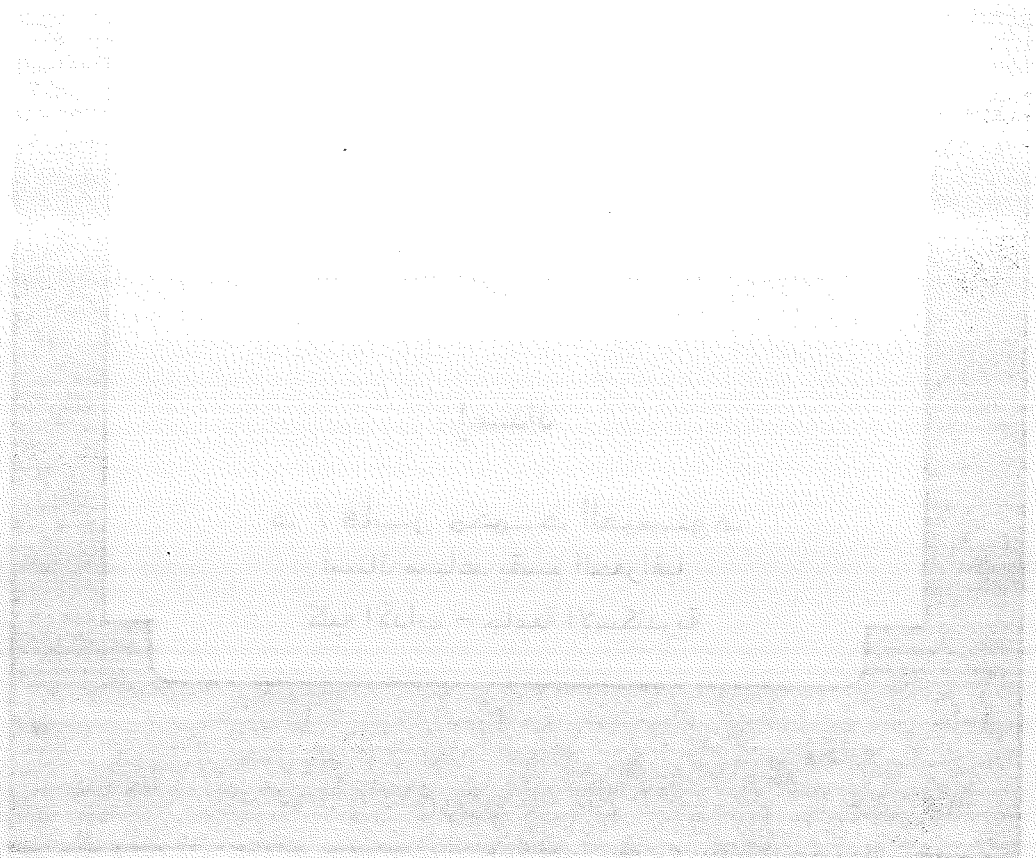
البحث
٦

نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الكارتوجرافى

إعـداد

د / فايـز محمـد العيسـوى
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا
كلية الآداب – جامعة الإسكندرية



بسم الله الرحمن الرحيم

نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الكارتوجرافى

مقدمة:

إن التوسع فى إستخدام الحاسب الآلى وتزايد إستخدام نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (G. I. S) فى الجامعات الغربية مع نهاية العقد الثامن من القرن العشرين يعد من مظاهر الاتجاهات الحديثة فى الجغرافيا.

وأبسط تعريف لنظم المعلومات الجغرافية هو أنه "طريقة لترتيب البيانات الجغرافية المختزنة فى الحاسب الآلى "الكمبيوتر" بإستخدام معدات "Hardware" أو برامج "Software" مخصصة لإنجاز وحفظ واستخدام البيانات الجغرافية والخرائط. وهو سلسلة من العمليات تبدأ من تخطيط الملاحظات وجمع البيانات وخزنها وتحليلها وأستخدامها للحصول على معلومات وخرائط عديدة تساعد المخططين والمسئولين فى صنع قراراتهم وهذا يعد طفرة هائلة وحديثة فى التقدم العلمى الجغرافى.(١)

تطور نشأة نظم المعلومات الجغرافية :

كان للتطور الكبير فى التصوير الجوى وإستخدام الكمبيوتر والإستشعار من البعد ورسم الخرائط أثره الواضح فى ترسيخ قواعد نظم المعلومات الجغرافية والتى بدأت مع الستينيات من القرن العشرين. وحيث إن الأطار الجغرافى للمعلومات يضم بين ثناياه عدة فروع من المعلومات الإنسانية، فقد وجد الباحثون ومديرو الموارد والمخططون ضالتهم فى الحصول على ما يحتاجوا إليه من معلومات متكاملة من عدة مصادر تفيدهم عند إعطاء قرارات تنفيذية، ومن ثم ظهرت الحاجة إلى تجهيز هذه البيانات وإعدادها وتحليلها لإعادة إستخدامها عند الحاجة. من هنا نشأت نظم المعلومات الجغرافية، وقد ساعدت عدة عوامل على هذه النشأة منها :

- التقدم الهائل والسريع فى نظم المعلومات.
- الثورة الكمية فى التحليل المكانى.

- تقدم أساليب رسم الخرائط.

هذه التطورات كانت حاسمة وساعدت الجغرافى - بطرق وأساليب عديدة - على توسيع مداركه وتغيير أسلوب معالجته لموضوعات دراسته. وبدأت هذه التطورات السريعة تؤتى ثمارها فقد تم إعداد وخزن تقارير هامة مثل تقرير هيئة الصحة العامة الأمريكية عن جودة المياه فى عام ١٩٦٤.(٢) فى الوقت نفسه إستخدم مكتب التعداد الأمريكى الكمبيوتر فى إعداد وإنتاج بيانات تفصيلية عن السكان. كما كان لجامعة هارفارد Harvard الأمريكية أثرها فى تطوير رسم الخرائط بالكمبيوتر وإبتكار نظم حديثة للرسم Symaps .(٣) ومع بداية عام ١٩٦٨ إنتشر إستخدام الكمبيوتر فى تخزين المعلومات الجغرافية التى تحتاج إليها وكالات التخطيط الأقليمى فى الولايات المتحدة وصار عدد المكاتب التى استحدثت فى هذا النظام ٣٥ مكتباً منتشر فى عدة ولايات.(٤)

ويعد نظام المعلومات الكندية أول نظام معلومات حديث معترف به كنظام جغرافى وقد ظهر فى عام ١٩٦٤.(٥) وكان ذلك بعد عام واحد من إنعقاد مؤتمر عن نظم المعلومات فى التخطيط العمرانى والذى أدى إلى ميلاد خمسة نظم للمعلومات الأقليمية والحضرية الكندية.(٦)

وفى عام ١٩٦٧ ظهرت نظم معلومات أمريكية مثل نظم معلومات الموارد الطبيعية واستخدام الأرض فى نيويورك. ونظم معلومات إدارة الأرض فى مينيسوتا التى تبعتها فى عام ١٩٦٩. وقد واجهت نظم المعلومات الوليدة كثير من المشكلات الفنية والتكاليف الباهظة ومن ثم كانت هذه أسباب واضحة لعرقلة نشأة نظم معلومات أخرى جديدة فى باقى الولايات الأمريكية. وقد ظل الحال كذلك إلى عام ١٩٧٧ ومع التطور الكبير فى مجال الكمبيوتر أعلن قسم المصايد وخدمات الحياة البرية (U. S. Dept. of Interior Fish and Wild Life) بأنه بصدد إختيار ٥٤ وحدة نظم معلومات جغرافية وسوف تمده بكل إحتياجاته من الأجهزة الحديثة فكان لذلك أثره فى إنتشار نظم المعلومات الجغرافية فى باقى الولايات الأمريكية. وقد كتب لهذه النظم النجاح والأستمرار والتقد الهائل بعد الدعم المالى الكبير الذى تلقته من الحكومة الفيدرالية ومؤسسات الولايات. وقد كان هذا النجاح

سبباً فى تشجيع البعض لإنشاء بعض نظم المعلومات الجغرافية من أجل الغرض التجارى وبالفعل وصل عدد تلك المؤسسات الخاصة التى تقوم بهذه الخدمة أكثر من عشرة نظم (G. I. S) جغرافية فى الولايات المتحدة فى عام ١٩٨٦.(٧)

ومما هو جدير بالذكر أن التقدم الهائل فى نظم الاستشعار من البعد Remote Sensing أثره فى تطوير نظم المعلومات الجغرافية. وأثرت بالمثل نظم المعلومات على تطور نظم الأستشعار. فقد كان لزاماً أن تندمج نظم الأستشعار دون معرفة الخلفية الجغرافية للمنطقة، كما كان لتزايد إستخدام الأستشعار من البعد فى عدة مجالات إقتصادية ومن أهمها التعدين ملتزماً بإرتباطه وإندماجه مع نظم المعلومات الجغرافية.(٨)

وبإيجاز : إذا كانت جذور بداية نظم المعلومات الجغرافية قد أمتدت فى أرض الواقع الجغرافى فى فترة ليست ببعيدة من نهاية القرن العشرين وكان الهدف منها إيجاد الحلول لبعض المشكلات المحدودة. فإن الثمانينيات والتسعينيات من هذا القرن قد شهدت النضج الحقيقى والثورة الهائلة فى مجالات التصميم والإبداع الفنى بإستخدام تقنية حديثة ومتطورة (مثل كاميرات الفيديو أو الفأر الإليكترونى Electronic Mouse) مما ساعد فى نقل الصور الجوية والخرائط الملونة إلى أجهزة الكمبيوتر وتخزينها بسهولة لإعادة إستخدامها فى العديد من المجالات.(٩)

نظم المعلومات الجغرافية والتمثيل الكارتوجرافى :

استخدمت نظم المعلومات الجغرافية (G. I. S) بنجاح منقطع النظير فى كافة المجالات الجغرافية وفى رسم نماذج خرائطية "Models" ما بين بسيطة ومعقدة، والأخيرة تعد بحق أحد ثمار إستخدام اساليب التكنولوجيا الحديثة المستخدمة فى نظم المعلومات الجغرافية. وهذه النماذج المعقدة تقدم لنا خرائط موضوعية كمية Thematic Maps مشتقة من بيانات متنوعة ومعقدة مختزنة فى الكمبيوتر. هذه الخرائط تظهر لنا روابط عديدة كامنة بين العديد من الظواهر الجغرافية. وتتفاوت دقة الخرائط وفقاً لمدى وفرة البيانات المتاحة فى الكمبيوتر.

والخريطة ما هى إلا محصلة لجمع وإعداد وتمثيل بيانات معينة عن إقليم ما.

