تعاريف نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

توجد تعاريف عديدة لنظم المعلومات الجغرافية ، والتي تهدف جميعها الى توضيح ماهية هذه النظم واهميتها وتطبيقاتها ، ومن هذه التعاريف[1]:

1ـ تعريف دويكر DUEKER 1979 .

نظم المعلومات الجغرافيةGIS نظم معلوماتية تشتمل على قواعد بيانات تعتمد على دراسة التوزيع المكاني للمظاهر والانشطة البشرية والأهداف والتي يمكن تمثيلها في نقاط وخطوط ومساحات ، حيث تقوم نظم المعلومات الجغرافية بمعالجة البيانات وتحليلها واسترجاعها وربطها مع بيانات اخرى .

2ـ تعريف براسل BRASSEL 1983 .

تعني نظم الملومات الجغرافية أنها بنوك المعلومات التي يتم بواسطتها جمع المادة الجغرافية وتخزينها الكترونياً ، ثم تحليلها ومعالجتها بواسطة برامج تطبيقية ، للحصول على نتيجة نهائية سواء كانت على هيئة رسوم بيانية ، جداول ، مجسمات ، وتقارير علمية .

3ـ تعريف باروخ BURROUCH 1986 .

نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من رزم البرمجيات التي تمتاز بقدرتها على ادخال وتخزين واستعادة ومعالجة وعرض بيانات مكانية لجزء من سطح الارض .

4ـ تعريف مولر MULLER 1991 .

نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من عمليات تهتم بالخرائط الكبيرة المقياس ، وتعتمد على مصادر مالية كبيرة والتي تنتج بواسطة الحكومات والاقسام الادارية

والبلديات ، حيث ان الهدف الاساسي منها هو دعم السياسيين والاداريين لاتخاذ قرارات متوازنة فيما يتعلق بالموارد الطبيعية والبشرية.

5- أما تعريف مؤسسة ايسري ESRI [2]:

فهو ان نظم المعلومات الجغرافية مجموعة متناسقة من مكونات الحاسب الآلي والبرامج وقواعد البيانات والافراد ، يقوم بتجميع دقيق للبيانات المكانية ثم تخزينها وتحديثها وتحليلها ومعالجتها وعرضها في أشكال مختلفة ، باستخدام التقانات الحديثة لمساعدة صانعي القرار في اعداد الخطط واتخاذ القرارات التي يمكن تعديلها وتطويرها .

6- ويمكن اعطاء تعريف شامل لنظم المعلومات الجغرافية وهو انه نظام حاسوبي يقوم على جمع وإدخال ومعالجة وتحليل(تحليل مكاني وإحصائي وطوبوغرافي) وعرض وإخراج المعلومات الجغرافية المكانية والوصفية لأهداف محددة ، وتشتمل المعلومات المكانية على (خرائط ، صور جوية، مرئيات فضائية، وبيانات ميدانية) والوصفية (أسماء، وجداول)، ، وعرض المخرجات على شاشة الحاسب أو على ورق في شكل خرائط ، تقارير، واشكال بيانية والتي من الممكن ان تساعد في عملية التخطيط واتخاذ القرارات التخطيطية المناسبة .

لمحة تاريخية عن تطور نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

يرجع ظهور مصطلح نظم المعلومات الجغرافية في الوجود إلى المشروع الذي نفذته إدارة الموارد بالحكومة الكندية سنة 1963 والذي حمل اسم نظام المعلومات الجغرافي لكندا Canada Geographic Information (CGIS)

System ، إذ كان هدفه تطوير نظام معلومات رقمي لمعالجة خرائط الموارد الطبيعية في كندا . وفي جامعة هارفارد بالولايات المتحدة الامريكية صمم هوارد فيشر HOWARD Fisher سنة 1964 برنامجاً آلياً في انتاج الخرائط والتحليل المكاني باستخدام الحاسب، فكانت الخرائط الأولى المنتجة آلياً هي خرائط خطوط القيم المتساوية . وقبل نهاية عقد الستينات انضم روجر توملينسن Roger Tomlinso إلى مشروع نظام المعلومات الجغرافي الكندي وقد اعتبر انضمامه للمشروع بمثابة نقطة تحول في تاريخ نظم المعلومات الجغرافية ، حيث قام بوضع عدد كبير من الخوارزميات المستخدمة في معالجة البيانات الجغرافية في صورتها الرقمية، ونتيجة لجهوده اصبح المشروع قيد العمل وقدم نتائجه لمتخذي القرار قبل نهاية سنة 1971 .[3]

وقبل نهاية عقد الستينات قام جاك دانجرموند Dangermond بتأسيس شركته الخاصة التي حملت اسم معهد ابحاث النظم البيئية Environment System Research Institute (ESRI) وهي الشركة الاكثر أهمية في تاريخ نظم المعلومات الجغرافية . ومن الجهود المبذولة في هذا المجال هو تأسيس وحدة الخرائط الآلية في الكلية الملكية للآداب في لندن، وجهود قسم الجغرافيا بجامعة ميتشغان الامريكية ، كما ظهرت في هذه الفترة مجموعة من النظم التي تمتلك مستوى عالٍ من الأداء، وتنوع أكبر في المهام التي تقوم بها هذه النظم ، ومنها نظام جيوماب Geomap الذي طوره قسم الجغرافيا بجامعة واترلو، ونظام جامعة

أكسفورد الكارتوغرافي _ Oxford Cartographic System ونظام فاريس FARIS في السويد [4].

أما في السبعينات من القرن الماضي فقد انخفض سعر الحاسوب الآلي مما شجع الكثير من الباحثين إلى الانخراط في تطبيقاته المختلفة ، ومنها نظم المعلومات الجغرافية التي ادخلت عليها تحسينات جديدة بحيث تعطي سرعة ودقة في معالجة البيانات وفي الرسومات والخرائط الآلية . وتم عقد اول مؤتمر في نظم المعلومات الجغرافي بتنظيم من الاتحاد الدولي للجغرافيين ودعم من اليونسكو في سنة 1970 ، ومن ثم بدأت سلسلة المؤتمرات المعروفة باسم AUTOCARTO مرة كل سنتين في سنة 1974 وهي فرصة هامة لزيادة الاتصال العلمي والبحثي بين المشاركين ، كما بدأت العديد من الجامعات بتنظيم محاضرات وتقدم مقررات في نظم المعلومات الجغرافية ، مما ساعد على زيادة القاعدة الاساسية لنجاح انتشار نظم المعلومات الجغرافية [5].

تميز عقد الثمانينات بالتطور السريع للحواسيب ومكوناتها والمتمثلة في سرعة معالجة البيانات وانخفاض أسعارها ، والتي كان لها دور في تسارع الخطى في مجال تطوير أنظمة المعلومات الجغرافية، وتوسيع قاعدة المهتمين والمستخدمين لهذه النظم. لقد ظهرت في هذه الفترة نظم معلومات جغرافية متكاملة مثل أرك انفو Arc INFO من مؤسسة ESRI، ونظام SPANS من مؤسسة TYDAC TECHNOLOGIES، ونظام INTERGRAPH ونظام الادريسي IDRISI من جامعة كلارك الامريكية [6]. وكانت هناك ضرورة لصنع برنامج واحد يحتوي

القدرة على عمل الرسوم والخرائط ، وكذلك حفظ البيانات ومعالجتها في جداول بطريقة تسمح بعرض تلك البيانات مباشرة على الخريطة دون الحاجة لتنزيلها يدويا ، إذ ظهر برنامج أرك انفو ARC INFO سنة 1982 الذي يعمل على نظام الـ Unix ولاحقا تم تشغيله مع نظام الـ Windows [7].

وشهدت هذه المرحلة نشاطات في عقد اللقاءات وحلقات العمل والمؤتمرات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية ، التي تنظمها جهات متعددة مثل اتحاد الجغرافيين الدولي والمؤسسات الخاصة بإنتاج البرمجيات مثل ESRL . وتطورت في هذه الفترة طرق واساليب الحصول على البيانات وعمليات المسح الارضي، والاعتماد على تقانات الاستشعار عن بعد في الوصول إلى بيانات دقيقة وسريعة تستخدم كمصدر هام للمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية . كما ظهرت شبكات الاتصال الإلكتروني لتبادل المعلومات ، وصدرت العديد من المجالات والدوريات العلمية والمراجع العلمية، مما ساعد على توسيع قاعدة المستخدمين ومجالات الإستخدام [8] .

وتابعت البرمجيات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية تطورها في عقد التسعينات من حيث احتوائها على أدوات جديدة، وتبسيط اوامر استخدامها، واستقلالها عن البرامج المساعدة وأضيفت وظائف جديدة Extensions . كما ادت سرعة انتقال المعلومات وسرعة ادخالها إلى النظام، إلى سرعة الحصول على النتائج والحلول، مما أدى إلى جعل نظام المعلومات الجغرافية، نظاما تفاعلياً مباشراً، يساهم في ادارة الحياة اليومية لقطاعات مختلفة من المجتمع والبيئة المحيطة [9] . وبعد استخدام برنامج Arc INFO وعلى نطاق واسع رغم محدودية قدرته توضحت الفائدة الكبيرة منه

في التطبيقات التي تستخدم الخرائط والبيانات وازدادت الحاجة له تدريجيا ، مما دفع المصنعين إلى انتاج برنامج آخر يقوم بنفس المهمات بالإضافة إلى عمليات اخرى معقدة . وبهذا ولدت النسخة الثانية من برامج الـGIS عام 1990 ، وهو برنامج Arc View الذي يستخدم لحد الان في الكثير من الدول ، واتصف هذا البرنامج بميزات كثيرة منها إمكانية عرض الصور الفضائية به والرسم عليها لإنتاج خرائط دقيقة ، وقد امتاز هذا البرنامج بوظائف عديدة ظلت تستخدم وبنفس الاسلوب مع كل النسخ الجديدة . ويمكن باستخدام هذا البرنامج انجاز مشاريع كاملة بنظام المعلومات الجغرافية ، ولهذا ظل استخدامه مستمرا لوقت طويل . وظهرت نسخة جديدة من البرمجيات وهي Arc INFO 8 في عام 1999 والتي هي عبارة عن برنامج متطور يمكنه من أداء وظائف جديدة ، فضلا عن برنامج IMS Arc الذي يستخدم لنشر مشاريع الـ GIS على الانترنت [10] . انتقل الوضع بعد سنة 2000 من المطالبة بحوسبة الجغرافيا عن طريق استخدام نظم المعلومات الجغرافية، إلى المطالبة بتعميق هذا الاستخدام، بحث تصبح الاعمال المنفذة بهذه النظم، اكثر قربا من الواقع، واكثر مصداقية، وقابلية للتفاعل المباشر مع المستخدم، بل الأن يكون نظام المعلومات الجغرافية تحت الطلب في اي وقت، ولأي مهمة Interactive GIS وتكون الخرائط والمرئيات الناتجة عن معالجة البيانات لصيقة وشبيهة للواقع او محاكية له . ثم توصلت شركات برمجية عديدة الى وضع برامج تمكن من اظهار البعد الثالث بأشكال تشبه الوضع الحقيقي للتضاريس الارضية، ولعل برنامج مايكروسوفت Encarta World Atlas يمثل واحدا من البرامج الواسعة

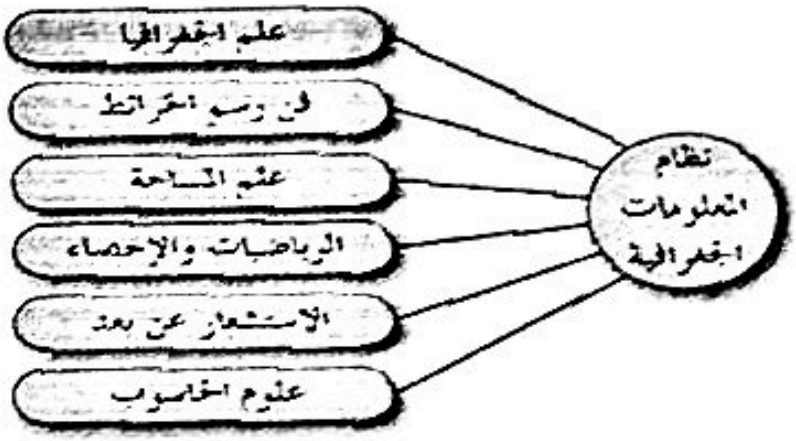
الانتشار التي ظهرت فيها المرئيات الجغرافية المحاكية للواقع. كما قامت شركة (North Wood Geosciences) ايضاً بوضع مرئيات جغرافية محاكية، اعتمدت فيها على نماذج ثلاثية الابعاد، دمجت مع الصور الجوية او الفضائية الملونة، تم إعطاء الوان حسب ارتفاع التضاريس [11].

وفي سنة 2001 ظهرت النسخة الاولى من Arc GIS 8.1 والتي احتوت على مجموعة من البرامج لكل منها مهمة خاصة عكس النسخ السابقة والتي كانت تتكون في الغالب من برنامج واحد، وظهرت بعدها اصدارات اخرى لشركة ESRI وهي Arc GIS 9.0 و Arc GIS 9.1 و Arc GIS 9.2 و Arc GIS 9.3 ومن ثم الاصدار Arc GIS 10. 0 في سنة 2010 . وبذلك تكون شركة إيزري الامريكية قد طورت هذه البرامج ست مرات خلال عقد واحدة من الزمن ، مما جعل هذه الشركة تحتكر صناعة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في العالم . وظهر مؤخراً بعض الشركات التي تنافس هذه الشركة ، مثل الشركة الصينية المسماة GIS Technologies Inc Super Map وهي شركه تديرها وتمولها الاكاديمية العلمية الصينية [12].

علاقة نظم المعلومات الجغرافية GIS مع العلوم الأخرى

ان نظم المعلومات الجغرافية لها علاقة مع علوم عديدة كما في (الشكل 1أ) وهي ما يأتي :

شكل 1



1- علاقة نظم المعلومات الجغرافية **GIS** بعلم الجغرافية :

يرى عدد من الاختصاصيين غير الجغرافيين أن الرابط ما بين نظم المعلومات الجغرافية والجغرافية، ينحصر بكون المعلومات التي يتم ادخالها ومعالجتها بهذا النظام لها احداثيات طولية وعرضية ، أي لها ارتباط بالمكان، وهم بذلك يحاولون التأكيد على الهوية غير الجغرافية لهذا النظام، كما يؤكد البعض على تعريب المصطلح نفسه، ويقولون إن التعريب الصحيح هو نظام المعلومات الجغرافي، وليس الجغرافية وبالتالي ينسبون النظام الى الجغرافية وليس المعلومات . ولا بد من ملاحظة أمر هام هنا وهو أن النظام يرتبط قبل كل شيء بالطريقة المعلوماتية _ الحاسوبية لجمع وحفظ ومعالجة المعلومات بطرق رياضية مختلفة، فهو نظام معلوماتي، بينما تشترك كل

المعلومات المدخلة بكونها مكانية (اي لها موقع جغرافي محدد)، فهي جغرافية بدرجة ما، ومصاغة بطريقة رياضية مناسبة للتعامل معها في البرنامج الحاسبي، ومن هنا فأن وصفها بالمعلومات الجغرافية هو وصف في مكانه برأينا [13].

وفي ظل الكم الهائل من المعلومات الجغرافية والمتمثلة بتزايد عدد السكان بمعدلات متسارعة، وندرة بعض الموارد وتقلصها، وتزايد الامور البيئية تعقيد وتشابكا، يتطلب الامر معه السيطرة على المعلومات، وحسن تنظيمها ومعالجتها وتحليلها حتى يمكن الاستفادة منها وتوظيفها في الاغراض التنموية والتطويرية . وقد تزامن ذلك مع تطور عصر المعلومات الحاسوبية ، هذه التقنية الاوتوماتيكية والآلة الحديثة والفاعلة التي تقوم بفعل واجراء كل ذلك ، ومن هنا يظهر الارتباط ما بين الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية [14] . وترتبط نظم المعلومات الجغرافية بالجغرافية ارتباط مزدوجا، الاول : من خلال ارتباط كافة المعلومات التي يتم التعامل معها بالمكان، والثاني : من خلال الاتساع والتنوع الكبير للوسط الجغرافي حيث أن مجال عمل الجغرافية يضم كل ما يقع على سطح الارض وما في الغلاف الجوي من مكونات طبيعية وبشرية واقتصادية ترتبط بالمكان ، مع الأخذ بالاعتبار اشتراك علوم أخرى كثيرة بدراسة مكونات الوسط الجغرافي، ويعد جزءا من مادتها العلمية . وما يميز تناول الجغرافية لهذه المكونات، عن العلوم الأخرى هو الربط بين هذه المكونات وبين المكان الذي توجد به، حيث يجيب البحث الجغرافي أولا عن سؤال أين ؟ ثم يجيب عن الاسئلة الاخرى مثل كم ؟ وكيف ؟ ولماذا ؟ ومتى ؟، لأنه علم المكان من حيث خصائصه وعلاقاته، يوحد بين الظاهرات المختلفة، والتي

يجمعها المكان، وتراها كلا متكاملا .ومن هذا المنطلق فان علاقة الجغرافية بنظم المعلومات الجغرافية، لا تقتصر على المكان _ مسرح الحدث _ انما بالمادة المدروسة، والربط بين العناصر المختلفة التي يجمعها هذا المكان، بما في ذلك استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية [15].

2- علاقة نظم المعلومات الجغرافية GIS بعلم الكارتوغرافيا

إن علم الكارتوغرافيا من الفروع الجغرافية التي تستخدم في تمثيل المعلومات المكانية والوصفية على شكل خرائط ومخططات ، إذ تم استخدام الحاسب الآلي منذ الستينات من القرن الماضي في انتاج الخرائط الآلية والتي تمثل جانباً مهماً في نظم المعلومات الجغرافية . وتشير مؤسسة ESRI في منشوراتها الخاصة ببرنامج ARC INFO إلى أن نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على ثلاثة محاور رئيسة وهي الجغرافيا والكارتوغرافي والحاسوب .

ويمكن بيان الجوانب التي يساهم فيها علم الكارتوغرافي في مجال نظم المعلومات بما يلي :

أ- تحديد المعلومات المكانية بواسطة النقاط والخطوط والمضلعات وفق اساليب فنية من حيث السمك والحجم والشكل واللون ، بما يتفق مع باقي محتويات الخريطة ، لذا يتطلب الامر الاهتمام بهذه الاساليب في مشاريع نظم المعلومات الجغرافية .

ب- استخدام مسافط الخرائط ونظام الاحداثيات **Projections & coordinate systems** التي تعطي المظاهر الطبيعية والبشرية مواقعها الحقيقية على سطح الأرض .

ت- اختيار مقياس رسم مناسب لمساحة المنطقة او الاقليم، وحجم الورق الذي يستخدم لعرض المعلومات، وكثافة وحجم المعلومات المراد عرضها او اخراجها بواسطة الحاسب الآلي، لذا يحتاج مستخدم برنامج **GIS** خبرة في مجال الكارتوجرافيا، فضلا عن عمليات التصغير والتكبير وما يحتاج الى دقة في اظهار المعلومات بشكل يتفق مع حجم الخريطة وكثافة المعلومات .

ث- استخدام مفتاح مناسب للخريطة يعبر عن محتوياتها، حيث يتضمن مفتاح الخريطة الرموز والالوان والخطوط التي تمثل المظاهر التي تحويها الخريطة.

ج- تعد الرموز**Symbols** من عناصر الخريطة التي تستخدم في مجال تمثيل خرائط التوزيعات الكمية والوصفية ولموضوعات مختلفة اقتصادية وسكانية وعمرانية، وهي رموز مختلفة بعضها هندسية الشكل كالدائرية والمثلث والمربع والمستطيل،والبعض الاخر تصويرية اي معبرة عن شكل ونوع الظاهرة[16] .

3- علاقة نظم المعلومات الجغرافية GIS بعلم الاستشعار عن بعد

المقصود بالاستشعار عن بعد هو علم وفن وتقنية ومجموعة الوسائل والطرق العلمية التي يمكن بواسطتها الحصول على معلومات معينة من مسافات بعيدة دون الاتصال المباشر او التلامس مع الهدف ، باستعمال اجهزة الالتقاط او التصوير . ومن ثم تحليل وتفسير هذه المعلومات ، فهي إذاً أنظمة لجمع وخزن واستعادة ومعالجة

البيانات بصيغة خلوية RASTER Data، وهي تعد اهم مصادر تزويد نظم المعلومات الجغرافية بالبيانات والمعلومات عن سطح الارض ، وما عليها من ظواهر وانشطة وثروات . ونتيجة للتطور السريع في مجال التقاط المعلومات عن الظواهر الطبيعية والبشرية على سطح الارض، كان له الأثر الكبير في توفير الكم الهائل من المعلومات المكانية والوصفية لتلك الظواهر التي تحتاج إلى تحليل آلي . وهذا الكم الهائل من المعلومات تحتاج إلى برامج على مستوى عالي من الكفاءة في تحليل البيانات. فكانت أنظمة المعلومات الجغرافية هي الوسيلة الافضل لمعالجة وتحليل هذه البيانات والحصول على نتائج في غاية الدقة .

ويمكن إجمال الفائدة التي يقدمها الاستشعار عن بعد لنظم المعلومات الجغرافية بما يلي :

أ- الكلفة القليلة نسبيا للمرئيات الفضائية مقارنة بمصادر البيانات الاخرى .

ب- إمكانية تداول المرئيات وسهولة نقلها الى الحواسيب .

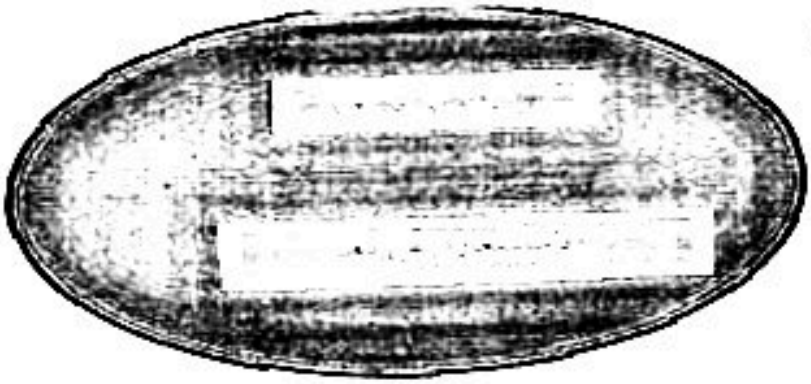
ت- دقة بيانات المرئيات الفضائية .

ث- شمولية البيانات الفضائية وإمكانية دراسة موارد الارض ضمن فترات زمنية مختلفة ومنتظمة .

مما تقدم يتضح الترابط والعلاقة بين الاستشعار عن بعد وتقنية نظم المعلومات الجغرافية. فنظم المعلومات الجغرافية تقنية متطورة وقوية في ادارة كم هائل من البيانات المكانية. ان الترابط والعلاقة بين الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ارتقى الى مستوى عال جدا من خلال تطوير تقنيات وبرمجيات تقوم

بعمليات تحويل معطيات الاستشعار عن بعد الخلوية الى بيانات ومعطيات خطية على شكل (نقطة وخط ومساحة) ، حيث اصبح التوجه في السنوات الاخيرة نحو الاستفادة القصوى من معطيات الاستشعار عن بعد ، كمصدر مهم لتزويد نظم المعلومات الجغرافية بقاعدة بيانات لأغراض مختلفة ، وإيجاد أفضل الطرق والأساليب لتحقيق تداخل بين الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية [17] . ويرى بعض الباحثين ان نظم المعلومات الجغرافية اكثر اتساعا من علم الخرائط، ومن الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، وبالتالي احتواء نظم المعلومات الجغرافية لكل من علم الخرائط والاستشعار عن بعد . ويرى فريق ثان احتواء الكارتوغرافية لكل من الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية . بينما يرى البعض الاخر تداخل بينهم دون ان يكون الاحتواء من احد الفروع لسواه ، وهو الرأي المقبول لدى الباحث (الشكل 1ب)[18] .

الشكل (1ب)

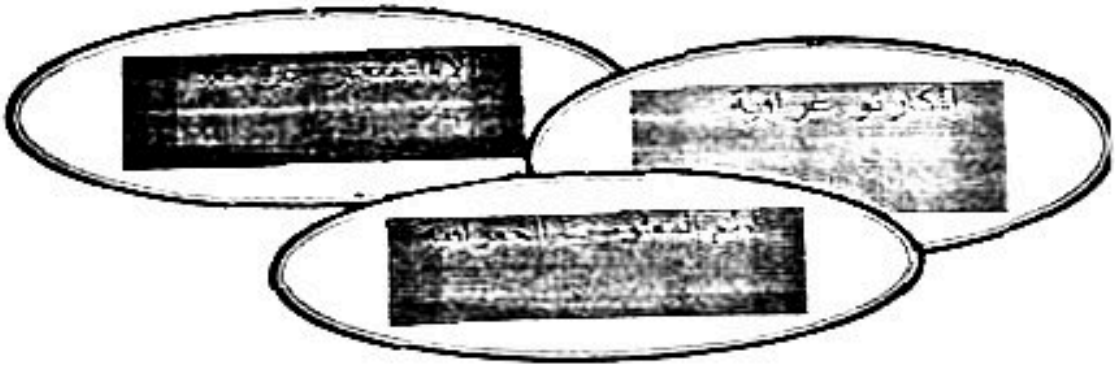


احتواء نظم المعلومات الجغرافية

لكل من الكارتوغرافية والاستشعار عن بعد كما يراها بعض الباحثين

احتواء الكارتوغرافيه لكل من الاستشعار عن بعد

ونظم المعلومات الجغرافية كما يراها فريق ثان



العلاقة المتكاملة بين كل من الكارتوغرافية والاستشعار عن بعد

ونظم المعلومات الجغرافية

بعمليات تحويل معطيات الاستشعار عن بعد الخلوية الى بيانات ومعطيات خطية على شكل (نقطة وخط ومساحة) ، حيث اصبح التوجه في السنوات الاخيرة نحو الاستفادة القصوى من معطيات الاستشعار عن بعد ، كمصدر مهم لتزويد نظم المعلومات الجغرافية بقاعدة بيانات لأغراض مختلفة ، وإيجاد أفضل الطرق والأساليب لتحقيق تداخل بين الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية [17] .

ويرى بعض الباحثين ان نظم المعلومات الجغرافية اكثر اتساعا من علم الخرائط، ومن الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، وبالتالي احتواء نظم المعلومات الجغرافية لكل من علم الخرائط والاستشعار عن بعد . ويرى فريق ثان احتواء الكارتوغرافية لكل من الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية . بينما يرى البعض الاخر تداخل بينهم دون ان يكون الاحتواء من احد الفروع لسواه ، وهو الرأي المقبول لدى الباحث (الشكل 1ب)[18] .

4- علاقة نظم المعلومات الجغرافية GIS بعلم الحاسوب

ترتبط نظم المعلومات الجغرافية مع علم الحاسوب بعلاقة وثيقة في ثلاثة فروع مهمة من علم الحاسوب وهي كالاتي [19] .

أ- الرسم الآلي للخرائط Desktop Mapping

تركز هذه التقنية على انشاء الخرائط، فالخريطة هي عبارة عن قاعدة بيانات ومعلومات، لذا فأن نظم المعلومات الجغرافية تقدم معلومات وقدرات اكثر لإدارة هذه البيانات والمعلومات وعمليات التحليل المكاني ويقدم دعم كبير لهذه التقنية .

ب- نظم ادارة قواعد البيانات

Database Management Systems ; DBMS

إن هذا النظام الحاسوبي يمكن أن يخزن وينظم ويدير جميع أنواع البيانات بضمنها البيانات الجغرافية ، إذ يتيح هذا النظام الطرق الفنية المناسبة لخزن وعرض البيانات في حالة رقمية ، وطرق تصميم النظم المتكاملة ، والتعامل مع الكم الهائل من البيانات والمعلومات الجغرافية وغير الجغرافية ، فضلاً عن إعداد روابط الكترونية Interfaces لتبادل المعلومات وطرق تحديثها . إن جميع هذه الإمكانيات تعد في غاية الأهمية بالنسبة لتصميم قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية ، ولكن نظم إدارة قواعد البيانات DBMSلا تقدم إمكانيات التحليل المكاني للبيانات كما هو الحال في نظم المعلومات الجغرافية ، لذا يأتي الدور الهام إلى نظم المعلومات الجغرافية للقيام بهذه المهمة .

ت- نظم التصميم بمساعدة الحاسوب

Computer Aided Design Systems;CAD

تتشابه آلية عمل نظام التصميم بمساعدة الحاسوب CAD مع نظم المعلومات الجغرافية من الناحية التشكيلية ، إذ تعمل التقنيتان تصاميم لتحضير رسوم تقنية آلية بواسطة الحاسوب وتكونان فعالة في انتاج وعرض الخرائط والمخططات والرسوم البيانية ، ولكن نظم المعلومات الجغرافية لا تمتلك قدرات الرسم الالي ، إذ ان قدراتها تتعلق بعمليات تحليلية تعتمد على الطبقات المعلوماتية والخرائط المحددة بموقع جغرافي معين ومحدد ، لاستنباط معلومات جديدة من المعلومات والبيانات الاصلية الموجودة في قاعدة البيانات الجغرافية .

إن علاقة نظم المعلومات الجغرافية مع نظام التصميم بمساعدة الحاسوب CAD علاقة محدودة نسبيا في مجال الرسم الالي ، لأن مظاهر الخريطة في نظم المعلومات الجغرافية تكون مرتبطة دائما بخصائصها الجغرافية وصفاتها ، أما مظاهر الخريطة الممثلة في الـــCAD فإنها لا تمتلك هذه الخصائص والصفات . فعلى سبيل في نظام الـCAD فان الخط المرسوم الذي يربط بين نقطتين يكون بدون تحديد لخصائصه او صفاته .أما في نظم المعلومات الجغرافية فان الخط المرسوم يجب أن يحدد بنقطة بداية ونقطة نهاية ، ويجب أن يرتبط بخصائصه وصفاته ، فربما يكون طريق سريع او نهر او خطوط كهرباء ... الـــخ.

إن نظام CAD يكون متخصصاً في انشاء الخطط الهندسية للبنى التحتية ، وتقوم نظم المعلومات الجغرافية بالدور الهام والفعال في تقديم تحليل مكاني واسع ومركز من خلال التعامل مع بيانات نظام الـCAD . ويوفر نظام CAD برامج خاصة بالرسم ويقدم حلولاً فنية مناسبة لإدخال البيانات الخطية كالخرائط وعرض

البيانات وخاصة المجسمة منها ، حيث تستمد نظم المعلومات الجغرافية من هذه القدرات ما يتفق مع متطلبات ادخال المعلومات .

5- علاقة نظم المعلومات الجغرافية GIS بعلم الاحصاء

يهتم علم الاحصاء بالمعلومات الكمية التي يتم جمعها من الميدان بواسطة الطرق الاحصائية المتبعة بجمع البيانات، وتجرى على البيانات عمليات تحليلية خاصة كحساب المتوسطات والمعدلات واتجاهات النمو للظاهرات. وهنا تلتقي نظم المعلومات الجغرافية مع علم الاحصاء إذ توفر برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وظائف خاصة لإجراء العمليات التحليلية على البيانات الاحصائية ، فالتحليل في نظم المعلومات الجغرافية لا يقتصر على التحليل المكاني وغير المكاني (الوصفي) للبيانات، بل يتعداه إلى اجراء تحليل احصائي رقمي يساعد المحللين في الحصول على جداول احصائية ناجمة عن اجراء قياسات وابعاد تتضمن على سبيل المثال ما يأتي (20):

أ- إجراء حسابات تتعلق بالمساحات للدول والمناطق والحقول الزراعية .

ب - امكانيات لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية بعمل جداول قابلة للطباعة والتحويل إلى رسومات بيانية .

ت - إجراء عمليات حسابية لإيجاد كميات الانتاج والمبيعات والمشتريات .

ث - إخراج المسافات وابعاد الطرق واطوال الانابيب .

ج - حساب نسبة الاراضي الزراعية والغابات .

ويعد الاحصاء احد الفروع العلمية الهامة التي تساهم في دعم نظم المعلومات الجغرافية بالمادة العلمية التي تعتمد على الملامح الكمية للظاهرات ، وقد حرص منتجو برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على الاهتمام بوجود نماذج البيانات Models Data التي تتفق مع البيانات الاحصائية .

مكونات نظم المعلومات الجغرافية GIS

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من خمسة عناصر أساسية وهي أجهزة الحاسب الآلي والبيانات المكانية والوصفية والبرامج التطبيقية والقوة البشرية (الأيدي العاملة) والمناهج التي تستخدم للتحليل المكاني . وفي هذا الجزء سوف نلقي الضوء على كل من هذه العناصر شكل 2:

أولاً – الحاسب الآلي وملحقاته

يعد الحاسب الآلي القاعدة الاساسية لنظم المعلومات الجغرافية والاداة الرئيسة لتنفيذ وظائفه في المعالجة والتحليل ، وذلك من خلال البرمجيات الخاصة به ، وتتطلب هذه النظم حاسبات ذات مواصفات خاصة من حيث القدرة التخزينية الكبيرة للبيانات والسرعة العالية في معالجتها ، فضلاً عن اجهزة عرض عالية الدقة .

شهدت السنوات الأخيرة تطوراً واضحاً في إمكانيات وحدات الحاسب الآلي خاصة في السرعة والسعة التخزينية و الذاكرة ، إذ أن هذا التطور أدى إلى سرعة إنجاز كثير من عمليات التحليل المكاني والاحصائي في وقت قصير ودقة عالية ، وكذلك بالنسبة لأجهزة الإدخال والإخراج أصبحت أكثر إمكانية ودقة ، وأصبح استخدام الوسائط المتعددة جزءا منها، بما فيها من تكامل صوت و صورة و فيديو والتي لها أهمية خاصة في فهم كثير من الظواهر الجغرافية. وصاحب هذا التطور في أجهزة الحاسب الآلي انخفاض في أسعارها عما كان عليه في الماضي . كما تعتبر الشبكة العالمية للإنترنت ذات أهمية عالية في تبادل المعلومات الجغرافية . ويمكن تقسيم التجهيزات الخاصة بالحاسوب وملحقاته إلى ما يأتي [21]:

1- أجهزة الادخال وهي:

أ- لوحة المفاتيح Key board

ب - الفأرة Mouse

ت- الماسح الضوئي Scanner

ث- المرقم Digitizer

2- اجهزة التخزين والمعالجة وهي :

أ- الذاكرة المرنة Ram

ب - الذاكرة الصلبة الداخلية Internal Hard Disc

ت- الذاكرة الصلبة الخارجية External Hard Disc

ث ـ الذاكرة الصلبة الخارجية(فلاش) Flash Memory Disc

ج ـ الاقراص المرنة (فلوبي) Floppy Disc ومحركها

ح ـ الاقراص المدمجة (CD) ومحركها

خ ـ الاقراص عالية الكثافة (DVD)

د ـ المعالج (Processor)

3 - تجهيزات العرض والاخراج:

أ ـ شاشة العرض (Monitor)

ب ـ الطابعات ـ (Printers)

ت ـ الراسمات ـ (Plotter)

ث ـ بطاقة الاتصالات - (المودم)(Modem)

ثانياً - البيانات المكانية والوصفية

وهي القاعدة الاساسية لنظم المعلومات الجغرافية التي تستند عليها عمليات التحليل والمعالجة ، ومن ثم الحصول على المعلومات التي يعتمد عليها في القرارات التخطيطية . ويقصد بالبيانات المكانية Spatial Data هي البيانات التي ترتبط بمواقع جغرافية ويمكن تحديدها من خلال الاحداثيات ، وهناك مصادر عديدة

للحصول على البيانات المكانية منها ، الاستشعار عن بعد، والنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) ، والمساحة الأرضية والخرائط . وقد حدث تطور كبير في امكانية جمع هذه البيانات ودقتها بعد التطور الهائل في مجال الاستشعار عن بعد ، فنجد مثلا ان دقة صور الأقمار الصناعية قد ازدادت إلى أقل من متر، وهذا يساعد في إجراء كثير من الدراسات التي تحتاج إلى دقة عالية . كما نجد ان أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع أصبحت أكثر دقة وأصغر حجما وأقل تكلفة وكذلك أجهزة المساحة الأرضية.

اما البيانات الوصفية **Attribute Data** فليس لها بعد مكاني وهي أما أن تكون رقمية مثل المساحات والاطوال والاعماق والارتفاعات ، او تكون غير رقمية كالأسماء والعناوين وغيرها [22].

ثالثاً- البرامج التطبيقية

تتعدد البرامج الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية، واهم ما يميزها انها صممت لتتعامل مع البيانات الجغرافية، وهى تضم مجموعة من الاوامر التي تدير قواعد البيانات الجغرافية بسهولة وتتوزع وظائفها الاساسية على ما يأتي [23]:

1ـ عملية ادخال البيانات الجغرافية وترميزها وحفظها .

2ـ عملية المعالجة الشكلية للبيانات وتشمل عمليات التخزين، وانشاء الملفات، وتحويل وتحرير الملفات .

3ـ التحكم في قدرات المعالجة وتشمل عمليات التحكم في المعلومات من والى النظام واخراجها بأشكالها المتعددة .

4ـ تحليل البيانات وتشمل عمليات الاستفسار والتحليل المكاني والتحليل ثلاثي الابعاد والتحليل الإحصائي .

5ـ تحليل النماذج وتشمل عمليات التصنيف والتطابق والنمذجة .

ويتوافر العديد من البرامج الجاهزة الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية التي تتباين في مستوياتها تبعاً لحجم وظائفها ومدى توافقها مع مصادر البيانات المتنوعة ، ويعد كل من برنامج **Arc GIS ,IDRISI , GEOMEDIA** من اكبر البرامج المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية ، وهناك برامج تعمل على نظام المعلومات الاتجاهية مثل **ArcGIS** ، واخرى تعمل على نظام الخلايا مثل **ERDAS**. وتوجد برامج رئيسة لنظم المعلومات الجغرافية تنفذ من خلالها العمليات الاساسية للبرنامج ، فضلا عن برامج اخرى مساعدة وهذا ما ينطبق على **Arc Info** التي ترتبط معه برامج ثانوية مساعدة منها **Arc Catalog ,Arc Tools ,Arc Edit** .

واختيار البرامج سواء كان لمؤسسة حكومية أو لجهة أكاديمية يجب مراعاة الهدف من شرائه ، ونوعية التطبيقات المطلوبة ، وقدرات البرنامج ، والتكلفة ، وسهولة تعلمه و فهمه ، والدعم من الشركة المنتجة للبرنامج . وقد شهدت السنوات الماضية تطورا ملحوظا في مقدرات برامج نظم المعلومات الجغرافية ، تمثلت في الكفاءة في إنجاز العمليات التحليلية ، وإضافة إمكانيات جديدة ، و سهولة التعامل معها فضلاً عن انخفاض أسعارها عموما.

رابعاً - الكادر البشري (الأيدي العاملة)

يعتبر الكادر البشري جزءا هاما وعاملا أساسيا في نظم المعلومات الجغرافية ، ويستوجب الامر أن يشتمل هذا الكادر على تخصصات عديدة من إداريين واقتصاديين ومبرمجين ومهندسين وجغرافيين ، فضلاً عن اختصاصات أخرى حسب نوع المشروع . وللقيام بأي مشروع في مجال نظم المعلومات الجغرافية لابد من إشراك كل العاملين في المؤسسة في خطوات تنفيذ المشروع ، من تحليل المتطلبات وتحديد الأهداف ودراسة الفائدة الاقتصادية من المشروع وعمل نموذج للدراسة وتحديد المتطلبات وطلب المقترحات من الشركات وتحديد أنسب المقترحات في وضع الخطة التنفيذية للمشروع . ويتكون الكادر البشري من (مدير المشروع ، مدخل البيانات والمعلومات، مدير قواعد البيانات، محلل المعلومات، اختصاص برمجة، كارتوغرافي)[24].

خامسا - المناهج التي تستخدم للتحليل المكاني

تكمن قوة وأهمية نظم المعلومات الجغرافية في مقدرتها على التحليل المكاني والإحصائي ، والتحليل هو العنصر الاساسي الذي بدونه لا اهمية ولا فائدة من المعلومات المجمعة والمنقحة. وهناك عدة مجالات يمكن تسخير نظم المعلومات الجغرافية لخدمتها وعلى سبيل المثال التحليلات التي تعتمد على عامل الزمان والمكان (تغير استعمالات الأراضي)، وتحديد مواقع جديدة (مصنع، مزرعة، ومدرسة)، وأنسب الطرق بين نقطتين ، وتخطيط المدن . ولاستخدام نظم المعلومات الجغرافية لابد من وجود خطة مدروسة ، وأهداف محددة ، ومنهجية بحثية. ومعظم منهجيات

نظم المعلومات الجغرافية تنبع من النظريات المتوافرة في الكتب والمراجع بجميع فروعها (طبيعية، بشرية، اجتماعية، اقتصادية، هندسية، صحية، مناخية، بيئية) حسب نوعية التطبيق [25].

- **وظائف نظم المعلومات الجغرافية GIS**

1- ادخال البيانات وتخزينها

تكون البيانات في نظم المعلومات الجغرافية بأشكال عديدة منها المرئيات الفضائية والصور الجوية والخرائط الورقية ، فضلا عن البيانات الرقمية التي يمكن الحصول عليها من مصادر مختلفة . ويتم جمع هذه البيانات والتأكد من صحتها وتحويلها إلى الشكل الملائم لإدخالها إلى برنامج نظم المعلومات الجغرافية . وقد ادى التطور التكنولوجي إلى وجود طرق عديدة لإدخال البيانات الى الحاسوب منها القراءة المباشرة للبيانات الرقمية ووجود اجهزة الماسح الضوئي **Scanners** والاستريوبلوتر **Stereo Plotter** التي يتم بواسطها ادخال البيانات [26] .

أما عن عملية التخزين فهناك وسائل عديدة لتخزين البيانات في نظم المعلومات الجغرافية ، وهي أما أن يكون تخزينا اساسيا او تخزينا مؤقتا او تخزين نسخ احتياطية . فالتخزين الاساسي هو الذي تتصل به عمليات الاستعلامات المطلوبة من المستخدم للنظام، اي هي وحدة التخزين المباشرة للنظام التي تكون عادة ذات سعات كبيرة لاستيعاب الكم الهائل من المعلومات، وعادة تكون من الذاكرة الصلبة الداخلية او ما يعرف (**HDD_ Hard Disk Drive**) . ويوجد الخزن المؤقت باستخدام القرص المرن **Floppy Disc** والاقراص الممغنطة **DVD** والاشرطة الممغنطة

Magnetic Tape ، وفضلاً عن ذلك يوجد الخزن الاحتياطي للبيانات في وسائل الخزن الخارجية منها الذاكرة الصلبة الخارجية External Hard Disc والذاكرة الصلبة الخارجية(فلاش) Flash Memory Disc .

2- معالجة البيانات

تمثل الوظائف الكارتوغرافية اول انواع المعالجة التي يتم اجرائها عندما توظف نظم المعلومات الجغرافية للاستخدام او للاستعلام، حيث تشتمل عمليات المعالجة المتمثلة في رسم الخرائط مثلا ، على تغيير مقياس الرسم، تحويل شكل البيانات من صيغتها الشبكية الى صيغ خطية، تغيير مساقط الخرائط، تغيير نظام الاحداثيات، تغيير المرجع الجغرافي، اضافة عنوان و ايضاح معلومة معينة على الخريطة، اضافة مفتاح الخرائط برموز خاصة، او تفاصيل خاصة .

3- تحليل البيانات

تعد من اهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية ، فهي المرحلة التي يتم من خلالها اتخاذ القرارات المناسبة بناء على نتائجها ، وفيها يتم انشاء مجموعة جديدة من الخرائط تعرض أشكال نتائج التحليل المتعددة تضاف إلى قاعدة البيانات الجغرافية ، وتصبح طبقات جديدة (Layers) يمكن ربطها مع بعضها أو بينها وبين مراحل أخرى متقدمة من التحليل المكاني مثل التحليل ثلاثي الابعاد . وتشمل عمليات التحليل كل من البيانات النقطية RASTER والبيانات الاتجاهية VECTOR، وتتخصص بعض العمليات في تحليل نوع واحد فقط من البيانات، وفي هذه الحالة يجب على الباحث أن يكون على دراية باستخدام التحليل الأنسب لنوع البيانات الأنسب،

الأمر الذي يجعله يقوم بإنشاء ملفاته المكانية بما يتناسب مع أساليب التحليل التي سوف يختارها قبل ان يبدأ عمليات التحليل .

تتعدد أساليب التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية، وهي تستخدم مجموعة من الصيغ الاحصائية والرياضية في تفسير التوزيع المكاني للظاهرات، والربط بينها وبين الظاهرات المجاورة لها ، واستنباط النتائج منها لتقييم العلاقات المكانية بين الظاهرات . وتظهر النتائج على شكل بيانات مكانية جديدة تحمل المدلول المكاني الجديد الذي يعد محصلة تلك العلاقات المكانية .

وتتناول أساليب التحليل المكاني تحليل الموقع، والمسافة، والمساحة، والكثافة، والتركز والتشتت، والتجاور . كما تتضمن تحليل ظاهرات السطح من حيث التوزيع، والانحدار، واتجاه الانحدار، وتقوس السطح، ومدى رؤية الظاهرات ومواقع الجريان المائي واتجاهات تدفقه . فضلاً عن تحليل الظاهرات المناخية وانتاج خرائط المناخ، وخرائط التلوث، وخرائط خطوط التساوي سواء المعتمدة على البيانات الطبيعية أو على البيانات البشرية . كما تتناول تحليل شبكات الماء والكهرباء والغاز، وشبكات الطرق والمواصلات، وشبكات الري والصرف، و تحليل توزيع استخدامات الأرض وأنواعها والتغيرات المستمرة فيها، وإعادة تصنيفها بما يتوافق مع توزيع ظاهرات أخرى او مع مرور الوقت . كما يمكنها عمل التحليل الثلاثي الأبعاد للظاهرات التضاريسية بما يحقق مميزات كثيرة للرؤية الميدانية وادراك التغير في انحدار سطح الأرض واتجاهه [27] .

4- اخراج المعلومات

يرتبط نوع المعلومات التي يتم اخراجها بعد عمليات المعالجة والتحليل على عوامل عديدة منها ، نوع مشروع البحث والهدف منه ، والقدرة العلمية لدى الكادر البشري العامل في المشروع ، ومن ثم امكانيات البرنامج المستخدم . وينم إخراج المعلومات عن طريق وظائف نظم المعلومات الجغرافية بأشكال مختلفة وهي :

1 - خرائط ورقية .

2- اشكال ورسوم بيانية .

3- جداول .

4- نصوص كتابة.

فوائد استخدامات نظم المعلومات الجغرافية GIS

تختلف فوائد استخدام نظم المعلومات الجغرافية عن النظم الأخرى ، مثل نظم المعلومات الادارية باختلاف نوعية التطبيقات المستخدمة وطبيعية المعلومات الجغرافية المخزنة في قاعدة المعلومات . ومن اهم الاختلافات التطبيقية بين هذه النظم ، هو أن نظم المعلومات الادارية تقوم بتنفيذ التطبيقات الروتينية ، بينما تنفذ نظم المعلومات الجغرافية التطبيقات غير الروتينية . ويقصد بالتطبيقات الروتينية على سبيل المثال استخراج المعلومات عن معدلات الطلاب في الجامعة ، أو مرتبات الموظفين في شركة ما ، مع توفر علامات الطلاب ورواتب الموظفين في القاعدة . أما التطبيقات غير الروتينية مثل ايجاد عدد الموظفين في الشركة والذين تبعد منازلهم مسافة لا تزيد عن 500 متر من موقع معين ، او عدد الموظفين في الشركة الذين

يسكنون في منطقة (أ) ، حيث يعمل النظام على توفير هذه المعلومات وغيرها باختيار المساحة والمسافة المطلوبة. ومن فوائد نظم المعلومات الجغرافية ما يأتي[28] :

1: حفظ المعلومات آلياً

يوفر استخدام نظم المعلومات الجغرافية امكانية حفظ المعلومات آلياً وبطريقة رقمية، وتنسيقها وترتيبها وتبويبها بحيث يسهل الحصول على المعلومات المطلوبة بطريقة آلية سريعة وسهلة . ولا تستطيع نظم المعلومات الجغرافية تحليل المعلومات في الخريطة، إلا إذا كانت هذه البيانات في هيئة رقمية يستطيع الحاسوب قراءتها ، لذلك تستخدم عدة طرق لتحويل الخرائط الورقية إلى خرائط رقمية . يستخدم الترقيم (**digitizing**) لأنشاء نموذج حاسوبي للخريطة الورقية مؤلف من بيانات منجه، وتنجز عملية الترقيم هذه بتتبع معالم الخريطة بواسطة الفأرة والقلم ، كما يستخدم المسح (**scanning**) أيضا للحصول على بيانات منسامتة من الخريطة الورقية يمكن استخدامها وتحليلها مباشرة بعد ارجاعها جغرافياً، أو استخدامها كخلفية للمشروع إذا كان يعتمد على بيانات منجهة باستخدام برامج خاصة للتحويل بين هيئتي البيانات هذه ، وتسمى هذه البرامج باسم **R2V** اختصارا لعبارة (**Raster to vector**) .

