قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

محاضرات في

نظم المعلومات الجغرافية متقدمة

إعداد وتجميع

أ.م.د/ زمزم مرعي احمد درويش

محتويات الكتاب

	الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول	التعريف بنظم المعلومات الجغرافية	٣-٢٢
الفصل الثاني	خطوات بناء نظم معلومات جغرافية	٢٣-٣٩
	خلق الحقول وإدخال البيانات	٤٠-
	الجزء العملي sympolgy	٦٠-
الفصل الثالث	أساليب التحديد والتحليل المكاني للمعلومات المكانية	٧٥ - ٩٠
	الجزء النظري	٧٥-٨٣
	الجزء العملي	٨٣- ٩٠
الفصل الرابع	الخريطة الكنتورية	٩٠-١١٤
	الجزء النظري	٩٠-١٠٠
	الجزء العملي	١٠١-١١٤
الفصل الخامس	إستخدام النمذجة الكارتوجرافية لتحديد أفضل المواقع	١١٥-
	الجزء النظري	١١٦- ١٤٠
	الجزء العملي	١٤١-١٥٤
الفصل السادس	مستقبل نظم المعلومات الجغرافية	١٥٥-

الفصل الأول

التعريف بنظم المعلومات الجغرافية

لفظ الجغرافيا Geography لفظ إغريقي هو في الأصل Geographica، مؤلف من شقين أولها Geo ويعني الأرض، وثانيهما Graphica ويعني الوصف بالصورة وعلى هذا الأساس فالجغرافيا أول نشوئها عرفت بأنها "وصف الأرض أو صورتها" أو ما يسمى اليوم رسم الخرائط ،أول من كتب في موضوع علم الجغرافيا كتابة علمية كان العالم أوكلاديوس بطليموس الإغريقي ، أما فائدة هذا العلم فكانت عرض البيانات الجغرافية على الخرائط مثل حدود الأراضي ومسالك الطرق و تضاريس سطح الأرض والأنهار والبحيرات وتطورت تدريجيا لتشمل مدى واسع من البيانات مثل المناطق المأهولة بالسكان والأراضي الزراعية والصحراوية والمناخ ودرجات الحرارة والضغط الجوي وحركة الرياح الخ وصارت الجغرافيا تختص بدراسة كل ما يتعلق بسطح الأرض و يؤثر عليها لذلك يمكن اعتبار التعريف التالي هو احدث تعريف للجغرافيا وهو علم يدرس الأرض والظواهر الطبيعية والبشرية التي تحصل عليها.

البيانات الجغرافية التي يحتاجها علم الجغرافيا يصعب فهمها بدون الخرائط فكل جسم على سطح الأرض أو في باطنها أو في أجوائها يملك شكلا خاصا به سيكون من الأسهل لنا أن نرسمه ليتسنى لغيرنا رؤيته وفهمه بسهولة ويسر بدلا من شرحه بالكلام فقط وهذا لن يحقق نفس النتيجة ومع زيادة حاجة الإنسان لخرائط دقيقة وسهلة الفهم استقل رسم الخرائط عن الجغرافيا ليكون علما لوحده يسمى علم الكارتوكرافي وبالاعتماد على هذا العلم سيظهر نظام المعلومات الجغرافية والذي يعتبر احدث نظام متبع في يومنا هذا للعمل مع البيانات الجغرافية.

يري الكثيرون أن بداية تطور نظم المعلومات الجغرافية قد بدأت في عام ١٩٦٤م في كندا عندما تم تطوير عملية ترقيم للخرائط (تحويلها من الصورة الورقية إلي صورة رقمية في الحاسبات الآلية) وربط هذه الخرائط الرقمية مع معلومات غير مكانية (أو معلومات وصفية) علي شكل قوائم مما أدي لإنشاء عدة طبقات للزراعة و التربة و الثروة الحيوانية و استخدامات الأراضي لمنطقة المشروع الذي أطلق عليه أسم نظام المعلومات الجغرافية الكندي. وفي عام ١٩٦٩م تم تأسيس شركة معهد البحوث والنظم البيئية Environmental Systems Research Institute المعروفة باسم ESRI في الولايات المتحدة الأمريكية علي يد جاك دينجرموند لتصبح أول شركة خاصة في مجال تطوير برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (وأشهرهم حتى الآن علي المستوي العالمي). وفي عام ١٩٧٠م عقد أول مؤتمر دولي في نظم المعلومات الجغرافية ونظمه الاتحاد العالمي للجغرافيين بدعم من منظمة العلوم والثقافة بالأمم المتحدة (اليونسكو). ومع انطلاق القمر الصناعي الأمريكي Landsat في عام ١٩٧٢م زادت الحاجة إلي نظم المعلومات الجغرافية لتخزين وتحليل وعرض هذا الكم الهائل من المعلومات عن سطح الأرض واستنباط الخرائط منها. ومع بدء العمل بالنظام العالمي لتحديد المواقع GPS في منتصف الثمانينات من القرن العشرين الميلادي أصبح تجميع القياسات الميدانية

أسرع و أسهل ومن ثم زاد انتشار و تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية. ومن هنا بدأت العديد من الجامعات في تدريس هذه التقنية الجديدة (أو هذا التخصص العلمي الجديد) وتطبيقها في العديد من العلوم الهندسية و الجغرافية و الزراعية و البيئية.

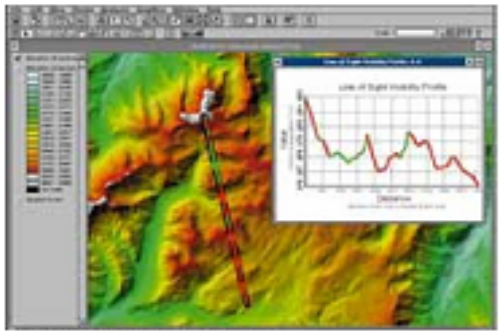
١ - ١ ما هي نظم المعلومات الجغرافية

يواجة الأنسان عادة مشاكل و تساؤلات و تحديات عدة يحتاج الي دعم و مساندة امواجهتها و أتخاذ قرارات حلها ، فمثلا يواجة المخطط العمراني تساؤلات لأختيار افضل موقع لأنشاء تجمع عمراني جديد. و يواجة المزارع تساؤلا عن خصائص التربة في مناطق زراعية معينة، و يواجة التاجر تساؤلا عن أفضل مكان لأفتتاح متجرة الجديد للحصول على اكبر ربح، و يواجه عالم المناخ تساؤلات عن تطور ثقب الأوزون فى العشر سنوات الأخيرة و كذلك يواجة القائد العسكري تساؤلات عن أكمانية كشف قوات العدو و أسلحتة و معداتة فى حالة التحرك الي موقع ما، و للأجابة عن كل هذة التساؤلات و غيرها الكثير جدا تظهر الحاجة لوجود قواعد بيانات خاصة بهذة العناصر و مرتبطة بمواقعها الجغرافية في الطبيعة و هي التى يطلق عليها **(Spatial Data)** ، وهذا ظهرت تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية . **(Geographic Information System).**

إن نظم المعلوماتالجغرافية وسيلة تعتمد أساسا" على استخدام الحاسب الآلى فى تجميع ومعالجة وعرض وتحليل البيانات المرتبطة بمواقع جغرافية لاستنتاج معلومات ذات أهمية كبيرة فى اتخاذ قرارات مناسبة .

وتتضمن تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية العمليات المعتادة التي تتم على قواعد البيانات **(Data Base)** مثل الاستفسار والتحليل الإحصائي بالإضافة إلى التصور والتحليل الجغرافي المميز الذي توفره الخرائط .و ينبغي الأخذ في الاعتبار عند التعرض لنظم المعلومات الجغرافية أنها مجموعة من الأدوات تستخدم بواسطة الأفراد المؤهلين لحل مشاكل التعامل مع البيانات والمعلومات الخاصة بمجالات التنمية المختلفة لذلك تبع الأهمية في كيفية استخدام هذه الأدوات .

و تمتاز نظم المعلومات الجغرافية بأنها تجمع بين عمليات الاستفسار والاستعلام **(Query)** الخاصة بقواعد البيانات **(Data Base)** مع إمكانية المشاهدة والتحليل والمعالجة البصرية لبيانات جغرافية من الخرائط وصور الأقمار الصناعية والصور الجوية ، وهى الميزة التي تميز نظم المعلومات الجغرافية عن نظم المعلومات المعتادة وتجعلها متاحة لكثير من التطبيقات العامة والخاصة لتفسير الأحداث وحساب المؤشرات ووضع الاستراتيجيات . فعلى سبيل المثال : من التحديات المعاصرة في عالمنا اليوم الانفجار السكاني ، التلوث، الزحف العمراني على المناطق الزراعية ، و الكوارث الطبيعية، كل هذه الأمور تشترك في البعد الجغرافي بما يميزها عن غيرها من المشاكل.



(شكل ١) نقل الواقع بكامل بياناته الوصفية و المكانية إلى الحاسب الآلى .

وعلى المستوى المحلى أو الفردي فمشكلة إيجاد افضل موقع لفرع منشأة جديدة من سلسلة فروع تجارية أو إيجاد احسن نوع تربة يناسب زراعة محصول جديد أو تحديد احسن مسار على شبكة الطرق لسيارة المطافئ أو الإسعاف كل هذه الأشياء يجمعها العامل الجغرافي.

GIS

لا يوجد تعريف محدد لنظم المعلومات الجغرافية ويرجع السبب في ذلك إلي انتشار تطبيق هذه التقنية في العديد من المجالات سواء الحاسوبية أو الهندسية أو الجغرافية أو الزراعية أو البيئية .... الخ ، وبالتالي فكل فريق يقدم تعريفا لنظم المعلومات الجغرافية طبقا لمفهومه و طريقة تطبيقه واستفادته من هذه التقنية. ومن هذه التعريفات:

تعريف Smith 1987: نظام المعلومات الجغرافي هو نظام قاعدة المعلومات الذي يحتوي علي معلومات مكانية مرتبة بالإضافة لاحتوائه علي مجموعة من العمليات التي تقوم بالإجابة علي استفسارات عن ظاهرة مكانية من قواعد المعلومات.

تعريف Parker 1988: نظم المعلومات الجغرافية هي نظم تكنولوجية للمعلومات تقوم علي تخزين و تحليل و عرض المعلومات المكانية وغير المكانية.

تعريف Devine and Field 1986: نظم المعلومات الجغرافية هي نمط من نظم المعلومات يتيح عرض خرائط المعلومات عامة.

تعريف Zoeltz 1989: يتشعب مفهوم نظم المعلومات الجغرافية في شقين أحدهما البرامج وكيفية حصر المعلومات و تخزينها و معالجتها للاستفادة منها لتحقيق هدف معين والآخر قاعدة معلومات تعتمد علي الإحداثيات الجيوديسية التي تسهل التعامل معه.

تعريف Cowen 1988: نظم المعلومات الجغرافية هي نظم دعم القرار بواسطة دمج المعلومات المكانية لخدمة حل القضايا البيئية.

تعريف مؤسسة ESRI 1990: نظم المعلومات الجغرافية هي مجمع متناسق يضم مكونات الحاسب الآلي و البرامج و قواعد البيانات والأفراد المدربين ويقوم هذا المجمع بحصر دقيق للمعلومات المكانية و غير المكانية و تخزينها و تحديثها و معالجتها و تحليلها و عرضها. ربما يكون تعريف مؤسسة ESRI هو الأعم و الأشمل الذي يقدم صورة عامة واضحة عن مكونات و أهداف نظم المعلومات الجغرافية.

يختلف الكثيرون في تحديد ما إذا كانت نظم المعلومات الجغرافية علما أم مجرد تقنية. يري البعض أنها علما يقع بين منطقة التداخل بين عدة علوم أخري مثل المساحة و الحاسب الآلي والإحصاء و الجغرافيا. كل مفتاح يتم النقر عليه في أي برنامج من برامج نظم المعلومات الجغرافية ما هو إلا تنفيذ مجموعة من الخطوات التي يرجع أصلها إلي واحدة من العلوم المذكورة. فعلي سبيل المثال فان أمر "تغيير المسقط" داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية قائم علي تنفيذ مجموعة من المعادلات المساحية الرياضية (المساحة الجيوديسية) التي تحدد خطوات حساب تغيير مسقط الخريطة Map Projection من نوع لأخر وكذلك معادلات نقل الإحداثيات من مرجع جيوديسي لأخر. بناءا علي ذلك فان نظم المعلومات الجغرافية تكون – من وجهة نظر من يقوم بتطويرها وابتكار أدوات جديدة بداخلها – علما من العلوم الحاسوبية و المعلوماتية. علي الجانب الأخر فان من يقوم باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية – كما هي - في مجال تخصصه ينظر إليها علي أنها تقنية جديدة تساعده في تطبيقات عملية في مجال عمله وهؤلاء هم مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية.

النظرة العامة لتطبيق نظم المعلومات الجغرافية أنها تقدم لمستخدميها الإجابة علي خمسة أسئلة للوصول لإجابات تناقش كلا من: الموقع Location والشرط Condition و المنحي Trend و النمط Pattern و النموذج Model:

(أ) الموقع: ماذا يوجد في موقع محدد؟ تجيب نظم المعلومات الجغرافية بعرض بيانات (خريطة وبيانات وصفية) للمظاهر الموجودة في مكان محدد.

(ب) الشرط: أين يقع هذا المطلوب؟ تجيب نظم المعلومات الجغرافية بتحديد المواقع التي يتوافر بها شروط أو مواصفات معينة.

(ج) المنحي: ما الذي تغير؟ تجيب نظم المعلومات الجغرافية بتحديد حالة موقع معين في تواريخ مختلفة للتعرف عن المتغيرات الحادثة به.

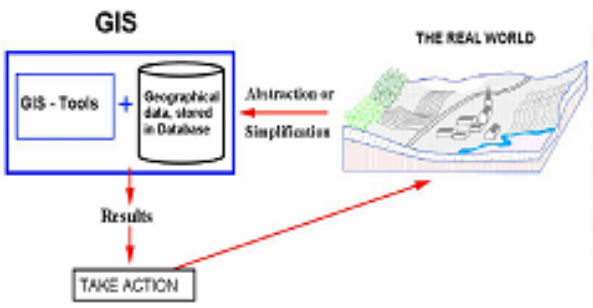
(د) النمط: كيف تتوزع الظاهرات مكانيا؟ تجيب نظم المعلومات الجغرافية بتحديد نمط توزيع ظاهرة معينة في بقعة جغرافية محددة.

(ذ)النموذج: ماذا لو؟ تجيب نظم المعلومات الجغرافية بصياغة ظاهرة طبيعية و فهم تواريخها و أماكن حدوثها بحيث يمكن التنبؤ بالتغيرات التي قد تطرأ عليها.

التعامل الجغرافي.

١-٢ الحاجة الي نظم المعلومات الجغرافية

تطورت الحاجة الى نظم المعلومات الجغرافية فى المجالات والتخصصات المختلفة مثل التخطيط العمراني وحماية البيئة استخدامات الأراضي وادارة المرافق وغيرها بسبب قدرتها على تنظيم وتحليل المعلومات الجغرافية حي تمتاز بالقدرات الأتية :



(شكل ٢) الربط بين البيانات المكانية والوصفية في قاعدة بيانات واحدة داخل نظم المعلومات الجغرافية تساهم في دعم اتخاذ القرارات المختلفة.

١- إمكانية الربط بين البيانات المكانية والوصفية.
٢- القدرة على التعامل مع عدة طبقات من البيانات في وقت واحد .
٣- القدرة التحليلية .
٤- المساهمة في دعم اتخاذ القرارات .

١-٣ مكونات نظام المعلومات الجغرافى

يتكون نظام المعلومات الجغرافى من خمسة مكونات أساسية هى :

١- الآلات (Hardware).
٢- البرامج (Software) .
٣- البيانات(Graphical & attribute Data) .
٤- الأشخاص (People) .
٥- الوسائل (Procedure) .

١-٣-١ الآلات (Hardware) .

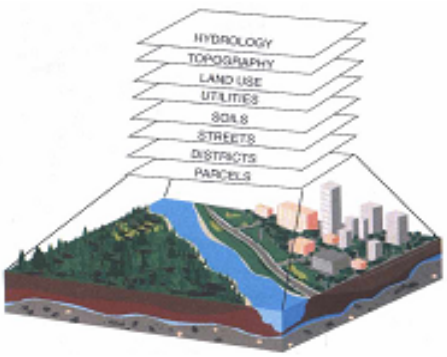
إن مفهوم الآلة في أي نظام معلومات هو الكمبيوتر الذي يعمل علية ذلك النظام . الآن تعمل برامج نظم المعلومات الجغرافية على أنواع كثيرة من أجهزة الكمبيوتر بداية من خدمات الحاسب المركزية (Main Frame) لخدمة المشروعات العملاقة إلى الحاسبات الشخصية (Personal Computer) الذي يمكن أن يستخدم في الأعمال بمفردة أو في شبكة مكونة من مجموعة حاسبات شخصية، هذا بالإضافة إلى جانب انتشار أجهزة تحديد المواقع علي سطح الأرض (GPS) و التي تستخدم لتحديد إحداثيات نقط معينة علي سطح الأرض .

(شكل ٣) مكونات نظم المعلومات الجغرافية.

١-٣-٢ البرامج (Software) .

توفر برامج نظم المعلومات الجغرافية الأدوات والأساليب الخاصة بتخزين ، و تحليل وعرض المعلومات الجغرافية . ومن المكونات الأساسية في برامج نظم المعلومات الجغرافية أدوات لإدخال وتطويع المعلومات الجغرافية مع وجود واجهات التطبيق (GUI) كأداة لسهولة الاتصال بين الجهاز و المستخدم .و تتكون البرامج من مجموعة من المكونات الأساسية و التي تشمل :

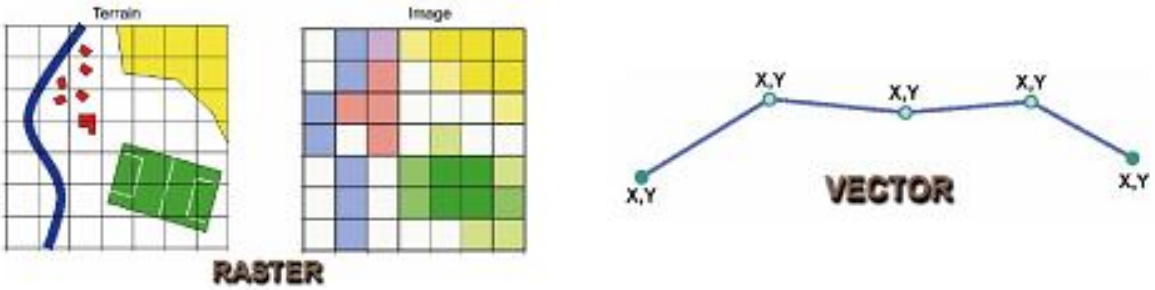
- أدوات لتخزين الأشكال المختلفة للبيانات الوصفية أو الجغرافية .
- التكامل مع برامج قواعد البيانات (Relational Database) .
- أدوات البحث و التحليل و العرض .
- واجهة تطبيق سهلة للمستخدم (GUI) لسهولة التعامل مع البرنامج.
- أدوات لعمل علاقات اتصالية (Topological Relationships) بين عناصر نظام المعلومات الجغرافي.
- أدوات و وسائل تسمح لعدد كبير من المستخدمين بإدخال البيانات و العمل في وقت واحد و بكفاءة عالية (Multi- User Management) .



(شكل ٤) تحويل سطح الأرض إلى مجموعة من الطبقات لتسهيل التعامل معها.

إن نموذج (Vector) يستخدم في وصف الأشياء الدابة لكنة غير مفيد في وصف الأشياء دائمة التغير مثل نوع التربة ، الحالة البيئية لمنطقة معينة أو شكل الشاطئ في فترة زمنية محددة.

أما عن نموذج (Raster) تم عمله لهذا النوع من الأشياء الدائمة التغير في الشكل أو الخصائص . و تتكون صورة (Raster) من مجموعة من الخلايا عن كونها خريطة ممسوحة أو صورة .



(شكل ٥) الفارق بين استخدام كلا من (Raster) و (Vector) في تمثيل الأشياء في الطبيعة.

و يستخدم كلا" من النموذجين (Raster) و (Vector) لتخزين المعلومات الجغرافية و لكل منهما لة مميزات وعيوب . ونظام المعلومات الجغرافي الحديث يستطيع التعامل مع كلا النموذجين . وملفات البيانات في صورة (Raster) يمكن دعمها بواسطة الكمبيوتر ولكنها بوجه عام أقل تفصيلا وأقل في رؤيتها بالقياس لملفات البيانات الموجهة (Vector) والتي تظهر بوجه عام في الصورة التقليدية للخرائط اليدوية .

والبيانات الرقمية الموجهة (Vector) يمكن تجميعها ورؤيتها في صورة نقط أو في صورة خطوط أو مساحات (أشكال ومساحات محددة بخطوط) وكمثال للبيانات النموذجية الموجودة في ملفات (Vector) يمكن أن تكون حدود تقسيمات وتحت تقسيمات للمنازل مثلا".

وفيما يلي مقارنة بين مواصفات النموذجين :

بيانات (Raster)	بيانات (Vector)
انخفاض في الدقة المكانية.	دقة مكانية عالية.
ملفات ذات حجم كبير (صور)	ملفات صغيرة (سعة تخزين أقل)
سهل التحليل كما يمكن إعداد تحليل معقد.	صعب التحليل كما يتم تخزينه في قائمة كبيرة الأبعاد.
تحليل بطيء وعرض بطيء.	تحليل سريع وسرعة عرض.
من الصعب فهمه للقطاع العام من الناس.	سهل فهمه لقطاع عريض من الناس.
يتطلب تكنولوجيا منخفضة ونظم ليست مرتفعة السعر.	يتطلب تكنولوجيا عالية ونظم غالية الثمن.
يستخدم في التطبيقات الخاصة بالأشياء الدائمة التغير في الشكل مثل الخصائص البيئية و المناخ و انواع الزراعات و التغير في التضاريس الارضية .....الخ .	يستخدم في التطبيقات ذات الظروف الدابة مثل التخطيط العمراني ، اختيار مواقع الخدمات و المرافق وادارة الأزمات.

(جدول ١) مقارنة بين مواصفات كلا من النموذجين (Raster) و (Vector)

ومنذ ظهور استخدام هذا النظام فقد عرف بأسماء أخري طبقاً الي استخدامه مثل:

نظم المعلومات التخطيطية، نظم المعلومات الإحصائية ، نظم المعلومات الأرضية، نظم المعلومات التفصيلية للأرض ، نظم المعلومات الإجتماعي الاقتصادية ، نظم المعلومات البيئية.

لذلك فأنه ليس هناك تعريف محدد لنظم المعلومات الجغرافية نظراً لتعدد مجالات تطبيقها كما أن هناك تضارب في تسمية تلك فعلي سبيل المثال يري البعض بأن الأسم الصحيح لها هو نظم إسناداً الي ربط المعلومات مكانياً علي Spatial Iinformation . Systemالمعلومات المكانية

نظام الإحداثيات الحقيقي لسطح الأرض،وتكون المعلومات كما سبق أعلاه من تخطيطيةوغيرها

ولكن تسمية تلك بنظم المعلومات الجغرافية هي الأكثر شيوعاً وقبولاً لدي الباحثين في هذا المجال، ويقصد بالجغرافية هنا البيانات التي يتم تحديدها طبقاً لنظام إحداثيات معين أي أن فيه المحور السيني والصادي لكل معلومة في مجال معين بحيث يمكن رسم أماكن تلك المعلومات علي خريطة تمثل الواقع الفعلي طبقاً لنظام الإحداثيات المستخدم.

ويقصد بنظم المعلومات الجغرافية بأنها نظم حسابات متكاملة بشقيها الأساسيين البرمجيات ومكونات الحاسب الالي والتي أصبحت تسمح لنا بحصر وتخزين ومعالجة بيانات متعددة المصادركمية ونوعيةمع إمكانية معالجة وتحليل هذه البيانات . كذلك يمكنا أظهار وعرض التقارير علي

هيئة خرائط ورسم بياني ومجسمات وجداول ورسومات تسهل من عملية اتخاذ القرار . وتعتمد نظم المعلومات الجغراية علي نظام احداثي تم توقيع البيانات عليه اي تحقيق الربط المكاني (الجغرافي).

العوامل التي ساعدت علي وجود نظم المعلومات الجغرافية هي:

١- التطور السريع في الحصول علي معلومات جغرافية ضخمة خاصةًمن خلال تكنولوجيا الإستشعار عن بعد.

٢- الإستفادة من تكنولوجيا الحاسوب في مجال التخزين ومعالجة البيانات.

٣- حصر الكم الهائل من المعلومات من مصادر متعددة وبنوعيات مختلفة.

٤- تحويل الخرائط الورقية الي خرائط رقمية يمكن التعامل معها الكترونيا.

٥- الإستفادة المباشرة من البيانات الرقمية للاستشعار عن بع والصور الجوية.

٦- امكانية الاستفادة من البيانات الإحصائية وربطها بالاماكن الجغرافية الخاصة بها.

٧- استرجاع البيامات الوصفية والجغرافية بسرعة وبدقة.

٨- الحصول علي تقارير علي هيئة خرائط ورسومات بيانية وجداول تساعد في عملية اتخاذ القرار.

أغراض وأهمية نظم المعلومات الجغرافية:

يمكن أن يطرح البعض بعض الأسئلة الاستفسارية ، الغرض منها المزيد من المعرفة والالمام الكامل باهمية نظم المعلومات

الجغرافية، ولعل السؤال عن ما هيه نظم المعلومات الجغرافية؟ وما الذي يمكن أن نستخدمها فيه؟ أو ما الذي يمكن أن تقدمه لنا؟ تعتبر من الأسئبلة الاساسية والتي يتيح فهمها التقدم والمضي في الموضوع.

جاء الطلب علي نظم المعلومات الجغرافيةكأسلوب حديث للبحث العلمي نتيجة تضافر أربعة عوامل رئيسية هي:

أولاً: أن تكدس البيانات عن البيئة خلال العقود الماضية وزيادتها حالياً بدرجة لم يسبق لها مثيل قد أدي التفكير في الطريقة المناسبة لتنظيم البيانات والمعلومات في اشكال تسهل الاستفادة القصوي منها.

ثانياً: أدت التطورات الحديثة في نظريات وأساليب البحث العلمي بعامة والبحث الجغرافي بخاصةً الي الاستفادة بامكانيات الحاسبات الالية والتي بدورها أدت الي زيادة الطلب علي انظمة أكثر حداثة وتطورا من مثيلتها السائدو والمتداولة.

ثالثاً: تفرد البيانات الجغرافية من حيث كونها بيانات متعددة الابعاد، وفي هذا الصدد فان الامر قد تطلب تعديل الانظمة التقليدية للحاسبات ذات التصميم المخصص لمعالجة أحادية البعد والتي لا تتوافق مع أنواع البيانات الاخري الثنائية والثلاثية الأبعاد.

رابعاً: الطبيعة العلمية لنظم المعلومات الجغرافية نفسها، إذ أنه بعد ظهورها – وعلي وجة السرعة - أكتشفت الهيئات الحكومية والتجارية التطبيقات النفعية الهائلة والقيمة التجارية الفاقدة لهذه النظم، وكان من نتيجة ذلك أصبح أمر البحث والتطوير في هذه

النظم يقع علي عاتق المنظمات العلمية (الجامعات) والمؤسسات التجارية والافراد ذوي المصالح الوثيقة الصلة بهذه النظم.

وتهدف نظم المعلومات الجغرافية في أبسط صورها الي خلق وانشاء أنماط جديدة ومتعددة من صور اخراج البيانات في شكل خرائط أو رسومات بيانية أو معدلات إحصائية. أما الفائدة الكبري من نظم المعلومات الجغرافية فهي الانتقال من التفكير التقليدي في البحث والتحليل الجغرافي الي نوع جديد منه – فهي توفر للجغرافيين ما يمكن أن يعينهم علي الوصف والتفسير والتنبؤ بالأنماط للظاهرات والعمليات التي تشكلها ، كما تساعدهم علي بناء نماذج مستحدثة أكقر أتقاناً وواقعية ، أو اختبار فرضيات ومسلمات بعمق لم يكن ممكن من قبل.

ومن الفوائد التي تقدمها حالياً نظم المعلومات الجغرافية ، أو العوائد الكامنه التي تختزنها للمستقبل، تنحصر أساسا في أنها سوف تعمل علي تغيير منهجية أسلوب البحث الجغرافي ، فبالرغم من أنها تقدم للجغرافيين أدوات ووسائل قيمة تساعدهم علي تحسين الفهم عن الانماط المكانية للظاهرات ، فان انتشار استخدامها سيؤدي الي نشأة فلسفة جديدة تعمل علي خلق تكامل ما بين عمل الجغرافيين الطبيعيين والبشريين والمهتمين بأمور البيئة مثل علماء التربة والنبات والمخططين وغيرهم.

زاخيرا بالرغم من طبيعة نظم المعلومات الجغرافية وكونها تطبيقية التوجيه بما يضفي عليها قيمة علمية نفعية، فأنها تمنح الجغرافيين فرصة لم تمنحها لغيرهم، كما تدفع بهم نحو التقدم تقنياً،

وتزيد من مقدرتهم العلمية علي مواجهة أمور عملهم، وتبني منهاجاً أكبر نحو حل مشكلاتهم البحثية.

ومن بين النقاط التي تبرز اهمية نظم المعلومات الجغرافية ما يلي:

١-أن الأهمية الجوهرية لنظم المعلومات الجغرافية هي تقديم المساعدة الفعالة لرفع قدرة الانسان علي اتخاذ القرار السليم والمناسب، وكذلك دورها الحيوي في تزويد الباحثين بالمعلومات الحديثة الموثوق بها .

٢-يمكن التعرف علي أهمية نظم المعلومات الجغرافية في مقدرتها الفائقة علي جمع طبقات البيانات احصائياً بحيث يمكن من ذلك تكوين النماذج المكانية بالاضافة الي انها أداة بحث جوهرية لكثير من الباحثيين في تخصصات مختلفة.

٣-من خلالها يمكن فهم عمليات الأرض علي مقياس عالمي.

٤-تنفيذ خطط التنمية واجراء العمليات التحليلية البحثية بما يؤدي ال تحسين الاداء في المراكز التخطيطية والبحثية ورفع المقدرة علي اتخاذ القرارات التي تحقق كل من العدالة المكانية والفاعلية الموقعية.

٥-لا تقتصر أهمية نظم المعلومات الجغرافية علي عرض نتائج التحليلات فيها في شكل خرائط أو صورة رسوم بيانية، بل أنها تقوم بإنتاج تقارير معلومات تفصيلية ومدعمة بالأشكال الخرائطية والبيانية.

٦-تؤهل الباحث في الدراسات الجغرافية بخبرات وقدرات علمية تجعله قادر علي التفاعل في الحياة العلمية والمشاركة في تقديم خدمات مجتمعية مهمة وفتح الفرص أمامة للعمل بكفاءة في مجالات مختلفة.

مزايا نظم المعلومات الجغرافية:

١- سهولة العمل وتوفير الوقت والجهد.

٢- الدقة والسرعة.

٣- إمكانية التحديث والتجديد والإضافة أو الحذف.

٤- الموضوعية والحيادية التامة والوضوح الكامل.

٥- إمكانية التحليل والقياس من الخرائط وإجراء الجوانب والعمليات الإحصائية.

٦- الربط بين المعلومات المختلفة المصدر.

٧- التغطية والتداخل مع استخدام الخرائط بمعني أنه يمكن وضع عدد كبير من الخرائط الموضوعية فوق بعضها.

٨- التنبؤ والتوقع المستقبلي.

٩- الإضافة والخلق والابتكار.