وتستفيد الخرائط من المادة المتاحة فى نظم المعلومات. ولما كانت الخرائط تختلف فى رسمها ما بين خرائط يدوية وخرائط آلية. فقد قسم البعض نظم المعلومات الجغرافية أيضاً إلى نوعين : يدوية أو آلية.(١٠)

أولا: نظم المعلومات الجغرافية اليدوية Manual G.I.S:

ويضم مجموعة من البيانات المرسومة على لوحات أو خرائط شفافة وبالمقياس نفسه بالإضافة إلى الصور الجوية والصور الفوتوجرافية وتقارير الحقل المساحية وبيانات إحصائية. هذه التشكيلة من البيانات تصنف وتحلل مع بعضها البعض بإستخدام الأدوات والأجهزة المتنوعة مثل البلانيميتر وأجهزة الأستريوسكوب العادية والألكترونية. ويمكن إن تمدنا هذه الأساليب التقليدية اليدوية بنفس البيانات التى من الممكن أن يمدنا بها الكمبيوتر ولكنها تستغرق فترة زمنية طويلة. هذا الأسلوب من التحليل أستخدم بكثرة وخاصة مع بداية الستينيات مما كان له أثره فى تطوير نظم المعلومات الجغرافية.(١١) وهذا النظام اليدوى له دور بارز فى عدة مجالات مثل التخطيط وإدارة الموارد وما يزال يستخدم وعلى نطاق ضيق فى بعض المجالات التى تناسبه.

ويمكن تقديم مثال جيد لما تقدمه نظم المعلومات الجغرافية من خلال تطبيق لإستخدام النظام اليدوى منها والذى يظهر عند إختيار المراحل الأولى فى تطوير موقع ما لاختياره لبناء "نادى رياضى"، فعلى فرض أننا قد أخترنا فعلاً هذا الموقع فإن المخطط يبنى تصوره لتنمية وتطوير الموقع فى خطوتين :

الخطوة الأولى: وفيها يقوم بجمع مجموعة من الحقائق الخاصة بهذا الموقع مثل خريطة طبوغرافية، وخريطة لحدود الملكية من أقرب مكتب تخطيط عمرانى وصورة جوية أو صورة فوتوغرافية وسوف نحتكم إلى هذه المصادر الثلاث "خريطتين" وصورة على أنها طبقات بيانية Data Layers . فالخريطة الطبوغرافية تصور لنا العديد من المعلومات مثل الارتفاعات الممثلة فى خطوط الكنتور والتى بدورها تعطى لنا تصوراً عن شكل التضاريس والأنحدارات فى المنطقة كما تقدم لنا صورة عن شكل غطاء الأرض النباتى أو المائي، بالإضافة إلى العديد من الظواهر البشرية مثل الطرق أو بعض الإستخدامات الأخرى. وعموماً

فإن هذه الخريطة قد تكون قديمة إلى حد ما ويرجع تاريخ إنشاؤها إلى أكثر من خمسة عشر سنة فى بعض الأحيان. ومن ثم فإن بياناتها تكون فى حاجة إلى تغيير شكلها بما يتفق مع وضعها الحالى. وهذا ما يضيفه المساح فى خريطته. كل هذه المصادر نقوم بحفظها فى ملف خاص ونطلق عليه إسم المشروع.

أما خريطة التخطيط العمرانى تمدنا بالعديد من المعلومات العامة عن المنطقة مثل حدود الملكيات وبيانات تفصيلية عن البنية الأساسية Infrastructure المتاحة فى المنطقة من الطرق الموجودة أو المستقبلية وشبكة المياه والصرف والكهرباء وقد تكون خريطة المخطط العمرانى مرسومة بمقياس رسم أكبر من مقياس الخريطة الطبوغرافية.

أما الصورة الجوية – إن وجدت – هى مصدر غنى بالبيانات عن المنطقة وخاصة إذا ما قرأها مفسر ذو دراية. فمنها يمكن معرفة طبيعة وأنماط التربة والنبات وطبوغرافية المكان وشكل التصريف المائى ..... إلخ. وبالطبع ستكون هذه الصورة بمقياس يختلف عن الخريطتين السابقتين ولكن العلاقة بين الأماكن الأفقية عليهم جميعاً صحيحة.

والخطوة الثانية : لتطوير خطة الموقع المختار هى معالجة طبقات البيانات الثلاثة السابقة فى نفس الوقت وذلك عن طريق مطابقة مقياس رسمها أولاً ثم نقلها على ورق شفاف "كلك" أو رقائق رسم بلاستيكية رقيقة. وهذه العملية يطلق عليها إسم مرحلة التسجيل "Registration" وبهذه العملية فإن أية قراءة لخرائط المشروع وتفسيرها ستكون أكثر سهولة. ومن ثم فبعد إجراء هذه التعديلات يمكن أن نقوم بعدد من عمليات التحليل بطريقة تنظيم المعلومات التقليدية فالمحلل يضع هذه الخرائط فوق بعضها البعض ويبدأ فى رسم بعض الظواهر الجديدة فى الأماكن التى يراها مناسبة على لوحة "كلك" أو بلاستيكية جديدة. فيمكن مثلاً إختيار الموقع الأمثل لبناء المبنى الإدارى والإجتماعى والمخازن والممرات الفرعية ومكان ملعب الكرة الرئيسى ومدرجاته وأماكن إنتظار السيارات وما إلى ذلك من إستخدامات مستحدثة. ثم يقوم بحساب كميات الحفر والردم لتسوية المنطقة، ومن هنا يكون لدينا مخطط جاهز مبدئياً للأرض المعدة لقيام المشروع.

مما سبق يلاحظ أنه لتصميم المشروع فى تلك المرحلة فقد وفرنا العديد من الحقائق والمعلومات التى من الممكن التعامل معها من خلال عدة زوايا لإستخراج ظواهر أخرى جديدة. أو إختيار أماكن مناسبة لأنشطة بعينها. أما إذا رغبنا فى إستخدام المنطقة فى نشاط آخر "لتعثر قيام المشروع الأول أو لإضافة مشروع آخر ملحق به" فإن إستخدام هذه الخرائط مرة أخرى يكون سهلاً لإعادة إستخدامها عدة مرات لأنها أصبحت مُعقدة كنظام للمعلومات.

وجدير بالذكر أن عدد الخرائط أو اللوحات يتفاوت وفقاً لحاجتنا فى الحصول على عدد من التفسيرات. فكلما تعقدت المشكلات كلما زادت الحاجة إلى عدد أكبر من اللوحات والبيانات. فعلى سبيل المثال قد يحتاج المخطط لعدد أكبر من طبقات الخرائط "Map Layers" عند إختيار موقع أكثر تعقيداً مثل "إختيار موقع لإنشاء مطار" فإن البيانات المطلوبة ستكون مجموعة من طبقات الخرائط مثل:-

١- الخرائط الإدارية :

أ- خريطة ملكية　　ب- خريطة مواقع الآثار

جـ- خريطة استخدام الأرض وارتفاع المبانى

د- مواقع التعدين　　هـ- خريطة المناطق العسكرية

٢- الخرائط الطبيعية :

أ- خريطة جيولوجية "خرائط"　　ب- المياه السطحية

جـ- المياه الجوفية

٣- خرائط البنية الأساسية :

أ- الطرق　　ب- الكهرباء

جـ- المياه　　د- الصرف الصحى

٤- خرائط الطقس والمناخ :

أ- خرائط الحرارة　　ب- خرائط التساقط

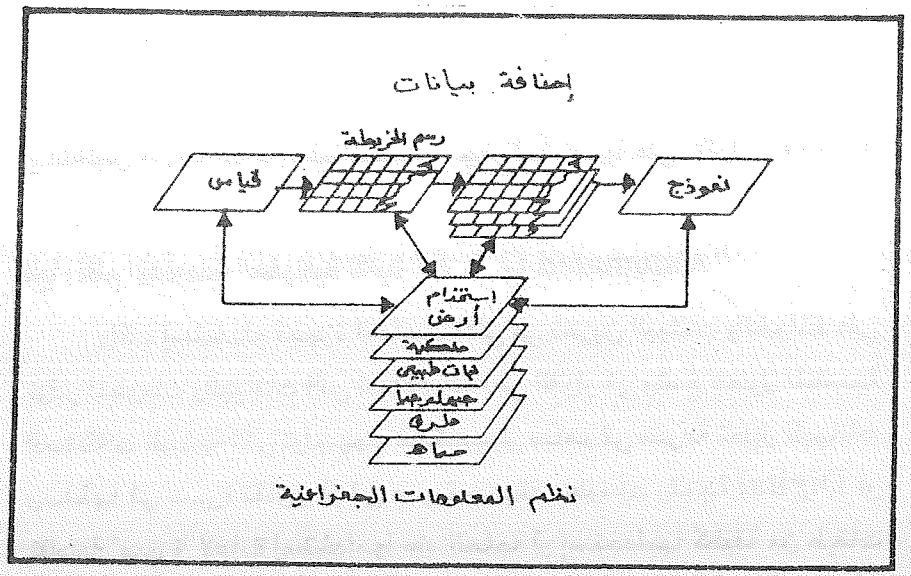
جـ- الضباب　　د- الرياح

٥- الخرائط الحيوية :

أ- الغطاء النباتى　　ب- التربة

جـ- المحميات النباتية والحيوانية

هذه اللوحات وما يمكن جمعه من بيانات إحصائية عن الموقع تمثل نوعاً من نظم المعلومات الجغرافية اليدوية وفائدة هذه المعلومات لا تقتصر على الجغرافيين فحسب بل يستفيد منه الكثرين من المهندسين المعماريين والمدنيين، مخططو المدن أو المتخصصون فى مجالات التنمية فى كافة المجالات. فكل متخصص يعد الخريطة ويرصد الظاهرة ويقوم بقياسات محددة ويراقب التغيرات التى تحدث فى المنطقة مكانياً وزمنياً بالإضافة إلى ذلك فإنهم بإستخدام هذه الطبقات يمكنهم من رسم نموذج "Model" متكامل لظاهرة جديدة ويمكن إيضاح ذلك من خلال دراسة الشكل رقم (١).



شكل رقم (١) مراحل إنشاء نظم المعلومات الجغرافية

من هذا الشكل يتضح أن العمليات والمراحل التى يمر بها إنشاء نظم معلومات جغرافية يتلخص فى عدة نقاط هى :

١- قياس الظواهر

٢- تمثيل الظواهر خرائطياً

٣- رصد التغيرات التى حدثت بالمنطقة وتعديل الخريطة

٤- رسم نماذج جديدة

هذه المفاتيح الأربعة من الممكن أن يزداد شأنها من خلال إستخدام نظم معلومات متقدمة وخاصة تلك التى تستخدم نظم المعلومات الجغرافية لأن نظم المعلومات الجغرافية تملك القدرة على تطوير فهمنا للعالم المحيط بنا.(١٢)

ويجب علينا أن نلتزم الحذر ونتأنى فى تفسير وتحليل الخرائط ونتجنب التحيز لظاهرة ما. وهذا أحد عيوب نظم المعلومات الجغرافية اليدوية. فقد ينجم الخطأ أحياناً فى مرحلة جمع المادة أو تمثيلها على الخريطة، لذا يجب على قارئ المعلومات من خرائط هذه النظم اليدوية أن تكون الحنكة والحاسة الكارتوجرافية لاستخلاص العديد من الحقائق المتوارية بين ثنايا الخرائط، ومن ثم ترتبط أهمية ما يستخلص من بيانات من نظم المعلومات الجغرافية اليدوية على الأفراد. وهذه أحد مثالب هذه النظم.