2: استخراج المعلومات آلياً

من الفوائد المهمة التي يتم الحصول عليها باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، هي عمليات استخراج المعلومات آلياً وبطريقة رقمية، خلافاً لما هو معروف بطرق الاستخراج التقليدية البدوية للمعلومات والبيانات الغير مخزنة آلياً ،

والتي تحتاج للوقت الطويل والجهد الكبير ، خاصة عندما تكون البيانات والمعلومات متوفرة بكميات كبيرة جداً . ولكن عندما تكون تلك البيانات والمعلومات مخزنة في ذاكرة الحاسب الآلي بصورة منظمة ومفهرسة او مخزنة على اقراص لينة او صلبة ، فأن ذلك يسهل الوصول اليها بأقل تكلفة وجهد ووقت .

3 : سرعة المعالجة والتحليل للبيانات واستخراجها

تتميز نظم المعلومات الجغرافية بسرعة عمليات المعالجة والتحليل للبيانات واستخراج المعلومات ، فتعد الحاجة إلى المعلومة او الخريطة ضمن مشروع العمل فان الحصول على ذلك لا يستغرق سوى مدة قصيرة ليقوم النظام بالبحث وعرض ذلك على الشاشة . وكذلك امكانية النظام بعرض المعلومات بأشكال متعددة سواء في حالة ورقية او فلمية او تصويرية او حتى رقمية ، لاستخدامها في المستقبل في نفس النظام أو في نظام آخر، إذا توفرت امكانية التحويل فيه . وتعتمد سرعة المعالجة للمعلومات على كفاءة الأجهزة والبرامج . وتساعد نظم المعلومات الجغرافية على تحليل البيانات واستخراج المعلومات بشكل لا يمكن أن تقوم به الكثير من البرامج الاخرى المنفردة .

4 : انجاز عمليات قياس ومطابقة الأطوال والمساحات

من فوائد نظم المعلومات الجغرافية الحصول على الأطوال والمساحات للأشكال المرسومة على الخريطة بطريقة آلية ، وذلك بتحديد اول واخر نقطة للخط او تحديد الشكل او الدائرة للحصول على المساحة وطول المحيط ، او باستخدام امتدادات خاصة ملحقة بالبرامج تسمى **Extensions** . ومن فوائد هذه النظم أيضا

مطابقة او اسقاط الخرائط على بعضها البعض للحصول على معلومات وخرائط جديدة مشتقة من الخرائط الأساسية باستخدام خاصية **Geoprocessing** في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية . وتكمن الفائدة الرئيسية في البيانات المتجهة في قدرتها على تمثيل المعالم الجغرافية تمثيلا دقيقا، وهذا يجعلها مفيدة في مهام التحليل المكاني التي تتطلب تحديد المواقع بدقة، كما في التطبيقات الهندسية والمساحية . كما أن هذا النوع من البيانات يسمح بتعريف العلاقات المكانية بين المعالم، مثل علاقة الجوار بين عقارين وعلاقة اتصال شارع باخر ، ويعرف هذا باسم الطوبولوجيا (**Topology**)، وهي مهمة جدا في تحليل الشبكة مثل ايجاد أفضل الطرق بين موقعين في شبكة طرق معقدة .

5 : ربط وتحليل المعلومات الجغرافية وغير الجغرافية

من أهم فوائد نظم المعلومات الجغرافية ربط المعلومات البيانية بالمعلومات الجغرافية للحصول على علاقات ارتباطية مكانية ، على سبيل المثال كشف المناطق ذات الانتاجية العالية من الانتاج الزراعي ، أو تقديرات التوزيع السكاني في المدينة حيث يتطلب معرفة عدد السكان لكل مجموعة من قطع الأراضي ، والتي لها اهمية في الدراسة والتحليل واتخاذ القرارات اللازمة للتطوير والتنمية.

6: تحليل المعلومات في اوقات مختلفة

يعطي استخدام نظم المعلومات الجغرافية امكانية التعرف على التغيرات التي تحدث على المظاهر البشرية والطبيعية مع مرور الوقت ، وبذلك يمكن متابعة التوسع الحاصل في المدن للسنوات السابقة على سبيل المثال .

7 : الاجابة على الاسئلة

تجيب نظم المعلومات الجغرافية على جميع الاسئلة ذات العلاقة بالموقع الجغرافي ، وتعين على حل المشاكل واصدار القرارات الصحيحة . ومن الامثلة على ذلك :

- أين تقع الظاهرة المكانية الاتية ؟ (مثل موقع جامعة) .
- ما هي علاقة تلك الظاهرة بالظواهر الأخرى(ما هي علاقة التربة بالنبات وانحدارالسطح ؟)
- ما هو عدد الظواهر في مكان ما ؟ (يتم تحدد إحداثياته) .
- أسئلة منطقية مثل : (أكبر، أصغر، يساوي، أكبر أو يساوي، أصغر أو يساوي) .
- ما هي أفضل طريقة وأقل الطرق تكلفة للوصول إلى موقع معين ؟
- اسئلة تتعلق بالعمليات الحسابية (جمع، طرح، قسمة، نسب، معدلات، متوسطات، الخ).

8 : تخفيض زمن انتاج الخرائط وتحسين الدقة

اصبح انتاج الخرائط باستخدام الحاسوب يحتاج الى وقت قصير نسبياً مقارنة مع وقت انتاجها في الرسم اليدوي ، فضلا عن دقتها وقلة الاخطاء فيها التي قد تحدث من جراء العمل اليدوي للإنسان ، وينصب هذا في التالي الى قلة التكلفة .

9 : تخفيض العمالة

كانت في الماضي مختبرات رسم الخرائط تكتظ بالأيدي العاملة وذلك للحاجة اليهم في الرسم، والخط، والتلوين ، أما الآن فيمكن لعامل واحد وبفضل استخدام نظم

المعلومات الجغرافية أن يحل مكان ثلاثة عمال عما كان عليه في الماضي، وهذا يعتبر نوعا من تقليل التكلفة غير المباشر .

مجالات استخدامات نظم المعلومات الجغرافية GIS

اصبحت لمميزات نظم المعلومات الجغرافية وقدراتها الكبيرة في عمليات البحث والمعالجة والتحليل في قواعد البيانات دورا فاعلا في العديد من المجالات منها [29]:

1: ادارة الازمات

تتمكن نظم المعلومات الجغرافية بما تمتلكها من اساليب معالجة وتحليل للبيانات المكانية والوصفية من حل العديد من المشكلات والازمات البيئية ، ووضع الحلول والقرارات التي تساعد في حل الكثير منها ، مثل (الفيضانات، الزلازل، الحرائق، انتشار الاوبئة، الكوارث، والحروب) .

2 : الخدمات الطبية الطارئة

تعد نظم المعلومات الجغرافية احدى اهم الادوات للإسعافات الطبية الطارئة ، حيث توفر بيانات عن الحوادث، والبيانات السكانية الخاصة بهذه الحوادث، وتساعد نمذجة نظام متكامل لتقديم الخدمات الطبية من خلال مواقع المراكز الصحية ، واسهل الطرق والمسارات للوصول الى اماكن الحوادث . كذلك السرعة والدقة في تحديد مناطق انتشار الاوبئة واتجاهاتها وحصرها وضرب النطاقات حولها .

3 : التخطيط للخدمات العامة

تسهل نظم المعلومات الجغرافية تقييم اداء الخدمات المتنوعة على مستوى المدينة او القرية مثل (الخدمات التعليمية والصحية وخدمات البنى الارتكازية والخدمات

الامنية) ، لتحديد مستوى الخدمات وكيفية توزيعها ، وتحديد المناطق المحرومة والمناطق التي تعاني من خلل او عجز في نوعية الخدمات ، وامكانية اعادة التوزيع على اسس تخطيطية معيارية متفقة مع الواقع الفعلي .

4 : حماية البيئة

توفر نظم المعلومات الجغرافية امكانية متابعة التغيرات التي تحدث على مختلف الظاهرات الطبيعية والبشرية ، حيث يتم تتبع التغيرات وتحديد نطاق تأثيرها على المناطق المجاورة ، عن طريق مقارنة مجموعة من الصور الجوية والمرئيات الفضائية والخرائط لفترات زمنية مختلفة. .

5 : الدراسات الاقتصادية والاجتماعية

تساهم نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل الخصائص الاقتصادية والاجتماعية للمناطق او الاقاليم ، بناءً على المعايير المحددة من قبل خبراء الاقتصاد ، لاستنتاج المؤشرات التنموية التي تساهم في بناء الخطط التنموية .

6 : تحديد امكانيات المناطق من الموارد وتخطيط استخدامات الارض

باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، يمكن انتاج خرائط توضح طبيعة التوزيع الجغرافي للموارد الطبيعية ، والاعتماد عليها لتوضيح استخدامات الأرض الحالية والتنبؤ للمستقبل ، فضلاً عن اعداد الخرائط الجيولوجية والجيومورفولوجية التي تعطي وصفا دقيقا لطبيعة اشكال سطح الأرض . كما أن استخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية يساهم في بناء نماذج ثلاثية الابعاد ، والتي توفر امكانية الرؤية المجسمة للظاهرات من جميع الاتجاهات ، فتساهم في كيفية

تنفيذ المشاريع العمرانية والاروائية والمدنية . وتساهم نظم المعلومات الجغرافية في تحسين انتاجية المؤسسات من خلال بناء نماذج متطورة قائمة على اساس تسخير قاعدة البيانات لخدمة المؤسسات ، مما يوفر الكثير من الوقت والجهد لإنجاز مختلف الاعمال ، مما حدى بكثير من الدول إلى أن تحولت إلى حكومات الكترونية مستفيدة من الامكانيات التي توفرها تقنيات نظم المعلومات الجغرافية .

7 : اتخاذ القرارات المناسبة

تعد نظم المعلومات الجغرافية أداة فعالة في عمليات الاستفسار والتحليل وتوفير المعلومات الدقيقة أمام متخذي القرار، التي تساهم في اتخاذ القرارات المناسبة .

أمثلة على استخدامات نظم معلومات جغرافية وكما يلي[30] :

1- نظم معلومات طرق النقل **Transportation GIS** :

ويعتمد مثل هذا النوع من النظم على البيانات الخطية، والتي تكون بهيئة خطوط ونقاط ، ويتضمن جدول المعلومات الوصفية للخطوط معلومات مثل رقم الخط أو المعرّف، وعقدتي البداية والنهاية وطول الخط . فضلا عن معلومات أخرى مثل اسم هذا الخط أو الطريق، وعرضه، وعدد المسارات، ونوع الطريق، وتاريخ إنشاءها، وأوقات الصيانة، ودرجة الازدحام، وطبيعة الاستخدام ... الخ، أما جدول المعلومات الوصفية الخاصة بالنقاط فيشمل رقم النقطة او اسمها، إن كانت إشارة ضوئية أو تقاطع طرق، أو محطة صيانة، أو مركز دفاع مدني، ونوع التقاطع ... الخ . وتهتم المؤسسات المهتمة بالمواصفات والطرق ببناء هذا النوع من نظم المعلومات لتحقيق العديد من الأهداف مثل :

- إدارة الحركة على الطرق وصيانتها .
- اختيار الطرق الأمثل لاستخدامات معينة في حالة الطوارئ .
- التخطيط لإنشاء طرق جديدة أو جسور أو إنفاق اعتماداً على حركة السير.
- التعرف على مواقع حوادث السير، ومحاولة اكتشاف الأسباب الجغرافية لها .
- تحديد اتجاهات السير على الطرق، وكذلك السرعات المفضلة .

2- نظم معلومات الأراضي : **Land Information Systems** :

تهتم دوائر الأراضي والمساحة والبلديات بإنشاء خرائط الملكيات أو الخرائط العقارية . حيث تتضمن هذه النظم كما هو الحال بالنسبة لكل أنواع النظم الأخرى معلومات مكانية تتعلق بموقع القطعة، وشكلها، وموقعها النسبي بالنسبة إلى الظواهر الأخرى والملكيات المجاورة . ومعلومات وصفية تتضمن مساحة القطعة وأبعادها، وتصنيفها، ونوع الاستخدام، واسم المالك، والقيمة الشرائية ... الخ .

و يمكن ربط المعلومات الوصفية بالمعلومات المكانية فيستطيع المستخدم لهذه النظم الحصول على كل المعلومات الوصفية عن قطعة أرض معينة، أو تحديد قطعة الأرض أو قطع الأراضي التي تتميز بصفات معينة . وتستخدم مثل هذه المعلومات في التخطيط، أو لأغراض تقدير الضرائب ورسوم البيع والشراء على مثل هذه الأراضي . كما يمكن تصنيف الأراضي، وتغيير تصنيفها اعتماداً على مواقعها الجغرافية . فتصنف بعض الأراضي على أنها سكنية وأخرى تجارية، وثالثة صناعية وهكذا، كما يمكن استخدام هذه النظم في توفير البيانات اللازمة للتعدادات السكانية والدراسات المتعلقة بالسكان، وأخذ عينات دراسية تتعلق بهم . ويستفاد

من هذه النظم في تخمين الضرائب المستحقة على الملكيات . كما أن مثل هذا النوع من النظم يسهل عملية التعامل مع استخدامات الأرض، ويمنع تكرار المعلومات بشأنها، أو حتى الوقوع بأخطاء تخطيطية تتعلق بها . ويتطلب الامر إن تكون الخرائط المنتجة ذات مقياس كبير، حتى يمكن إظهار حدود القطع .

ج- نظم المعلومات الخدماتية :

Automated Mapping/Management

تختلف هذه النظم عن نظم طرق النقل في أنها لا تقتصر على الطرق فقط، بل تتضمن كل الخدمات الخطية المقدمة للمستهلك كالهواتف وأنابيب الغاز والمياه والصرف الصحي، وخطوط الكهرباء . وتحتوي على معلومات مكانية ومعلومات وصفية . وما يميز هذه النظم أنها تهتم بالتمثيل الدقيق لطبيعية الاتصال بين المعلومات المكانية التي تحتوي عليها .

ومن الأمثلة على المعلومات النقطية في هذه النظم مواقع أعمدة الهاتف، أو فتحات الصرف الصحي، ومواقع اتصال الشبكات مع بعضها البعض أو مواقع المستفيدين من الخدمات . وتقوم هذه النظم بتحديد مواقع الظواهر الخطية والنقطية بدقة متناهية عن طريق ربطها بإحداثيات خاصة تقوم البلديات أو مؤسسات تقديم الخدمات برسمها .

الفصل الثاني- البيانات في نظم المعلومات الجغرافية GIS

اولاً : بيانات مكانية Spatial Data

1- بيانات خطية Vector Data

- محاسن البيانات الخطية
- مساوئ البيانات الخطية

2- بيانات شبكية Raster Data

- محاسن البيانات الشبكية
- مساوئ البيانات الشبكية

ثانياً : بيانات وصفية Attribute Data

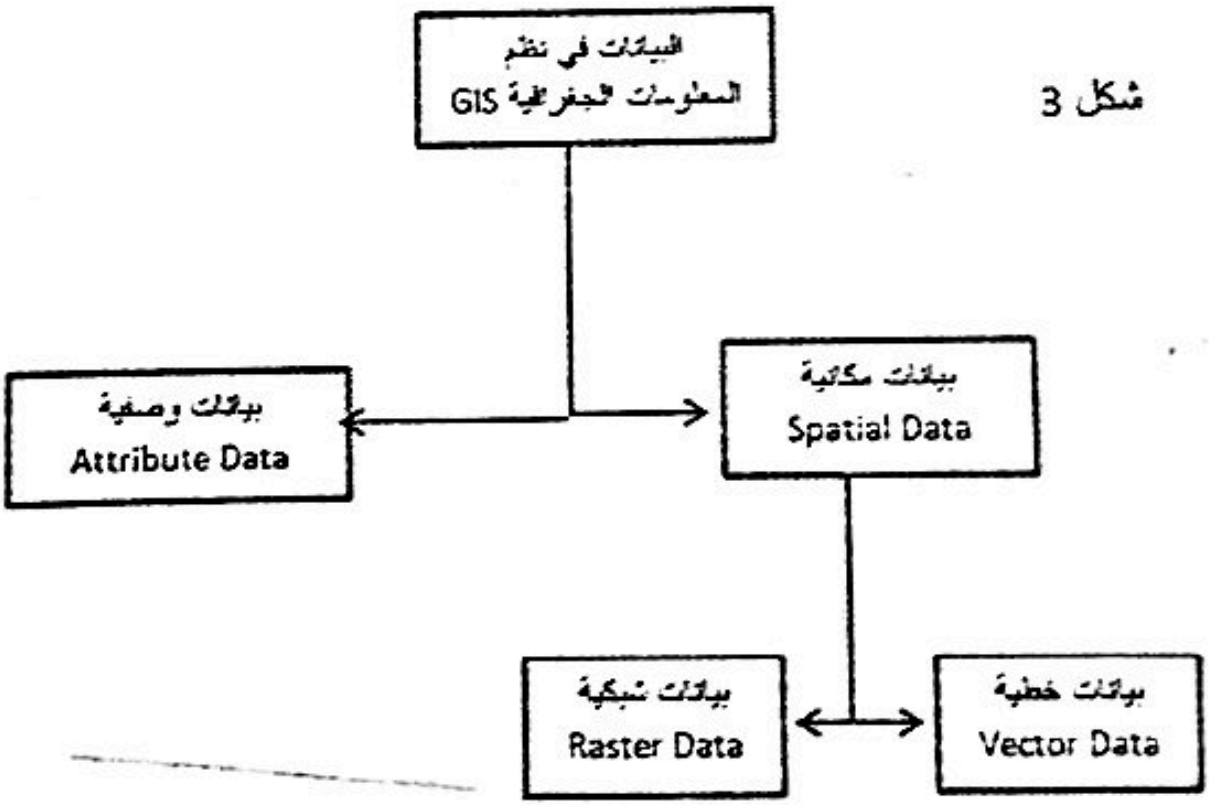
تعتمد نظم المعلومات الجغرافية على البيانات التي يتم جمعها وتخزينها ومعالجتها وتحليلها ، ومن ثم عرض نتائج التحليل بطرق واساليب عديدة . وتعد هذه البيانات الاساس في هذه النظم والتي يتطلب جمعها الكثير من الجهد والوقت كما تتطلب إجراء عمليات التدقيق والتأكد من صحتها ، لكي تكون النتائج دقيقة يمكن الاعتماد عليها في مجالات التخطيط واتخاذ القرارات الصحيحة . والبيانات في نظم المعلومات الجغرافية تكون على نوعين شكل 3:

اولاً : بيانات مكانية Spatial Data

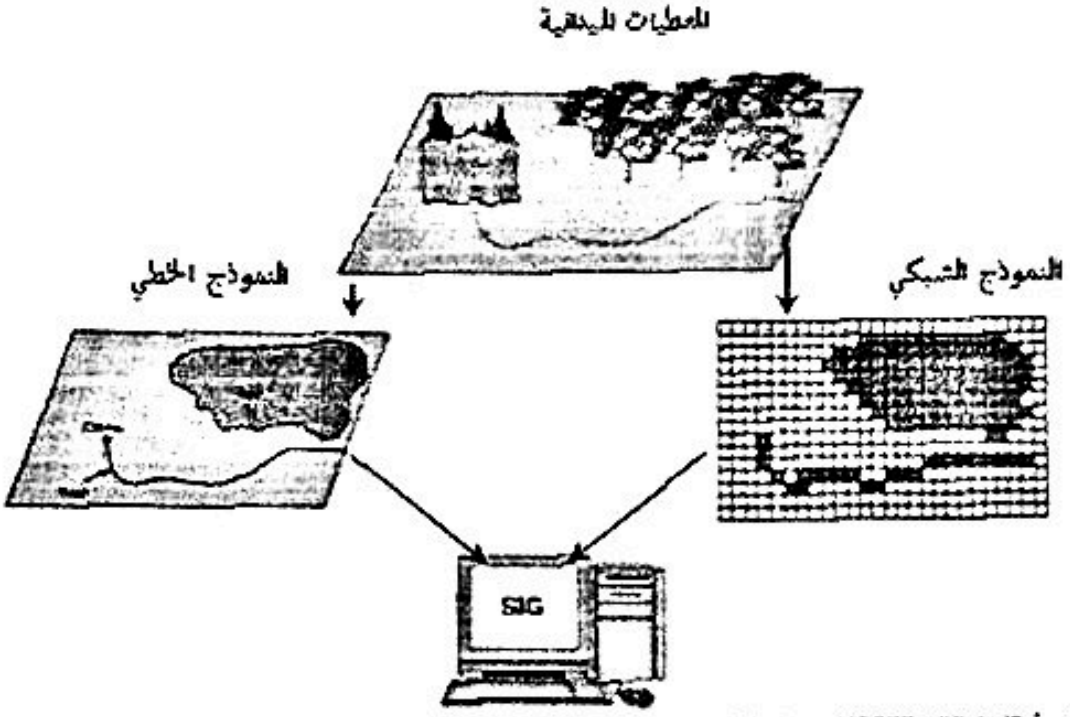
1- بيانات خطية Vector Data

2- بيانات شبكية Raster Data

ثانياً : بيانات وصفية Attribute Data



شكل 3



المصدر : Elhadara HABERT-IRD 2000

اولاً : البيانات المكانية Spatial Data

وهي بيانات توضح مواقع مرتبطة بإحداثيات جغرافية ، وتشمل العناصر الطبيعية والاصطناعية المتواجدة في منطقة ما مثل مواقع مركز صحية ، مواقع مدارس ، مسطحات مائية ، حقول زراعية ، طرق نقل ..... الخ . ويمكن تقسيم هذه البيانات الى ما يلي :

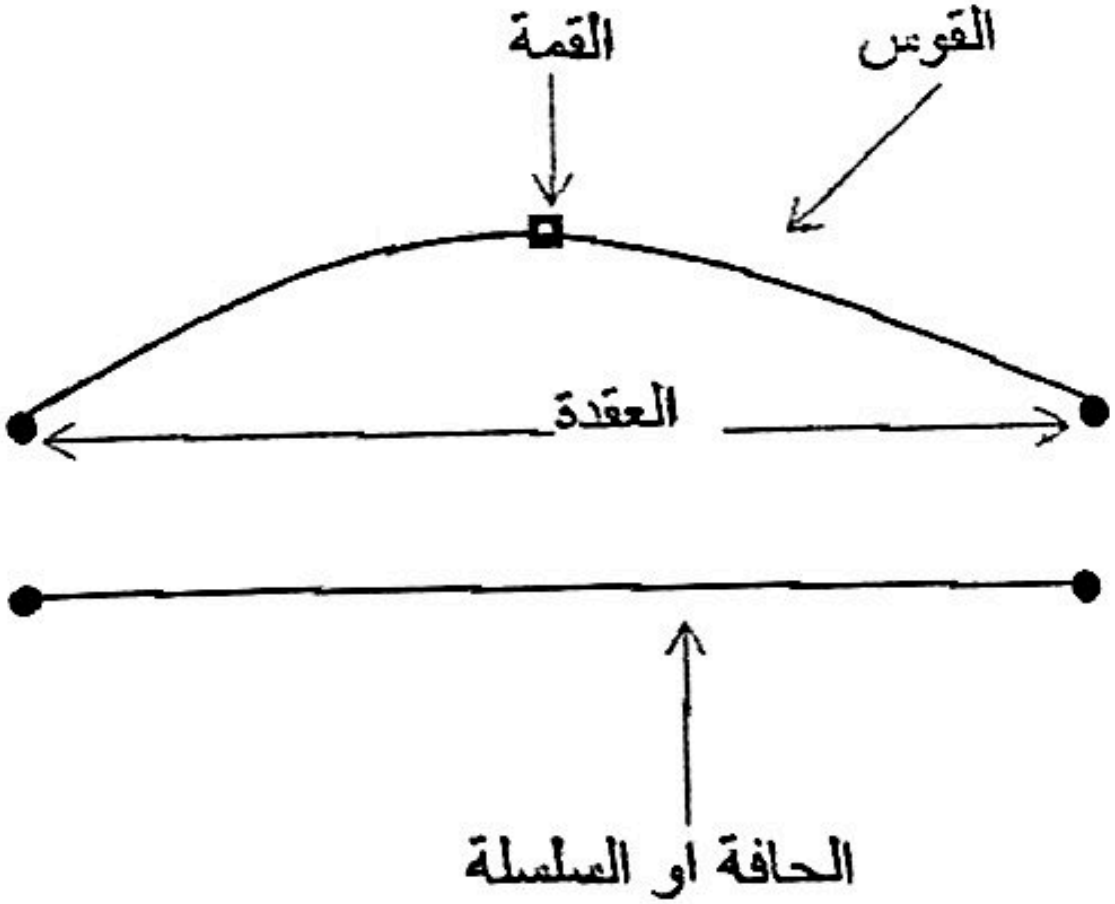
1- البيانات الخطية (اتجاهية) **Vector Data** .

تعد النقطة هي العنصر الاساسي في هذا النوع من النظام ، ومنها تنشأ الظواهر الاخرى كالظواهر الخطية والظواهر المساحية (المضلعات) ، وكل خط يحدد بإحداثيات عدد من القمم **Vertices** التي تشكل المضلعات أما الخط فهو الذي يصل بين عقدتين **Nodes** ، وتستخدم في هذا النظام عدة اشكال وهي شكل 4:

- القوس **Arc** وهو الخط المقوس الذي يصل بين النقاط لتحديد الظواهر المكانية .
- العقدة **Node** وهي نقطتي البداية والنهاية للقوس او الخط .
- القمة **Vertex** وهي النقطة التي تتوسط عقدتين وتقع على امتداد القوس او الخط .
- الحافة والسلسلة **Edge &Chain** تستخدم للتعبير عن الخط الواصل بين نقطتين .

-

شكل 4



ويتم تمثيل البيانات الخطية بثلاث اشكال وهي

أ- بيانات نقطية Point Data

وهي البيانات التي يتم تحديدها على الخرائط و المرئيات الفضائية بهيئة نقاط او مواقع محددة بأخذ احداثيات سينية و صادية مثل موقع مدرسة او مركز صحي او موقع بئر ..... الخ

ب- بيانات خطية Line Data ويتم تمثيلها بهيئة خطوط على الخريطة مثل الطرق و الانهار و الحدود السياسية و الادارية .

ت - البيانات المساحية Area or Polygon Data وهي المساحات او المضلعات التي يمكن تحديدها بمجموعة من الخطوط او الاقواس مثل المناطق العمرانية او الاحواض المائية او المناطق الزراعية .

ويتم التعبير عن هذه البيانات باستخدام العديد من الرموز على الخرائط والمرئيات الفضائية وهي شكل 5:

أ- الرموز النقطية Dot symbols وتكون على شكل نقطة تحتل الموقع المناسب على الخريطة او على شكل رمز اخر يعبر عن نوع وموقع الظواهر local symbols ، وقد يكون دائرة او مربع او مثلث او رسم تعبيري للظاهرة المراد تمثيلها على الخريطة.

ب- الرموز الخطية line symbols وهي التي تعبر عن الظواهر ذات الامتداد الخطي وقد يختلف سمك ولون وشكل الرمز الخطي من اجل التعبير عن نوع ومواصفات الظاهرة الكمية والنوعية.

ت- الرموز المساحية **polygon symbols** وهي رموز تبين منطقة انتشار الظاهرة الجغرافية بحدود خطية مع امكانية استخدام لون او شبكة تضليل تغطي منطقة الانتشار تعبر عن نوع الظاهرة وعن مواصفاتها الكمية او النوعية.

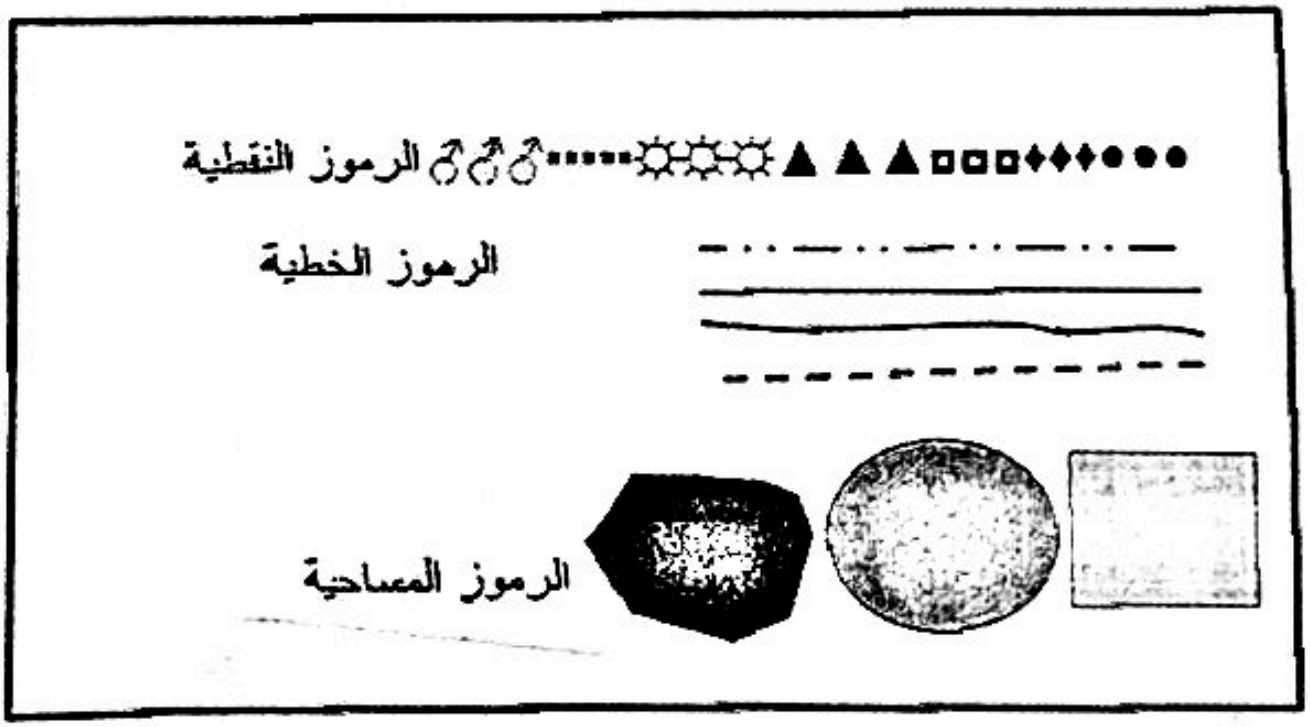
وفي نظم المعلومات الجغرافية يتم ربط هذه الرموز بالمواقع الحقيقية التي تنتشر فيها هذه المظاهر على سطح الارض عن طريق شبكة الاحداثيات المتعارف عليها ، كشبكه الاحداثيات الجغرافية العالمية

Geographic coordinate System

او نظام الاحداثيات التربيعية العالمي **Projected coordinate System**.

ولعل هذه الخاصية هي التي اعطت لنظم المعلومات الجغرافية ميزتها الاساسية المتمثلة في ربط الاحداثي للمعلومات الجغرافية المكانية والبيانات الوصفية المرتبطة بها.

شكل5



ادخال البيانات الخطية ومعالجتها

تتطلب عملية ادخال البيانات الخطية إلى اجراء العديد من عمليات المعالجة والتعديل والمراجعة لكي يمكن الاعتماد عليها ، ومن اهمها:

أ- عملية تكوين التفاصيل الطوبولوجية **Building Topology**

ويقصد بهذه العملية تحديد التفاصيل بين محتويات البيانات المكانية للتفريق بين النقاط والخطوط والمساحات ، وادخال ترميز لكل منها بواسطة حرف هجائي او رقم عددي لكي يمثل الرمز او الكود التعريفي **ID** لعنصر الخريطة . هذا بالإضافة إلى اظهار العلاقات الطوبولوجية فيما بينها ، مثل حساب وتحديد العلاقات بين النقط والخطوط والمساحات ، حيث تقوم معظم النظم المستخدمة في هذا المجال بتكوين جداول تضم التفاصيل الطوبولوجية .

ب- تنقيح البيانات المكانية **Editing Spatial Data**

تعتبر هذه العملية هامة في مجال اعداد قواعد البيانات المكانية حيث يتم فيها ادخال تعديلات وتصحيحات على المشكلات التي تترتب اثناء انجاز التصنيف الطوبولوجي وادخال البيانات ، واهم هذه المشكلات هي ظهور الزيادات **Overshoots**والنواقص **Undershoots**

والنتوءات **Spikes** ، ويتم انجاز عمليات التنقيح للبيانات المكانية بالاعتماد على وظائف عديدة اهما ربط العناصر ببعضها **Snap** او**Move** او**Join** ، وكذلك الغاء الزيادات بواسطة **Delete** او التقسيم **Split** ، إلى غيرها من الاوامر فضلا

عن اغلاق المساحات او المضلعات غير المكتملة الأغلاق باستخدام وظيفة **Build Polygons** .

ت - عملية توصيل الاركان **Edge matching**

تعتبر هذه العملية من عمليات التنقيح الهامة وخاصة اذا كانت هناك لوحات خرائطية عديدة تغطي اقليم الدراسة ، وعلية فانه من الضروري انجاز عملية المطابقة لجوانب اللوحات الخرائطية وذلك بمقارنة الجوانب والظواهر المشتركة في اللوحات المتجاورة ، وهناك العديد من النظم الالية التي تقوم بهذا العمل [31] .

محاسن البيانات الخطية

أ- امكانية تخزين البيانات الخطية في الحاسوب بصورة فعالة ، إذ يتم تخزين المناطق التي تشغلها الظاهرة المراد تمثيلها على الخريطة فقط ، دون المناطق الاخرى التي لا تشغلها الظاهرة ، كما هو الحال في البيانات الشبكية .

ب- تمثل المظاهر على الخريطة بشكل دقيق كما في الواقع على سطح الارض من حيث الشكل والحجم ، ولا يكون هناك تشويه لهذه المظاهر عند تمثيلها على الخريطة .

ت- تظهر العلاقة المكانية **Topology** بين النقط والخطوط والمضلعات بصورة واضحة ودقيقة .

ث- تتطلب مساحة قليلة في التخزين مقارنة مع البيانات الشبكية .

ج- توفر امكانية عالية في التحليل .

مساوئ البيانات الخطية

أ- بنية البيانات الخطية معقدة بسبب صعوبة وضع الطبقات فوق بعضها الناتج عن دقة الخطوط واختلاف الترقيم .

ب- تحتاج الى جهد كبير وتكلفة عالية بسبب ترقيم البيانات وشراء الاجهزة والمعدات المطلوبة في معالجة وتحليل البيانات .

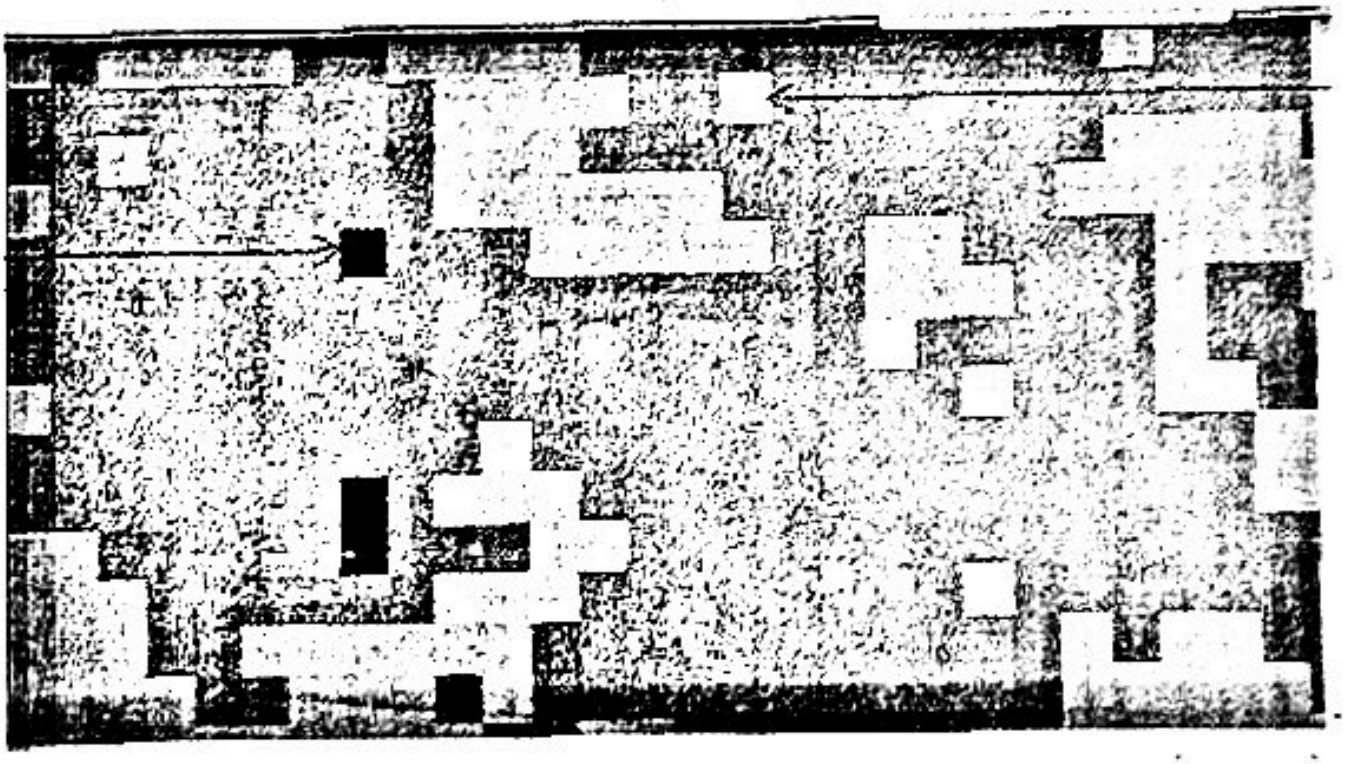
البيانات الشبكية Raster Data

وهي عبارة عن بيانات جغرافية تمثل على شبكة من الخلايا الصغيرة التي تسمى بكسل **Pixel** ، ولكل بكسل قيمة تعكس نوع المعلم المقابل لها(شكل 6). كما انه عبارة عن متوسط الاضاءة او الامتصاص المقاس الكترونياً لنفس الموقع على مقياس التدرج الرمادي **Gray Scale** ، ويعبر عن ذلك برقم يسمى العدد الرقمي (**Digital Number (DN** ، وهذه القيم هي اعداد صحيحة موجبة يمكن ان تمتد من صفر – **2048** ، وتمثل مجالات المدى المذكور مجموعة الاعداد الصحيحة التي يمكن تسجيلها باستخدام مقاييس ترميز حاسوب ثنائية **Binary Computer Coding Scale** ذات **6 ،7 ،8 ،9 ،10 ،11** بتات على التوالي $2^6 = 64$ ، $2^7 = 128$ ، $2^8 = 256$ ، $2^9 = 512$ ، $2^{10} = 1024$ ، $2^{11} = 2048$.(شكل 7)

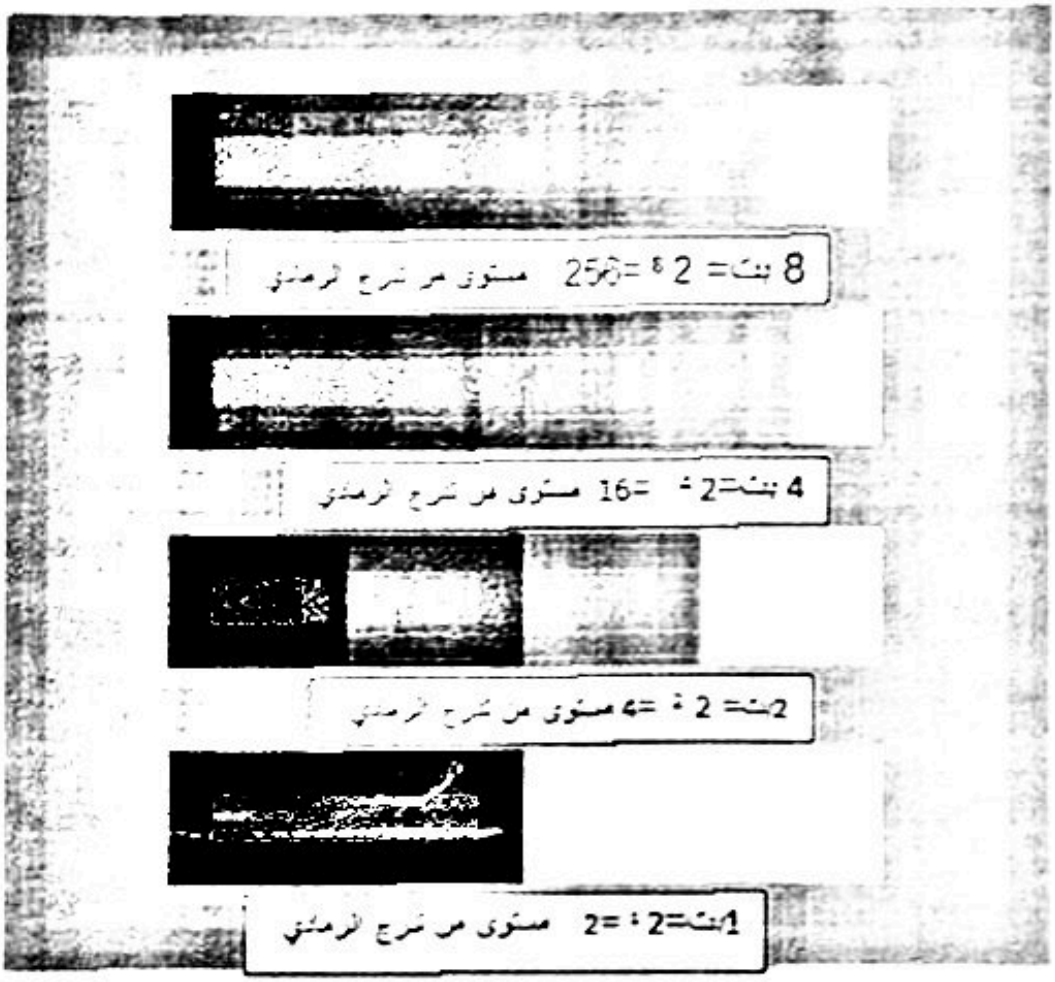
ان التدرج الرمادي هو مقياس لشدة الاضاءة بحيث ان صفر يمثل اللون الاسود واعلى قيمة تمثل اللون الابيض، وما بينهما يكون تدرج للون الرمادي .وحجم البيكسل (الوحدة الصورية) هي اساس دقة الصور بحيث كلما صغر حجم

البيكسل (اي المساحة التي يمثلها البيكسل على الارض) كلما زادت دقة ووضوح الصورة اي ان الصورة ذات البيكسل 1م x 1م تكون اكثر وضوحاً للمعلم من صورة حجم البيكسل فيها 5م x 5م . وتتم معالجة البيانات الشبكية في برنامج Erdas Imagine ، وهو متخصص في معالجة وتحسين الصور الرقمية.

شكل 6 مرئية فضائية تظهر فيها البيكسلات



شكل7 الشرح الرمادي



محاسن البيانات الشبكية(الخلوية)

أ- البيانات الشبكية بيانات سهلة المعالجة والتحليل منها التحليل الطوبوغرافي والتحليل اهيدرولوجي ، وانتاج خرائط اشتقاقية مثل خرائط الانحدارات وخرائط خطوط الارتفاعات المتساوية وخرائط الشبكة المائية وغيرها .

ب- امكانية الحصول على البيانات الشبكية من بيانات الاستشعار عن بعد .

ت- تهيئ البيانات الشبكية امكانية استخدام التمذجة المكانية في التحليل ، فتخزين البيانات في النظام الشبكي بحد ذاته عملية تعميم **Generalization** لخصائص المظاهر .

مساوئ البيانات الشبكية

أ- افتقادها للدقة والتفاصيل ، إذ أن بعض المظاهر لا تغطي الخلية كاملة ، في الوقت الذي لا يمكن اخذ جزء من الخلية وترك الجزء الباقي ، بل يتطلب الامر اضاءة الخلية او اطفائها كاملةً ، وهذا سيؤدي الى عدم الدقة في تمثيل البيانات .

ب- يصعب حفظ الشكل الحقيقي للظاهرة ، إذ قد يكون عرض الخلية اكبر من امتداد الظاهرة ، وهذا يولد مشكل في عدم الدقة في حالة الحدود الادارية والطرق والانهار .

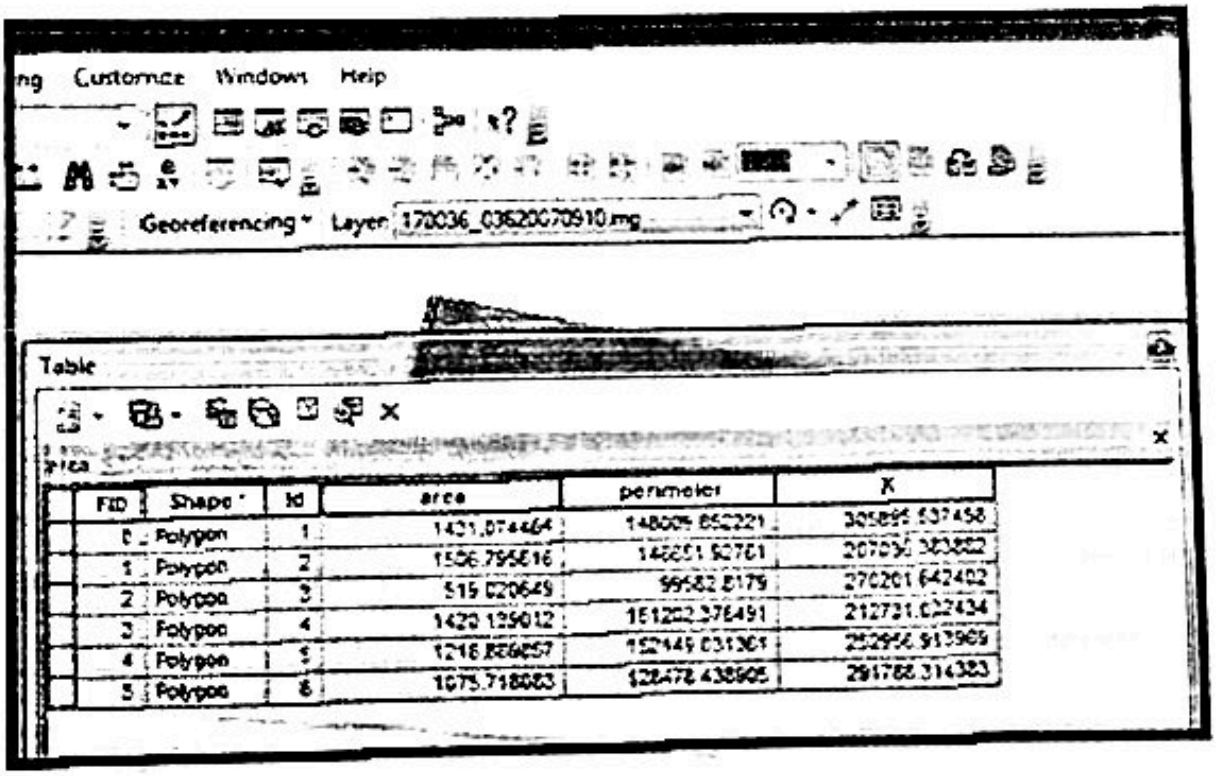
ت- تأخذ مساحة كبيرة في التخزين في ذاكرة الحاسوب [32].