أسس قواعد البيانات:

تُعد البيانات والمعلومات بمفهومها العام الان ثروات الشعوب والامم مثل الثروات المادية في عصرنا هذا الذي أصبح يعرف بعصر المعلومات Information Age ، وذلك لما أحدثته الثورة التقنية من طرق حديثة لجمع وتخزين ومعالجة البيانات وإخراجها بطريقة سهلة وسريعة وهي ما تطلق عليها اسم نظم المعلومات الجغرافية.

وقاعدة البيانات- أو قاعدة المعطيات Data base مصطلح يطلق علي مجموعة البيانات المرتبة بطريقة تسمح بإستخراجها أو استخدامها بطريقة سهلة وميسرة. أما برامج قواعد البيانات فهي تلك المجموعة من البرامج الخاصة بتخزين ومعالجة البيانات وإستخراجها بالطريقة التي يحددها مستخدم هذه البرامج. وبعبارة أخريفإن مفهوم قاعدة البيانات مفهوم قديم،حيث يشير علماء الي سجلات قد تمتد الي سنة ٣٥٠٠ قبل الميلاد حين كان التجار البابليون يحتفظون بها في القرن الخامس عشر قبل الميلاد، ولكن قواعد البيانات ومفهومها الحديث ظهرت في منتصف الخمسينات من القرن العشرين الماضي، عندما تم استخدام الجيل الاول من الحسابات الالية في اعداد قوائم الاجور والمرتبات. وتطور هذا المفهوم فاولتها المؤسسات الحكومية أهمية كبيرة، لان عملية التخطيط للتنمية الاقتصادية والبشرية تحتاج الي كم هائل من البيانات والمعلومات التي يجب تخزينها وتبويبها بطريقة يسهل الحصول عليها عند الحاجة. وقد أصبحت قواعد البيانات هي الركيزة التي يتم الاعتماد عليها في تقويم الاوضاع الراهنة واجراء التوقعات المستقبلية بطريقة ميسرة وسريعة وبإتقان يكاد يكون تاماً.

وقد زاد الإهتمام بقواعد البيانات بصورة ملحوظة بعد ظهور الحاسبات الشخصية الزهيدة الثمن وإنتشارها في المؤسسات المتوسطو والكبيرة، وباتت تعد هامة في صناعة إتخاذ القرار في تلك المؤسسات . فبعد ان كانت أقسام السكرتاريه في تلك المؤسسات تحتفظ بكم هائل من الأوراق والسجلات، فقد حلت محلها اليوم اليوم تلك الأجهزة الصغيرة والأنيقة التي تحتوي علي أقراص ممغنطة أو اقراص ضوئية أو أشرطة

تحتفظ بكميات ضخمة من البيانات او المعلومات ، ابتداء بموجودات المؤسسة من مواد ومسلتزمات وكل ما يتعلق بالمؤسسة من بيانات ومعلومات . ولا تخلو اليوم مؤسسة حكومية أو خاصة سواء كانت جامعة أو مستشفي أو شركة صناعية أو تجارية من شكل من أشكال قواعد البيانات.

بعض المصطلحات الهامة والاساسية:

تتكون قاعدة البيانات من مجموعة من الملفات (files) ، والملف في مفهومه العام عبارة من مجموعة من البيانات والمعلومات التي لها علاقة منطقية ببعضها البعض، كما أن كل ملف يتكون من عدد من السجلات (Recods)، والسجل عبارة عن مجموعة من الفقرات المتعلقة بشئ أو شخص معين. فعلي سبيل المثال السجل الأكاديمي لطالب الجامعة يتكون من اسم الطالب ورقمه الاكاديمي ، والكلية والقسم الذي يدرس فيهما، وحالته التعلمية(منتظم أو منتسب)، تقديره في المواد التي درسها، بالإضافة الي اسماء المواد المسجلة له وغيرها من المعلومات ذات الصلة.

والوحدات الاساسية المكونة للسجل مثل اسم الطالب أو رقمه الاكاديمي تسمي حقل (files) ، أي أن السجل يتكون من مجموعة من الحقول والتي تتكونم بدورها من مجموعة من فقرات البيانات (Data Items) . أما الحقل فهو يتكون من مجموعة من الكلمات (Words)ر، والكلمة يمكنها أن يكون طولها واحد بايت (Byte) أو اكثر ، كما ان البايت يتكون من ٨ وحدات أو ١٦ وحدة أو ٣٢ وحدة ثنائية. وعليه يمكن تمثيل الوحدات المختلفة المكونة لقاعدة البيانات.

ويمكن تقسيم ملفات البيانات الي نوعين تبعا لطريقة تخزينها في الحاسب وكيفية الوصول اليها فائقة وطابعتها – اذا دعت الحاجة- علي الطابعة المتصلة بجهاز الحاسب الالي لذي يعمل عليه برنامج قاعدة البيانات.

مكونات نظام قواعد البيانات :

١- المستخدم User: وهو الشخص الذي يقوم بالتعامل مع المعلومات الموجودة داخل الDatabase.

٢- برامج التطبيق: وهي برامج خاصة مكتوبة ب Query Language الخاصة Database وتقوم بالتعامل مع المعلومات الموجودة في الDatabase.

٣- نظام معالجة قواعد البيانات : وهو عبارة عن آداة توصيل بين المستخدم أو برامج التطبيقات وقواعد البيانات.

إدارة نظام قواعد البيانات :

١- Database administration(DBA)

وهو الشخص (أو مجموعة أشخاص مسئولة عن التحكم الكامل ، ومن مهامه ما يلي :

- يحدد المعلومات التي تحتويها قواعد البيانات.
- يحدد طريقة التخزين وطرق الوصول الي البيانات.
- يربط بين المستخدمين.
- يحدد ال Security, Integrity Checks.

- يحدد استراتيجية Backup and Recovery.
- يرصد كفاءة النظام والنتائج التي تحدث عند حدوث تغيير في النظام.

٢- Database Management system (DBMS)

وهو برنامج مسئول عن معالجة أي تعامل مع النظام وهنا يتم ما يلي:

- المستخدم يطلب الحصول علي معلومة عن طريق لغة خاصة System Query Language.
- ال DBMS يتعرف علي الأمر ويحلله.
- يتأكد ال DBMS من أن المستخدم له الحق في الحصول علي المعلومات المطلوبة والطرق المسموح له للتعامل مع البيانات.
- يقوم ال DBMS بمراجعة خريطة البيانات ويحدد مكان التخزين.
- ينفذ الأمر المطلوب علي البيانات.

أنواع قواعد البيانات:

هناك أربعة أنواع رئيسية من قواعد البيانات طبقا للهيكلية التي بها البيانات أو المعطيات (Data) وهي:

١- النظام الجدولي البسيط Flat File:

ويتضمن هذا النظام جميع البيانات في جدول كبير . ومن أمثلتها جدول ممتد لمعلومات وصفية لظاهرة ما ، ومثال لها كذلك الجدول الآلي Spreadsheet الذي يستعرض فيه بيانات فقط دون المعلومات الوصفية

رقم الملكية	المالك	نوع الاستخدام
م ١٠٠٠	أحمد	سكني (١)

٢- النظام العلائقي أو الترابطي Relational System:

يُعد النظام العلائقي من أكثر الأنظمة شهرة وإستخداماً علي الحاسبات الشخصية ، حيث من مزاياه أنه يشغل حيزاً صغيراً في الذاكرة الرئيسية ووحدات التخزين الخارجية مقارنة بالنظم الأخري، كما أنه يحتوي علي لغة خاصة به ويحتاج الي لغة برمجة خارجية في معظم الأحيان، لذا فهو أسهل نظم قواعد البيانات من حيث التعلم والإستخدام.

يعتمد عمل هذا النظام علي طريقة الجداول في تمثيل المعلومات والبيانات الخاصة به، ويمكن ربط كل جدول بآخر عن طريق علاقة تكون معرفة سلفا ومضمنه في الجدول نفسهالجدول يوضح النظام العلائقي.

جدول يوضح النظام العلائقي أو الترابطي

الطالب	نوع الدراسة	المجموعة
الطالب رقم (١)	تاريخ	ب
الطالب رقم (٢)	جغرافيا	أ
الطالب رقم (٣)	تاريخ	أ
الطالب رقم (٤)	جغرافيا	ب
الطالب رقم (٥)	تاريخ	ب
الطالب رقم (٦)	جغرافيا	ب
الطالب رقم (٧)	تاريخ	أ

نجد في هذا الجدول أن كل صف يمثل سجلاً في حين أن العمود يمثل حقلاً أو فقرة واحدة من المعلومات .

وتتميز النظام العلائقية بمرونتها في التعامل معها، فعلي سبيل المثال فان المستخدم يمكنه أن يطلب أي معلومة في قاعدة البيانات دون تحديد المسار أو الكيفية التي يتم العثور بها، ويقوم البرنامج كذلك بالبحث عن تلك المعلومة وإيجادها.

ومن أهم مميزات النظم العلائقية ما يلي:

- هناك مدخل واحد لكل فقرة من فقرات البيانات.
- لا يكون هناك ترتيب معين للصفوف أو السجلات بل يمكن ترتيبها بأي طريقة.
- كل صف (سجل) يكون وحيدا ومميزاً.
- يجب أن يكون هناك حقل وحيد مميز في كل عمود أو مجموعة أعمدة يعرف بالمفتاح Key.

كذلك في هذا النوع من قواعد البيانات يتم تصميم ترتيبي للبيانات علي اساس مفتاح يمكن الاعتماد عليه في البحث داخل قاعدة البيانات اعتماداً علي جداول متباينة يشكل كل منها ملفا خاصا منفصلا مع وجود رابط بينها .

أنواع الروابط في نظام قواعد البيانات:

- **العلاقات : Relational db**

وسميت بذلك لأنها تقوم علي وجود علاقات بين الجداول وبعضها البعض ، وفيما مضي كانت db عبارة عن مجموعة جداول فقط ولهذا

كانت تحتوي علي تكرارات كثيرة ولهذا فإنه كان يجب الربط بين جدولين أو أكثر للحد من التكرارات والتي تسبب العديد من المشاكل منها:

١- تكرار إدخال البيانات.

٢- تأخذ مساحة كبيرة علي HD

والهدف الأساسي من Db هو تخزين البيانات والعامل الرئيسي في إي db هو الجداول" Tables" والتي تتكون من مجموعة من الحقول " Fields" ولابد من تحديد أنواع البيانات التي تدخل في الجداول date " and time , integer ,....."

هناك العديد من أنواع الربط في نظم قواعد البيانات منها ما يوضحه الشكل التالي وهي كما يلي:

أنواع العلاقات: Relation Type

١- العلاقة One to One

فكل Record يكون متصل ب Record آخر في الجدول الثاني ، فيتضح من الجدول التالي : وهناك لا يوجد تكرار في البيانات نظراً لأن كل شخص لا يمكن أن يكون له بيانات أخري في هذا الجدول.

Code	Name	Add	Tel	Birthed
1	Ahmed			
2	Ali			
3	Hassan			
4				

Code	Brother	Sister	Child
1	1	3	2
2	3	2	-
3	2	2	1
4			

٢-العلاقة One to Many

ممكن ل Record واحد يكون متصل بعدة Record في الجدول الثاني.إذا أردنا عمل جدول DB لأسماء وبيانات أصدقائنا وجدول آخر لكل الهدايا التي أعطيناه لأصدقائنا وتواريخ هذه الهدايا.

Code	Name	Add	Tel	Birthed
1	Ahmed			
2	Ali			
3	Hassan			
4				

Code	Date	Gift	Price
1	1/1/2013		
2	8/4/2015		
3	5/6/2015		
4			

٣- العلاقة Many to Many

وهي أن سجل أو Record في الجدول الاول متصل بأكثر من Record في الجدول الثاني . وكل Record في الجدول الثاني متصل بأكثر من Record في الجدول الأول.

وهي لا تستخدم كثيراً ، وتظهر بمجرد النظر الي الجدول ، ولا يوجد لها اي متطلبات.

الفصل الثاني

خطوات بناء بنظم المعلومات الجغرافية

١-٥ خطوات بناء نظام معلومات جغرافي:

المقصود ببناء قواعد بيانات جغرافية هو محاكاة الواقع عن طريق بناء نموذج لة بمكوناتة الموجودة بالطبيعة (Real World Objects) بالأضافة الى العلاقات التبادلية التي تربط بين هذة المكونات مع أعطاء كل مكون من هذة المكونات الخصائص المميزة له في الطبيعة (Behaviors) بحيث يحاكى الواقع بكل تفصيلاتة، مما يعظم من الأستفادة من نظم المعلومات الجغرافية، و عملية أنشاء نظام معلومات جغرافى تمر بالعديد من المراحل و التي يمكن أختصارها في النقاط الاتية:-

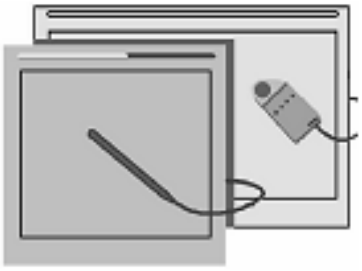
١-٥-١ جمع البيانات (Data Collection)

يمكن لنظام المعلومات الجغرافي من استخدام المعلومات الموجودة بالخرائط وصور الأقمار الصناعية والصور الجوية والبيانات الإحصائية بشرط أن يكون هناك علاقة مكانية مشتركة بين تلك البيانات ، ويمكن باستخدام نظام المعلومات الجغرافي من التركيز وإيجاد العلاقات بين مختلف الموضوعات التي توجد على الخريطة و عملية جمع البيانات هو العامل الذي يتحكم في الوقت داخل نظام المعلومات الجغرافي و ذلك لأن عملية جمع البيانات من الطبيعة تحتاج إلى وقت و مجهود كبير جدا . كذلك العلاقات بين الموضوعات المختلفة لتحديد البيانات المطلوبة.

١-٥-٢ الإدخال (Data Input)

قبل استخدام البيانات الجغرافية في نظام معلومات جغرافي يجب تحويل البيانات إلي شكل رقمي مناسب . إن عملية تحويل البيانات من خرائط ورقية إلي ملفات رقمية يطلق عليها عملية التحويل الرقمي (Digitizing) .

(شكل ٦) ماسح ضوئي



(شكل ٧) جهاز التحويل الرقمي

و يمكن لنظام المعلومات الجغرافي الحديث القيام بهذه المهمة أوتوماتيكيا بالكامل و ذلك في المشروعات الكبيره باستخدام تكنولوجيا المسح الضوئي(Scanning) . أما الأعمال الصغيرة فتتطلب التحويل اليدوي باستخدام أجهزة التحويل الرقمي (Digitizer) ، كما يمكن تحويل لبيانات من صورة (CAD) إلى صورة (GIS) باستخدام الإمكانيات الحديثة لبرامج نظم المعلومات الجغرافية (Data Conversion Tools) ، وفي العصر الحديث معظم أنواع البيانات يمكن الحصول عليها من هيئات وظيفتها جمع البيانات وتحويلها رقميا" ثم تحميلها مباشرة" إلي نظام المعلومات الجغرافي.

١-٥-٣ المعالجة (Data Manipulation)

أن أنواع البيانات المخصصة لنظام المعلومات الجغرافي تحتاج إلي أن تحول أو تعدل بطريقة ما لتصبح ملائمة للنظام. مثال لذلك: المعلومات الجغرافية المتوفرة على بمقاييس مختلفة فقبل أن تستخدم هذه المعلومات لابد من تحويلها إلي درجة من التفصيل والدقة لتصبح ملائمة للنظام ، وقد يكون هذا التحويل مؤقت للعرض فقط أو يكون دائم خاص بالتحليل الجغرافي .

وتتيح تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية عدة أدوات تساعد في تعديل البيانات بمختلف أنواعها سواء" كانت في الصورة (Raster) و (Vector) و ذلك للوصول إلي الصورة الملائمة لتحليل البيانات و تصنيفها و التخلص من البيانات غير اللازمة .

١-٥-٤ تكامل البيانات (Data integration)

نظام المعلومات الجغرافي يجعل من الممكن تكامل المعلومات التي من الصعب ارتباطها بطرق أخرى ، وعلى ذلك فنظام المعلومات الجغرافي يمكن أن يتكون من توليفات من الخرائط المختلفة وذلك لبناء أو تحليل مختلف المتغيرات ، وباستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية و قواعد البيانات الخاصة بشركات المياه مثلا فانه من الممكن محاكاة تصرف المياه في نظام معلومات متكامل وبالتالي تحديد كميات المياه التي يمكن استخدامها في كل مجال معين وفي كل منطقة وعليه فان المناطق ذات تصرفات المياه العالية يمكن تحديدها من خلال نظام المعلومات الجغرافي.

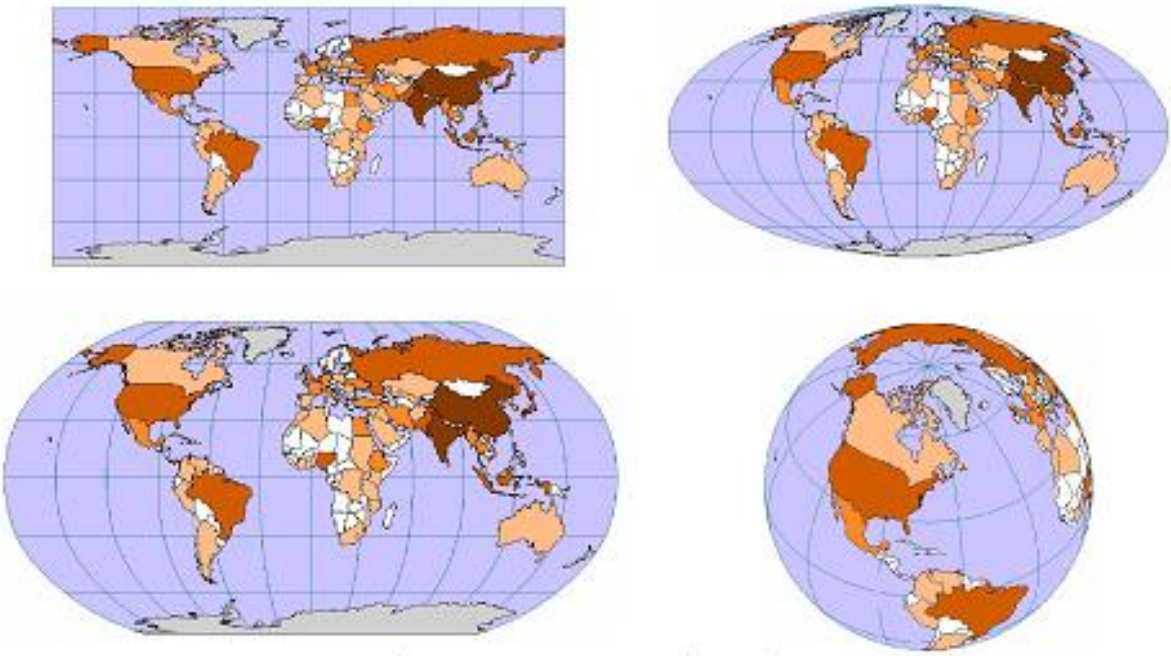
١-٥-٥ توحيد المقاييس والأسقاطات (Data Projection and scaling completeness)

إن استخدام الخرائط بمقاييس وأشكال مختلفة داخل نظام المعلومات الجغرافي لابد من معالجتها حتى يمكن تسجيلها أو تكون متوافقة مع المعلومات التي جمعت من خرائط أخرى وقبل تحليل البيانات الرقمية يجب أن يتم توفيقها وتوجيهها بمعنى تداخلها معا" مجتمعة في نظام المعلومات الجغرافي .

ومن أهم خصائص أي خريطة هو مستوي الإسقاط لتلك الخريطة والمقصود بإسقاط الخريطة هو كيفية وضع جزء من سطح الأرض ذو الشكل الكروي على ورقة مسطحة دون حدوث تشوهات للأبعاد أو الأشكال أو المساحات أو الاتجاهات .

ولا يوجد نوع إسقاط واحد يحقق تلك الخواص مجتمعة إذ لابد لمحلل نظم المعلومات الجغرافية من اختيار النوع الذي يحقق له الهدف الذي يسعى إلية في التطبيق الخاص به وهي عملية ذات درجة عالية من التعقيد وان كانت ذات أهمية كبيرة حيث يتحدد عليها مدى دقة المعلومات المستنتجة من نظام المعلومات الجغرافي . والإسقاط أحد الأساسيات في عمل الخرائط، والتوحيد القياسي هو وسيلة رياضية لنقل المعلومات من الأرض ذات الأبعاد الثلاثية إلى بيئة ذات بعدين سواء على الورق أو إلى شاشة الكمبيوتر ، و يمكن أن تستخدم أنواع مختلفة من الأسقاطات في الخرائط الجغرافية ، و يمكن أن تسقط الخريطة الواحدة على كل هذه الأنواع من الأسقاطات حيث أن كل إسقاط يكون مناسب لاستخدام محدد .

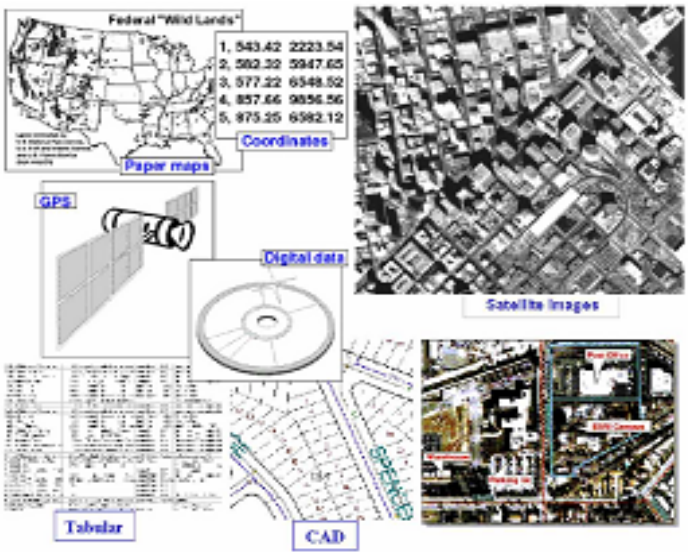
وكمثال فان الإسقاط الذي يحافظ على الشكل يمكن أن يعطي مساحات خاطئة والإسقاط الذي يمكن الاعتماد علية في دقة الاتجاهات قد يعطي أشكالا" غير حقيقية للمعالم على سطح الأرض . ومعظم البيانات في نظم المعلومات الجغرافية يكون مصدرها من الخرائط المتوفرة أيا" كان نوع الإسقاط لهذه الخريطة و لذلك فان الكمبيوتر و برامج نظم المعلومات الجغرافية هي التي تقوم بتجميع تلك البيانات و الخرائط من مصادرها و أساليب الإسقاط المختلفة إلى قاعدة بيانات موحدة و إسقاط موحد .



(شكل ٨) أمثلة للاسقاطات المختلفة لسطح الأرض

١-٥-٦ ربط المعلومات من مصادر مختلفة (Data Collection Sources)

إذا أمكن ربط المعلومات حول سقوط الأمطار في منطقة ما بالصور الجوية للمنطقة مع بعض البيانات الجدولية الخاصة بالتربة والجيولوجيا واتجاهات الميول فأنة من الممكن تحديد أنواع الزراعات المقترحة لهذه المناطق بالنسبة إلي كميات المياه و الوقت الذي سوف تغمر به هذه المناطق بالمياه و في وقت معين من السنة ونظام المعلومات الجغرافي الذي يستطيع أن يستخدم المعلومات من مختلف المصادر بصورها العديدة يمكن أن يساعد في إجراء هذا التحليل . والاحتياجات الأولية لمصدر البيانات تقتصر على أماكن البيانات المختلفة ، ويمكن الإشارة إلي المكان في المحاور الثلاث (x,y,z) لتعبر عن الإحداثيات علي سطح الأرض أو بطريقة أخري لتعبر عن خطوط الطول والعرض أو بنظم أخرى مثل نظام الاكواد أو الترقيم الميلي للطرف . إن أي عنصر متغير يمكن تحديد مكانة علي سطح الأرض يمكن الإفادة به في نظم المعلومات الجغرافية .والعديد من أجهزة الكمبيوتر ذات البيانات الأولية والتي يمكن أن يشملها نظم المعلومات الجغرافية تم إنتاجها بواسطة وكلاء البرامج والمؤسسات الخاصة.



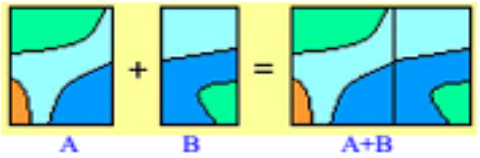
(شكل ٩) المصادر المختلفة للبيانات داخل نظم المعلومات الجغرافية

و ذلك من مختلف أنواع البيانات بالخرائط و صور الأقمار الصناعية و قواعد البيانات الوصفية و التصوير الجوى و الأجهزة المساحية المختلفة مثل (GPS, Total Station) ..... الخ .

١-٥-٧ نمذجة البيانات (Data Modeling)

المقصود بالنمذجة هو عمل محاكاة للواقع عن طريق بناء نموذج (Model) له يمكننا من فهم موقف محدد أو يتنبأ بحدوث تغيير فى النتائج المستقبلية الناتجة من نشاط ما ، ويكون هذا النموذج عبارة عن مجموعة من الخطوات والقواعد بما فيها القواعد المكانية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية (مثل تحليل الشبكات) وكمثال يمكن عمل نموذج رياضى يقوم بتحديد المناطق المخدومة بواسطة خدمة معينة مثل المدارس أو المستشفيات أو أقسام البوليس ،و في بعض الاحيان نجد أنة من الصعوبة ربط الخرائط بالظواهر الطبيعية المتغيرة مثل كميات مياه الأمطار الموجودة عند نقط محددة مثل المطارات ، محطات التليفزيون والمدارس ، ويمكن باستخدام نظام المعلومات الجغرافية ربط الخرائط المكانية مع الظواهر الطبيعية لتحديد الخصائص الطبيعية لهذة المناطق فى مستويين أو ثلاث أبعاد فى نقط معلومات محددة.

ومن مثل هذه الخرائط يمكن عمل خرائط كنتورية لتوزيعات الأمطار ، ويمكن باستخدام الخرائط الناتية الأبعاد من تحليل الصور لنظم المعلومات الجغرافية لنفس المناطق . ويتزامن مع هذه الخطوة مرحلة هامة تعرف بمرحلة بناء العلاقات المكانية بين المعالم المختلفة (Topology) وهى القدرة على التعرف على المعالم المحيطة بكل عنصر بمنطقة الدراسة.



(شكل ١٠) خاصية التجاور

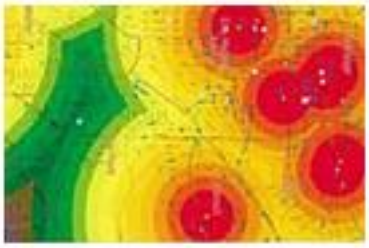
وهي تقوم بربط كل هذه المعالم معا" بحيث تأخذ كل مجموعة منها صفات مشتركة تميزها عن غيرها من المجموعات ويتم تقسيم المعالم على سطح الأرض إلي ثلاثة أقسام (نقاط. خطوط. مضلعات) ويتم تقسيم كل منها على حسب النوع (فمثلا": خطوط الطرق تختلف عن خطوط السكك الحديدية عن خط الشاطئ.... أخ) ثم يتم الربط بين هذه الأنواع عن طريق مجموعة من الخواص منها علي سبيل المثال:

١- التجاور : لأي معلم على الخريطة يتم التعرف على المعالم المجاورة له عن طريق التعرف عما يوجد على اليمين وعلى اليسار (مثال : المعلم **B** يوجد على يمين المعلم **A**) ، كما في (شكل ١٠).

٢- الاتصال: وهي كيفية التعبير عن اتصال الخطوط معا من عدمه (فمثلا": الطريق **C** يتصل بالطريق **AB** عن طريق النقطة ١) ، كما في (شكل ١١) .

(شكل ١١) خاصية الاتصال بين العناصر المكانية

٣- الاحتواء : وهي كيفية التعبير عما يوجد بداخل مضلع معين أو مجموعة من المضلعات من معالم مما يعتبر حلا لمشكلة معقدة من مشاكل البرمجة (فمثلا" يمكن باستخدامها تحديد عدد الآبار الموجودة داخل منطقة معينة أو عدد جسات التربة في قطعة أرض ما) ، كما في (شكل ١٢) .

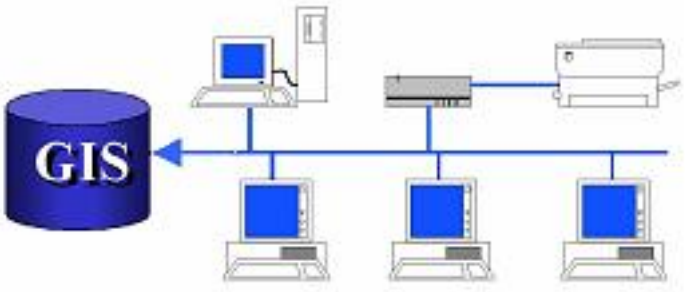


(شكل ١٢) خاصية الاحتواء بين العناصر المكانية

١-٥-٨ إدارة قواعد البيانات (Data Management)

بالنسبة الى مشروعات نظم المعلومات الجغرافية الصغيرة من الممكن أن تكون كافية لتخزين المعلومات الجغرافية فى ملفات عادية لكن عندما يصبح حجم البيانات كبير وعدد المستخدمين كبير من المفضل استخدام برامج إدارة قواعد البيانات **(DBMS)** لتساعد فى تخزين وتنظيم و إدارة البيانات .

ونظم إدارة قواعد البيانات هي المختصة بعملية تخزين وتنظيم و إدارة جميع أنواع البيانات ومن بينها البيانات المكانية المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية ، ولذلك فان اعتماد أي نظام معلومات جغرافي على نظم إدارة قواعد البيانات يكون اعتمادا" أساسيا" حيث يحدث التكامل بين البيانات المرتبة في جداول التي تتعامل معها نظم إدارة قواعد البيانات بقوة والقدار وبين البيانات الجغرافية ممثلة في الخرائط وصور الأقمار الصناعية التي يختص نظام المعلومات الجغرافي بإدارتها والتعامل معها.



(شكل ١٣) أداره البيانات الوصفية و الجغرافية معا داخل نظم المعلومات الجغرافية

هناك عدة تصميمات للـ **(DBMS)** أما في نظم المعلومات الجغرافية فلها تصميم خاص بحيث يتم تخزين البيانات في صورة مجموعة من الجداول وتستخدم الحقول الشائعة (أي الموجودة في عدة جداول **Keys**) للربط بينهم مع الاحتفاظ بحقل خاص لكل طبقة من طبقات الخريطة يشير إلى معلم من معالم هذه الطبقة. وهذا التصميم البسيط يستخدم بكثرة بسبب مرونته وسهولة استخدامه في كلا" من نظم المعلولات الجغرافية أو غيرها من التطبيقات .

١-٥-٩ الاستفسار والتحليل (Data Analysis and Querying)

(شكل ١٤) الاستفسار عن العناصر الجغرافية باستخدام الماوس مباشرة

بمجرد وجود نظام معلومات جغرافي يحتوى على معلومات جغرافية يمكن البدء في سؤال النظام بعض الأسئلة البسيطة مثل:

١. من الذي يمتلك قطعة أرض محددة .
٢. ما هي المسافة بين مكانين .
٣. ما هي المناطق المخصصة للاستخدام الصناعي .