ثانياً: نظم المعلومات الجغرافية الآلية "Automated G. I. S"

واكب إستخدام أجهزة الحاسب الآلى فى تخزين البيانات والخرائط على توفر المعلومات والبيانات التى تساعد صانعى القرار فى وضع الحلول المناسبة للمشكلات البيئية التى تواجههم. فالكمبيوتر ساهم فى سرعة تحليل البيانات وحفظها فى صورة تقارير أو فى صورة خريطة معلومات رقمية Digital أو تقليدية "صورة" لإعادة إستخدامها عند الحاجة أو إستخدامها كطبقة من طبقات الخرائط. وقبل الخوض فى سبل رسم خرائط المعلومات سنلقى الضوء على المكونات الأساسية لوحدة العمل فى نظم المعلومات الجغرافية الآلية والتى تتكون من ثلاثية مترابطة أو ما يسمى بمثلث المعالجة الإلكترونية وهى :-

أ- الأجهزة والوحدات الإلكترونية للحاسب "Hardware"

ب- البرامج والنظم والتعليمات التنفيذية المعالجة للبيانات "Software"

جـ- طاقم الكمبيوتر "Peopleware"

وفيما يلى صورة موجزة عن كل منها :-

أ- الأجهزة والوحدات الإلكترونية : ويتكون من مجموعة من الأجهزة المعقدة اللازمة لإنجاز العمل وتقاس أهمية الأجهزة بمدى مواكبتها للتقدم الهائل والسريع فى تكنولوجيا الحاسب الآلى. وتعد وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit فى أى نظام كمبيوتر "بما فيها نظم المعلومات الجغرافية" الجهاز الأساسى فى العمل (١٣) وهى متفاوتة الدقة ومنها ما يمكن أن ينجز مليون عملية حسابية فى الثانية الواحدة حالياً. ولهذه الوحدة ملحقات أساسية مثل أجهزة تشغيل الأشرطة والأقراص "أسطوانات" المغنطة Disk and Tape Drive . وتتفاوت نسبة ما تستوعبه هذه الأشرطة والأقراص ما بين ١٠٠ - ٥٠٠ مليون حرف "ميجا بايتس" "Megabytes". ويتصل أيضاً بوحدة المعالجة المركزية محطة رسم الخرائط Graphic Work Station والتى تتكون بدورها من عدة أجهزة تستخدم فى إدخال ومعالجة وتعديل وتفسير البيانات اللازمة لرسم الخريطة مثل لوحة الترقيم Digitizing Table ومتصل بها جهاز الترقيم والفأر الإليكترونى Electronic Mouse. وتعتبر لوحة الترقيم ذات أهمية كبيرة فى نقل أى نقطة من الخريطة وإدخالها أتوماتيكياً إلى وحدة المعالجة المركزية وهى بذلك تسمح بنقل مواقع النقاط على اللوحة إلى موقع ممثل على الخريطة التى سبق تخزينها فى الكمبيوتر. وتظهر بدقة على شاشة الراسم ذات التصميم الفائق حيث عدد البكسلات Pixels كبير جداً ومتقارب على الشاشة.(١٤) وهى أكثر من مثلى كثافة النقاط فى شاشات التلفاز العادية مما يسمح بصورة فائقة الوضوح. ويتصل أيضاً بوحدة المعالجة المركزية جهاز المسح Scanner الذى يستخدم فى إدخال البيانات والرسومات بتصويرها بأشعة الليزر وهو يعمل مثل ماكينة تصوير المستندات تماماً وهو من الأجهزة الحديثة التى أحدثت ثورة فى توفير الوقت بنقل البيانات والأشكال والصور والخرائط إلى ذاكرة الكمبيوتر مع إمكان تعديلها

والإضافة أو الحذف منها. ومن الأجهزة الملحقة أيضاً جهاز تحويل الخرائط Vector to Raster وهو يستخدم فى نقل الخريطة العادية المرسومة بخطوط وتحويلها إلى آلاف النقاط على شاشة فى ثوان معدودة. كان من الصعب على البشر نقلها إلى الكمبيوتر بطريقة الرسم العادية أو بطريقة الترقيم وبنفس الدقة، كما أنه يستخدم أيضاً فى نقل صور الأقمار الصناعية وتحويلها إلى خرائط. وهذا الجهاز يجب أن يعمل بمباشرة مختص لأنه قد ينقل الأوساخ والبقع وكأنها ظواهر على الخريطة وبالطبع فإن عمليات التعديل تتم عليه أولا بأول.

ومن الأجهزة الملحقة فى وحدة نظم المعلومات الجغرافية جهاز الرسم Pen Plotter وهو الذى يختص بطباعة الرسومات بأقلام متفاوتة السمك واللون وفقاً لبرامج محددة. ومنها أيضاً أجهزة التوقيع والرسم الإليكتروستاتى Electrostatic Plotter وهذا لا يستخدم القلم بل يستخدم آلاف من الأبر الدقيقة جداً (ما بين ١٠٠ - ٤٠٠ ابرة فى البوصة المربعة الواحدة) ويكون رسم الخطوط عن طريق النقاط التى تضعها هذه الإبر ولكن نظراً لشدة كثافتها تظهر وكأنها خطوط متصلة مرسومة بالقلم العادى وهذا الجهاز يعمل بسرعة كبيرة.

وأخيراً، من الأجهزة الهامة التى إضيفت لوحدة نظم المعلومات الجغرافية جهاز طابعة الميكروفيلم Computer Output Microfilm ويقوم بنسخ ورسم الخرائط إلى الميكروفيلم بدقة وسرعة كبيرة. ولكن هذا الجهاز يرتفع سعره بصورة ضخمة "ما بين ٥٠ - ١٠٠ ألف دولار أمريكى"(١٥)

ب- البرامج والنظم والتعليمات التنفيذية المعالجة للبيانات: ووظيفتها ترتيب ومعالجة وتخزين البيانات فى الشكل المطلوب لتسهيل التعامل معها وإخراج الخرائط الأتوماتيكية وإنجاز الأعمال الجغرافية ولوضع الحلول المناسبة لكثير من المشاكل. ولما كانت البيانات اللازمة لتمثيل خرائط رقمية أو تخزينها صعبة فإن الشركات المنتجة لأجهزة الكمبيوتر تبيع هذه البرامج اللازمة لوحدة المعلومات الجغرافية. هذه البرامج متعددة ما بين برامج لرسم الخرائط والأشكال المتعددة الأنواع، أو إنشاء ملفات للبيانات الجغرافية أو الأحصائية مثل قواعد البيانات Data Base والجداول الإحصائية Spread Sheets وبرامج الرسم الهندسى

والتصميم مثل برنامج Computer Adided Design (C. A. D). وبرامج الخرائط الأتوماتيكية Automated Mapping (A.M). وجدير بالذكر أن البرامج تتطور بصورة مذهلة لتواكب التطور فى أجهزة الحاسب الآلى. وكل يوم هناك الجديد والحديث من البرامج التى تسخر إمكانات هذه الأجهزة لنشر خدمات أكثر فى كافة المجالات لخدمة كافة العلوم.

جـ-طاقم الكمبيوتر "البشرى" : ولكى تكتمل الأركان الثلاث لمثلث المعالجة الإلكترونية للبيانات يجب أن نتحدث عن العنصر الثالث المسئول عن تشغيل وتفسير بيانات نظم المعلومات الجغرافية وهم طاقم الكمبيوتر.

أوضح كلينت براون (١٦) Brown أن هناك عشرة وظائف أساسية يجب أن تتوفر لتشغيل وحدة نظم المعلومات الجغرافية وهم : "قد يعمل فى الوظيفة الواحدة عدد من الفنيين فى بعض الأحيان"

١- **مدير** : وهو المسئول عن إدارة فريق وحدة نظم المعلومات الجغرافية ويجب أن يكون على دراية كبيرة بعمل باقى أفراد الفريق ويكون لديه الخبرة فى شرح مزايا وفوائد تكنولوجيا نظم المعلومات لغير المتخصصين وأن يمتلك قدرة الإقناع لتسويق وترويج ما يمكن بيعه من مواد وخرائط للعديد من الهيئات والشركات والمهتمين.

٢- **محلل نظم** : وهو الذى يستخدم معلوماته وخبرته الفنية فى إستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات لحل بعض المشكلات التى تواجه المستفيدين ويمدهم بكافة البيانات التى هم فى حاجة إليها. ويجب عليه أن يتعاون مع الهيئة التنفيذية ومصممو البرامج ليتأكد من دقة تنفيذهم لأعمالهم. ويدرب المفسرين فى كافة أعمالهم أمام شاشات الكمبيوتر. ويجب ألا تكون مهاراته الفنية قاصرة على نظم المعلومات الجغرافية فحسب بل تتعداها ليتعرف على ما يرغبه المستفيدين ويلبى رغباتهم عبر برامج مفيدة.

٣- **منسق نظم** : حينما تبدأ وحدة نظم المعلومات الجغرافية فى العمل بنجاح فإن فريق العمل يجب أن يتأكد من أن أجهزة الكمبيوتر H.ware والبرامج المصاحبة S.ware تعمل بنجاح وبصورة مستمرة والمنسق يعتبر المسئول عن

تخزين البرامج وحل المشاكل الفنية التى قد تحدث أثناء العمل ويستحدث ما يراه مناسباً من أجهزة وبرامج وتكنولوجيا جديدة تتناسب مع مراحل المشروع.

٤- **مبرمج** : وهو يترجم البيانات المتخصصة التى يجهزها له المحلل ويضعها فى برامج توافق ما يحتاج إليه المفسرين والمستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية. ويسهم المبرمج ومحلل النظم والمفسر فى تطوير قواعد معلومات مستحدثة مطلوبة لبعض الإستخدامات.

٥- **معالج البيانات** : وهو الفرد الذى يعرف كل شئ عن أجهزة الكمبيوتر والبرامج ويستخدمهم لإنتاج أشياء بعينها تفيد المخططين والمستخدمين. وله وضع هام فى نظم المعلومات الجغرافية حيث يمد محطة العمل بكل البيانات اللازمة لأنتاج التقارير والرسوم.

٦- **منسق قاعدة بيانات** : وهو المسئول عن إنجاز وإدارة قاعدة البيانات لتتناسب مع ما تحتاجه نظم المعلومات الجغرافية من بيانات مخزنة فى الكمبيوتر، ويقوم المنسق هنا بمساعدة محلل النظم والمبرمج والمستفيدين فى تنظيم وتحويل البيانات إلى مواد سهلة التخزين مستحدثاً نظم ترميز محددة ليجعل البيانات متاحة وسهلة المنال عند طلبها.

٧- **مصمم خرائط "كارتوجرافى"** : وهو فرد له خبرة ودراية فى تحويل البيانات والأرقام إلى خرائط توزيعات بصور بسيطة وواضحة. ويصمم ويبتكر أشكالاً وخرائط تفى بحاجة الخطة أو المشروع.

٨- **رسام أو خطاط** : وله دور فعال أثناء العمليات الأولى فى تصميم وحدة نظم المعلومات الجغرافية وفى رسم خرائط الأساس وتنفيذ التصميمات التى يضعها له الكارتوجرافى.