ثانياً : بيانات وصفية Attribute Data

إن كل شريحة او طبقة في مشروع العمل بنظام المعلومات الجغرافية يتكون من مجموعة من المظاهر الجغرافية المكانية التي تكون نقطية او خطية او مساحية ، وان لكل طبقة جدول يشمل جميع السمات التي تم رسمها ولكل سمة رقم تعريفي وهو **ID** . ويرتبط بها بيانات جدولية ونصية تهتم بوصف هذه المظاهر يطلق عليها البيانات الوصفية . ويمكن اضافة حقول جديدة للجدول تشمل معلومات وصفية كمية ونوعية اخرى ، وبعض من هذه البيانات يمكن استخراجها من البرنامج مباشرة مثل مساحة ومحيط البيانات المساحية واطوال البيانات الخطية واحداثيات

البيانات النقطية ، بعد عمل حقل خاص بها ومن ثم اضافتها من البرنامج . ويمكن اضافة بيانات وصفية اخرى لأي سمة مثل اسماء الاحياء السكنية وعدد سكانها وعدد المراكز الصحية فيها وعدد الايدي العاملة الى غيرها من الصفات الاخرى. وفي الشكل 8 يظهر جدول فيه area ،perimeter و احداثيات x وهي بيانات وصفية للسمات المرسومة .

شكل 8



FID	Shape *	Id	area	perimeter	X
0	Polygon	1	1421.074464	148009.852221	305895.537458
1	Polygon	2	1556.795616	148051.90701	207030.303882
2	Polygon	3	515.020649	99582.8179	270201.642402
3	Polygon	4	1420.139012	151202.376491	212731.022434
4	Polygon	5	1216.856057	152449.031301	252956.913969
5	Polygon	6	1975.718083	128478.438905	291768.314383

الفصل الثالث - قواعد البيانات الجغرافية وبنائها الطوبولوجي

تعريف قاعدة البيانات الجغرافية

اهمية قواعد البيانات الجغرافية

الخطوات المطلوبة لبناء قاعدة البيانات

الاعتبارات التي تؤخذ عند إنشاء قاعدة البيانات :

تصميم قواعد البيانات الجغرافية

ملفات التخزين في قواعد البيانات الجغرافية

التركيب البنائي (الطوبولوجي) TOPOLOGY

بعض خصائص التركيب البنائي

مفاهيم التركيب البنائي

تعريف قواعد البيانات الجغرافية

وهي كم هائل من المعلومات المكانية والوصفية التي يتم تجميعها وتخزينها إلكترونيا ، ثم معالجتها وتحليلها بواسطة برامج تطبيقية واخراجها على هيئة خرائط او اشكال بيانية او جداول او تقارير علمية . وبمعنى اخر ان قواعد البيانات هي تجميع كمية كبيرة من المعلومات او البيانات ومن ثم تدقيقها وتصحيحها وتحليلها واعادة عرضها بطريقة تسهل الاستفادة منه . وتنفرد قواعد البيانات الجغرافية عن غيرها من قواعد المعلومات في ارتباطها الوثيق بالتوقيع المكاني للمعلومات على الخرائط ورسومات هندسية وصور جوية ومرئيات فضائية ، مما يجعلها تحتاج الى نمط خاص من اساليب تصميم قواعد المعلومات ، وهو الدراية العلمية والفنية بعناصر الخرائط كالنقط والخطوط والمساحات.

تعد قاعدة البيانات الجغرافية الجزء الاكثر اهمية في نظم المعلومات لكونها تكون الاساس لجميع التحليلات وعملية اتخاذ القرارات ، ويتوقف نجاح نظم المعلومات الجغرافية على طبيعة ونوعية وصحة البيانات والمعلومات المدخلة للنظام ، لذلك يعتبر كل من مكونات وتصميم قاعدة البيانات الجغرافية من اهم متطلبات هذه النظم . وهي بمثابة بنك للمعلومات تحتوي على معلومات عن الظاهرات الجغرافية من حيث موقعها على الخريطة وشكلها بالاضافة الى معلومات وصفية عنها تتفق مع هدف تصميم واعداد قاعدة البيانات الجغرافية .

اهمية قواعد البيانات الجغرافية :

1- تشتمل على قدر هائل من البيانات المكانية والوصفية بطريقة متكاملة ودقيقة ومصنفة ومنظمة يسهل استرجاعها .

2- امكانية تغير او حذف او اضافة معلومة جديدة الى الملف .

3- البحث والاستعلام عن معلومة او معلومات محددة .

4- ترتيب وتنظيم البيانات داخل الملف .

5 - اجراء بعض العمليات الحسابية على البيانات بطريقة سهلة وسريعة .

6- إمكانية تحديث البيانات والعمل على إجراءات دمجها مع البيانات الأقدم مستقبلاً [33].

الخطوات المطلوبة لبناء قاعدة البيانات :

1- تحديد الهدف أو المطلوب من بناء قاعدة البيانات الجغرافية .

2- جمع البيانات ذات العلاقة بموضوع قاعدة البيانات الجغرافية من المصادر المتعددة .

3- عمل مخطط أولي لبناء قواعد البيانات يبين التصنيف المطلوب للبيانات ذات العلاقة وأنواعها ومواقعها وطبيعتها **Project Plan**.

4- بناء قاعدة البيانات الجغرافية الشخصية **Personal Geodatabase** إذا كان المشروع صغيراً (على برامج **Microsoft Access**)، أو **Geodatabase** (على قواعد بيانات مثل **Oracle, SQL, Informix**)

إذا كانت المشروع كبيراً. حيث يتمتع هذان النوعان من قواعد البيانات بنفس الأساسيات الخاصة بـ

Feature Class, Tables, Feature Dataset, Rules, Relationships, Attribute subtypes and Domains.

5- تجهيز قواعد البيانات الجغرافية بالمطلوب من البيانات المكانية **Spatial Data** أو بيانات وصفية **Attribute Data**

6- تحديد نوع النمذجة المستخدمة بناءً على التطبيق المطلوب [34].

الاعتبارات التي تؤخذ عند إنشاء قاعدة البيانات :

1- مراعاة التغير السريع في التكنولوجيا إذ لابد إن تكون الطرق التقنية مستقرة (من ناحية المعدات **HW** والبرامج **SW**) مع مرور الزمن ، لكي لا يكون من الضروري إن يتغير هيكل قاعدة البيانات مع إي تغير سريع في الطرق التقنية الخاصة بالمعدات والأجهزة (الهيكل ثابت مع التكنولوجيا المتغيرة) .

2- قاعدة البيانات الجغرافية غالبا ما تكون طويلة العمر، وبالتالي ينبغي التخطيط لها على هذا الأساس (إن تعيش فترة طويلة من الزمن).

3- ينبغي ان يكون هيكل قاعدة البيانات **database structure** بسيطا قدر الإمكان ليسهل من خلاله تغير وإدخال واستخراج البيانات ، ومن هنا فليس من الضروري التفكير في حلول معقدة عند حل المشاكل البسيطة .

4- يجب أن تراعى في عملية إنشاء قاعدة البيانات تقليل مخاطر الأخطاء داخل النظام ، فلا يعطى مجال للمستخدم إن يدخل نوع خطا من البيانات في جزء من النظام ، مثال ذلك إدخال بيان نصي في مكان يقبل فقط البيانات الرقمية .

5- تسهيل عملية الدخول الى قاعدة البيانات والتعامل معها من خلال إمكانيات البحث الموجودة في نظام إدارة قواعد البيانات ، وهذا قد يشتمل على إنشاء واجهات **interfaces** للمستخدمين الذين ليس لديهم مهارات في إدارة قواعد البيانات[35].

تصميم قواعد البيانات الجغرافية

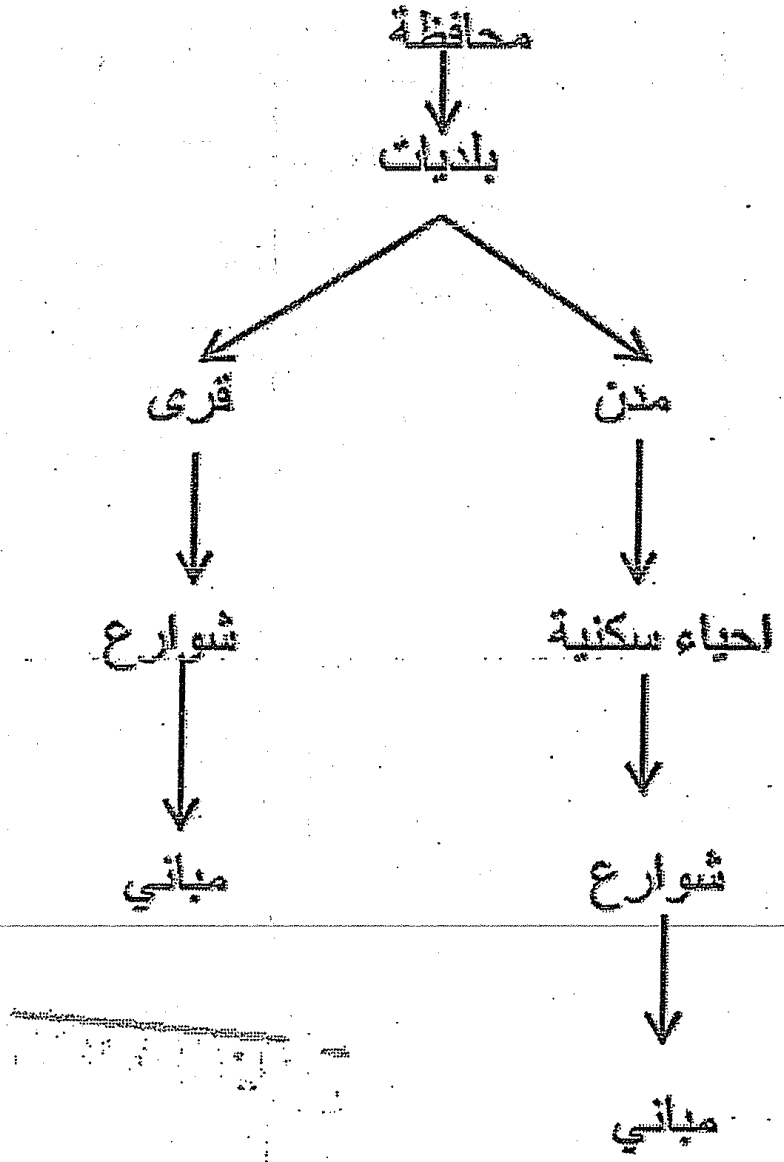
يتم تصميم قواعد البيانات الجغرافية وفق النماذج الآتية :

1. نموذج قاعدة البيانات الهرمية
2. نموذج قاعدة البيانات المبنية على العلاقات
3. نموذج قاعدة البيانات الشبكية
4. نموذج قاعدة البيانات الموزعة

1- نموذج قاعدة البيانات الهرمية Hierarchical database model

يمثل هذا النموذج الأسلوب أو الهيكل الهرمي أو التسلسلي للتعامل مع البيانات ، كما يشار إليه بهيكل الشجرة المعكوسة **Inverted tree structure** ، ويعتبر أكثر النماذج تطبيقا وأسهلها فهما . ويطلق على كل عنصر في هذا الهيكل بالمحور **Node** . وفي هذا النموذج الهرمي يتم تحويل كل العلاقات إلى علاقة أب وابن **Father and son** أو علاقة واحد لكثير **One to many**، حيث لا يوجد عنصر واحد في هذا النموذج بل قد يكون له أكثر من منبع واحد (شكل 9)

شكل 9 نموذج تخطيطي لقاعدة البيانات الهرمية

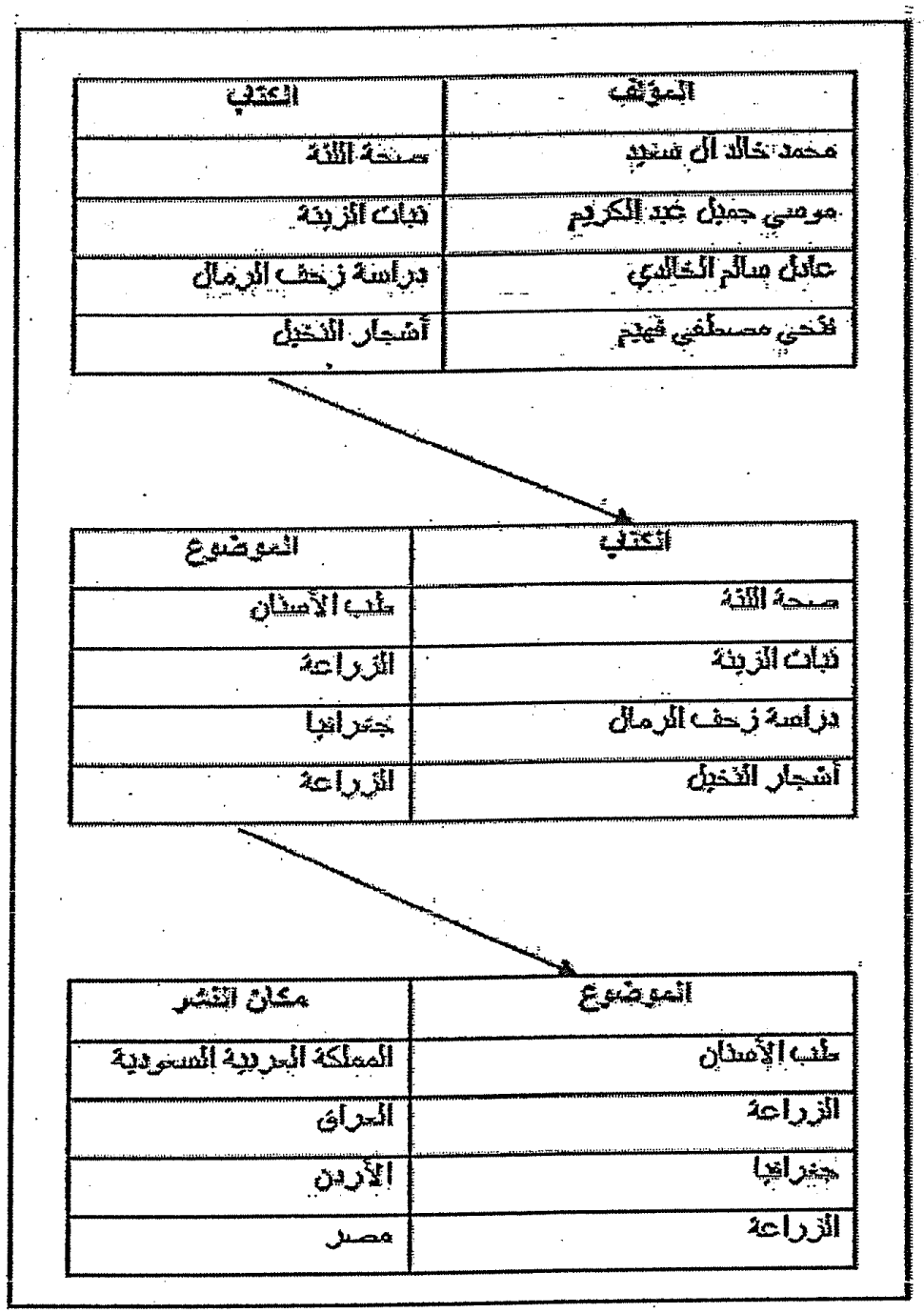


2- نموذج قاعدة البيانات الترابطية Relational database model

يتم فيها تصميم ترتيبي للبيانات على اساس مفتاح يمكن الاعتماد عليه في البحث داخل قاعدة البيانات ، مما يساعد على اعتماد قاعدة البيانات على جداول متباينة

يشكل كل منها ملفاً خاصاً منفصلاً مع وجود رابط بينهم بما يسمى المفتاح (شكل 10).

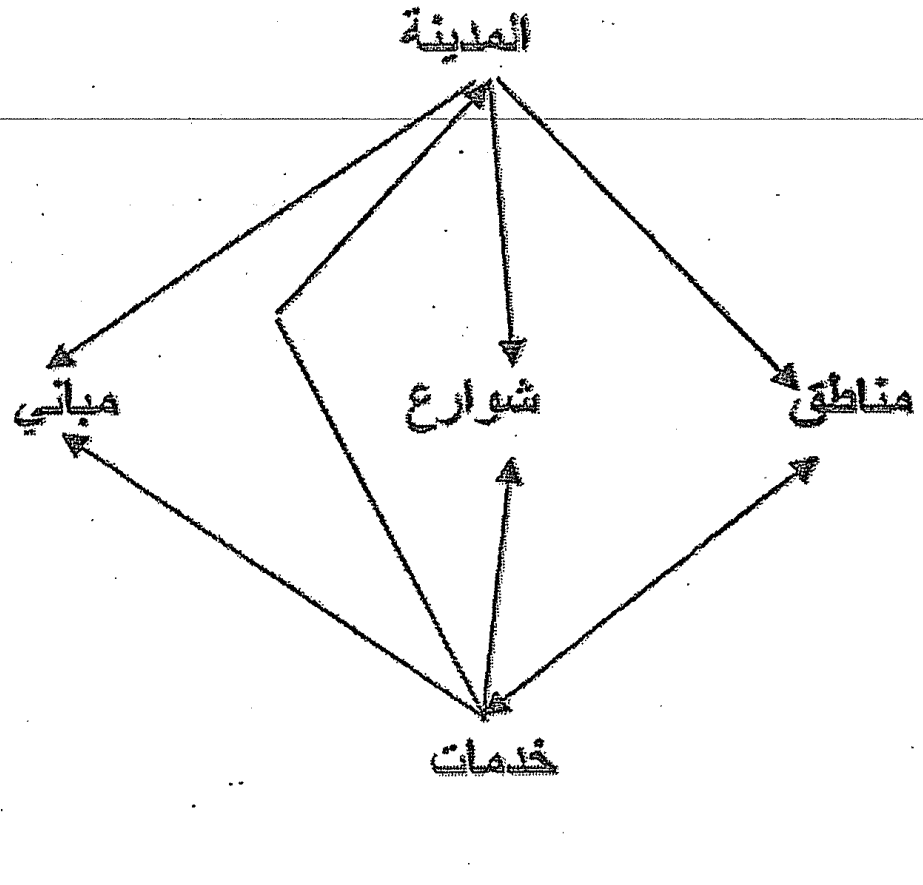
شكل 10نموذج قاعدة البيانات الترابطية



3- نموذج قاعدة البيانات الشبكية Network database model

في هذه الطريقة يتم ربط الظاهرة بالعديد من الظواهر وهذه الظواهر ترتبط باخرى ، ويتطلب هذا الامر المزيد من سرعة الانتقال مع المزيد من الاتصال بين المعلومات وخاصة اذا كان النظام يتوافر به(خرائط وصور) وملفات معلوماتية ، فانه يلزم الامر الربط بينهما بواسطة مجموعة من الروابط او المعلومات . كربط عنصرين من نفس المستوى او بمجموعة من عناصر من مستوى اعلى كمشاركة مجموعة مزارعين في قطعة زراعية . وتصلح البنية الشبكية لتمثيل اي نوع من الارتباطات او العلاقات ، عنصر بعنصر او عنصر بعدة عناصر او عدة عناصر بعدة عناصر ، وهذه البنية محددة الاستعمال في انظمة المعلومات الجغرافية(شكل 11)

شكل 11نموذج تخطيطي لقاعدة البيانات الشبكية.



4- نموذج قاعدة البيانات الموزعة : Distributed database model

في السنوات الحديثة أضحت قواعد البيانات الموزعة مجالا هاما من مجالات معالجة المعلومات والتي يتوقع لها زيادة الأهمية بمعدلات سريعة في المستقبل ، ويستبعد هذا النموذج كثير من المعوقات التي تكمن في نماذج قواعد البيانات التي سبق توضيحها ، وبذلك يمكن لنموذج قاعدة البيانات الموزعة من أن يتواءم مع التنظيمات المركزية لكثير من المنظمات المعاصرة . وتعرف قاعدة البيانات الموزعة بأنها " قاعدة بيانات متكاملة تبنى على قمة شبكة كمبيوتر بدلا من كمبيوتر واحد، وتخزن البيانات التي تكون قاعدة البيانات في مواقع Sites مختلفة من الكمبيوتر .

ملفات التخزين في قواعد البيانات الجغرافية

نظم المعلومات الجغرافية الصغيرة من الممكن أن تكون كافية لتخزين المعلومات الجغرافية فى ملفات عادية. ولكن عندما يصبح حجم البيانات كبيرا، وعدد المستخدمين كبيرا، فمن المفضل استخدام نظام إدارة قاعدة البيانات Data Base Management System (DBMS) ، ليساعد فى تخزين وتنظيم وإدارة البيانات. وهذا النظام IM مجرد برنامج لإدارة قاعدة البيانات.

تخزن البيانات في نظم المعلومات الجغرافية في قواعد بيانات Databases تدار بنظم إدارة قواعد البيانات DBMS ، ولهذا سميت نظم المعلومات الجغرافية بنظم معلومات لأنها تتعامل بفكرة ومنهجية نظم إدارة قواعد البيانات. ففي نظام ArcInfo في حزمة ArcGIS يمكن تخزين ومعالجة البيانات في نظام إدارة قواعد البيانات المعروف MS Access إذا كان البيانات في حدود G2، ولهذا جائت

التسمية Personal Geodatabase، وإذا زاد الحجم عن ذلك لابد من توفر نظام أكبر مثل Oracle أو Sybase أو Iinformix أو DB2 وغيرها. الملفات في نظم المعلومات الجغرافية ليست عادية كما ذكرت، بل ملفات قواعد بيانات متخصصة تدار وتعالج وتخزن حسب نموذج النظام العلائقي (الترابطي) ER-Model أو EER أو هدفية علائقية Object-Relational Model OR-. وعليه تكون نظم إدارة قواعد البيانات علائقية أو هدفية علائقية، على أن التوجه منذ فترة لأن تصبح النظم هدفية تماماً. والتوجه حالياً في معظم نظم المعلومات الجغرافية هو أنها نظم تقوم على البناء الهدفي العلائقي، أما لماذا لم تصل إلى أن تكون هدفية تماماً فذاك يرجع للقصور حالياً في التقنية الهدفية الخاصة بنظم إدارة قواعد البيانات [36].

التركيب البنائي TOPOLOGY

أن الدور الأساس لنظم المعلومات الجغرافية هو معالجة وتحليل كميات كبيرة من البيانات. ومن ثم تركيب البيانات المكانية بنائياً أو تبولوجياً كما هو المصطلح الأجنبي Topology. وان نموذج البيانات البنائي Topological Data Model هو النموذج الأكثر قرباً في تمثيل الواقع الجغرافي، حيث يقدم أساساً رياضياً فعالاً في ترميز أو تمثيل العلاقات المكانية، وبالتالي يعد نموذجاً لمعالجة وتحليل البيانات الخطية Vector Data .

معظم برامج نظم المعلومات الجغرافية تعزل أو تفصل البيانات المكانية عن البيانات الوصفية في نظم ادارة بيانات منفصلة. فعادةً ما يُستخدم التركيب البنائي أو

التركيب الخلوي لتخزين البيانات المكانية، في حين يستخدم التركيب العلائقي **Relational Structure** في تخزين البيانات الوصفية. تُربط البيانات من كلا التركيبين معاً للاستخدام من خلال أرقام أو رموز مميزة مشتركة مثل اسماء الظواهر **Feature labels** والمفاتيح الرئيسة **Primary Keys** في نظم إدارة قواعد البيانات **DBMS** . ان هذا الربط للظواهر المكانية مع حقل الصفات **Attribute Record** عادة ما يُصان بواسطة رقم داخلي يُخصص من قبل برنامج نظم المعلومات الجغرافية. يتطلب الأمر اسماً للظاهرة بحيث أن المستخدم يستطيع أن يملأ السجل الوصفي الملائم للظاهرة المطلوبة. في الغالب يتم إنشاء سجلاً واحداً للصفات بشكل آلي في برنامج نظم المعلومات الجغرافية بمجرد عمل تركيب بنائي نظيف. هذا السجل الوصفي عادة ما يشمل: الرقم أو الرمز الداخلي للظاهرة؛ ومعرّف اسم الظاهرة من قبل المستخدم؛ مساحة الظاهرة؛ وحدود الظاهرة.الظواهر الخطية تشتمل على طول الظاهرة بدلاً من المساحة. النموذج البنائي مربك للمستخدمين المبتدئين في نظم المعلومات الجغرافية ، غير أنه يمكن تعريف التركيب البنائي أو التبولوجي على أنه منهج رياضي يسمح لنا بتركيب البيانات بناءً على مباديء تجاور الظواهر واتصالها بهدف تحديد العلاقات المكانية. فبدون تركيب بنائي للبيانات في نظام معلومات جغرافية خطي، فإن معظم وظائف معالجة البيانات وتحليلها لن تكون عملية أو دقيقة .

إن أكثر النماذج شيوعاً للتركيب البنائي هو نموذج المنحنى- العقدة **Arc/Node Model** ، فهذا النموذج يشمل كيانين أساسيين وهما المنحنى

(الخط) Arc والعقدة Node. فالمنحنى ما هو إلا سلسلة من النقاط vertices موصلة بخطوط أو وصلات خطية Line segments مستقيمة، التي تبدأ وتنتهي بعقدة Node. أما العقدة فهي تمثل نقطة تقاطع لأثنين أو أكثر من الخطوط ، تظهر العقد أيضاً في نهاية منحنى متدلي، مثل المنحنى الذي لا يتصل بمنحنى آخر مثل الشارع الذي ينتهي عند نقطة معينة ولا يتصل بشارع أو شوارع أخرى. في حين أن العقد المنفصلة أو المعزولة وهي التي ليست متصلة بأي منحنى فهي تمثل ظواهر في شكل نقطي. وفي هذا النموذج البنائي، نرى أن المضلع Polygon الذي يمثل الظواهر المساحية، ما هو إلا سلسلة مقفلة من المنحنيات.

يُخزن التعريف البنائي في برامج نظم المعلومات الجغرافية في شكل أو هيئة بيانية Format خاصة بهذه البرامج . وعلى أي حال فإن معظم هذه البرامج تسجل التعريف البنائي (اي التركيب) في ثلاثة جداول هذه الجداول مشابهة للجداول العلائقية ، وتمثل الجداول أنواعاً مختلفة من الظواهر، مثل الظواهر النقطية أو الخطية أو المساحية ، ويُستعان أيضاً بجدول رابع يحتوي على الإحداثيات. فجدول العقد يخزن المعلومات حول العقدة والمنحنيات المتصلة بها. أما جدول المنحنى يحتوي على معلومات بنائية للمنحنى، كما يشمل عقدة البداية وعقدة النهاية، والمضلع على يمين وعلى يسار المنحنى. أما جدول المضلعات فيحدد المنحنيات التي تشكل كل مضلع. بالرغم من شيوع مصطلحات العقدة والمنحنى والمضلع في معظم برامج نظم المعلومات الجغرافية، إلا أننا نجد بعض منتجي هذه البرامج يستخدمون

مصطلحات مثل الحواف Edges للمنحنى والأوجه Faces للمضلعات، على أي حال هذه فقط تعابير أخرى لنفس المفهوم.

بما أن معظم البيانات المدخلة لا توجد في شكل تركيب بنائي، أي ليست مركبة تركيبا بنائياً بعد، فإنه لا بد أن يتم بناء هذا التركيب بواسطة برنامج نظم المعلومات الجغرافية. وحسب مجموعة البيانات فقد تكون عملية البناء مجهدة حاسوبياً وتأخذ وقتاً طويلاً. تتطلب عملية البناء هذه انشاء جداول التركيب البنائي وتحديد المنحنيات والعقد والمضلعات. ولكي يتم تحديد التركيب البنائي بشكل صحيح فإن هناك متطلبات معينة بالنسة للعناصر البيانية، مثل: لايوجد خطوط مكررة، ولا فراغات في أو بين المنحنيات التي تحدد أو تشكل المضلعات، وغيرها مما نجده في أنواع عملية انشاء وتصحيح البيانات بنائياً.

بعض خصائص التركيب البنائي:

بما أننا عرفنا أن هذا التركيب يساعدنا في نمذجة العلاقات بين الظواهر المكانية، فإنه من الطبيعي أن يساعدنا أولاً في تمثيل الواقع كما نراه ويضمن سلامة البيانات وفي عمليات مثل تحليل التجاور والإتصالية . ففي التجاور Contiguity or Adjacency نجد أنها عملية تتضمن تقييم تجاور الظاهرة، مثل الظواهر التي تتماس مع بعضها البعض touch-one-another، والقرب Proximity مثل الظواهر التي تقترب من بعضها البعض near-one-another، كما في عملية التحزيم Buffering. إن الإيجابية الأساسية للنموذج البنائي هي أن التحليل المكاني Spatial Analysis يمكن أن يتم دون استخدام

بيانات الإحداثيات. فكثير من العمليات يمكن أن تتم بشكل كبير – إن لم يكن بشكل تام– باستخدام التعريف أو التحديد البنائي **Topological definition** لوحده. (للتوضيح أكثر، نحن نريد مثلاً أن نعرف هل هذا الشارع متصل مع الشارع الآخر، وليس السؤال أين توجد الظاهرة بالضبط من وجهة نظر إحداثية. لهذا نجد أن الخريطة التي تبين لنا مثلاً ارتباطات الطرق أو الشوارع من وجهة نظر بنائية أو علاقية تعد خريطة بنائية بغض النظر عن طبيعة موقعها الإحداثي– أنظر مثلاً "خريطة" – تجاوزاً نستخدم كلمة الخريطة– شبكة القطارات تحت الأرض في لندن كما هي مرسومة داخل كل قطار ستجدها عبارة عن أشكال خطية تبين أساساً طبيعة العلاقات بالخطوط (القطارات والمحطات) وليس شكلها كما هي عليه بالإحداثيات في الواقع، إذن لدينا نموذج منطقي **Logical Model** وليس واقعي أو مادي **Physical Model**. هذا النوع نطلق عليه في الخرائط بالكارتوغرام. هذا ما نقصد بكلمة التعريف أو التوصيف البنائي، وهذا هو المهم من وجهة نظر التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية). هذه الخاصية أو الميزة مهمة مقارنة بنموذج البيانات الخطي الغير بنائي كما في برنامج : **CAD** والذي يعرف بالنموذج الإسباغتي **Spaghetti** الذي يتطلب اشتقاق العلاقات المكانية من البيانات الإحداثية قبل الشروع في عملية التحليل، وهي عمليات تحليل محدود، لذا لا نجد مقارنة بين التحليل بنظم المعلومات الجغرافية ونظم الرسم الهندسي مثل: **CAD**.

أما السلبية الأساسية للنموذج البنائي فتكمن في كون النموذج ذو طبيعة ثابتة **Static**، ولو أن النموذج طور حديثاً ليكون في شكل قواعد وطرق أكثر ديناميكية كما في حزمة نظام **ArcGIS** . ولضمان تحديد البناء بشكل ملائم فإن النموذج يعد عملية مكلفة زمنياً حسب حجم وتعقيد مجموعة البيانات. فعلى سبيل المثال، نجد أن **2000** مضلع لتمثيل مناطق غابية في منطقة إدارية أو بلدية معينة تحتاج إلى وقت كبير لبنائها بحيث تربط مع حدود قطع الأراضي المنتظمة في هذه المنطقة. فالمشكلة هنا تكمن في تعقيد حواف الظاهرة الأولى التي عادة ما تكون متعرجة مقارنة بحدود ظاهرة قطع الأراضي التي عادة ما تكون في أشكال طولية وهندسية منتظمة. مثل هذا لا بد أخذه في الإعتبار عند تقييم قدرات التركيب البنائي لبرنامج معين من برامج نظم المعلومات الجغرافية. إن طبيعة الثبات في النموذج البنائي يعني أيضاً أن كل مرة يتم عمل تصحيح، كأن يحدث مثلاً أن حدود الغابات تغيرت بسبب الحصاد أو الحرائق، لا بد أن يعاد بناء التركيب مرة ثانية. لكن لابد ملاحظة أن هذه الطبيعة تغيرت كثيراً في النماذج الجديدة كما في **ArcGIS**، بحيث يتم البناء بشكل آني متى ما حدث التغير أثناء التحديث أو التصحيح، إنما كان هذا هو الأصل في النسخ السابقة لهذا الإصدار، وفي معظم البرامج الأخرى. كما أن التكامل وسلامة التركيب البنائي وجداول نظم إدارة قواعد البيانات **DBMS** التي تحتوي على البيانات الوصفية جديرة بالاهتمام والحذر هنا. فهذا يعرف عادة بالسلامة المرجعية **Referential Integrity** . ففي حين أن التركيب البنائي يعد بمثابة الآلية التي تضمن سلامة

البيانات المكانية Spatial Data، فإن السلامة المرجعية تعد بمثابة المفهوم الذي يضمن سلامة ترابط البيانات البنائية المرتبطة والبيانات الوصفية.

خلاصة:

إذن التركيب البنائي عبارة عن طريقة تعرف بها نظم المعلومات الجغرافية ما يلي:

1- أين ظاهرة ما بالنسبة لغيرها من الظواهر؟

2- أي الأجزاء من الظواهر المختلفة التي يكون بينها اتصال؟

3- كيف يحدث الإتصال بين الظواهر (ليعطينا القدرة للتحرك فيما بين الظواهر كما في التطبيقات الخطية مثل شبكات الطرق والمجاري المائية وغيرها)؟

إن التركيب البنائي يساعدنا على ضمان عدم تكرار البيانات بدون داع في قاعدة البيانات، فهي تخزن خطاً واحداً فقط لتمثيل حداً واحداً بين مضلين متجاورين بدلا من خطين، فقاعدة البيانات هنا تخبرنا بأن الخط يُعد الجهة اليسرى لمضلع واحد وهو نفسه يُعد الجهة اليمنى للمضلع المجاور.

هناك ثلاثة مفاهيم مهمة للتركيب البنائي في تمثيل العلاقات المكانية للظواهر، وهي:

1- التجاور Adjacency لتمثيل الحدود المشتركة .

2- الإتصالية Connectivity لتمثيل العقد المشتركة مع المنحنيات .

3- الإحتواء Containment، أو التحديد المساحي Polygon Definition لتمثيل المضلعات من خلال سلاسل المنحنيات، وتمثيل المضلعات داخل المضلعات كما في ظاهرة الجزر Islands.

ينشيء برنامج نظام المعلومات الجغرافية قاعدة بيانات تحفظ وتتابع العلاقات كسلسلة من الظواهر المشتركة. ففي خريطة عادية مكونة من مساحات أو مضلعات لغطاء الأرض، نجد أن المضلعات مؤلفة من سلاسل خطية نسميها بالمنحنيات Arcs ، كما في نظام ArcInfo، فيها منحنيات يشترك معها مضلعات، وأخرى لا تشترك بمضلعات. إذن تركيب قاعدة البيانات صُمم ليحفظ قائمة بكل المنحنيات وكيف تشترك وترتبط مع معلومات كل مضلع[37].

الفصل الرابع - نظم الاحداثيات ومساقط الخرائط

نظم الاحداثيات

مساقط الخرائط

نظام الاحداثيات

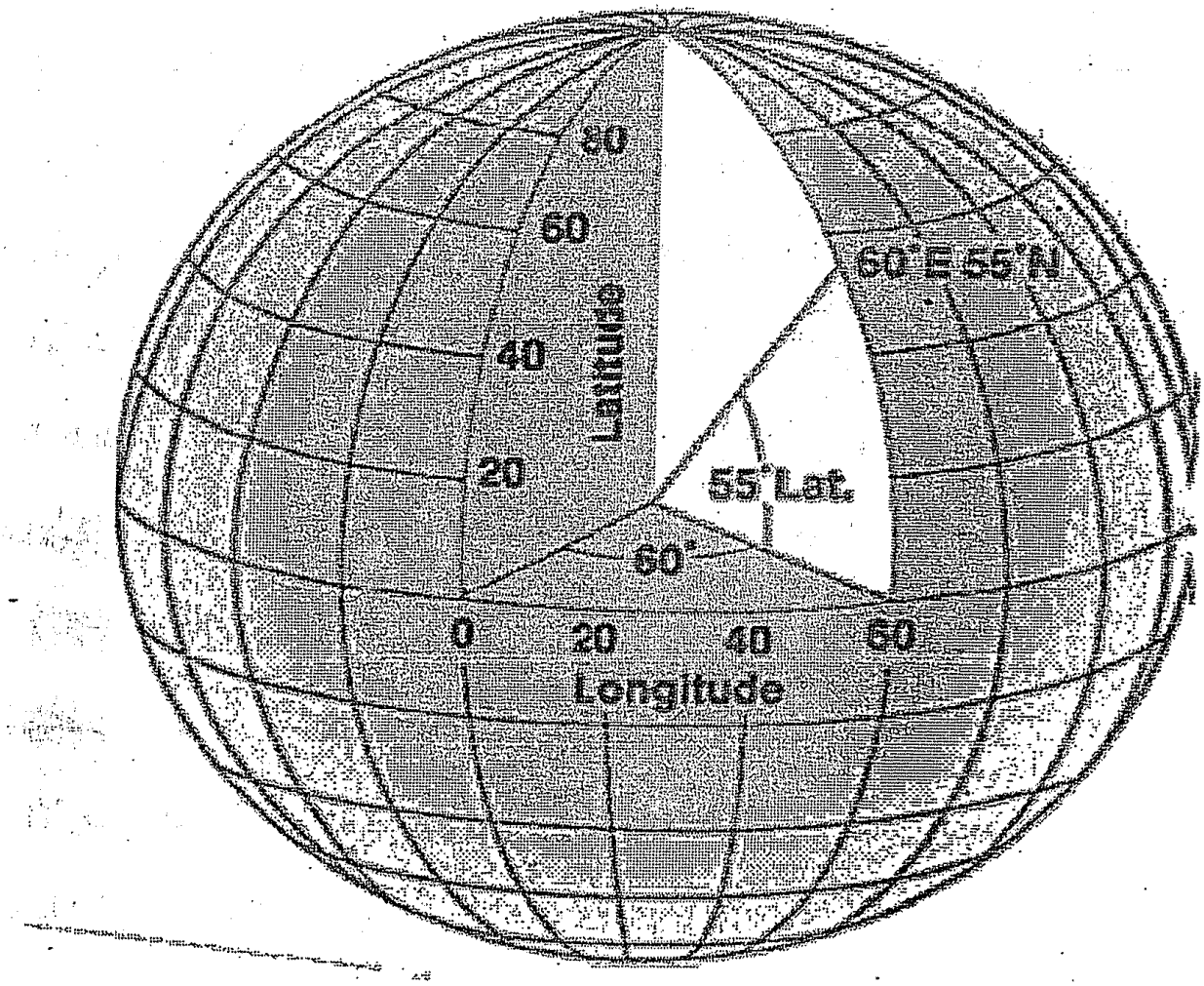
هي شبكة خطوط الطول ودوائر العرض الوهمية على سطح الارض والتي تتقاطع فيه دوائر العرض والطول بزواية قائمة، حيث توصل العلماء منذ قرون طويلة الى ما يلي :

- تم اتخاذ الخط الاساسي الافقي وهو تلك الدائرة العظمى (أي التي تمر بمركز الارض) والتي تقع في منتصف المسافة بين القطبين وسميت بدائرة الاستواء شكل 12 .
- اتخذ الخط الاساسي الرأسي ليكون هو نصف الدائرة التي تصل بين القطبين الشمالي والجنوبي وتمر ببلدة جرينتش بانجلترا .
- قسمت دائرة الاستواء الى 360 قسما متساويا و رسم على سطح الارض 360 نصف دائرة (وهمية او اصطلاحية) تصل بين القطبين وتمر بأحدى نقاط التقسيم على دائرة الاستواء، وكل نصف دائرة تسمي خط طول **longitude**.

ويتضح من ذلك أن الزاوية عند مركز الارض بين نقطتي تقسيم متجاورتين تساوي 1 درجة (يرمز للدرجة بالرمز 1°) لان 360 درجة تقابل 360 قسما . وتم ترقيم خط طول جرينتش بالرقم صفر وخط الطول المجاور له من جهة الشرق 1° شرق، ثم 2° شرق، .... الى 180° شرق ، وبنفس الطريقة للخطوط الواقعة غرب جرينتش من 1° غرب، الى 180° غرب . وتكون زاوية خط الطول هي الزاوية الواقعة في مستوى دائرة الاستواء والمحصورة بين ضلعين يمر أحداهما بخط طول جرينتش ، بينما يمر الاخر بخط طول النقطة ذاتها .

تم تقسيم خط الطول الاساسي (جرينتش) الى 180 قسما متساويا ورسم على الارض دوائر صغرئ وهمية (الدائرة الصغرى هي التي لا تمر بمركز الارض) توازي دائرة الاستواء ، وتمر كل دائرة منها بأحدى نقاط تقسيم خط طول جرينتش . وبذلك تكون الزاوية عند مركز الارض بين نقطتين متجاورتين من نقاط التقسيم تساوي 1ْ لان 180 درجة تقابل 180 قسما، وأطلق على هذه الدوائر بدوائر العرض ومنهم 90 دائرة شمال دائرة الاستواء و90 دائرة جنوبه . وبنفس الأسلوب تم ترقيم دائرة الاستواء بالرقم صفر ودائرة العرض المجاور لها من جهة الشمال 1ْ شمال، ثم 2ْ شمال، ....الى 90ْ شمال . وبنفس الطريقة للدوائر الواقعة جنوب دائرة الاستواء من 1ْ جنوب، الى 90ْ جنوب . ان زاوية العرض latitude هي الزاوية الواقعة في مستوى دائرة من دوائر الطول و رأسها عند مركز الدائرة وضلعها الاساسي يمر في مستوى الاستواء والضلع الاخر يمر في دائرة من دوائر العرض[38]. ويفيد ماتوصل اليه العلماء الى ايجاد الاحداثيات Coordiantes، إذ تحسب درجات العرض من خط الاستواء، فالقطبين يقعان على الدرجة 90 شمالًا، أو جنوبًا، على سبيل المثال. أما زواية الطول، فتحسب حتى 180 من خط طول صفر شرقًا وغربًا شكل 12.

شكل 12 خطوط الطول ودوائر العرض



الاحداثيات **Coordiantes** هي القيم التي بواسطتها نعبر عن موقع معين على سطح الارض او على الخريطة ، ويوجد نوعين من نظم الاحداثيات وهما الإحداثيات الجغرافية والإحداثيات المسقطة ، وتعني الإحداثيات الجغرافية بأنها إحداثيات كروية تستخدم خطوط الطول كإحداثي أفقي ودوائرالعرض كإحداثي رأسي، حيث تمثل خطوط الطول خطوط تربط بين قطبي الأرض وتبلغ **180** خط إلى الشرق ومثلها إلى الغرب، أما درجات العرض فهي دوائر تحزم الأرض وتبلغ تسعين دائرة شمالاً ومثلها جنوباً. في هذا النظام الإحداثي يتم تعريف الموقع بقيمتين

عددينين الأولى تشير إلى خط الطول الذي يمر بالموقع والثاني يشير إلى دائرة العرض التي تمر بالموقع . ويستخدم النظام العددي الستيني في التعبيرعن هذه القيم .

أما الإحداثيات المسقطة فهي إحداثيات مسطحة متعامدة تستخدم وحدات معيارية مثل الكيلومتر والمتر، للتعبير عن الموقع في نظام إحداثي يستخدم شعاع أفقي وشعاع رأسي، ففي حالة النظم الإحداثية التي تغطي الأرض كلها يكون الشعاع الأفقي هو خط الأستواء ، والشعاع الراسي هو خط جرينتش. ويعبر عن موقع النقطة بإحداثين يعبران عن البعد الأفقي عن الشعاع الرأسي والبعد الرأسي عن الشعاع الأفقي. ويستخدم في التعبير عن هذه الإحداثيات النظام العددي العشري.

ولقياس احداثيات أي نقطة على سطح الارض يلزمنا نموذج للارض ذاتها ، إذ ان الكرة الارضية لم تكن كاملة التكور لذا وجد العلماء أن أنسب الاشكال الهندسية لتمثيل الارض هو شكل الالبسويد **Ellipsoid** أو القطع الناقص. ولتحديد حجم هذا الالبسويد و أبعاده الهندسية تقوم جهات دولية متخصصة بهذه الحسابات وبشكل دوري ، ومن هنا نتجت عدة أسماء من الالبسويد (أو المرجع الجيوديسي **datum**) كان اخرها هو المرجع الجيوديسي العالمي لعام **1984** أو مايعرف اختصارا باسم **WGS84** .

أما نوع الاحداثيات التي نتعامل معها في نظم المعلومات الجغرافية **GIS** واختيار الالبسويد فهي :

1- الاحداثيات الجغرافية**system Geographic Coordinate** (خط الطول و دائرة العرض **Longitude and Latitude**) نتعامل

باحداثيات جغرافية على WGS84 . ولتطبيق هذا النوع من الاحداثيات على الخرائط والمرئيات غير المرجعة في نظم المعلومات الجغرافية ، نتبع الخطوات الاتية :

View
Data frame properties
Coordinate system
Predefined
Geographic Coordinate systems
World
WGS 1984

2- الاحداثيات المترية **Projected Coordinate system** الذي يضم داخله عدد كبير من نظم الاحداثيات لعل أشهرهم هو نظام ميريكاتور المستعرض العالمي المعروف اختصارا باسم **UTM** . وفي مسقط مركيتور المستعرض **UTM** يجب اختيار النطاق **Zone** الصحيح الذي تقع فيه منطقة الدراسة. والأمر الآخر المهم، هو تحديد موقع المنطقة فيما اذا كانت في النطاق الشمالي (شمال خط الإستواء)**Northern Hemispher** او الجنوبي **Southern Hemisphere** فنختار مثلاً **Zone 38N** او **Zone 38S** حسب موقع المنطقة .

أي أن **WGS84** هو الالبسويد الذي يمثل شكل و حجم الارض (المرجع الجيوديسي) بينما **UTM** هو نوع الاحداثيات المترية المطلوبة. أي أننا يمكن أن نتعامل باحداثيات جغرافية على **WGS84** أو نتعامل باحداثيات **UTM** على

WGS84 . والتحويل بين كلا نوعي الاحداثيات بسيط ويعتمد علي معادلات هندسية ثابته وتوجد العديد من البرامج التي تقوم بهذا الغرض.

أما عن الفرق بينهما من حيث الازاحة فلا توجد ازاحة بينهما، فالازاحة تنتج عن الاختلاف في الالبسويد . مثلا الخرائط في مصر تعتمد علي البسويد هلمرت 1906، بينما أرصاد GPS أو احداثيات Google Earth تعتمد علي البسويد WGS84 ، وبالتالي توجد ازاحة أو Datum Shift بين كلا المرجعين Datums.[39]

ولتطبيق هذا النوع من الاحداثيات على الخرائط والمرئيات غير المرجعة ، نتبع الخطوات الاتية :

View
Data frame properties
Coordinate system
Predefined
Projected Coordinate system
UTM
WGS1984
Northern Hemisphere
Or
Southern Hemisphere
WGS 1984 UTM Zone (x)

مساقط الخرائط Projection

تلعب مساقط الخرائط دوراً فعالا في مجال نظم المعلومات الجغرافية ، والمقصود بها انها وسيلة رياضية وهندسية يتم بواسطتها تحويل شكل الكرة الارضية البيضاوي إلى شكل مستوٍ معرف هندسياً ، وبما ان الشكل البيضاوي غير قابل للنشر دون حدوث

تمزق او تشوهات ، لذا استخدمت انواع عديدة من المساقط وكل نوع يعتمد على شكل هندسي معين منها مسقط مركيتور المستعرض UTM [40].