كما يمكن وضع أسئلة تحليلية مثل :

٤. ما هي المواقع اللازمة لبناء المنازل ؟
٥. ما هي الأماكن الرئيسية لحقول القمح ؟

وتوفر نظم المعلومات الجغرافية كلا" من إمكانيات الاستفسار ، وأدوات التحليل الدقيق لتوفير المعلومات والتحليلات في وقت أسرع لمتخذي القرار، بمعنى أنه يمكن الاستفسار عن معلم محدد عن طريق اختياره من على الشاشة باستخدام الماوس ثم تستعرض بياناته أو انه من الممكن إجراء تحليل واستفسار كامل بمجموعة من المعايير ثم يتم استعراض النتائج على الشاشة بعد ذلك لتظهر جميع المعالم التي ينطبق عليها هذه المعايير .

وتصبح نظم المعلومات الجغرافية هي المنفردة في تحليل البيانات الجغرافية للوصول إلى معلومات يتم الاستعانة بها في و ضع القرارات في المجالات المختلفة وهي القادرة علي الأجابة علي جميع أنواع الأسئلة سواء الأحصائية أو المرتبطة بالموقع مثل:-

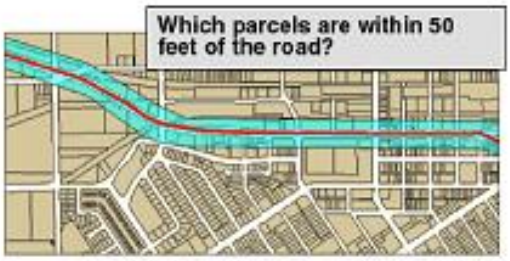
What If? (Modeling)، What is at? , Where is it? , Where Specific patterns? , What has changed? .

ويوجد العديد من أدوات التحليل و الاستفسار التي تستخدم في نظم المعلومات الجغرافية و منها :-

١- التحليل التقريبي (Proximity Analysis)

وهو ذلك التحليل الذي يقوم بالإجابة على مثل هذه التساؤلات المختلفة :-

- ما هي قطع الأراضي الواقعة على بعد ٥٠ قدم من الطريق .
- كم عدد المنازل الواقعة على بعد ١٠٠ متر على مصدر الماء .

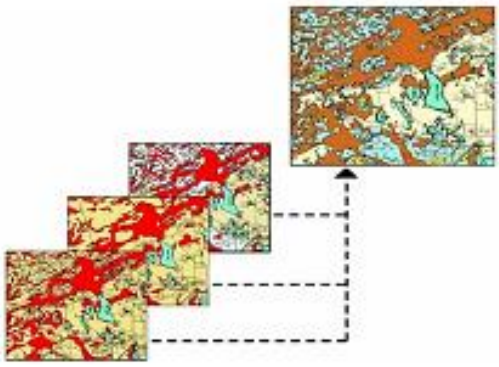


(شكل ١٥) ما هي قطع الأراضي الواقعة على بعد ٥٠ قدم من الطريق

وللإجابة على هذه الأسئلة تستخدم تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية وسيلة تسمى المساحة المحيطة (Buffering) وذلك لمعرفة العلاقة بين المعالم المجاورة لبعضها البعض .

٢- Overlay Analysis

إن عملية تكامل عدد من طبقات البيانات تحتاج إلى عملية توقيع هذه الطبقات فوق بعضها البعض و ذلك لاستنتاج تأثير كل طبقة منها على غيرها من الطبقات ، وهي في أبسط صورها عبارة عن عملية مرئية . لكن عملية التحليل تتطلب أكثر من طبقة بيانات لأجراء التحليل بصورة مجسدة.

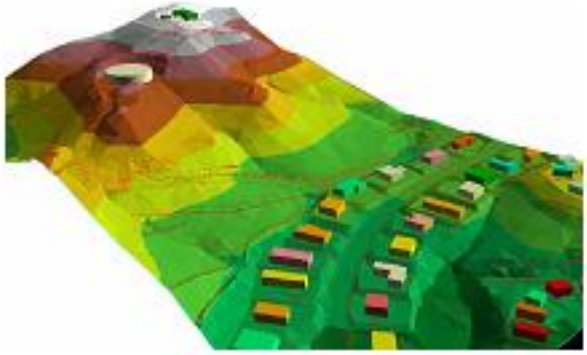


(شكل ١٦) عمل (Overlay) بين مجموعة من الطبقات الخاصة بالتربة للوصول الى الطبقة التي تجمع لنا جميع خصائص التربة

هذه العملية يمكنها إدخال بيانات عن التربة ، الامطار ، ملكية الأرض ، الزراعة مع بيانات الضرائب . ثم استنتاج المناطق التي تحقق اشتراطات معينة مثل :ما هي المناطق التي تتوفر بها الاشتراطات الخاصة بزراعة القطن أو الأرز ... مثلاً. و هكذا ..

٣- التجسيد المرئي **Visualization**

من المفضل استخدام التجسيد المرئي كخريطة أو رسم بياني لنتائج العمليات الجغرافية . إن الخرائط لها دور مهم في التخزين وتوصيل المعلومات الجغرافية . وفي الوقت الذي يقوم فيه الكارتوجرافي بعمل الخرائط يقوم نظام المعلومات الجغرافي باعطاء أداة تساعد على توصيل فن وعلم الخرائط إن عرض الخرائط لابد وأن يتطلب تقارير ، و صور ثلاثية الأبعاد وصور فوتوغرافية وأدوات أخرى مثل الوسائل المتعددة.



(شكل ١٧) استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تجسيد المناطق العمرانية

٤- تحليل الشبكات **(Network Analysis)**

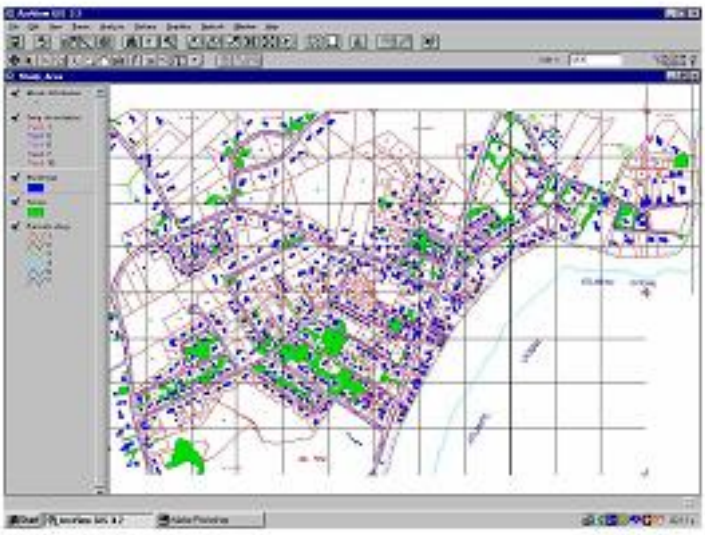
يهتم هذا النوع من التحليلات بتحليل كفاءة الشبكات مثل شبكات الطرق و المرافق و البنية الأساسية و الكهرباء و الصرف الصحي ..وغيرها من أنواع الشبكات المختلفة. و تتكون الشبكات بشكل عام من مكونين رئيسيين هما المسارات و نقاط الوصل **(Edges , Joints)** بحيث تتمثل المسارات على سبيل المثال في الشوارع و مواسير المياه و كابلات الكهرباء ..وغيرها، و تتمثل نقاط الوصل على سبيل المثال في الميادين و محابس المياه و موزعات الكهرباء .. وغيرها و تتصل المسارات عن طريق نقاط وصل ويجرى التدفق من خلال المسارات.

و من خلال تحليلات الشبكات يمكن تحقيق استفادة كبرى في الكثير من التطبيقات كمعرفة أفضل مسار للوصول من مكان لأخر و تحديد المناطق المتأثرة بأعطال شبكة المياه، و تحديد مسافات السير للمدارس على شبكة الطرق بالمدينة، و تحديد الأماكن المخدومة و المحرومة من خدمات الصرف الصحي أو المياه أو الكهرباء ..وغيرها العديد من التطبيقات.

٦-١ البيانات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية:

أولا": الخرائط

تعتبر الخرائط من أكثر مصادر البيانات انتشارا لسهولة الحصول عليها كمصدر أساسي للبيانات المكانية وعند التعامل مع البيانات الموجودة بالخرائط يجب مراعاة عدة أمور منها أمور خاصة بالخريطة نفسها . فالمادة المصنوع منها الخريطة لها أهمية كبيرة حيث نجد أن بعض الخرائط يتم طباعتها على خامات فيلمية بلاستيكية لها خاصية الثبات أكثر من تلك المطبوعة على الورق التي من الممكن أن يحث لها تشوه في الأبعاد مما ينتج عنة أخطار فادحة عند تحويلها رقميا". كما أنها قابلة للتلف مع مرور الوقت وأهم خاصية للخريطة هي مقياس الرسم الخاص بها وهو النسبة بين المسافة على الخريطة الى المسافة على سطح الأرض وتتراوح مقاييس الرسم الأكثر انتشارا" في الاستخدام في مجال نظم



(شكل ١٨) مثال للخرائط المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية .

المعلومات الجغرافية من مقاييس كبيرة مثل ١:٥٠٠ وحتى مقاييس
صغيرة تصل الى ٤٠٠٠،٠٠٠،١ وكل مقياس له استخدام يتوقف
على كل نوع التطبيق أو المشروع الذى يحتاجه المستخدم.

فالخرائط ذات المقياس الكبير تظهر تفاصيل أكثر وان كانت تغطى مساحات صغيرة أما الخرائط ذات المقياس الصغير فهى لا تظهر تفاصيل العناصر وان كانت تغطى مساحات كبيرة . وتتوقف دقة الخريطة على مقياس الرسم الخاص بها فعند رسم خط عرض ١مم ليعبر عن طريق فى خريطة ذات مقياس رسم (١: ١٠٠,٠٠٠) فانه يكون ممثلا" لطريق عرض ١٠٠م وهذا بالطبع غير صحيح وبالتالى لا يعبر عن الدقة المفترضة فى الخريطة .

والخاصية الهامة الأخرى للخريطة هى إسقاط الخريطة والذى تم عرضة سابقا".

معظم متطلبات المشروعات تتوفر بوجود البيانات المعروفة للخرائط. ثم البدء بتوسيع هذه العلاقات لمعرفة الأكثر عن بيانات الخرائط. و يوجد أنواع عديدة للخرائط المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية منها الطبوغرافية والخرائط الجيولوجية وخرائط الحدود الإدارية والخرائط الهيدرولوجية وخرائط أنواع التربة وخرائط استخدامات الأراضي و ٠٠٠ الخ وفيما يلي بعض الأنواع الهامة للخرائط :-

١- خرائط الأساس (Base Maps) :

وهى تتضمن الشوارع والطرق السريعة والحدود الخاصة بالأحياء والمناطق السكنية والأنهار والبحيرات والحدائق وأسماء الأماكن وكذلك خرائط استخدامات الأراضى .و هي الخرائط التى تمثل الاساس و التى تستخدم فى انواع مختلفة من التطبيقات فى كافة المجالات.

٢- خرائط البيئة (Environmental Maps) :

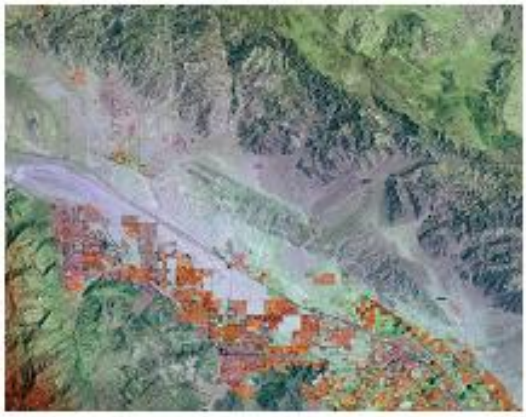
تتضمن البيانات الخاصة بالبيئة والطقس و درجات الحرارة و الرطوبة النسبيةو كذلك تحتوي على مناطق المخلفات بانواعها و نطاق تاثيرها على البيئة المحيطة و كذلك المخاطر البيئية الناتجة عنها بألاضافة الى الموارد الطبيعية بانواعها المختلفة .

٣- خرائط الأعمال والبيانات (Information Maps) :

تحتوى على بيانات لها علاقة بالتوزيع الديموجرافى والمستهلك والمنتج والخدمات المالية والرعاية الصحية والعقارات والاتصالات ومعدلات الجريمة والدعاية والمؤسسات العامة و الخاصة ووسائل النقل .

ثانيا": الصور الجوية

الصور الجوية هى تلك الصور التى تم التقاطها عن طريق طائرة تطير فوق سطح الأرض على ارتفاع ثابت وفى مسار محدد على شكل شرائط يوجد بينها تداخلات فى الاتجاه الطولى والعرضى وتظهر الصور الجوية جميع التفاصيل الأرضية كما هى فى الطبيعة مثل الطرق والمبانى والأنهار والمزارع ٠٠٠، أخ ..كما هى فى لحظة التصوير . وأهم فائدة للصور الجوية هى عمل تحليلات مكانية وتقييم لموقع محدد للبدء فى إنتاج خرائط عالية الدقة لهذه المواقع. ومن الأهمية بمكان ملاحظة أنة لابد من القيام بعمل بعض



(شكل ١٩) مثال للصور الجوية التى يمكن استخدامها فى نظم المعلومات الجغرافية .

التصميمات الهندسية للصور الجوية قبل البدء فى استخدامها كمصدر لانتاج الخرائط حيث من المتوقع حدوث أخطاء ناتجة من كروية الأرض التى لا تتيح الفرص لتصوير صورة عمودية على المواقع مما ينتج عنة تشوه فى أبعاد المعالم الأرضية على الصورة. هذه التصميمات الهندسية لها خطوات ثابتة ونظريات وقواعد محدودة تعتمد على عوامل كثيرة منها ارتفاع الطيران والبعد البؤرى لعدسة كاميرا التصوير ومقدار التداخل بين الصور .

ثالثا": صور الأقمار الصناعية:

من أقوى مصادر البيانات المكانية وأسرعها انتشارا" حاليا" هى صور الأقمار الصناعية الناتجة من الاستشعار عن بعد. وتعتبر صور الأقمار الصناعية ذات فائدة عظيمة فى مجال تحديث الخرائط القديمة. ويمكن اعتبار صور الأقمار الصناعية صورا" عمودية على سطح الأرض واتخاذها أساسا لانتاج خرائط مباشرة دون الحاجة لتصميمات معقدة كما هو الحال فى الصور الجوية وان كانت تحتاج الى تصميمات أبسط لزيادة درجة وضوح الصورة لإزالة التشوهات الناتجة من وجود السحب والغيوم وما الى ذلك . وباستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية المتطورة يمكن عمل تصنيف كامل لصورة القمر الصناعى واستنتاج التصنيفات المختلفة المعالم على سطح الأرض اعتمادا" على نظرية الاستشعار عن بعد التى تؤكد أن كل معلم على سطح الأرض يعكس ضوء الشمس الساقط علية بدرجة تختلف عن أى معلم أخر مما يسهل عملية التصنيف .

رابعا" البيانات الجدولية و الإحصائية:

وهى مجموعة الجداول والتقارير والبيانات التى لها علاقة وثيقة بالتطبيق المطلوب والتى يقوم نظام المعلومات الجغرافى باستخدامها فى تحليلاته المختلفة ليقوم باستنتاج معلومات منها.

١-٧ التقنيات المرتبطة بنظم المعلومات الجغرافية

ترتبط نظم المعلومات الجغرافية ارتباطا" وثيقا" بالعديد من نظم المعلومات ، ولكن يبقى دور نظم المعلومات الجغرافية متميزا" وذو مكانة خاصة حيث أنة الوحيد الذى لدية القدرة العالية على معالجة وتحليل البيانات الجغرافية ، ومن هذه التقنيات :

١-٧-١ الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)

وهى عملية تجميع بيانات عن سطح الأرض عن طريق التقاط صور اقمار صناعية خاصة ثم تتم عملية تصحيح وتفسير هذه الصور لتصنيف كل المعالم الجغرافية الموجودة فيها ، وتفيد هذه التقنية فى عمليات تحديث الخرائط وفى تصنيف التربة وفى التطبيقات الجيولوجية مثل استنتاج أماكن الفوالق، وحركة الطبقات المختلفة لسطح الأرض، وفى إنتاج خرائط استخدامات الأراضى وفى حصر الموارد الطبيعية فى حيز معين وفى تحديد التغيرات الحادثة فى منطقة معينة خلال فترة زمنية معينة والتنبؤ بالتغيرات المستقبلية فى ذات المنطقة، بالإضافة الى الاستخدام فى المجال العسكرى.

١-٧-٢ نظم تحديد المواقع على سطح الأرض GIObaI Positioning Systems (GPS)

وهى عملية تحديد إحداليات نقطة معينة على سطح الأرض باستخدام أجهزة (GPS) المتصلة بعدد من الأقمار الصناعية التى تعطى إحداليات ذات دقة عالية للنقطة الموجودة

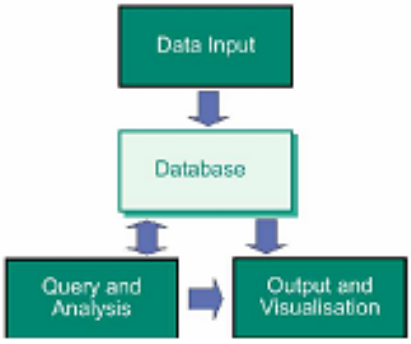
(شكل ٢٠) شكل لجهاز GPS

عندها الجهاز، ويستخدم ذلك فى تحديث الخرائط وبناء نظم المتابعة والقفاء الأثر للمركبات المختلفة **(Tracking system)** .

١-٧-٣ الجيوديسيا والفوتوجرامترى **(Geodesy & Photogrammetry)**

الجيوديسيا: هى علم قياسات شكل الأرض عن طريق الوسائل المساحية المعروفة وهو ذو فائدة فى بناء خرائط الأساس التى تحتوى على مجموعة من الطبقات الرئيسية (طرق، سكك حديد، مطارات، منشآت،.....الخ). و التى تستخدم فى معظم التطبيقات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية .

الفوتوجرامترى: هو ذلك الفرع من العلوم الذى يهدف الى تصحيح وتحليل الصور الجوية (أى التى تم التقاطها من طائرة) وهو يوفر دقة عالية فى الخرائط المنتجة من الصور المصححة.



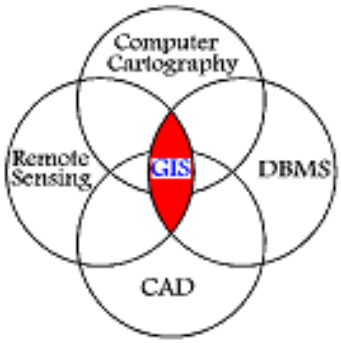
(شكل ٢١) شكل يوضح دور نظم إدارة قواعد البيانات داخل GIS

١-٧-٤ علم بناء ورسم الخرائط **(Cartography)**

هذا الفرع من العلوم يشمل مجموعة من المواصفات والاصطلاحات المتعارف عليها فى إنتاج أى مقياس من الخرائط المختلفة، وهذه المواصفات القياسية تشمل أيضا" الدقة والإحكام والإحداثيات، ..... الخ ، وبهذا تدين نظم المعلومات الجغرافية بالفضل لهذا العلم فى سهولة ودقة الخرائط التى يتم إدخالها فى نظم المعلومات الجغرافية.

١-٧-٥ نظم إدارة قواعد البيانات **Data Base Management Systems (DBMS)**

من الطبيعى أن تكون ذات صلة وثيقة بنظم المعلومات الجغرافية حيث أنها وسيلة ذات قوة عالية جدا فى تخزين واستعادة البيانات التى تقوم نظم المعلومات الجغرافية باظهارها آليا وتوقيعها على الخرائط الجغرافية للمستخدم.



(شكل ٢٢) شكل يوضح التقنيات المرتبطة بنظم المعلومات الجغرافية

١-٧-٦ نظم التصميم الهندسى **Computer Aided Drawings (CAD)**

بدأ استخدام نظم التصميم الهندسى فى عمليات تصميم المنشآت والبنية الأساسية ولكن امتد الآن هذا الاستخدام ليشمل إنتاج الخرائط وان كانت ذات قدرة محدودة فى إدارة ومعالجة وتحليل قواعد البيانات الجغرافية ولكنها أثبتت كفاءة عالية فى عمليات التحويل والتصحيح الرقمى للخرائط.

١-٨ استخدامات نظم المعلومات الجغرافية فى المجالات المختلفة:

إن المقدرة الفائقة لنظم المعلومات الجغرافية فى البحث فى قواعد البيانات وإجراء الاستفسارات المختلفة ثم إظهار هذه النتائج فى صورة مبسطة لمتخذ القرار قد أفادت فى العديد من المجالات منها:

أولاً: استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى تحليل الشبكات:

تعتبر عملية تحليل الشبكات من أهم الوظائف التى يستطيع نظام المعلومات الجغرافى أن يقوم بها بكفاءة عالية . ونظراً لان حركة البشر ،و تنقلاتهم وتوزيع البضائع والخدمات والطاقة يتم من خلال شبكات الطرق والبنية الأساسية فان شكل وكفاءة هذه الشبكات يحدد بشكل كبير مستوى معيشة الأفراد ويؤثر بشكل ملحوظ فى عدالة توزع الخدمات.

وتوفر عملية تحليل الشبكات الوسائل المختلفة لدراسة أى شبكة وتحديد مدى ممانعة كل جزء فيها لعملية السير والتعبير عن ذلك فى صورة رقمية وبعد ذلك تبدأ عملية التعامل مع تلك الشبكة عن طريق مجموعة من الأوامر والتى تعرف بالأوامر المكانية **(Spatial Commands)** وهى التى تقوم بحساب المسارات المطلوبة وتقوم بإظهارها للمستخدم فى شكل مفهوم .

ممانعة الشبكة **(Impedance)** :

عند التعامل مع أى شبكة ولتكن شبكة الطرق لأى منطقة يلاحظ أن كل طريق له مقاومة سير خاصة به ،وهو ما يعرف بالممانعة **(Impedance)** وهى عبارة عن محصلة لمجموعة من الخواص التى تميزة مثل:عرض الطريق (الاتساع) ، وكثافة المرور بالطريق ، و توقيت المرور وما إذا كان فى وقت الذروة من عدمة ، و اشارات المرور بالطريق ، و السرعة القصوى فى الطريق ... الخ. ويقوم محلل النظم بإعطاء وزن لكل من العوامل السابقة بناء على البيانات والإحصائيات التى تم جمعها للطريق ثم يقوم بتجميع هذه الأوزان لحساب الممانعة النهائية للطريق وهو ما يستخدمه نظام المعلومات الجغرافى فى حساباته المختلفة لتحليل الشبكة. ويعتبر نظام المعلومات الجغرافى من الذكاء بمكان بحيث يقوم باستخدام طول الشارع كرقم يعبر عن ممانعة الشارع للسير فى حالة ما لم يقوم المحلل باعطائة رقم الممانعة صراحة فى قاعدة البيانات المرتبطة بشبكة الطرق . وقد يطلق لفظ تكلفة **(Cost)** للتعبير عن هذه الممانعة.و من أمثلة التطبيقات التى تستخدم فى تحليل الشبكات ما يلى:

١- إيجاد أفضل مسار

من أهم المشكلات التى يقوم نظام تحليل الشبكات بدراستها وتقديم حلول لها هو عملية إيجاد أفضل مسار يصل بين نقطتين أو أكثر . وهذا المسار هو الذى يحقق أقل قيمة ممانعة (تكلفة) بحيث يقوم بتجميع ممانعات الأجزاء المكونة له من الشبكة وهذا المسار له شكلين أساسيان فى نظم المعلومات الجغرافية.

(شكل ٢٣) مثال لعملية إيجاد أفضل مسار يصل بين نقطتين أو أكثر

٢- التخصيص **(Allocation)**

والمقصود بالتخصيص للشبكات هو تحديد أجزاء الشبكة التى تتبع نقطة معينة أو مجموعة من النقاط فى المنطقة محل الدراسة، بمعنى تقسيم الشبكة الى أجزاء يتبع كل جزء منها نقطة محددة ويسمى هذا الجزء عندئذ دائرة خدمة هذه النقطة . فمثلاً عند تحديد دوائر خدمات المدارس فى منطقة معينة يقوم نظام المعلومات الجغرافى بالاستفسار من المستخدم عن المعيار الذى سيبنى علية التقسيم فيحدد له المستخدم طول الشارع كمعيار للحساب،

ثم يقوم بالاستفسار عن أقصى مسافة يستطيع الطالب أن يسيرها حتى يتم أعتبار منزل الطالب داخل دائرة خدمة مدرسة محددة فيقوم المستخدم باعطائة المسافة، عندئذ يقوم نظام المعلومات الجغرافى باعتبار طول الشارع هو مقدار ممانعة الشارع للسير خلاله ويقوم بتجميع أطوال الشوارع بدءاً من المدرسة وحتى الطول الذى حدده المستخدم ثم يقوم بإظهار النتيجة النهائية على خريطة المنطقة وبالتالى يتم تحديد منطقة خدمة كل مدرسة

ومنها يتم تحديد المناطق المحرومة من الخدمات. مما يسهل عملية اتخاذ قرار لبناء مدارس جديدة أو تغيير أماكن بعض المدارس لضمان عدالة توزيع الخدمة.

٣- التتبع (Tracing)

من المهام الحيوية عند دراسة أو تحليل شبكة من شبكات المرافق معرفة أجزاء الشبكة المتصلة ببعضها عند نقطة محددة. فمثلاً يمكن تحديد المناطق التى ستتأثر عند حدوث كسر فى احدى مواسير المياه عند نقطة معينة أو عند حدوث عطل فى أحد محولات الكهرباء أو يمكن معرفة حجم المياه المتجمعة من روافد أحد الأنهار عند نقطة معينة .... الخ.

(شكل ٢٤) مثال يوضح نطاق تأثير الخدمات علي شبكة الطرق

ثانيا: إدارة الأزمات :

عادة ما تكون الأزمات عبارة عن أحداث مكانية مثل (الفيضانات–الزلازل– الأعاصير – انتشار الأوبئة–الاضطرابات العامة –التجاعات ... الخ). ومن هنا فان امتلاك الخرائط والمعلومات يعتبر أمراً هاماً لادارة الكارثة. وتظهر أهمية نظم المعلومات الجغرافية التى تمتلك أدوات تخطيط الكوارث الطارئة وسرعة الاستجابة ورسم خرائط لموقع الحادث وتحديد الاولويات وتطوير خطط العمل وتطبيق هذه الخطط لحماية الأرواح والممتلكات والبيئة.

وتتيح نظم المعلومات الجغرافية لمتخذى القرار الوصول السريع والمرئى للمعلومات الحيوية عن موقع الأزمة، مما يساعد على تطوير خطط العمل التى تطبع أو ترسل لفريق العمل للتعامل مع الازمة وبالتالى تساعد على تنسيق وتفعيل جهود الطوارئ.

ثالثا: استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى مجال الخدمات الطبية الطارئة

تعتبر نظم المعلومات الجغرافية أحد الأدوات الجيدة للإسعافات الطبية الطارئة. حيث توفر بيانات عن أنواع الحوادث والبيانات الديموجرافية الخاصة بهذه الحوادث ويمكن عرضها بسرعة وسهولة. وتساعد أيضاً على سرعة استجابة نظام الخدمات الطبية الطارئة من خلال تحديد اقرب وحدة إسعاف الى مكان الاتصال المبلغ عن الحادث وأقصر الطرق البديلة للوصول إلية. بالإضافة الى إمكانية القيام بتحليلات مختلفة للمعلومات المختزنة فى قواعد البيانات بحيث يمكن معرفة سرعة ومدى انتشار عدوى لداء أو وباء قبل انتشاره الفعلى مما يساعد على التخطيط السليم اتجنب انتشار المرض أو الوباء .

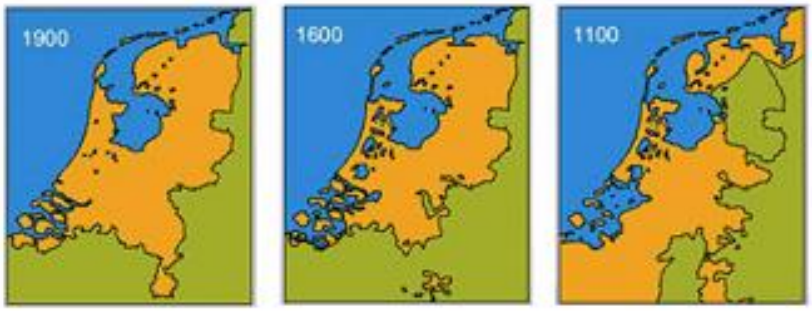
رابعا: التخطيط العمرانى

تفيد نظم المعلومات الجغرافيه في كافة مراحل أعداد المخطط بدأ من مرحلة جمع البيانات و تحليلها مرورا الي مرحلة تقييم البدائل و اختيار البديل الأمثل و صولاً الي مرحلة التنفيذ و المتابعة، فيمكن من خلال تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيه تجميع المعلومات من مصادرها المختلفة كما يمكن تقييم أداء الخدمات المختلفة (تعليمية، و صحية، و أمنية، .... الخ) فى أى منظمة عمرانية لتحديد المناطق المخدومة و المحرومة ، لاعادة توزيع الخدمات فيها، كما يفيد فى مقارنة التخطيط المقترح بالوضع الراهن لمنطقة معينة لتحديد الملكيات والمسئوليات القانونية،كما يساعد في تحديد

أتجاهات النمو العمراني للتجمعات عن طريق متابعة التطور و النمو العمراني و يساعد في أختيار افضل مواقع لعناصر التجمع العمراني بناءا على المعايير المختلفة ، ويساهم في بناء النماذج العمرانية الرياضية و ذلك لتحديد اتجاهات النمو العمراني المستقبلي .

خامسا: حماية البيئة

تقوم نظم المعلومات الجغرافية بتصنيف ودراسة العديد من البيانات في اتجاهات عديدة خاصة بطبيعتها الفيزيقية والبيولوجية والكيميائية والمناخية .....الخ ، ويقوم بتتبع التغيرات الحادثة في منطقة معينة وتقدير التأثيرات المختلفة على المناطق المجاورة عن طريق مقارنة مجموعة من الصور والخرائط في تواريخ مختلفة .كمتابعة تطور تاكل الشواطئ و مدي التغير الحادث فيها.



(شكل ٢٥) مثال لمتابعة تطور تاكل الشواطئ و مدي التغير الحادث فيها على مر الزمن.

سادسا: الدراسات الاقتصادية والاجتماعية

تساهم نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل الخصائص الاقتصادية والاجتماعية لمنطقة معينة بناءا" على معايير خاصة يحددها الخبراء وذلك لاستنتاج المؤشرات التنموية التي تساهم في اتخاذ قرارات مناسبة في كافة اتجاهات التطوير.

سابعا: إنتاج خرائط استخدامات الأراضي والموارد الطبيعية

باستخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية يمكن إنتاج خرائط توضح مناطق تجمع الموارد الطبيعية لمنطقة معينة (مياه – بترول – خامات معدنية الخ) وكذلك إنتاج الخرائط التي توضح الاستخدام الحالي للأرض واستنتاج خرائط الاستخدام المستقبلي

ثامنا: أستنتاج شكل سطح الأرض

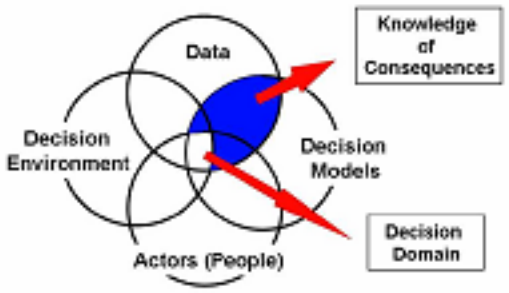
من الأهمية بمكان أن يعطي المعلومات الجغرافية تصورا" دقيقا" لشكل سطح الأرض الذي سيتم العمل علية ويتم ذلك عن طريق إدخال الخرائط الكنتورية للمنطقة وكذلك نقاط الارتفاعات التي يتم إدخالها في صورة (س،ص،ع) حيث تعبر كل من س،ص عن موقع النقطة على سطح الأرض أما ع فهي تعبر عن ارتفاعها عن سطح الأرض. وباستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية يتم استنتاج شكل سطح الأرض بناء على هذه البيانات وهو ما يعرف بنموذج الارتفاع الرقمي **(DEM)**

(شكل ٢٦) مثال لأستنتاج نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة معينة .