٩- **مرقمون Digitizers** : تعتبر عمليات تحويل بيانات الخرائط إلى صيغة رقمية أكثر العمليات حاجة إلى أعداد كبيرة من الأفراد " المرقمون" ويجب أن تكون لديهم القدرة على العمل لفترات طويلة على لوحة الترقيم أو على شاشات محطة العمل الرئيسية للكمبيوتر ويجب أن يتسموا بالدقة المتناهية حيث أن أى

خطأ بسيط قد يؤدى إلى تشويه الخريطة وإعطاء بيانات خاطئة عن منطقة التمثيل.

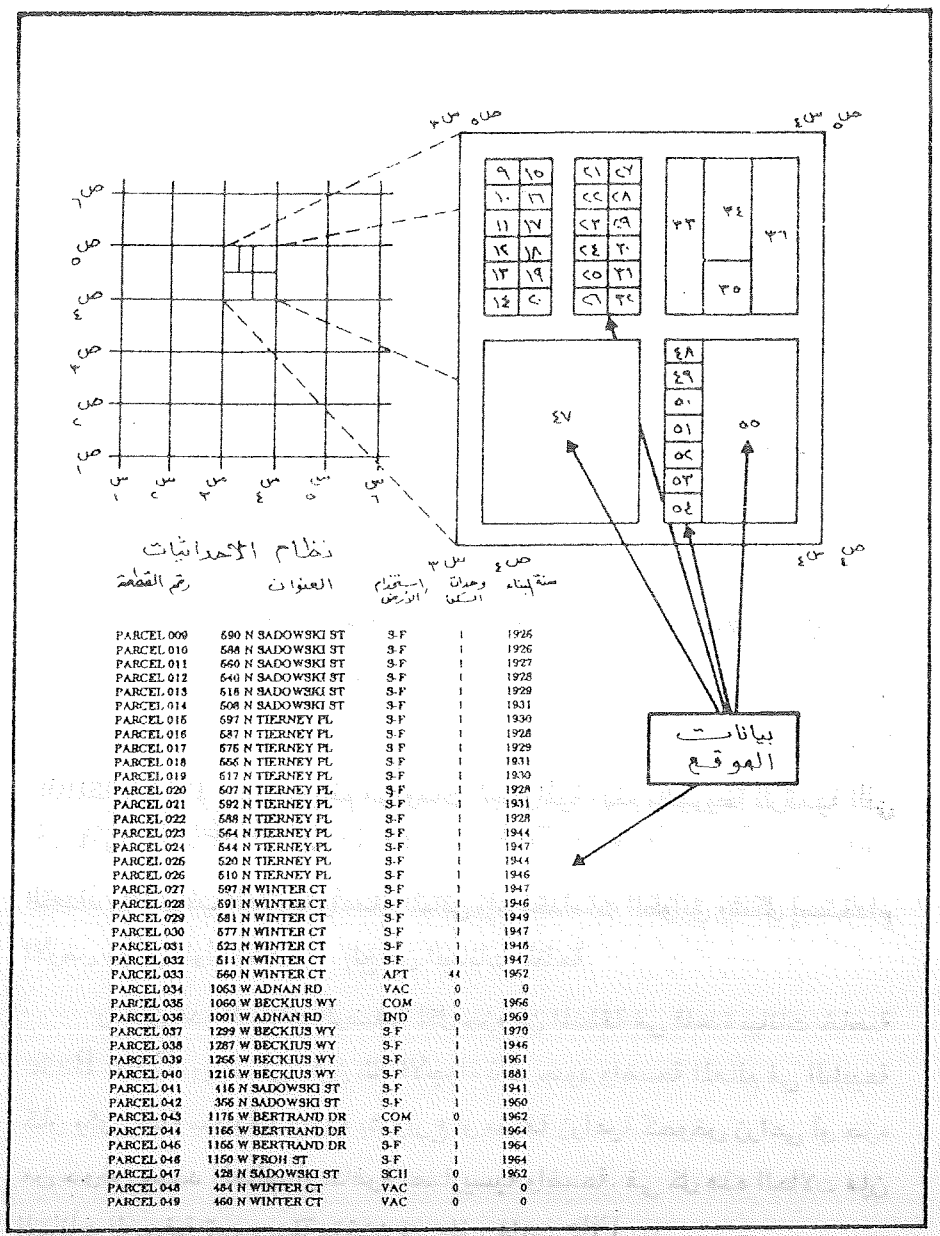
١٠- المفسرون : وهم إسم يطلق على الفريق الذى يستفيد من إمكانات وحدة نظم المعلومات الجغرافية. ويوجهون ما ينتج عنها من تقارير وأشكال إلى ما يفيد الحكومات المحلية والمخططين والدارسين. وهم يختارون الخرائط والتقارير أو البيانات الإحصائية المحددة لكل مشروع أو منطقة وفق الحاجة، لذا فإنهم يستغرقون وقتاً طويلاً فى التدريب على أستخدام البيانات فى مواضعها المناسبة. كما يجب أن يطلعوا بإستمرار على كل ما هو جديد سواء فى الأجهزة أو البرامج التى تضاف إلى نظم المعلومات الجغرافية لتقليص عنصر الرهبة الذى يواكب إدخال أى تكنولوجيا جديدة إلى عملهم.

تخزين ومعالجة البيانات فى نظم المعلومات الجغرافية

تتعدد أساليب تخزين البيانات فى نظم المعلومات الجغرافية "G.I.S" ولكن أفضل هذه الأساليب على الأطلاق ما يعرف بخريطة المعلومات الرقمية Digital Map Information. ونظم المعلومات الجغرافية تهتم بالخريطة الرقمية التى يتم عليها توقيع كافة المعلومات الطبيعية والبشرية مثل الحدود الإدارية وبيانات التعداد والضرائب العقارية وأعمار المبانى وإستخدامات الطوابق وشكل إستخدام الأرض وطرق المواصلات ..... إلخ من البيانات المتاحة.

وتخزن هذه البيانات الوصفية لكل جزء من المنطقة فى قاعدة بيانات خاصة Data Base. ويجب أن تكون تلك الأجزاء ذات حدود واضحة المعالم فى الطبيعة كأن يكون كتلة سكنية محدودة بشوارع أو منطقة زراعية كحوض زراعى أو جزء من حوض محدد المعالم، أو ظاهرة تضاريسية واضحة. فى كل هذه الحالات فإن البيانات الوصفية تجمع بدقة وتخزن فى ملف خاص File بها.

ففى حالة الدراسة العمرانية مثلاً فإن البيانات التى يمكن جمعها تتعلق برقم القطعة وعنوانها وعدد الوحدات السكنية بها وعدد قاطنيها وخصائصهم وتاريخ إنشاؤها ..... إلخ. وكلما زادت البيانات المتاحة كلما كان ذلك ذخراً مفيداً لإخراج



PARCEL 009	590 N SADOWSKI ST	S-F	1	1925
PARCEL 010	588 N SADOWSKI ST	S-F	1	1926
PARCEL 011	560 N SADOWSKI ST	S-F	1	1927
PARCEL 012	540 N SADOWSKI ST	S-F	1	1928
PARCEL 013	518 N SADOWSKI ST	S-F	1	1929
PARCEL 014	508 N SADOWSKI ST	S-F	1	1931
PARCEL 015	597 N TIERNEY PL	S-F	1	1930
PARCEL 016	587 N TIERNEY PL	S-F	1	1928
PARCEL 017	575 N TIERNEY PL	S-F	1	1929
PARCEL 018	555 N TIERNEY PL	S-F	1	1931
PARCEL 019	517 N TIERNEY PL	S-F	1	1930
PARCEL 020	507 N TIERNEY PL	S-F	1	1928
PARCEL 021	592 N TIERNEY PL	S-F	1	1931
PARCEL 022	548 N TIERNEY PL	S-F	1	1928
PARCEL 023	564 N TIERNEY PL	S-F	1	1944
PARCEL 024	544 N TIERNEY PL	S-F	1	1947
PARCEL 025	520 N TIERNEY PL	S-F	1	1944
PARCEL 026	510 N TIERNEY PL	S-F	1	1946
PARCEL 027	597 N WINTER CT	S-F	1	1947
PARCEL 028	591 N WINTER CT	S-F	1	1946
PARCEL 029	581 N WINTER CT	S-F	1	1949
PARCEL 030	577 N WINTER CT	S-F	1	1947
PARCEL 031	523 N WINTER CT	S-F	1	1948
PARCEL 032	511 N WINTER CT	S-F	1	1947
PARCEL 033	560 N WINTER CT	APT	44	1962
PARCEL 034	1063 W ADNAN RD	VAC	0	0
PARCEL 035	1060 W BECKIUS WY	COM	0	1966
PARCEL 036	1001 W ADNAN RD	IND	0	1969
PARCEL 037	1299 W BECKIUS WY	S-F	1	1970
PARCEL 038	1287 W BECKIUS WY	S-F	1	1946
PARCEL 039	1265 W BECKIUS WY	S-F	1	1961
PARCEL 040	1215 W BECKIUS WY	S-F	1	1881
PARCEL 041	416 N SADOWSKI ST	S-F	1	1941
PARCEL 042	356 N SADOWSKI ST	S-F	1	1960
PARCEL 043	1176 W BERTRAND DR	COM	0	1962
PARCEL 044	1166 W BERTRAND DR	S-F	1	1964
PARCEL 045	1156 W BERTRAND DR	S-F	1	1964
PARCEL 046	1150 W FROH ST	S-F	1	1964
PARCEL 047	428 N SADOWSKI ST	SCH	0	1952
PARCEL 048	484 N WINTER CT	VAC	0	0
PARCEL 049	460 N WINTER CT	VAC	0	0

شكل رقم (٢) مثال لسجل معلومات يستخدم في نظم المعلومات الجغرافية الحضرية.

