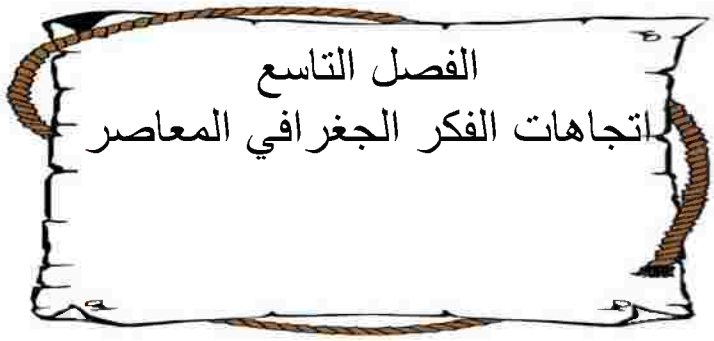


مقدمة :
أولاً : النماذج والنظريات في الجغرافية
ثانياً : الاستشعار عن بعد وتطبيقاته الجغرافية
ثالثاً : نظم المعلومات الجغرافية
رابعاً : تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في رسم الخرائط
خامساً : نظام تحديد المواقع العالمي

مقدمة :

لقد شهد الفكر الجغرافي تغيرات ليس في المحتوى والمضمون، بل وفي مفهوم علم الجغرافية أيضا، ففي الوقت الذي اصر فيه العديد من الجغرافيين على ضرورة وضع تعريف محدد لعلم الجغرافية ليحافظوا على وجودهم، ويحولوا دون تجاوزهم إلى سواهم من العلوم الأخرى، فإن جغرافيين آخرين، يرون في مثل هذا التحديد تجميد للفكر الجغرافي و تحجيم لدور الجغرافيين في التفاعل مع الثورة المعلوماتية التي يشهدها العالم في الوقت الحاضر، وحتى أولئك الجغرافيين الذين يميلون الى تحديد مفهوم علم الجغرافية يختلفون فيما بينهم حيث يرى هارتشورن: (أن الجغرافية دراسة أعمال الجغرافيين في الماضي)، وهذا يعني السير على ذات المنهج القديم في الدراسات الجغرافية معتمدين في ذلك على المنهج الاستقرائي، يرى آخرون مثل (بينج) إهمال ما كتبه الجغرافيون السابقون والتوكيد على ما ينبغي أن تكون عليه الجغرافية وهو ما يعني الالتزام بالمنهج الإستنتاجي .

ويمكن القول أن الفكر الجغرافي الحديث تجلى عن اهتمام متزايد بالإنسان ونشاطاته مع الاحتفاظ بالمكان والذي يعد قاعدة للدراسات الجغرافية، كما ظهرت اتجاهات واسعة تؤكد على الجانب التطبيقي أهما :

أولاً : النماذج والنظريات في الجغرافية

كثير من النظريات الجغرافية التى تم تطويرها باستخدام الأسلوب الكمي خلال فترة الستينات والسبعينات، تقوم على اعتبار أن البعد المكانى Spatial Dimension هو العامل الوحيد الذى يتحكم فى أنماط التباين المكانى، أو فى التفاعلات والعلاقات بين الأماكن والمواقع، ويعرف هذا النمط من الجغرافية باعتباره علم المكان Spatial Science إلا أنه هذا إذا صَدُق في بعض فروع الجغرافية البشرية حيث تلعب عوامل معينة مرتبطة بعامل المسافة كالبنية المكانية Spatial Structure والتفاعل المكاني Spatial Interaction والعمليات المكانية Spatial processes والانتظام المكاني للظواهر Spatial Organization دورا رئيسيا ،فانه لا يصدق فى بعض الفروع الاخرى من الجغرافية، مثل جميع فروع الجغرافية الطبيعية، والجغرافية التاريخية، والجغرافية الثقافية حيث لا يكون للعوامل السابقة الذكر الدور الرئيسي في هذه الفروع الجغرافية .

وقد أدخلت على أساليب البحث الجغرافي في الآونة الأخيرة عدة موضوعات ذات صبغة رياضية، هي في محورها ليست بجديدة على الجغرافيا . ولقد أصبح من المهم أن يقف الجغرافيون على العلاقة بين هذه الموضوعات والأسس الموضوعية التي بنيت على الجغرافيا التطبيقية في الدرجة الأولى، تمييزاً لها عن الجغرافيا الوصفية.

كذلك فإن من رسم الخريطة وتحويل الظاهرات الجغرافية الي أنماط وأقاليم وكثافات وتوزيعات، إنما يمثل جهداً تقليدياً لم يقل شأنه أبداً في أي مرحلة من مراحل تطور الجغرافيا، ولقد كان حرياً بالجغرافيين أن يفيدوا من تطور أسلوب جمع المعلومات، فقد أصبح من اليسير الحصول على آلاف البيانات في لحظات متناهية القصر، ولمناطق العالم بكل أطرافها وذلك بواسطة التقنيات الحديثة(الاستشعار عن بعد، الصور الجوية، الصور الفضائية)، وتعمل الحاسبات الآلية عملها في تنقية واختيار المعلومات المطلوبة وفق برامج يحولها الجغرافيون إلى خرائط تحدد أولويات التطبيق .

لذلك فقد تحولت مشكلات الجغرافيين ليس إلى الحصول على المعلومات وإنما لتصفية واختيار اللازم والضروري منها ونبذ المعلومات المصاحبة التي تتدفق عادة مع هذه المعلومات بهدف تتناول دور الجغرافيين في مجال استخدام النماذج والحاسبات الإلكترونية في إطارها الزمني المعاصر.

١- بناء النماذج والنظريات الجغرافية :

يصعب عند دراسة كثير من المتغيرات الجغرافية أن تشمل الدراسة كل المشاهدات التى تتكون منها تلك المتغيرات، ويصبح من الضرورى أن تقتصر الدراسة على عينة ممثلة لمجموع المشاهدات التى تتكون منها تلك المتغيرات، ثم تعميم النتائج بعد ذلك على بقية المشاهدات، تصور أن جغرافيا يريد أن يدرس تباين حجم الرواسب، التى يتكون منها السهل الفيضى لأحد الأنهار، فالمتغير فى هذه الحالة هو حجم الرواسب والمشاهدات التى يأخذها ذلك المتغير هى حجم كل حبه رمل أو غرين أو غيرة يتكون منها السهل الفيضى، ولكن الأمر يصبح سهلا إذا أخذنا عينة من تلك الرواسب تمثل بقية الرواسب الأخرى، ولن نتمكن من اختيار تلك العينة بموضوعية، بحيث تكون ممثلة لبقية الرواسب تمثيلا صحيحا، إلا اذا استخدمنا الوسائل الاحصائية المتبعة فى اختيار العينات، حيث أن الإحصاء هو العلم الذى يساعدنا على استخراج عينات ممثلة للمجتمع الاحصائى،

وتحليل خصائص تلك العينات، ثم تعميم نتائجها وبذلك فقد أصبح استخدام المنهج الاحصائى فى الجغرافية أمرا لا غنى عنه .

٢- تعريف النموذج : Models

النموذج هو بمثابة صورة مصغرة، مجردة، مبسطة ومنتقاة للواقع تختزل أهم العناصر والعلاقات التي تربط بينها دون الاقتصار على الحالات الخاصة أو الإلمام بكل الجزئيات في محاولة لفهم الواقع المعقد والمتنوع والفعل فيه والتحكم فيه، ففي المفهوم نجد في نفس الوقت كل من الصورة والقاعدة والنمط والمرجع.

- فالنموذج هو تصور مبسط ومقنن للواقع قصد الفهم والفعل وبهدف إبراز بعض خصائصه الأساسية ويرتكز على التجريد والتعميم، أما اللغة المعتمدة فيمكن أن تتخذ أشكالا متنوعة فتكون حرفية وأدبية أو رياضية أو بيانية أو خرائطية وذلك للتعبير عن نفس الظاهرة .
- بجانب الدراسات الوصفية لتوطن الأنشطة الاقتصادية والتفاعل المجالي من حيث العوامل وتطورها وأشكال التوطن والتفاعل وتنوعها والأطراف المتدخلة وأصنافها نجد عدة دراسات كانت تهدف إلى وضع نماذج واستنباط نظريات توطن مختلف الأنشطة الاقتصادية، وهذه النزعة قديمة قدم الجغرافيا حيث نجد أن أول نموذج كان قد وضع سنة ١٨٢٦ من طرف فون تونن (Von Thünen) ويخص الزراعة ولكن هذه الأعمال بقيت إلى حد ما معزولة ومحدودة حتى الستينات من القرن العشرين، كما أن نموذج الجاذبية ترجع فكرته إلى نهاية القرن التاسع عشر.
- هذه النماذج تهدف إلى التجريد والتعميم لتحديد القوانين التي تحكم عملية التوطن دون التوقف عند الحالات الخاصة والمتفردة التي لا تنطبق إلا على عدد محدود من المناطق إلى عوامل محلية.
- وقد كانت المدرسة الألمانية سباقة إلى هذه الحركة حيث نجد نماذج كل من فون تونن وفيبر ١٩٠٩ (Weber) و كريستالير سنة ١٩٣٣ (Christaller)، وبقيت هذه الأعمال غير معروفة ومعزولة حتى الحرب العالمية الثانية عندما برزت المدرسة الأمريكية الجديدة التي ترجمت المؤلفات وأولت اهتماما كبيرا للنماذج التقليدية وعملت بعد ذلك على تعديلها ووضع نماذج جديدة خلال الخمسينات وخاصة الستينات نجد من بينها نماذج كل من ستيوارت (Stewart) و وارنتز (Warntz) وونغو (Wingo) وألنسو (Alonso) وسولو

وريتشاردسون (Solow-Richardson) وباكمان (Beckman) وغيرهم.