وقد ابتكر العلماء و منهم علماء الخرائط على مر العصور الكثير من المساقط حتى أصبح لدينا اليوم بضع من مساقط الخرائط. ومن الناحية العملية، نلاحظ أن عددا قليلا نسبيا هو المستخدم من هذه المساقط الكثيرة، كما أنه ليس هناك أي مسقط منها يمكن أن يكون مرضيا تماما، أي ليس هناك مسقط يستطيع أن يتجنب تشويه العلاقات المكانية التي لا يمكن أن يظهرها بشكل صحيح إلا نموذج الكرة الأرضية. إذن، لا نجد خريطة مرسومة على سطح مستوي مثل سطح الورقة تتحقق فيها جميع العناصر الخاصة بالمساحة و الشكل والاتجاه و المسافة بصورتها الصحيحة. ومن هنا تهدف المساقط إلى تحقيق الصورة الصحيحة لعنصر واحد أو عنصرين من هذه العناصر و لو أن ذلك يتم على حساب بقية العناصر الأخرى. وتهدف مساقط الخرائط إلى تحقيق العناصر الآتية :

المساحة الصحيحة.

الشكل الصحيح.

الاتجاهات أو الانحرافات الصحيحة.

المسافات أو الأبعاد الصحيحة.

وتحقيق المساحة الصحيحة أمر عظيم الأهمية في كثير من الخرائط و بخاصة تلك الخرائط التي ترسم لكي تبين التوزيعات المكانية لظاهرة أو ظاهرات جغرافية مختلفة، كتوزيع السكان أو الأراضي الزراعية.

وتوجد تقسيمات عديدة لمساقط الخرائط من نواحى متعددة وهي:

أولا – تقسيم المساقط تبعا للمنطقة التى يمكن بيانها :

1 – مساقط خاصة برسم العالم .

2 – مساقط خاصة برسم نصف الكرة الارضية .

3 – مساقط خاصة برسم قارة أو محيط أو اقليم

ثانيا – تقسيم المساقط تبعا لشكل لوحة الاسقاط وهي اكثر انواع المساقط استعمالاً:

1 مساقط مستوية (اتجاهية) .

2 – مساقط مخروطية .

3 – مساقط اسطوانية

ثالثا تقسيم المساقط تبعا لمنطقة تماس لوحة الاسقاط لسطح الارض :

1 – مساقط قطبية .

2 – مساقط استوائية .

3 – مساقط منحرفة

رابعا تقسيم المساقط تبعا لطريقة الاسقاط :

1 – مساقط منظورة .

2 – مساقط معدلة .

3 – مساقط تجمع بين المنظور والمعدل .

خامسا تقسيم المساقط تبعا للخصائص الهندسية للشكل الناتج :

1 – مساقط اتجاهية .

2 – مساقط تشابهية .

3 – مساقط متساوية المساحات .

4 – مساقط متساوية المسافات .

غالبا يتكون اسم المسقط من مقطعين الأول وهو الذى يدخل فيه المسقط تبعا لطريقة انشائه ، و الثانى وهو صفة من الصفات الرئيسية للمسقط .فيقال مثلا مسقط مخروطي متساوي المساحات، أو مسقط اتجاهي متساوي المسافات [41].

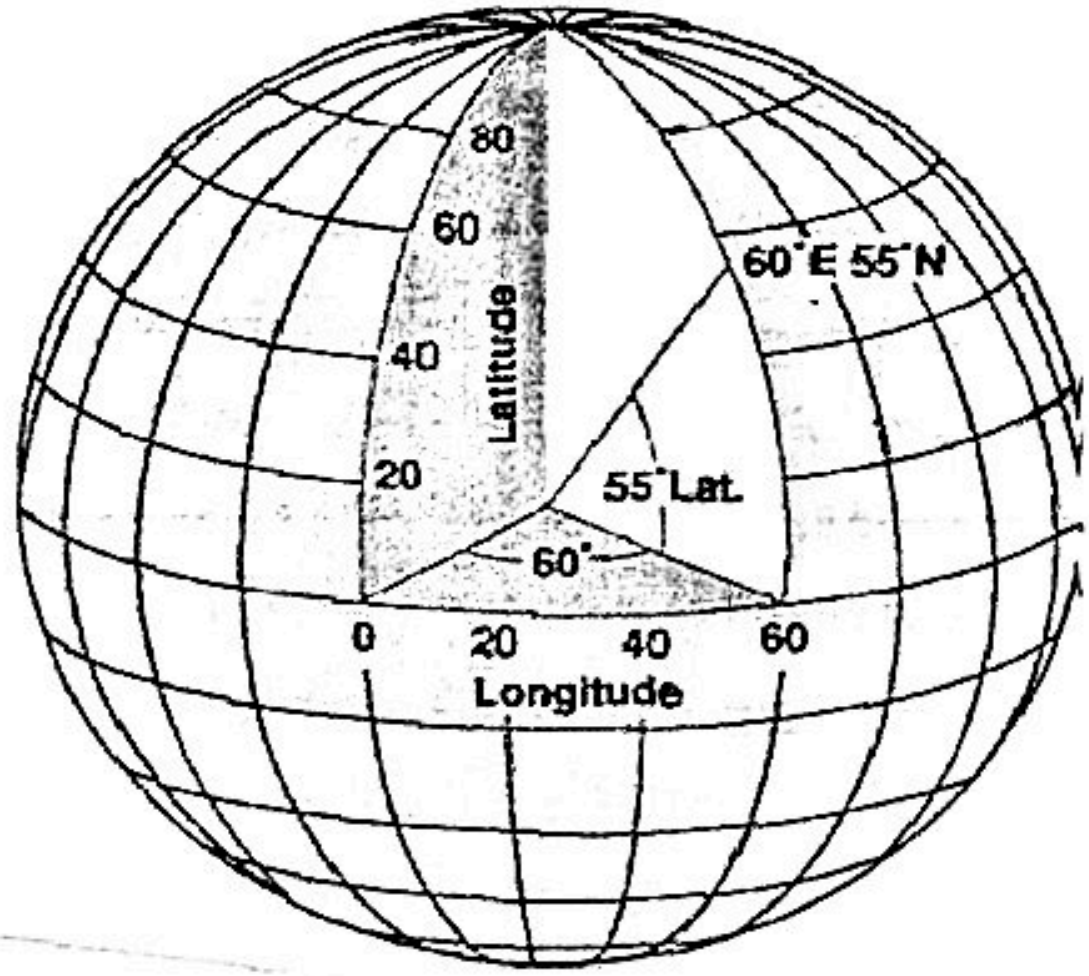
نظام الاحداثيات

هي شبكة خطوط الطول ودوائر العرض الوهمية على سطح الارض والتي تتقاطع فيه دوائر العرض والطول بزواية قائمة، حيث توصل العلماء منذ قرون طويلة الى ما يلي :

- تم اتخاذ الخط الاساسي الافقي وهو تلك الدائرة العظمى (أي التي تمر بمركز الارض) والتي تقع في منتصف المسافة بين القطبين وسميت بدائرة الاستواء شكل 12 .
- اتخذ الخط الاساسي الرأسي ليكون هو نصف الدائرة التي تصل بين القطبين الشمالي والجنوبي وتمر ببلدة جرينتش بانجلترا .
- قسمت دائرة الاستواء الى 360 قسما متساويا و رسم على سطح الارض 360 نصف دائرة (وهمية او اصطلاحية) تصل بين القطبين وتمر بأحدى نقاط التقسيم على دائرة الاستواء، وكل نصف دائرة تسمي خط طول **longitude**. ويتضح من ذلك أن الزاوية عند مركز الارض بين نقطتي تقسيم متجاورتين تساوي 1 درجة (يرمز للدرجة بالرمز 1°) لان 360 درجة تقابل 360 قسما . وتم ترقيم خط طول جرينتش بالرقم صفر وخط الطول المجاور له من جهة الشرق 1° شرق، ثم 2° شرق، .... الى 180° شرق ، وبنفس الطريقة للخطوط الواقعة غرب جرينتش من 1° غرب، الى 180° غرب . وتكون زاوية خط الطول هي الزاوية الواقعة في مستوى دائرة الاستواء والمحصورة بين ضلعين يمر أحداهما بخط طول جرينتش ، بينما يمر الاخر بخط طول النقطة ذاتها .

- تم تقسيم خط الطول الاساسي (جرينتش) الى **180** قسما متساويا ورسم على الارض دوائر صغرئ وهمية (الدائرة الصغرى هي التي لا تمر بمركز الارض) توازي دائرة الاستواء ، وتمر كل دائرة منها بأحدى نقاط تقسيم خط طول جرينتش . وبذلك تكون الزاوية عند مركز الارض بين نقطتين متجاورتين من نقاط التقسيم تساوي **1°** لان **180** درجة تقابل **180** قسما، وأطلق على هذه الدوائر بدوائر العرض ومنهم **90** دائرة شمال دائرة الاستواء و**90** دائرة جنوبه . وبنفس الأسلوب تم ترقيم دائرة الاستواء بالرقم صفر ودائرة العرض المجاور لها من جهة الشمال **1°** شمال، ثم **2°** شمال، ....الى **90°** شمال . وبنفس الطريقة للدوائر الواقعة جنوب دائرة الاستواء من **1°** جنوب، الى **90°** جنوب . ان زاوية العرض **latitude** هي الزاوية الواقعة في مستوى دائرة من دوائر الطول و رأسها عند مركز الدائرة وضلعها الاساسي يمر في مستوى الاستواء والضلع الاخر يمر في دائرة من دوائر العرض[38]. ويفيد ماتوصل اليه العلماء الى ايجاد الاحداثيات **Coordiantes**، إذ تحسب درجات العرض من خط الاستواء، فالقطبين يقعان على الدرجة **90** شمالًا، أو جنوبًا، على سبيل المثال. أما زواية الطول، فتحسب حتى **180** من خط طول صفر شرقًا وغربًا شكل **12**.

شكل 12 خطوط الطول ودوائر العرض



الاحداثيات Coordiantes هي القيم التي بواسطتها نعبر عن موقع معين على سطح الارض او على الخريطة ، ويوجد نوعين من نظم الاحداثيات وهما الإحداثيات الجغرافية والإحداثيات المسقطة ، وتعني الإحداثيات الجغرافية بأنها إحداثيات كروية تستخدم خطوط الطول كإحداثي أفقي ودوائرالعرض كإحداثي رأسي، حيث تمثل خطوط الطول خطوط تربط بين قطبي الأرض وتبلغ 180 خط إلى الشرق ومثلها إلى الغرب، أما درجات العرض فهي دوائر تحزم الأرض وتبلغ تسعين دائرة شمالاً ومثلها جنوباً. في هذا النظام الإحدائي يتم تعريف الموقع بقيمتين

عددیتین الأولى تشير إلى خط الطول الذي يمر بالموقع والثاني يشير إلى دائرة العرض التي تمر بالموقع . ويستخدم النظام العددي الستيني في التعبيرعن هذه القيم .

أما الإحداثيات المسقطة فهي إحداثيات مسطحة متعامدة تستخدم وحدات معيارية مثل الكيلومتر والمتر، للتعبير عن الموقع في نظام إحداثي يستخدم شعاع أفقي وشعاع رأسي، ففي حالة النظم الإحداثية التي تغطي الأرض كلها يكون الشعاع الأفقي هو خط الأستواء ، والشعاع الراسي هو خط جرينتش. ويعبر عن موقع النقطة بإحداثيين يعبران عن البعد الأفقي عن الشعاع الرأسي والبعد الرأسي عن الشعاع الأفقي. ويستخدم في التعبير عن هذه الإحداثيات النظام العددي العشري.

ولقياس احداثيات أي نقطة على سطح الارض يلزمنا نموذج للارض ذاتها ، إذ ان الكرة الارضية لم تكن كاملة التكور لذا وجد العلماء أن أنسب الاشكال الهندسية لتمثيل الارض هو شكل الالبسويد **Ellipsoid** أو القطع الناقص. ولتحديد حجم هذا الالبسويد و أبعاده الهندسية تقوم جهات دولية متخصصة بهذه الحسابات وبشكل دوري ، ومن هنا نتجت عدة أسماء من الالبسويد (أو المرجع الجيوديسي **datum**) كان اخرها هو المرجع الجيوديسي العالمي لعام **1984** أو مايعرف اختصارا باسم **WGS84** .

أما نوع الاحداثيات التي نتعامل معها في نظم المعلومات الجغرافية **GIS** واختيار الالبسويد فهي :

1- الاحداثيات الجغرافية **Geographic Coordinate system** (خط الطول و دائرة العرض **Longitude and Latitude**) نتعامل

باحداثيات جغرافية على WGS84 . ولتطبيق هذا النوع من الاحداثيات على الخرائط والمرئيات غير المرجعة في نظم المعلومات الجغرافية ، تتبع الخطوات الاتية :

View
Data frame properties
Coordinate system
Predefined
Geographic Coordinate systems
World
WGS 1984

2- الاحداثيات المترية **Projected Coordinate system** الذي يضم داخله عدد كبير من نظم الاحداثيات لعل أشهرهم هو نظام ميريكاتور المستعرض العالمي المعروف اختصارا باسم **UTM** . وفي مسقط مركيتور المستعرض **UTM** يجب اختيار النطاق **Zone** الصحيح الذي تقع فيه منطقة الدراسة. والأمر الآخر المهم، هو تحديد موقع المنطقة فيما اذا كانت في النطاق الشمالي (شمال خط الإستواء)**Northern Hemispher** او الجنوبي **Southern Hemisphere** فنختار مثلاً **Zone 38N** او **Zone 38S** حسب موقع المنطقة .

أي أن **WGS84** هو الالبسويد الذي يمثل شكل و حجم الارض (المرجع الجيوديسي) بينما **UTM** هو نوع الاحداثيات المترية المطلوبة. أي أننا يمكن أن نتعامل باحداثيات جغرافية على **WGS84** أو نتعامل باحداثيات **UTM** على

WGS84 . والتحويل بين كلا نوعي الاحداثيات بسيط ويعتمد علي معادلات هندسية ثابته وتوجد العديد من البرامج التي تقوم بهذا الغرض.

أما عن الفرق بينهما من حيث الازاحة فلا توجد ازاحة بينهما، فالازاحة تنتج عن الاختلاف في الالبسويد . مثلا الخرائط في مصر تعتمد علي البسويد هلمرت 1906، بينما أرصاد GPS أو احداثيات Google Earth تعتمد علي البسويد WGS84 ، وبالتالي توجد ازاحة أو Datum Shift بين كلا المرجعين Datums.[39]

ولتطبيق هذا النوع من الاحداثيات على الخرائط والمرئيات غير المرجعة ، نتبع الخطوات الاتية :

View
Data frame properties
Coordinate system
Predefined
Projected Coordinate system
UTM
WGS1984
Northern Hemisphere
Or
Southern Hemisphere
WGS 1984 UTM Zone (x)

مساقط الخرائط Projection

تلعب مساقط الخرائط دوراً فعالا في مجال نظم المعلومات الجغرافية ، والمقصود بها انها وسيلة رياضية وهندسية يتم بواسطتها تحويل شكل الكرة الارضية البيضاوي إلى شكل مستوٍ معرف هندسياً ، وبما ان الشكل البيضاوي غير قابل للنشر دون حدوث

تمزق او تشوهات ، لذا استخدمت انواع عديدة من المساقط وكل نوع يعتمد على شكل هندسي معين منها مسقط مركيتور المستعرض UTM[40].

وقد ابتكر العلماء و منهم علماء الخرائط على مر العصور الكثير من المساقط حتى أصبح لدينا اليوم بضع من مساقط الخرائط. ومن الناحية العملية، نلاحظ أن عددا قليلا نسبيا هو المستخدم من هذه المساقط الكثيرة، كما أنه ليس هناك أي مسقط منها يمكن أن يكون مرضيا تماما، أي ليس هناك مسقط يستطيع أن يتجنب تشويه العلاقات المكانية التي لا يمكن أن يظهرها بشكل صحيح إلا نموذج الكرة الأرضية. إذن، لا نجد خريطة مرسومة على سطح مستوي مثل سطح الورقة تتحقق فيها جميع العناصر الخاصة بالمساحة و الشكل والاتجاه و المسافة بصورتها الصحيحة. ومن هنا تهدف المساقط إلى تحقيق الصورة الصحيحة لعنصر واحد أو عنصرين من هذه العناصر و لو أن ذلك يتم على حساب بقية العناصر الأخرى. وتهدف مساقط الخرائط إلى تحقيق العناصر الآتية :

- المساحة الصحيحة.
- الشكل الصحيح.
- الاتجاهات أو الانحرافات الصحيحة.
- المسافات أو الأبعاد الصحيحة.

وتحقيق المساحة الصحيحة أمر عظيم الأهمية في كثير من الخرائط و بخاصة تلك الخرائط التي ترسم لكي تبين التوزيعات المكانية لظاهرة أو ظاهرات جغرافية مختلفة، كتوزيع السكان أو الأراضي الزراعية.

وتوجد تقسيمات عديدة لمساقط الخرائط من نواحى متعددة وهي:

أولا - تقسيم المساقط تبعا للمنطقة التى يمكن بيانها :

1 - مساقط خاصة برسم العالم .

2 - مساقط خاصة برسم نصف الكرة الارضية .

3 - مساقط خاصة برسم قارة أو محيط أو اقليم

ثانيا - تقسيم المساقط تبعا لشكل لوحة الاسقاط وهي اكثر انواع المساقط استعمالاً:

1 مساقط مستوية (اتجاهية) .

2 - مساقط مخروطية .

3 - مساقط اسطوانية

ثالثا تقسيم المساقط تبعا لمنطقة تماس لوحة الاسقاط لسطح الارض :

1 - مساقط قطبية .

2 - مساقط استوائية .

3 - مساقط منحرفة

رابعا تقسيم المساقط تبعا لطريقة الاسقاط :

1 - مساقط منظورة .

2 - مساقط معدلة .

3 - مساقط تجمع بين المنظور والمعدل .

خامسا تقسيم المساقط تبعا للخصائص الهندسية للشكل الناتج :

1 - مساقط اتجاهية .

2 - مسقط تشابهية .

3 - مسقط متساوية المساحات .

4 - مسقط متساوية المسافات .

غالبا يتكون اسم المسقط من مقطعين الأول وهو الذى يدخل فيه المسقط تبعا لطريقة انشائه ، و الثانى وهو صفة من الصفات الرئيسية للمسقط .فيقال مثلا مسقط مخروطي متساوي المساحات، أو مسقط اتجاهي متساوي المسافات [41].

الفصل الخامس- مصادر البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

اولاً: مصادر كتابية

ثانياً: الخرائط

ثالثاً: الصور الجوية

رابعاً: المرئيات الفضائية

خامساً: نظام التموضع العالمي Global Positioning System

سادساً: نموذج الارتفاعات الرقمية

(DEM) Digital Elevation Modal

سابعاً: المسح الميداني

اولاً : مصادركتابية وتشتمل على مايأتي

1- الاحصاءات التي تقوم بها الدولة منها (الاحصاءات السكانية ، الزراعية ،الصناعية ،التجارية ، الخدمية ، الخ)

2- السجلات الحكومية منها النشرات والتقارير الخاصة بالدولة منها (سجلات الطابو والبلدية ، سجلات التربية ، سجلات الدفاع المدني ، سجلات التخطيط العمراني ، الخ)

3- البحوث العلمية بانواعها .

ثانياً : الخرائط

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية على ربط البيانات بمواقعها الجغرافية ، لذا تعد الخرائط من اساسيات نجاح نظم المعلومات الجغرافية إذ ان كل خريطة تحتوي على بيانات ذات مرجعية مكانية ، وتتباين الخرائط في مقاييس رسمها فمنها الكبيرة المقياس واخرى صغيرة او متوسطة. اما انواعها فهي [42]:

1- الخرائط الطبوغرافية وهى عبارة عن خريطة كبيرة أو متوسطة المقياس، تمثل عليها الظواهر الجغرافية الطبيعية مثل الانهار والسلاسل الجبلية والبحيرات وغيرها ، والبشرية مثل المدن والقرى وطرق النقل وفق رموز نقطية وخطية ومساحية . وتختلف مقاييس الرسم لهذا النوع من الخرائط بناء على مقدار التفاصيل المطلوب عرضها على الخريطة ، فهناك الخرائط ذات المقياس 1/ 25000 وهذا يعني أن الظواهر الجغرافية المتواجدة في الطبيعة في أبعاد مساحية تساوي 250 × 250 متر ستمثل على الخريطة في حيز مقداره 1سم مربع . وعلى هذه الخرائط تمثل

الأشكال التضاريسية في شكل خطوط كنتورية كما يتضح فيها الأودية والمدن والقرى والطرق بنوع من التفصيل .وهناك خرائط طبوغرافية أخرى بمقياس 1/ 50000 ، وهذا يعني أن الظواهر الجغرافية المتواجدة في الطبيعة في حيز مساحي يساوي 500 ×500 متر سوف تمثل على الخريطة في 1سم مربع . فهي تشبة سابقتها ولكن تفاصيل الظاهرة الجغرافية فيها قليل والتعميم أكثر والتبسيط اشمل ولكن مساحة الأرض على الخريطة أكبر .و هناك الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1/ 100000 ثم 1/ 250000 ثم 1/ 500000 وكلما زادت الأرقام في المقياس كلما دل ذلك على أن مساحة الأرض الممثلة على الخريطة تكبر ، ولكن التفاصيل عليها تقل كما أن الدقة عليها تقل أيضاً مقارنة بالخرائط الكبيرة المقياس .

ومن الضروري التنويه أن ذلك النوع من الخرائط يمثل الواقع الطبيعي والبشري على سطح الكرة الأرضية باسلوب الترميز النوعي أي أن تلك الخرئط لا تتعامل مع الكم سوى فيما يختص بخطوط الكنتور وقيم بعض الارتفاعات .

2- الخرائط الموضوعية : وهي الخرائط التي يجري فيها التركيز على ظاهرة معينة ، ومنها

أ- الخرائط التضاريسية :

يركز هذا النوع من الخرائط على بيان الأشكال الحقيقية لسطح الأرض من مرتفعات كالجبال والهضاب والتلال أو منخفضات كالأودية والأنهار والبحار والمحيطات .ويظهر على ذلك النوع من الخرائط مساحات مختلفة من الأرض مثل دولة أو قارة أو العالم . ويركز على بيان الأشكال التضاريسية بوجه عام وبطريقة

تعكس لمستخدم الخريطة العلاقة المكانية بين الظواهر دون الدخول في تفاصيل دقيقة حول محتويات الخريطة . وتستخدم على هذه الخرائط بعض الألوان لبيان الارتفاعات للأشكال التضاريسية بشكل أسمي ، فنقول من خلال الرؤية للخريطة هنا يوجد مرتفعات ومنخفضات وسهول . كما أن الألوان المستخدمة لا يحكمها قاعدة معينة في الاستخدام ولكن جرت العادة على أن يستخدم اللون البني أو الغامق للمرتفعات والأصفر للمناطق المستوية أو الصحراوية واللون البني للهضاب والأخضر للسهول الساحلية أو المناطق النباتية وهكذا . ويبين هذا النوع من الخرائط أيضاً بعض المظاهر البشرية كالطرق والمدن والقرى بنوع من التقسيمات الاسمية (Nominal Classification) .

ب- الخرائط الجيولوجية :

يركز ذلك النوع من الخرائط على تمثيل التكوينات الصخرية في مواقع مختارة من الكرة الأرضية حسبما يسمح به المقياس . وتستخدم في ذلك التمثيل الأشكال المتعددة (Pattern) لبيان تلك الأنواع من التكوينات الصخرية المختلفة . وتكمن أهمية ذلك النوع من الخرائط في إعطاء صورة عن طبيعة التكوين الجيولوجي للأجزاء التي تتكون منها الطبقات الصخرية للأرض فضلاً عن بيان أنواع أشكال سطح الأرض .

ج- الخرائط السياسية :

تهتم الخرائط السياسية ببيان الحدود السياسية بين الدول فضلاً عن الحدود الداخلية للدولة الواحدة . ويستخدم لبيان هذه الحدود خطوط بأشكال مختلفة منها المتقطعة

ومنها الخط والنقطة ومنها الخط والنقطتين وهكذا من الأشكال الأخرى المتعددة . ويتطلب الأمر لهذا النوع من الاستخدام أن يذكر مضمون الاستخدام في مفتاح الخريطة ، فيقال مثلاً حدود دولية وحدود غير متفق عليها وحدود داخلية وحدود مناطق وهكذا . وتكون هذه الخرائط في العادة المصدر المناسب لتوضيح أشكال دول العالم وحدودها مع ما يجاورها من دول . ويستطيع مستخدم الخريطة أن يتعرف على الحالة السياسية للاتفاقات السائدة بين الدول من خلال النظر إلى مفهوم الخط الحدودي بين الدول ، ومتابعة مواصفاته من خلال مفتاح الخريطة . ويستخدم على مساحات هذه الأنواع من الخرائط الألوان المتعددة التي لا تعكس مفهوم معين ما عدا التفريق المرئي بين دول العالم التي تظهر على الخريطة .

د- خرائط المدن :

يختص هذا النوع من الخرائط ببيان تفاصيل معالم المدن مثل الطرق والشوارع بمسمياتها والمطارات والحدائق والمتنزهات والمتاحف والمباني الحكومية والفنادق ومراكز البريد والأسواق الكبيرة ومراكز تأجير السيارات ومحطات البنزين والمطاعم وغيرها مما تحتويه المدن من خدمات أخرى . وتظهر هذه المعالم في بعض الخرائط بنوع من الجداول الموضحة للمسمى ، وطريقة التعرف عليه على الخريطة عن طريق ربطها بأرقام وحروف تكتب على جانبي الخريطة . كما يزود بعضها بالعناوين وأرقام التلفونات للمراكز التي تحتويها الخريطة . وتعتبر هذه الخرائط مهمة في تخطيط المدن من قبل وزارة البلديات أو المؤسسات ذات العلاقة ، كما أن هذا النوع من الخرائط مهم للسياح الذين يقومون بزيارة هذه المدن لأول مرة . فعن طريقها يمكنهم

التحرك داخل المدينة والوصول إلى إي مكان بسهولة . كما تعد هذه الخرائط الوسيلة المناسبة للدراسات التي يقوم بها الباحثين عن تلك المدن .

هـ- خرائط طرق النقل:

تهتم هذه الخرائط ببيان أنوع الطرق داخل مدينة أو منطقة أو دولة . وتظهر الطرق على ذلك النوع من الخرائط بتصنيفات متعددة بناء على تركيبة معينة يحكمها سعة الطريق نفسه أو عدد السيارات التي تسير علية أو أهمية الموقع الذي يسير فيه وهكذا . وتأتي هذه الطرق في العادة كرابط بين المدن والقرى داخل المنطقة أو الدولة . ولهذه الخرائط أهمية بالغة في التنقل للأفراد والبضائع بين المدن والقرى التي تحتويها الخريطة. وعادة ما تقاس الدولة بمقدار قوة نظام المواصلات فيها . ولا يقتصر مفهوم الطرق على طرق السيارات فقط بل يدخل معها السكك الحديدية فضلاً عن الممرات المائية والطرق الجوية .

3- الخرائط التفصيلية (الكادستراتية): وهي الخرائط التي توضح حدود المقاطعات وقطع الاراضي وترقيمها ، فضلا عن تحديد المباني والطرق عليها . وفي بعض الاحيان يتم تثبيت خطوط الارتفاعات المتساوية عليها ، وهي ذات مقاييس كبيرة إذ تستخدم في دوائر التسجيل العقاري والبلديات .

4- خرائط الاطالس بانواعها ومقاييسها المختلفة .

ويتم ادخال الخرائط الى برنامج Arc map عن طريق scanner او أي طريقة اخرى ، وارجاعها جغرافياً ومن ثم العمل عليها ، والاستفادة من البيانات المكانية فيها

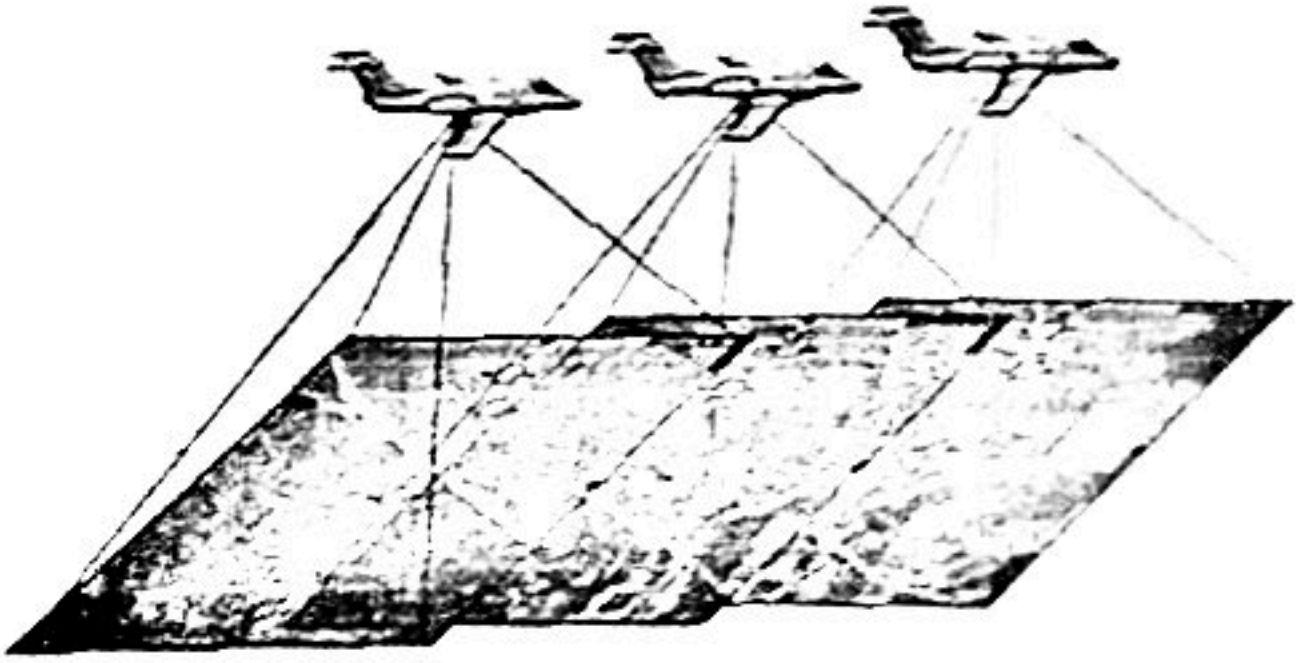
ثالثاً : الصور الجوية

مفهوم الصور الجوية

وهي احد انواع علم التحسس البعيد او الاستشعار عن بعد الذي يبحث عن وسائل الحصول على المعلومات واجراء قياسات للعوارض والظواهر دون لمسها او الوصول اليها . إن الصور الجوية تشغل مكانة جوهرية في سياق إعداد الخرائطية ، فبعد وضع الشبكات الجيوديزية الأساسية أفقية وعمودية تلتقط و تؤخذ الصور الجوية بواسطة طائرة مجهزة لهذا الغرض.

فالصورة الجوية تلتقط حسب مخطط عبور يتكون من شرائط التحليق الجوي على المنطقة التي يراد بوضع و رسم خرائطها و تتداخل الصور الملتقطة في كل شريط بنسبة/ 60 أفقيا و بنسبة /30 عموديا ، حتى نتمكن من استغلال ودراسة هذه الصور بشكل ثنائي مجسم شكل 13.

شكل 13 التقاط الصور الجوية



مراحل تطور الصور الجوية

يرجع تاريخ اعتماد التصوير الجوي في اعداد الخرائط الى القرن التاسع عشر، حيث تمكن العالم الفرنسي **Luassedate** سنة **1851** من توضيح امكانية اعداد خرائط من التصوير الجوي، حيث اعد سنة **1861** خرائط لمنطقة جبلية في فرنسا. وظهرت اجهزة التجسيم في سنة **1838** إذ تم صنع اول جهاز ستريوسكوب عاكس (مجسمة ضوء) واول جهاز عدسي سنة **1842**. اما اول جهاز يقوم برسم خرائط من الصور الجوية، فكان في سنة **1888** إذ تمكن العالم الكندي **Deville** من رسم خرائط لمنطقة جبلية من تصاوير جوية التقطت في جبال الروكي. وقد تطور استعمال التصاوير الجوية الحديثة على نطاق واسع اثناء الحرب العالمية الاولى للاغراض العسكرية وبعد ذلك للاغراض المدنية. وقد تقدم هذا العلم تقدما كبيرا خلال الحرب العالمية الثانية وما بعدها،وتعتبر التصاوير الجوية والمرئيات الفضائية اليوم اساسا لكل انواع الخرائط ابتدا من الخرائط ذات المقياس الصغير الى الخرائط التفصيلية بما فيها الخرائط الكنتورية وخرائط المدن والمشاريع المختلفة.

فروع التصوير الجوي

1. علم المساحة التصويرية او الجوية :

هو علم الحصول على القياسات من الصور الجوية ويختص بانتاج خرائط دقيقة من الصور الجوية ذات مقياس كبير للرسم.

2. تفسير الصور الجوية :

ويشمل تحديد وتشخيص الظواهر الطبيعية والحضرية الموجودة على سطح الارض وتقييم اهدافها من خلال دراسة الصور الجوية .

3. التصوير الجوي :

هو فن التقاط الصور الجوية باستخدام كاميرات خاصة وتقويم الصور الناتجة من تشويهات المقياس لغرض تجميعها .

4. علم الملاحة الجوية :

فن توجيه الطائرات في مسارات محددة مسبقا وتوجيه الاجهزة الخاصة بالتصوير الجوي .

انواع الصور الجوية

تقسم الصور الجوية الى قسمين هما :

1ـ الصور الراسية :

وتؤخذ عندما يكون محور آلة التصوير راسيا او قريبا منه بحيث يكون ميل الة التصوير اقل من 4 درجات ، ويكون شكل الارض المغطاة بالتصوير رباعي ويستفاد منه في اعداد الخرائط على اختلاف انواعها ومقاييسها .

2 ـ الصور المائلة :

تؤخذ عندما يكون محور آلة التصوير مائلا لاخذ صورة تغطي مساحة اكبر من الصور الراسية وتستخدم في الاستكشافات فقط وهي على نوعين :

أ – صور قليلة الميل : وهي التي لا يظهر فيها خط الافق ، وتلتقط عندما يكون محور آلة التصوير يعمل بزاوية صغيرة مع خط الشاقول يزيد الميل عن 4 درجات . يكون

شكل الارض المغطاة بالتصوير شبه منحرف ، وتستخدم في الدراسات الاولية للمشاريع .

ب - صور شديدة الميل : ويظهر فيها خط الافق تلتقط عندما يكون محور آلة التصوير يصنع زاوية كبيرة مع خط الشاقول . اما شكل الارض فيكون على هيئة شبه منحرف وتؤخذ هذه الصورة للمناطق التي يتعذر على الطائرة الوصول اليها وتصويرها ، ويستفاد منها في الاغراض العسكرية .

وتستخدم الصور الراسية في اعمال المساحة الجوية لانتاج الخرائط ويصعب ذلك في الصور المائلة للاسباب الاتية :

- مقياس الرسم في الصور الراسية اكثر تجانسا بينما يختلف ذلك في الصور المائلة حيث تقل من مقدمة الصورة الى مؤخرتها .؟
- القياس في الصور الراسية اكثر سهولة من المائلة لان العلاقات الهندسية بين الصورة والارض اقل تعقيدا
- تظهر العوارض على الصور الراسية مماثلة تقريبا لما موجود على الارض مما يسهل معرفتها وتفسيرها بينما تختلف في الصور المائلة
- يظهر كل ما موجود على الارض تقريبا في الصور الراسية اما المائلة فيختفي جزء من المظاهر الارضية خلف المرتفعات [43].

تفسير الصور الجوية

إن الصورة الجوية وثيقة تفصيلية للمنطقة المصورة لحظة التقاط الصورة . وإن أفضل عملية تفسير للصور الجوية تتم بفحصها تحت المجسم، لأن رؤية الظاهرات

بثلاثة أبعاد أسهل تمييزا.وتوجد خمسة عوامل أساسية لتمييز أية ظاهرة على الصورة الجوية.وهذه العوامل الخمسة يجب أن تؤخذ من قبل المبتدئين في تفسير الصور الجوية :

1- الشكل (shape)

ان شكل الظاهرة ونمط ترتيب الظاهرات يسهل تفسير تلك الظاهرة، وهذا أول أمر تراه العين على الصورة الجوية. ففي معظم الأحيان يساعد شكل الظاهرة على تمييز نوعها بسهولة ولكن قد لا يكون ذلك قطعيا، فالدائرة مثلا قد تعني بئرا أو خزان ماء أو مدخنة.

2- الحجم (size)

إذا عرفنا الشكل فإن الحجم يساعد على تمييز الظاهرة، والحجم يمكن معرفته إما بمقارنة حجم الظاهرة المعنية مع حجم ظاهرات أخرى معلومة، أو بقياس أبعادها اعتمادا على مقياس الصورة الجوية.

3- الظل (shadow)

تلتقط الصور الجوية عادة في النهار وعندما تكون الشمس مشرقة ، لذلك يمكن ملاحظة الظل على أية صورة جوية. وعلى الرغم من أن الظل قد يخفي بعض الظاهرات إلا انه يساعد في تفسير الصور الجوية ، فالكثير من الظاهرات يمكن تمييزها عن طريق ظلها خاصة إذا كانت الشمس واطئة لحظة التقاط الصورة.فالاشجار مثلا يمكن تمييز نوعها من ظلها، وتمييز سطوح المباني عن طريق ملاحظة الظل .

4- درجة الإضاءة (tone)

تعتمد درجة إضاءة الظاهرة في الصورة الجوية على نسيجها ولونها ، ولون الظاهرة اقل أثرا على درجة الإضاءة من نسيجها .فالسطح الصقيل يعكس كمية أكبر من الضوء الساقط عليه .و إذا صورت ظاهرتان متشابهتان في نسيج سطحيهما تحت زاوية سقوط أشعة متماثلة ، فإن درجة إضاءة كل منهما على الصورة الجوية سوف تعتمد على لونها.

5- الموقع والموضع

يساعد موضع وموقع الظاهرة على تفسير المظاهر الارضية مثال على ذلك الجزر في وسط النهر والواحات في المناطق الصحراوية .

رابعاً : المرئيات الفضائية (الاستشعار عن بعد)

تعريف علم الاستشعار عن بعد: توجد تعاريف عديدة لهذا العلم منها هو علم استخلاص المعلومات والبيانات عن سطح الأرض والمسطحات المائية باستخدام صورة ملتقطه من أعلى، بواسطة تسجيل الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من سطح الأرض . وهو تقنية الحصول على البيانات الأرضية والجوية دون الاتصال المباشر بين جهاز الالتقاط والجسم أو الظاهرة تحت البحث. ويهتم علم الاستشعار عن بعد بتطوير وسائل التصوير والقياس واستخدام التقنية لتحليل وتفسير الظواهر للحصول على معلومات مفيدة.

كانت أول تقنية للاستشعار عن بعد هي التصوير من الطائرات، وبعد ابتكار الأقمار الصناعية تطور إلى التصوير من الفضاء، ثم التصوير بالرادار . تستخدم

الأشعة الكهرومغناطيسية في الاستشعار عن بعد، فعندما تسقط هذه الطاقة على جسم ما فهي تتفاعل معه، يمتص جزء منها و ينعكس جزء آخر . الطاقة المنعكسة هي التي تستخدم لاستكشاف أو استبيان الجسم وهي التي تستقبلها أجهزة الاستشعار عن بعد. واحيانا يكون الجسم نفسه مصدرا للإشعاع الكهرومغناطيسي بحسب خواصه ودرجة حرارته .

إن صور الاستشعار عن بعد لها أهمية كبيرة في الدراسات العلمية، لأنها تمثل سجلا مرئيا للخصائص المجالية للمنطقة التي تغطيها الصورة خلال الفترة الزمنية التي التقطت فيها.وهذه الخاصية جعلت استخدام صور الاستشعار عن بعد واسع الانتشار في البحث العلمي والجغرافي خاصة، لأنها تمكن من دراسة الظواهر الجغرافية من حيث مراقبتها وتتبع تطورها والتغيرات التي تطرأ عليها (نموها أو تراجعها واتجاهات ومعدلات النمو والتراجع)، وإعداد خرائط دقيقة تبين توزيعها والعلاقات المكانية بينها حتى في المناطق النائية، أو التي يصعب الوصول إليها. ومن المجالات التي أسهمت فيها وسائل الاستشعار عن بعد هي:

1 - مراقبة التوزيع المجالي للظاهرات الأرضية في إطار واسع ومن موقع مراقبة عال في إطار لا يمكن مشاهدته بنفس الوضوح والشمولية من خلال المراقبة الأرضية.

2- دراسة الظاهرات المتغيرة مثل الفيضانات و حركة المرور، هذه الظاهرات تصعب مراقبتها مباشرة بالعين البشرية نظرا لتغيرها السريع، ويتم تسجيلها في مرئيات يساعد على إمكانية دراستها.

3- التسجيل الدائم للظاهرات، بحيث يمكن دراستها في أي وقت فيما بعد. وهذا يسمح بإجراء المقارنات الزمنية عن طريق دراسة مجموعة صور التقطت في أوقات مختلفة لنفس المكان، كما يسمح بمعرفة طبيعة التغير الذي يطرأ على مكان ما.

4- تسجيل بيانات لا تستطيع العين المجردة أن تراها، فالعين البشرية حساسة للأشعة المرئية الواقعة بين 4 و7 ميكرومتر، والصور الفضائية يمكنها أن تعطي معلومات إضافية عن الاستشعار في النطاق بين 3 و 9 ميكرومتر والذي يشمل إضافة إلى الأشعة الضوئية، الأشعة فوق البنفسجية والأشعة ما تحت الحمراء.

5- إجراء قياسات سريعة ودقيقة إلى حد كبير للمسافات والاتجاهات والمساحات والارتفاعات والانحدارات.

6- إنتاج الخرائط وتحديثها في وقت سريع وبدقة لم تكن تتوفر في الطرق التقليدية التي كانت سائدة من قبل.

7- إن سجلات الاستشعار عن بعد تبقى كوثائق مكانية تاريخية يمكن استخدامها بعد عدة سنوات لأغراض مختلفة، كأن نستعملها في الدراسات المقارنة أو التحقق من ظاهرة معينة ومتابعته[44].

ويتم تفسير وتحليل المرئيات الفضائية والصور الجوية آلياً باستخدام الاجهزة والبرامج الحديث المعمول بها حاليا . اما التفسير البصري فيعتمد على الشخص ومدى خبرته في طبيعة الاغطية الارضية وانتظامها او كيفية ترتيبها . وهناك عدة اسس يعتمد عليها منها الشكل : لان لكل شئ شكل يميزه عن غيره والظل والدكونة والنمط والنسيج والحجم والموقع وغيرها . اذن يعتمد على الشخص المفسر

ومعرفتة بالمنطقة المدروسة . فالمطار وشبكات التصريف وخطوط الطرق وسكك الحديد والحقول الزراعية والمباني السكنية يمكن تحديدها بصريا .

خامساً : نظام التموضع العالمي (Global Positioning System)

يشير نظام تحديد الموقع العالمي أو نظام التموضع العالمي (GPS) إلى نظام موضوع من قبل الولايات المتحدة باستخدام تكنولوجيًا الفضاء، ويتيح هذا النظام تحديد المواقع والملاحة، وخدمات ضبط الوقت للمستخدمين من كافة أنحاء العالم على أساس المواصلة في جميع الأجواء، وعلى مدار اليوم، وفي أي مكان عى سطح الأرض أو بالقرب منها. ويمكن العمل به من خلال أربعة أقمار صناعية أو أكثر . يتألف GPS من ثلاث شرائح وهي: شرائح الفضاء، والتحكم، والمستخدم. فشريحة الفضاء تتألف من 24 إلى 32 قمراً صناعياً في المدار الأرضي المتوسط، وهو يتضمن أيضاً القاذفات المطلوبة لإطلاق هذه الأقمار إلى مدارها. وتتألف شريحة التحكم من محطة تحكم رئيسية، ومحطة تحكم رئيسية بديلة، ومحطات رصد. أما شريحة المستخدم فتتألف من عشرات الملايين من المستخدمين العسكريين والمدنيين والتجاريين والعلماء الذين يستخدمون خدمة تحديد المواقع .

لقد أصبح GPS يستخدم على نطاق واسع كأداة ملاحة عالمية مفيدة تستخدم موجات الراديو في رسم الخرائط، ومسح الأرض، والتجارة، والاستخدامات العلمية، والتتبع والمراقبة . وأيضاً يستخدم المرجع الدقيق للوقت في الكثير من التطبيقات والتي تتضمن الدراسة العلمية للزلازل، وكمصدر مزامنة لبروتوكولات شبكات الهاتف الجوال. وهو الدعامة الأساسية في أنظمة المواصلات حول العالم،

داعماً ملاحة الطيران، والعمليات البرية والبحرية. تعتمد أيضاً خدمات إغاثة منكوبي الكوارث وخدمات الطوارئ على GPS للتفوق في عاملي التوقيت والتحديد الدقيق للموقع في مهامهم الإنقاذية. كما إن التحديد الدقيق للوقت الذي توفره خدمة GPS يسهل الأنشطة اليومية مثل: عمليات البنوك، وعمليات الهواتف النقالة، وحتى التحكم في شبكات الطاقة. يمارس الجغرافيون ، والزراعيون، والمساحون، والجيولوجيون، وغيرهم أعمالهم بطريقة أكثر كفاءة، وأماناً، واقتصادية، ودقة باستخدام إشارات هذه التقنية المجانية والمفتوحة[45].

سادساً :نموذج الارتفاعات الرقمية

(DEM) Digital Elevation Modal

يشتمل نموذج الارتفاعات الرقمية على الابعاد الثلاث (X,Y ,Z) ، إذ يتمثل فيها ارتفاع النقاط الارضية عن مستوى سطح البحر ، ويمكن الحصول على هذه النماذج من ثلاث مصادر وهي :

1- المساحة التصويرية :وذلك من خلال صورتين متجاورتين متداخلتين وباستخدام جهاز ستريوسكوب ، يمكن استنتاج احداثيات وارتفاعات نقاط المنطقة. او عن طرق الاستشعار عن بعد التي لها القدرة على تمثيل تضاريس الارض ولمناطق واسعة خلال مدة قصيرة ، وذلك من خلال نموذج الارتفاعات الرقمية . ويمكن ان نشتق من هذه النماذج خرائط اشتقاقية عديدة باستخدام برنامج Arc Map وهي :

- خرائط الارتفاعات Elevation Maps
- الانحدارات Slops

- اتجاه الانحدارات Aspect
- خطوط الارتفاعات المتساوية Contour Lines
- الظل Shadow hill

2- المسح الارضي : يمكن الحصول على ارتفاعات النقاط الارضية المميزة على الطبيعة والتي تمثل تضاريس المنطقة من خلال المسح الارضي واستخدام الاجهزة الحديثة المعدة لهذا الغرض ، ومن ثم نقل المعلومات الى الحاسب مباشرة . وهي طريقة دقيقة ولكنها تحتاج الى وقت وجهد كبيرين مع تكلفة عالية .

3- الخرائط الطوبوغرافية :يمكن استخلاص نموذج الارتفاعات الارضية من الخرائط الطوبوغرافية ، وذلك بتحويل قيم الخطوط الكنتورية الى نقاط ارتفاعات ، وهي طريقة قليلة الدقة وذات تكاليف قليلة .