العديد من خرائط التوزيعات. هذه القطعة تربط بشبكة إحداثيات جيوديسية أفقية ورأسية محددة لكي تربط المنطقة بما يجاورها من مواقع. وتوضح كافة البيانات التفصيلية للجزء سواء وجدت أو لم تتوافر حتى تحافظ على تكامل وأستمرار الظاهرة بين أجزاء الخريطة. فمثلاً إذا كانت القطعة خالية من السكان فيكتب أمام خانة بيانات السكان "صفر" وتوضع رموز مختارة "يقوم بهذا العمل منسق قاعدة البيانات" لوصف إستخدام الأرض "أنظر شكل رقم ٢"

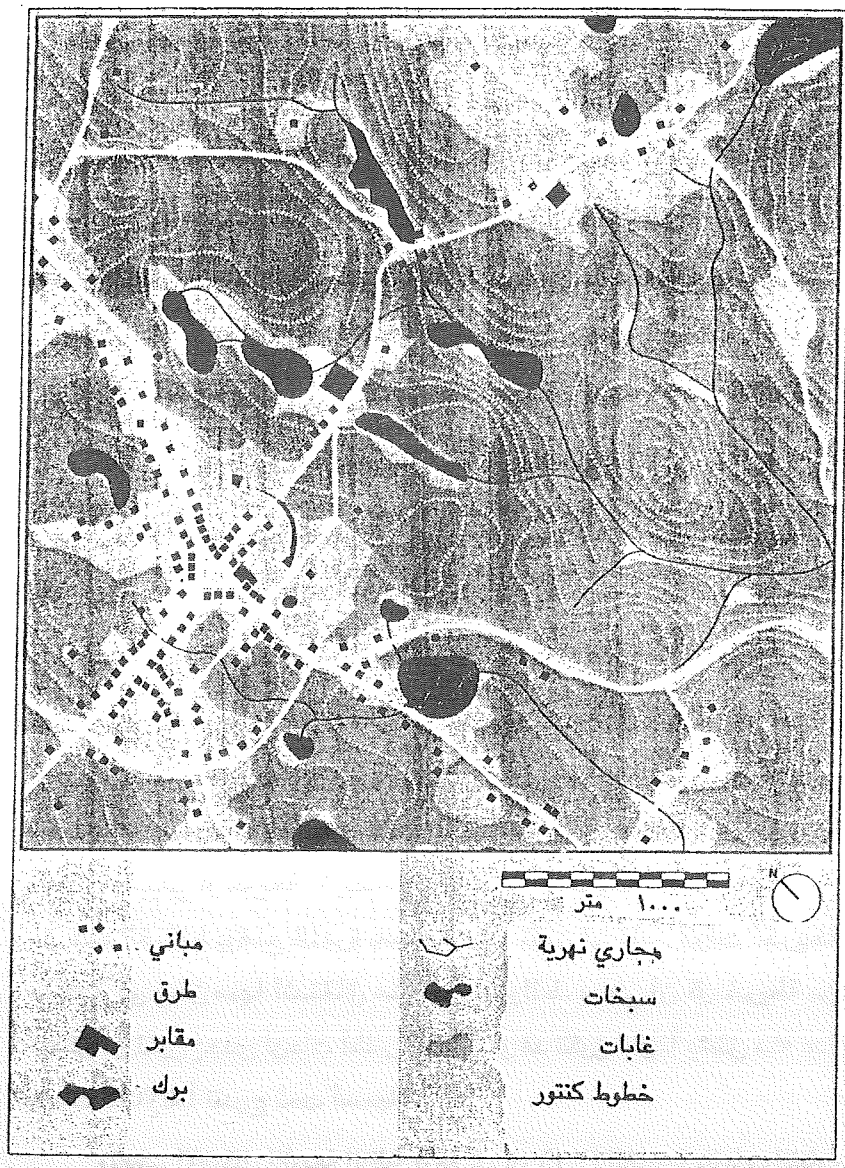
فمن دراسة الشكل السابق يتضح أن كل جزء من المنطقة "والخريطة" أصبح مرقماً. وكل رقم أمامه العديد من البيانات والرموز الدالة على العديد من الخصائص التي يمكن ترجمتها فيما بعد إلى العديد من الخرائط وفقاً للأوامر التي يتلقاها الكمبيوتر وبعض هذه الخرائط تنجز بسرعة كبيرة رغم صعوبة رسمها. بل أن نظم المعلومات الجغرافية من الممكن أن تمدنا بأطلس متكامل للعديد من الظواهر البسيطة أو المركبة للمنطقة في وقت قياسي. وتزداد القيمة عندما تمدنا وحدة النظم بتقارير أو دراسات تحليلة كمية تسهل من مهمة المخططين والهيئات السياسية المختصة وتعود بالنفع عند إتخاذ القرار التنفيذي.

نظم المعلومات الجغرافية والنماذج الكارتوجرافية

النموذج الكارتوجرافى Cartographic Model هو أستحداث خريطة (أو شكل) جديد من طبقة أو مجموعة من طبقات خرائط موحدة المقياس لأقليم ما. وهو يعد صورة راقية من صور التحليل الكارتوجرافى الحديث. وتتفاوت أشكال النماذج ما بين بسيط وهو الذى يوضح ظاهرة واحدة، ومركب وهو الذى يبين تداخل العلاقات وتداعيها لاستنباط ظاهرة جديدة.

وقد أستعرضنا آنفاً كيفية رسم نموذج بسيط بالطرق اليدوية من طبقات الخرائط. تلك العملية التى كانت تستغرق وقتاً وجهداً كبيرين سواء فى الرسم أو التحليل تم تجاوزها مع التوسع فى استخدام الكمبيوتر فى تطوير نظم المعلومات الجغرافية. فقد مكنت خريطة المعلومات الرقمية Digital Map Information – والتى تمثل بنكاً للمعلومات الخاص بالمنطقة – من إمكانية إستنباط العديد من الخرائط "النماذج" ورسمها وتحليلها فى دقائق معدودة.

ومما هو جدير بالذكر أن النماذج الكارتوجرافية يتوقف نوعها وعددها على قدرة المعلومات الجغرافية السابق تخزينها فى وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit. والنموذج الكارتوجرافى يصور معلومات عن منطقة الدراسة سواء بصورة واضحة ومفهومة مباشرة، أو بصورة معقدة وفى حاجة إلى تفسير. وكل خريطة ينتجها الكمبيوتر إشتقاقاً من خريطة المعلومات الرقمية ما هى إلا جزء من نموذج كارتوجرافى يتكون من مجموعة طبقات خرائطية Map Layers كل طبقة من الخرائط تكون ذات مدلول متجانس مثل طبقة الخريطة الطبوغرافية التى تضم عدة خرائط عن الإنحدار، الأرتفاع، ومظاهر السطح ..... وطبقة خريطة النبات الطبيعى وتشمل عدة خرائط عن أنواع الحشائش، والتربة، والغابات ..... وطبقة خريطة إستخدام الأرض الريفى وتحوى عدة خرائط عن شبكة التصريف المائى والأحواض الزراعية وأنواع الحاصلات. وطبقة استخدام الأرض الحضرى وتشمل عدة خرائط عن توزيع المساكن وأشكالها وعدد طوابقها وأستخداماتها المتعددة. وطبقة خرائط السكان ..... وطبقة خرائط الخدمات .....



شكل رقم (٣) المعالم الرئيسية لمنطقة Browns Pond والتي أعتبرت خريطة معلومات رقمية أساسية.

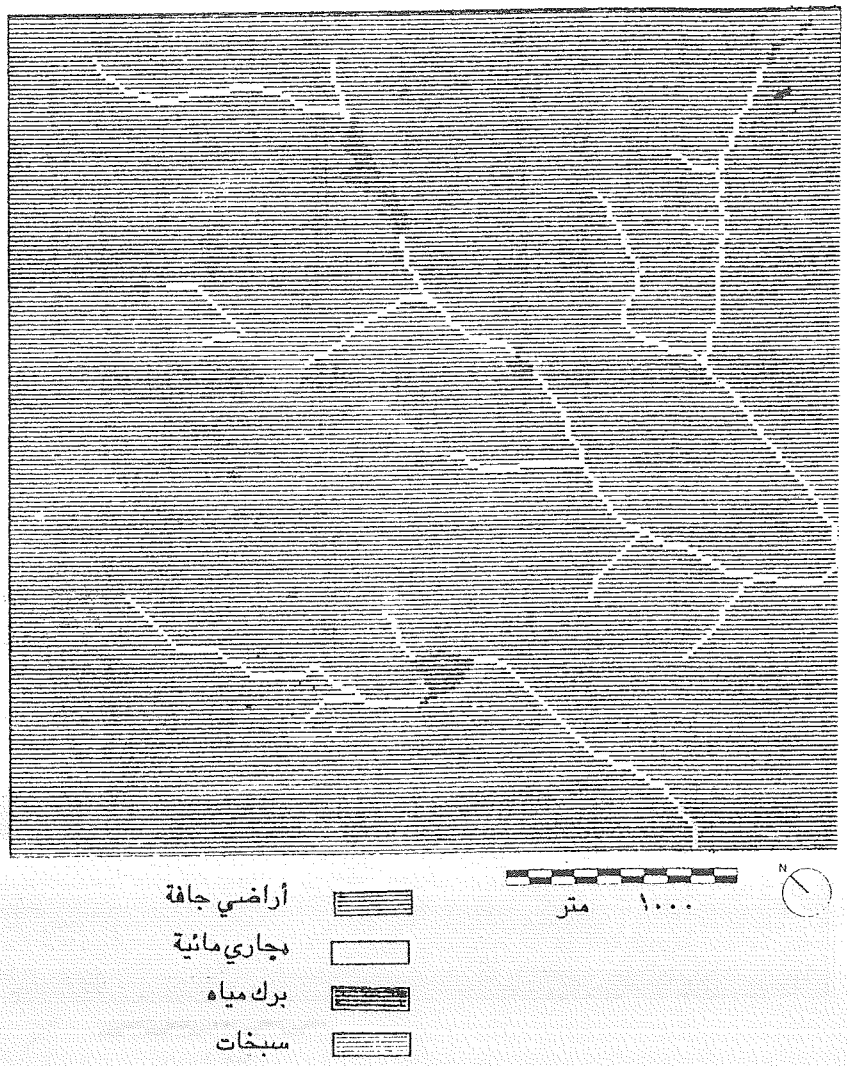
وطبقة خرائط الطرق. وقد تظهر معظم بيانات هذه الطبقات فى خريطة أساسية توضح معالم الإقليم.

ويمكن إيضاح فكرة النماذج الكارتوجرافية على ضوء دراسة قامت بها دانا توملين (١٧) Dana Tomlin والتى إستعانت بنظم المعلومات الجغرافية فى دراسة تطبيقية على منطقة Brown's Pond فى قرية Petersham إلى الغرب من مدينة بوسطن الأمريكية بحوالى ١٠٠ كيلومتر. هذه المنطقة تشتهر بقيمتها السياحية لوجود برك Ponds للسباحة والترفيه مفتوحة طوال العام تقريباً ومساحة منطقة الدراسة تبلغ ١٣ كيلومتر مربع. وتظهر خريطة المعلومات الرقمية التى ساعدت فى أستنباط العديد من الخرائط التفصيلية الكامنة والتى كان من الصعب أن تبرز لنا حقائق يمكن إدراكها بسهولة من الخرائط البسيطة.

وتتنوع الخرائط التى يمكن أن نحصل عليها من نظم المعلومات الجغرافية وفقاً للمادة المخزنة فى الكمبيوتر ووفقاً للغرض المطلوب منها ما بين خرائط الظاهرة الواحدة والخرائط المركبة :

١-**خرائط تميز ظاهرة واحدة مستقلة "بسيطة"** وهى فى الغالب خريطة وصفية تعرض لظاهرة بمفردها دون دراسة الوسط المحيط بها، وهى دائماً نتاج لمجموعة من العوامل والظواهر الكامنة فى الإقليم مثل خريطة المياه أو خريطة النبات الطبيعى أو خريطة الارتفاعات المتساوية، أو خريطة العمران. فكل نوع من هذه الخرائط يوضح ظاهرة بسيطة. وقد تكون فى نفس الوقت "خريطة مركبة" أى يمكن منها أشتقاق عديد من الخرائط. بمعنى أن كل خريطة من الممكن أن تكون إحدى لوحات أطلس للإقليم. أو قد تكون عنواناً يشتق منه عدة لوحات Layers تندرج تحت أسمها.