- وقد كان أولمان (Ullmann) سباقا لوضع الأسس الأولى للتفاعل المجالي حيث عرف الجغرافيا مع بداية الخمسينات بكونها علم التفاعل المجالي في الوقت الذي قام فيه ستيوارت (Stewart) ووارنتز (Warntz) باعتماد مبدأ التفاعل المجالي والجاذبية والاستقطاب الذي ترجع فكرتهما في الواقع إلى نهاية القرن التاسع عشر، كما أن أعمال رالي (Reilly) في الثلاثينات مهدت السبيل لتحديد مناطق التأثير.
- **والنموذج** : هو تصور دقيق ومبسط وانتقائي للواقع أو لظاهرة أو لفكرة معينة، يقتصر على عدد محدود من العناصر والعلاقات التي تربطها من شأنه أن يمكنا من فهم هذا الواقع والتحكم فيه، فهو يعكس و يختزل نظرة معينة للواقع، ويمثل النموذج مرجعية يمكن الاعتماد عليها لتحديد الاختيارات، والنموذج بالنسبة إلى بيتر هاجت سنة ١٩٦٥ (Peter Haggett) هو تصور مثالي للواقع بني لتبيان بعض الخصائص.
- أما راي (A Rey) فيعرف النموذج بكونه نظاما يعكس أو يمثل البنى الأساسية للواقع، وبالتالي فالنمذجة تعني الوقوف على الأهم وليس التبسيط فحسب في مفهومه المتداول ، فهو التبسيط الذي يمكننا من الوصول إلى ما هو هام، فهو إذن اختزال للواقع يلخص بنية أساسية له وليس مثل الواقع (فالنموذج جزئي ونسبي بالأساس)، وفي هذا الصدد يستوجب النموذج حسن اختيار العناصر والعلاقات التي تربطها.
- وللنموذج معنى اجتماعي واقتصادي يتماشى مع الممارسة الواقعية للمجال ويعكس الأطراف المتدخلة في العملية ولا يقتصر على الجمع بين بعض العناصر، فالمعنى الاجتماعي يأتي قبل الشكل مما يجعل الوجاهة الاجتماعية تأتي في المرتبة الأولى، ويعتبر روجي بروناي (Roger Brunet) أن النموذج هو تصور انتقائي للواقع يهدف الفهم والتفسير.
- ويمكن أن نتبين عدة أنواع من النماذج حسب اللغة المعتمدة والظاهرة المعنية، فهناك النماذج الكلامية أو الحرفية التي تعتمد على النص ، والنماذج الرياضية التي تستعمل الرياضيات، والنماذج المنظوماتية والبيانية أو الكروماتية لتمثيل مجال أو بنية أو حقل، والنماذج الصورية التي تعتمد الصورة والرسوم، وكل هذه الصيغ متكاملة ومكملة لبعضها البعض حيث يمكن صياغة النموذج في شكل نص ورسم ومعادلة رياضية في نفس الوقت.

- وبما أن النموذج هو اختزال للواقع فإنه يترك دائما بواقي أو متبقيات أي نسبة من الواقع لا يمكن أخذها بعين الاعتبار في النموذج بأية حال نظرا إلى أن النموذج هو بالأساس تصور جزئي للواقع. فهو يمكننا بلغة أخرى من الفصل بين الأساسي والثانوي ، بين الأهم والمهم والجزئي وهي طريقة وجيهة في حد ذاتها.
- أما **النمذجة** : فهي علم وضع النماذج وانتقاء العناصر وتحديد العلاقات التي تربطها واختبارها وتعديلها، فهي تتمثل في بناء و تفكيك ثم إعادة بناء الواقع في عملية ذهنية بين المادي والمجرد، بين النظرية والواقع ، بين المعقد والمبسط، فهي تتمثل في الذهاب مباشرة إلى ما هو هام وأساسي وترك كل ما هو ثانوي و جزئي، وهي كذلك بحث عن التركيبة والصيغة التي تعكس أكثر من غيرها التنظيم المجالي وعملية التوطن أو التفاعل المجالي.
- ولبناء النماذج تم الانطلاق من فرضيات مبسطة بمثابة المسلمات من شانها أن تجعل النماذج تقتصر على أهم العناصر دون غيرها على الأقل في مرحلة أولى من وضعها. وتتلخص أهم هذه الفرضيات في التجانس المجالي والسلوك العقلاني وأحادية المركز وحرية النقل.
- **النظرية :** هي مجموعة الأفكار المتضافرة والمتشابكة التي يشدُّ بعضها بعضاً، وفائدتها أنها تختزل المعلومات الفكرية المتراكمة، وتنظّمها، وتصهرها في قالب فكري فلسفي متضافر، وعلى درجة كبيرة من العمق والدقة .

٣- القانون

يعبّر عن ترجمة النظرية إلى لائحة إجرائية قابلة للتنفيذ، ولاشك أن هناك فرقاً بين القانون والنظرية، حتى على صعيد العلوم التطبيقية، فقانون (منـدل) للوراثة يختلف عن النظرية النسبية، لا باعتبارهما يبحثان في موضوعين مختلفين فحسب، بل إن الضوابط التي تحكم القانون تختلف عن الضوابط التي تحكم النظرية .

- وكذلك الأمر بالنسبة للعلوم الاجتماعية، فالقانون هو لائحة بالأوامر والنواهي موجهة للفرد، خاص بالتجارب الاجتماعية بما هي تجارب يمكن رؤيتها وملاحظتها ملاحظة حسية ؛ بينما تعبّر النظرية عن مجموعة أفكار حدسية تحليلية، فالقانون إذن له علاقة بالتجربة الاجتماعية، بينما لا تمتلك النظرية غير الحدس والفكر والتحليل والتنظير.

- وفي الجغرافية هناك اشكالية مفادها أن أهمية القوانين في الجغرافية الطبيعية أمر مفهوم لكن المشكلة في ايجاد قوانين تفسر السلوك البشري . فمن المعروف أن الاحداث ذات العلاقة بالعناصر البشرية لا تتكرر مهما تشابهت الظروف والأمكنة بسبب تباين الناس واختلاف ميولهم.
- لذا فان القوانين التي قد تستند عليها التوقعات لن تكون اكثر من تعميمات بسيطة، وربما يفضل ان يطلق عليها افتراضات، ومن هنا اطلق الجغرافيون على مثل تلك التوقعات مصطلح (القوانين الاحتمالية) وهي غير القوانين التي تتميز بالثبات زمانا ومكانا، بل هي الى التعميمات اقرب منها إلى القوانين، أما المتغيرات في الظواهر الطبيعية فهي قليلة ومحدودة وغير معقدة. ففي حالة قانون الاجسام الساقطة فان الهواء هو العامل الوحيد الذي تم استثناؤه بينما في نظرية (فون توفن) فثمة أكثر من عشرة متغيرات جعلها ثوابت، كما أن تطبيق أدوات التكنولوجيا ووسائلها على أعمال الانسان وسلوكه أصعب بكثير منها في الدراسات الطبيعية فليس ممكنا إلغاء حس الباحث الجغرافي وقدراته الذاتية في تحليل الظواهر ذات العلاقة بالإنسان .

وتأسيسا لما سبق يمكن الخروج بالنتائج التالية:

- رغم كثرة المفاهيم في ماهية علم الجغرافية وتعددها إلا أن ثمة قواسم مشتركة تجمعها حيث بعد(المكان)، الميدان، الحقيقي لعلم الجغرافية وتمثل العناصر التي على سطح الارض موضوعاتها.
- لا يمكن للجغرافي، أتباع اسلوب واحد أو وسيلة معينة في كل فروعها بل وليس بالضرورة ان تلتزم الدراسات الجغرافية جميعا بمنهج واحد.
- أن من أهم العوامل التي تساعد الجغرافية الاحتفاظ بالصبغة العلمية كونها تتعامل مع كثير من الحقائق الملموسة والبيانات التي يقوم عليها التحليل الجغرافي إلى جانب ما يمكن للجغرافي نفسه من جمع المعلومات والأرقام التي تمثل المادة الخام للبحث الجغرافي.
- لقد أصبح المجال واسعا أمام الجغرافيين للاستفادة من كل التطورات التي رافقت الثورة المعلوماتية وذلك في تجديد وتطوير البحث العلمي الجغرافي من خلال التعامل مع الوسائل Techniques والنماذج Modelsوالأنظمة Systems المتطورة واستخدامها في الدراسات الجغرافية دون المساس بجوهر وأساسيات علم الجغرافية .

ثانياً : الاستشعار عن بعد وتطبيقاته الجغرافية Remote Sensing

الاستشعار عن بُعد Remote Sensing وسيلة علمية للحصول على معلوماتٍ عن شيء أو مساحةٍ أو ظاهرةٍ ما دون التماس معها فيزيائياً، وهو يشتمل على عملياتٍ متسلسلةٍ لقراءة المعطيات التي تجمعها عن بعد مستشعرات مختلفة وتحليلها للحصول على المعلومات المطلوبة، وتختلف المعطيات التي تُجمع عن بعد باختلاف وسائل جمعها، كالتباينات في قوى الجاذبية أو في توزع الموجات الكهرمغنطيسية أو الصوتية أو الحرارية أو الضوئية التي تتأثر بالموجات الكهرمغنطيسية والتي توضع على الطائرات أو في المركبات الفضائية والتي تساعد على كشف المصادر الطبيعية ومراقبتها ورسم خرائطها، وتحصل هذه المستشعرات على معطيات عن الموجات الكهرمغنطيسية الصادرة عن مختلف سطوح الظواهر الأرضية أو المنعكسة عنها وتحلل هذه المعطيات للحصول على معلومات حول المصادر التي هي قيد البحث .

أهمية تطبيق الاستشعار عن بعد:

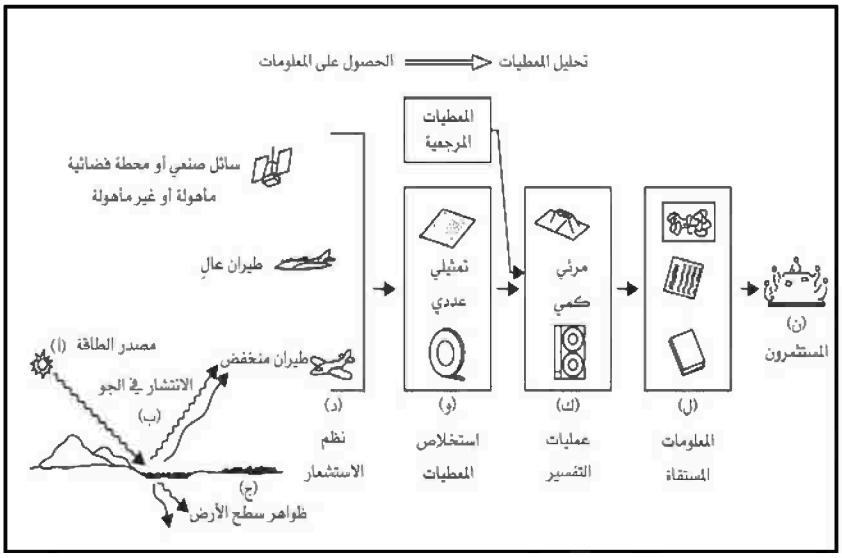
وترجع أهمية الاستشعار عن بعد إلى أنه يوفر معلومات حديثة وشاملة عن الظاهر الجغرافية مما يمكن دارس الجغرافيا من الحصول على خرائط دقيقة، ومراقبة الأخطار البيئية، والموارد الطبيعية، ودراسة التغير فى استخدام الأرض Land Use وكذلك تحديد المناطق المصابة بالأمراض فى الحقول الزراعية، ومعرفة الظواهر التضاريسية ونوع التربة والصخور السائدة، والعديد من التطبيقات التى يستفيد بها المجتمع

الاستشعار عن بُعد Remote Sensing يقصد به الحصول على معلومات عن هدف ما أو ظاهرة طبيعية بواسطة جهاز استشعار تفصله عن الهدف مسافة معينة ومن ثم التعرف على الهدف بالاستعانة بأجهزة ووسائل المعالجة والتحليل للصور الفضائية أو الجوية .