وهو ذو فائدة عظيمة فى معظم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية حيث يمكن من خلاله استنتاج كميات الحفر والردم فى منطقة محددة أو تحديد أشكال مخرات السيول واتجاهات الميول لأى منطقة ... الخ.

تاسعا: تحسين إنتاجية الهيئات

اكتشفت جميع الهيئات التى طبقت تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية أن واحدا" من أهم فوائدها هو تحسين عملية إدارة الهيئة ومواردها المختلفة حيث تمتلك نظم المعلومات الجغرافية القدرة على ربط مجموعات البيانات مع بعضها مع المواقع الجغرافية مما يسهل المشاركة فى البيانات وتسهيل الاتصال بين الأقسام المختلفة فعند بناء قاعدة بيانات موحدة يمكن لاحد الأقسام الاستفادة من عمل الأخر حيث أن تجميع البيانات يتم مرة واحدة فقط ويتم استخدامها عدة مرات، وكما زادت القدرة على الاتصال بين الأقسام فقد قل كل ما هو زائد عن الحاجة من موارد الهيئة، مما حسن من الإنتاجية وبالتالى فقد زادت الكفاءة الكلية للهيئة.



(شكل ٢٧) شكل يوضح مساهمة نظم المعلومات الجغرافية فى وضع القرارات المحطنة

عاشرا: اتخاذ القرارات المناسبة

تنطبق صحة القول المأثور بأن "البيانات الأفضل تقود لقرارات أفضل تماما" ، ونظم المعلومات الجغرافية ليست وسيلة فقط لاتخاذ القرار ولكنها أداة للاستفسار والتحليل مما يساهم فى وضع المعلومات واضحة وكاملة ودقيقة أمام متخذ القرار.

كما تساهم نظم المعلومات الجغرافية فيما يسمى باختيار أنسب الأماكن **(best site selection)** بناءا" على معايير يختارها المستخدم مثل : البعد عن الطريق الرئيسى بمسافة محددة وسعر المتر لا يزيد عن سعر معين، وتحديد حالة المرافق ، والبعد عن مناطق التلوث،....الخ، فيقوم نظام المعلومات الجغرافى بإجراء هذا الاستفسارات على قواعد البيانات ويقوم باختيار مجموعة من المساحات التى تحقق هذه الاشتراطات ويترك لمتخذ القرار حرية الاختيار النهائى.

حادي عشر: بناء الخرائط

إن الخرائط لها مكانة خاصة فى نظم المعلومات الجغرافية حيث أن عملية بناء الخرائط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية تعد أكثر مرونة عن أى طريقة يدوية أو كارتوجرافية حيث تبدأ هذه العملية ببناء قواعد البيانات ثم التحويل الرقمى للخرائط الورقية المتوفرة ثم يتم تحديثها باستخدام صور الأقمار الصناعية فى حالة وجودها ثم تبدأ عملية ربط البيانات بمواقعها الجغرافية وعندئذ يكون المنتج النهائى من الخرائط جاهزا" للظهور حيث يتم إيضاح المعلومات المختارة برموز محددة على الخريطة لتوضيح خصائص محددة مثل: إظهار مناطق الآثار مثلا موزعة على خريطة الجمهورية باستخدام رمز مفهوم ومحدد.

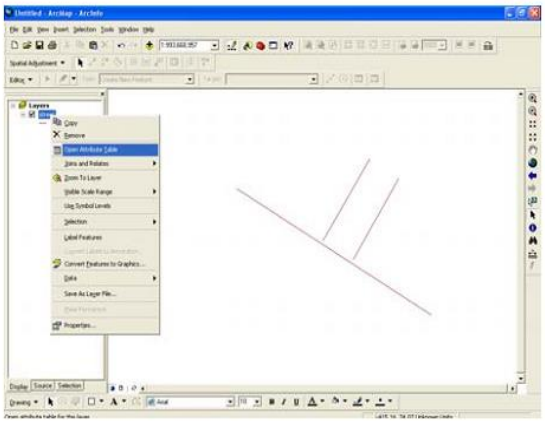
الفصل الثالث

خلق الحقول وإدخال البيانات

- **خلق الحقول وإدخال البيانات لها:**

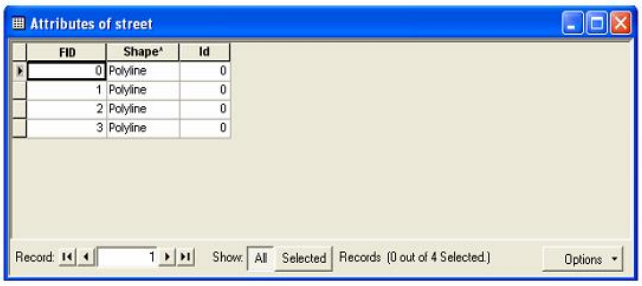
لتصميم جدول بيانات فاننا اولا نحدد البيانات التي سنقوم بخزنها ومن ثم نختار اسماء الحقول و نوع البيانات لكل حقل للوصول الى افضل تصميم وبخصوص نوع البيانات فاننا نختار النوع Text لحفظ الاسماء وكل قيمة تتكون من حروف ونختار النوع Short Integer للقيم العددية والتي تتراوح ما بين (32,000- و 32,000+) اما النوع Double فانه للقيم العددية التي تتراوح ما بين (2.2E-308- و 1.8E308- للقيم السالبة وللقيم الموجبة تتراوح ما بين 2.2E-308 و 1.8E308) والنوع Float للقيم العددية التي تتراوح ما بين (3.4E-38- و1.2E38- للقيم السالبة وللقيم الموجبة تتراوح من 3.4E-38 الى 1.2E38) والنوع Date لحفظ التواريخ والان نتبع الخطوات التالية لاضافة حقل الى جدول بيانات ملف الشكل:

١. اكبس كليك يمين على اسم ملف الشكل الذي تريد اضافة حقل الى جدوله ونختار البند Open Attribute table لاحظ الشكل ٣-٥ .



الشكل ٣-٥

ستظهر نافذة الجدول وفيها ثلاثة حقول أساسية هي FID ويمثل تسلسل المعلم ولا يمكن تغيير أرقام هذا الحقل أما الحقل الثاني فيمثل صنف المعلم مثل Polygon، Polyline أو Point والحقل الأخير يمثل رقم يختاره المستخدم للمعلم لاحظ الشكل ٤-٥.

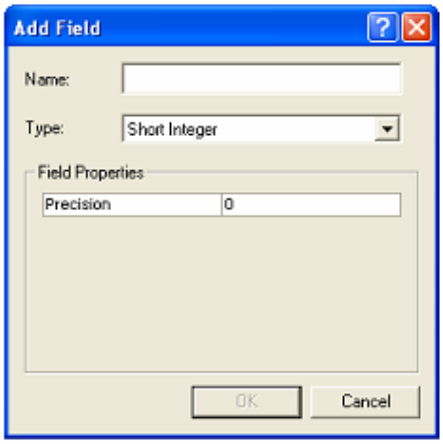


الشكل ٤-٥

٢. في نافذة الجدول انقر الزر Option ومن القائمة اختر البند Add Field لاحظ الشكل ٥- ٥ بهذا سنضيف حقل جديد للجدول وهنا يجب أن نتذكر إننا لا نستطيع إضافة حقل حتى نخرج من بيئة الرسم أي نختار Stop Editing من القائمة Editor.

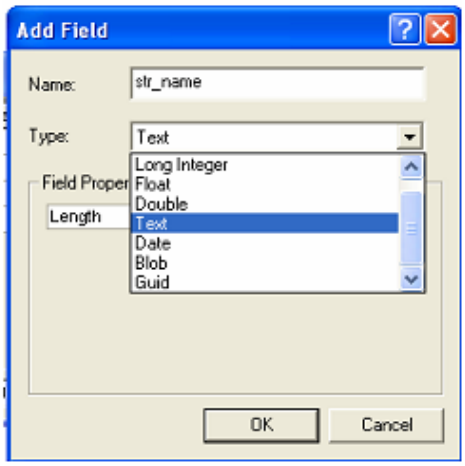
١

٣. سيظهر مربع حوار Add Field لاحظ الشكل ٦-٥ ومنه سنحدد مواصفات الحقل الجديد.



الشكل ٦-٥

٣. من خلال حيز Name: نحدد اسم الحقل الذي نريد اضافته وهنا سنضيف حقل اسمه Str_name ونختار نوع البيانات المطلوب من خلال حيز Type وسنختار النوع text لاحظ الشكل ٧-٥.

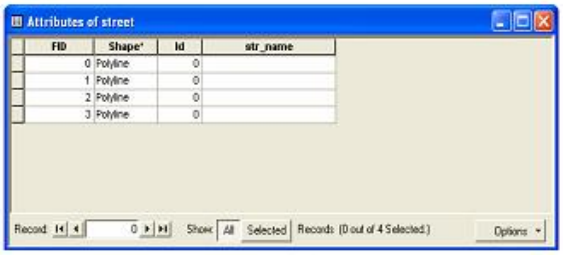


الشكل ٧-٥

٤. اذا اردنا ان نحدد عدد الحروف لكل اسم شارع مثل عشرون حرف بحيث لا نتمكن من ادخال اسماء طولها أكثر من عشرين حرف فاننا ندخل الرقم ٢٠ المقابل للخاصية Length من خلال حيز Field Properties لاحظ الشكل ٨-٥.

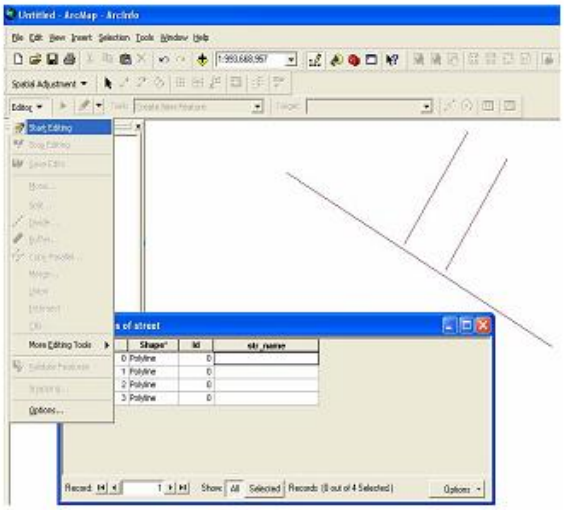
الشكل ٨-٥

سيظهر حقل جديد في جدول البيانات بعنوان Str_name لاحظ الشكل ٩-٥.



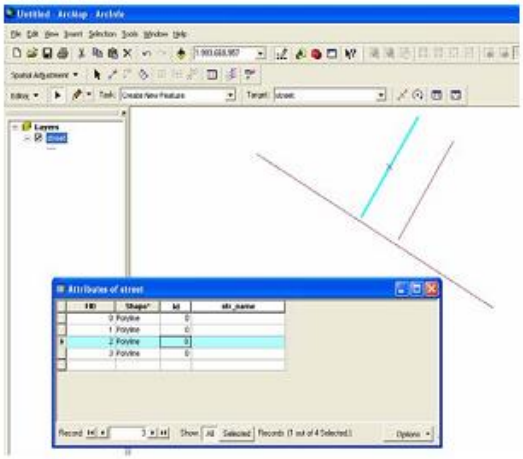
الشكل ٩-٥

٥. وألان سنقوم بإدخال البيانات مباشرة ونبدأ أولا من شريط أدوات Editor حيث نختار الأمر Start Editing لنتمكن من الكتابة داخل جدول البيانات لاحظ الشكل ١٠-٥.



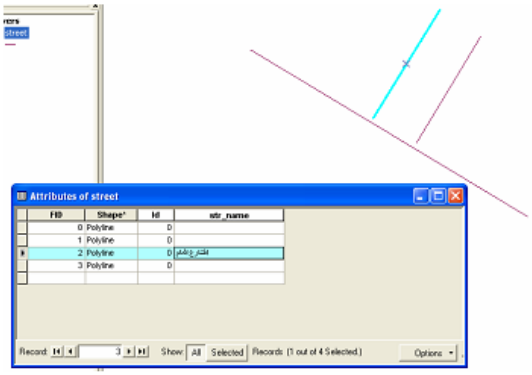
الشكل ١٠-٥

٦. انتق احد المعالم من خلال حيز العرض ستلاحظ أن احد سجلات الجدول قد تم انتقائه لاحظ الشكل ١١-٥.



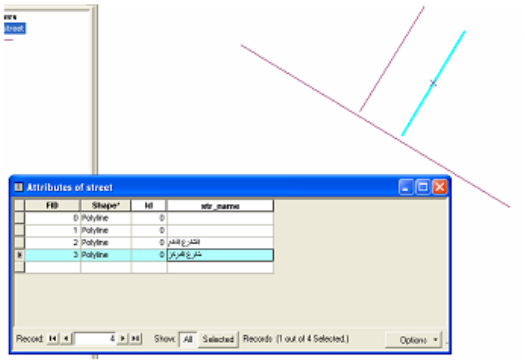
الشكل ١١-٥

٧. اكبس بالمؤشر داخل خلية str_name واكتب اسم الشارع المنتقى حاليا لاحظ الشكل ١٢-٥.

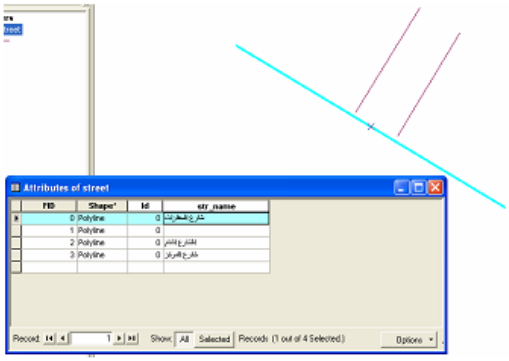


الشكل ١٢-٥

٨. كرر نفس الخطوة السابقة بعد أن تنتقي شارع أخر من حيز العرض لاحظ الشكل ١٣-٥ والشكل ١٤-٥.



الشكل ١٣-٥

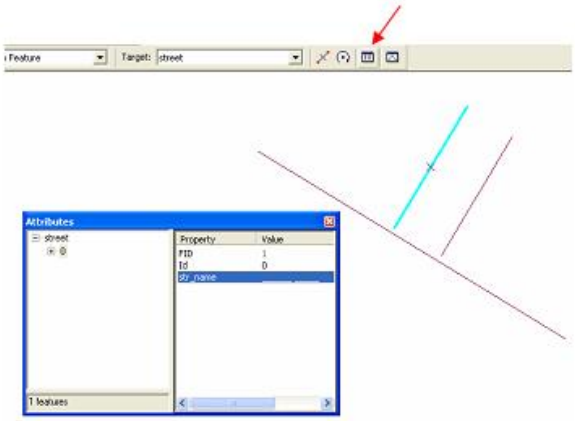


الشكل ١٤-٥

- **إدخال البيانات من خلال مربع حوار Attributes:**

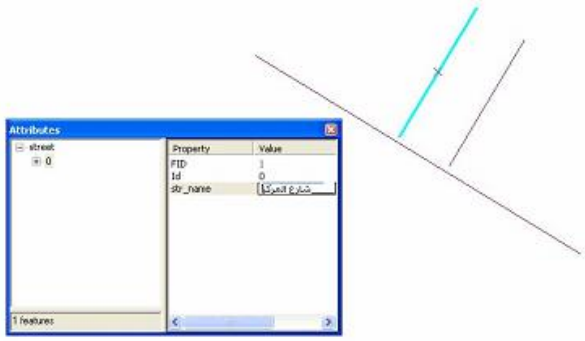
وهنا سنقوم بإدخال البيانات من خلال مربع حوار Attributes وهذه الطريقة مشابهة للطريقة الأولى حيث نقوم بإدخال البيانات سطر بعد سطر لكل المعالم وألان اتبع الخطوات التالية:

١. انتق احد الشوارع من حيز العرض ثم انقر ايكونة Attributes من شريط أدوات Editor لإظهار مربع حوارها لاحظ الشكل ١٥-٥.



الشكل ١٥-٥

٢. انقر على الخلية المجاورة للبند str_name واكتب بداخلها اسم الشارع المطلوب لاحظ الشكل ١٦-٥.



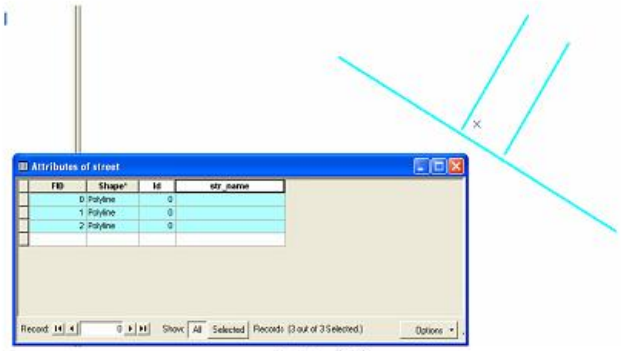
الشكل ١٦-٥

وبهذا تم ادخال القيمة في الجدول ويمكننا التأكد من خلال اظهار نافذة الجدول الان حيث سيظهر احد السجلات منتقى وهو سجل المعلم الذي انتقيناه الان وادخلنا اسمه في مربع Attribute.

- **إدخال البيانات الآلي:**

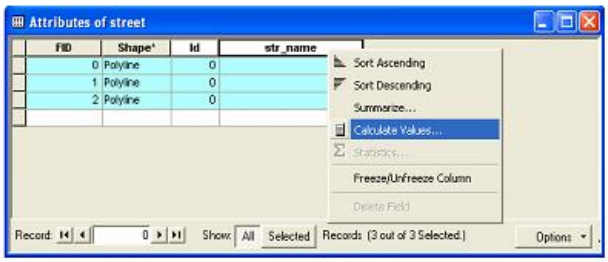
وفي هذا النوع سنقوم بإدخال البيانات لمجموعة من الخلايا التابعة لحقل واحد عندما تكون هذه الخلايا تحوي نفس القيمة فبدلا من إدخال نفس القيمة لخلية بعد أخرى نقوم بإدخال القيمة مرة واحدة لكل الخلايا:

١. لنفرض ان الخطوط الثلاثة تمثل شارع واحد ولها نفس الاسم عندها نقوم بانتقاء الخطوط التي تحمل نفس الاسم وكما مبين في الشكل ١٧-٥.



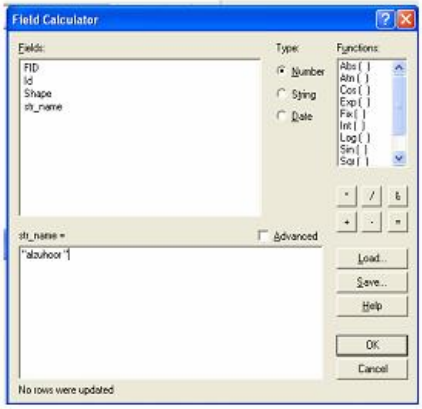
الشكل ١٧-٥

٢. انقر كليك يمين على عنوان حقل اسم الشارع لتنزل قائمة اختر منها البند Calculate values وكما مبين في الشكل ١٨-٥.



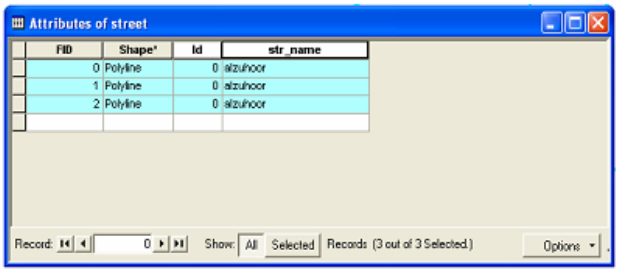
الشكل ١٨-٥

٣. سيظهر مربع حوار Field Calculator وفيه نكتب اسم الشارع في الحيز السفلي وكما مبين في الشكل ١٩-٥ ولا ننسى ان نضع اسم الشارع بين علامات الاقتباس (دبل كوتيشن).



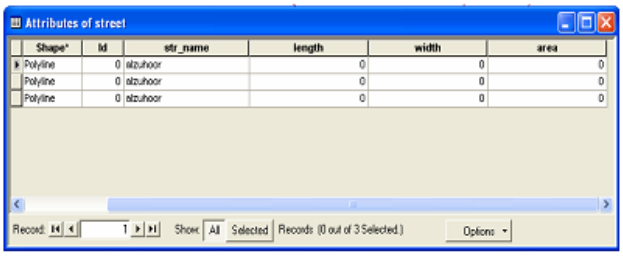
الشكل ١٩-٥

٤. انقر زر موافق للبدء بعملية تعبئة البيانات في الخلايا وبعد الانتهاء سيظهر جدول البيانات كما مبين في الشكل ٢٠-٥ حيث ستمتلئ عدة خلايا بنفس القيمة التي كتبناها قبل قليل.



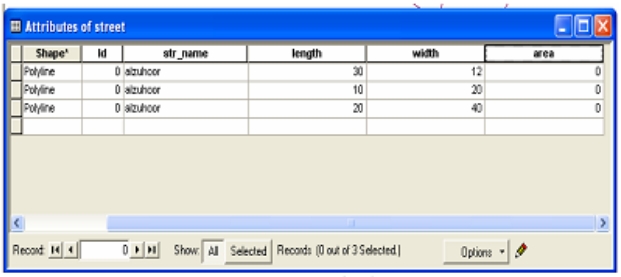
الشكل ٢٠-٥

وألان نقوم بإضافة حقول جديدة مثل طول الشارع و عرضه ومساحته وهذه الحقول من النوع Double لنتعلم الأساليب الأخرى لتنزيل البيانات وكما مبين في الشكل ٢١-٥.



الشكل ٢١-٥

نقوم بإدخال البيانات لحقول طول الشارع وعرضه أما الحقل الخاص بالمساحة فنتركه ألان لاحظ الشكل ٢٢-٥.

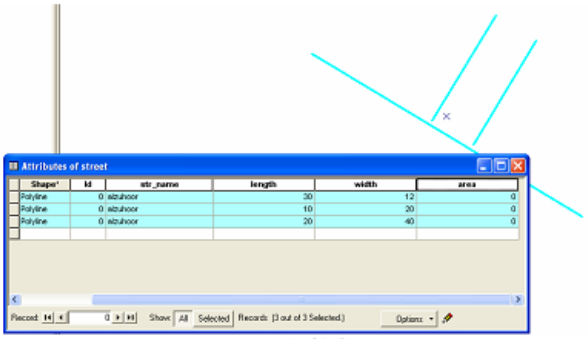


الشكل ٢٢-٥

- **إدخال البيانات باستخدام المعادلات الرياضية:**

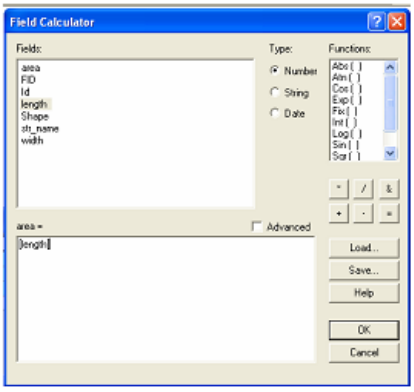
وهنا سنقوم بإدخال البيانات لعدة معالم وباستخدام معادلة رياضية مثل حساب مساحة الشوارع من خلال ضرب الطول في العرض لكل شارع وحفظ الناتج في خلية Area ، تابع الخطوات التالية:

١. انتق الشوارع التي تريد حساب مساحتها وكما مبين في الشكل ٢٣-٥.



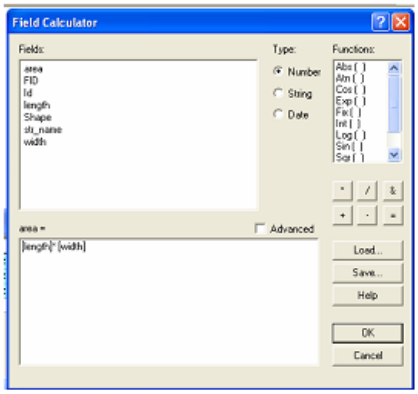
الشكل ٢٣-٥

٢. من خلال نافذة جدول البيانات اكبس كليك يمين على عنوان الحقل area واختر البند Calculate values لإظهار مربع حواره لاحظ الشكل ٢٤-٥.



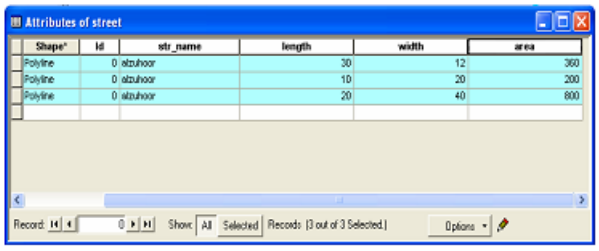
الشكل ٢٤-٥

٣. إذا كانت هناك أي كتابات داخل الحيز السفلي قم بمسحها أولا ثم انقر دبل كليك على اسم الحقل length الموجود في حيز field العلوي ليظهر نفس اسم الحقل في الحيز السفلي وهو محاط بأقواس كبيرة بعدها انقر علامة الضرب (إما من لوحة المفاتيح أو من خلال زر علامة الضرب الموجود في نفس مربع الحوار) وأخيرا انقر دبل كليك على اسم الحقل width لإظهاره في الحيز السفلي وكما مبين في الشكل ٢٥-٥.



الشكل ٢٥-٥

٤. وألان حالما نكبس زر OK سيقوم الحاسوب بإيجاد حاصل ضرب القيمة الموجودة في حقل length مع القيمة الموجودة في الحقل width ويضع الناتج في الحقل area لكل سجل في الجدول وكما مبين في الشكل ٢٦-٥.

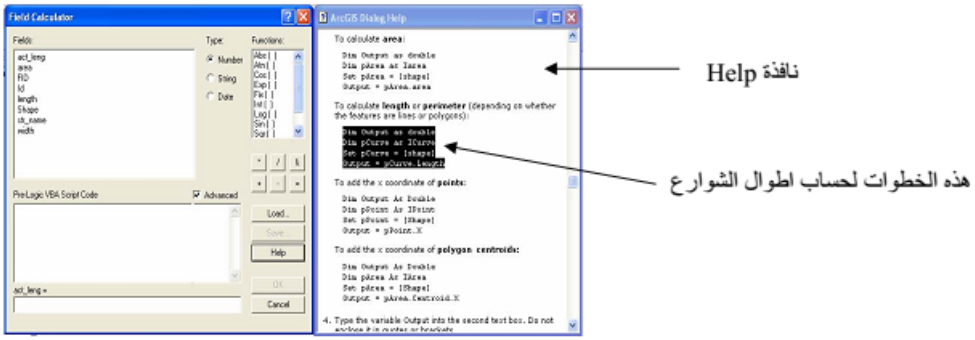


الشكل ٢٦-٥

- **إدخال البيانات الهندسية للمعلم:**

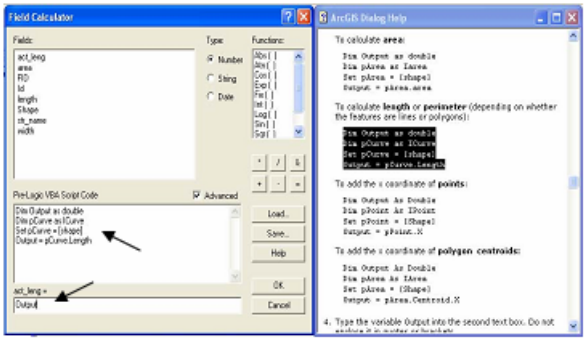
وهنا سنقوم بإدخال البيانات المتعلقة بخصائص المعالم المرسومة فبعد أن نرسم الخطوط والمضلعات وإذا كنا نطبق نظام إحداثيات دقيق فان أطوال الخطوط ومساحات المضلعات ستكون حقيقية أي تمثل أطوال الشوارع وكذلك مساحات الأراضي الفعلية، لذلك توجد مجموعة أدوات مميزة تعمل على ايجاد أطوال الخطوط ومساحات المضلعات وكذلك محيط المضلع وسنقوم ألان بحساب أطوال الخطوط لملف الشوارع ولعمل ذلك نقوم بإتباع الخطوات التالية:

١. نقوم بإضافة حقل جديد وليكن عنوانه act_length من النوع Double ثم انتق الخطوط التي نريد حساب أطوالها بعدها من خلال نافذة الجدول انقر كليك يمين على عنوان الحقـــل act_length واختر البند Calculate values لإظهار مربع حواره وفيه انقر زر الأمر help لتظهر نافذة مجاورة لمربع الحوار بعدها انقر مربع اختيار Advanced لاحظ الشكل ٢٧-٥.



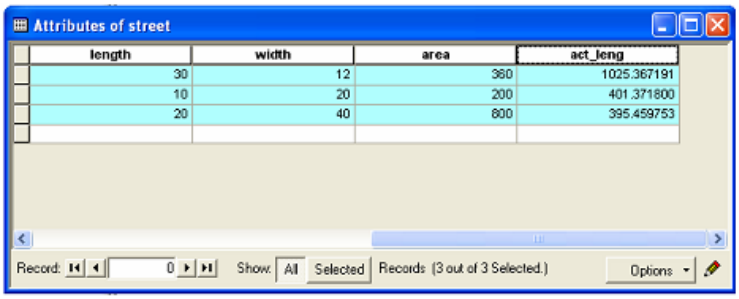
الشكل ٢٧-٥

٢. في نافذة HELP انسخ الخطوات التي تقوم بحساب أطوال الشوارع والصقها في حقل Prelogic VBA Script code في مربع حوار Field Calculator ثم اكتب الكلمة output في الحقل السفلي وكما مبين في الشكل ٢٨-٥.



الشكل ٢٨-٥

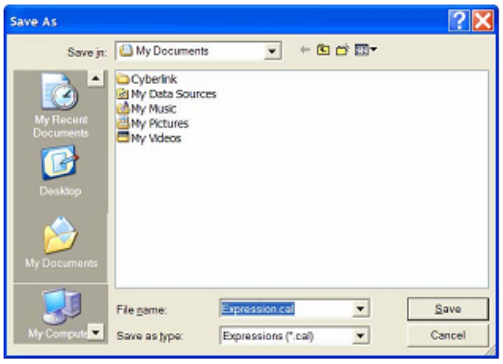
٣. انقر زر OK للبدء بعملية الحساب وبعد انتهائها سيظهر جدول البيانات وهو يحوي اطوال الخطوط مثلما قاسها على الخريطة وبوحدات المشـــــــروع (Map Units) لاحظ الشكل ٢٩-٥.



الشكل ٢٩-٥

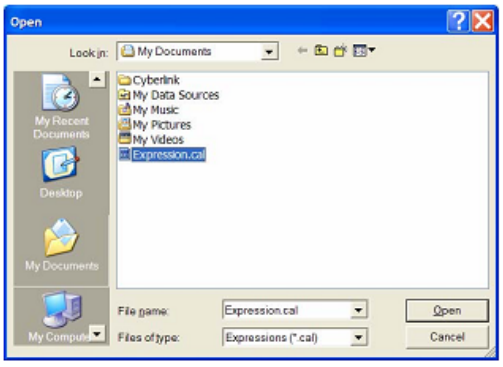
يمكن أن نقوم بحفظ عملية حساب اطوال الخطوط من خلال الكبس على زر الأمر Save الموجود داخل مربع حوار Field Calculator حيث سنحفظ العملية في ملف داخل الحاسوب بالملحق cal وكلما أردنا إجراء العملية نفسها نقوم بفتح ذلك الملف من خلال زر الأمر Load الموجود في مربع حوار Field Calculator.