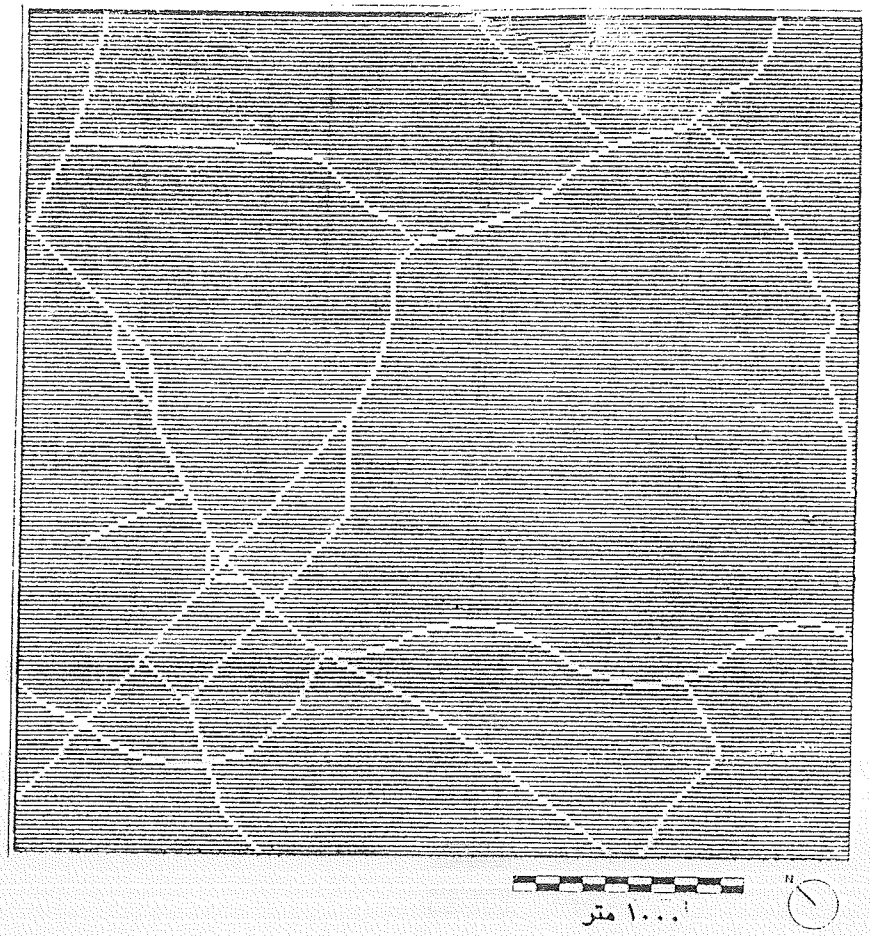
وتعطى الأشكال الأربعة التالية (رقم ٤، ٥، ٦، ٧) الخاصة بالمياه والنبات الطبيعى والطرق المرصوفة والخريطة الكنتورية صوراً لتلك الظواهر والخرائط "البسيطة" التى تميز ظاهرة واحدة. وهى تعد مثالاً لخرائط رموز الموضع الخطى غير الكمية "الطرق والمياه" أو خرائط التظليل المساحى غير الكمية "خرائط النبات الطبيعى". هذه الخرائط البسيطة لا تهتم بإظهار العلاقة التبادلية



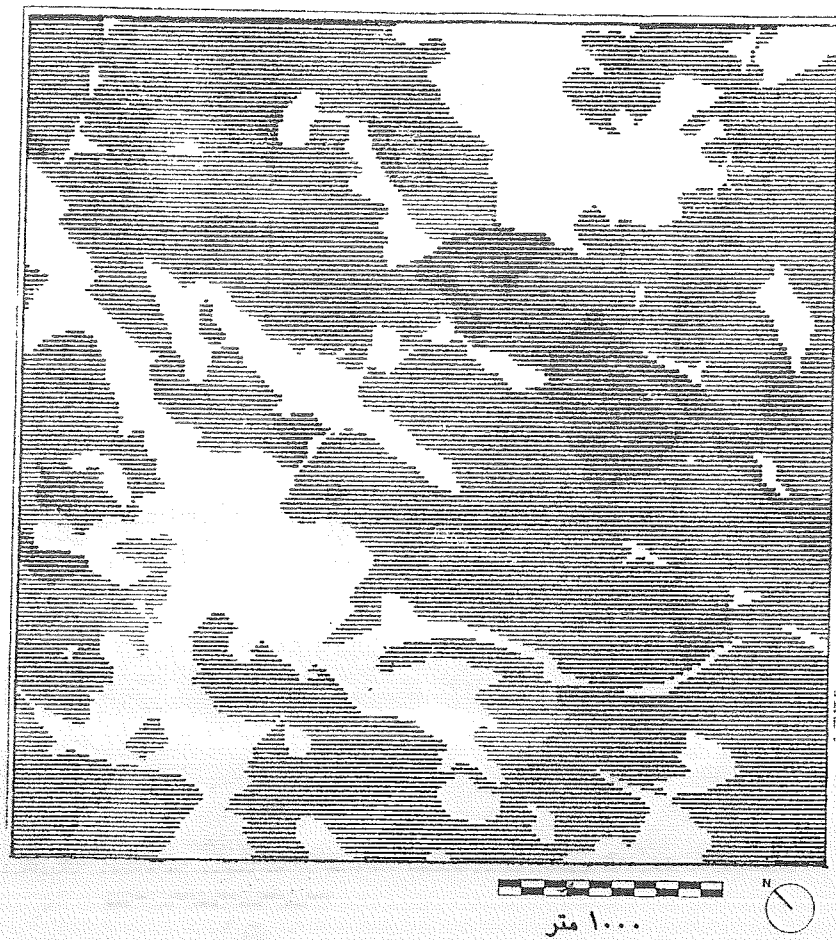
شكل رقم (٤) المياه في منطقة Browns's Pond

ملحوظة : مصدر هذه الخريطة وما يليها معدلة عن :

Tomlin D., Geographic Information Systems, op.cit.



شكل رقم (٥) الطرق في منطقة Browns's Pond



شكل رقم (٦) االنبات الطبيعي في المنطقة

١٠٠٠ متر

شكل رقم (٧) خريطة كنتورية للمنطقة "الفارق الكنتوري ١٠متر"

بين الظاهرة الممثلة وباقي الظواهر الجغرافية الأخرى لأنها قد ترسم بمفردها دون الوسط المحيط بها. وفي الوقت نفسه قد تكون صورة لظاهرة مؤثرة في باقي الظواهر المجاورة لها، وأنها السبب في وجود العديد منها.

٢- **خريطة تميز ظاهرة مرتبطة بالوسط المحيط بها** : في كل موقع من الممكن أن تلاحظ العديد من المظاهر الجغرافية التي تصنع شخصيته، وتؤثر وتتأثر بالوسط المحيط بها. وتتفاوت درجة التأثير بمدى قربها أو بعدها أو توجهها من بؤرة "أو بؤر" ما. وهذه المظاهر قد يكون بعضها واضحاً وبعضها غير واضح أي كامن، ويمكن أستنباطها من خريطة توزيعات مرسومة بإستخدام أسلوبٍ كمي يجسد شخصيتها ويميزها عما يجاورها من مظاهر. وهذا النوع من الخرائط التحليلية يعطي حقائق مؤكدة قياساً لظاهرة ما. وقد ترسم هذه الخرائط وفقاً لبيانات إحصائية سجلت بطريق غير مباشر كنتيجة لمعادلات حسابية عديدة قد تكون في غاية الصعوبة عند إجرائها بالطرق التقليدية. ولكن مع استخدام نظم المعلومات الجغرافية (G.I.S) لم يعد الأمر كذلك بل أصبح من الممكن إنتاج عدة خرائط (سواء كانت لوحة من طبقة أو تمثل طبقة من الخرائط) بسرعة وبنتائج مذهلة بل يمكن أحياناً استنباط عشرات الخرائط من خريطة تمثل ظاهرة واحدة فقط مما يزيد الدراسة التحليلية عمقاً، وفي زمن قياسي.

وهناك عديد من العمليات الكمية تستخدم لتمييز خصائص الموقع بالنسبة للمنطقة المحيطة به مثل الترابط والجذب والطرد والنسب المئوية والمعدلات والرتبة والوسيط والحدود الدنيا والحدود العليا وتحديد بؤرات التداخل والتباين والسيادة ..... إلخ وكلها توضح أن هناك عنصرين (أو أكثر) يؤثران في إبراز ظاهرة ليست واضحة في الطبيعة وتكون الخريطة عبارة عن نطاقات من الظلال لكل دلالته الخاصة المميزة له عن باقي أرجاء الإقليم.

وبإيجاز فإن هذا النوع من الخرائط يعطي تفاصيل دقيقة عن محتويات الظاهرة وبصورة تحليلية ليبرز التباين القائم بين أجزائها. وقد أوردت Tomblin أمثلة عديدة لهذا النوع من الخرائط عندما استخدمت خريطة المياه

"البسيطة" السابقة شكل رقم (٤) لتوضح خصائص المياه فى خريطة أكثر تفصيلاً. فعن طريق البيانات المخزنة فى الكمبيوتر عن خصائص المياه أمكن تصميم خريطة أخرى جديدة لتوضح نطاقات متميزة للبيئة المائية فى منطقة Brown's Pond (شكل رقم ٨) وهى عبارة عن طبقة خرائط تحوى ثلاث عشرة ظاهرة مائية متفاوتة السمات وبالطبع فمن السهل رسم العديد من خرائط أخرى للمياه إرتباطاً بظواهر أخرى عديدة.