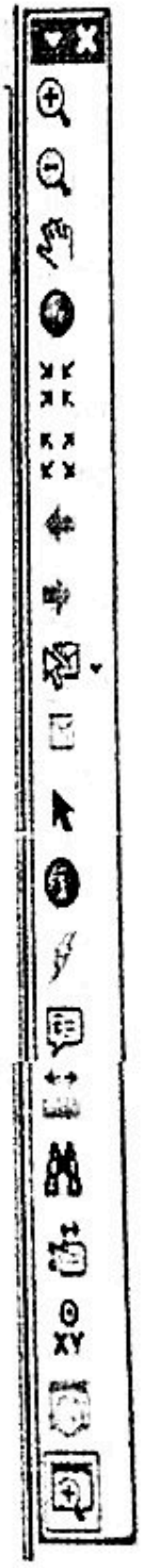
سابعاً : المسح الميداني

تتطلب نظم المعلومات الجغرافية بيانات مكانية ووصفية لبناء قاعدة بيانات يمكن اعتمادها في المشاريع التخطيطية ، ويمكن اكمال هذه البيانات من خلال المسح الميداني وخاصة مايتعلق بالبيانات الوصفية مثل اسماء الطرق والانهار والاودية والمباني الخ . كما يتطلب التفسير والتصنيف الموجه للمرئيات الفضائية الى المسح الميداني .

الفصل السادس

عملية الإرجاع الجغرافي Georeferencing

يوجد شريط ادوات يمكن استخدامه في التطبيقات العملية وهو ما يأتي :



Zoom In لتكبير الخريطة

Zoom Out لتصغير الخريطة

Pan لتحريك الخريطة في حيز العرض

Full Extent لإظهار البيانات كاملة على الشاشة

Fixed Zoom In لتكبير الخريطة بمقدار ثابت

Fixed Zoom Out لتصغير الخريطة بمقدار ثابت

Go Back to Previous Extent الرجوع للمنظر السابق في حيز العرض

Go to Next Extent التقدم للمنظر التالي إن وجد

Select Features تستخدم لانتقاء معلم في حيز العرض

Clear Select Features الغاء عملية الانتقاء للمعلم في حيز العرض

Select Elements انتقاء احد العناصر في حيز العرض

Identify لإظهار البيانات الخاصة بالمعلم المنتقى

Hyperlink تستخدم لتفعيل الارتباط الموجود داخل المعلم إن وجد

HTMl Popup لإظهار الخصائص لأي معلم بعد النقر عليه

Measure قياس المسافات والمساحات على الخريطة او المرئية

Find للبحث عن قيمة معينة في جدول بيانات معينة

Find Route ايجاد الطريق بين توقفات ونقاط تم تحديدها

Go to XY لإيجاد الاحداثيات

Time Slider للوقت

Create Viewer widow ايجاد نافذ جديدة لمشهد يجري التركيز عليه

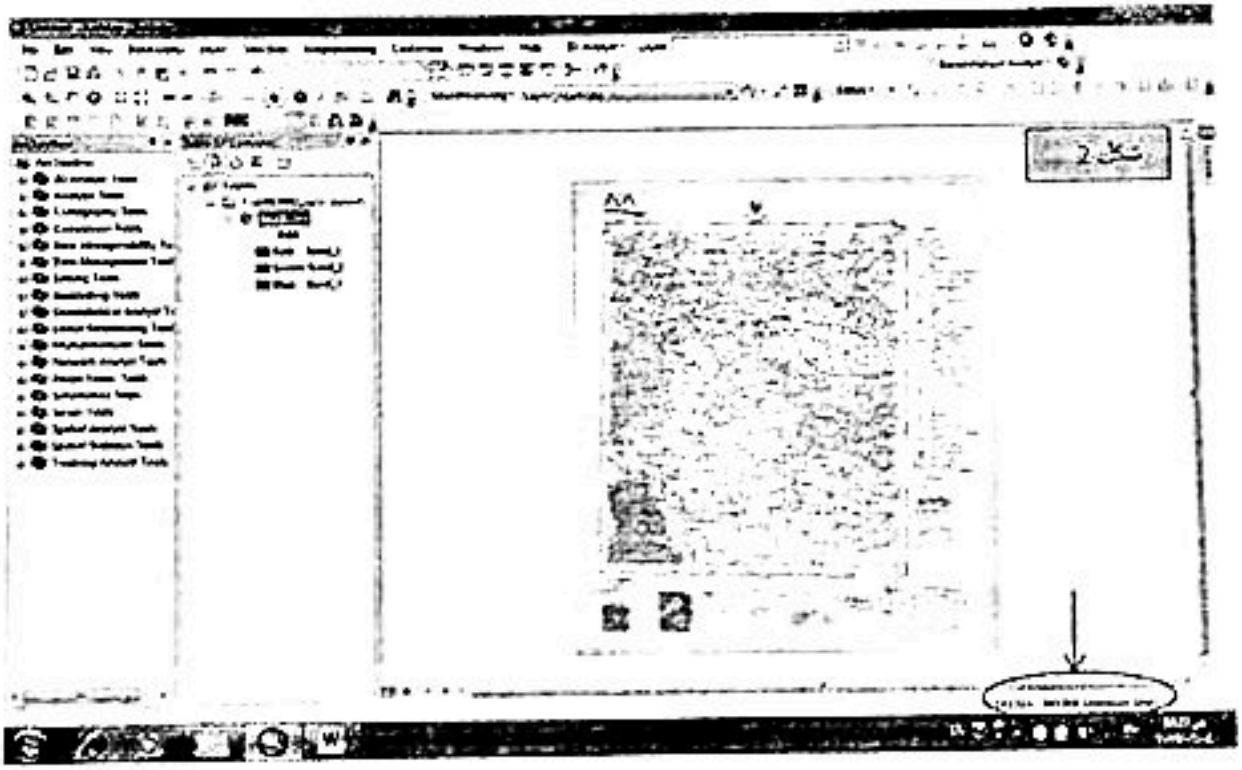
عملية الإرجاع الجغرافي

هي عملية انشاء احداثيات للمخططات الورقية الممسوحة بالسكانر او الصور الفضائية الغير مصححة جغرافيا . حيث يتم المسح بإحداثيات وهمية وتصبح هذه المخططات بعد عملية الارجاع Georeferencing ذات إحداثيات حقيقية مطابقة للواقع . إذ يمكن اجراء عملية الارجاع الجغرافي للخرائط في العديد من البرمجيات منها Global Mapper v - 11 وبرنامج Arc GIS

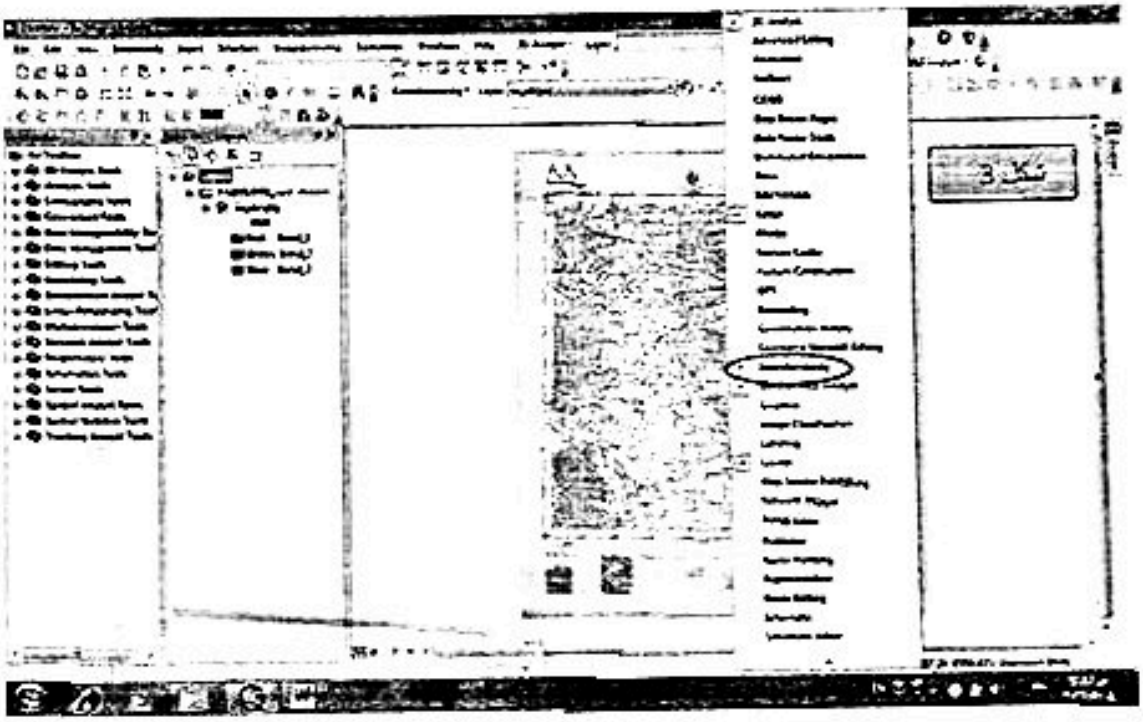
ومن اجل اجراء عملية التصحيح للخريطة في برنامج Arc GIS V-10 نتبع ما يأتي :

- يتم استدعاء الخريطة غير المصححة من مكان خزنها في الحاسوب إلى البرنامج عن طريق (Add Data -) ومن ثم تضليلها (نختار خريطة الفلوجة مثلا)، واضافتها من Add لتظهر نافذة التطبيق . كما في الشكل 1 :

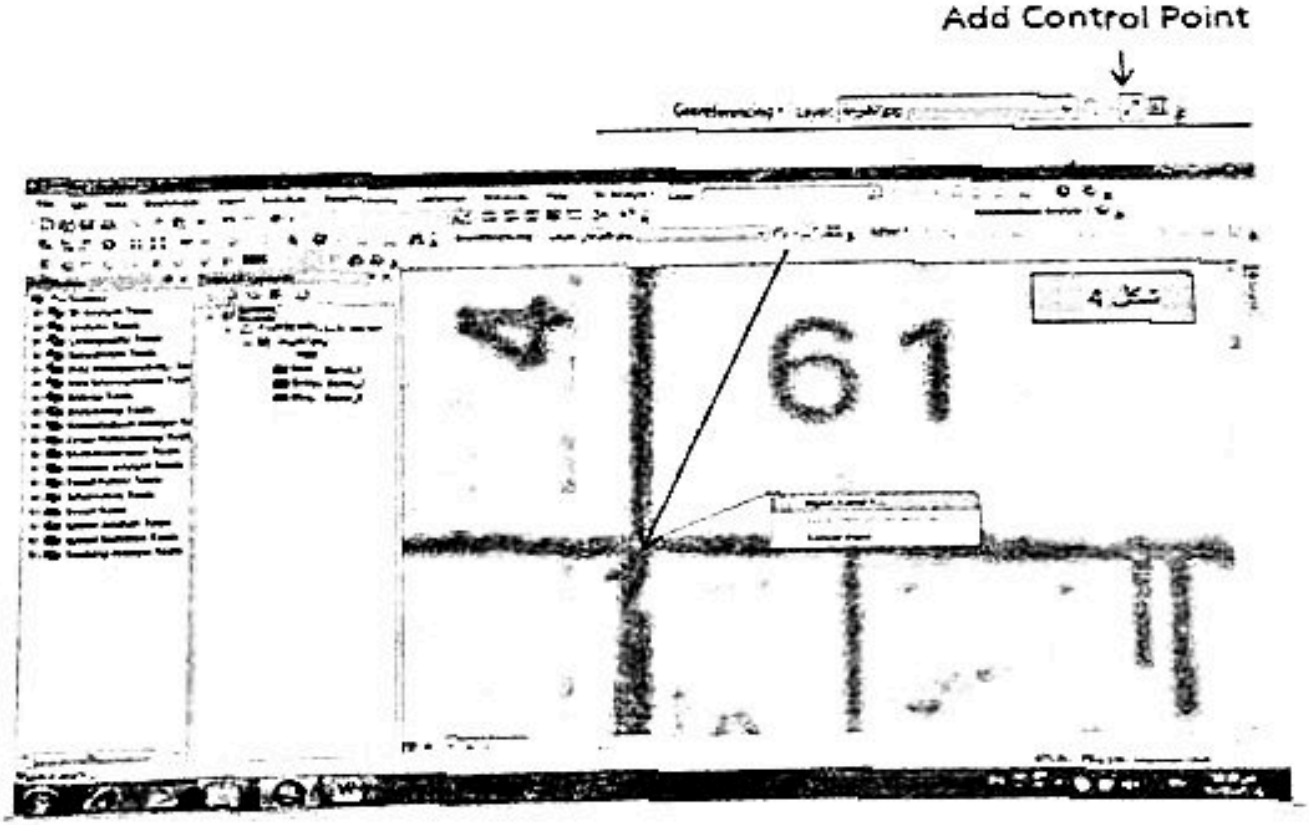
تظهر الخريطة الطوبوغرافية لمدينة الفلوجة غير المصححة ، كما ان احداثياتها في اسفل الشاشة وهمية وغير صحيحة (مؤشر عليها بالسهم) شكل 2 :



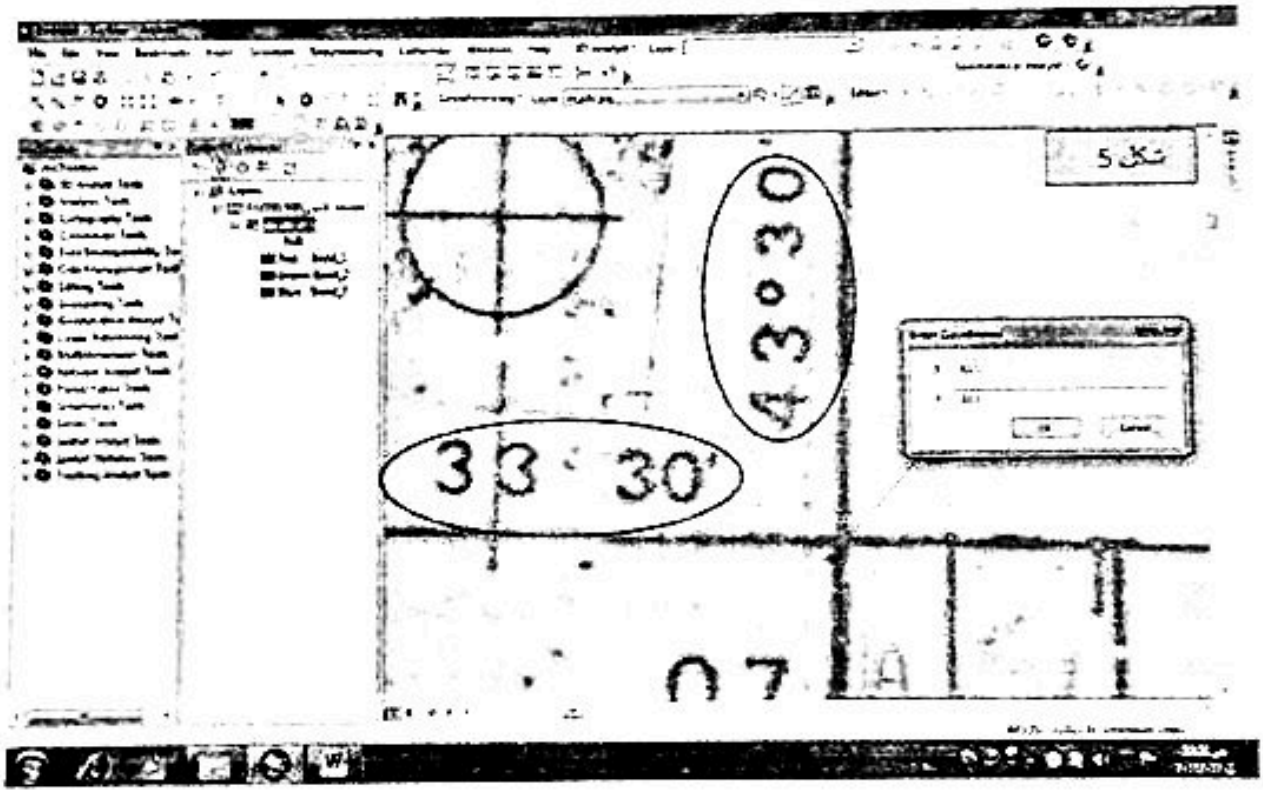
ثم نقوم بإضافة ادوات الارجاع الجغرافي ،عن طريق الضغط باليمنى (R.C) في أعلى واجهة البرنامج حيث تخرج قائمة نفعل فيها أداة **Georeferencing** (اذا لم تكن مفعلة)



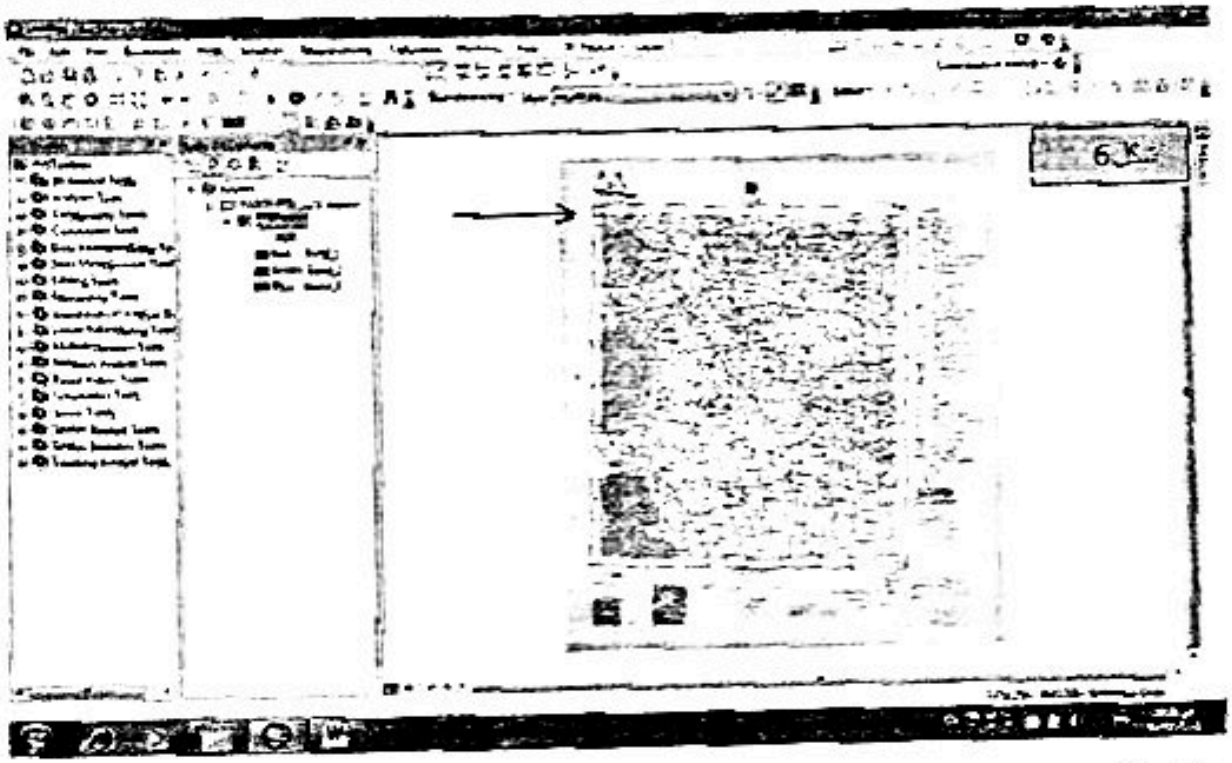
تتم عملية تكبير zoom In لنقطة محددة على احد اركان الخريطة باستخدام ادوات التكبير، ثم استخدام (Add Control Point) وعمل ضغطتين على النقطة المحددة ، الاولى منها يسرى (L .C)والثانية يمنى (R.C) حيث تخرج رسالة (Input X and Y) شكل 4:



نقوم بإضافة الاحداثيات **X** و **Y** للنقطة المحددة والمثبتة في الخريطة بعد تقسيم الدقائق على **60** والثواني على **3600** ، ثم تضاف للدرجات بعد الفارزة لكي نحصل على النظام الجغرافي العشري للإحداثيات **Decimal Degrees** ، وهذه الإحداثيات هي الجديدة والحقيقية شكل **5** .



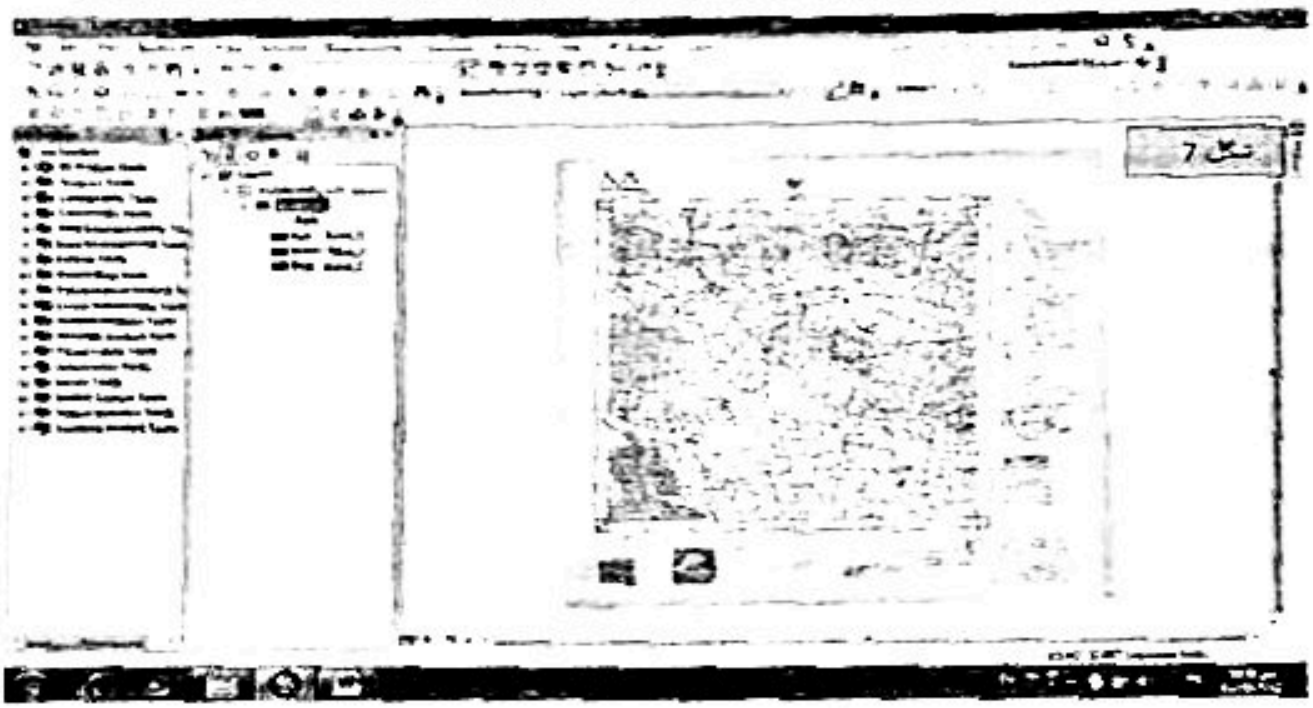
تظهر علامة حمراء (+) عند النقطة التي تم تصحيح احداثياتها (الركن الاعلى الايسر) شكل **6** :



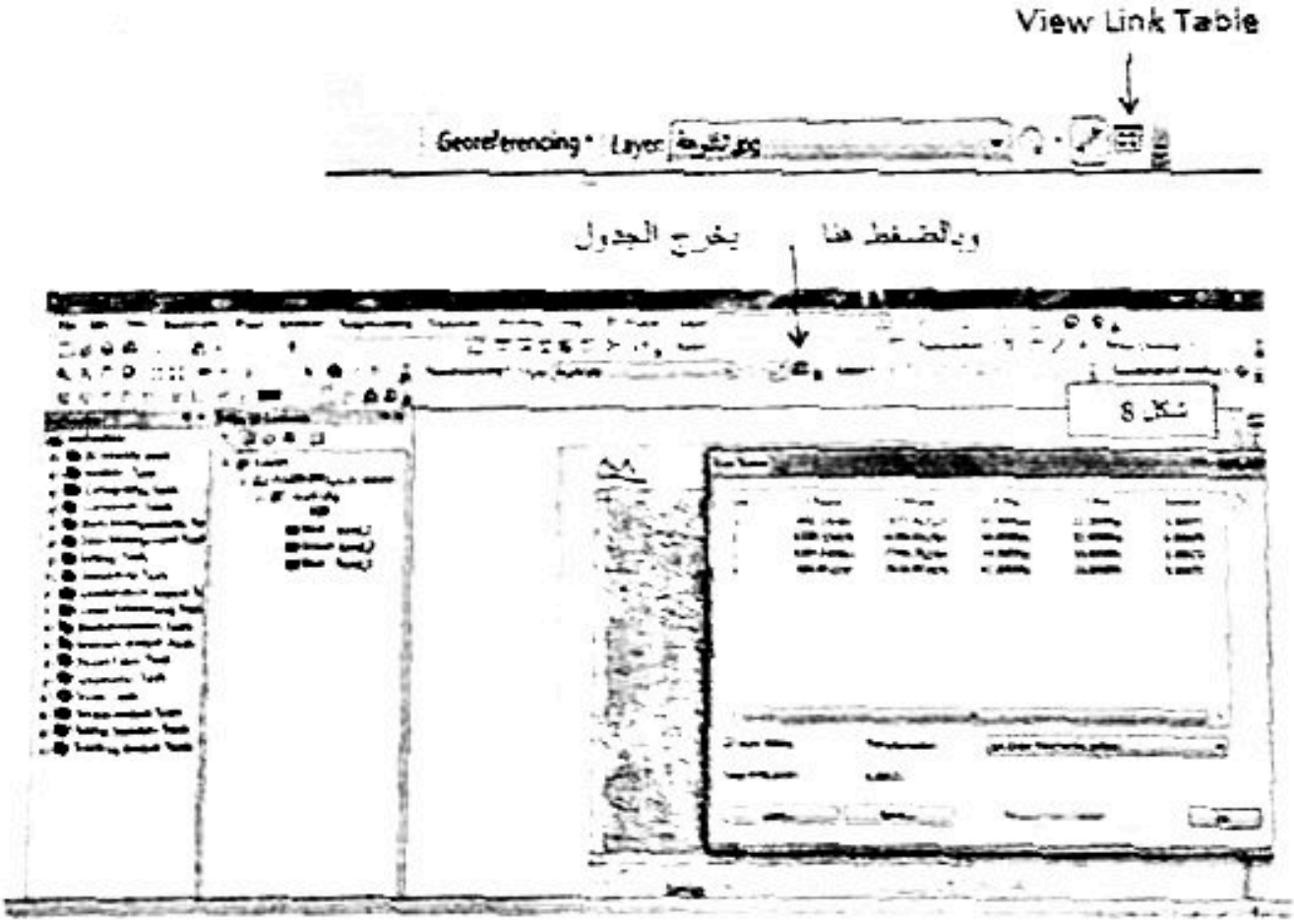
ملاحظة :

في بعض الاحيان تختفي الخريطة عن واجهة البرنامج ، فيمكن ارجاعها عن طريق **Full Extent** في شريط الادوات كما يظهر في السهم . **Full Extent**

بعدها نقوم بإضافة الاحداثيات الجغرافية الحقيقية للنقاط الثانية والثالثة والرابعة كما في النقطة الاولى ، وهكذا تظهر علامات الزائد الاربع في اركان الخريطة ، ففي هذه الحالة تكون الخريطة بأكملها بمواقعها الحقيقية شكل 7:

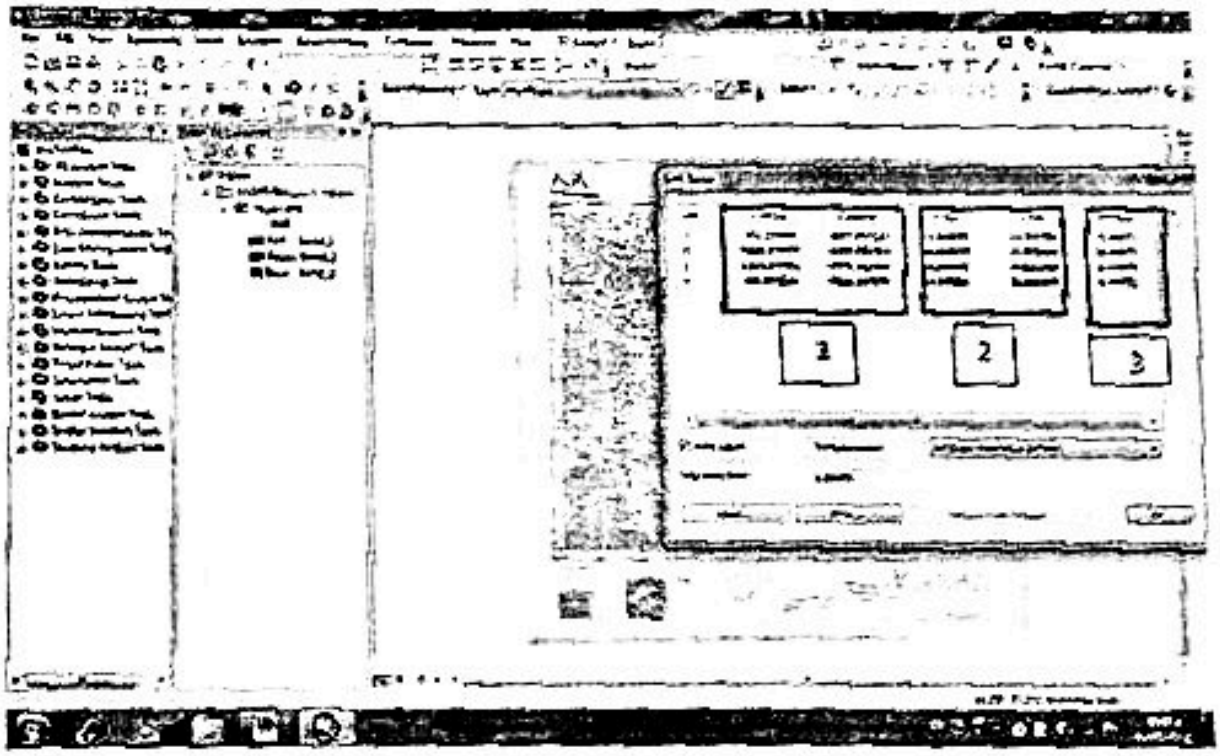


ملاحظة : في حالة حدوث خطأ في العمل تنقلب الخريطة او يتشوه شكلها ، وعلاج ذلك هو حذف النقطة التي فيها خطأ عن طريق جدول الارتباط **View Link Table** ، إذ يمكن اظهاره عن طريق النقر على الاداة المشار اليها في الشكل **8** :

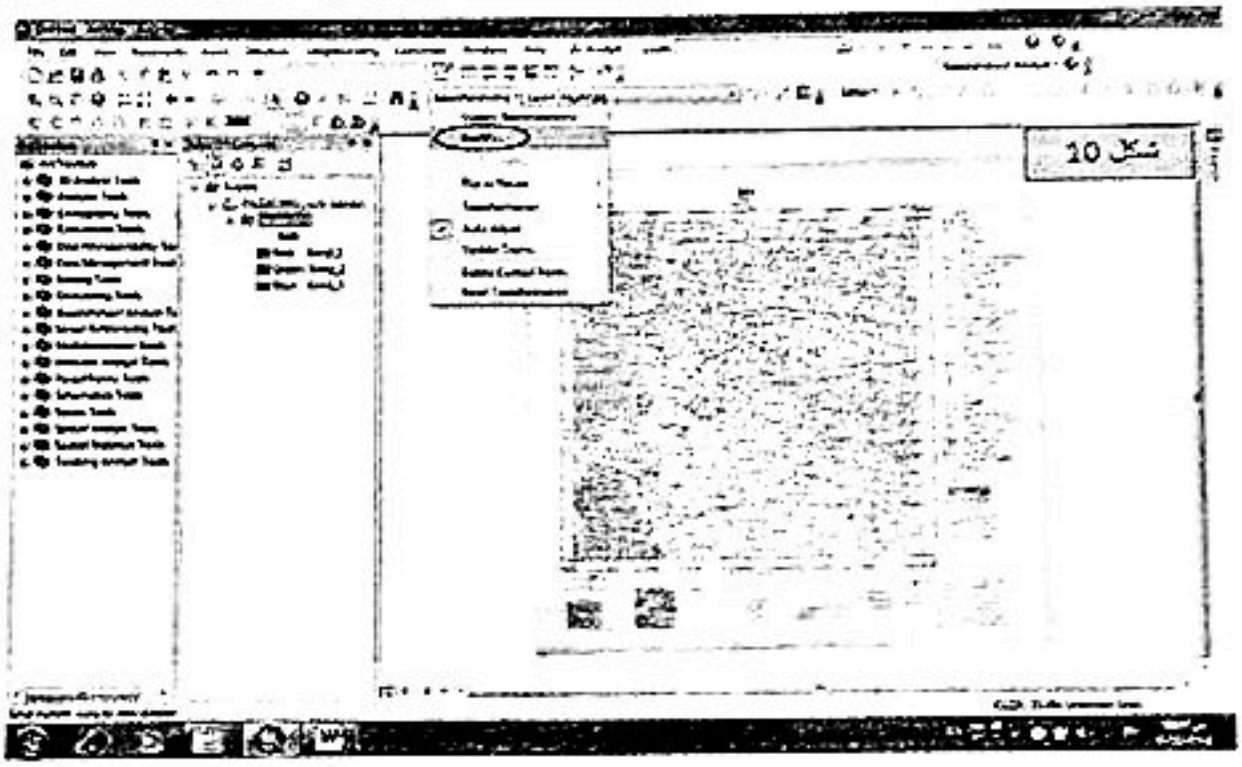


يتم حذف النقطة التي حدث فيها الخطأ عن طريق تظليلها بالنقر عليها وحذفها من علامة (X) في اعلى يمين الجدول .

يظهر في جدول الارتباط **View Link Table** الاحداثيات الوهمية (1)والاحداثيات الحقيقية (2)وقيمة الخطأ **Residual**(3) كما في الشكل 9 :



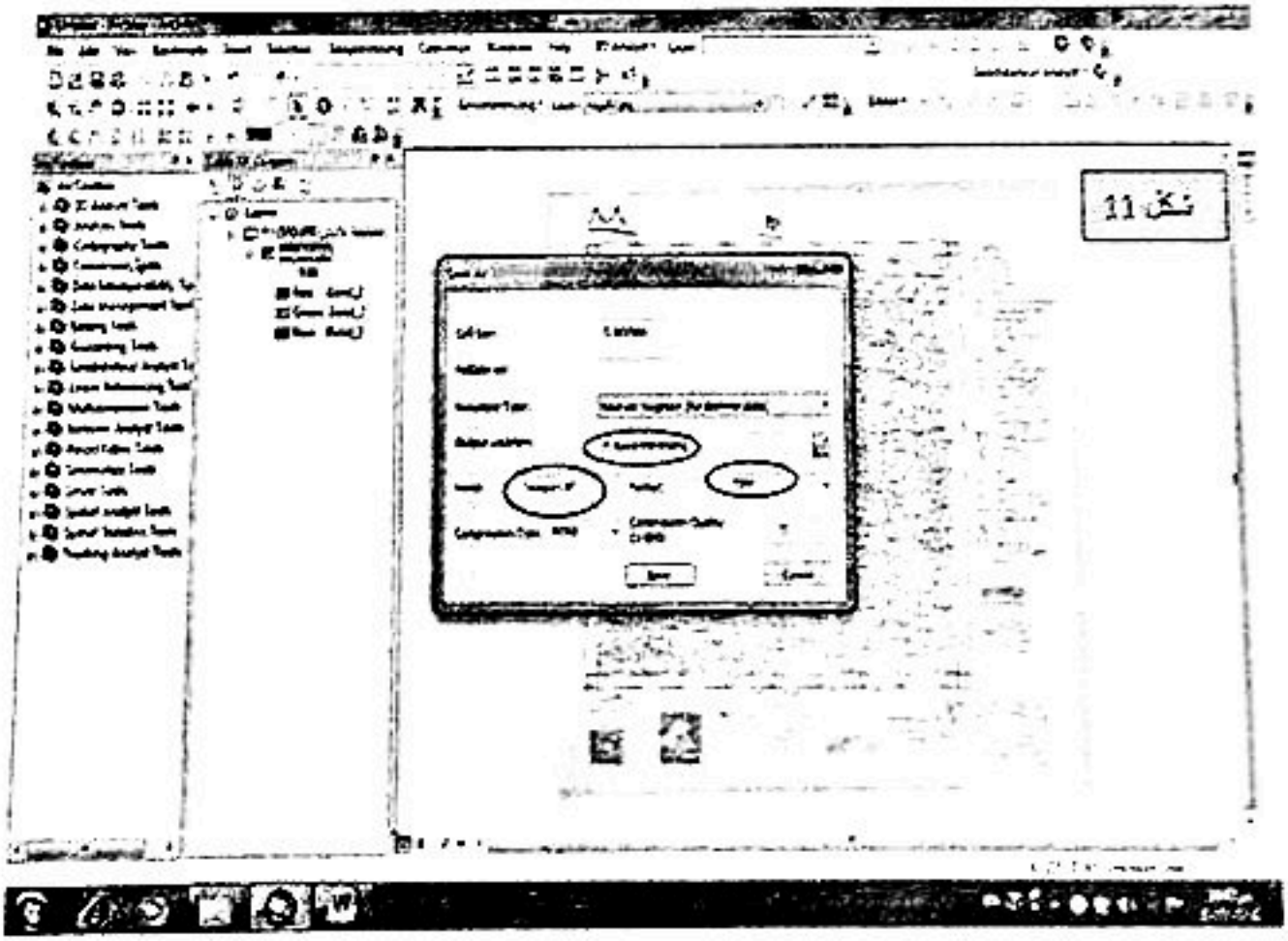
الخطوة النهائية لعملية إتمام إرجاع الخريطة نذهب الى **Georeferencing** ومن ثم نختار **Rectify** وبعدها تظهر نافذة **save as** شكل 10 :



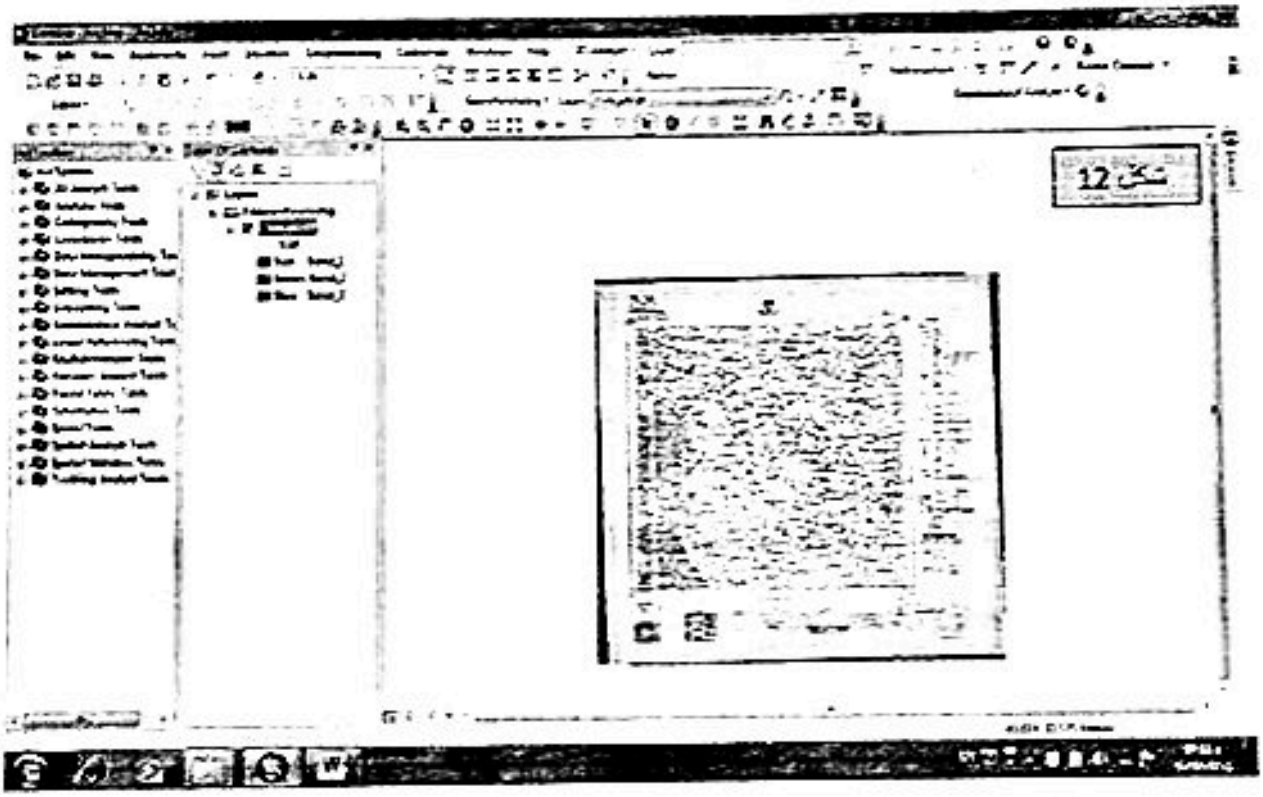
تحدد في الرسالة الظاهرة في الشكل مسار حفظ ملف الصورة المصححة

Output Location

واسم الخريطة **Name** وامتدادها **Tiff** كما هو موضح في الشكل **11** :



ويمكن جلب الخريطة المصححة من مسارها والعمل عليها ، ووضع لها نظام احداثيات مترية شكل 12 :



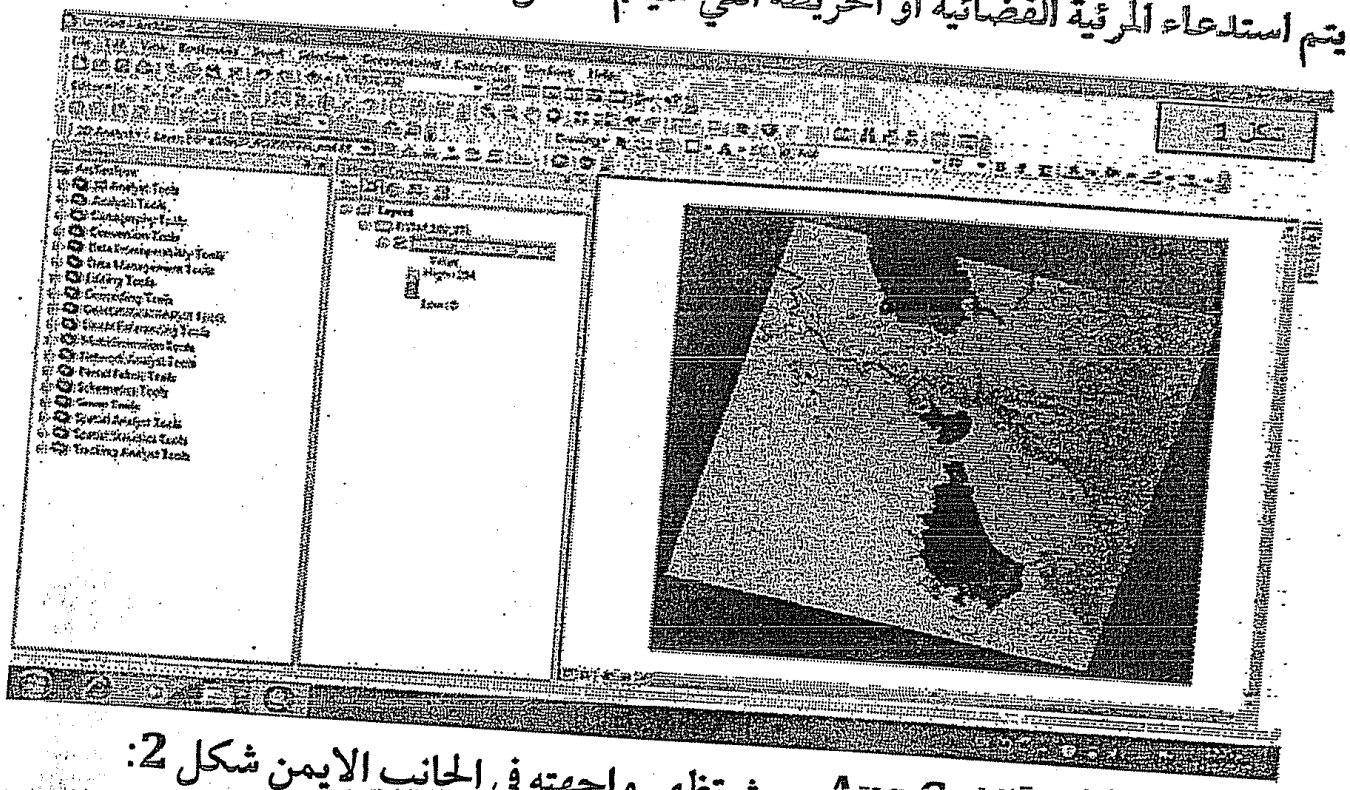
ونتبع نفس الخطوات السابقة في حالة التصحيح بالإحداثيات التربيعية