ويعتبر الاستشعار عن بعد من أهم مصادر الحصول على البيانات الجديدة لتحديث الخرائط، ويتم الحصول على هذه الخرائط عن طريق الأقمار الصناعية التى تدور حول الأرض بصورة منتظمة وتقوم بالتقاط آلاف الصور من مناظير مختلفة وإرسالها إلى المحطات الأرضية لتحليلها . وعلى ذلك يعد هذا الأسلوب وسيلة هامة فى تحديث الخرائط والوصول إلى مناطق يصعب الوصول إليها . وتوجد حزم Package من برامج التطبيقات Software منها برنامج ERDAS وهو أكفأ برنامج لبيانات

الاستشعار عن بعد من خلال الأقمار الصناعية، ويعتمد أساساً على بيانات مساحية تغطى البنية الأساسية والتركيب التوبولوجى Topology وتخطيط المدن ووراءه حزمة من نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة معها ومنها حزمة GIMMS والموجهة أساساً نحو الخرائط والتخطيط المساحي والتعدادات وشبكات الطرق .

ويبين الشكل ( ) تسلسل عمليات الاستشعار عن بُعد وعناصرها، و يشتمل هذا التسلسل على مرحلتين أساسيتين هما : الحصول على المعطيات، وتحليل هذه المعطيات.

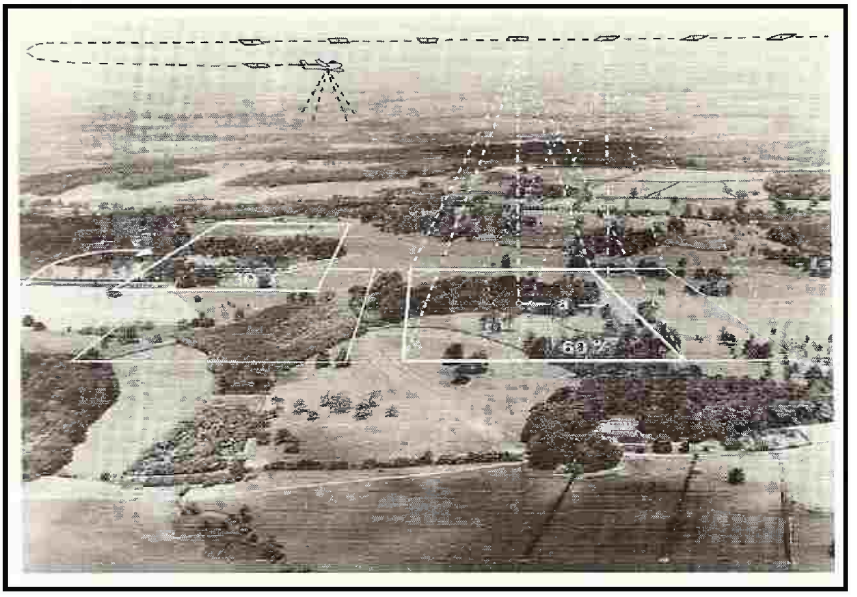


شكل ( ) استشعار الثروات الأرضية عن بعد بالموجات الكهرمغناطيسية .

وتستخدم الطائرات لحمل أجهزة الاستشعار عن بعد منذ الحرب العالمية الأولي، ولا تزال تستخدم لهذا الغرض، كما تستخدم الطائرات :

- لحمل جميع أنواع أجهزة الاستشعار عن بعد (أجهزة التصوير الفتوغرافي وأجهزة المسح الخطي وأجهزة الصف الخطي و وأجهزة الردار)
- ولكن مفهوم الصور الجوية مرتبطة بالصور الفتوغرافية التقليدية لأنها الأقدام والأكثر شيوعاً واستخداما للأغراض .

- وتسمى الصور التي تأخذ بأجهزة المسح الخطى وأجهزة الصف الأول الخطى من الجو بالصور الرقمية Aerial Images، أما إذا استخدم الرادار في التصوير، فإن الصور تأخذ اسم جهاز التصوير.



شكل ( ) التصوير الجوي بالطائرات .

تطبيقات الاستشعار عن بعد:

يوفر الاستشعار عن بعد الإطار الشمولي الأول لأي مشروع ذو بعد إقليمي أو معايير استراتيجية، وذلك من التطبيقات الواسعة للاستشعار عن بعد في المجالات المختلفة، وفيما يلي استعراض لبعض هذه المجالات التي يطبق فيها الاستشعار عن بعد بفعالية ونجاح.

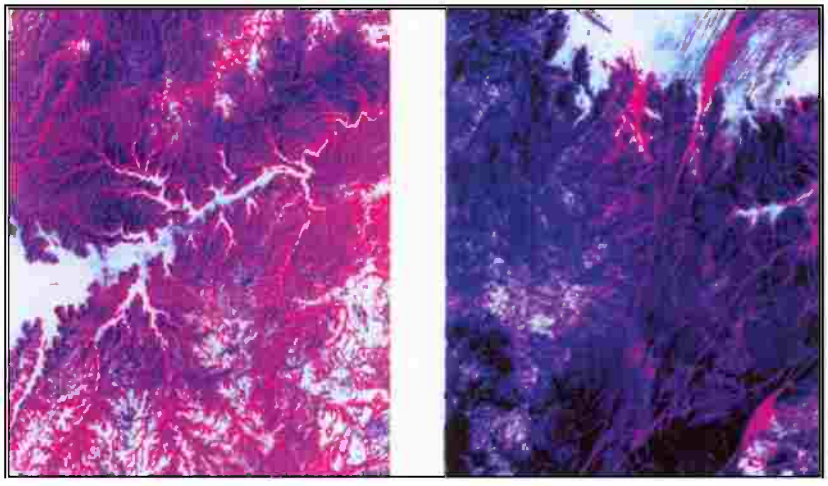
١. **مجال الجيولوجية والتنقيب عن النفط والغاز:**

يمكن بوساطة الاستشعار عن بعد وضع الخرائط الشمولية الدقيقة لمناطق التنقيب التي تُظهر صور السواتل، المؤشرات الأولية للتوقعات المعدنية والنفطية فيها، ويدرس هنا ما يسمى بالطبقية أو البنيوية الخطية التي توضح معالم السَّحنة (الهيئة) الجيولوجية لمنطقة الدراسة، وتظهر الصور الفضائية رموزاً خاصة تشير على نحو شبه مؤكد إلى وجود مادة خام معينة.

أما التنقيب عن النفط فهو يشمل مساحات واسعة كانت الشركات تحتاج في أثنائه إلى آلاف الصور الجوية الملتقطة من الطائرات، مما يسبب مصاعب جمة ويتطلب وقتاً طويلاً ومن ثم تكاليف باهظة. وتشير الصور الفضائية إلى مناطق النفط (في الأحواض الرسوبية والاتجاهات البنيوية والفوالق وغيرها) مما يمكن عن طريقها توجيه أعمال التنقيب، وأجهزة الاستشعار التي تحملها السواتل تمكن من تحديد نسب المعادن في الصخور كالحديد وغيره، وتساعد في مجالاتها الطيفية المتعددة على استكشاف الخامات المعدنية المختلفة كالمعادن الملونة واللاتريت والبوكسيت والكبريت والفوسفات وغيرها (الشكل).

٢. مجال الهدرولوجية

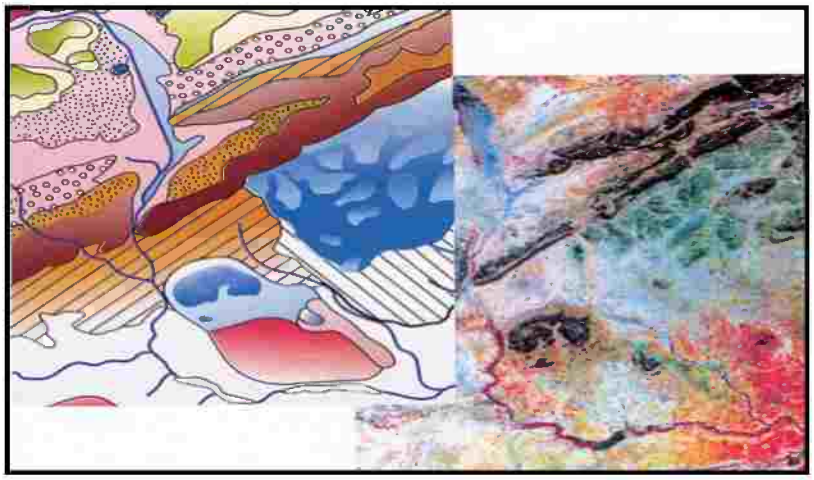
يمكن بالاستشعار عن بعد تحديد مواقع المياه الجوفية ودراسة مصادر المياه السطحية وتوجيه استغلالها في الري والاستخدامات الأخرى، ويمكن عن طريق تحديد القسمات والمظاهر الخطية تحديد أماكن وجود المياه، وكمية المياه في الثلوج المتراكمة ودراسة مدى تأثيرها في تغذية مصادر المياه الجوفية، كما يمكن بالتصوير الحراري تحديد مواقع تسرب المياه العذبة إلى البحر اعتماداً على الفروق الحرارية بين المياه العذبة والمياه الملحة، وباستخدام التصوير الراداري يمكن استكشاف شبكات التصريف والجريان تحت السطحية، وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تسودها الترب الرملية (الشكل).