١. انقر زر save ليظهر مربع حواره وفيه نختار اسم ومكان الملف الذي سنحفظ العملية الحسابية فيه وكما مبين في الشكل ٣٠-٥.



الشكل ٣٠-٥

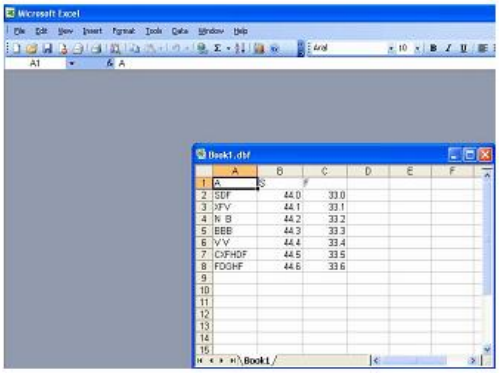
٢. قم بمسح الخطوات التي ادرجناها في مربع حوار Field calculator ثم اكبس زر الامر Load ليظهر مربع حوار open ونختار نفس الملف الذي حفظناه في الخطوة السابقة لاحظ الشكل ٣١-٥ وبهـــذا ســيعاد ادراج الخطـــوات التـــي مسحناها من مربع حوار Field calculator وهكذا كلما اردنا هذه الخطوات نفتح هذا الملف.



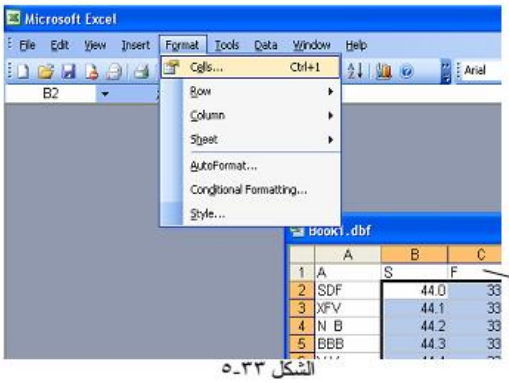
الشكل ٣١-٥

- **إنشاء ملف شكل نقطي من جدول بيانات:**

لنفترض إننا نملك ملف اكسل أو أكسس وفيه بيانات كاملة تخص بنايات معينة ونريد عمل ملف شكل نقطي وفيه كل نقطة تمثل بناية ويحوي جدول بيانات ملف الشكل كافة المعلومات المخزنة في ملف اكسل أو أكسس وهنا سنحتاج إلى وجود حقلين في ملف اكسل وهما الإحداثي X و الإحداثي Y لكل بناية وكما مبين في الشكل ٣٢-٥ وهو ملف اكسل يحوي اسم البناية و الإحداثي X و Y وسنقوم الآن بتحويل هذا الملف إلى ملف شكل نقطي من خلال الخطوات التالية:

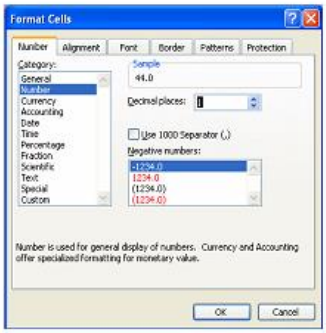


الشكل ٣٢-٥



الشكل ٣٣-٥

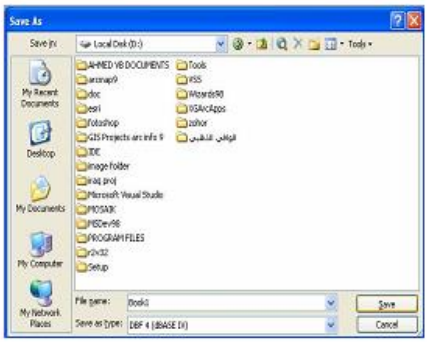
١. من خلال نافذة اكسل نقوم بتحديد نوع البيانات لكل حقول الجدول وهنا سنحدد نوع البيانات للحقلين S و F والذين يمثلان الإحداثي X و Y على التوالي لذلك نظلل خلايا الأرقام ونكبس القائمة format ونختار البند Cells وكما مبين في الشكل ٣٣-٥.



الشكل ٣٤-٥

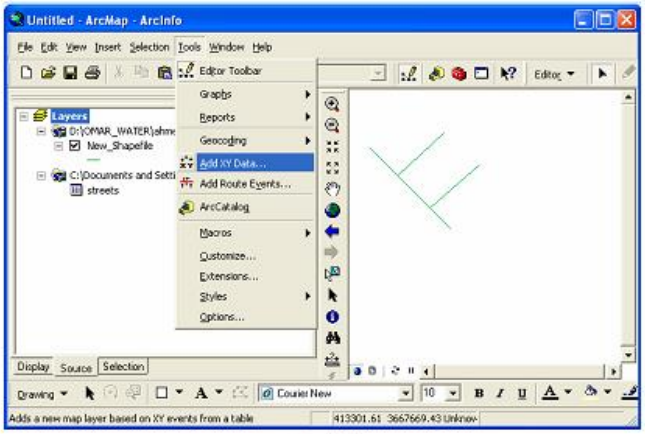
٢. سيظهر مربع حوار format cells ومنه نختار النوع number ونختار الرقم واحد في حيز dismal places والذي يمثل عدد المراتب العشرية ويفضل اختيار رقم اكبر للحصول على دقة عالية وكما مبين في الشكل ٣٤-٥.

٣.وألان نقوم بحفظ الملف وبصيغة dbf وكما تعلمنا سابقا لاحظ الشكل ٣٥-٥.



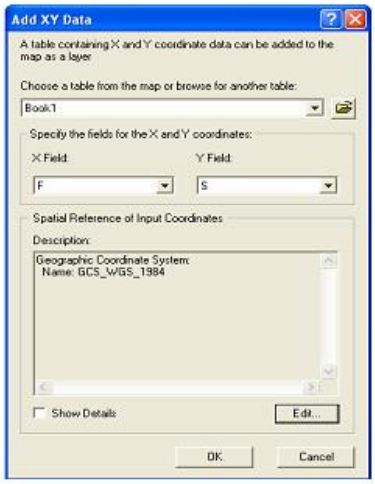
الشكل ٣٥-٥

٤. نعود إلى نافذة Arc Map وفيها انقر القائمة Tools واختر البند Add XY Data... لاحظ الشكل ٣٦-٥.



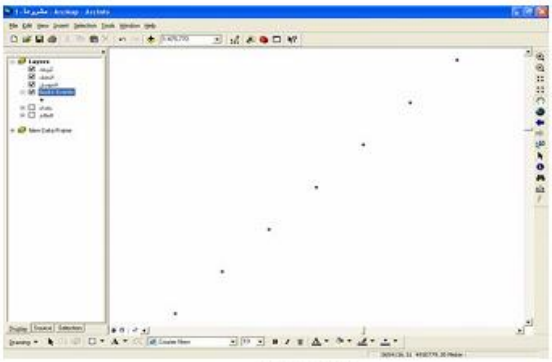
الشكل ٣٦-٥

٥. سيظهر مربع حوار Add XY Data وفيه نختار ملف dbf الذي خلقناه ونحدد الحقل الذي يحوي قيم الإحداثي X و الإحداثي Y في مربعي سرد X Field و Y Field وكذلك نحدد نظام الإحداثيات الذي نستعمله في حساب الإحداثيات من خلال نقر زر الامر Edit وكما نفعل دائما لاحظ الشكل ٣٧-٥.



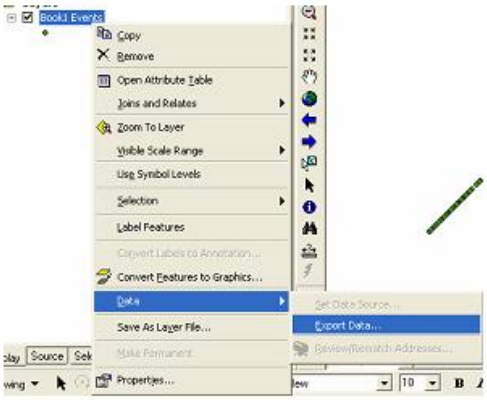
الشكل ٣٧-٥

٦. اكبس زر OK ليتم خلق ملف جديد يحوي نفس هيئة ملف الشكل ولكنه ليس ملف شكل عادي بل هو جدول بيانات لاحظ الشكل ٣٨-٥.



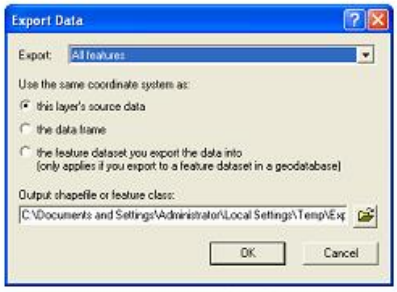
الشكل ٣٨-٥

٧. وألان لعمل ملف شكل حقيقي للنقاط بدل من جدول بيانات نقوم بالكبس كليك يمين على اسم ملف جدول البيانات في جدول المحتويات ومن القائمة المنسدلة نختار البند Data ومن القائمة الفرعية نختار البند Export Data وكما مبين في الشكل ٣٩-٥ ليظهر مربع حواره.



الشكل ٣٩-٥

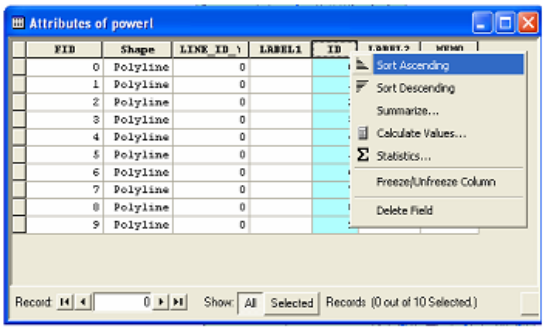
٨. من مربع حوار Export Data نختار مكان لحفظ ملف الشكل وكما مبين في الشكل ٤٠-٥ ثم انقر زر OK ليتم خلق ملف الشكل.



الشكل ٤٠-٥

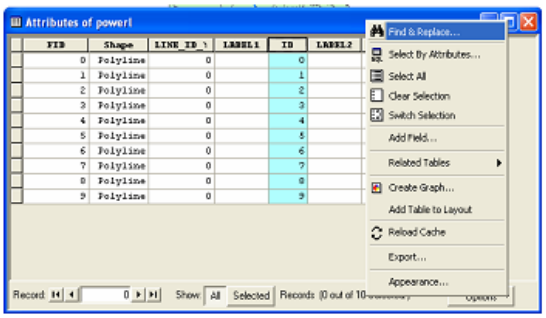
- **نافذة جدول البيانات :**

قبل الخروج من هذا الفصل سنشرح استخدامات نافذة الجدول ونبدأ أولا بنقر كليك يمين على عنوان احد الحقول لتنزل قائمة لاحظ الشكل ٤١-٥ وفيها البنود التالية:



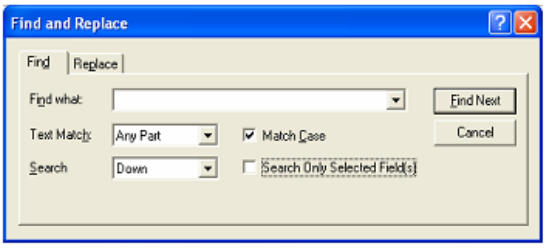
الشكل ٤١-٥

١. Sort Ascending: عند انتقاء هذا البند ستترتب محتويات الحقل تصاعديا.
٢. Sort Descending: عند انتقاء هذا البند ستترتب محتويات الحقل تنازليا.
٣. Summarize: تستخدم هذه الأداة لإعداد جداول جديدة وحسب حاجة العمل وسنخصص باب كامل لها في فصل معالجة البيانات.
٤. Calculate Values: لقد تعرفنا على هذه الأداة سابقا.
٥. Statistics: سنتعرف على هذه الأداة في فصل معالجة البيانات.
٦. Freeze\Unfreeze Column: نستخدم هذه الأداة لجعل العمود ثابت على يسار نافذة الجدول عندما نحرك الشريط المنزلق في حالة وجود عدد كبير من الحقول.
٧. Delete Field: تستخدم هذه الأداة لمسح الحقل المنتقى حاليا وتكون فعالة فقط في حالة انتقاء الامر Stop Editing.



الشكل ٤٢-٥

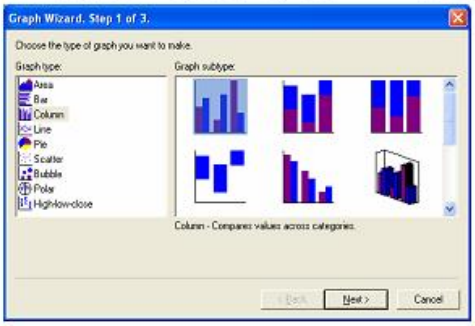
اكبس على الزر Options أسفل نافذة الجدول لتظهر قائمة فيها عدة بنود وكما مبين في الشكل ٤٢-٥ وفيما يلي شرح بفائدة كل بند:



الشكل ٤٣-٥

١. Find & Replace: وتستخدم هذه الأداة للبحث عن قيمة معينة داخل الجدول وهي شبيهة جدا بأداة البحث في برامج Office لاحظ الشكل ٤٣-٥.
٢. Select By Attribute: سنشرح هذه الأداة في فصل معالجة البيانات وهي مهمة جدا.
٣. Select All: يستخدم هذا الأمر لانتقاء كل سجلات الجدول.
٤. Clear Selection: هذه الأداة عكس استخدام الأداة السابقة أي تلغي انتقاء كل السجلات.
٥. Switch Selection: إذا انتقينا عدة سجلات وبعدها أردنا انتقاء السجلات الغير منتقاة مع إلغاء انتقاء السجلات المنتقاة أصلا فإننا نستعمل هذا الأمر والذي يقوم بقلب عملية الانتقاء.

٦. Add Field: لقد تعرفنا على هذه الأداة سابقا.
٧. Create Graph: وتستعمل هذه الأداة لخلق رسوم بيانية توضح العلاقة ما بين حقول الجدول وسنتعلم كيفية إعداد الرسوم في فصل لاحق لاحظ الشكل ٤٤-٥.

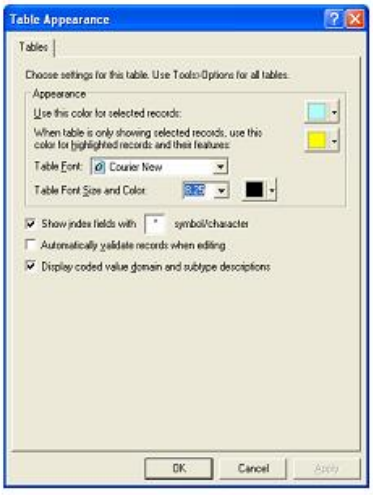


الشكل ٤٤-٥

٨. Add Table to Layout: نستخدم هذا الأمر لإضافة الجدول الحالي إلى صفحة الخرائط وسنتعرف على هذا الموضوع أكثر لاحقا.
٩. Export: لتصدير الجدول الحالي إلى جدول أخر بتنسيق مختلف مثل ملف txt ونستفيد من هذه العملية في صنع ملفات اكسل من ملفات txt لاحظ الشكل ٤٥-٥.

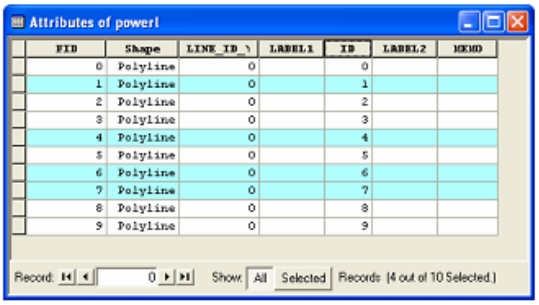
الشكل ٤٥-٥

١٠. Appearance: للتحكم بمظهر نافذة الجدول مثل الألوان وكما مبين في الشكل ٤٦-٥.



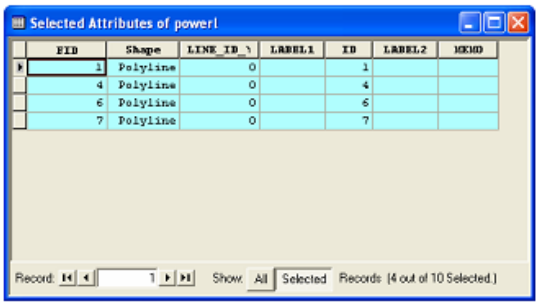
الشكل ٤٦-٥

أخر ما نتحدث عنه ألان في نافذة الجدول هو زري الأمر Selectedو All وننقر الزر Selected لعرض السجلات المنتقاة فقط وإخفاء السجلات الغير منتقاة أما الزر All فننقره لعرض كل سجلات الجدول دون استثناء وكما مبين في الشكل ٥-٤٧ و ٥-٤٨.



الأمر All يعرض كل السجلات

الشكل ٥-٤٧



الأمر Selected يعرض السجلات المنتقاة فقط

الشكل ٥-٤٨

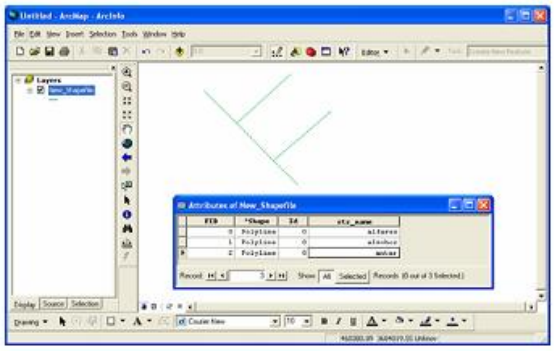
- **استيراد البيانات من اكسل واكسس واوراكل:**

سنقوم ألان بتعلم طريقة أخرى لإدخال البيانات الى جداول ملفات الرسم وهي باستيرادها اما من جدول اكسل أو أكسس او اوراكل وكذلك SQL Server وربط هذا الجدول بعلاقة Join مع جدول بيانات ملف الشكل ، لذلك سنفترض إننا نملك جدولا خارجيا يحوي بيانات للشوارع لا نريد إدخالها يدويا لجدول بيانات ملف شكل الشوارع لذلك نحتاج إلى وجود حقل مشترك ما بين جدول البيانات الخارجي وجدول بيانات ملف الشكل مثل اسم الشارع وباستخدام هذا الحقل نقوم بإدخال البيانات.

استيراد البيانات من جدول اكسل:

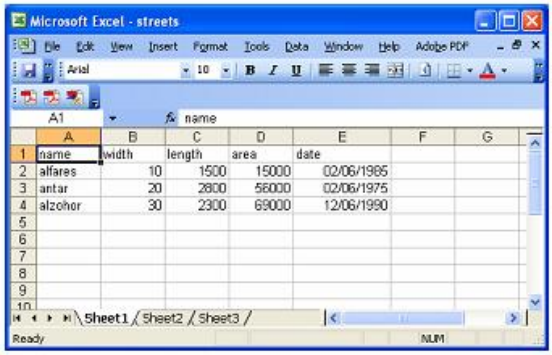
سنفترض اننا نملك ملف اكسل يحوي البيانات الكاملة لثلاث شوارع وسنعمل ملف شكل يحوي خطوط الشوارع ومن خلال جدول بياناته سندخل اسم كل شارع فقط الى حقل الاسم وهو من النوع النصي (سؤال:لماذا لا يمكننا ان نعمل جدول ترميز لاسماء الشوارع) وسندخل باقي بيانات الشارع من خلال استيرادها من ملف اكسل ولعمل ذلك نتبع الخطوات التالية:

١. نقوم باضافة ملف الشكل الى جدول محتويات ArcMap لاحظ الشكل ٥-٦٥.



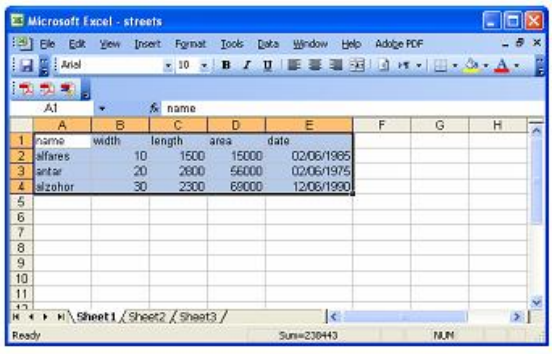
الشكل ٥-٦٥

٢. افتح ملف اكسل الذي يحوي البيانات لاحظ الشكل ٥-٦٦.



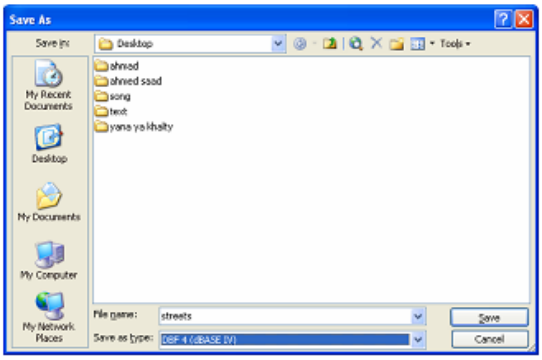
الشكل ٥-٦٦

٣. من خلال نافذة اكسل انتق الخلايا التي تحوي البيانات فقط ثم انقر القائمة file واختر البند save as وكما مبين في الشكل ٥-٦٧.



الشكل ٥-٦٧

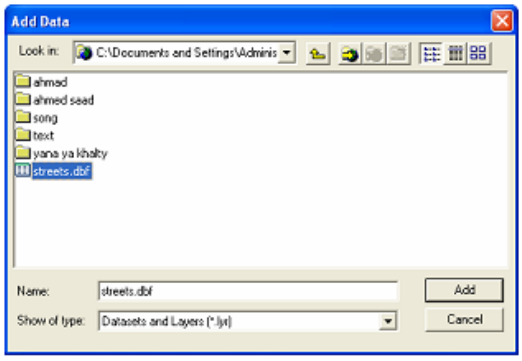
٤. سيظهر مربع حوار save as وفيه نختار مكان حفظ الملف وكذلك نختار نوع الملف DBF 4(DBASE IV) وكما مبين في الشكل ٦٨-٥.



الشكل ٦٨-٥

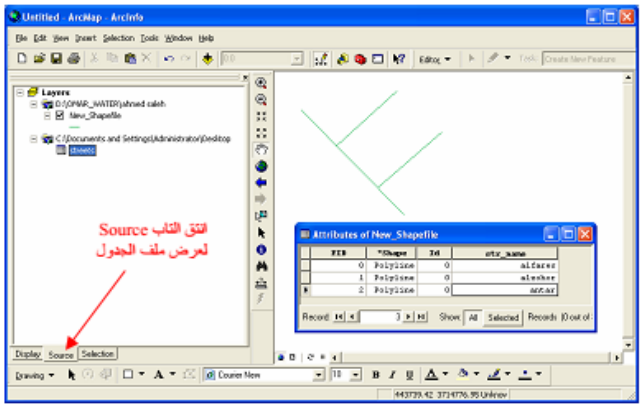
٥. انقر زر save ليظهر مربع حوار تحذير من أن تحويل نوع الملف إلى dbf لا يعمل مع ملفات تحوي عدة شيتات (Sheets) وفيه انقر yes لحفظ الشيت الفعال أي الظاهر على الشاشة بعدها سيظهر مربع حوار أخر يسأل إن كنا نريد الإبقاء على ملف اكسل الأساسي أم نريد تحويله إلى ملف dbf لذلك نختار yes للحفاظ على ملف اكسل كما هو وعمل نسخة جديدة بالنوع dbf وأخيرا سيسأل الحاسوب هل نريد حفظ التغييرات على ملف اكسل وهنا نختار no.

٦. من خلال نافذة Arc Map اكبس ايكونة add واختر ملف dbf الذي صنعناه ألان وكما مبين في الشكل ٦٩-٥ ثم انقر زر Add.



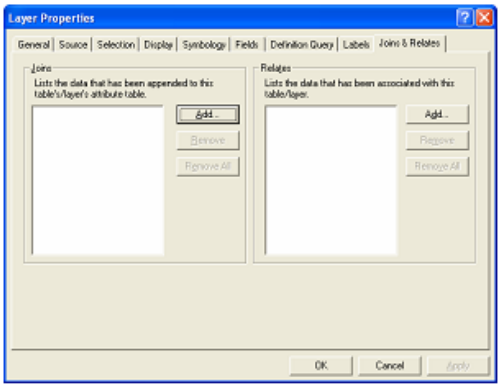
الشكل ٦٩-٥

ستظهر نافذة Arc Map وفيها سنشاهد ملف الجدول الذي يحوي بيانات الشوارع وكما مبين في الشكل ٧٠-٥.



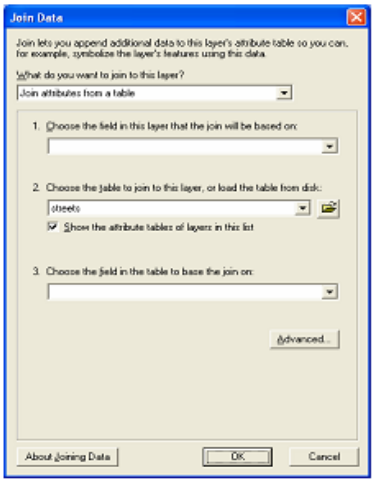
الشكل ٧٠-٥

٧. ألان سنقوم بعمل رابط ما بين جدول dbf وجدول ملف الشكل لذلك انقر كليك يمين على اسم ملف الشكل واختر البند Properties سيظهر مربع حوار الخواص ومنه نختار التاب Joins &Relates وكـــــما مبين في الشكل ٥-٧١ او يمكننا ان نستعمل الطريقة الاولى التي درسناها في جداول الترميز لعمل العلاقة Join.



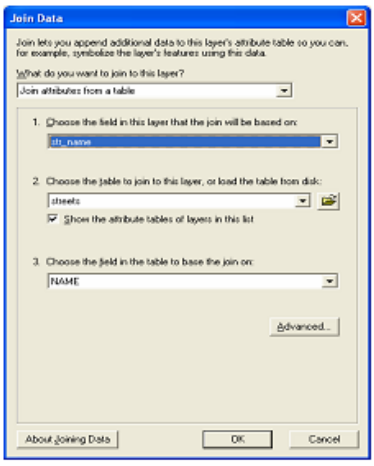
الشكل ٥-٧١

٨. انقر زر أمر Add الموجود ضمن حيز Joins ليظهر مربع حواره وكما مبين في الشكل ٥-٧٢.



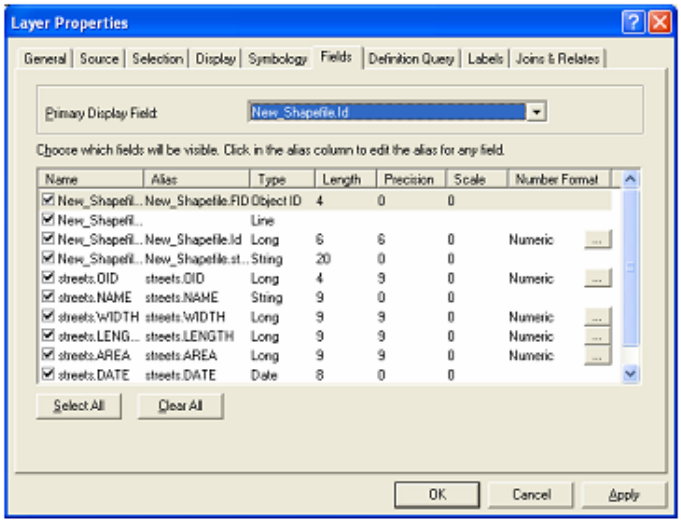
الشكل ٥-٧٢

٩. في مربع سرد رقم واحد اختر اسم الحقل الموجود في جدول بيانات ملف الشكل وهو الحقل str_name ومن خلال مربع سرد رقم اثنان نختار اسم جدول البيانات وهو هنا ملف dbf واسمه streets ومن مربع سرد رقم ثلاثة نختار اسم الحقل الموجود في جدول dbf والذي يشابه الحقل str_name وهنا نختار الحقل name وكما مبين في الشكل ٥-٧٣.



الشكل ٥-٧٣

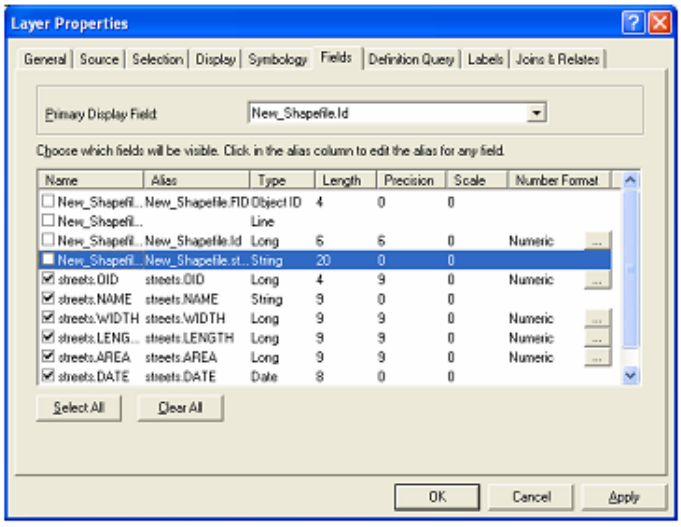
١٠. انقر زر ok لعمل الرابط بعدها من خلال مربع حوار الخواص انقر التاب Fields وكما مبين في الشكل ٥-٧٤.



الشكل ٥-٧٤

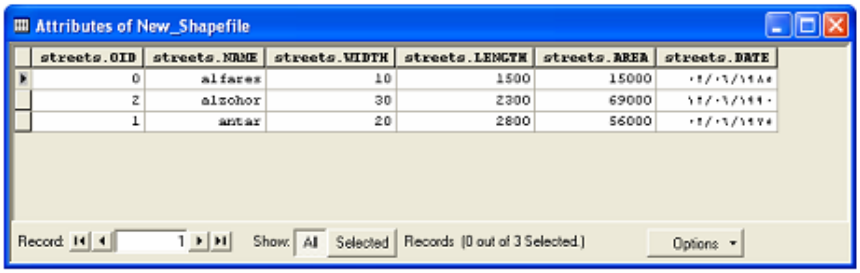
١١. لاحظ وجود حقول جديدة ضمن جدول ملف الشكل وهنا سنقوم بإخفاء الحقول التي لا نحتاجها في العمل من خلال إلغاء انتقاء مربعات الاختيار المجاورة لها وكما مبين في الشكل ٥-٧٥.

١٢. انقر زر OK.