الفصل السابع

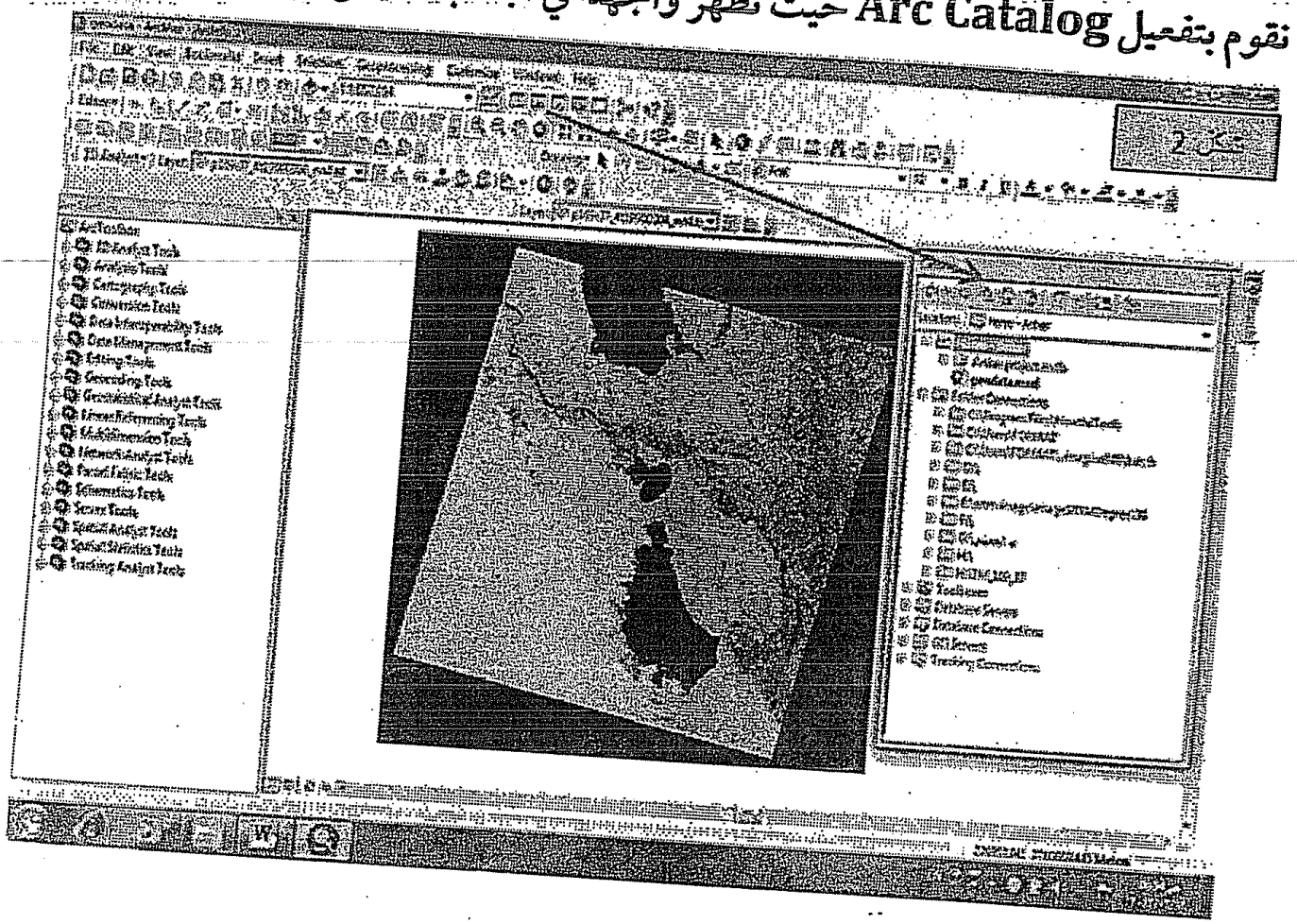
انشاء الطبقات Layers من طرق Arc Catalog

وبناء قاعدة بيانات Geodatabase

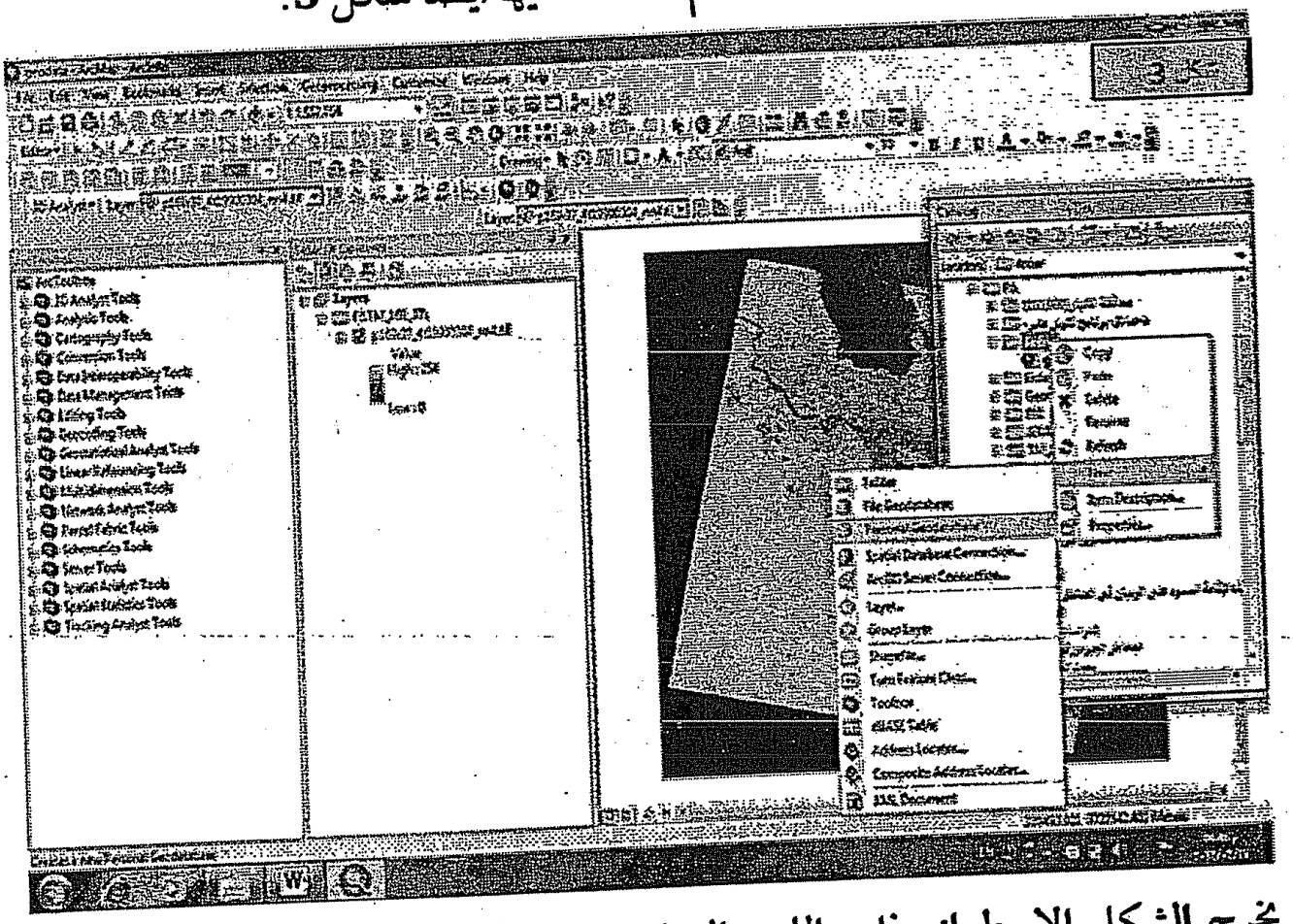
يتم استدعاء المرئية الفضائية او الخريطة التي سيتم العمل عليها ، كما في شكل 1 :



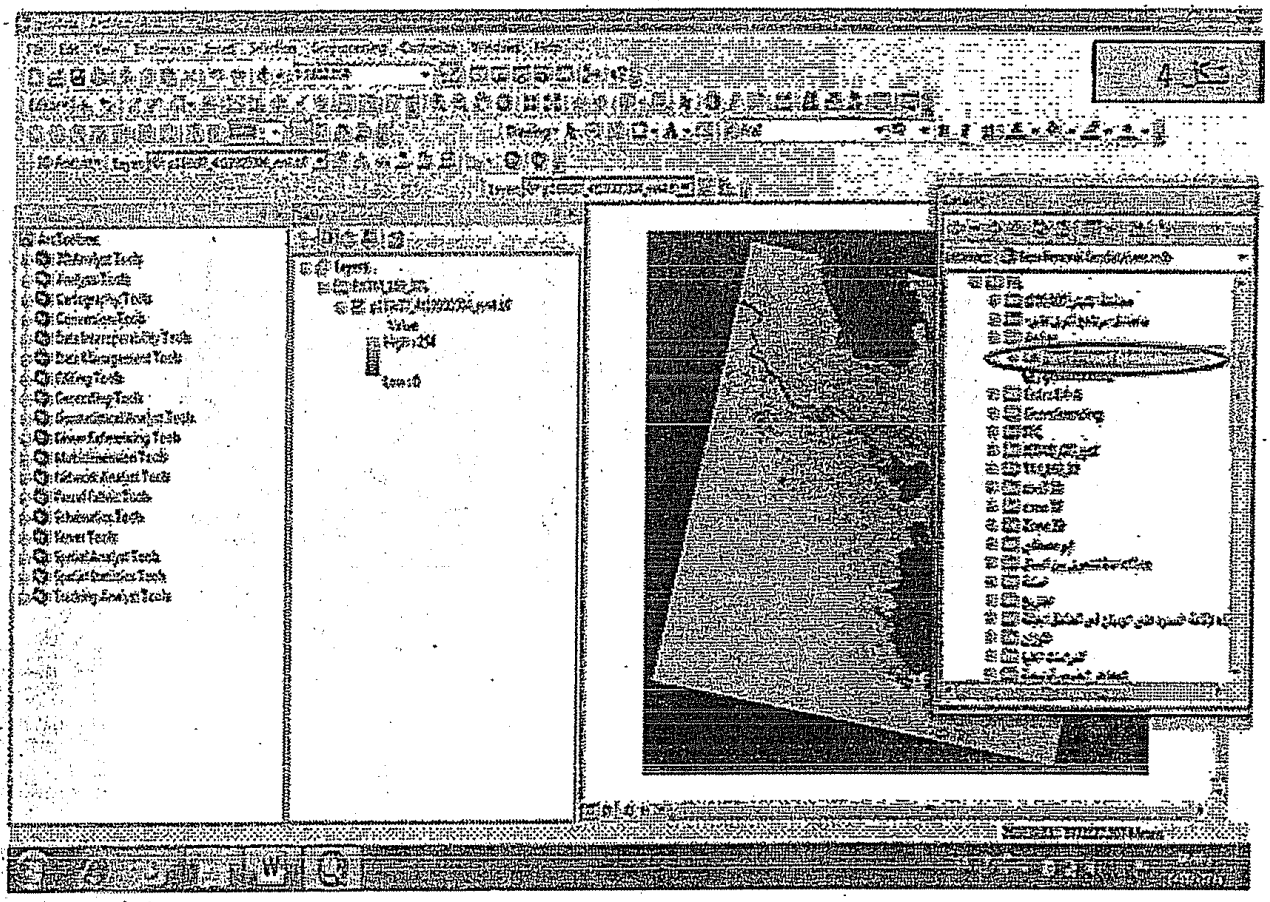
نقوم بتفعيل Arc Catalog حيث تظهر واجهته في الجانب الايمن شكل 2:



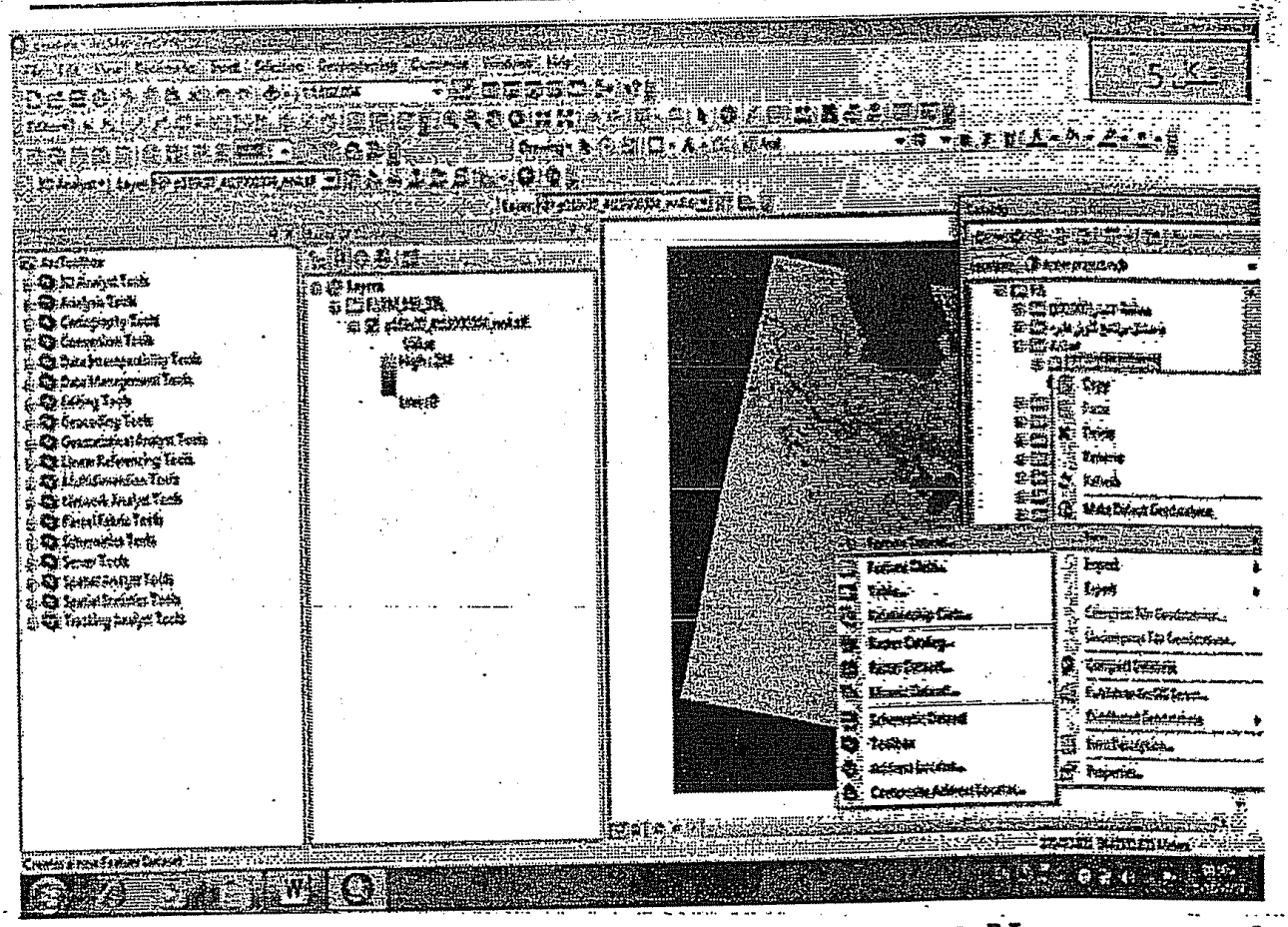
تفعل ملف العمل وليكن Anbar الموجود في(F) ونضغط عليه يمنى (R C)، فتخرج رسالة ثم نحرك الماوس الى New ونضغط عليها وبعدها الى Geodatabase Personal ثم نضغط عليها أيضاً شكل 3:



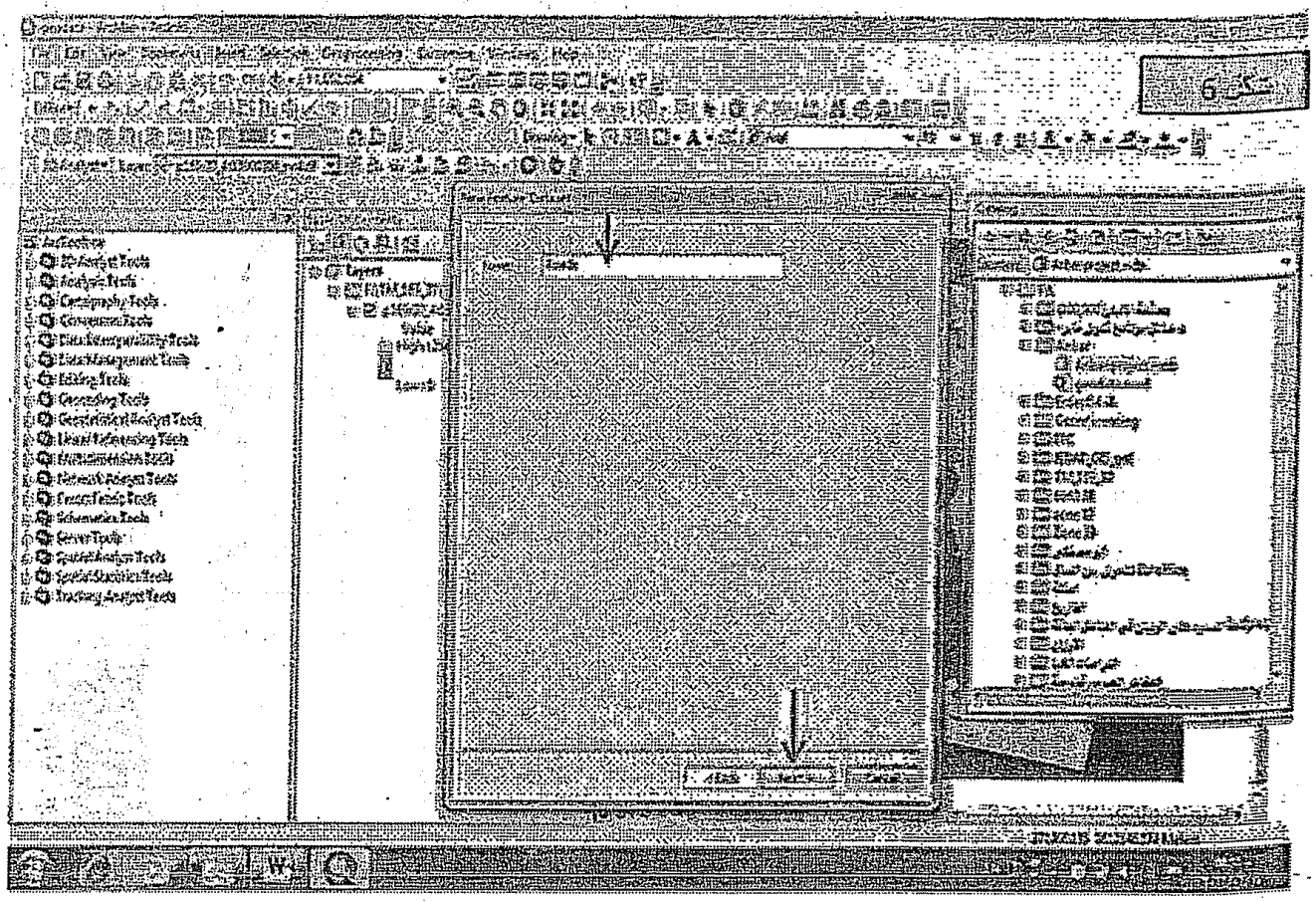
يخرج الشكل الاسطواني ذات اللون الرمادي Personal Geodatabase New والذي يمكن ان يخزن فيه اكثر من معلم Feature خط ، نقطة ، مضلع شكل 4:



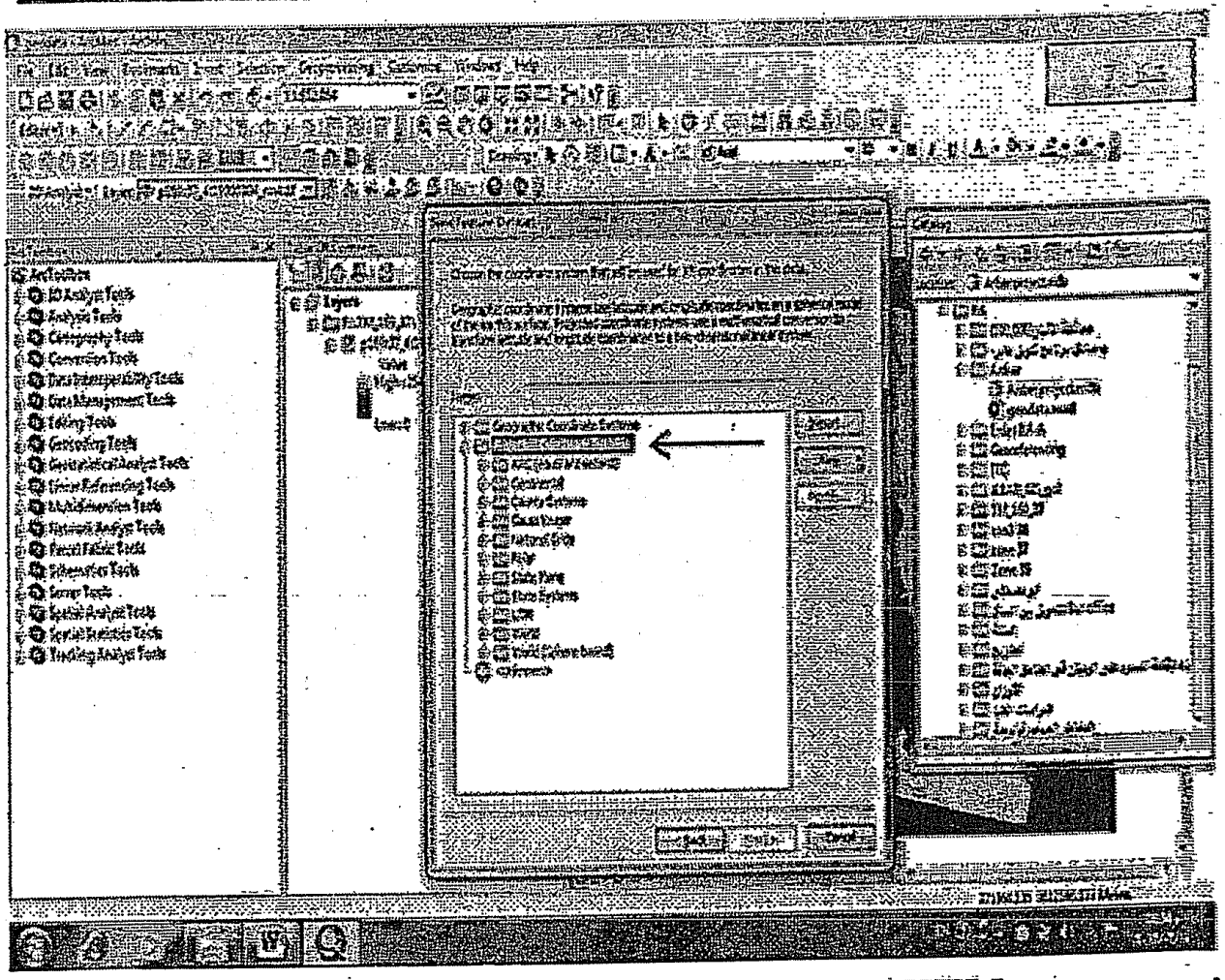
نعطي تسمية لقاعدة البيانات وليكن Anbar project ، ولرسم طرق النقل بأنواعها المختلفة مثلاً ، نعمل R C على قاعدة البيانات المسماة Anbar project ثم نحرك الماوس الى Newوالى Feature Dataset ثم نضغط على الاخيرة شكل 5:



تخرج واجهة **Feature Dataset New** يطلب فيها اسم للبيانات المطلوب تمثيلها ونسميها هنا **Roads** نضغط **Next** شكل 6:

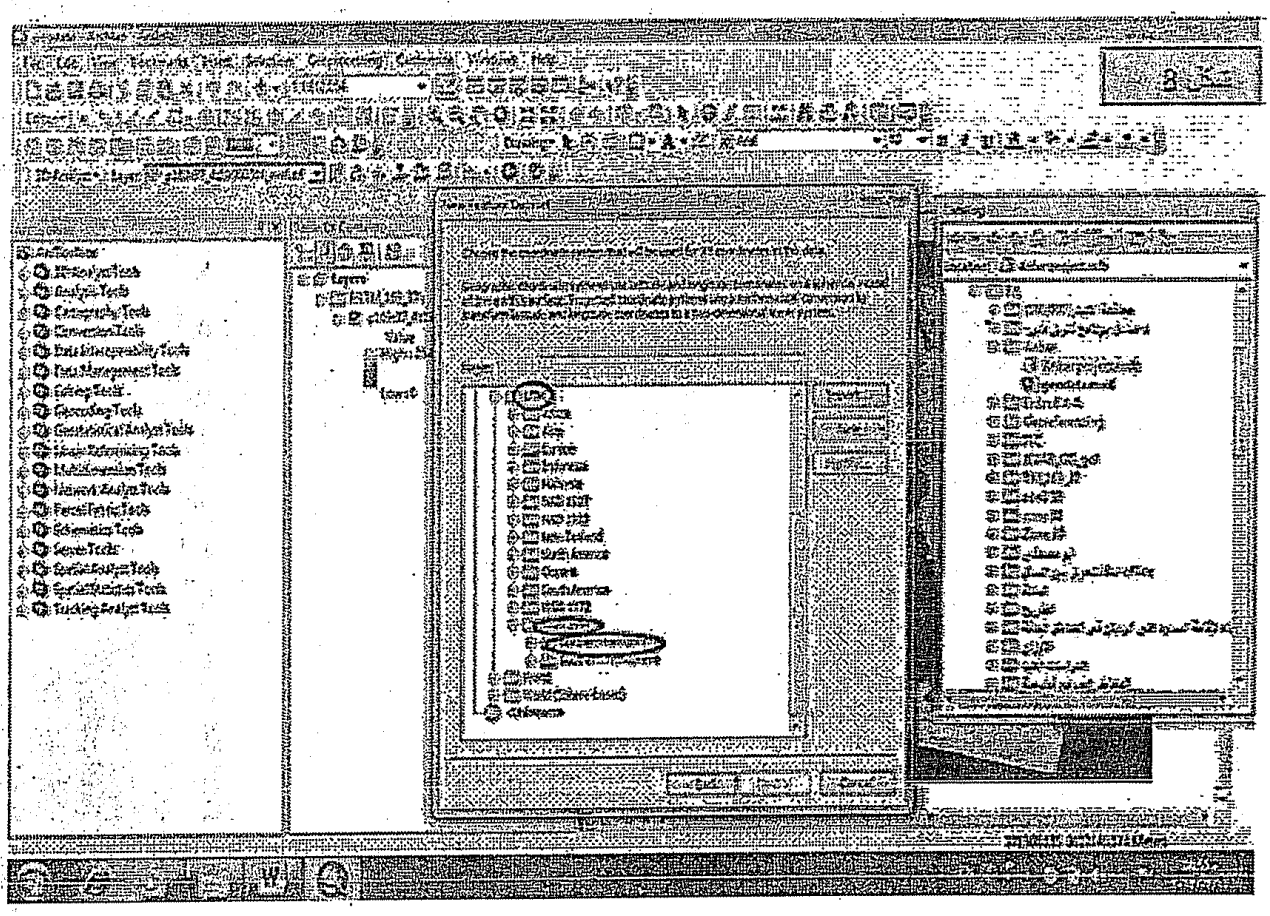


يطلب البرنامج نظام احداثيات للطبقات التي سيتم العمل عليها ، ونحددها هنا بـ Projected coordinate system نظم الاحداثيات التربيعية شكل 7:

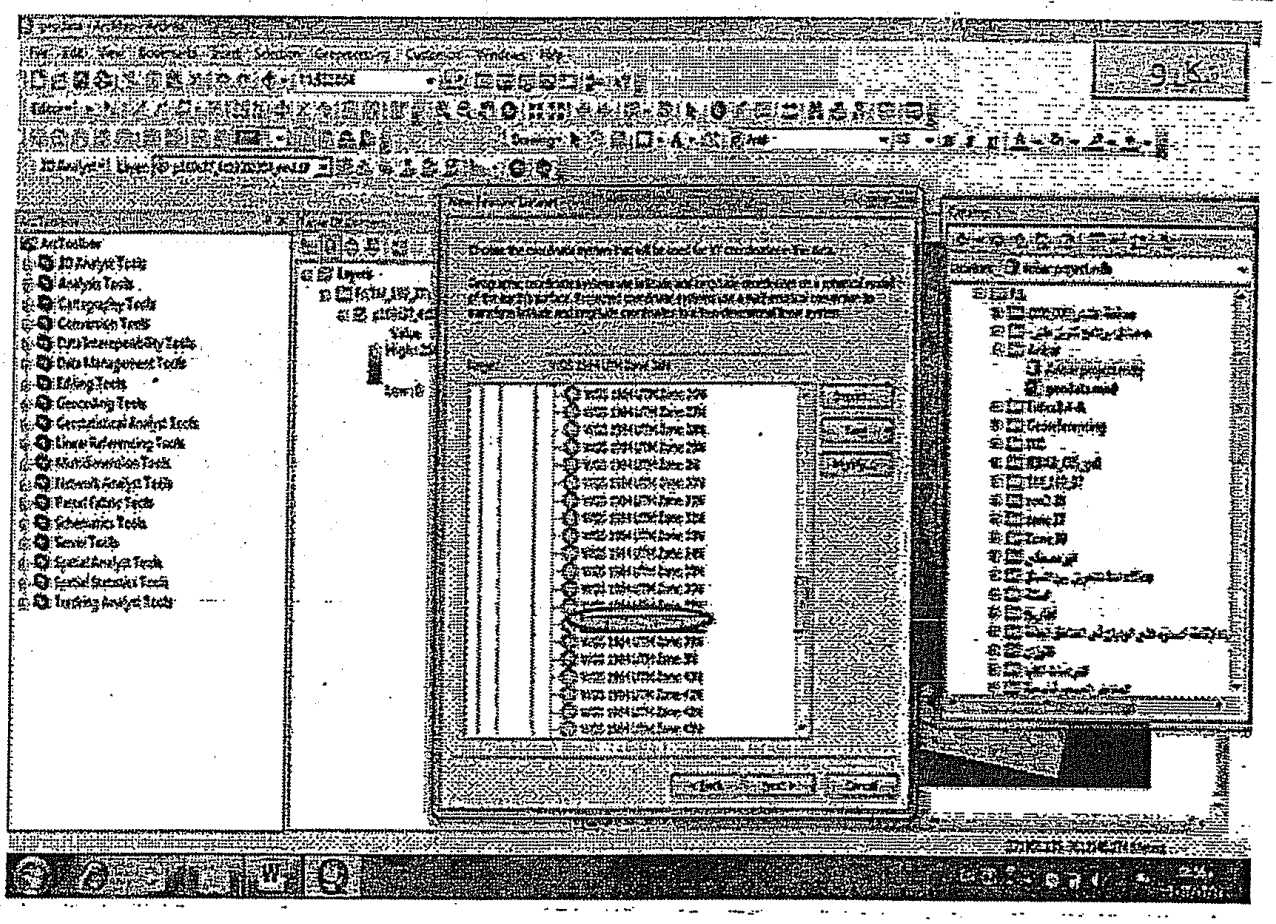


ثم نتبع ما يلي Northern Hemisphere – WGS 1984 – UTM

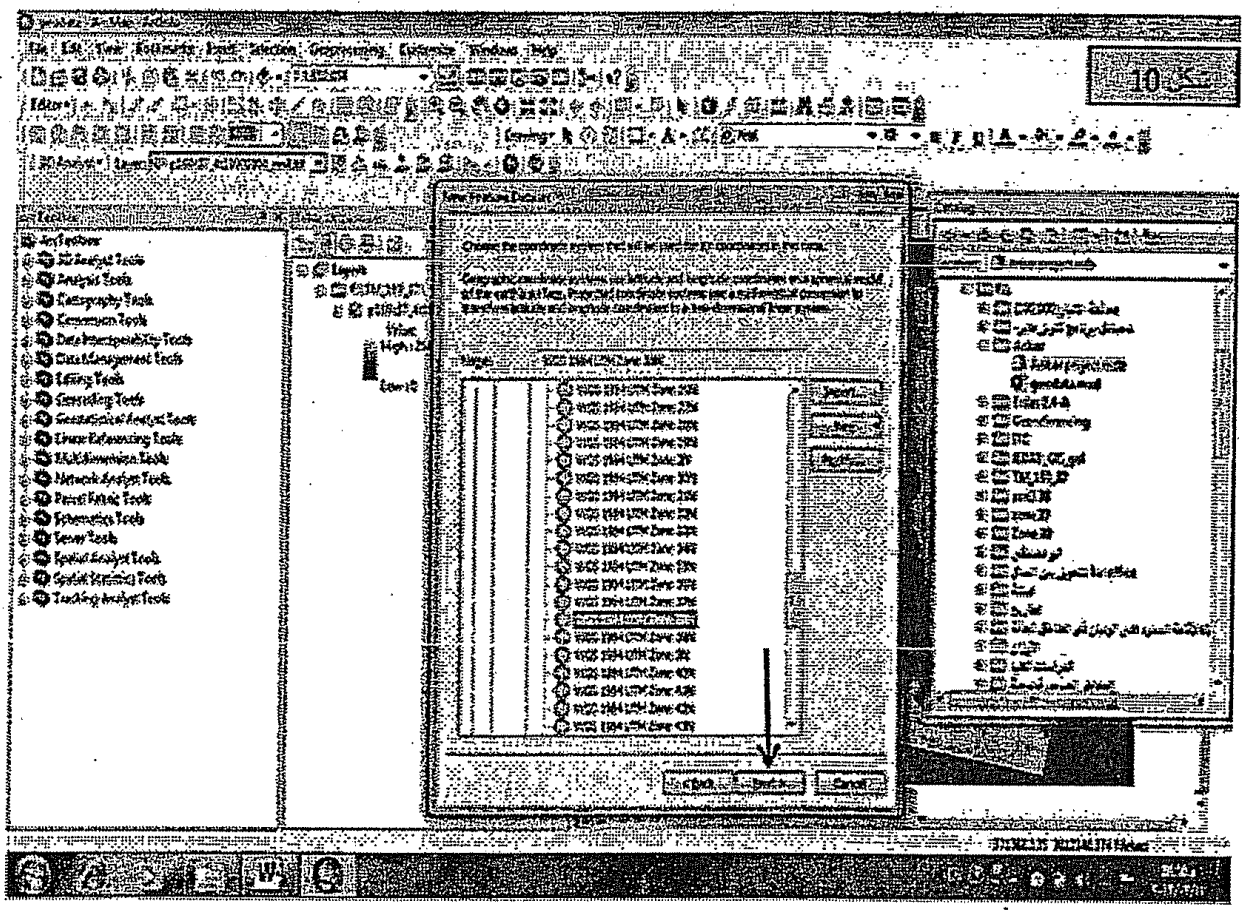
شكل 8:



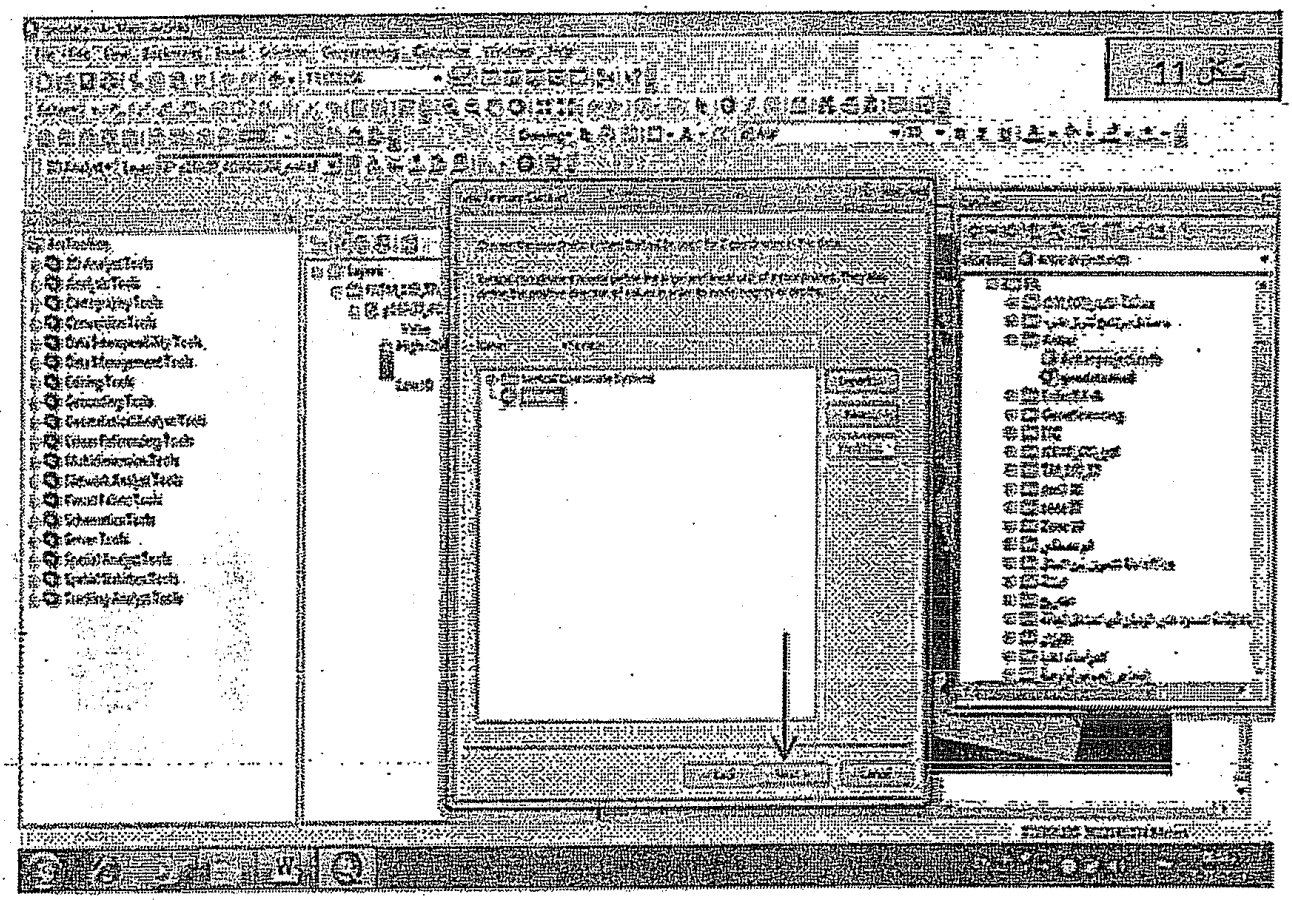
نحدد نطاق منطقة الدراسة وهنا يكون 38 وكما يلي(WGS 1984 UTM 38 Zone)شكل 9:



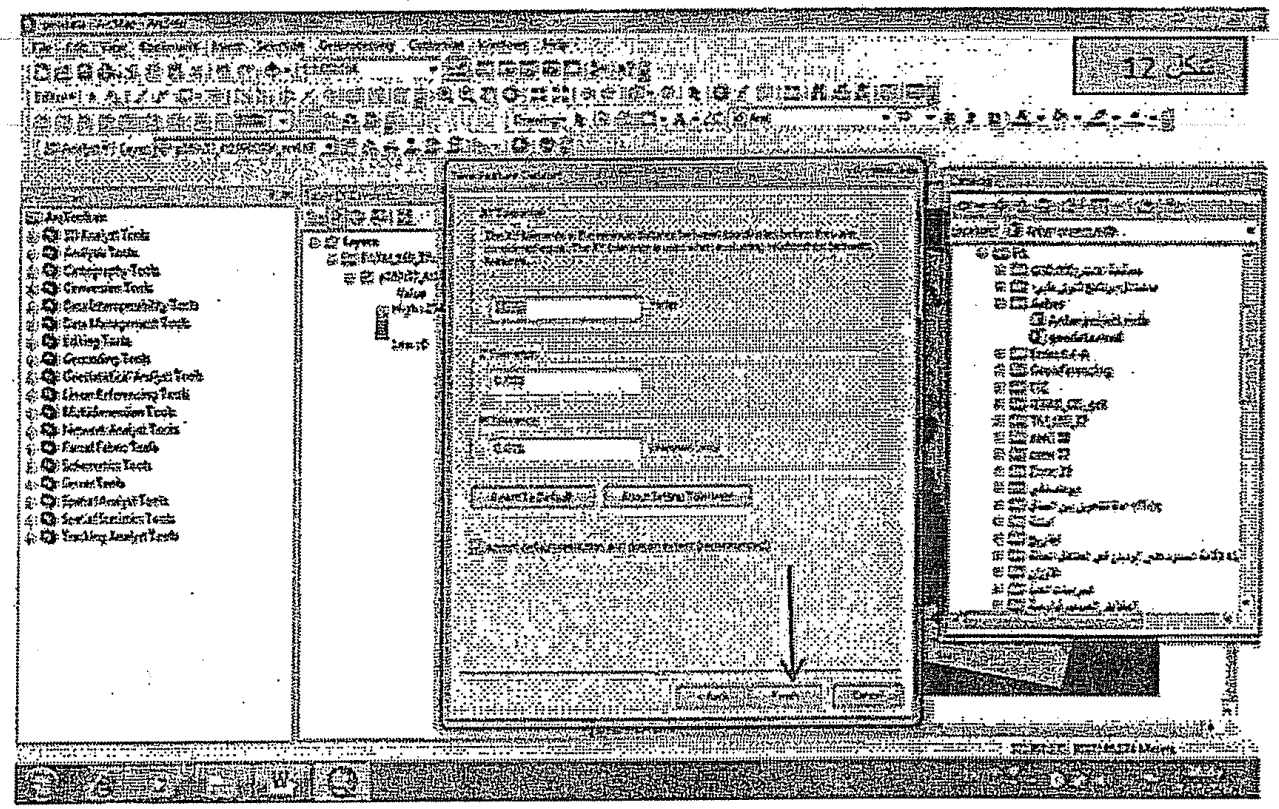
نضغط Next شكل10:



نضغط Next شكل11 :

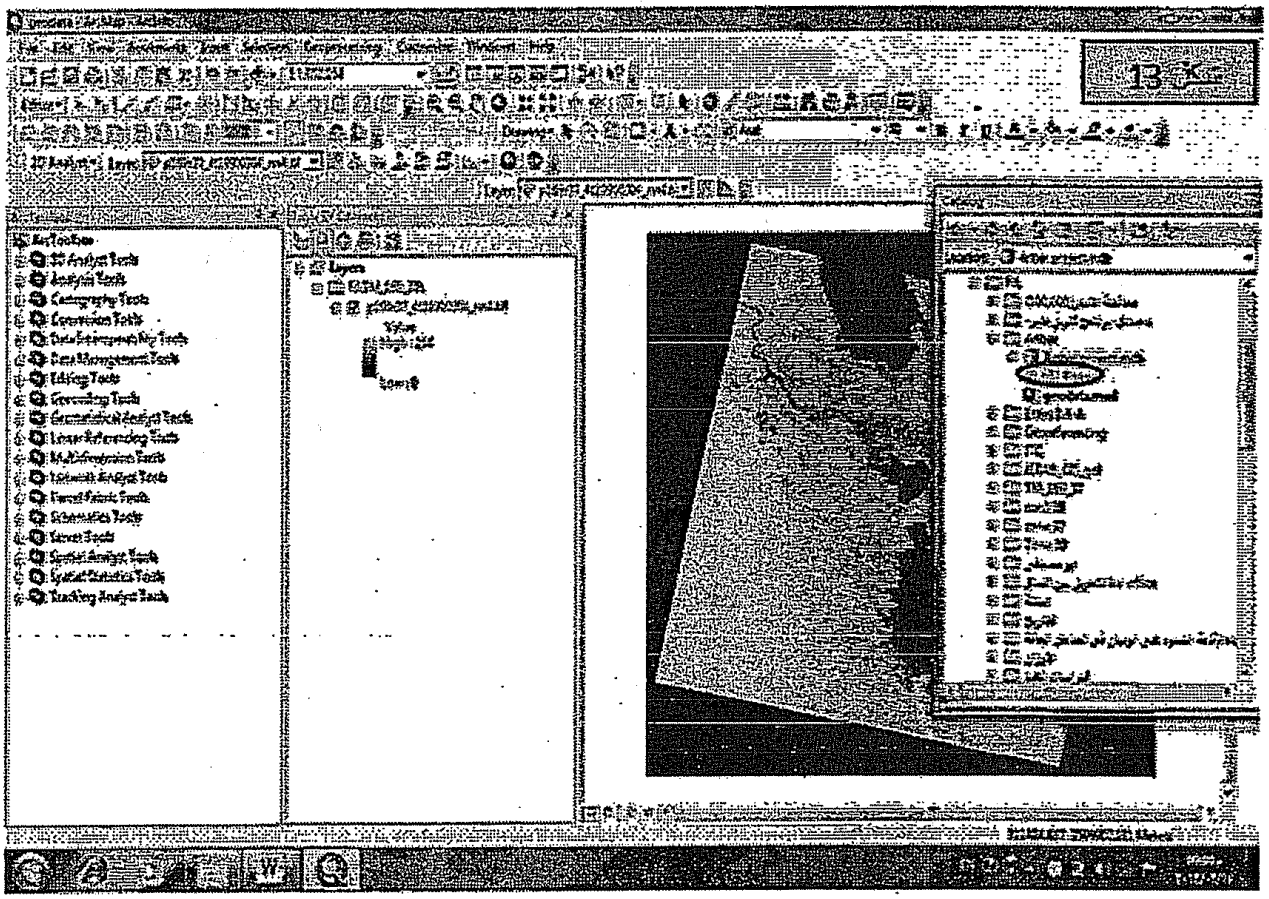


نضغط Finishشكل 12:

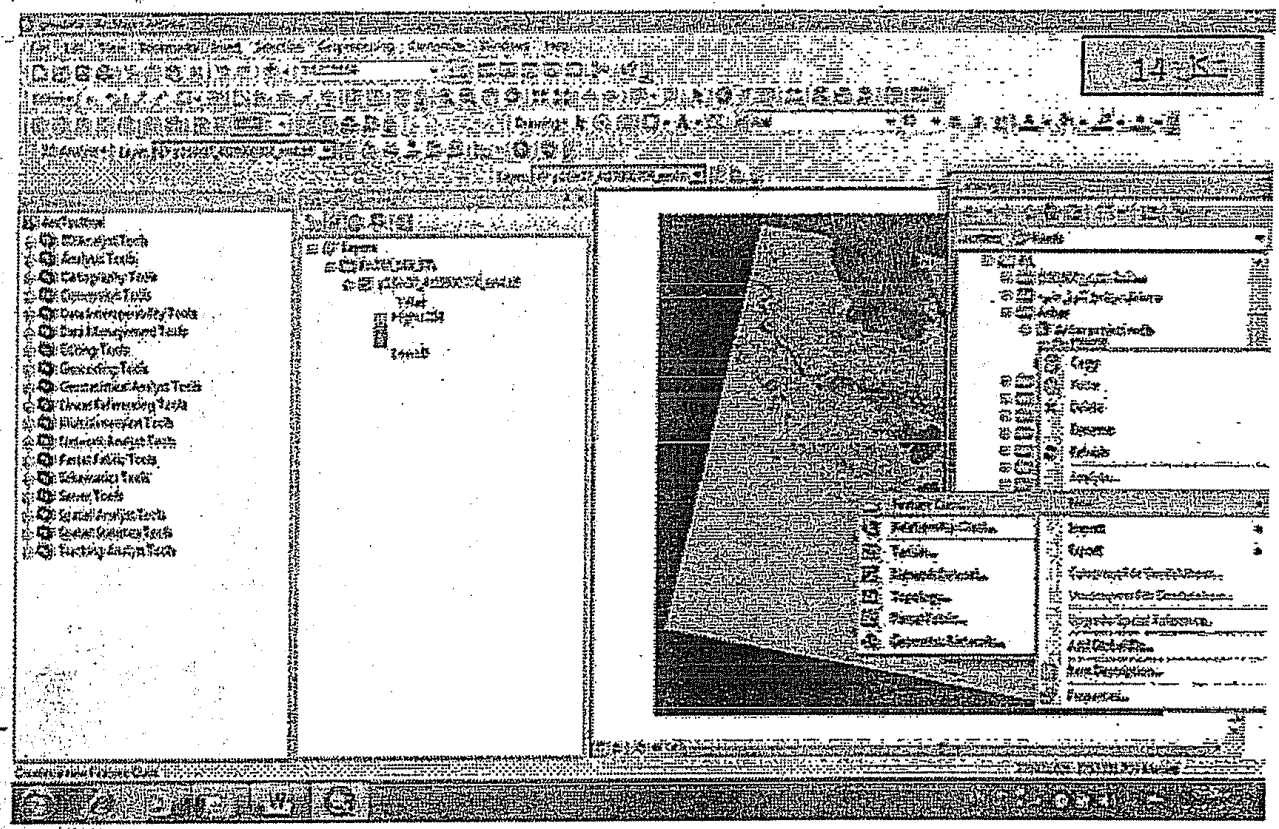


هنا اكتملت عملية انشاء Feature Dataset تحت اسم Roads طرق نقل

شكل 13:

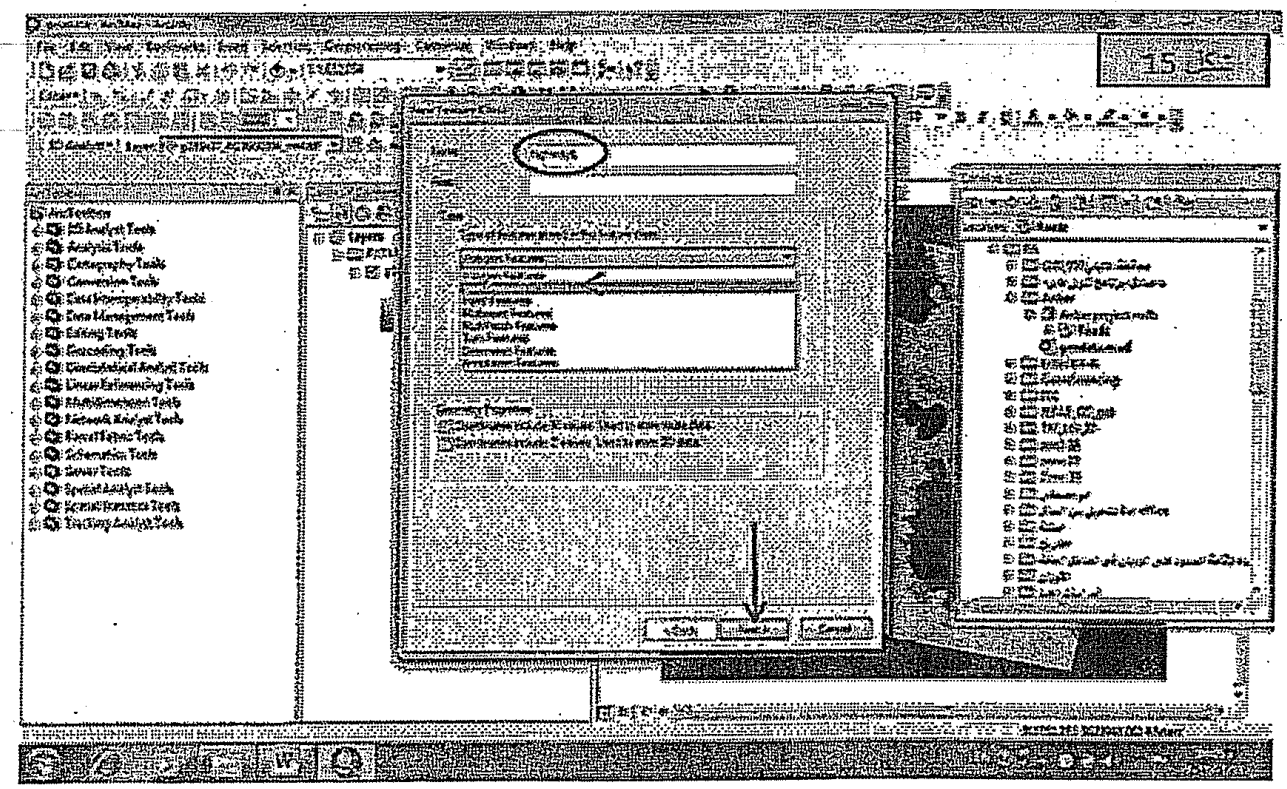


وتكون طرق النقل على انواع منها الطرق السريعة او سكك حديد ، وعليه ننشأ عدة طبقات تمثل هذه الانواع وكما يلي :نضغط يمنى(R C)على Roads ثم نحرك الماوس الى New والى Feature Class ونضغط على الاخيرة شكل 14:

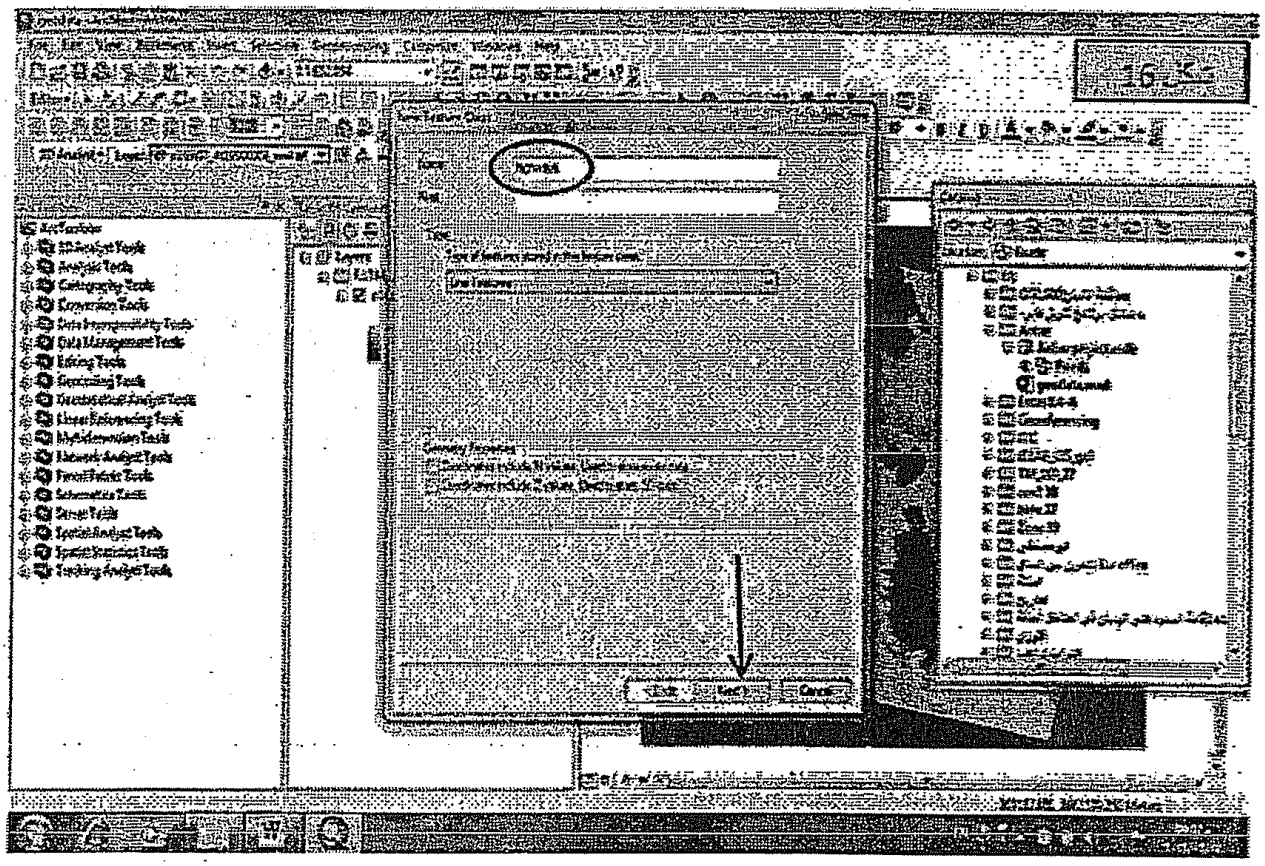


يطلب منا هنا تحديد اسم المعلم او الظاهرة المراد تمثيلها Highways ونوعها(Line , Point ,Polygon) فنختار Line Feature وبعدها Next

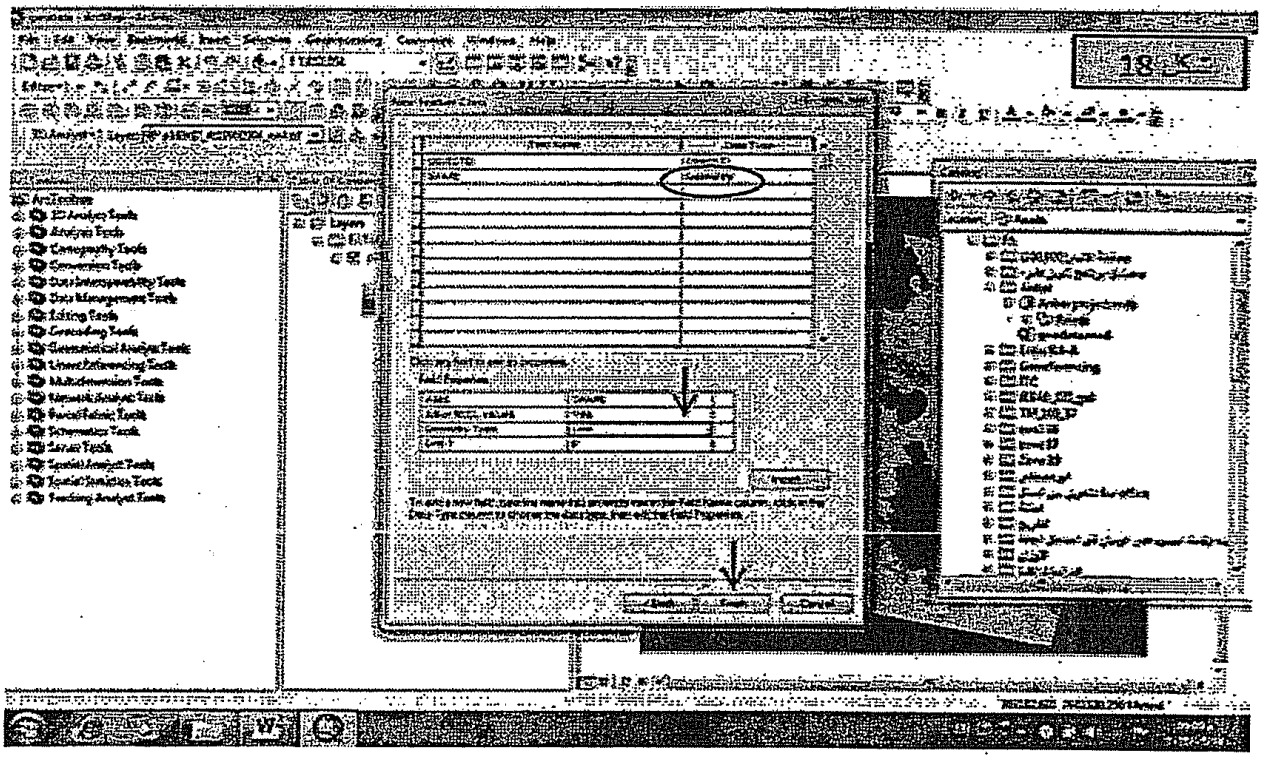
شكل 15:



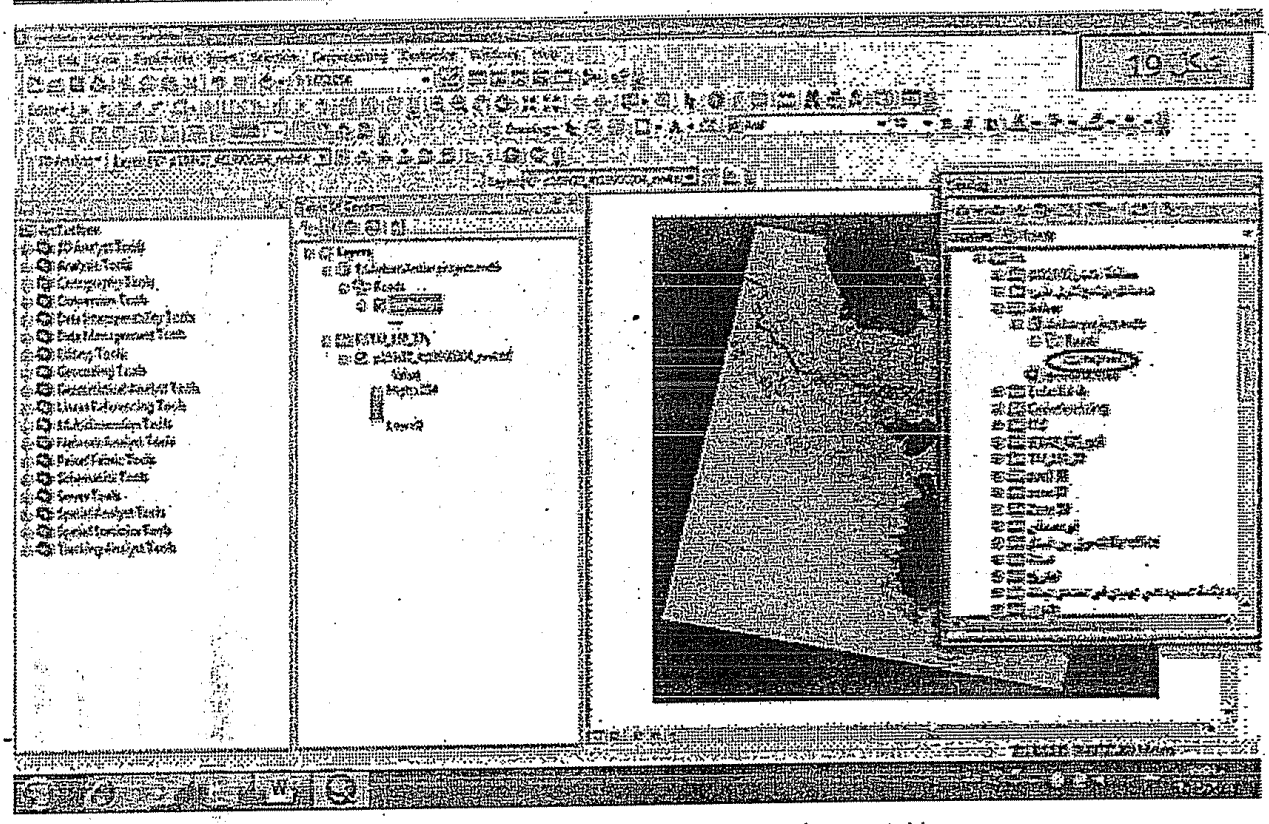
نعطي الطبقة Layer اسم Highways ثم Next شكل 16



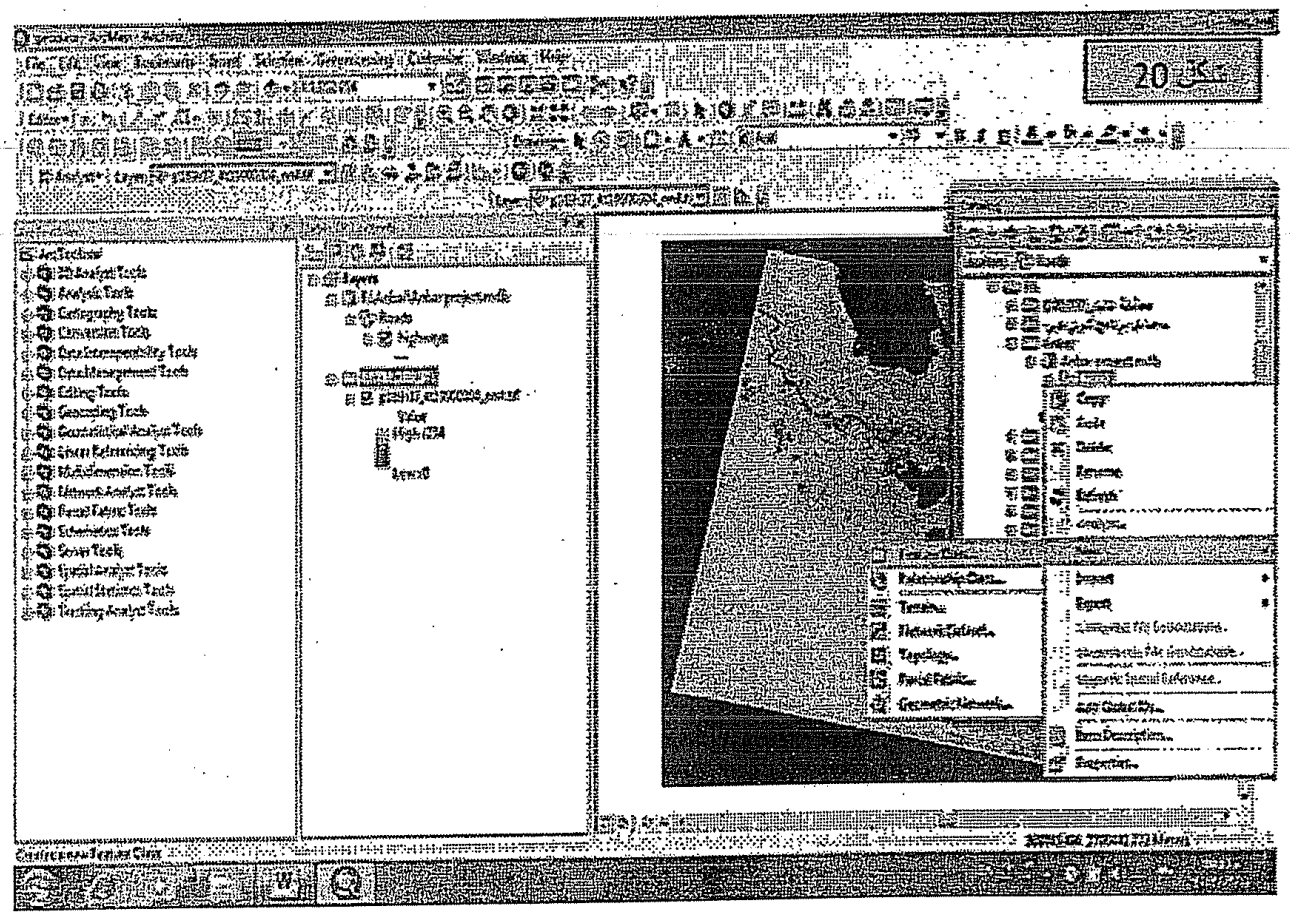
نفعل Line – Geometry ثم Finish شكل 18 :



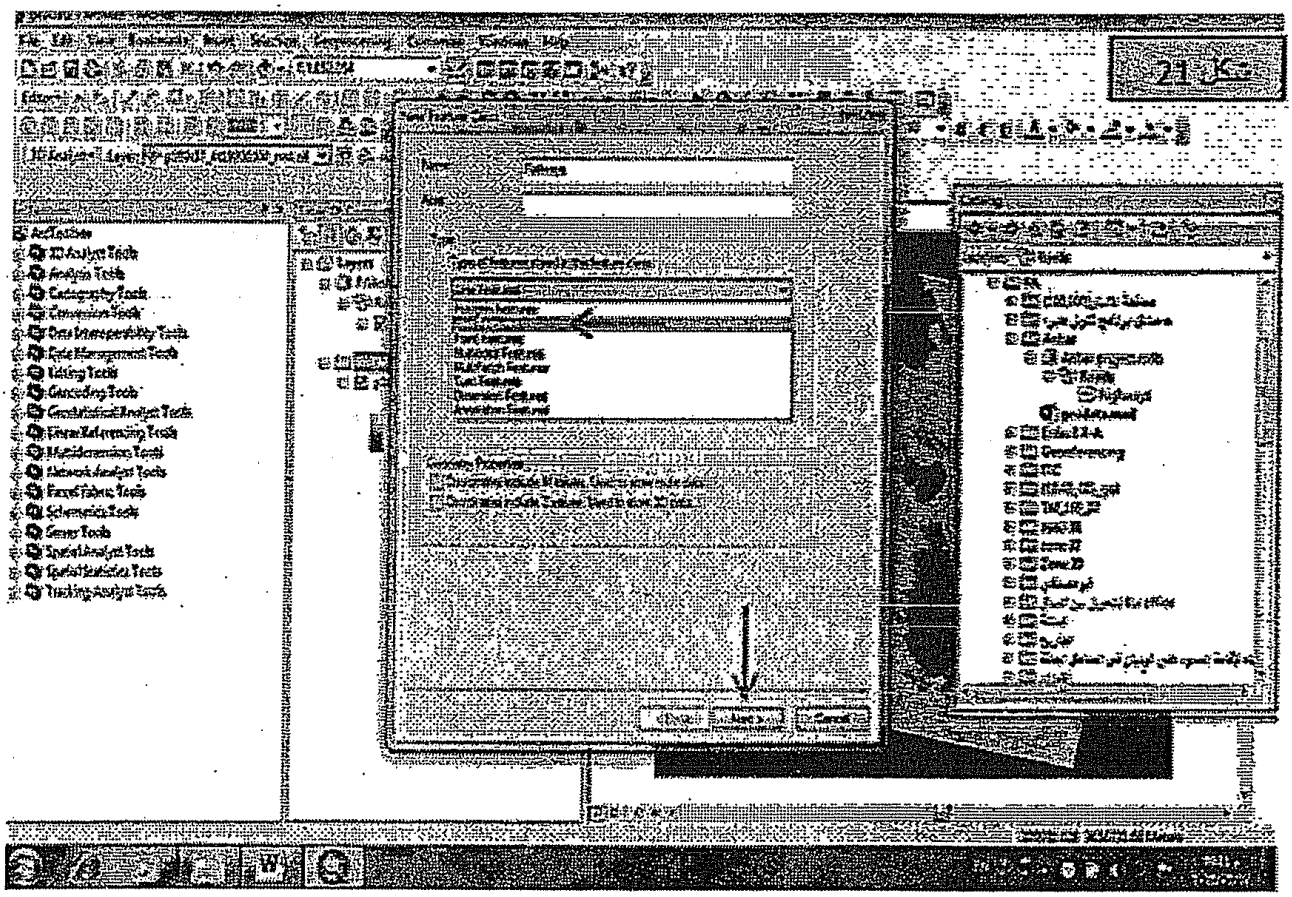
اكتمل انشاء الطبقة باسم Highways شكل 19:



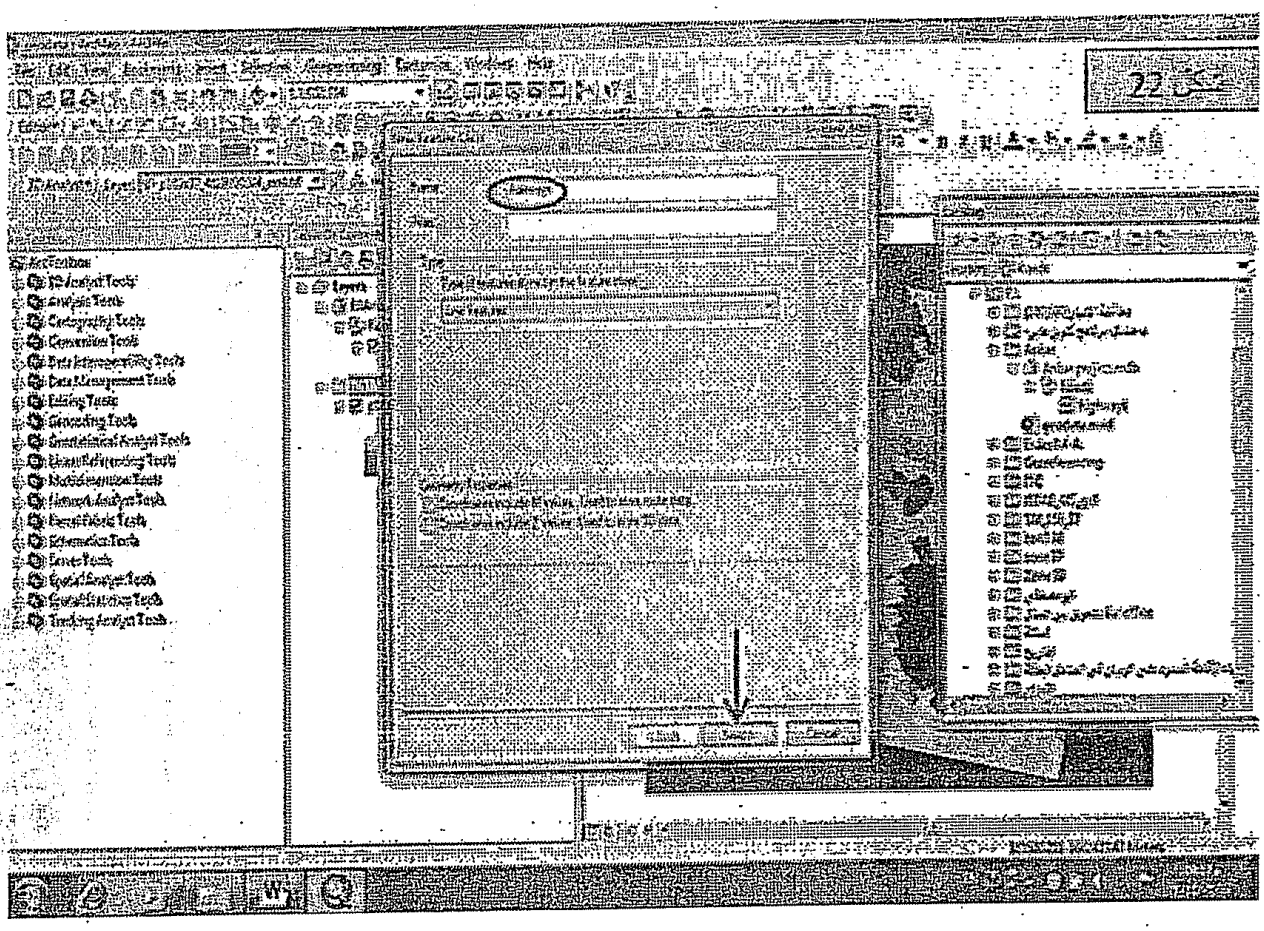
ولغرض انشاء طبقات اخرى مثلا **Railways** نتبع نفس الخطوات السابقة وكما في شكل **20**:



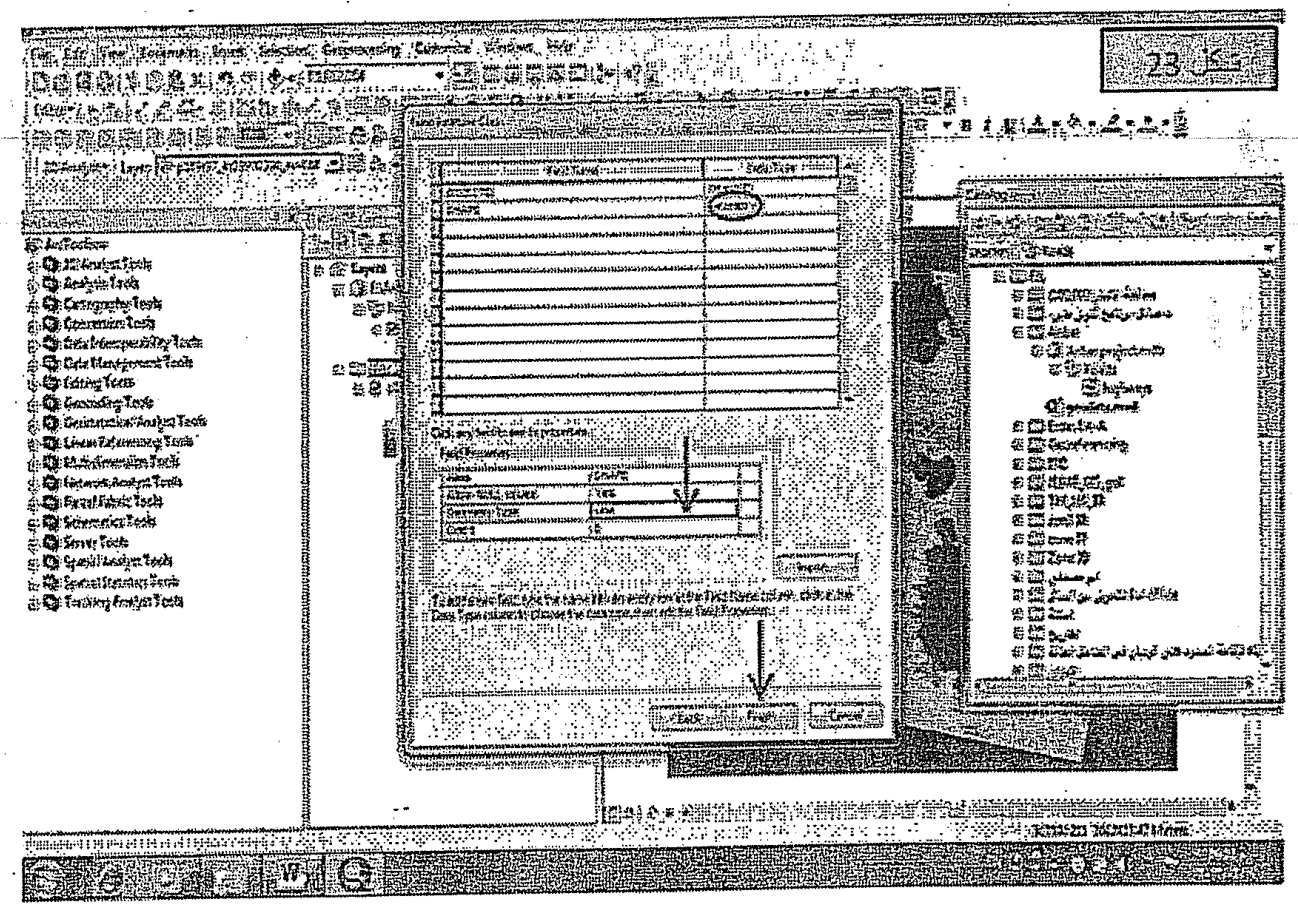
يطلب منا هنا تحديد نوعية المعلم او الظاهرة المراد تمثيلها واسمها (Line, Point,Polygon) فنختار Line Feature ثم Next شكل 21:



نتبع نفس الخطوات السابقة في انشاء طبقة Railways الشكلين 22 و23

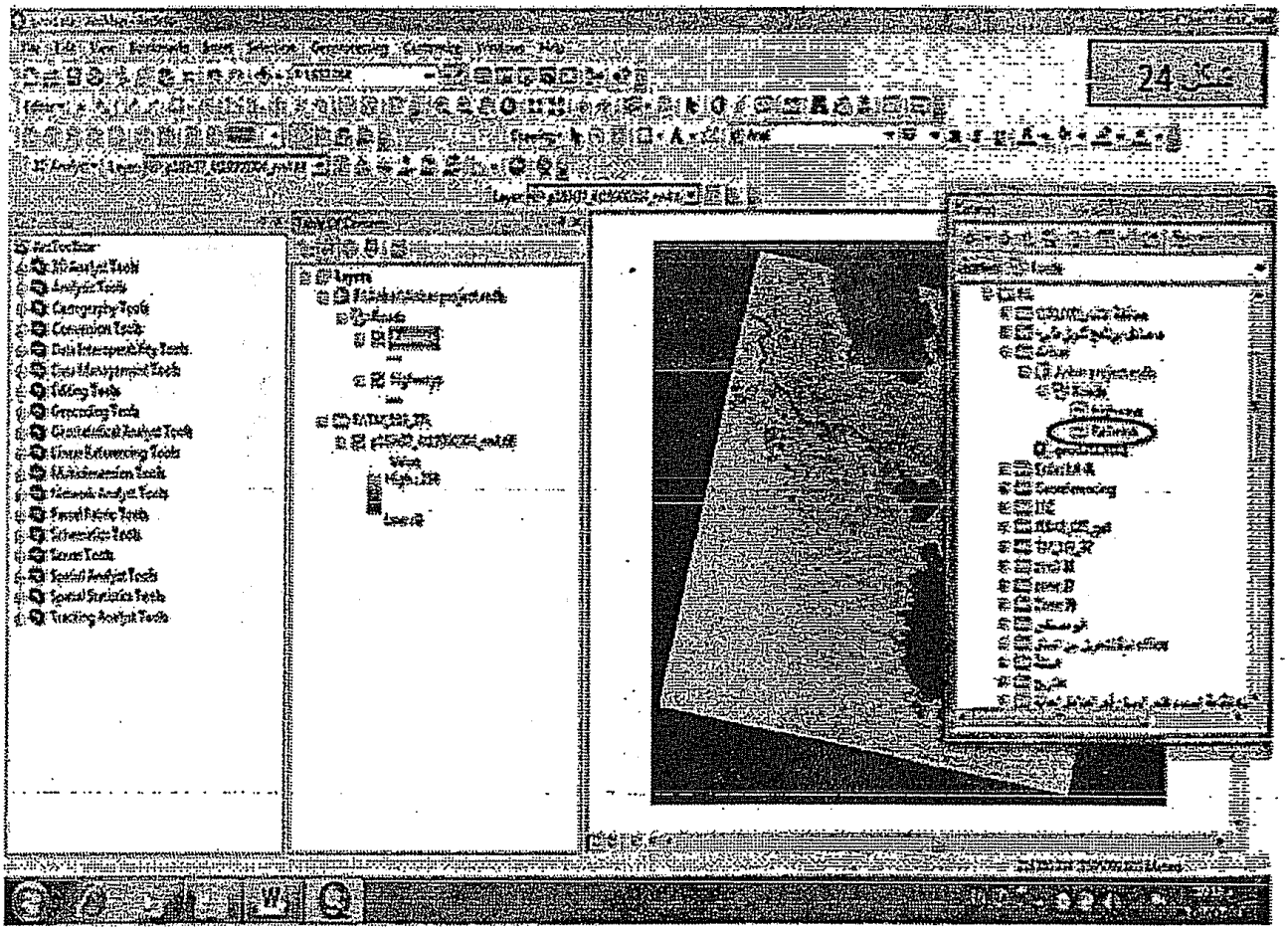


شكل 22

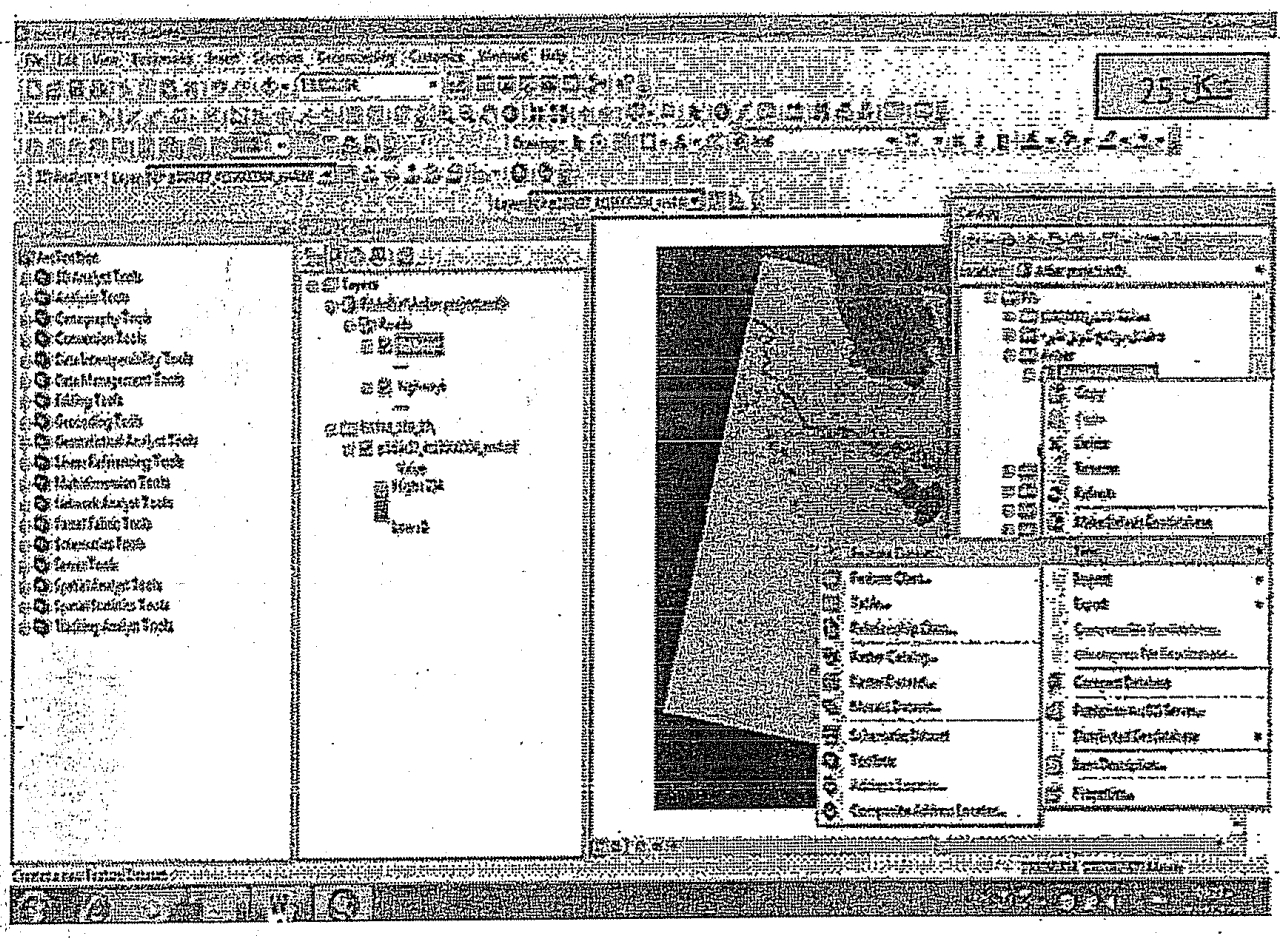


شكل 23

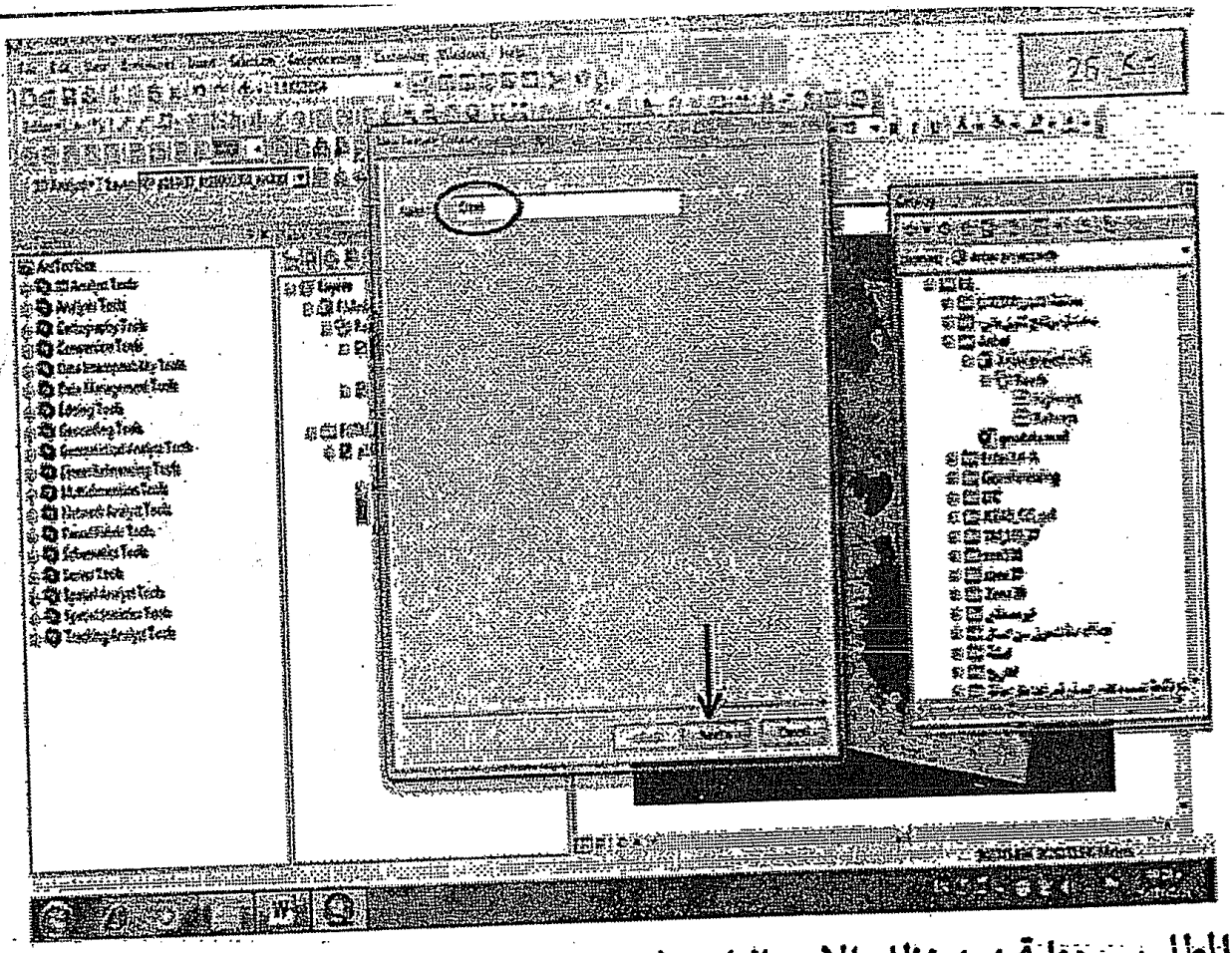
هنا اكتمل انشاء طبقة Railways شكل 24



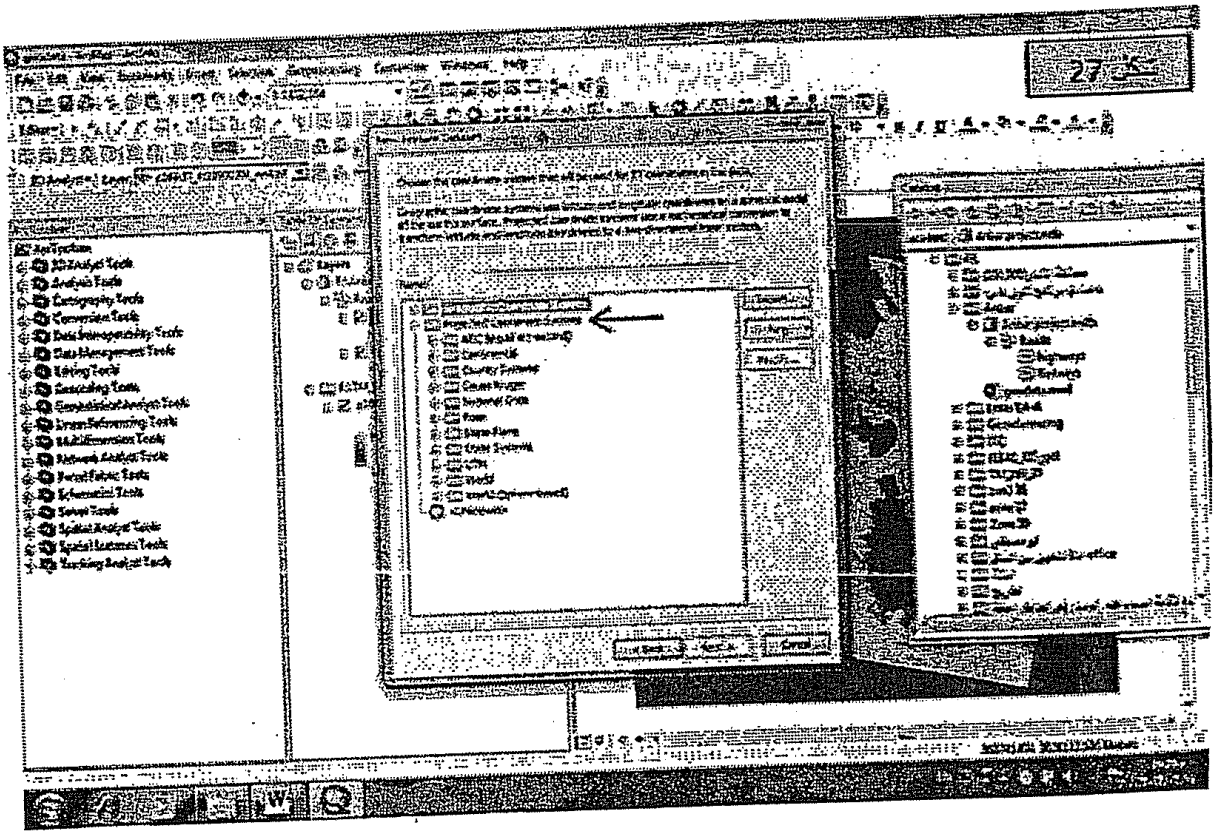
ولإنشاء طبقات المدن ضمن قاعدة البيانات الموسومة Anbar project نتبع نفس الخطوات السابقة

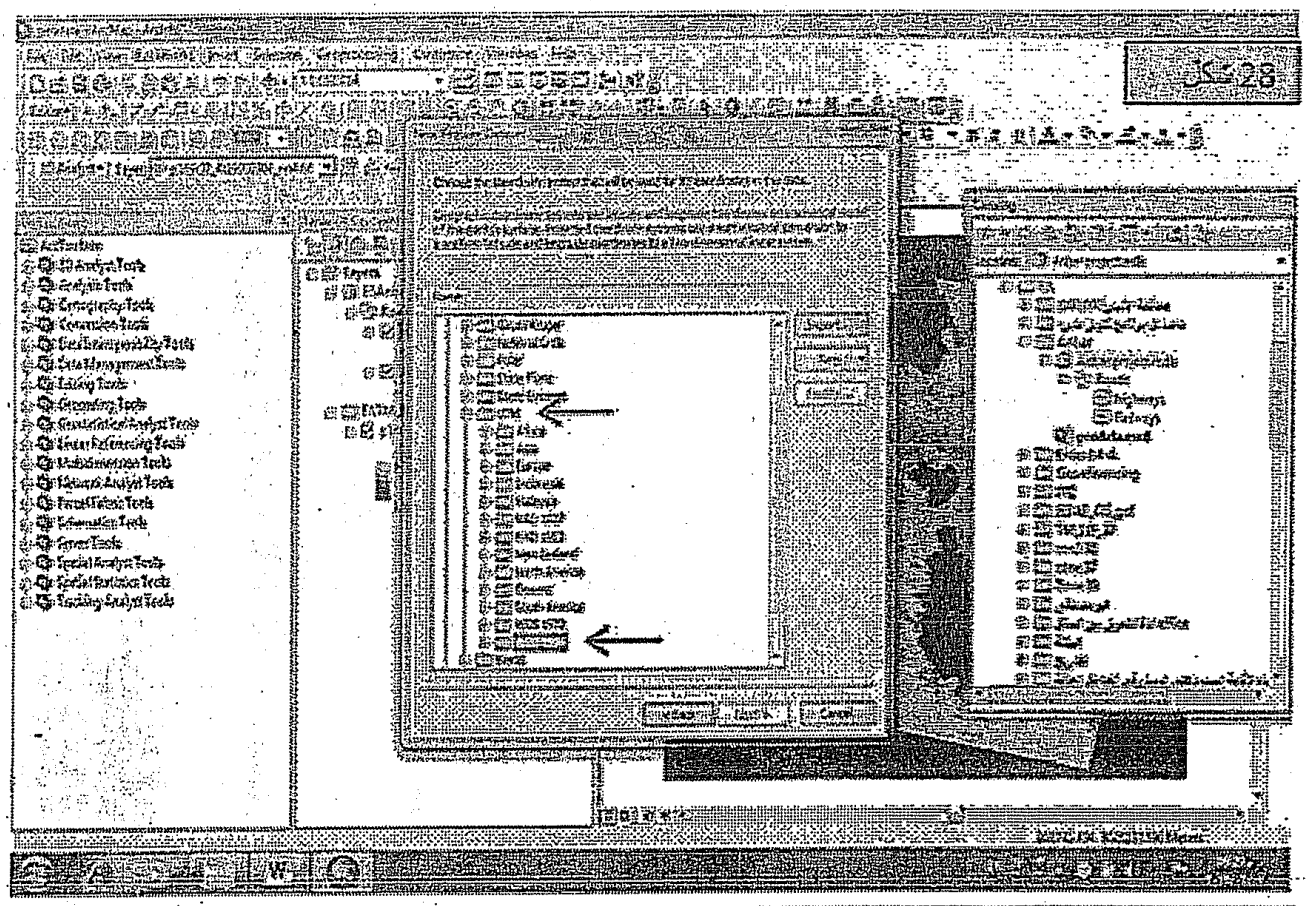


نختار اسم Cities لقاعدة البيانات الفرعية شكل 26:

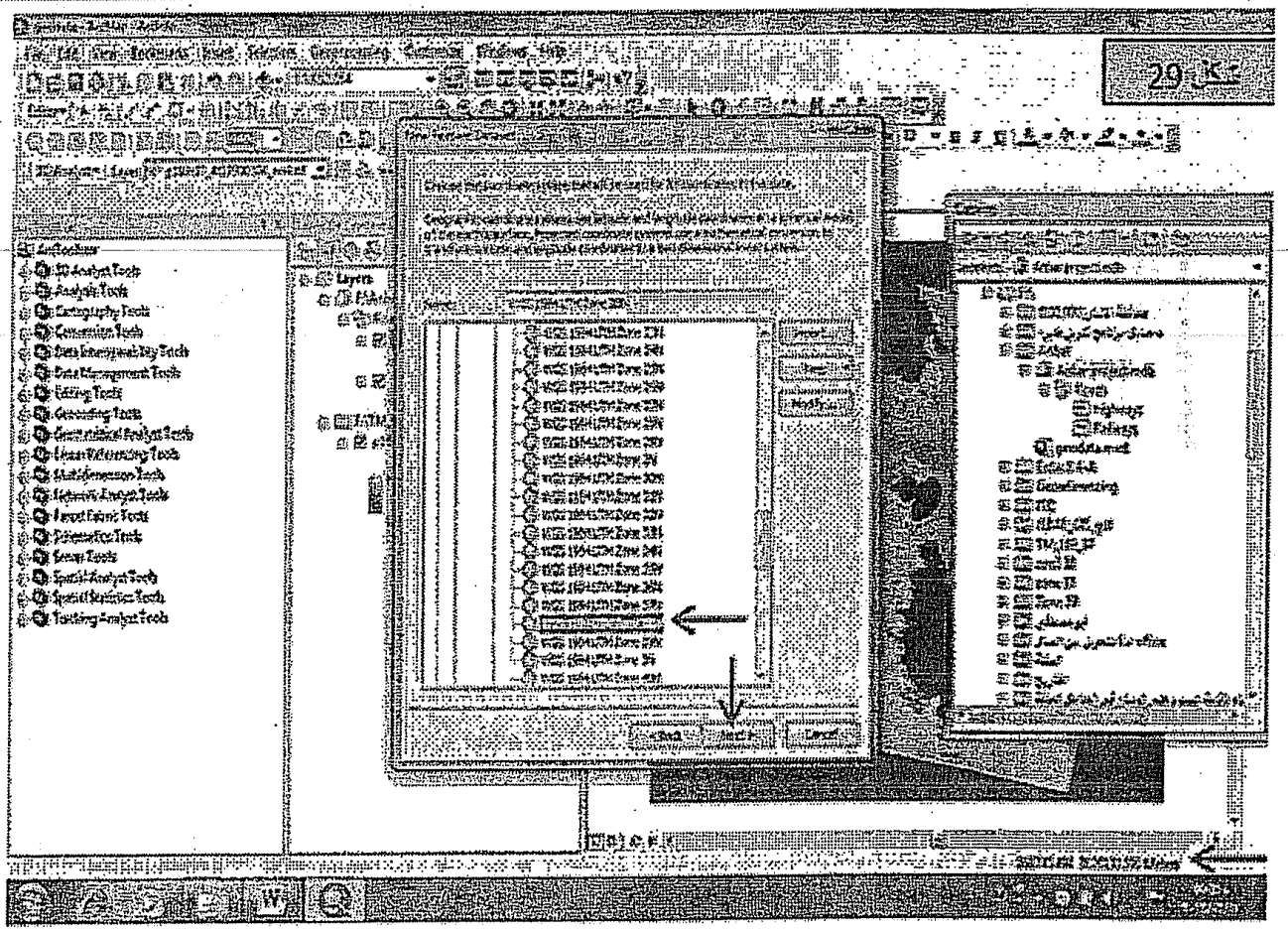


المطلوب هنا تحديد نظام الاحداثيات (نتبع نفس الخطوات السابقة عند انشاء طبقة Highways الاشكال 27 و28و29