شكل ( ) صورة فضائية محللة بهدف بيان القسمات الخطية (يمين) وشبكة التصريف الصحي (يسار)

٣. مجال الزراعة ودراسات الأراضي

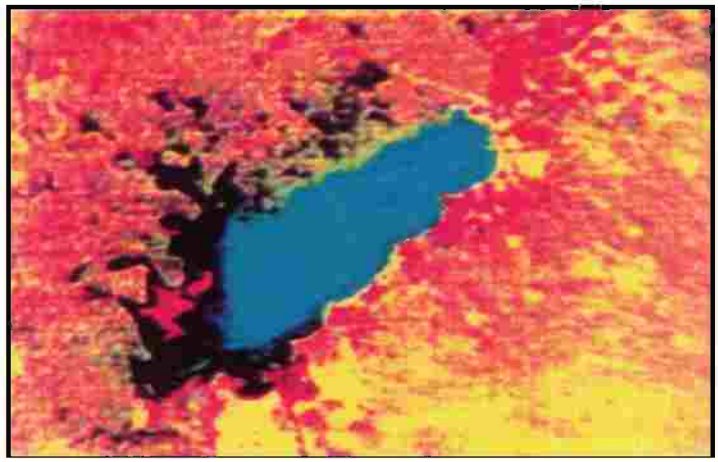
الاستشعار عن بعد أداة فعالة ومفيدة في الدراسات الزراعية بمختلف مجالاتها. فاعتماداً على هذه التقنية يمكن وضع خرائط تصنيف الأراضي واستعمالاتها المختلفة ومراقبة التغيرات التي تطرأ عليها، كما يمكن وضع خرائط مسح التربة، ومراقبة المحاصيل الزراعية، وكشف الآفات التي تصيبها وحصر مساحاتها، والتقدير الكمي لغلالها قبل موسم الحصاد، كذلك يمكن رصد التصحر والجفاف والفيضانات وتدهور الغابات ومراقبة حرائقها، وإدارة الأراضي الرعوية، وتوجيه خطة الرعي فيها .



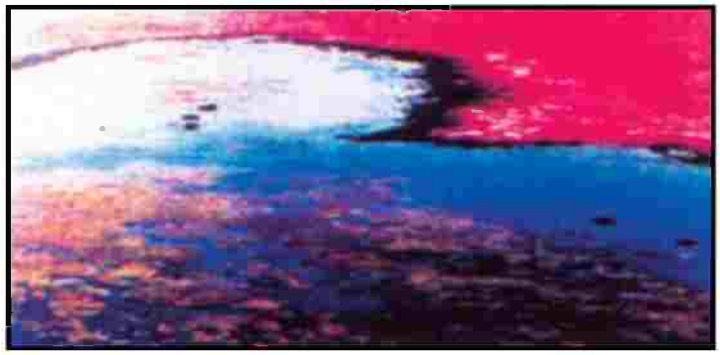
شكل ( ) صورة فضائية وخريطة تصنيف التربة التي أعدت منها .

٤. مجال التخطيط الإقليمي و العمراني

يمكن عن طريق تحليل المعطيات الاستشعارية وتفسيرها مراقبة التطور العمراني والإقليمي وتحديد جهات التوسع في المدن، وهذا يساعد على تنظيم شبكات المرافق العامة الكبيرة وتخطيطها والتوسع فيها وخاصة شبكات المياه والصرف الصحي والكهرباء، كذلك يمكن وضع الخرائط الضرورية للتخطيط المدني والعمراني كخرائط الجيولوجية الهندسية واستخدامات الأراضي العمرانية وصلاحية الأراضي للاستخدامات المختلفة، واختيار مواقع المنشآت العامة والمناطق الصناعية بالتكامل مع التخطيط الإقليمي، وبما يتناسب وخطط التنمية الشاملة.



شكل ( ) صورة فضائية تبين التلوث في بحيرة



شكل ( ) صورة تحققٍ أرضي تُظهر الطحالب في المناطق الملوثة ببحيرة

٥. مجال الأرصاد الجوية وتلوث البيئة والكوارث الطبيعية

لقد أصبح من المألوف استخدام صور (السواتل) المخصصة للأرصاد الجوية في التنبؤ بأحوال الطقس. وصار من الممكن مراقبة حركة الرياح والأعاصير والأمطار، والتنبؤ المبكر بها، مما ينعكس إيجابياً على

الحياة العامة ويمكن من اتخاذ الإجراءات الوقائية لمواجهة الكوارث الطبيعية .

وقد أصبحت المعلومات السريعة التي يوفرها الاستشعار عن بعد ذات أهمية حيوية لكثير من البلدان، وخاصة مايتعلق بالاندفاعات البركانية، وتحديد المناطق المعرضة للهزات الأرضية، وكذلك التنبؤ بنشاط الجراد الصحراوي وتحديد أماكن الغزو والتراجع لهذه الآفة الزراعية التي تسبب كوارث حقيقية في المناطق التي تتعرض لها.

٦. مجال حفظ الطاقة وترشيد استهلاكها

تساعد أجهزة قياس الأشعة الحرارية التي تستخدم في الاستشعار عن بعد في الحصول على المقطع الحراري لمناطق السكن والعمران والنشاط السياحي والصناعي، إذ يمكن بها دراسة كميات الطاقة المفقودة في أماكن التجمع هذه ويعرف مدى سلامة العزل الحراري للأبنية إذ يمكن على أساس تحليل معطيات استشعار الحرارة اتخاذ الإجراءات اللازمة لزيادة العزل الحراري للأبنية واختيار أكثر المواد اللازمة لهذا العزل بما يتناسب مع الأحوال البيئية السائدة.

٧. مجالات أخرى

إن تطبيقات الاستشعار عن بعد لا تقف عند حدود المجالات المذكورة سابقاً، بل تتعداها إلى مجالات أخرى في مختلف نواحي الحياة، إذ يمكن عن طريق الصور الفضائية الاستدلال على أماكن الآثار المطمورة بمتابعة الشواذ اللونية الناتجة من الاختلافات التي تسببها هذه الآثار في قوام التربة ورطوبتها وتغيرات الغطاء النباتي، كما يمكن اكتشاف التيارات الباردة والدافئة داخل المحيطات ومراقبتها واتجاه حركتها، ومراقبة التجمعات السمكية وتوجيه أساطيل الصيد إليها، حتى أن هذه التقنية أصبحت تستخدم في الطب، وخاصة فيما يتعلق بالأوبئة المرتبطة بأحوال بيئة معينة تساعد على تكاثر الطفيليات أو الحشرات الناقلة وانتشارها.

ثالثاً : نظم المعلومات الجغرافية

Geographic Information System: GIS

تأتى نظم المعلومات الجغرافية G.I.S فى مقدمة تأثيرات الثورة المعلوماتية والتكنولوجية، حيث أنها ظهرت نتيجة التقدم والتطور الذى شهدته الحاسبات الإلكترونية، وفى الوقت الذى تضاعفت فيه المعرفة والمعلومات والتغيرات التى تحدث للمعلومات الجغرافية على الخرائط،

وبالتالي هى نتاج نمو علاقة الربط والارتباط بين علوم الحاسوب وعلم الجغرافيا خلال السنوات الأخيرة .

ويرى البعض أن نظم المعلومات الجغرافية هى عبارة عن مجموعة من أجهزة الحاسوب وبرامج معدة لذلك وأناس مدربون يعملون على هذه البرامج والأجهزة، والوظيفة الرئيسية لهم هى تحويل المعلومات الجغرافية الموجودة بالخرائط والتي على هيئة رموز إلى بيانات وأرقام يسهل التعامل معها واستدعاؤها ،. وذلك يعنى أن نظم المعلومات الجغرافية تشمل تجميع المعلومات الجغرافية من مصادرها المتباينة ومنها الخرائط والصور والكتب والكلمات المسموعة والتقارير وتشمل أيضاً عمليات إدخالها وتخزينها فى قواعد بيانات جغرافية، وتحليل البيانات وإنتاجها فى صورة بيانات إحصائية أو تقارير أو خرائط .

نظم المعلومات الجغرافية :عبارة عن علم لجمع، وإدخال، ومعالجة، وتحليل، وعرض، وإخراج المعلومات الجغرافية والوصفية لأهداف محددة، وهذا التعريف يتضمن مقدرة النظم على إدخال المعلومات الجغرافية (خرائط، صور جوية ، مرئيات فضائية) والوصفية (أسماء ، جداول)، معالجتها (تنقيحها من الاخطاء)، تخزينها، استرجاعها ، استفسارها ، تحليلها (تحليل مكاني و احصائى)، وعرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط،و تقارير، ورسومات بيانية.

١-لمحة تاريخية

بدأت نظم المعلومات الجغرافية في كندا عام ١٩٦٤ وخلال فترة السبعينيات زاد عدد الشركات المتخصصة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وشهدت فترة الثمانينات زيادة في الميزانية المرصودة للهيئات الحكومية والشركات الخاصة لنظم المعلومات الجغرافية ، وكذلك زيادة في عدد المتخصصين وانخفاض في أسعار أجهزة الحاسوب والبرمجيات، و شهدت حقبة التسعينيات تحسن في البرمجيات وإمكانية برنامج واحد القيام بأعمال كانت في الماضي تحتاج لأكثر من برنامج، وبتطور أجهزة الحاسوب خلال الألفية الثالثة بدأ استخدام الوسائط المتعددة وشبكة الانترنت وسوف تشهد الفترة القادمة ثورة في استخدام الخرائط المتحركة وذلك بفضل التحسن الملحوظ في أجهزة الحاسوب المحمولة يدويا (Palm PC، الانترنت ، والاتصال اللاسلكي(WAP).

ويُعرّف نظام المعلومات الجغرافية بأنه نظام حاسوبي لجمع وإدارة ومعالجة وتحليل البيانات ذات الطبيعة المكانية، ويُقصد بكلمة مكانية

(spatial) أن تصف هذه البيانات معالم (features) جغرافية على سطح الأرض، سواء أ كانت هذه المعالم طبيعية كالغابات والأنهار أم اصطناعية كالمباني والطرق والجسور والسدود، يستخدم مصطلح معالم للإشارة أيضاً إلى الظواهر الطبيعية والبيئية مثل المد والجزر والتلوث وغيرها.

لكن هذا التعريف لا يعني أن نقيد استخدام نظام المعلومات الجغرافية بالمساحات الكبيرة، لأنه يمكن أن يستخدم في دراسة حيّ تكون المعالم الجغرافية فيه مؤلفة من عدد صغير من المنازل وشبكة الهاتف والكهرباء والمياه، أو في شركة واحدة تكون شبكة الحواسيب أحد المعالم فيها.