الشكل ٥-٧٥

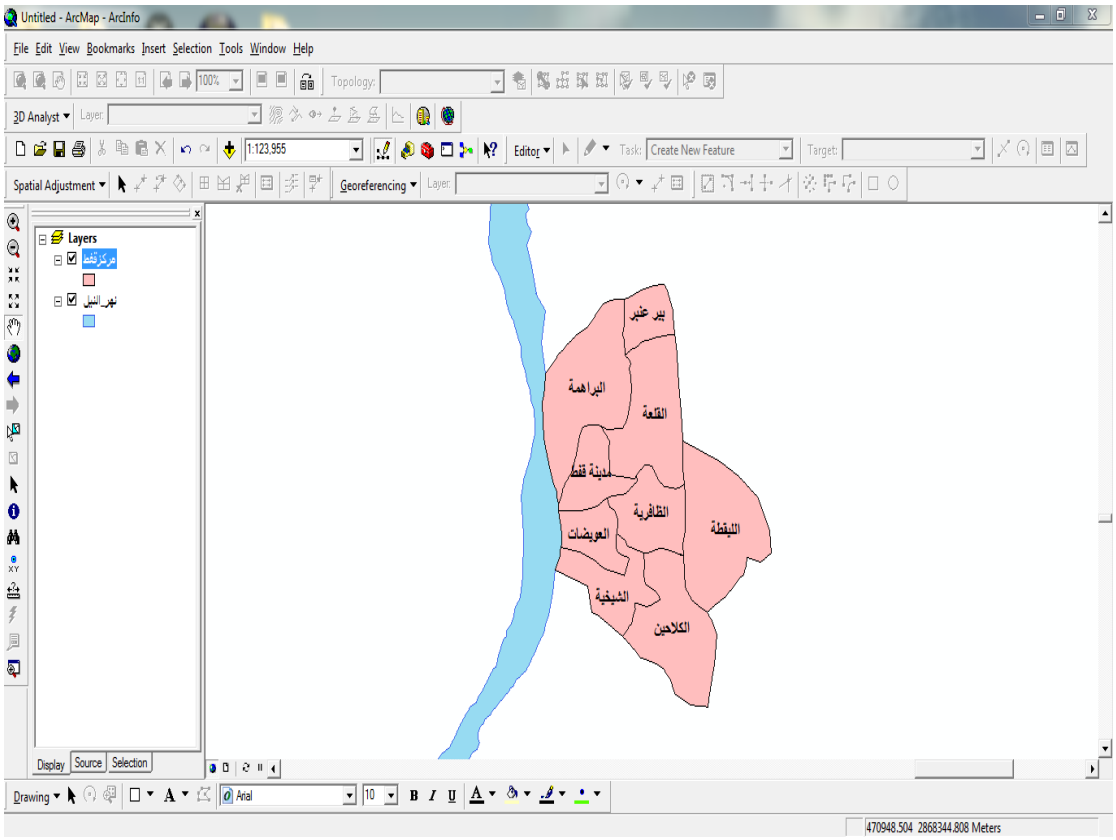
إذا ما فتحنا جدول بيانات ملف الشكل ألان سنجد انه يحوي البيانات الموجودة في ملف اكسل وكما مبين في الشكل ٥-٧٦.



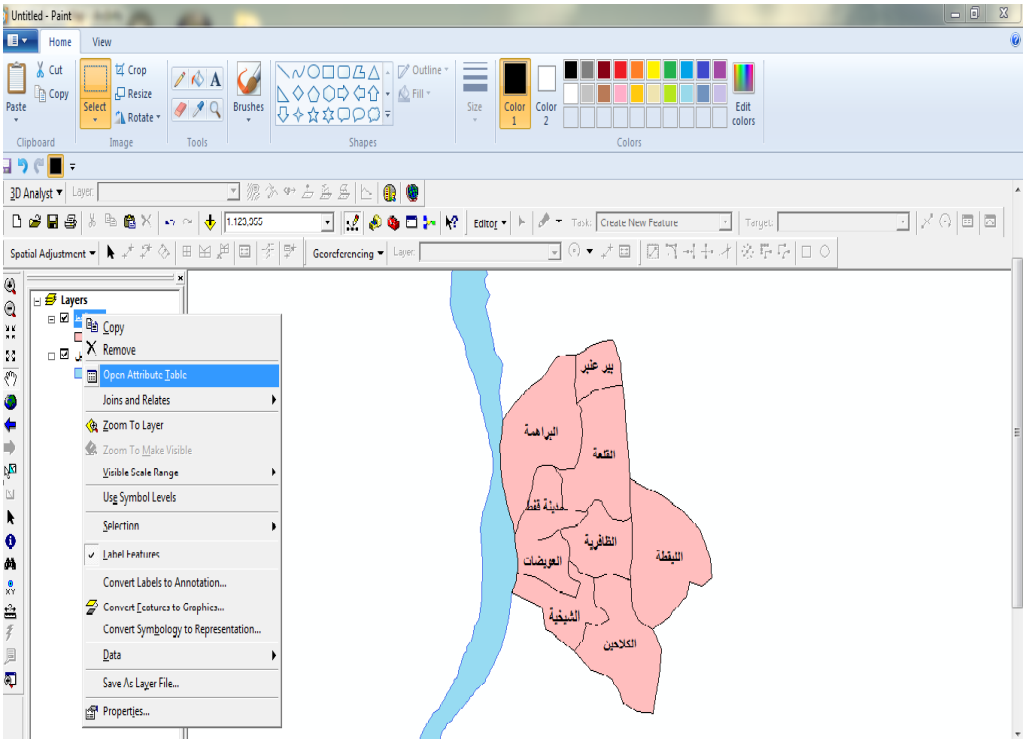
الشكل ٥-٧٦

ملاحظة: لا يمكن إجراء أي عملية على الحقول المستوردة من جدول خارجي وفي مثالنا الحالي فإننا لا نستطيع إجراء أي تعديل على حقول ملف dbf وإذا أردنا تنفيذ هذه التعديلات فيجب أن نفتح ملف الجدول نفسه والتعديل عليه بعد أن نعمل start editing له.

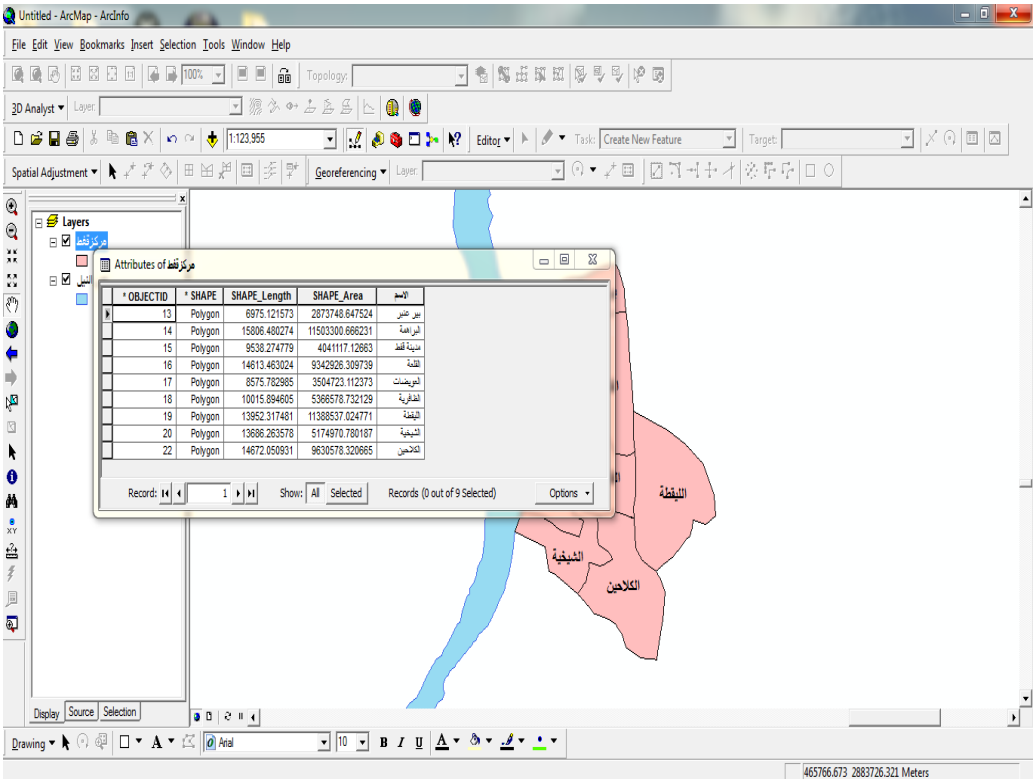
نموذج عملي لمركز قفط بمحافظة sympolog قنا وفيما يلي تطبيق

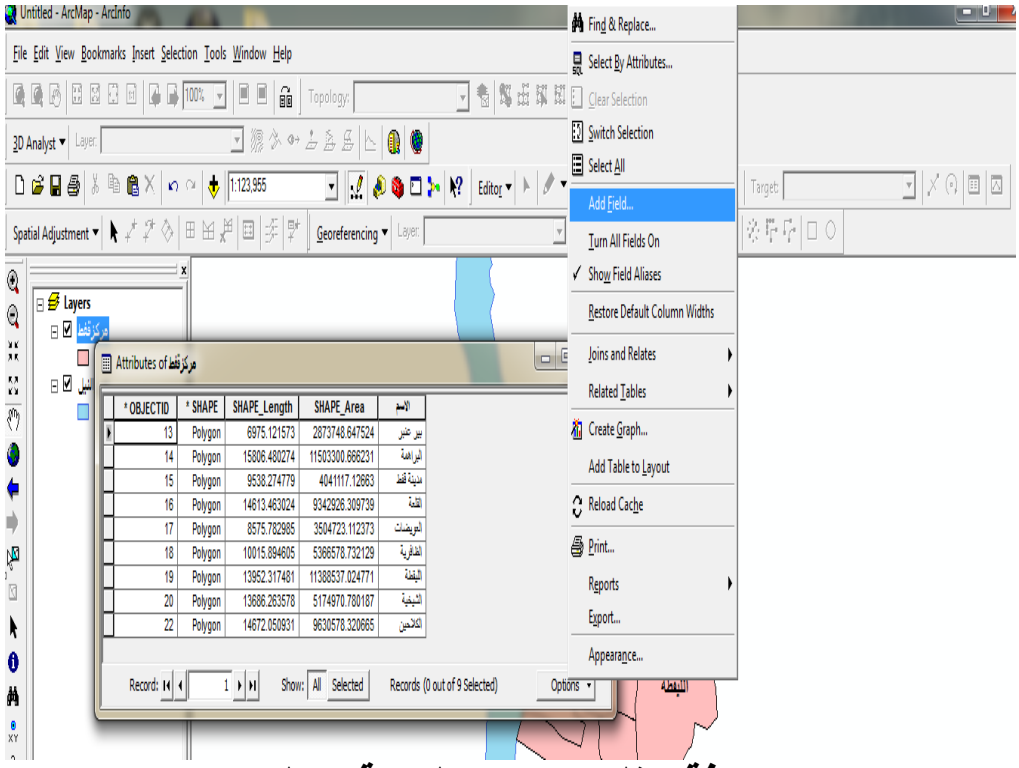


١-لفتح جدول كتابة البيانات



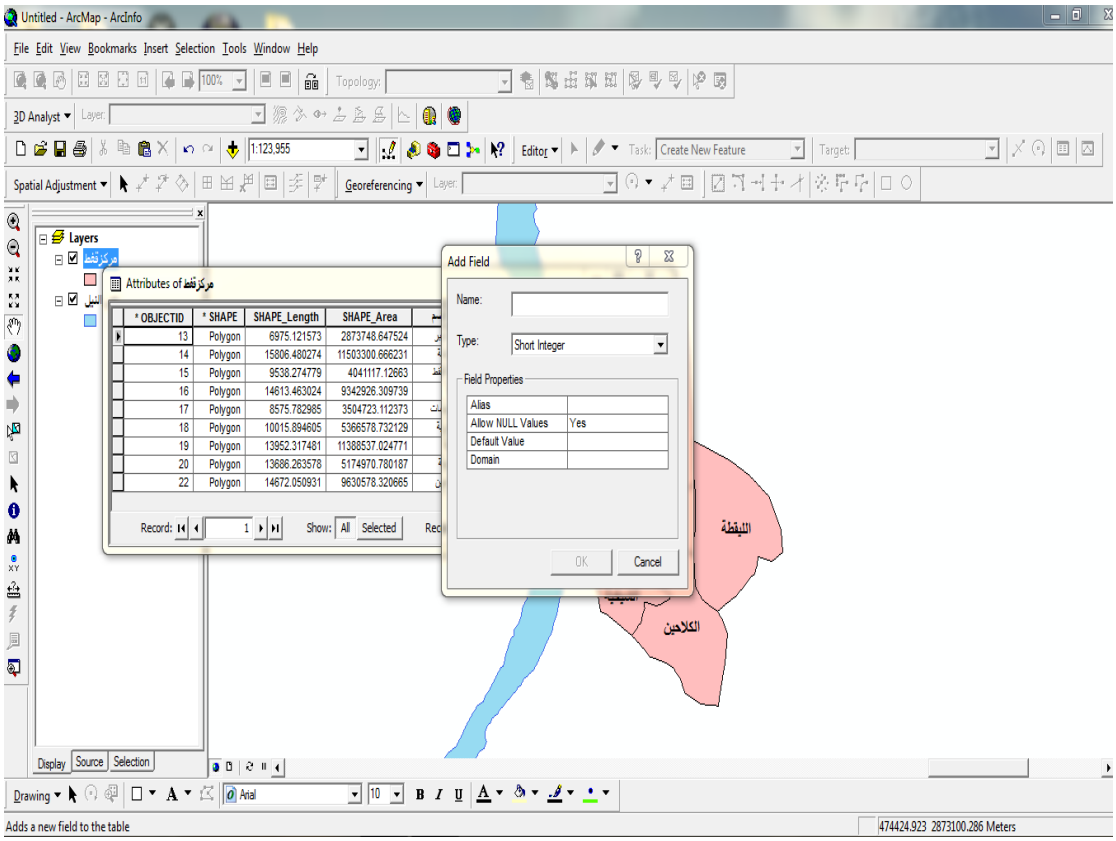
٢-تظهر هذه النافذة التي يتم الكتابه بها.

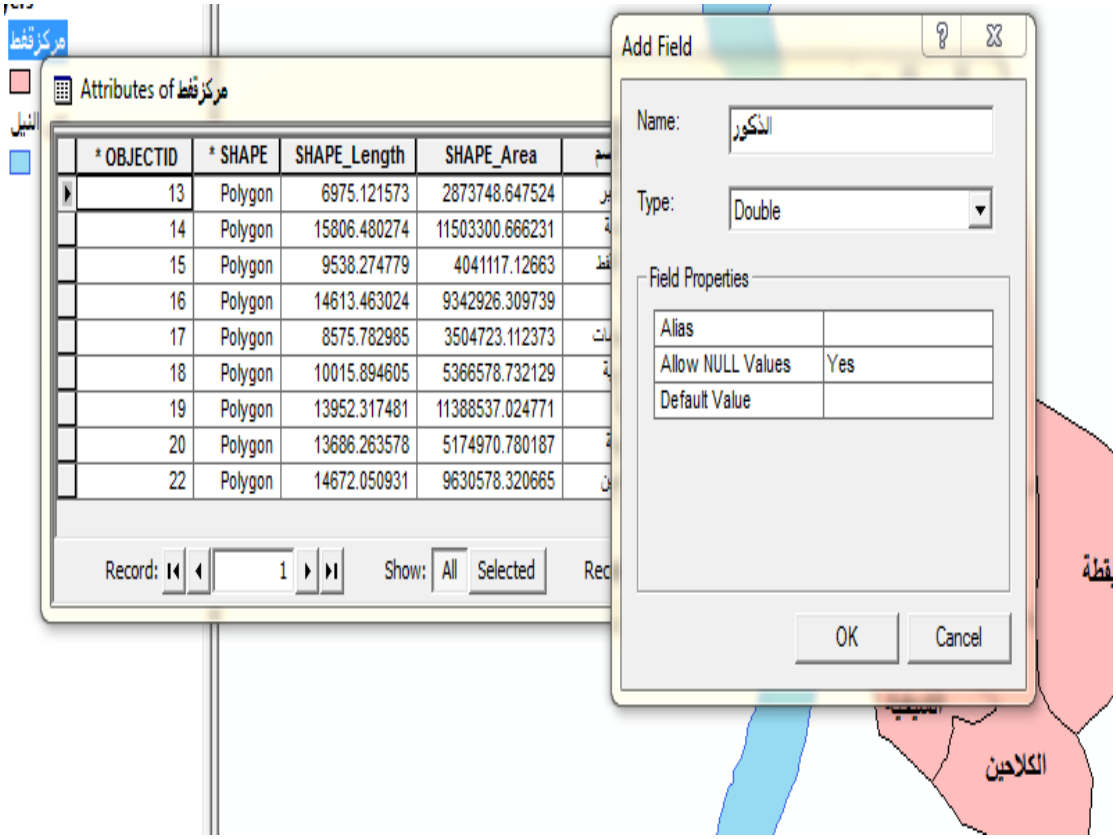




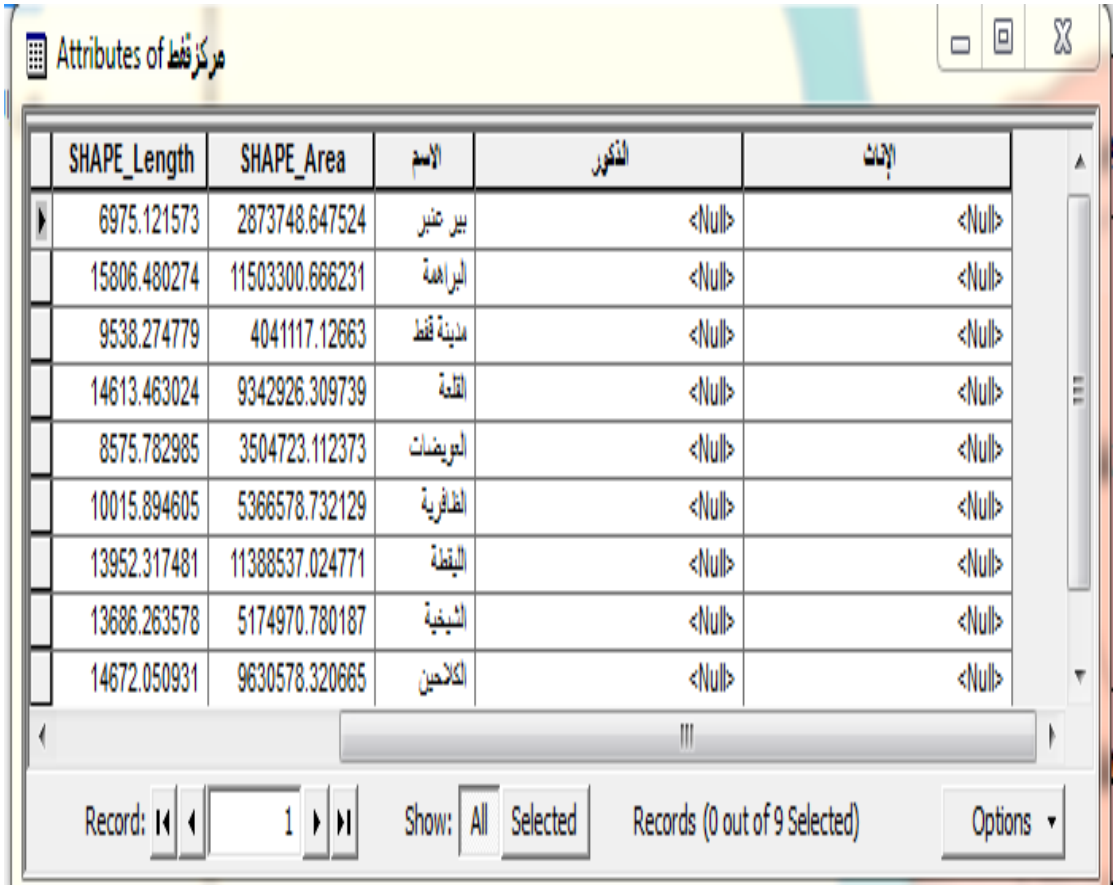
٣-لإضافة حقل جديد يتم الكتابة داخله

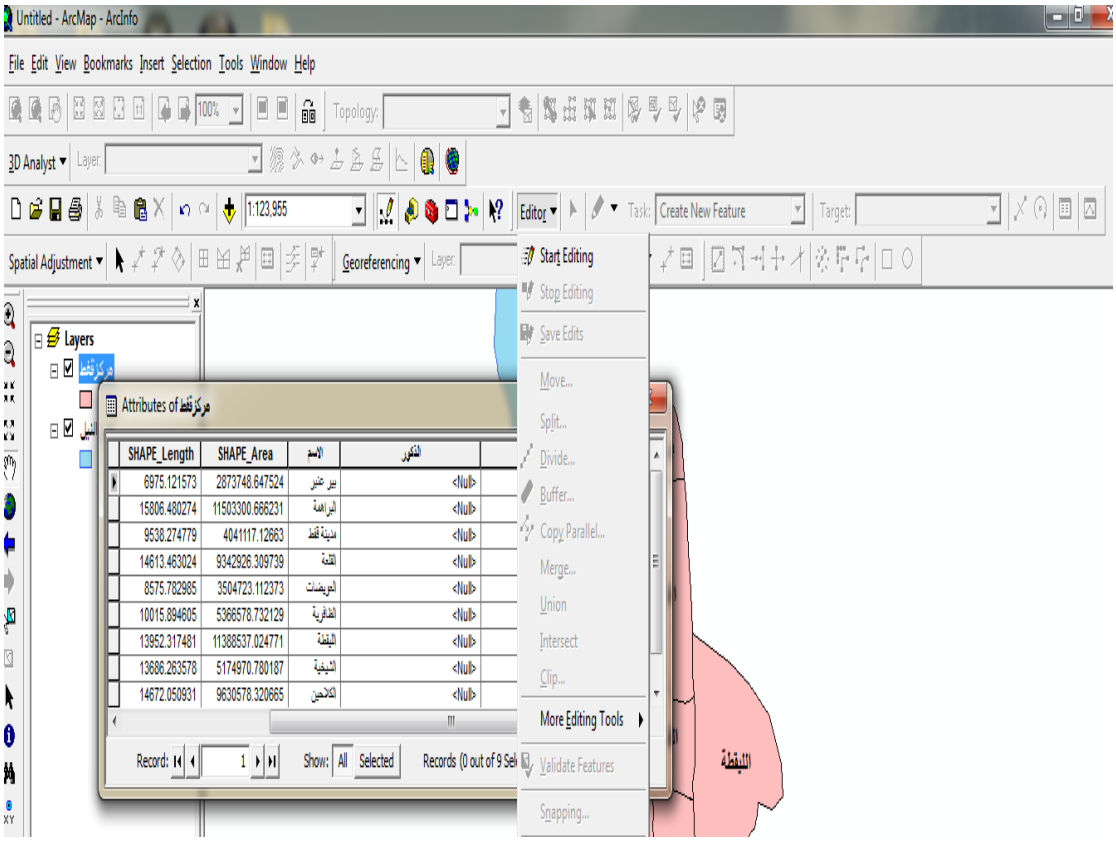
٤-تظهر هذه النافذة add fild وهي التي يتم من خلالها كتابة اسم الحقل ونوعه

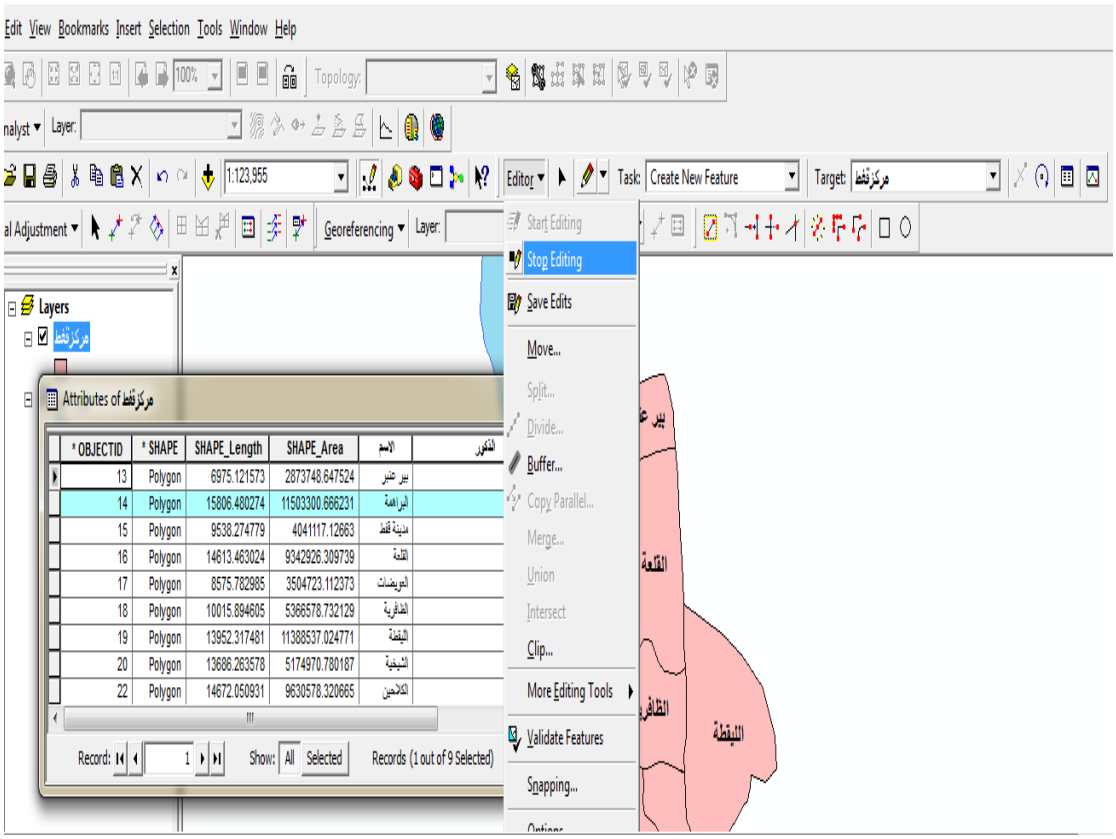




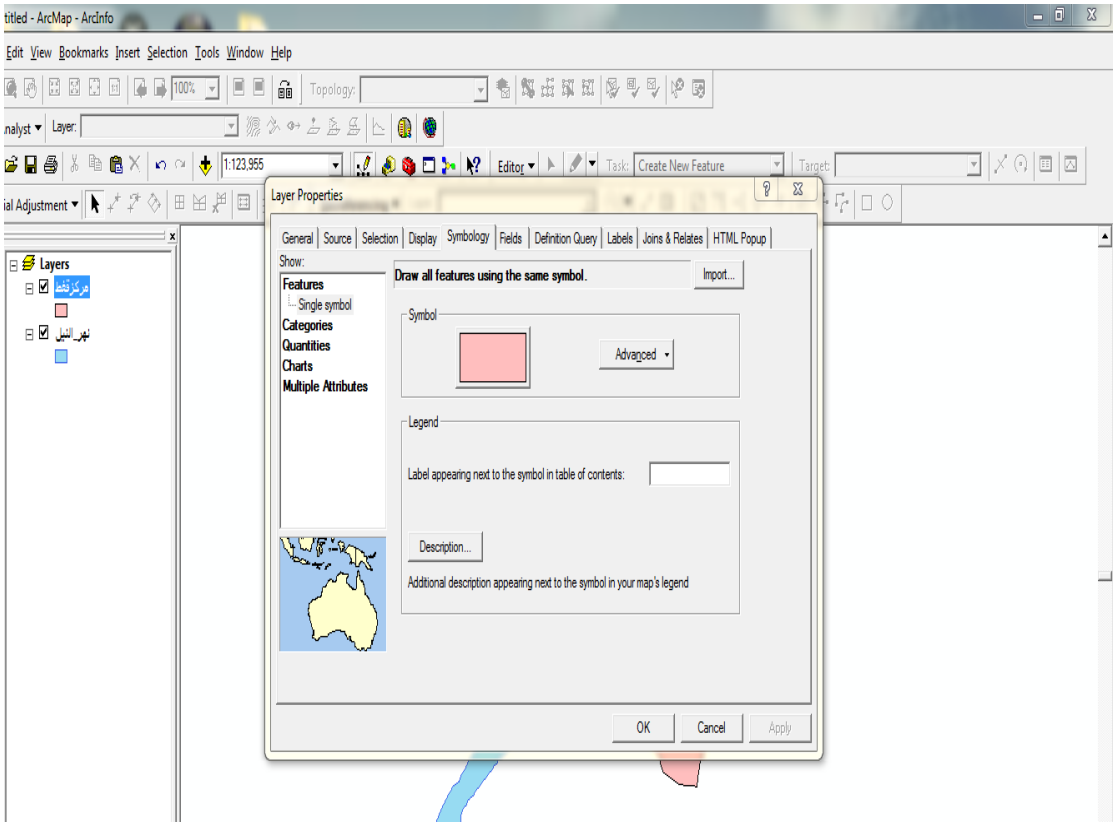
٥-تظهر هذه النافذة والتي يتم من خلالها البيانات المطلوب تمثيلها


Attributes of مركز نقط
SHAPE_Length
SHAPE_Area
الاسم
الذكور
الإناث
6975.121573 2873748.647524 بير عنبر <Null> <Null>
15806.480274 11503300.666231 البراهمة <Null> <Null>
9538.274779 4041117.12663 مدينة قفط <Null> <Null>
14613.463024 9342926.309739 القنة <Null> <Null>
8575.782985 3504723.112373 العويضات <Null> <Null>
10015.894605 5366578.732129 الطاقرية <Null> <Null>
13952.317481 11388537.024771 البيقطة <Null> <Null>
13686.263578 5174970.780187 الشيخية <Null> <Null>
14672.050931 9630578.320665 الكلاحين <Null> <Null>
Record: 1
Show: All Selected
Records (0 out of 9 Selected)
Options

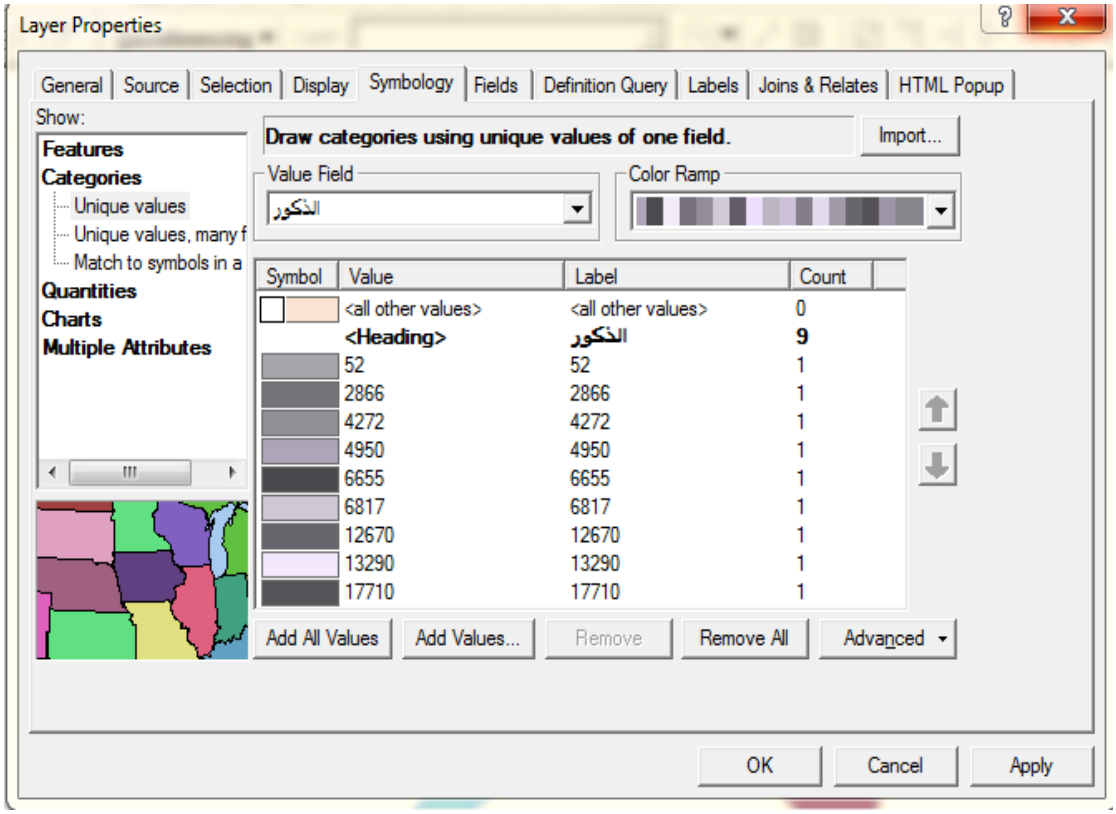

Untitled - ArcMap - ArcInfo
File Edit View Bookmarks Insert Selection Tools Window Help
Topology:
3D Analyst
Editor
Task: Create New Feature
Target:
Spatial Adjustment
Georeferencing
Start Editing
Stop Editing
Save Edits
Move...
Split...
Divide...
Buffer...
Copy Parallel...
Merge...
Union
Intersect
Clip...
More Editing Tools
Validate Features
Snapping...
Layers
Attributes of مركز نقط
البيقطة

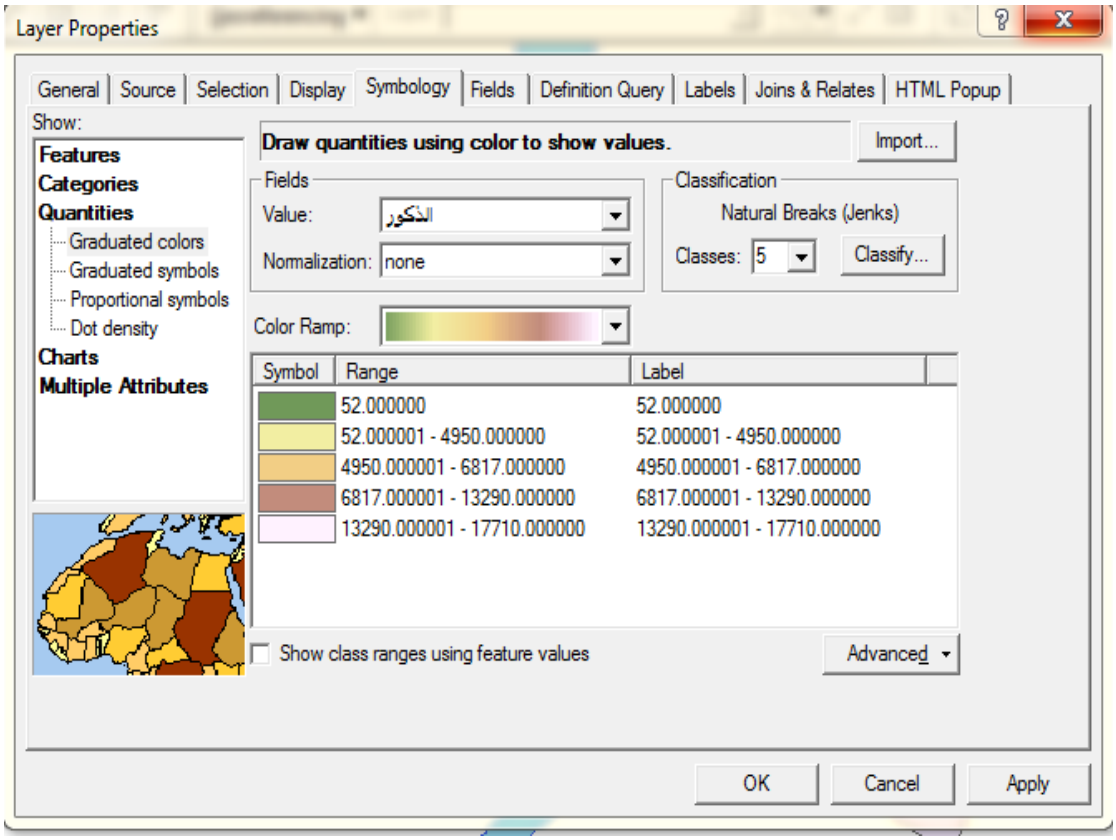


٦-من خلال هذه النافذة يمكن تغيير لون الخلفية بمركز قفط.