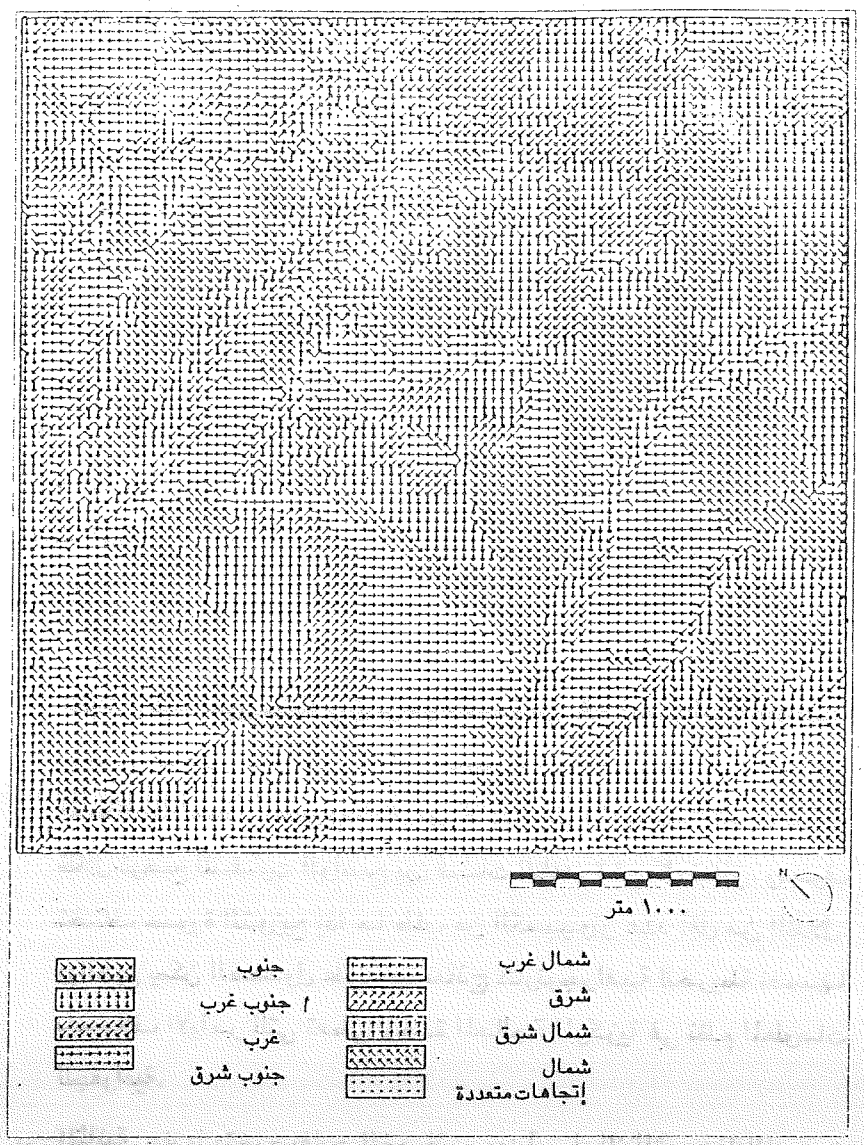
وتوضح الخريطة رقم (٩) مثالاً جيداً آخر لخرائط النسب المئوية فهذه الخريطة توضح نسب الإنحدار فى أرجاء المنطقة وهى نتاج قياس الأبعاد الأفقية والرأسية المشتقة من الخريطة الكنتورية البسيطة (شكل رقم ٧) ويمكن أستنباط عدة خرائط من هذه الخريطة مثل إتجاهات الإنحدار (شكل رقم ١٠) التى يمكن أن تستنبط منها عدة خرائط أيضاً. هذه الخريطة من الممكن أن ننسخ منها تسع خرائط لكل إتجاه على حده. كما يمكن أن نشتق من كل خريطة من هذه الخرائط التسع العديد من الخرائط إذ ما ارتبطت بظواهر أخرى عديدة.

وتظهر الخريطة رقم (١١) مثالاً آخر لنطاقات الكثافة. وهى توضح أعداد المساكن فى كل ١٠٠ متر مربع من أرجاء المنطقة. وهى خريطة مستنبطة (بعد المعالجة الكمية) من خريطة الأساس (شكل رقم ٣) هذه الخريطة من الممكن أن نشتق منها العديد من الخرائط التى تميز خصائص السكن فى كل نطاق، أو المادة البنائية أو عدد الطوابق أو أستخدامها ..... إلخ.

وبإيجاز : فكلما زادت المادة العلمية المخزنة فى وحدة نظم المعلومات الجغرافية كلما أمكننا أستنباط أعداد كبيرة من الخرائط التى توضح خصائص الظاهرة، ومن هنا يزداد تشعب الخرائط. فكل ظاهرة يمكن أن تكون مجموعة من طبقات الخرائط. وهذا يؤكد أن خرائط تمييز الظاهرة بالنسبة لما يجاورها من ظاهرات قد تظهر وكأنها خريطة بسيطة ولكنها ضمنياً تعد بداية لسلسلة من الخرائط التى تبرز لنا جوانب تحليلية يرتبط بعضها بالبعض إرتباطاً وثيقاً.

شكل رقم (٨) الظواهر المائية في المنطقة

شكل رقم (٩) نسب الإنحدارات في منطقة Brown's Pond



شكل رقم (١٠) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

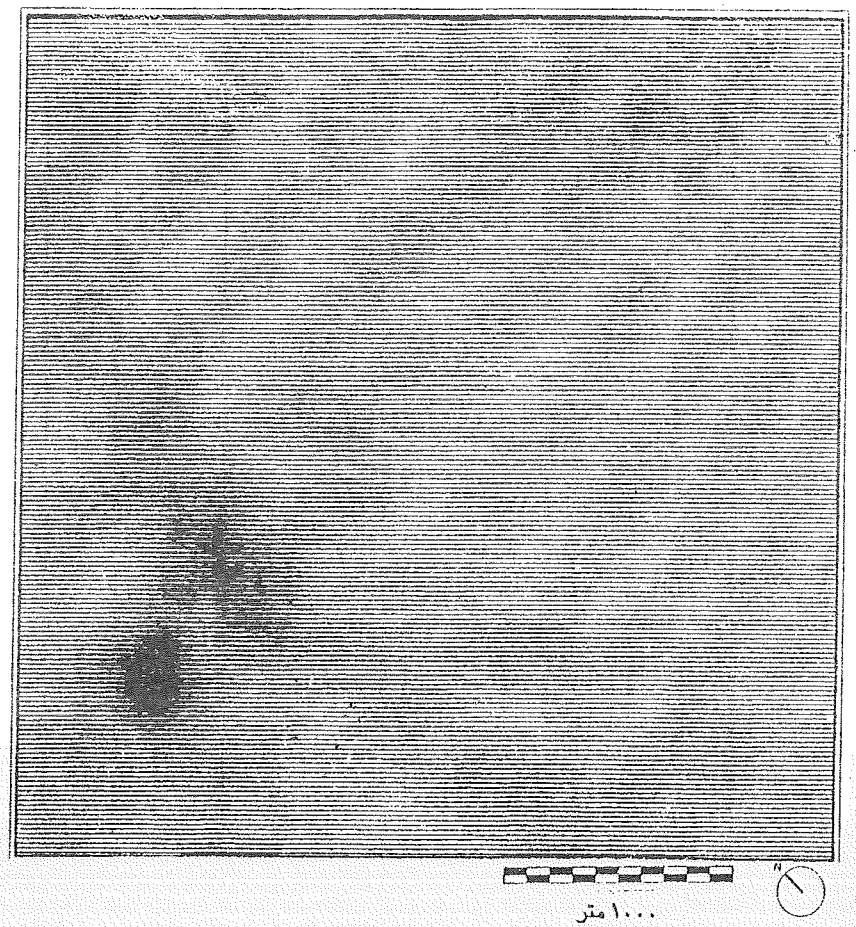
وهذا دليل على أن سلسلة الخرائط قد لا تنتهى لأنها حينئذ ستكون متصلة ببعضها البعض.

٣- **خرائط تمييز موقع داخل نطاق** : لكل موقع خصائصه المميزة، ومع تشابه سمات هذه المواقع وتزايد إرتباطها بالوسط المحيط بها فإن ذلك يسمح بإنتشار الظاهرة فى حيز أكبر وعلى نطاق أوسع. وتتفاوت هذه النطاقات فى أشكالها ومساحاتها وفقاً لدرجة التجانس بين مكونات الظاهرة لكل موقع. من هنا قد تمتد الظاهرة لتغطى حدود النطاق لتتصل بنطاق آخر مكونة إقليماً مميزاً.

ولما كانت خصائص المواقع نتاجاً لإرتباط ظاهرتين أو أكثر فإن إستخدام أحد الأساليب الكمية أصبح ضرورة لازمة. وترسم هذه الخرائط بإسلوب التظليل المساحى النسبى Choropleth. وهذا التكنيك الكارتوجرافى يعد أحد الوسائل التى توضح أثر المساحة الجغرافية على تباين قيم البيانات الإحصائية. وهى من أكثر الأساليب الكارتوجرافية الكمية إنتشاراً بين الجغرافيين.(١٨) ويميز الموقع داخل النطاق على الخريطة بطريقتين :-

أ- **الأولى** : وفيها يتم تحديد النطاق بحدود إدارية أو تعدادية أو طرق أو مجارى مائية. وتحدد قيم متوسطة لها. وفقاً لعدد الظلال المطلوبة تتفاوت نطاقات الظلال وكلها أمور سهلة وفق برامج محددة فى نظم المعلومات الجغرافية. ويوضح الشكل رقم (١٢) كثافة السكن لكل نطاق "محدد بالطرق" فى المنطقة وهو نموذج مطور ومشتق من الشكل رقم (١١)، ومنه ظهرت ثمانية ظلال توضح التفاوت الواضح بين فئات الظاهرة فى كل نطاق. وسوف تختلف صورة التوزيع إذا ما طلب من الكمبيوتر عدد أقل من الظلال. وبالطبع يمكن الحصول على عدة نماذج كارتوجرافية للخريطة نفسها بإختلاف الأوامر التى تعطى لوحدة المعالجة المركزية فى نظم المعلومات الجغرافية.

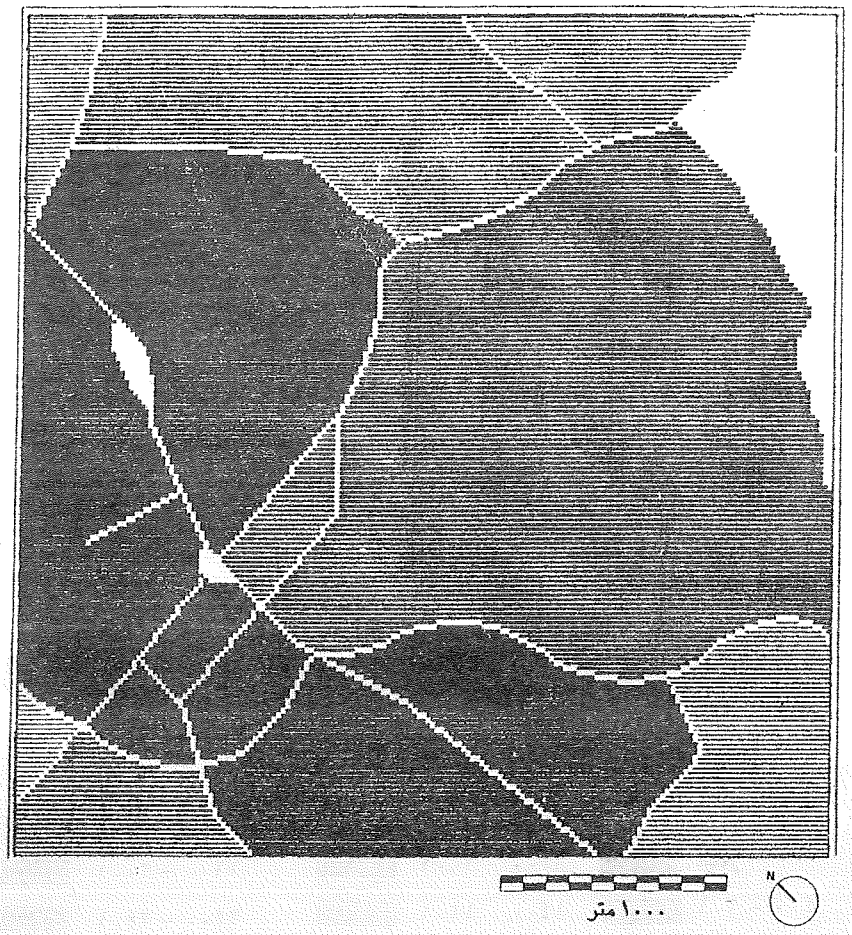
ب- **الثانية** : وفيها يتضح تفاوت الخصائص بين أرجاء النطاق. وهذا النوع من الخرائط يكون أكثر دقة وأكثر صعوبة فى تمثيله حيث يعطى لكل موقع من الإقليم قيمة خاصة به، ويحتفظ بالحدود الخارجية لكل نطاق "محدد