٢-نظام المعلومات الجغرافي

نظام المعلومات الجغرافي و المشتهر اختصارا (GIS) هو وسيلة أو أداة تعتمد على الحاسب (الكمبيوتر) لتوصيل و تحليل الأشياء التي توجد على الأرض و كذلك الأحداث التي تحصل عليها و تجمع تقنية المعلومات الجغرافية (GIS) بين عمليات قواعد المعلومات الشائعة مثل "البحث" و "التحليل الإحصائي" و بين الفوائد الفريدة التي تقدمها الخرائط من التصور و التحليل الجغرافي، و تميز هذه القدرات بين نظام المعلومات الجغرافي (GIS) و أنظمة المعلومات الأخرى و تجعله ذات قيمة عالية لشريحة واسعة من الجمهور و الشركات الخاصة لشرح الأحداث و تخمين ما سيحدث و فهم إستراتيجيات التخطيط الصحيح.

وتعتبر صناعة الخرائط و التحليل الجغرافي ليس جديدة، و لكن نظام المعلومات الجغرافي (GIS) يقوم بعمل تلك المهمات أفضل و أسرع من الطرق اليدوية القديمة، قبل ظهور نظام المعلومات الجغرافي (GIS) مجموعة قليلة من الناس لديها المهارات اللازمة لاستخدام المعلومات الجغرافية للمساعدة في أخذ القرار و حل المشكلات و تقدر صناعة أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) اليوم بالبلايين من الدولارات و توظف مئات الآلاف من الناس عالمياً، كما أنها تدرس في المدارس و الكليات و الجامعات في مختلف أنحاء العالم يتزايد اهتمام و معرفة المحترفين في كل التخصصات بالمزايا التي يمكن الحصول عليها عند التفكير و العمل جغرافيا.

٣-عناصر نظم المعلومات الجغرافي

يجمع نظام المعلومات الجغرافي (GIS) بين خمسة عناصر أساسية هي:

١. جهاز الحاسب الآلي
٢. البرامج التي تعمل عليها
٣. البيانات التي تستخدم في الإدخال والإخراج
٤. العنصر البشري(الافراد) الذين يستخدمونها
٥. الطرق الفنية المتبعة في عمليات التحليل واتخاذ القرار .

يخزن نظام المعلومات الجغرافي (GIS) المعلومات عن العالم كمجموعة من الطبقات الرئيسية و التي يمكن الاتصال بها جميعاً باستخدام الجغرافيا، ويتعامل نظام المعلومات الجغرافي (GIS) مع نوعين مختلفين من النماذج الجغرافية ألا و هي الكمية المتجهة و الصورة الممسوحة ضوئياً، ولذلك نلقي الضوء في هذه الدراسة على نظام المعلومات الجغرافية، وهو تقنية حاسوبية حديثة نسبياً، وأداة هامة للمهندسين ومتخذي القرار ومخططي المدن و أخصائيي البيئة والموارد الطبيعية.

ولا يستطيع نظام المعلومات الجغرافية تحليل المعلومات في خريطة، إذا لم تكن هذه البيانات في هيئة رقمية يستطيع الحاسوب قراءتها، وهي البيانات المتجهة أو البيانات المتسامية. لذلك تستخدم عدة طرق لتحويل الخرائط الورقية إلى خرائط رقمية. يُستخدم الترقيم (digitizing) لإنشاء نموذج حاسوبي للخريطة الورقية مؤلف من بيانات متجهة، وتنجز عملية الترقيم هذه بتتبّع معالم الخريطة بواسطة الفأرة أو القلم فوق سطح خاص لجمع إحداثياتها، كما يُستخدم المسح (scanning) أيضاً للحصول على بيانات متسامية من الخريطة الورقية، يمكن استخدامها مباشرة، عندما يكون نظام المعلومات الجغرافية قادراً على تحليل البيانات المتسامية، أو استخدامها كخلفية للمشروع إذا كان يعتمد على بيانات متجهة، يمكن أيضاً تحويل البيانات المتسامية إلى بيانات متجهة باستخدام برامج خاصة للتحويل بين هيئتي البيانات هذه، وتسمى هذه البرامج باسم اختصاراً لعبارة Raster to Vector.

٤-فوائد استخدام نظم المعلومات الجغرافية في التطبيقات الجغرافية:

هناك فوائد واضحة لنظم المعلومات الجغرافية في تعليم وتعلم الجغرافيا من أهمها :

١. صبغ دراسة الموضوعات الجغرافية بالواقعية من خلال ربطها بدراسة الموضوعات بالبيئة المحلية المحيطة .
٢. إتاحة الفرصة في التعامل مع عدد من برمجياتها في جمع وترميز وتحليل البيانات الجغرافية وعرضها في خرائط وتقارير ورسوم وأشكال بيانية .
٣. إثارة الحماس في دراسة الموضوعات الجغرافية من خلال إتاحة الفرصة لطرح وتوجيه عدد كبير من الأسئلة والاستفسارات الجغرافية والبحث عن الإجابات المختلفة لها .
٤. إضفاء الحداثة على دراسة الموضوعات من خلال حاجتها المستمرة إلى تدعيم محتواها بكل ما هو جديد من البيانات والمعلومات والمعارف الجغرافية .
٥. إضفاء صفة العالمية على دراسة الموضوعات الجغرافية من خلال ربط البيانات مع بعضها البعض عبر المسافات القريبة والبعيدة من خلال قواعد البيانات المحلية والعالمية .
٦. ربط دراسة الموضوعات بالمجالات الوظيفية المختلفة التي يمكن أن يعمل بها طلاب وخريجي الجغرافيا في المستقبل، وذلك أثناء رجوعهم إلى الهيئات والمنظمات المتضمنة لهذه المجالات في جمع البيانات الجغرافية المرتبطة بموضوعاتهم الدراسية .
٧. تنمية العديد من المهارات الجغرافية في دراسة الموضوعات الدراسية، وخاصة المرتبطة بالاتصال، واتخاذ القرارات، وإنتاج الخرائط .

٥- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية :

يمكن القول نظم المعلومات الجغرافية أعادت لعلم الجغرافيا قيمته المفقودة فى إطار الوصف واللاموضوعية ليصبح تحليلياً تركيبياً نفعياً، لأنها تعاون مثمر للكثير من النظم التى تستخدم البيانات المكانية فى التحليل، إذ أن البعض ما زال يعتقد أن الجغرافيا لا تعنى فقط إلا بالموقع والمناخ والتضاريس ويغيب عن ذهن الكثير منهم أن أكثر من ٨٠% من البيانات والمعلومات المتداولة فى الوزارات والمصالح الحكومية فى حقيقتها بيانات جغرافية تحتاج إلى من يوظفها توظيفاً صحيحاً .

فى مجال التخطيط العمرانى

يعتبر التخطيط العمراني من أول التطبيقات التى استفادت من تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية، ويمكن إيجاز الجوانب التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية فى مجال التخطيط العمراني كما يلي :

١. إعداد خرائط رقمية متباينة المقاييس " وخاصة المقياس الكبير "، لتحديد إمكانية توزيع الخدمات المستحدثة وتطويرها وفقاً لخرائط التوزيع الحالية وتطور السكان .

٢. إعداد قواعد معلومات جغرافية عن كل الجوانب الجغرافية لإقليم المدينة، وتسهيل تصميم المرافق وإدارة المدن وتقدير الاحتياجات.

٣. إظهار الملكيات والوحدات السكنية وأماكن الفضاء لتسهيل التعامل بين الحكومة وملاك الأرض عند الضرورة، وخاصة عند إنشاء مشروعات للخدمات العامة تستوجب نزع ملكية .

٤. الاستفادة فى مجال التخطيط المروري، وذلك بوضع المعلومات المتعلقة بالمرور فى شوارع التدفق فى أوقات معينة، واتجاهات الكثافة، والطرق البديلة، مما يسهل وضع حلول سريعة لمشكلاتها .

٥. إعداد نظم معلومات متكاملة عن إقليم المدينة وظهيرها، لمراجعة وحصر النمو الأقصى للمدينة، وانتشار العشوائيات فى بلدان العالم النامي .

٦. إعداد نظم معلومات وخرائط دقيقة لشبكات الخدمات الأساسية من كهرباء ومياه وهاتف وغيرها .

فى مجال التخطيط البيئي

يمكن القول أن نظم المعلومات الجغرافية تلبى الاحتياجات البيئية كافة، وذلك على النحو التالي :

١. تحيد المواقع ووصفها بطرق مختلفة كالترميز أو الترقيم أو نسبتها إلى إحداثيات طولية وعرضية أو بوضعها على خريطة .

٢. التعرف على السلوك اللازم لتحديد المكان وطرق الوصول إليه وأنسب الطرق وأقربها للصواب أو الخطأ .

٣. ماذا طرأ على طبيعة المكان أو الموقع وتاريخ هذا التغير والتعرف عليه.

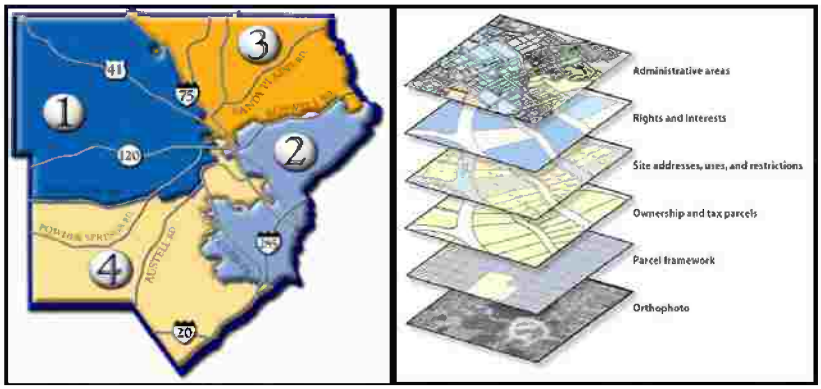
٤. ما هى الأوصاف والأنماط المكانية والتحليل المكاني لها .

فى مجال استخدامات الأراضى:

حيث يمكن تحديد نوعية استخدام الأرض سواء كان استخدم سكنى أو صناعى أو تجارى أو خدمى عن طريق جمع البيانات عن استخدام الأرض وإعطاء كل استخدام لوناً مختلفاً ومتفق عليه أن للسكنى اللون الأصفر والتجارى اللون الأحمر، وهكذا ثم اظهار ذلك على الخرائط لمعرفة استخدام كل قطعة أرض، ويستفيد من ذلك المخطط العمرانى فى تقسيم الخدمات وتوزيع السكن لمنطقة سيتم بناءها وتوزيع المراكز التجارية وغيرها أما فى المناطق المبنية فهى تساعده على عمل دراسات على توزيع استخدامات الأراضى وفى تنمية هذه المنطقة .