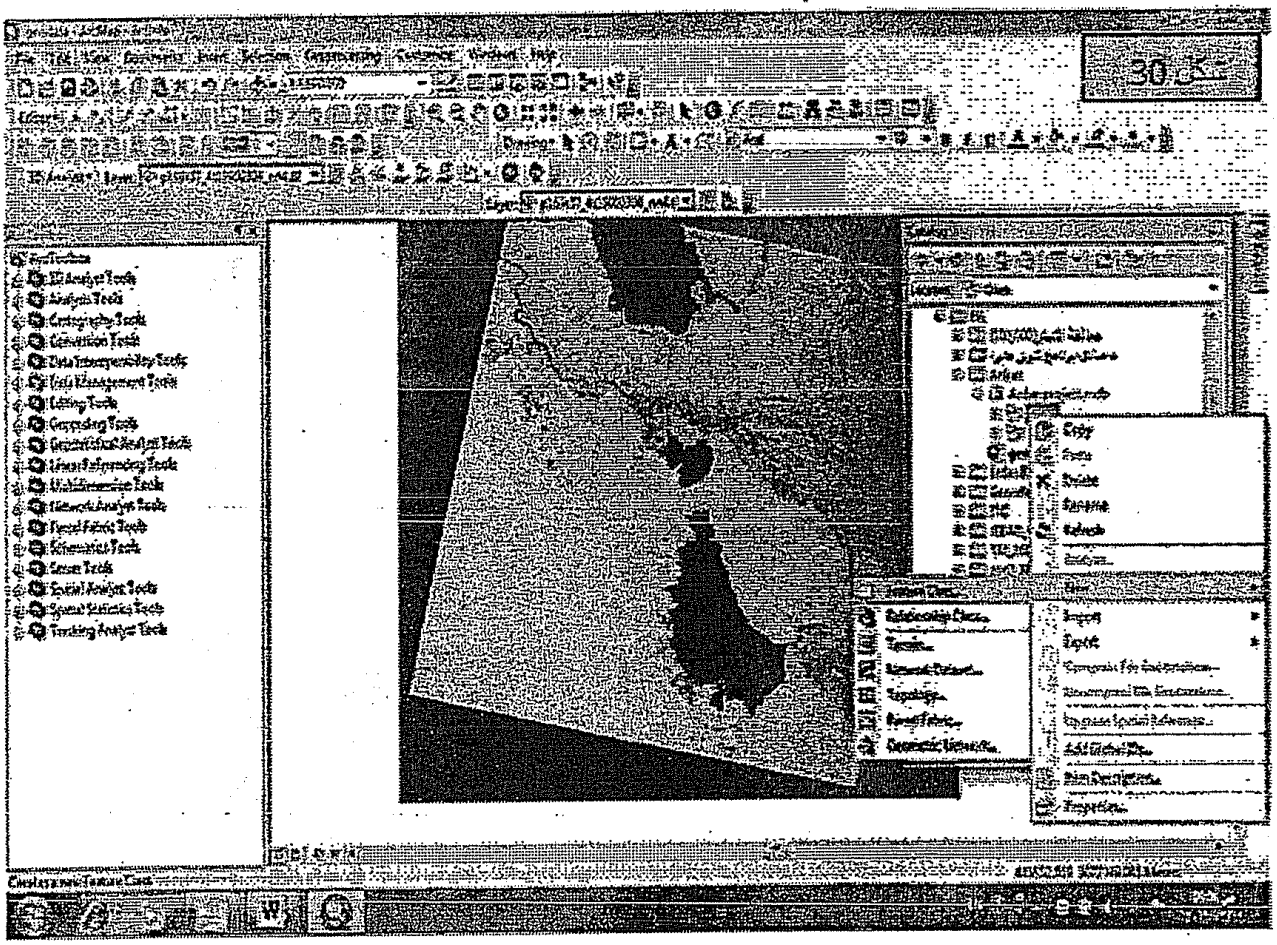


شكل 28



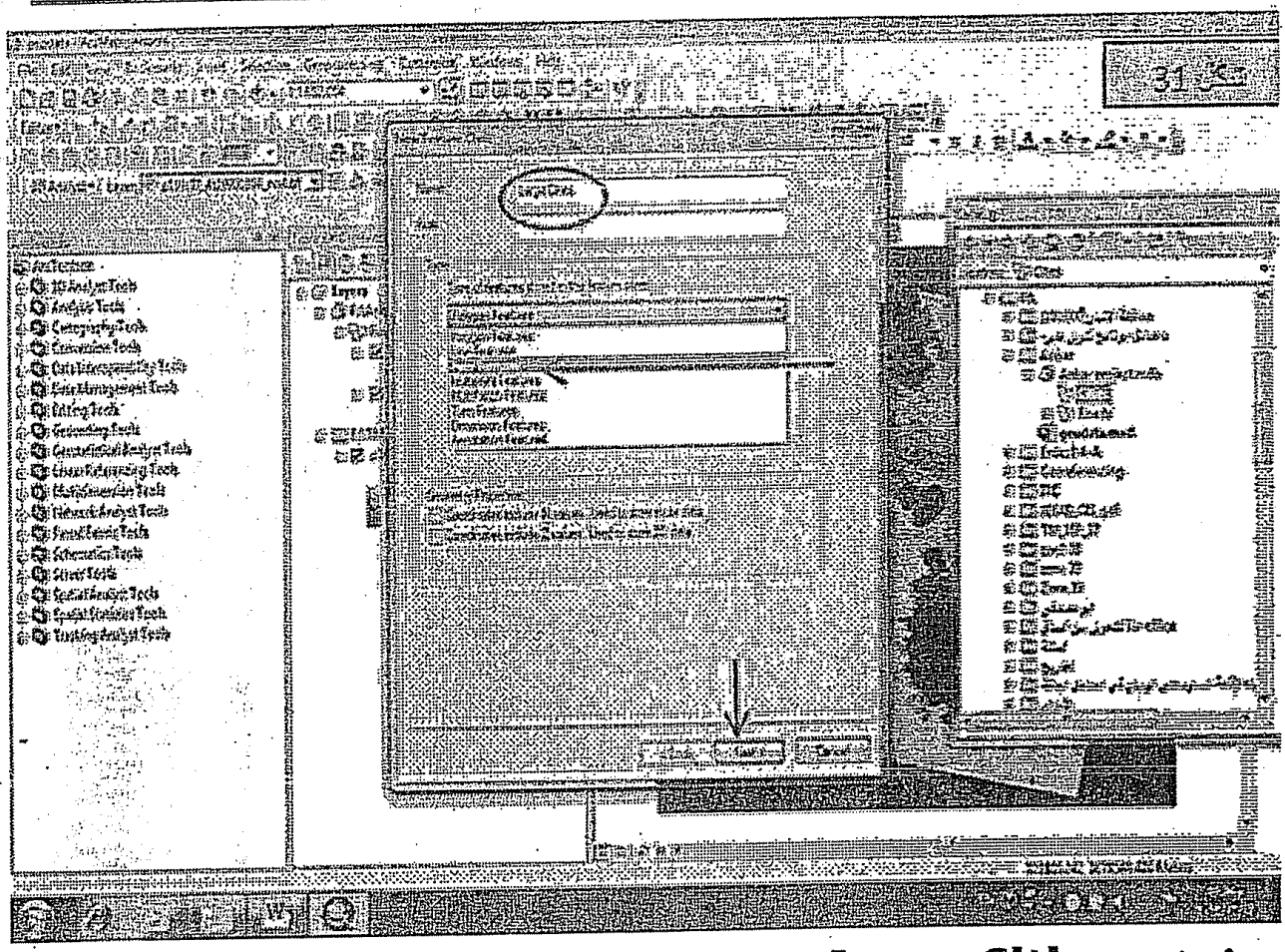
شكل 29

نقوم بإنشاء طبقة Large Cities كما في الاشكال 30و31 و32 و 33

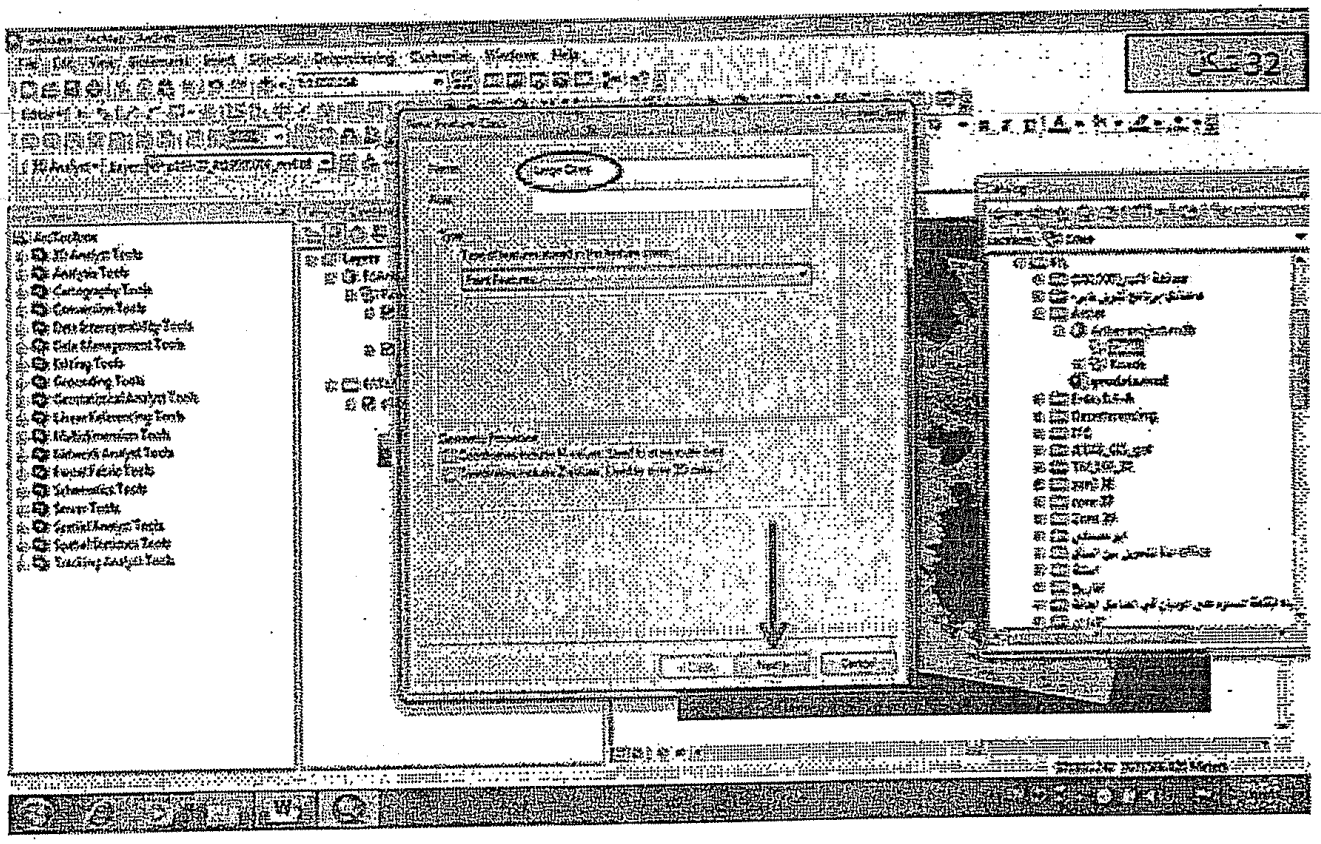


نختاراسم الطبقة Large Cities ثم Point Featurs لتمثيل المدن و Next

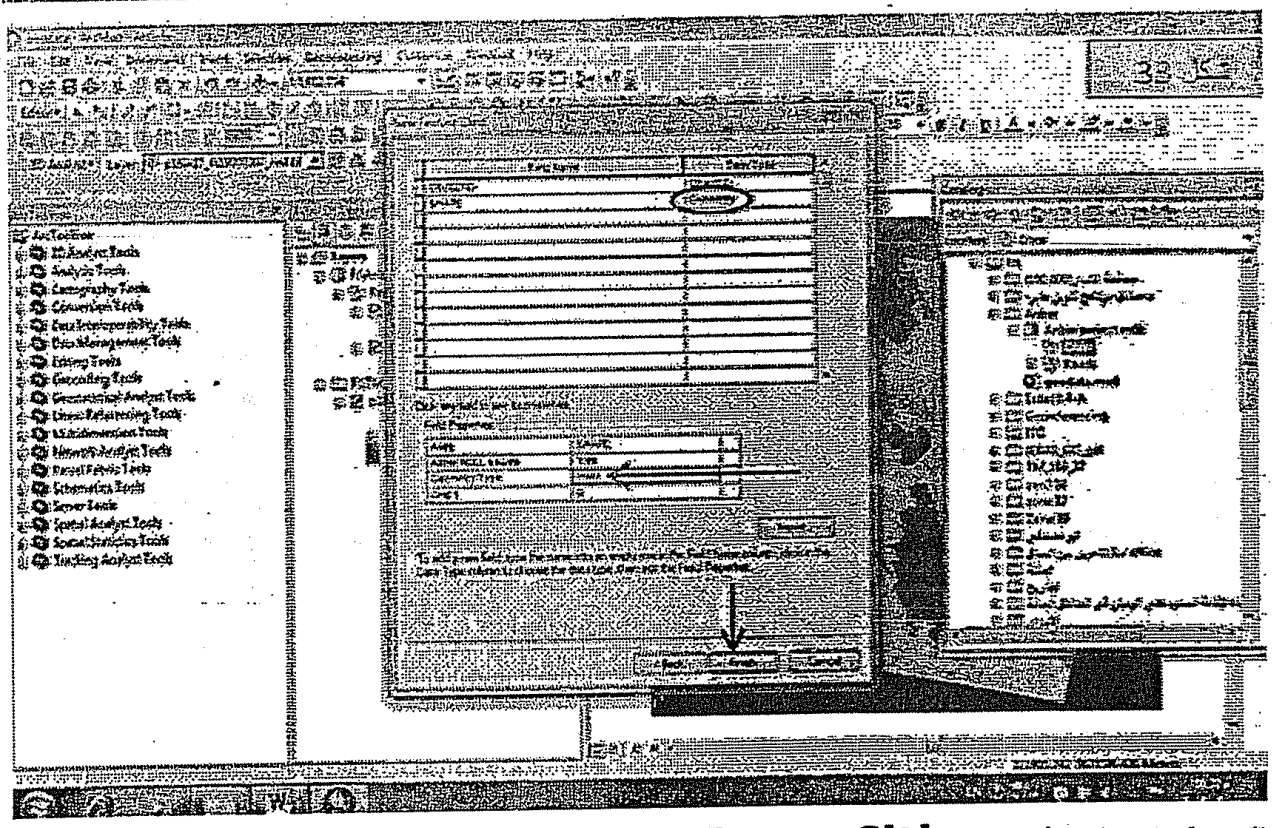
شكل 31



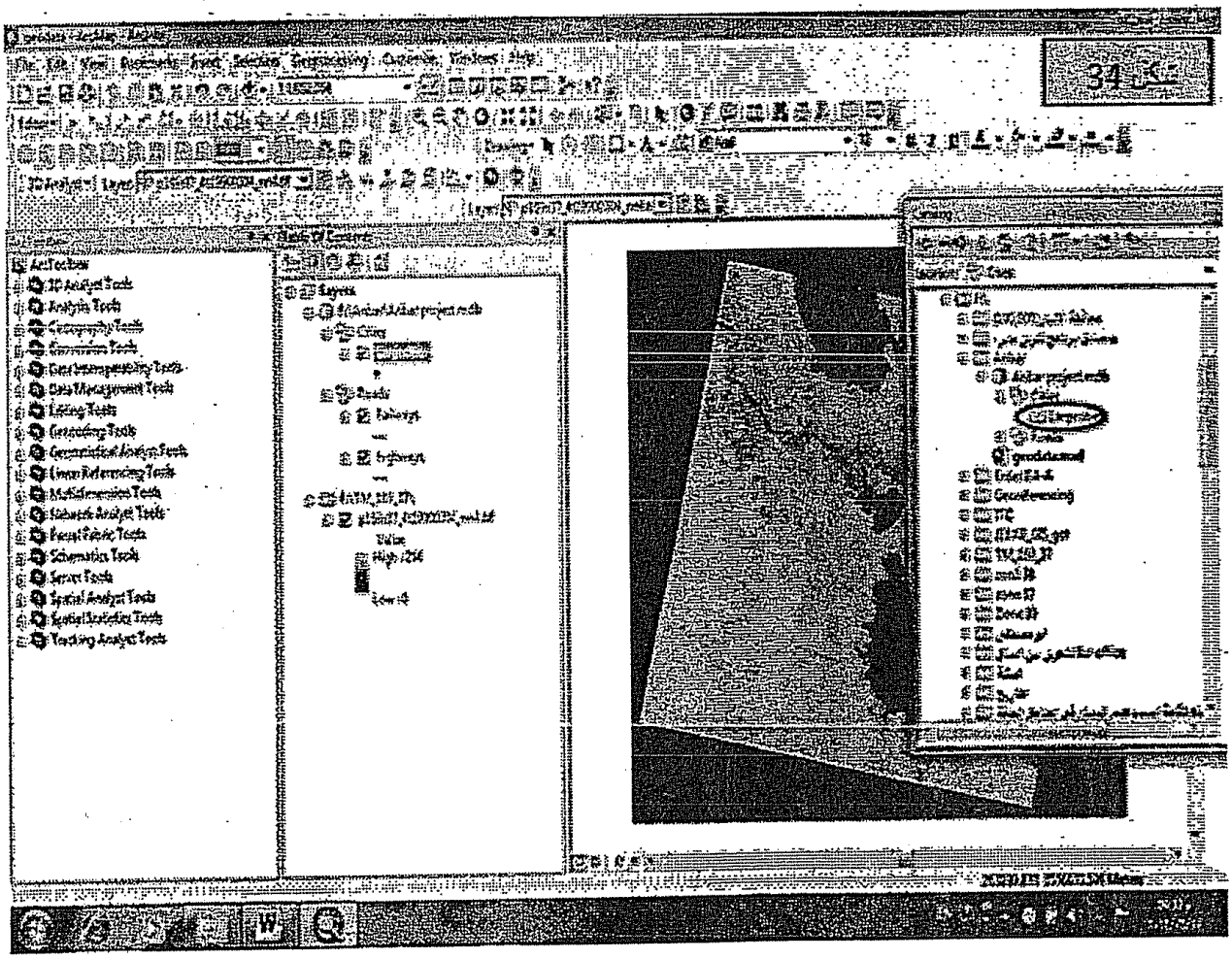
نعطي اسم Large Cities للطبقة ومن ثم Next شكل 32



نفعل Geometry و Pointثم Finish شكل 33:

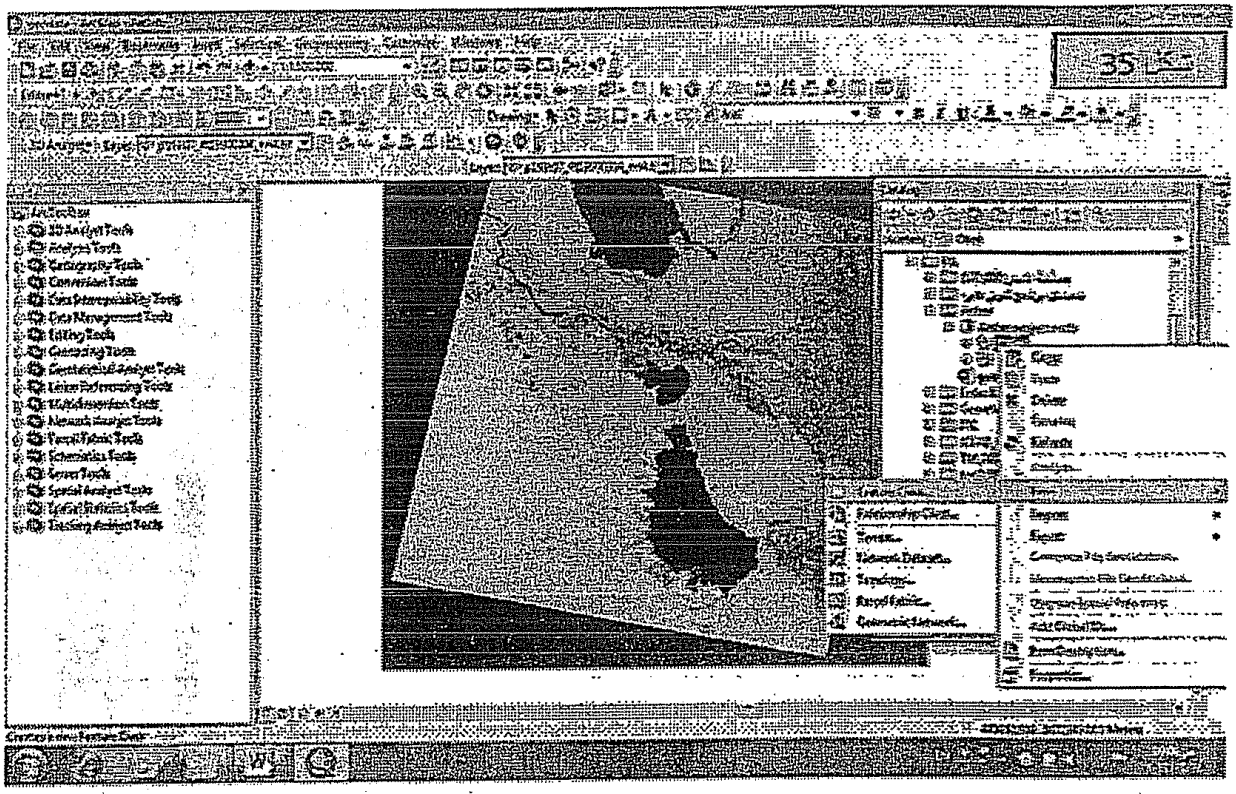


اكتمل انشاء طبقة **Large Cities** شكل 34:

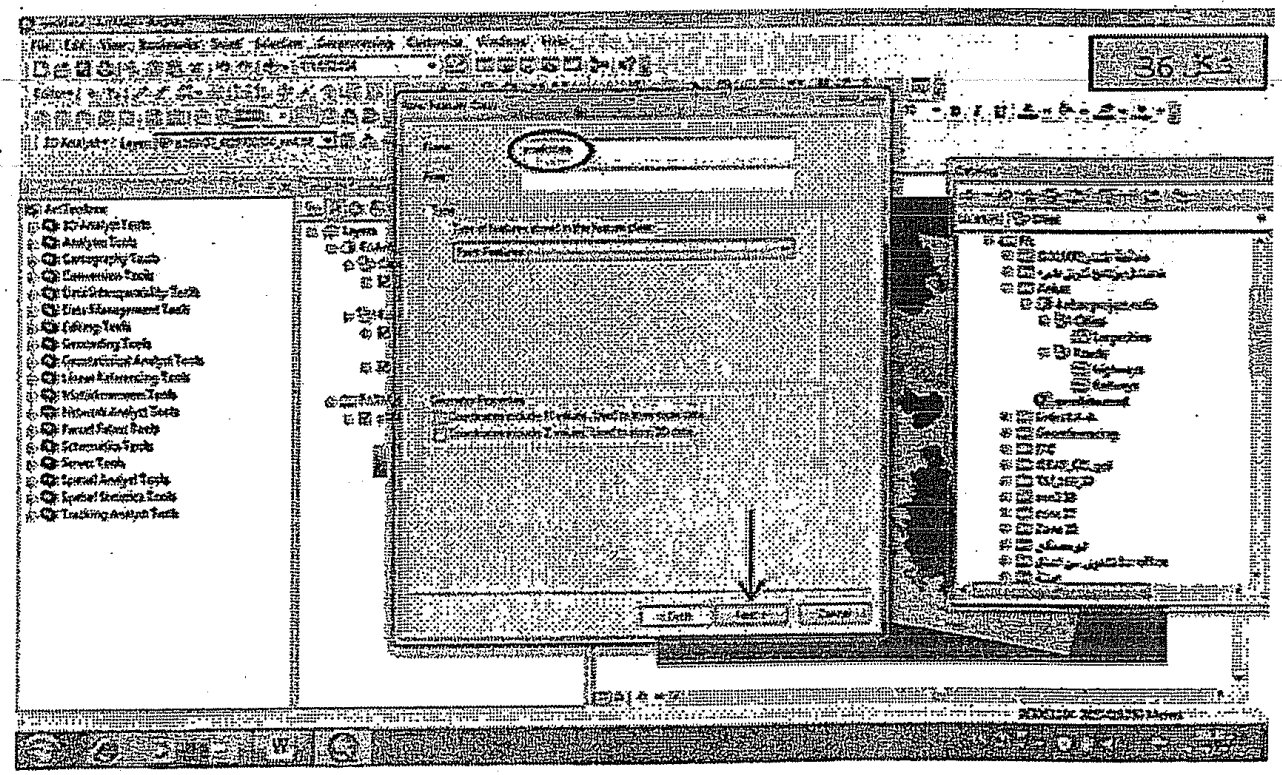


ولإنشاء طبقة اخرى نقطية تمثل المدن الصغيرة Small Cities نتبع ما يلي

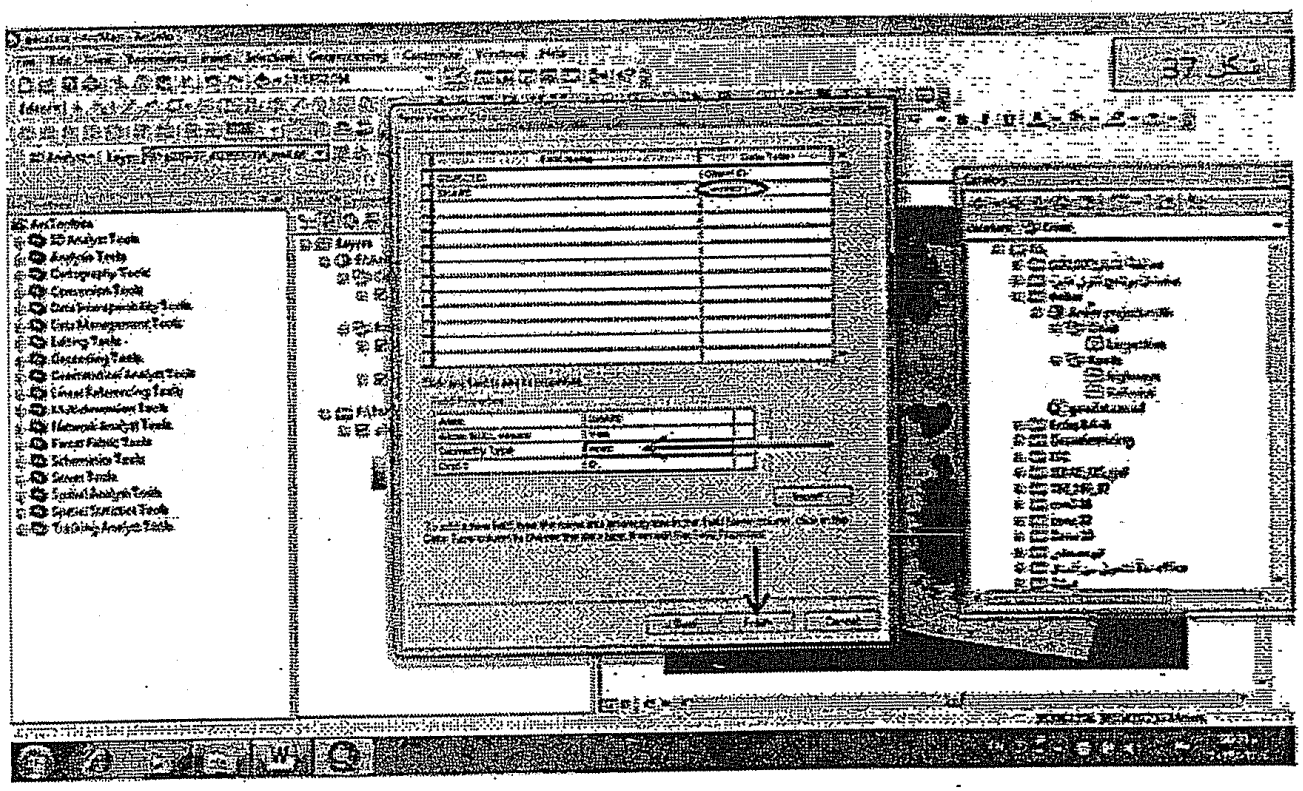
شكل 35:



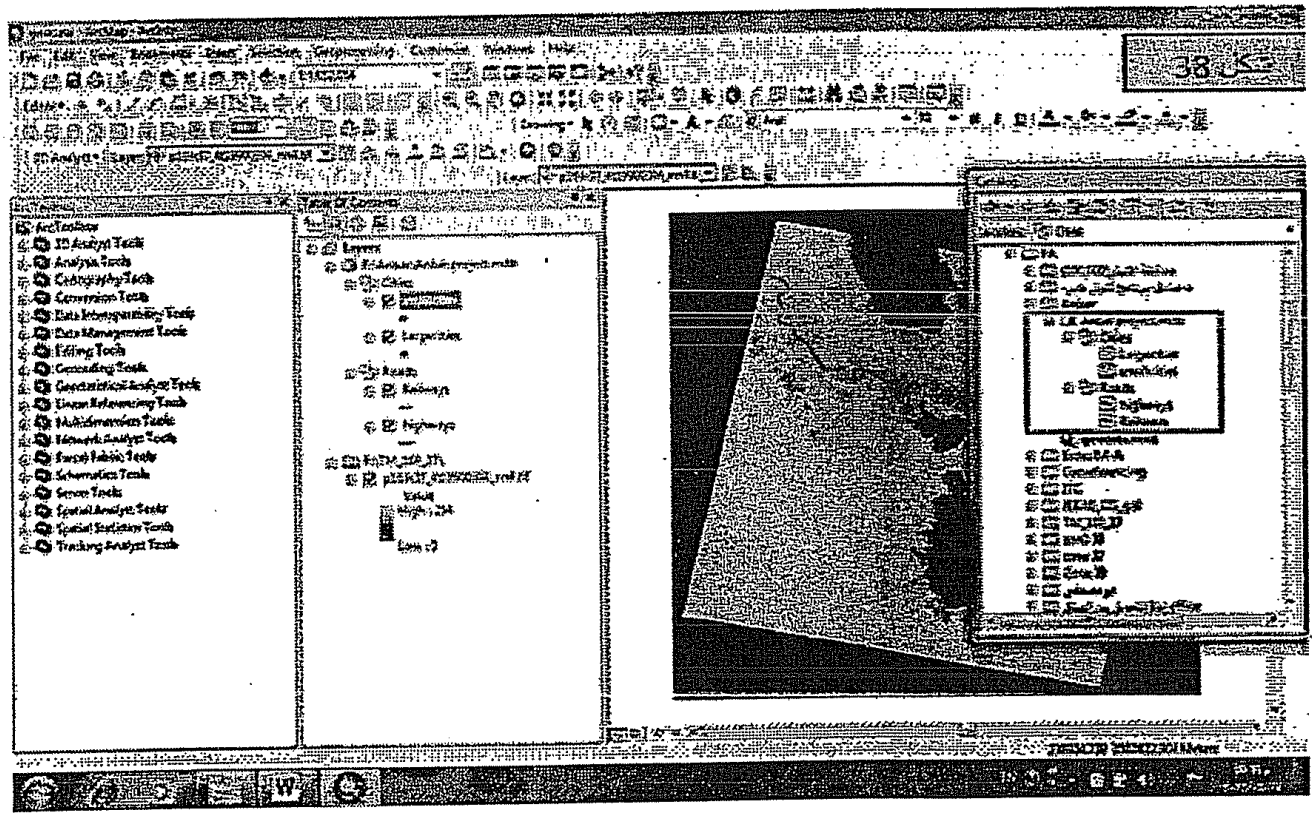
نعطيها اسم Small cities ثم Next شكل 36



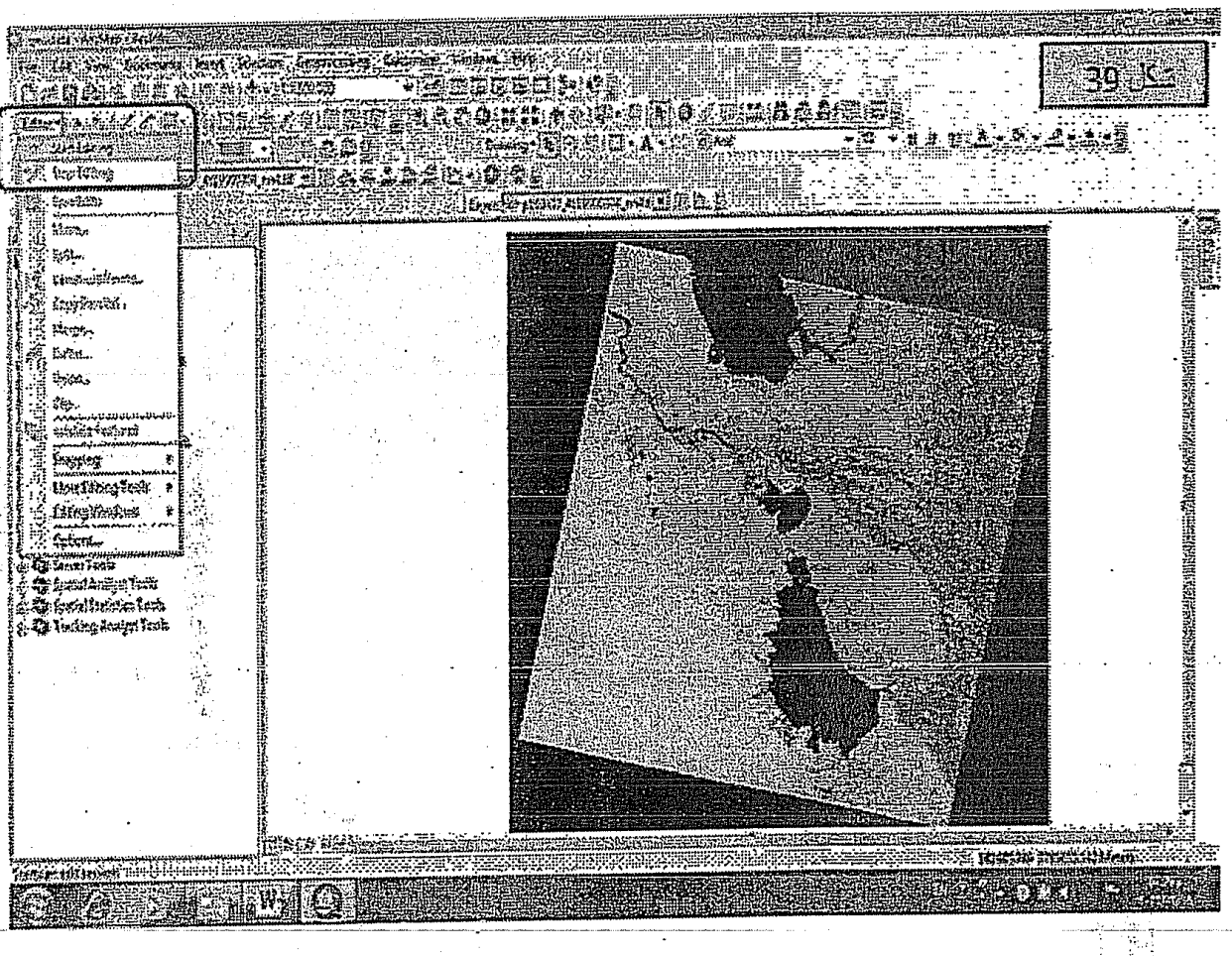
نفعل Geometry و Pointثم Finish شكل 37:



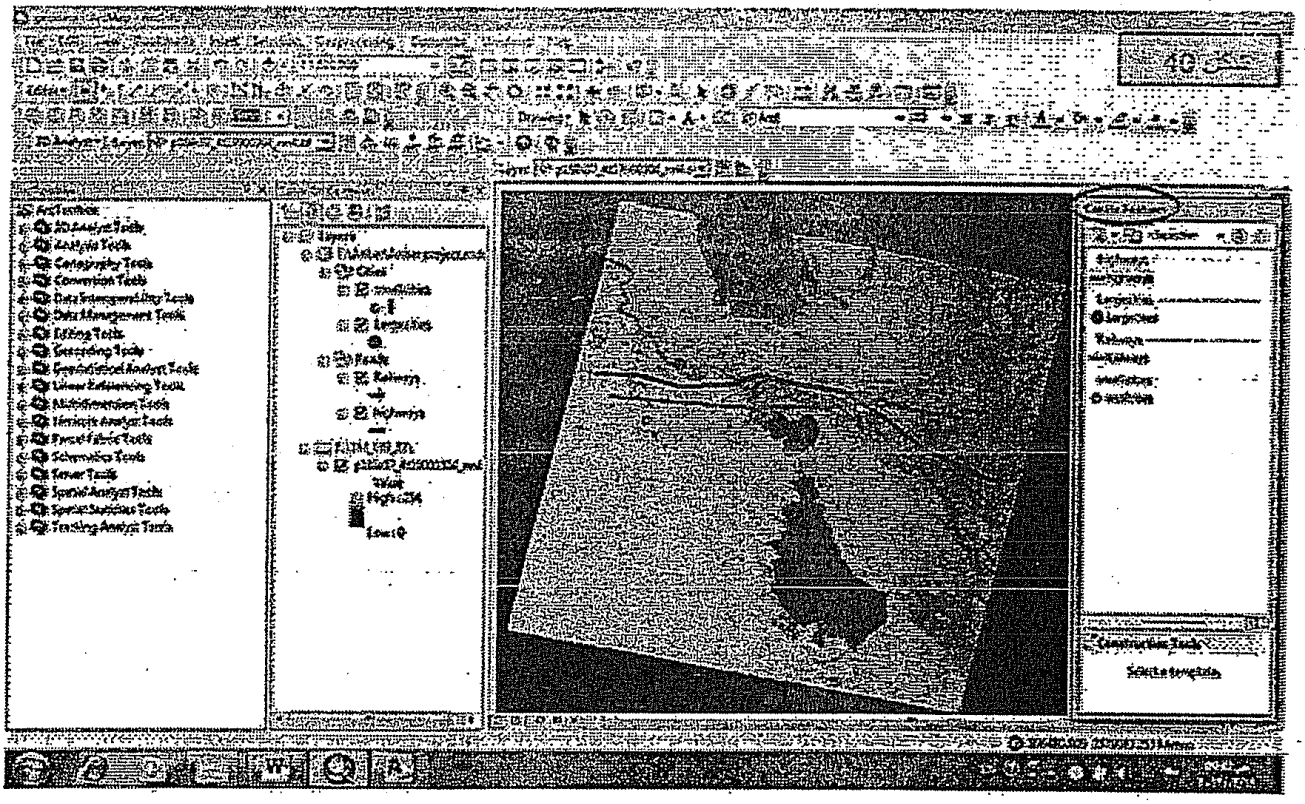
اكتمل انشاء اربع طبقات شكل 38:



وللعمل على الطبقات والرسم نفعل Editor ثم Start Editing نضغط عليها شكل 39:

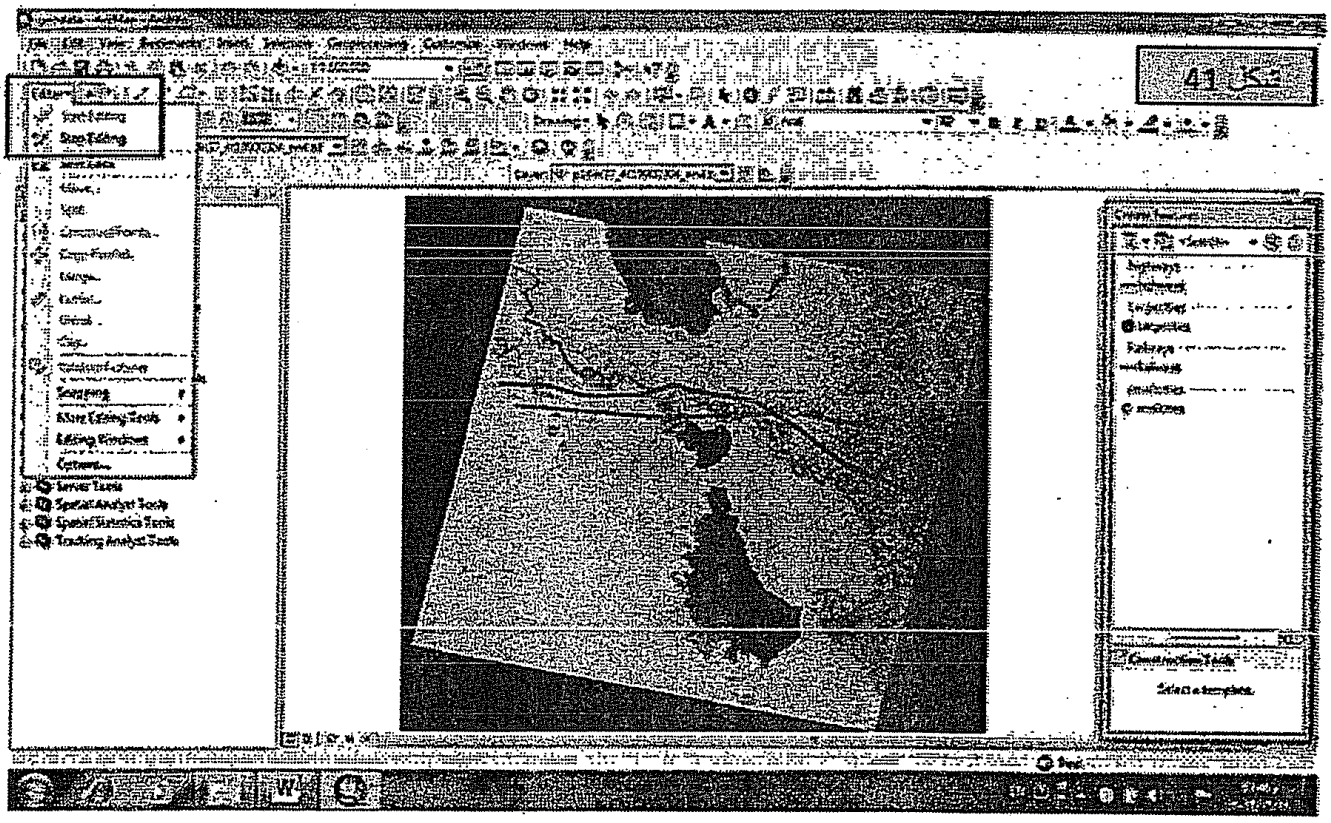


بعد الضغط على Start Editing تظهر واجهة Create Features ، يتم العمل من خلالها وذلك عن طريق الضغط على الطبقة المطلوب العمل عليها ثم سحب الماوس الى المرئية والرسم شكل 40:

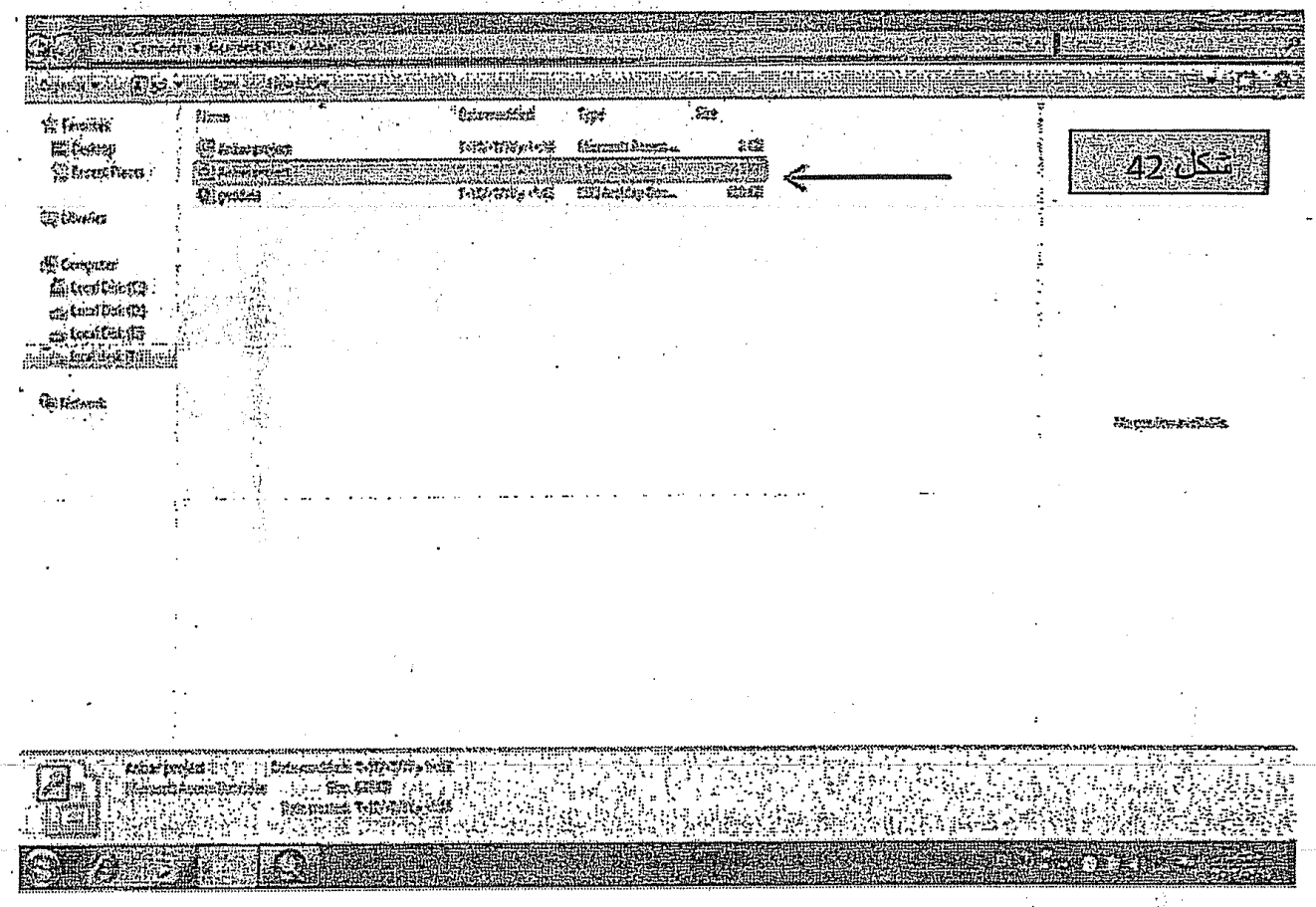


بعد الانتهاء من العمل نعمل Stop editing ومن ثم Save للحفظ شكل

:41



وبالرجوع الى مكان الخزن نجد قاعدة البيانات لمشرع العمل في مكان الخزن ، وهنا كان في F تحت ملف Anbar وتحت عنوان Anbar Project وبعد فتحه تظهر قاعة البيانات بصيغة Access شكل42



تظهر قاعدة البيانات ونفعل الجدول المطلوب اظهاره شكل 43 :