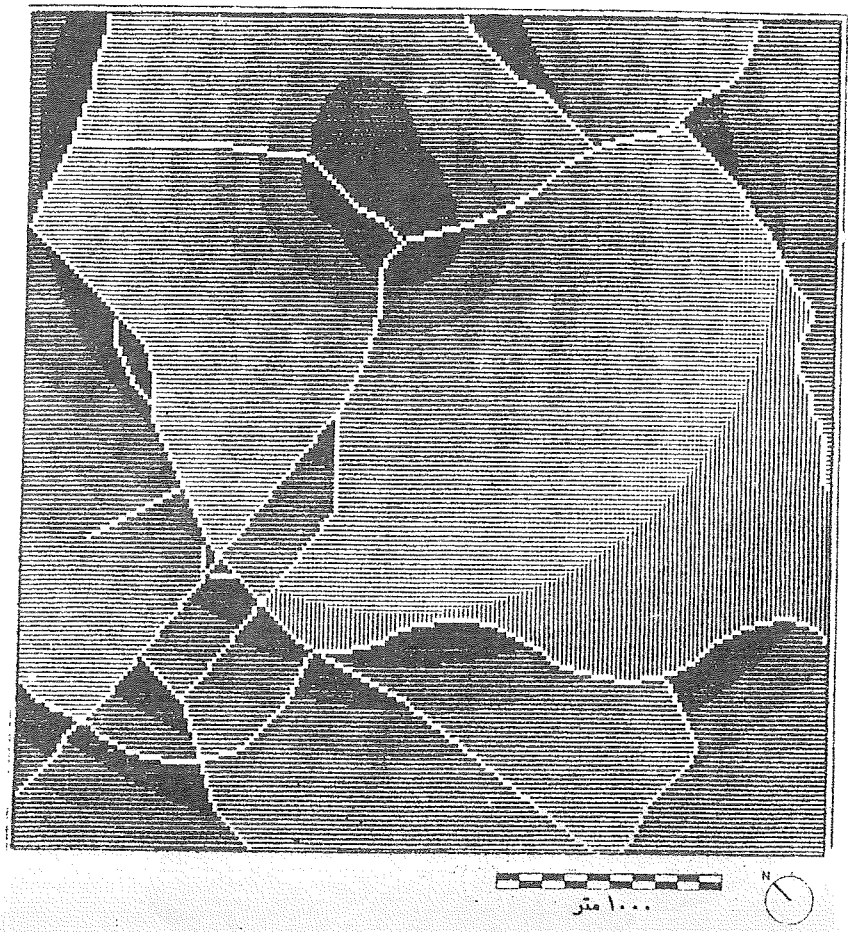
شكل رقم (١١) نطاقات كثافة المساكن في كل ١٠٠ متر مربع

بالطرق". ومن هنا يظهر تفاوت الظلال في كل نطاق لتصنع عدة أقاليم متصلة ببعضها. وقد أستنبطت تومبلين هذا النموذج الكارتوجرافى شكل رقم (١٣) إعتماداً على عدة خرائط "نماذج" من طبقات مختلفة لحساب القرب النسبى Proximity by Block من البركة الرئيسية فى المنطقة ومنها ظهرت ١٤ فئة تظليل تجسد القرب إعتماداً على خرائط الأرتفاع والمسافة والإنحدار والطرق. وهذا النموذج الكارتوجرافى يمثل طبقة خرائط فى حد ذاته. ولنا أن نتصور مدى الجهد والوقت المبذولين فى رسمه لو رسم بالطرق اليدوية، ولكن بنظم المعلومات الجغرافية يمكن إنجازه فى وقت قصير لا يتجاوز دقيقة واحدة.

وقد إستخدم هوكس هولد Huxhold نفس الأسلوب الكارتوجرافى لرسم العشرات من خرائط الكوروبلث فى تطبيقه لنظم المعلومات الجغرافية فى دراسة العمران الحضرى لإيضاح ارتباط إستخدام الأرض داخل المدن بالعديد من المظاهر الجغرافية وخصائص السكان فى الإقليم (١٩).



شكل رقم (١٢) كثافة السكن في كل نطاق محدد بالطرق في منطقة Browns's Pond



شكل رقم (١٣) القرب النسبي للمواقع في كل نطاق في المنطقة بالنسبة للبركة الرئيسية
Browns's Pond

الخاتمة

وبعد فقد شهدت المعرفة الجغرافية ثورة علمية هائلة وتطوراً عظيماً مع إستخدام الحاسب الآلى فى نظم المعلومات الجغرافية التى يسرت تجميع وخزن وتحليل وتمثيل البيانات وإستخدامها للحصول على معلومات وافية وخرائط ساعدت فى توسيع مداركنا عن إقليم ما وسهلت السبل أمام تنميته.

ونظم المعلومات الجغرافية بدأت بصورة يدوية متواضعة ثم سرعان ما تجسدت أهميتها بعد إدخال الكمبيوتر إليها الذى إختصر الوقت وساعد على سرعة الحصول على التقارير الإحصائية والتحليلية وإنجاز وتمثيل المئات من الخرائط والنماذج الكارتوجرافية فى وقت قياسى قصير. ذلك أدى إلى زيادة عمق وأهمية الدراسة الجغرافية وخاصة بعد أن أتسعت دائرة الإستعانة بمصادر أخرى للبيانات مثل الصور الجوية أو نظم الأستشعار من البعد. ومن ثم أصبحت نظم المعلومات الجغرافية مصدراً حيوياً للبيانات والخرائط التى مهدت الطريق أمام المخططين والجغرافيين لحل مشاكل بيئاتهم.

ويجب أن نضع فى الاعتبار أن نظم المعلومات الجغرافية لن تغنينا عن طلب الإحصاءات الحديثة أو أنها تقدم لنا كل ما نحتاج إليه من عمل فكل ما نحصل عليه منها متوقف على قدر البيانات التى ندخلها إلى الحاسب الآلى.

ولما كانت نظم المعلومات الجغرافية عظيمة النفع فقد إنتشرت بصورة كبيرة فى الجامعات الغربية وأنها تتغير بصورة سريعة جداً لتواكب التطور الهائل والمستمر فى مجال الحاسب الآلى. فنحن أمام عالم سريع التطور ومن ثم فإنه ليس ببعيد أن نجد جغرافيين الغد يستعملون هذه النظم بسهولة ويسر أكثر عندما تصبح الأجهزة والوحدات الإليكترونية ونظم وبرامج الحاسب سهلة الأستعمال والتداول مثل الآلات الحاسبة أو أجهزة التليفون. ولكن أين موقعنا نحن جغرافى العرب من هذا التطور التكنى الهائل الذى بدأ فى الجامعات الغربية منذ أكثر من ربع قرن ؟.

الهوامش والمراجع

1- Calkins, H. W. and Tomlinson, R. F., " Geographic Information Systems: Methods and Equipment for Land Use Planning"., International Geographic Union Commission on Geographical Data Sensing and Processing. (RALI) Program, U. S. Geological Survery, Reston, Virginia, 1977, p. 5.

2- Green, R., The Storage and Retrieval of Data for Water Quality Control, P. H. S. Publication, No. 1263, U. S. Dept. of Health, Washington, D. C., 1964.

3- Gaits, G.M., Thematic Mapping by Computer Cartographer Journal., Vol. 6, No. 1., 1969, pp. 50-68.

4- System Development Crop. Urban and Regional Information Systems Support Planning in Metropolitan Areas, Washington, D. C., 1968.

5- Peucker, D. J., Raster Data Handling in Geographic Information Systems., Buffalo, New York Geographic Information Sys. University of New York Press, 1977.

6- Deuker, K., J., Land Resources Information Systems,: Spatial and Attribute Resolution Issues, in: Symposium on Cartography and Computing, Auto - Carto., IV., Vol. 2., 1979, pp. 328 - 336.

7- Streich, T. A., Geographic Data Processing, Unpublished M. A. Thesis, Geography Dept., California University, 1986.

8- Legg, G., Remote Sensing and Geographic Information Systems; Geological, Mineral Exploration and Mining, Ellis Horwood, London, 1992. p. 37.

9- Smith, T. R., Knowlege - Based Approaches to Spatial Data Handling Systems., I.G.U., International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, 1984.

10- Star, J. and Estes, J., Geographic Information Systems., Prentice Hall., Englewood Cliffs, New Jersey, 1990. p. 3.

11- Tomlin, D., Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990. p. x111.

12- Star, J. and Estes, J., Geographic Information Systems, Op - cit. p. 12.

13- Huxhold, W., An Introduction to Urban Geographic Information Systems., Oxford University Press, New York, 1991, pp. 29 - 39.

١٤- تقاس دقة الرسم بعدد البسكلات Pixels التى تملأ صفحة الشاشة أفقياً ورأسياً وهذا اللفظ إختصار "Picture - Cells" بمعنى خلايا الرسم. والبكسلة أصغر نقطة يمكن إضاءتها على الشاشة راجع :-

أسامه الحسينى. في قلب الكمبيوتر. مكتبة أبن سينا - القاهرة - بدون تاريخ- ص ٢٥٦.

15- Huxhold, W., An Introduction to Urban Geographic Systems, Op - cit. p. 34.

16- Brown, C., Implementing a GIS : Common Elements of Successful Sites, Paper Presented at the 1989, Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association., Boston, pp. 1 - 3.

17- Tomlin, Dana, Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice Hall, New Jersey, 1990.

١٨- فايز محمد العيسوى - خرائط التوزيعات البشرية - دار المعرفة الجغرافية - الإسكندرية ١٩٨٧ - ص ٢٠٨.

19- Huxhold, W., An Introduction to Urban Geographic Information Systems, Op - cit. pp. 110 - 125.

٢٠- المرجع نفسه، ص ص ٢٣٠ - ٢٤٤.

٢١- قدم جنسون وكريستنسن مثالاً عملياً لإختيار أفضل المواقع للتخلص من القمامة فى أحد المدن الأمريكية راجع :-

Jensen, J. R. and Christensen, E. J., Solid and Haxardous Waste Disposal Site Selection Using Digital Geographic Information System Techniques, The Science of the Total Environment, Vol. 56, 1986, pp. 265 - 276.

22- Shelton, R. L. and Ester, J., Integration of Remote Sensing and Geographic Ingormation Systems, Proceedings, 13th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Ann Arbor, Michigan: Environmental Research Institute of Michigan, 1979, pp. 675 - 692.