فى مجال الطرق

يستخدمه المخطط العمرانى فى دراسة الطرق الإقليمية والقومية والرئيسية والفرعية وتوزيعها وتوزيع العمران والمبانى فى أماكن موازية لخطوط الطرق لتسهيل المواصلات وتقليل تكاليف النقل والمواصلات وتسهيل عملية التنقل للسكان والعمال وغيرهم وفى تخطيط الطرق والكبارى حديثة انشاء وإجراء عمليات تخطيطية بتكاليف أقل عن طريق مراعاة المسافة الأقصر.



شكل ( ) تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسات الأحياء والطرق

.

دراسة الأحياء

يظهر الشكل ( ) أن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية يستفاد المخطط العمرانى من ذلك المجال عند تخطيط مدن كبيرة جديدة عند

تقسيمها إلى أحياء أو عند دراسة منطقة كبيرة مبنية مسبقاً مثل مدينة القاهرة فيدرس مابها من أحياء مثل حى شبرا أو الشرابية وغمرا وغيرها من الأحياء العمرانية

فى مجال معدلات الجرائم:

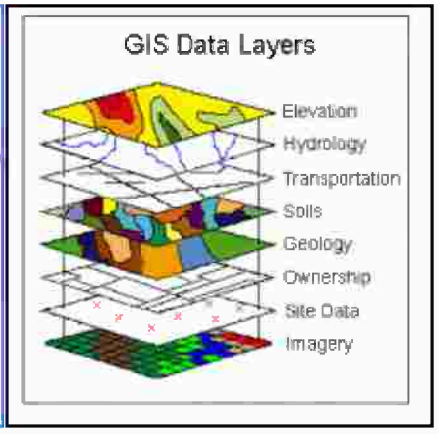
وهذا المجال مفيد جداً لأفراد الشرطة وبفضل الله تعالى ثم بفضل هذا المجال يتم التعامل مع الجرائم بشكل أفضل بحيث يتوقع الشرطيون الأماكن الأكثر شبهة فى ارتكاب الجرائم مما يسهل عليهم ايجاد مناطق مراقبتهم فى الشوارع .

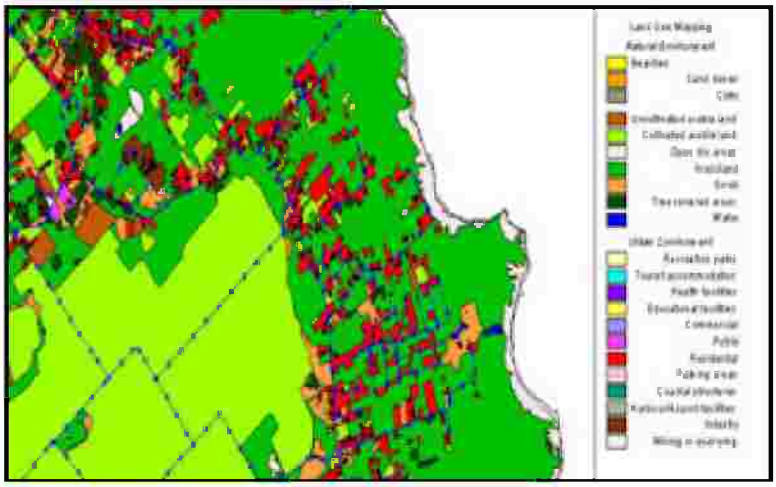
فى مجال توزيع معدلات المياه الجوفية أو معدلات سقوط الأمطار

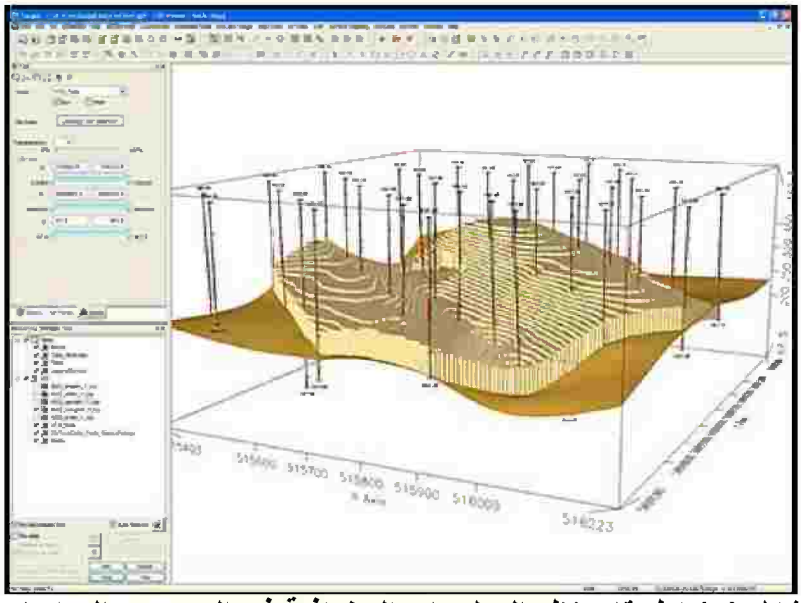
ويستفيد العلماء من ذلك المجال فى معرفة ودراسة معدلات وجود المياه الجوفية أو معدلات سقوط الأمطار لاستغلال المياه فى الشرب أو الزراعة وغيرها والتمركز فى المناطق المتواجدة بها المياه والتوطن وبناء المستوطنات بالقرب من أماكن تواجد المياه وكذلك يمكنهم معرفة ما إذا كان تواجد المياه بغزارة أو بندرة فى المكان عن طريق تدرجات فى حالة وجود المياه .

فى مجال الدراسات الجيويوجية

يظهر الشكل ( ) أن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية يمكن الاستفادة منها فى هذا المجال عبارة عن دراسة التضاريس الأرضية التى تدخل كعامل فى مجالات شتى مثل توزيع المبانى وطبيعة الأرض وإمكانية الزراعة عليها واستخدام الأرض وكيفية الاستفادة من الأرض بالطريقة المناسبة وكذلك فى معرفة خصائص الأرض من حيث الارتفاع والانخفاض مما يتيح دراسة الأرض علمياً فى مجالات العلوم الجيولوجية المختلفة .







شكل ( ) تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في العديد من الدراسات المختلفة.

رابعاً : تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في رسم الخرائط :

يُؤرخ العديد من العلماء أن عام ٢٠٠٥ هو بداية الانطلاقة الكبرى للخريطة الجغرافية الحديثة على الشبكة العنكبوتية. فقد شهد ذلك العام إطلاق أكثر من برنامج ومحرك خاص بتصفح الخرائط وعرضها لزوار

الشبكة بشكل مجاني وبدون أي قيد، من أبرزها برنامج "غوغل إيرث" (Google Earth) الشهير الصادر عن شركة غوغل، و"فيرتشوال إيرث" (Virtual Earth MSN) الصادر عن مايكروسوفت، وخدمة "ياهو مابس" (Yahoo Maps) المقدمة من شركة ياهو، كما شهد العامين المنصرمين اكتمال هذه الانطلاقة بظهور محركات بحث منافسة وقوية مثل "ويكي مابيا" Wikimapia، الصادرة عن موسوعة ويكيبديا مفتوحة المصدر، والإصدار الأخير من "ناسا ورلد وند" NASA World Wind التي تقف ورائها أكبر وكالة فضاء على مستوى العالم وهي ناسا الأميركية، وإن بقيت ملاحظة هامة بخصوص هذين المحركين، وهي أن إطلاقهما تم بدعم من شركتي جوجل بالنسبة الأول، وميكروسوفت بالنسبة للثاني".هؤلاء هم اللاعبون الكبار حالياً في عالم الخرائط الإلكترونية الافتراضية، ولكلٍّ نقاط قوة وضعف وأوجه تميز وقصور، بيد أن الفضل الأكبر في شعبنة الخريطة الجغرافية وتغير النظرة العامة لها يمكن إرجاعه إلى "غوغل إيرث"، وهذا بسبب تميزه وتفوقه في أكثر من وجهة وخاصية، منها جودة التصميم وسرعة الحصول على المعلومة وضخامة البنية المعلوماتية والتحديث المستمر، والأهم من كل ذلك الديناميكية والقدرة على التفاعل المستمر مع كافة أنماط زواره ومستخدميه.

كما ان هذه البرامج في تطوير مستمر و تحديث دائم، حيث أضيفت على سبيل المثال خدمة "ستريت فيو"، وبها يمكن لأي من قاطني المدن الكبيرة -خاصة في أميركا وأوروبا- التعرّف على أحوال السير وظروف الطقس وحركة المرور ومناطق الازدحام والاختناقات في الشوارع المختلفة، وذلك قبل انطلاقه إلى محل عمله أو وجهته.

قبل الثورة التقنية كان هناك إسهامات متعددة في تطوير علم الخرائط بصفة عامة والخرائط الموضوعية بصفة خاصة نظراً لكثرة الإقبال على استخدامها في الأبحاث والدراسات والمشاريع وفي بناء الأطالس وغيرها، ومن وجهة النظر الخرائطية فإن أفضل الطرق لتمثيل الظواهر الجغرافية وعلى الأخص تلك التي لها مصدر معلوماتي رقمي أو إحصائي هى تلك التي تقدم المعلومة للقارئ بسرعة وسهولة وبطريقة علمية متعارف عليها دون اللجوء إلي التعقيد في تمثيل الظواهر على الخريطة، وتبين أن مسميات الخرائط الموضوعية بناء على الرمز المستخدم على الخريطة في تمثيل الظاهرة الجغرافية، وهى الطرق المستخدمة على كثير من الأطالس وفي العديد من الأبحاث والدراسات والمشاريع والتي تحتويها مناهج التعليم والخاصة بالجغرافيا والخرائط ونظم المعلومات الجغرافية وقد بلغ عددها ١٧ طريقة .