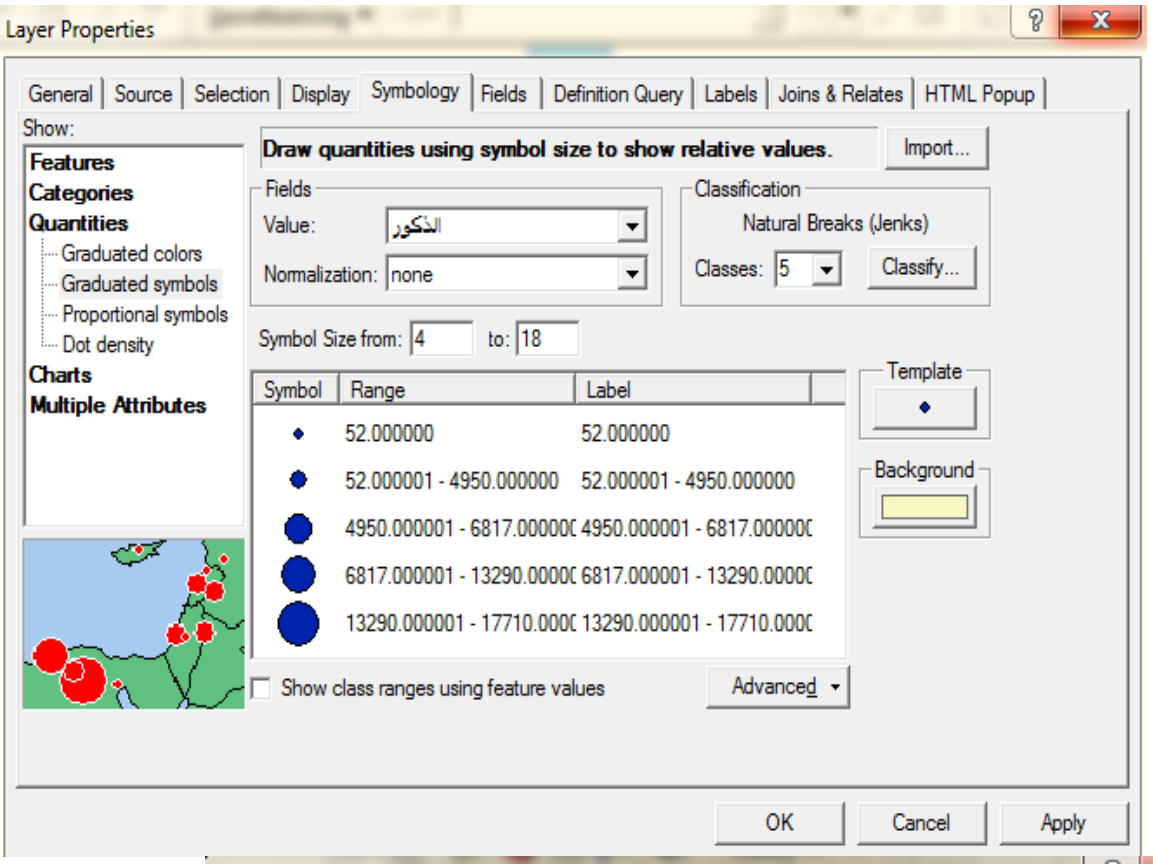


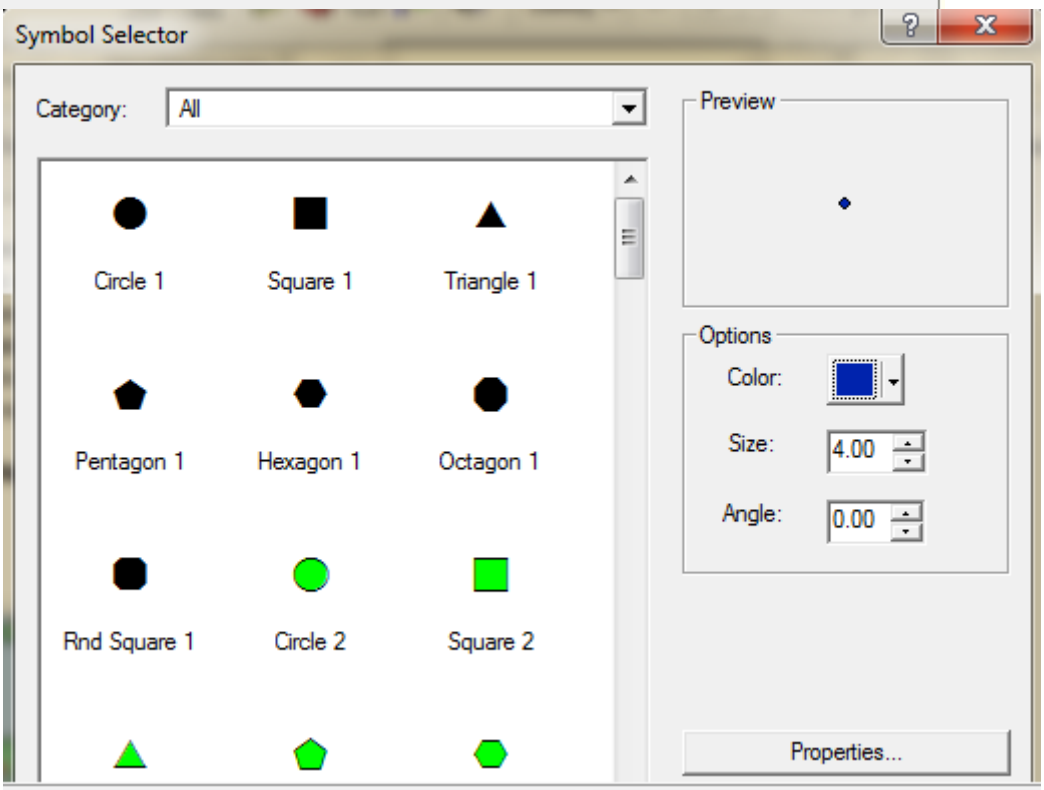
٧-وتستخدم هذه النافذة CATEGORIESلمثيل البيانات بدرجات الالوان

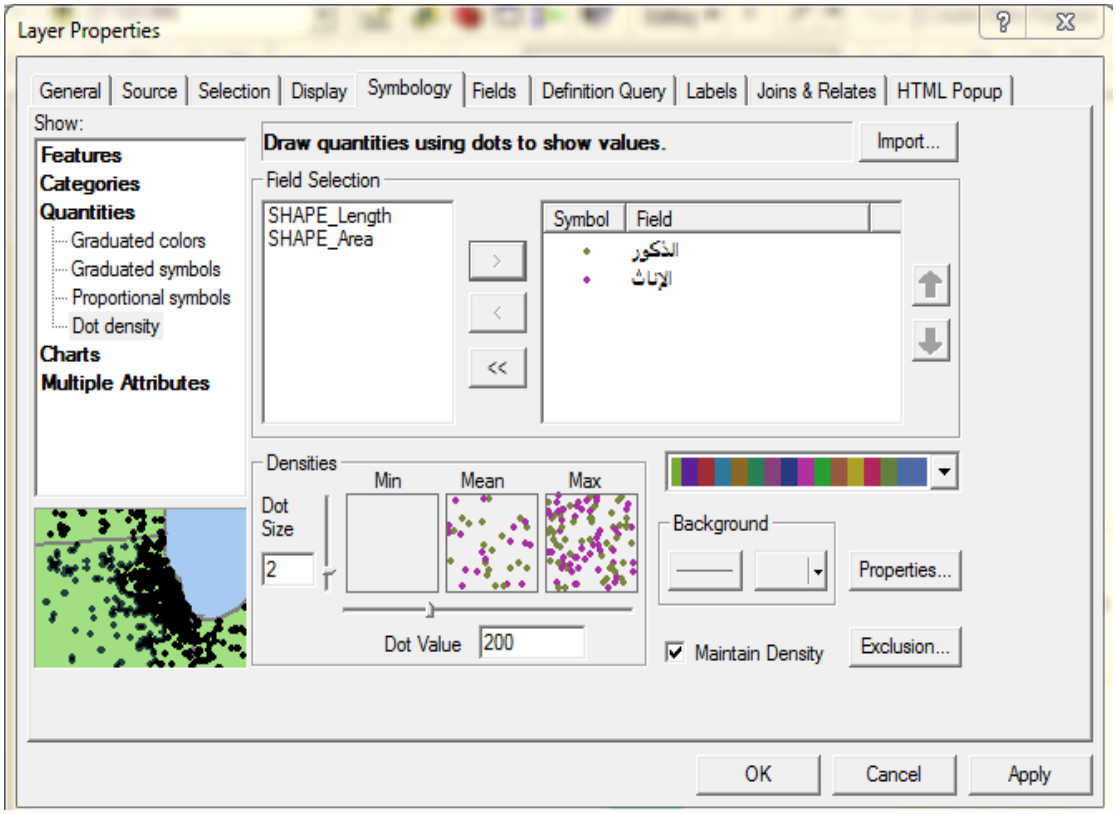

Layer Properties
General
Source
Selection
Display
Symbology
Fields
Definition Query
Labels
Joins & Relates
HTML Popup
Show:
Features
Categories
Unique values
Unique values, many f
Match to symbols in a
Quantities
Charts
Multiple Attributes
Draw categories using unique values of one field.
Import...
Value Field
الذكور
Color Ramp
Symbol
Value
Label
Count
<all other values>
<all other values>
0
<Heading>
الذكور
9
52
52
1
2866
2866
1
4272
4272
1
4950
4950
1
6655
6655
1
6817
6817
1
12670
12670
1
13290
13290
1
17710
17710
1
Add All Values
Add Values...
Remove
Remove All
Advanced
OK
Cancel
Apply

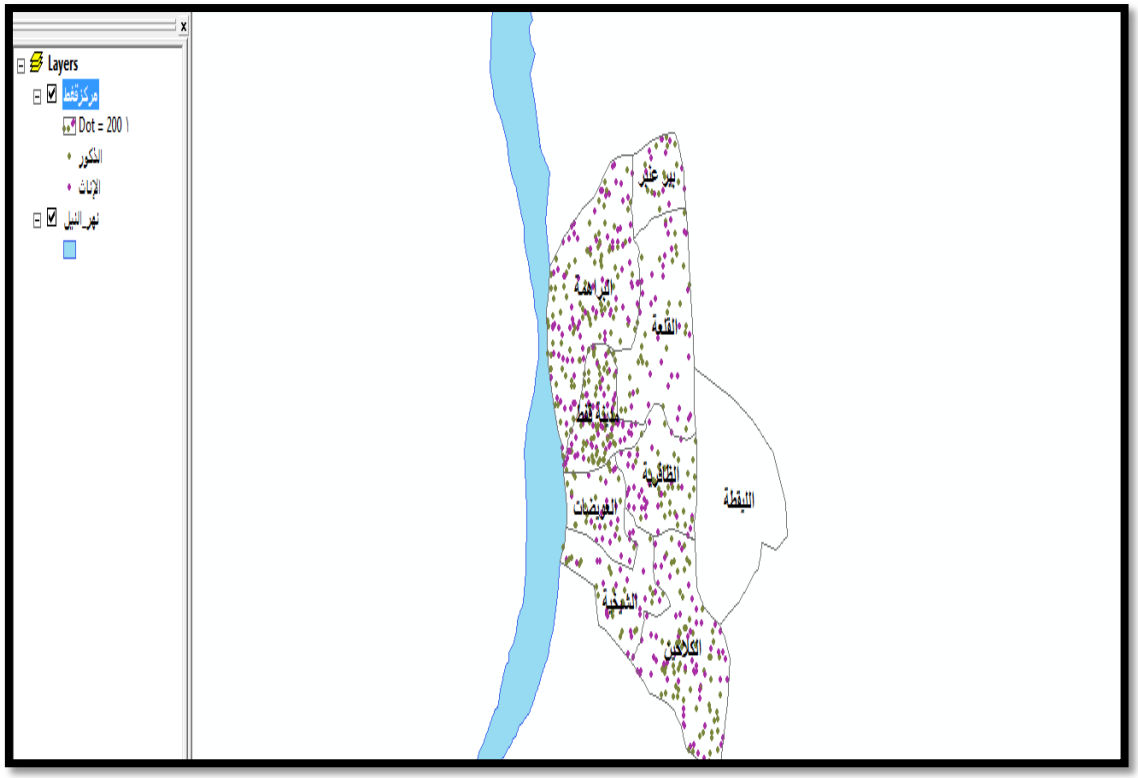

Layer Properties
General
Source
Selection
Display
Symbology
Fields
Definition Query
Labels
Joins & Relates
HTML Popup
Show:
Features
Categories
Quantities
Graduated colors
Graduated symbols
Proportional symbols
Dot density
Charts
Multiple Attributes
Draw quantities using color to show values.
Import...
Fields
Value:
الذكور
Normalization:
none
Classification
Natural Breaks (Jenks)
Classes:
5
Classify...
Color Ramp:
Symbol
Range
Label
52.000000
52.000000
52.000001 - 4950.000000
52.000001 - 4950.000000
4950.000001 - 6817.000000
4950.000001 - 6817.000000
6817.000001 - 13290.000000
6817.000001 - 13290.000000
13290.000001 - 17710.000000
13290.000001 - 17710.000000
Show class ranges using feature values
Advanced
OK
Cancel
Apply

٨-وتستخدم نافذة Quantities لتمثيل النقطة والدوائر النسبية.

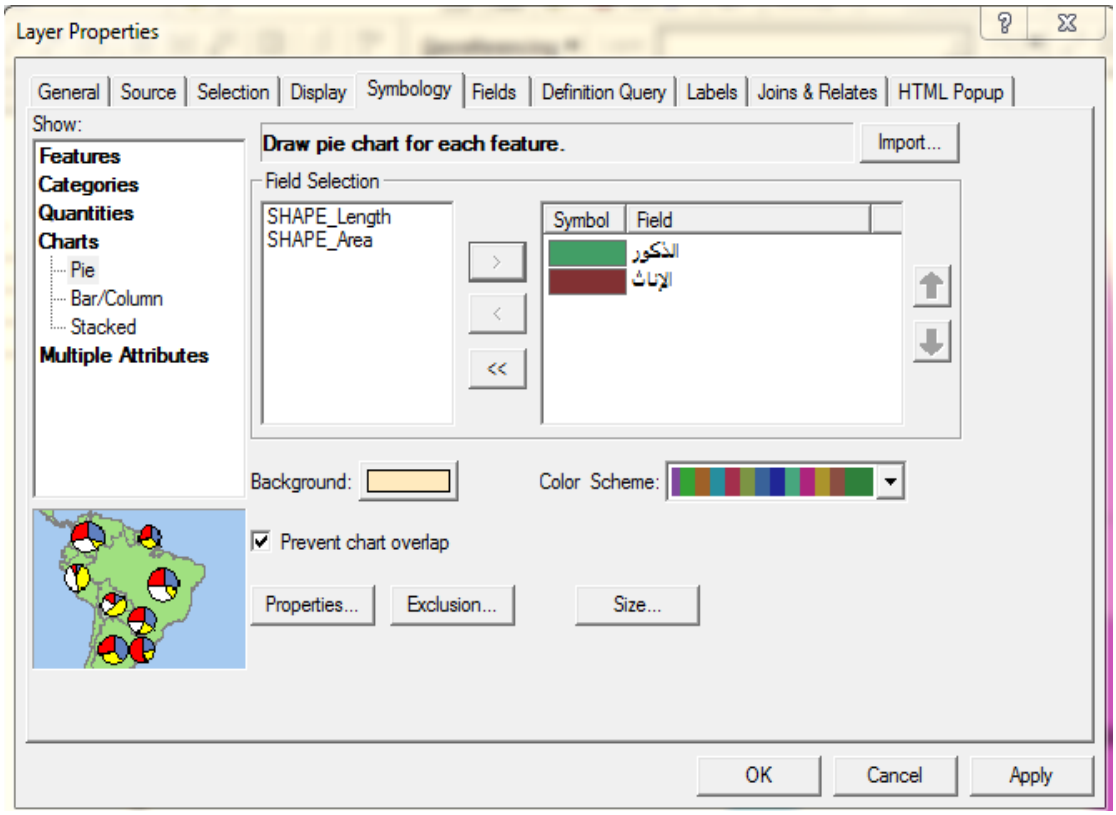


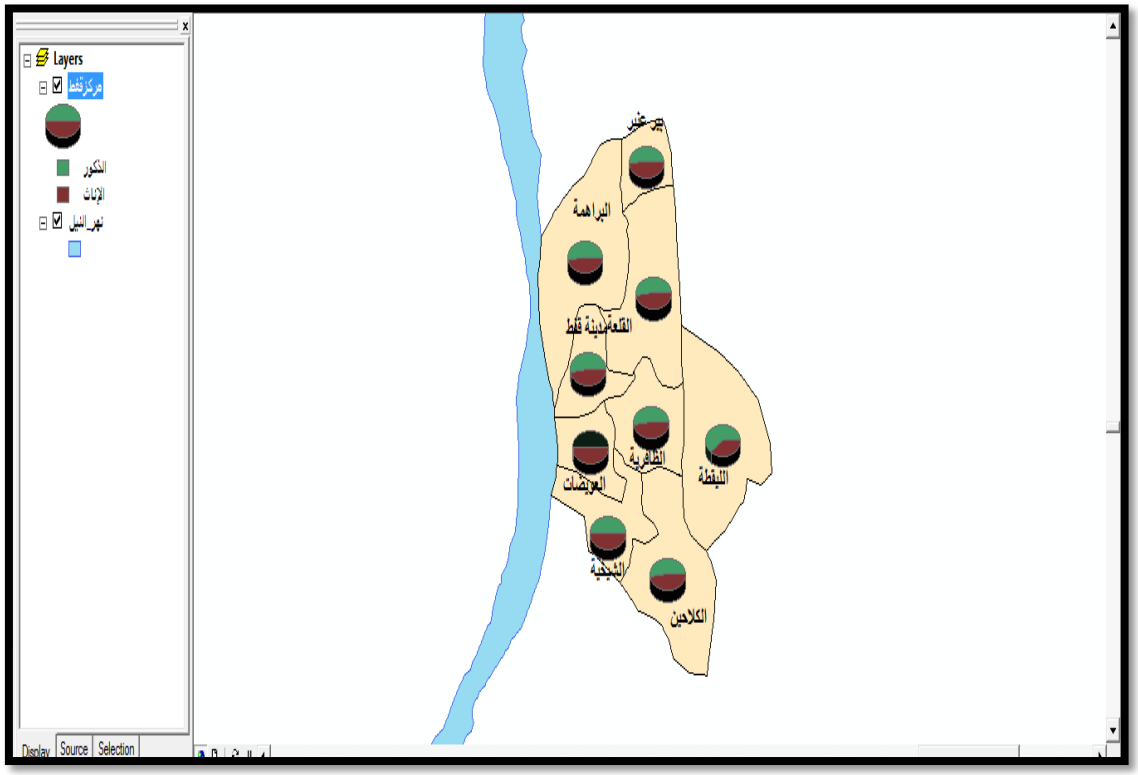


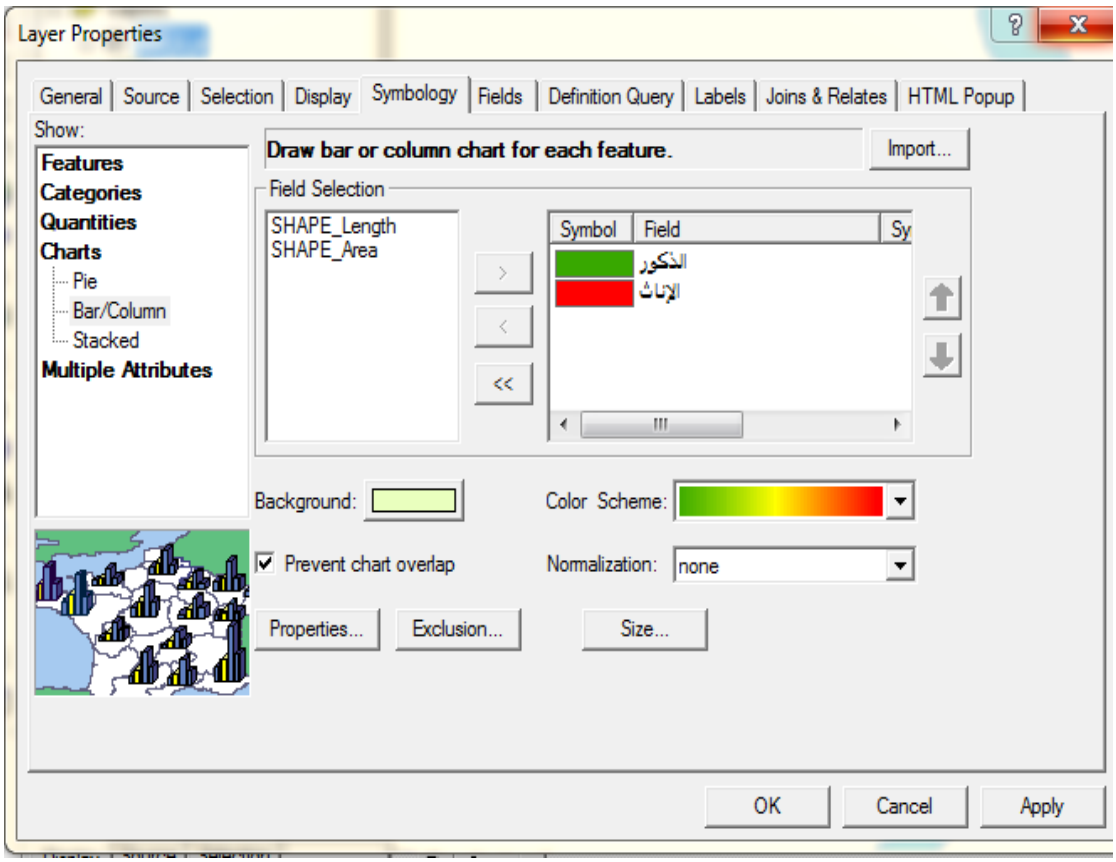

Layer Properties
General
Source
Selection
Display
Symbology
Fields
Definition Query
Labels
Joins & Relates
HTML Popup
Show:
Features
Categories
Quantities
Graduated colors
Graduated symbols
Proportional symbols
Dot density
Charts
Multiple Attributes
Draw quantities using dots to show values.
Import...
Field Selection
SHAPE_Length
SHAPE_Area
Symbol
Field
الذكور
الإناث
Densities
Min
Mean
Max
Dot Size
2
Dot Value
200
Background
Properties...
Maintain Density
Exclusion...
OK
Cancel
Apply


Layers
Dot = 200
الذكور
الإناث
نهر_النيل
بير عثير
القبعة
الظاهرية
الغويضات
النمخية
الكلاعين
اللبقة

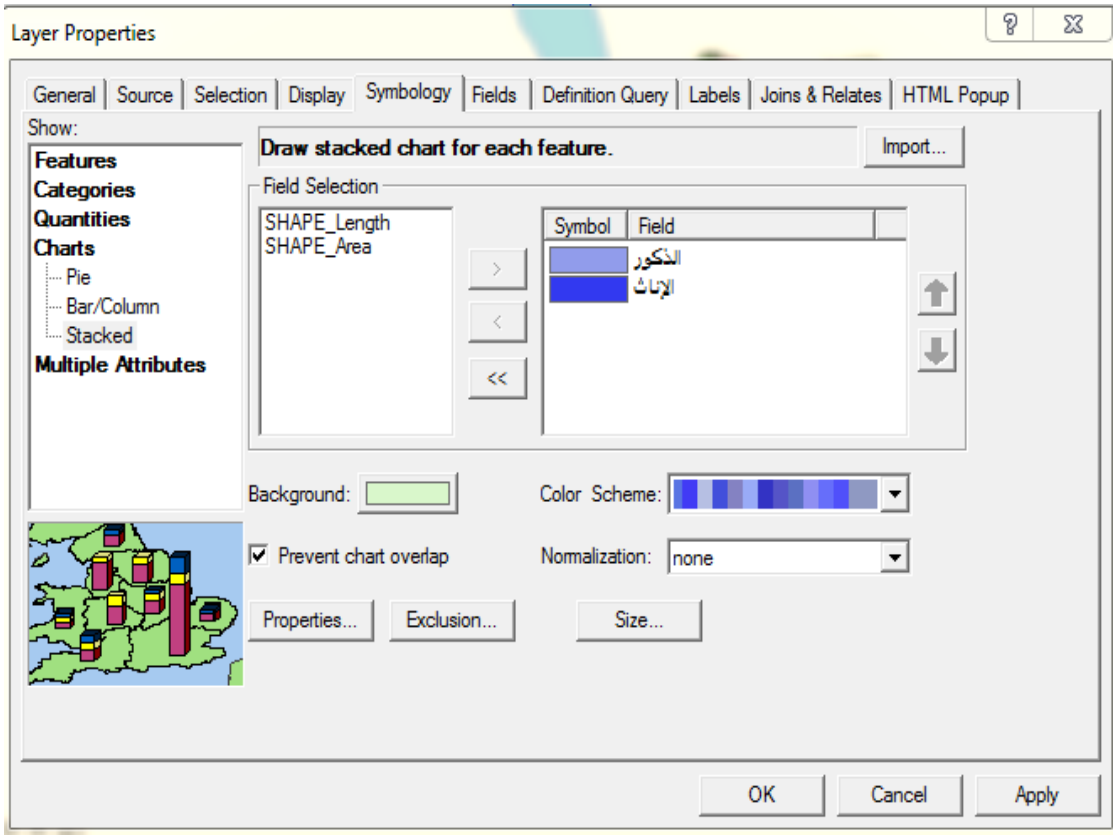
٩-تستخدم نافذة CHARTS لعمل اشكال بيانية من دوائر مقسمة واعمدة بانواعها.