الثورة الإلكترونية وإبداع الخريطة الحديثة:

يمكن دراسة أهم الطرق التقليدية لإنتاج الخريطة وخلال من خلال التعرف علي الطرق التقليدية التي يمكن تنفيذها على برامج نظم المعلومات الجغرافية " تقدم نظم المعلومات الجغرافية جانباً من نظامها يختص بإمكانية التمثيل للبيانات المبنية في قاعدة البيانات بالخرائط الموضوعية بالطرق التالية:

- خرائط الكوروبلث (استخدام اللون بأسلوب كمي)، خرائط الظلال الألوان " (استخدام الألوان بأسلوب كمي، نوعي .
- خرائط الدوائر النسبية
- خرائط الدوائر المقسمة
- خرائط المثلث الأحادية
- خرائط المربعات الأحادية
- خرائط الأعمدة الأحادية
- خرائط الأعمدة المتعددة
- خرائط البعد الثالث

يلاحظ هنا ومن منظور تقسيم الخرائط الموضوعية في هذه الدراسة إلى تقسيم يعتمد على تسمية الخريطة الموضوعية باسم الرمز الخرائطي المختار في التمثيل بأن هناك ثمان طرق فقط يمكن تطبيقها باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية أما الباقي من ال ١٥ طريقة والتي يمكن تصميمها وتنفيذها وبناؤها بالطرق التقليدية التي تعتمد على العلم في البناء والإبداع في التخيل والدقة في التنفيذ فإنها لم تظهر من ضمن قدرات طرق العرض لنظم المعلومات الجغرافية المستخدمة حالياً ولعل تحديد تلك الأنواع من الخرائط والتعليق على عدم أو سبب تواجدها بحد ذاته موضوع جدير بدراسة مستقلة ومشاركة جيدة من خلال ما قدمته تلك الدراسة من ملاحظات وما يقوم به الغير من دراسات في نفس الموضوع، تلك الدراسة تلقي الضوء على الطرق التي لم يتم برمجتها كما تلقي الضوء على الطرق التي تحتويها الطرق التقليدية

الطرق التي لم تظهر على برامج نظم المعلومات الجغرافية ويمكن بناؤها بالطريقة التقليدية:

- خرائط النقاط
- خرائط المثلثات المقسمة
- .خرائط المربعات المقسمة

- خرائط الكارتوجرام المتصل
- خرائط الكارتوجرام المنفصل
- خرائط الخطوط الانسيابية الأحادية
- خرائط الخطوط الانسيابية المركبة
- خرائط المكعبات المجمعة
- خرائط الدوائر المنصفة

التعليل على أسباب عدم ظهور هذه الخرائط على برامج نظم المعلومات الجغرافية:

١-خرائط النقاط

تعرف خرائط النقاط على أنها عبارة عن خرائط صغير أو متوسطة المقياس توزع عليها الظاهرة الجغرافية باستخدام رمز النقطة المتساوية في الحجم (ولهذه النقطة دلاله كمية تحددها نوع وكمية الظاهرة الجغرافية الممثلة على الخريطة) والموزعة على الخريطة بالقرب من مكان تواجد الظاهرة ما أمكن .

وتحمل نظم المعلومات الجغرافية ذلك النوع من التمثل الخرائطي (خرائط النقاط) ولكنه لا يركز على توقيع النقاط في أو بالقرب من مواقعها على الخريطة ولكنة ينثر النقاط بأسلوب شبه هندسي أو عشوائي على كل أقاليم الخريطة فيحول فعالية الخريطة من خريطة لبيان الموقع الفعلي أو التقريبي للظاهرة إلى التمثيل العشوائي الذي لا يربط تلك النقاط بمواقع تواجدها في الطبيعة ولذلك تم استثناء خرائط النقاط من بين القائمة التي تحتوي ١٥ طريقة المذكورة تحت عنوان " مسميات الخرائط الموضوعية بناء على الرموز المستخدمة في تمثيل الظاهرة الجغرافية " ولذلك تنفرد الطرق التقليدية في بناء ذلك النوع من الخرائط الذي يعتمد في بناءه على الدراسات الميدانية والاستعانة بمصادر المعلومات الأخرى بحثاً عن موقع تواجد الظاهرة .

٢-خرائط المثلثات المقسمة

تحتوي برامج نظم المعلومات الجغرافية وبعض البرامج الخرائطية المساعدة والمتخصصة على طريقة تمثيل خرائطية تسمى خرائط المثلثات الأحادية، وتستخدم في التمثيل بعض الظواهر الجغرافية ذات المصدر الإحصائي البشري، وتظهر على أقاليم الخريطة بناء على قياسات

ومعادلات علمية تستخدم لتحديد ارتفاع كل مثلث في كل إقليم بناء على القيم الإحصائية التي تتبع ذلك الإقليم، ويظهر المثلث بشكل أحادى أي مثلث واحد فقط في كل إقليم لتمثيل الظاهرة الأحادية التابعة لكل إقليم

أما إذا كان المطلوب استخدام المثلث المقسم الذي يمثل أجزاء الظاهرة الجغرافية في شكل مثلثات متداخلة يقيس كل منها جزء من الظاهرة الممثلة على الخريطة بأسلوب المثلثات المقسمة، فإن برامج نظم المعلومات الجغرافية لا تحتوي على ذلك النوع من طرق التمثيل الخرائطية، أما في الطرق التقليدية فإن خرائط المثلثات المقسمة أفقياً وقاعدياً تنتشر بشكل واسع، كما أن كيفية بناء ذلك النوع من الخرائط قد بين بالتفصيل في الساحة الأدبية لذلك العلم .

ولعل عدم تبني برمجة كل الأساليب المطبقة في الخرائط الموضوعية التقليدية على برامج نظم المعلومات الجغرافية، يعود إلى أن الخرائط الموضوعية لا تشكل على برامج نظم المعلومات الجغرافية سوى جزئية من تركيبة معقدة ومتعددة من التطبيقات والمهام التي تقدمها برنامج نظم المعلومات الجغرافية والتي تحتوي من بينها بناء واستخدام الخرائط الموضوعية، ولذلك السبب لم تأخذ تلك الطرق نصيبها بعد من برمجة على برامج نظم المعلومات الجغرافية لكي تشارك غيرها من الطرق الخرائطية التي يتعامل معها الجغرافيون والخرائطيون والباحثون والدارسون وغيرهم .

٣-خرائط المربعات المقسمة

هناك نوع من التشابه بين خرائط المثلثات المقسمة وخرائط المربعات المقسمة من حيث أن رمز المربع قد استخدم على برامج نظم المعلومات الجغرافية والبرامج الخرائطية المساعدة كغيره من الرموز مباريا في الاستخدام كل من رمز المثلث والدوائر والأعمدة، ومن الملاحظ أن ذلك الرمز يوجد فقط وبصورة أحادية أي أن تمثيل الظاهرة الجغرافية مرتبط بظاهرة واحدة فقط، أما إذا كان المطلوب هو تمثيل ظاهرة جغرافية عن طريق ما يسمى بالمربعات المقسمة، أما في الطرق التقليدية فقد تم الحديث عن ذلك الرمز وكيفية بناءه، ولذلك السبب فقد استبعدت تلك الطريقة من القائمة الأساسية لعدم تواجدها من ضمن الطرق الخرائطية المتوفرة لتمثيل الظواهر الجغرافية ذات المصدر الرقمي على الخرائط الموضوعية في برامج نظم المعلومات الجغرافية، ومع ذلك، فإن تمثيلها بالطرق التقليدية لا يزال نشطاً ويظهر في العديد من الأطالس والأبحاث والدراسات .

٤-خرائط الكارتوجرام

تعرف خرائط الكارتوجرام على أنها عبارة عن تمثيل مساحي مبني على العلاقة بين القيم الإحصائية للظاهرة الجغرافية المراد تمثيلها ومساحة الإقليم الذي تتبع له الظاهرة الجغرافية . وتكون النتيجة في النهاية مساحات مصغرة أو مكبرة يحددها المدلول المختار بناء على القيم الإحصائية الداخلة في الدراسة . وتنقسم خرائط الكارتوجرام إلى قسمين :

أ - خرائط الكارتوجرام المتصل

يتم في هذا النوع من الخرائط تحويل كل إقليم من أقاليم الخريطة إلى عدد من المربعات بناء على مدلول موحد يتم من خلاله تحديد عدد المربعات التي يجب استخدامها في إعادة رسم كل إقليم، ويتطلب ذلك النوع من التمثيل محاولة إعادة رسم أقاليم الخريطة الأساسية بناء على عدد المربعات التابعة لكل إقليم محافظين بقدر الإمكان عند التمثيل على بقاء العلاقة المكانية لمواقع الظواهر الجغرافية كما هى في الطبيعة مع وجود التشوه في الشكل والمسافات والاتجاهات على الخريطة، ويعود السبب في ذلك إلى أن ذلك النوع من الخرائط لا يهتم أصلاً ببيان المساحات أو المسافات أو الاتجاهات بل يركز على إعادة توزيع وبناء الإقليم الجغرافي بناء على مقدار الظاهرة الجغرافية المراد تمثلها على الخريطة .

هذا النوع من التمثيل للخرائط لا يتواجد ضمن المجموعة التي تحتويها برامج نظم المعلومات الجغرافية ولذلك استبعد مسمى خرائط الكارتوجرام من بين المجموعة التي تمت برمجتها على برامج نظم المعلومات الجغرافية وبقيت من ضمن الطرق التقليدية والمذكورة سابقاً والتي تتطلب نوع من البرمجة كي تصبح من بين الطرق والأساليب التي تحتويها نظم المعلومات الجغرافية.

ب- خرائط الكارتوجرام المنفصل

تركز خرائط الكارتوجرام المنفصل على المحافظة على شكل الأقاليم المستخدمة كخريطة أساس وذلك بفصل كل إقليم عن الإقليم المجاور له محافظين على الشكل الخارجي للإقليم ولكن بأسلوب التصغير والتكبير لكل إقليم بناء على الظاهرة الجغرافية المراد تمثيلها على الخريطة والمقياس المتبع في عملية التكبير والتصغير للإقليم والذي يعتمد على تطبيق العديد من الإجراءات الحسابية لمعرفة المقياس الخطي الذي يبنى بواسطته الكارتوجرام، هذا النوع من الخرائط لم يضف بعد للطرق الخرائطية التي تتبناها نظم المعلومات الجغرافية، ولذلك تم استثناؤه من بين الطرق

الخرائطية التي تمت برمجتها في القائمة الأساسية التي تحتويها برامج نظم المعلومات الجغرافية .

٥-خرائط الخطوط الانسيابية الأحادية

تعرف خرائط الخطوط الانسيابية على أنها خرائط صغيرة أو متوسطة المقياس توزع عليها الظاهرة الجغرافية المتحركة باستخدام رمز الخطوط المختلفة في السمك التي تظهر على الخريطة للربط بين موقع مختار ومجموعة أخرى من المواقع وتسمى بالخطوط الانسيابية الأحادية، أو بخطوط مختلفة السمك تظهر بين عدد من المواقع المتعددة فيما بينها وتسمى بالخطوط الانسيابية المركبة .

وتسمى الطريقة الأولى بالخطوط الانسيابية الأحادية وتسمى الثانية بالخطوط الانسيابية المركبة، ويستخدم لهذه الخرائط خطوط مختلفة السمك بناء على معايير إحصائية مقننة، وليس من الضروري أن تتبع تلك الخطوط ظاهرة معينة كالطرق مثلاً بل يمكن رسمها بخطوط انسيابية تربط بين المناطق الداخلة في الدراسة.

هذا النوع من التمثيل غير متواجد على برامج نظم المعلومات الجغرافية ولذلك استبعد ذلك النوع من التمثيل من القائمة التي تحتويها الطرق المبرمجة على نظم المعلومات الجغرافية.

٦-المكعبات المجمعة

المكعب رمز يستخدم على الخرائط الموضوعية لتمثيل الظواهر الإحصائية كبيرة الحجم وهو رمز يساعد على اختزال القيم الإحصائية الكبيرة، ذلك أن المكعب يعكس في نهاية المطاف على الخريطة رقماً محدداً تم تحديده بالطرق الرياضية المعروفة في علم الخرائط الموضوعية معتمداً في ذلك على الإحصائيات التابعة لكل إقليم، هذا النوع من التمثيل يتطلب دراية كافية في البناء ويعكس في معظم الأحيان القدرة الفنية والإبداعية لدي مصمم الخريطة، هذا النوع من التمثيل ليس من بين الطرق التي تحتويها برامج نظم المعلومات الجغرافية ولذلك استبعد ذلك النوع من التمثيل من القائمة الخاصة بطرق التمثيل الخرائطية التي تحتويها نظم المعلومات الجغرافية .

٧-الدوائر المنصفة

تستخدم الدوائر المنصفة على الخرائط الموضوعية لبيان ظاهرة جغرافية ثنائية تتطلب استقلالية الرمز لكل ظاهرة بدلاً من تقسيم الدائرة

الواحدة إلى أقسام داخلية بنسب أو درجات مختارة، وفي هذه الحالة تكون الدوائر مستقلة في التمثيل ومشتركة في المركز مما يعطي في النهاية أنصاف دوائر متجاورة تعكس ظاهرتين ذات علاقة جغرافية معينة مثل الذكور والإناث أو المواليد والوفيات أو غيرها من الظواهر الجغرافية الثنائية.

هذا النوع من التمثيل أيضاً لم تتضمنه برامج نظم المعلومات الجغرافية بعد، وعلى ذلك نجد أن هناك سبعة طرق من طرق التمثيل الخرائطية في الجانب التقليدي لا تتواجد من ضمن طرق التمثيل الخرائطية التي تحتويها نظم المعلومات الجغرافية، وعلى ذلك ورغم التقدم التقني في عرض الظواهر الجغرافية على الخرائط إلى أن هناك بعض من طرق التمثيل الخرائطية التي تتطلب تدخل الإنسان في البناء الخرائطي أو أن البرامج الجغرافية لم تحتويها بعد.

خامساً : نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) :

يعد نظام المواقع العالمي من التقنيات الحديثة التي استخدمت في مجال البحث العلمي والجغرافي، ويعتمد النظام في عمله على ما بين ٢٤ و ٢٨ قمرا صناعيا تدور حول الأرض في ستة مدارات وكل قمر يدور حول الأرض مرتين في اليوم وتكون على ارتفاعات عالية وسريعة، ويتم تأمين الاتصال معها بواسطة أجهزة خاصة أكبر قليلا من جهاز الهاتف النقال، وهذا النظام يسيطر عليه الجيش الأمريكي لأنه استخدام في البداية للأغراض العسكرية وفيما بعد للأغراض المدنية، ويتحكم الجيش الأمريكي فلي دقة بياناته بالنسبة للمستخدم وقد تصل نسبة الخطأ بالنسبة للأمريكان أقل من ١م، أما لغيرهم يصل إلى ١٠٠م، ويستفاد من النظام في الدراسات الميدانية في تحليل الموقع بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر والتوقيت في المنطقة بالنسبة للتوقيت الدولي، ومن خلال استخدام جهاز التحكم الذي يؤمن الاتصال مع ثلاثة أقمار قريبة من الموقع يحصل الباحث على تلك المعلومات، ومن خصائص النظام متابعة حركات المركبات والطائرات والسفن وتوضيح مواقعها بالنسبة إلى مظاهر سطح الأرض، وقد استخدم هذا النظام في متابعة وتوجيه الصواريخ على الأهداف خلال العدوان الأمريكي على العراق عام ٢٠٠٣.

استخدامات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) :

يستخدم نظام تحديد المواقع العالمي في مجموعة من الأسس أهمها :

- **معالجة البيانات المكانية :** توفر برمجيات نظام المعلومات الجغرافية عدة وظائف تقليدية لمعالجة وتحليل البيانات المكانية، وهي استرجاع المعلومات، والقياس المكاني، والتراكب، والتوليد المكاني، وإنشاء الحاجز والممرات، وتحليل الشبكة، وإسقاط الخريطة، وتحليل نموذج التضاريس الرقمي، توضح أيضاً الأسباب التي جعلت من نظام المعلومات الجغرافية يزداد أهمية، يوم بعد يوم، في مساعدة صانعي القرار على اتخاذ قراراتهم بسرعة وحكمة.

- **استرجاع المعلومات:** يستطيع المستخدم الحصول على المعلومات الخاصة بمعلم من معالم الخريطة من نظام إدارة قواعد البيانات الذي يحتفظ بتلك المعلومات، وما يزيد من أهمية نظام المعلومات الجغرافية قدرته على إنشاء تقارير مخصّصة بالمعلومات التي يسترجعها المستخدم.

- **إنتاج الخرائط الموضوعية :** يستطيع نظام المعلومات الجغرافية إنتاج خرائط موضوعية للمعالم الجغرافية، ويعني ذلك إظهار السمات أو البيانات الو صفية في أسلوب رسومي، ويؤدي تغيير مظهر المعالم إلى جعل المعلومات أكثر وضوحاً، بتغيير اللون أو نمط الخط المرسوم به أو ترميزه برمز خاص، أو حتى كتابة إحدى قيم البيانات الو صفية لكل معلم من المعالم على الخريطة. يمكن مثلاً استخدام دوائر أكبر لترميز المدن ذات عدد السكان الأكبر، أو استخدام خطوط عريضة لترميز الطرق ذات الكثافة المرورية العالية، أو استخدام اللون الأزرق لترميز أنابيب المياه التي مر على تركيبها أكثر من ٢٠ عاماً.

- **القياس المكاني:** يسهّل نظام المعلومات الجغرافية أداء القياسات المكانية، وقد تكون هذه القياسات بسيطة مثل قياس مسافة بين نقطتين وقياس مساحة مضلع أو طول خط، ويمكن أن تكون معقدة مثل قياس مساحة المنطقة المشتركة بين عدة مضلعات موجودة في عدة خرائط.

- **التراكب:** وهو إجراء هام في تحليل نظام المعلومات الجغرافية، ويتطلب تركيب طبقتين أو أكثر لإنتاج طبقة جديدة على الخريطة.

- **التوليد المكاني :** يمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافي لدراسة خصائص التضاريس أو الشروط البيئية من عدد محدود من القياسات الحقلية، على سبيل المثال يمكن إنشاء خريطة الهطول المطري انطلاقاً من عدد محدود من القياسات المطرية المأخوذة في مواقع مختلفة على الخريطة، كما يمكن إنشاء خريطة التضاريس انطلاقاً من عدد محدود من قياسات الارتفاع في الخريطة، ومن البدهي أن تتوقف دقة البيانات المولّدة على عدد القياسات المأخوذة.

- **تحليل الشبكة :** يستطيع نظام المعلومات الجغرافية معالجة مشاكل الشبكة المعقدة، مثل تحليل شبكة الطرق، لمعرفة زمن الرحلة بين النقطة أ والنقطة ب على الخريطة عند سلوك طريق ما، أو تحديد الطرق التي يمكن أن تقود إلى النقطة ب انطلاقاً من النقطة أ. ويمكن استخدام تحليل الشبكة في أمور أكثر تعقيداً، مثل تقديم النصيحة إلى شركة النقليات بشأن الطريق الذي يجب أن تسلكه شاحنات الشركة عندما تنقل البضائع إلى عدة أمكنة، وتوقيت انطلاقها واستراحتها الخ. ومن الأمور التي يمكن استخدام تحليل الشبكة فيها إصلاح أعطال شبكة الهاتف والكهرباء والمياه.

- **إسقاط الخريطة** : يعتبر إسقاط الخريطة مكوناً أساسياً في فن صناعة الخرائط. والإسقاط نموذج هندسي يقوم بتحويل مواقع المعالم على سطح الأرض الكروية ثلاثية الأبعاد إلى ما يقابلها من مواقع على سطح الخريطة ثنائية الأبعاد، فقد تصدت بعض أنواع الإسقاط للمحافظة على الشكل، بينما اشتهرت أنواع أخرى من الإسقاط بالمحافظة على المساحة أو المسافة أو الاتجاه، وتستخدم أنواع مختلفة من الإسقاط لأنواع الخرائط المختلفة لأن كل نوع من أنواع الإسقاط مناسب لاستخدام محدد.

- **تحليل نموذج التضاريس الرقمي** : يستطيع نظام المعلومات الجغرافية بناء نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع الجغرافي عندما يمكن تمثيل طبوغرافية هذا الموقع بنموذج بيانات (إحداثيات)، يعرف باسم نموذج التضاريس أو الارتفاع الرقمي، ويشار إليه اختصاراً بالأحرف DTM أو DEM.

- تمثل **بيانات المواقع على المستوي الأفقي**، بينما تمثل ص ارتفاعات هذه المواقع، وكما يبدو في الشكل فإن هذه البيانات يمكن تمثيلها على شكل مصفوفة DEM، أو على شكل شبكة مثلثة غير منتظمة

- أضاف نظام تحديد المواقع العالمي ***GPS*** إمكانية جديدة **لتجميع البيانات المتجهة** وهو نظام يعتمد على الأقمار الاصطناعية للحصول على إحداثيات النقطة الذي يقف المستخدم عندها بدقة قد تصل إلى أجزاء المتر، مع إمكانية تجميع البيانات الوصفية أو السمات مباشرة، وتخزينها في جداول سابقة التعريف، تنقل هذه الخرائط والجداول فيما بعد إلى الحاسوب، ويمكن تصديرها إلى معظم الهيئات الشائعة في نظام المعلومات الجغرافية.