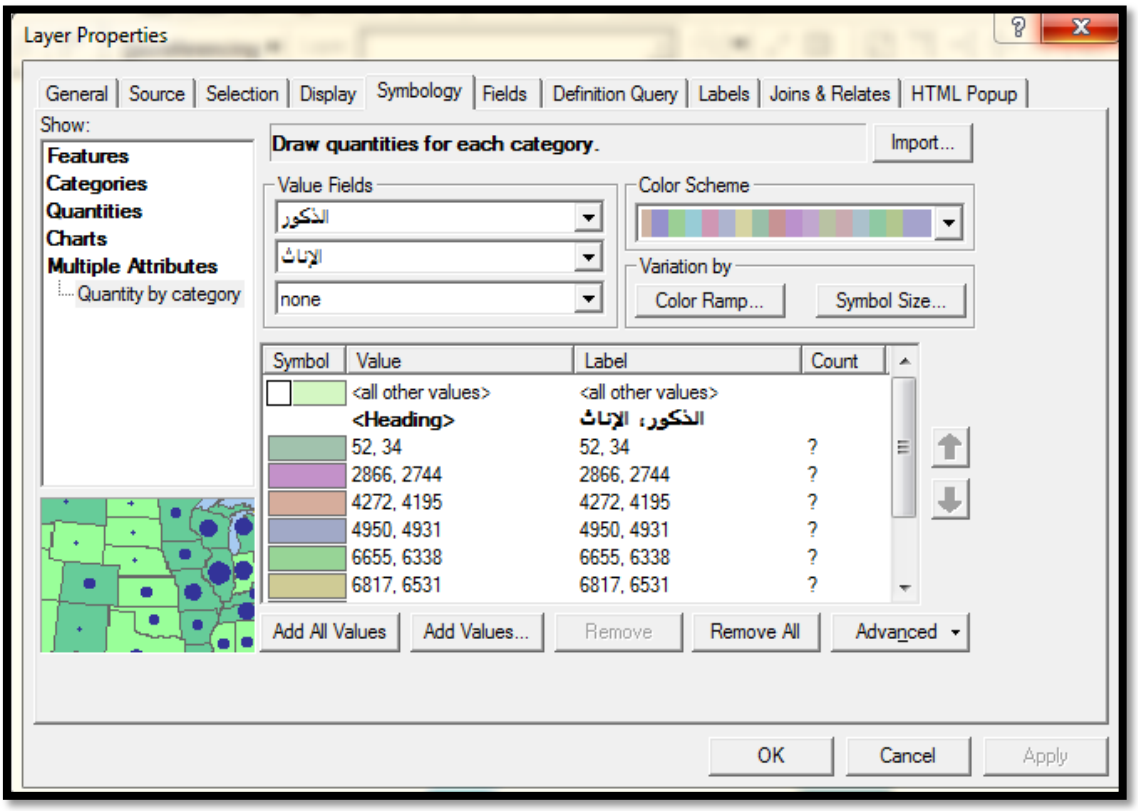

Layer Properties
General
Source
Selection
Display
Symbology
Fields
Definition Query
Labels
Joins & Relates
HTML Popup
Show:
Features
Categories
Quantities
Charts
Pie
Bar/Column
Stacked
Multiple Attributes
Draw bar or column chart for each feature.
Import...
Field Selection
SHAPE_Length
SHAPE_Area
Symbol
Field
الذكور
الإناث
Background:
Color Scheme:
Prevent chart overlap
Normalization:
none
Properties...
Exclusion...
Size...
OK
Cancel
Apply

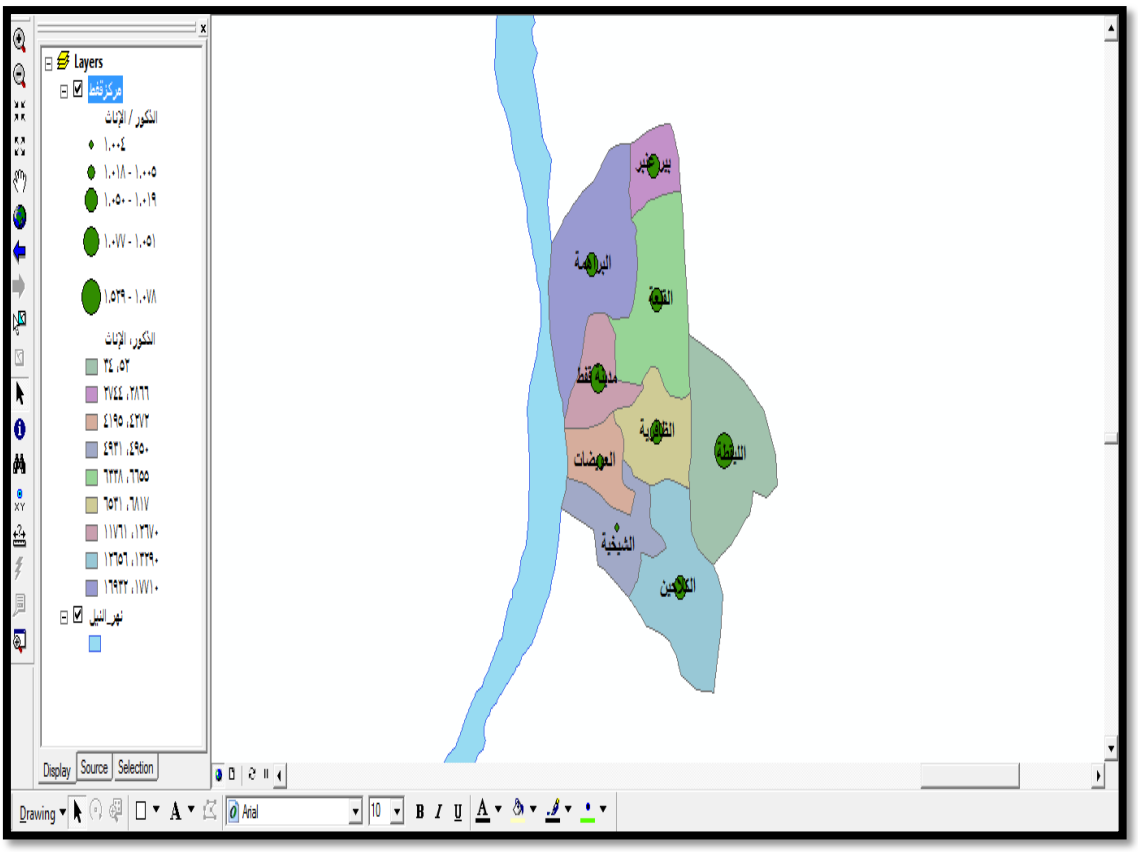
Layers
البراهمة
القلعة
مدينة قفط
الظافرية
العوضات
النقطة
الشيخية
الكلاحين


Layer Properties
General
Source
Selection
Display
Symbology
Fields
Definition Query
Labels
Joins & Relates
HTML Popup
Show:
Features
Categories
Quantities
Charts
Pie
Bar/Column
Stacked
Multiple Attributes
Draw stacked chart for each feature.
Import...
Field Selection
SHAPE_Length
SHAPE_Area
Symbol
Field
الذكور
الإناث
Background:
Color Scheme:
Prevent chart overlap
Normalization:
none
Properties...
Exclusion...
Size...
OK
Cancel
Apply

Layers
مركزقط
الذكور
الإناث
نهر_النيل
بير علير
البراهمة
القلعة
مدينة قفط
الظافرية
العويضات
اللبقطة
الشيخية
الكلاحين

١٠- تستخدم نافذة MULTIPLE ATTRIBUTES لعمل الدوائر النسبية.




Layers
مركزالقطة
السكور / الإناث
١.٠٠٤
١.٠٠٥ - ١.٠١٨
١.٠١٩ - ١.٠٥٠
١.٠٥١ - ١.٠٧٧
١.٠٧٨ - ١.٥٢٩
السكور / الإناث
٢٤.٥٣
٢٧٤٤ ,٢٨٦٣
٤١٩٥ ,٤٧٧٢
٤٩٣١ ,٤٩٥٠
٦٣٣٨ ,٦٦٥٥
٦٥٣١ ,٦٨١٧
١١٧٦١ ,١٣٦٧٠
١٣٥٦ ,١٣٩٠
١٦٩٣٢ ,١٧٧١٠
نهر_النيل
Display
Source
Selection
Drawing
Arial
10
بير غبر
البرلسية
القطة
مدينة قطة
الظاهرية
العوضات
الشيخية
الكولين
النقطة

الفصل الرابع

أساليب التحديد والتحليل المكاني للمعلومات المكانية

يهتم علم الجغرافيا وتطبيقاته بالتوزيع الجغرافي للظاهرات علي سطح الأرض، والبحث في أسباب التوزيع والعوامل المؤثرة فيه، وقياس الارتباطيه بين الظاهرات المدروسة والظاهرات المجاورة لها، أو البعيدة منها التي تربطها الي ظاهرة أو ظواهر أخري، وتقسيم سطح الأرض الي الأقاليم ونطاقات لكل منها خصائص جغرافية معينة، وهو ما يشكل في النهاية منظومة جغرافية محكمة، تشكل قاعدة بيانات جغرافية شاملة تمثل الأساس الذي تعتمد عليه صناعة القرار الأنسب للتخطيط والتنمية، والاستغلال الأنسب للموارد المتاحة.

ويستخدم الجغرافي مجموعة من أدوات القياس الميداني، وأساليب القياس الكارتوجرافي، وأساليب القياس الكمي تساعده في تفسير سلوك التوزيع الجغرافي للظاهرات المعدنية، وفي تقييم العلاقات المكانية المتبادلة بينهما وبين الظواهر الأخري في منطقة الدراسة، وفي الوصول الي التصنيف الأنسب لخصائص الظاهرات المدروسة، وتكون المحصلة النهائية مجموعة من التقارير والخرائط والاشكال الرسومية التي تصمم اعتمادا علي النتائج التي توصل اليها الباحث من جراء استخدامه لأدواته وأساليب القياس.

ولفترة طويلة ظل تطور الفكر الجغرافي مرهونا بمدي زيادة القدرة علي ادراك التغير المكاني والزماني للظاهرات الجغرافية، واعتمدت زيادة القدرة علي الادراك علي زيادة الادوات واساليب القياس ، والتي تطورت بدورها تبعاً للتطور التكنولوجي الذي انتاب صناعة تلك الأدوات، والذي انتاب ايضاً مصادر البيانات الجغرافية ، فتحولت قدرة الباحث من مجرد ملاحظات ميدانية ، الي دراسات ميدانية تستخدم فيها الآلات

والاجهزة والادوات لقياس الظاهرة ميدانيا، الي دراسات تستخدم فيها الصور الجوية في تفسير الظواهر الجغرافية، وفي قياس أبعادها وأشكالها وكثافة توزيعها ، الي دراسات تستخدم المرئيات الفضائية في التفسير والقياس وحصر الموارد والتعرف علي خصائصها.

اثر التقدم التكنولوجي في التحليل المكاني:

ساعدت تكنولوجيا الحواسب الاليه في زيادة القدرة علي تفسير التوزيع الجغرافي وتقييم علاقاته بشكل سريع ودقيق، يتوافق مع الانواع المتباينة من مصادر البيانات، وتقدمت كثيراً تقنية الاستشعار من بعد وأصبحت مصدرا رئيسيا من مصادر البيانات الجغرافية، ومنحت الجغرافي مزيد من الوقت بسب اختصارها للوقت في عملياتها (اكتسابها وتحليلها)، ومزيد من التمعن بسب ما تقدمه من صور دقيقة لسطح الأرض تشمل مناطق ماهولة وغير مأهولة ، بغض النظر عن صعوبة الوصول اليها، وبالتالي فقد أعطت المرئيات الفضائية الجغرافي مادة علمية جديدة لم يكن يعرفها من قبل، شكلت متغيراً جديدا وضعه في الاعتبار عند الربط بين الظاهرات ، والبحث عن العلاقات المكانية بينها.

وبدأ الجغرافي يعرف لأول مرة المعلومات الرقمية من خلال اعتماده علي المرئيات الفضائية المسجلعة علي شرائط رقمية ممغنطة، ومن خلال تحليلها بواسطة الحاسب الآلي وبرمجياته. وكانت هذه بداية طفرة هائلة في مصادر البيانات وتحويلها الي معلومات مفيدة وتحليلها باستخدام برامج التحليل الرقمي Digital Image Analysis وبرامج التحليل الكارتوجرافي Computer Mapping، وشكلت المحصلة

النهائية دراسات تفصيلية دقيقة يزاد فيها الادراك في فهم التوزيع الجغرافي للظاهرات وتقييم العلاقات المكانية ، بما يسهل ويدعم اتخاذ القرار.

وقد اتاحت تكنولوجيا نظام تحديد المواقع العالمية The Global Positioning System بعدا اخر من ابعاد الحصول علي المعلومات،فأصبح من السهل خلالها تحديد المواقع وتعريفها جغرافيا، وتحديد مسارات السير والاتجاه، علي هيئة بيانات رقميةDigital Data يسهل تخزينها واسترجاعها،فرفعت من كفاءة الدراسات الميدانية،وسهلت متابعة الظواهر المتحركة والثابتة معا

وبناء علي ما تقدم فان الجغرافي اليوم يملك أدوات ذت قدرات تكنولوجية عالية للمساعدة في وقت قصير وتكلفة أقل ودقة أعلي في فهم التوزيع الجغرافي ، وتفسير التغير المكانيوالزمني الذي ينتابه، وتقييم العلاقات المكانية بين الظاهرات، واستخلاص النتائج الدقيقة التي تدعم قرارات التخطيط والتنمية والاعداد للمستقبل.

في ظل هذه الطفرة العلمية ، قدمت نظم المعلومات الجغرافية المنهج والاسلوب والادةات والاساليب الاليه لجمع وتخزين البيانات من مصادرها وبخاصة الرقمية، ومعالجتها وتحليلها واستخلاص النتائج منها بصورة آلية تبدا من تصميم مكوناتها وتنتهي بصياغة نتائجها علي شكل تقارير وخرائط ونماذج تقدم لصانع القرار الأساس الذي يتخذ عليه القرار.

العلاقات المكانية:

يرتبط كل مظهر علي سطح الارض بغيره كان مجاورا له أو بعيد عنه، وتتباين مستويات العلاقات الترابطية بين الظاهرات، فهي تكون قوية

أو ضعيفة، طردية أو عكسية شاملة أو محلية، مؤقتة أو دائمة، تبعا لتباين مكوناتها وخصائص عناصرها، فالتغير الذي ينتابها هو محصلة التغير في ظواهر أخري مكانية وزمانية، ويؤثر هذا التغير في غيرها من الظاهرات الجغرافية الاخري المرتبطة معها فتتغير هي الأخري. فالعلاقات المكانية علاقات منعزلة متشابكة ومعقدة، ترتبط بمجموعة كبيرة من القياسات المكانية التي تفسر سلوك العلاقات، ومستوي قوتها، ومدي ارتباطها بظاهرات مجاورة أو بعيدة عناها، ومدي إرتباطها بالتنظيم المكاني للسطح الجغرافي.

التحليل المكاني Spatial Analysis

هو اسلوب لقياس العلاقات المكانية بين الظاهرات اعتمادا علي قياسات الموقع والشكل والابعاد والمساحات والاتجاهات المجاورة والمطابقة والارتفاع والانخفاض والتصنيف والتجميع والترتيب. بغرض تفسير العلاقات المكانية والاستفادة منها، وفهم أسباب وجود وتوزيع الظاهرات علي سطح الأرض، والتنبؤ بسلوك تلك الظاهرات في المستقبل.

تتباين أساليب التحليل المكاني تبعا لنوع الظاهرات المدروسة، فمنها ما يناسب توزيع الظاهرات النقطية لقياس التوزيع، والمسافات بينهما، والمساحة، والكثافة، والتركز أو التشتت وعلاقتها بالظاهرات المجاورة، ومنها ما يناسب توزيع الظاهرات الخطية لقياس التوزيع، وأطوال الخطوط ، والمساحة التي تخدمها، وكثافتها، وكفاءتها، واتجاهاتها ، واوزانها، ومنها ما يناسب الظاهرات المساحية لقياس مساحاتها، وأنواع الظاهرات

الموزعة بداخلها، والتغير المكاني والزمني لها، وتعديل استخداماتها، واضافة مساحات أخري اليها أو طرحها منها.

أساليب التحليل المكاني:

تتنوع أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية، فمنها ما يناسب تحليل **البيانات النقطية** مثل الفنادق، والمصانع ، مراكز التسوق، المطاعم ، المستشفيات، مراكز الإسعاف، مراكز إطفاء الحريق، المدارس ، الجامعات، المطارات، وغيرها من الظواهر النقطية.

ومن أساليب التحليل المكاني ما يناسب تحليل **البيانات الخطية الاتجاهية Vector** يعتمد علي تحديدالظاهرات بواسطة احداثيتها الأفقية والرأسية، ويناسب هذا الاسلوب تحليل الشبكات Network Analysis بشكل أساسي ويشمل ذلك شبكات الاتصالات الهاتفية، شبكات الطرق، شبكات المجاريالمائية الترع والمصارف، وشبكات مرافق المياه، الكهرباء، الصرف الصحي ، وغيرها من الظاهرات الخطية. كما يشمل تحليل الشبكات تحديد المسار الأنسب The Shortest Route، أو المسار الأسرع The Quickest Route . كما يتم من خلالها تحليل الإتجاه Direction Analysis وفيه يتم إنتاج المسارات التي يمكن تتبعها عند التحرك من موقع الي آخر من مواقع الشبكة.

ومن أساليب التحليل المكانيما يناسب تحليل **البيانات المساحية** مثل نطاقات استخدام الارض (السكني، الصناعي، الزراعي، التجاري ، الصحي ، التعليمي، السياحي ، المساحات الخضراء ، وغيرها من الظاهرات المساحية.

ومن اساليب التحليل المكاني ما يناسب التحليل المكاني للبيانات النقطية أو الاتجاهية، ونتيجة لإختلاف التركيب الأساسي للبيانات بين النموذجين فان طريقة التحليل وخطواته ستختلف بين كلا منهما وكذلك الخرائط الجديدة التي سوف تنتج منها، ويشمل التحديدوالتحليل المكاني مجموعة من الاساليب منها:

١- إنتاج الحرم Buffering Generation.

٢- تحليل السطوح Surface Analysis.

ويشمل تحليل تضاريس سطح الأرض Terrain Analysis عن طريق تحليل نموذج المناسيب الرقمي Digital Elevation Model(في نموذج البيانات النقطية) أو عن طريق تحليل الشبكات المقلقية للمناسيب Triangulated Irregular Network **(TIN)** (في نموذج البيانات الاتجاهية) وذلك لرسم الخريطة الكنتورية Contour Map ، وتحليل إتجاه الانحدار Aspect Analysis، وتحليل الجريان المائي السطحي Watershed Analysis، وتحليل مائية السطح Hydrological Analysis، وتحليل الرؤية Viewshed Analysis الذي يحدد الاماكن التي تري عنصرا معينا علي سطح الأرض.

إنتاج الحرم Buffering Generation

هي واحد من العمليات المساعدة في فحص وإستكشاف البيانات وتحديدها عن طريق وضع شروط مكانية محددة للبحث والتحديد، ويعتمد علي القياسات الجيومترية والبيانات الوصفية في وضع هذه

الشروط، فعلي سبيل المثال يمكن البحث عن المباني بشرط الا يتجاوز بعدها الطريق المجاور مسافة معينة ، وأن يتم البحث عن اقليم خدمة معينة بشرط الا تبعد حدوده عن مركز الخدمة بمسافة معينة، وأن يتم عمل مناطق حدودية بشرط ان تبعد عن البيان المكاني(النقطة – الخط- المساحة) بمسافة معينة، وأن يتم تحديد مسارات الطرق بشرط وقوعها بجوار الساحل بمسافة معينة .

إنتاج الحرم Buffering Generation.

فعلي سبيل المثال يتم إنتاج الحرم باستخدام البيانات الاتجاهية Vector Data في خطوة واحدة مباشرة علي الطبقة المعلوماتية نفسها، فعلي سبيل المثال عند تحديد المدارس التي تبعد بمسافة ٢٠٠ مترا فأكثر من الطريق الرئيسي علي نموذج البيانات الاتجاهي فيتم ذلك علي خطوة واحدة وهي:

فتح الطبقة المعلوماتية موضح عليها المدارس والطرق، ثم يتم حساب المسافات بين كل مدرسة والطرق المجاورة ، ويتم تحديد المدارس التي تبعد بمسافة ٢٠٠ متر أو أكثر.

ويتم تحديد الحرم حول البيان المكاني الذي علي شكل نقطة بأن ترسم دائرة حولها بنصف قطر يعادل المسافة المحددة للحرم، أما تحديد حول البيان المكاني الخطي أو المساحي فترسم دائرة حول أول نقطة في البيان بنصف قطر يعادل المسافة المحددة للحرم ثم يتم تحريكها علي الخط كله لتحديد نطاق الحرم Buffer Zone.

كما يمكن التحكم في نطاق الحرم تبعا للمسافة المحددة للحرم أو المساحة التي يغطيها، فيمكن أن تحتوي الواحدة علي أحرام متباينة المسافة والمساحة علي طبقة معلوماتية واحدة، فعلي سبيل المثال يمكن إنشاء أحرام متباينة حول المجاري المائية تبعا لتباين اشتغلال الأرض حولها.

كما يكمنا انشاء نطاقات حرم حول الظاهرات النقطية عبارة عن حلقات دائرية متتابعة تتباعد عن الظاهرة (مركز الحرم) بمسافات متضاعفة أو متزايدة بمعدلات مختلفة، فعلي سبيل المثال يكمن تحديد نطاقات خدمة زمنية لمراكز اطفاء الحريق علي شكل حلقات تبعد عن مركز الاطفاء مسافات زمنية متتابعة تمثل ٣ دقائق ، ٦ دقائق، ٩ دقائق، فتظهر مراكز اطفاء الحريق محاطة بثلاثة أحرام / نطاقات حلقية تعبر كل منها علي نطاق الخدمة الذي يمكن أن تصل اليه سيارة الاطفاء بعد ثلاث أو ست أو تسع دقائق علي الترتيب.

خلاصة القول ، تعني هذه العمليات انشاء نطاق له اتساع ثابت حول نقطة أو خط أو مساحة في خريطة واحدة، وتكون المحصلة انشاء خريطة جديدة تحتوي علي الظاهرة والحرم الذي يحيط بها، فاذا كانت الظاهرة نقطية يكون الحرم نطاق دائرة يحيط بالنقطة، وإذا كانت الظاهرة خطية يكون الحرم نطاق طولي يحيط بالخط، وإذا كانت ظاهرة مساحية يكون الحرم نطاق مساحي خارجي يحيط بالمساحة الأصلية.

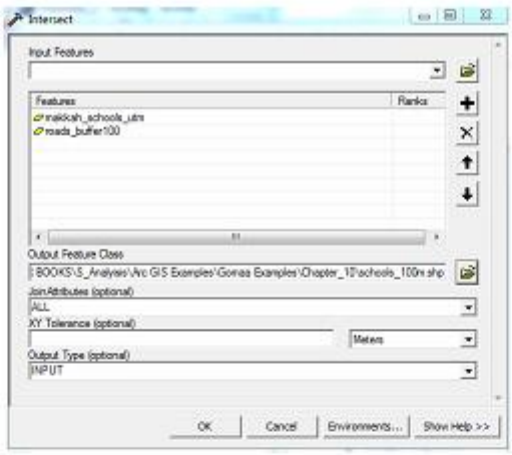
وفيما يلي دراسة تفصيلة بالصور لأدوات تحليل الاقتراب:

ستكون الطبقة الناتجة (طبقة الحرم المكاني) عبارة عن مجموعة من المضلعات حول كل طريق موجود في طبقة الطرق ويبلغ عرض هذه المضلعات ١٠٠ متر علي كلا جانبي الطريق (للتوضيح سنقوم بعمل تكبير zoom علي المنطقة المركزية بمدينة مكة المكرمة) كما في الشكل التالي:

الآن سنسأل أنفسنا السؤال المنطقي: **كيف سنستفيد من طبقة الحرم المكاني بعد الحصول عليها؟**

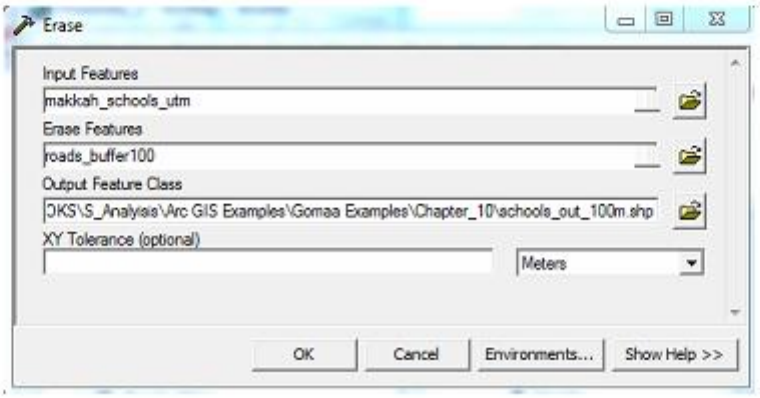
سنطرح في المثال الحالي سؤال نريد الإجابة عليه وهو: أي مدارس مكة المكرمة تقع علي مسافة أقل من ١٠٠ متر عن طريق رئيسي؟

الإجابة ببساطة ستتمثل في استخدام أداة التقاطع intersect السابق شرحها، بحيث سنحدد التقاطع بين طبقة المدارس makkah_schools_utm و طبقة الحرم المكاني حول الطرق Rosds_buffer100 (التي أنشأناها في الخطوة السابقة):

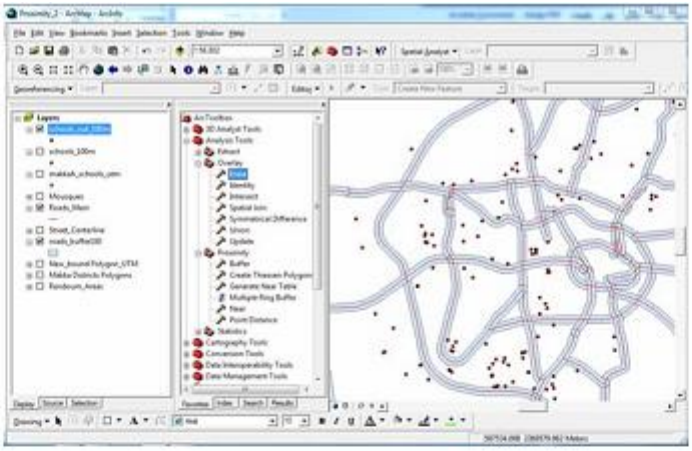


هنا ستكون الطبقة الناتجة عبارة عن المدارس التي تقع داخل مضلعات الحرم المكاني، أي المدارس التي تقع في حدود ١٠٠ متر من الطرق الرئيسية:

أما في حالة كون السؤال الذي نريد الإجابة عليه هو: أي مدارس مكة المكرمة تقع علي مسافة أكبر من ١٠٠ متر عن طريق رئيسي؟ فأن الإجابة ستتمثل في استخدام أداة المحو Erase السابق شرحها، بحيث سيكون المحو بين طبقة المدارس makkah_schools_utm و طبقة الحرم المكاني حول الطرق Rosds_buffer100:



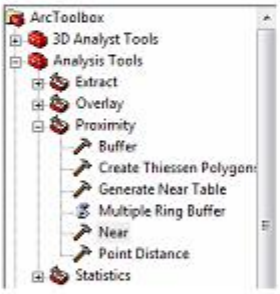
ومن ثم فأن الطبقة الناتجة عبارة عن المدارس التي تقع خارج مضلعات الحرم المكاني، أي المدارس التي تبعد بأكثر من ١٠٠ متر عن الطرق الرئيسية:



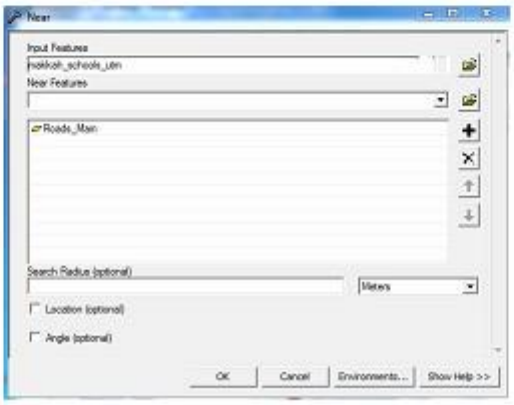
١٠-٣-٢ تحليل أقرب ظاهرة Near

تحدد أداة أقرب ظاهرة المسافة بين معالم الطبقة الأولي و أقرب معلم لها من معالم الطبقة الثانية. فمثلا إن كان لدينا طبقتي مدارس و طرق ونريد أن نحدد أقرب طريق لكل مدرسة من المدارس وبأي مسافة يبعد عنها.

نستخدم أداة Near من أدوات الاقتراب Proximity من أدوات التحليل المكاني Analysis Tools:



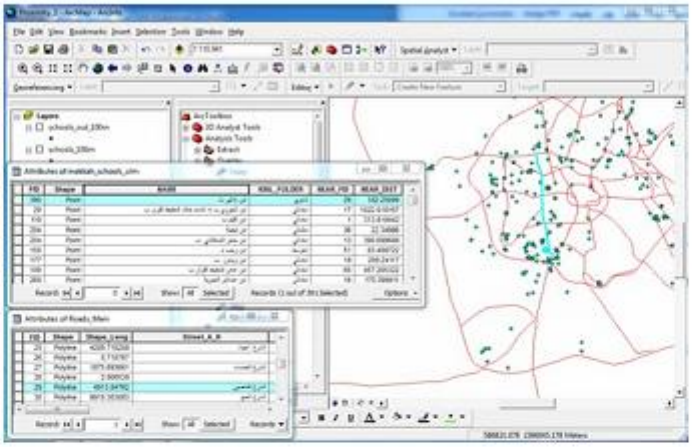
وتكون الطبقة المدخلة Input Features هي طبقة المدارس بينما تكون طبقة أقرب ظاهرة Near Features هي طبقة الطرق (لا توجد طبقة جديدة كنتائج output features):



عند فتح قاعدة البيانات غير المكانية attribute table لطبقة المدارس (الطبقة المدخلة) نجد أن هناك عمودين جديدين قد تم إضافتهما للطبقة:

- عمود Near_Dist وبه قيمة أقرب المسافة عن أقرب طريق لكل مدرسة
- عمود Near_FID وبه رقم أقرب طريق من كل مدرسة (المناظر لهذا الطريق في طبقة الطرق)

فعلي سبيل المثال فأن أقرب طريق لمدرسة ابن الأثير الثانوية يقع علي بعد ١٨٢.٢٥ متر منها وهو الطريق رقم ٢٩ في طبقة الطرق (شارع المنصور من قاعدة بيانات طبقة الطرق):



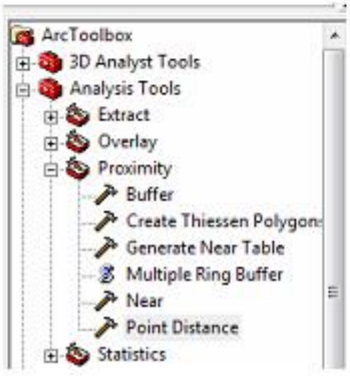
١٠-٣-٣ تحليل المسافة بين النقاط Point Distance

تحسب هذه الأداة قيمة المسافات بين كل معلم من معالم الطبقة الأولي إلي كل معلم من معالم الطبقة الثانية.

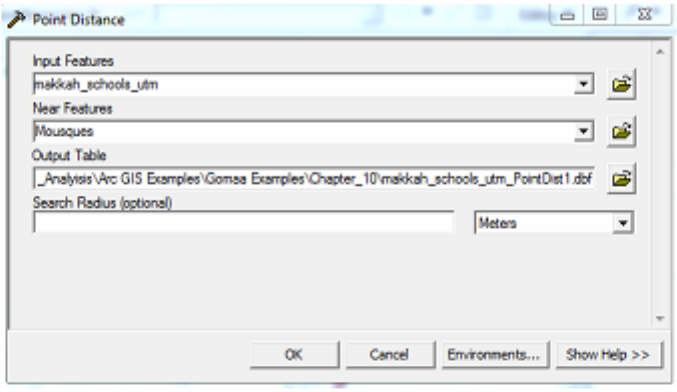
هنا لا بد أن تكون كلا الطبقتين من نفس النوع (طبقة نقاط) وستكون النتائج مكتوبة في ملف Table (من نوع dbf أو Database) وليس في طبقة. وفي حالة عدم تحديد مقدار (أو حرم معين) للمسافة المطلوب حسابها فأن عدد المسافات سيكون ضخما حيث أن كل معلم من الطبقة الأولي سيتم حساب مسافته إلي جميع معالم الطبقة الثانية.

مثال:

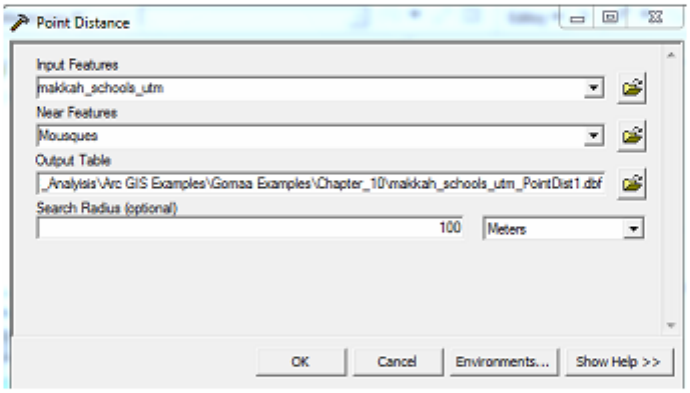
لحساب المسافة بين كل مدرسة من مدارس مدينة مكة المكرمة و مساجد المدينة: نستخدم أداة Point Distance من أدوات الاقتراب Proximity من أدوات التحليل المكاني Analysis Tools:



نحدد في الطبقة المدخلة Input Features اسم طبقة مدارس مدينة مكة المكرمة ثم نحدد في الطبقة الثانية (طبقة المسافات) Near Features طبقة مساجد مكة المكرمة ثم نحدد اسم للجدول Table الذي سيضم نتائج المسافات Output Table ثم نضغط OK:



الآن سنحدد مسافة معينة Search Radius (١٠٠ متر) لحساب المسافة بين كل مدرسة و المساجد القريبة حولها في حدود ١٠٠ متر فقط:



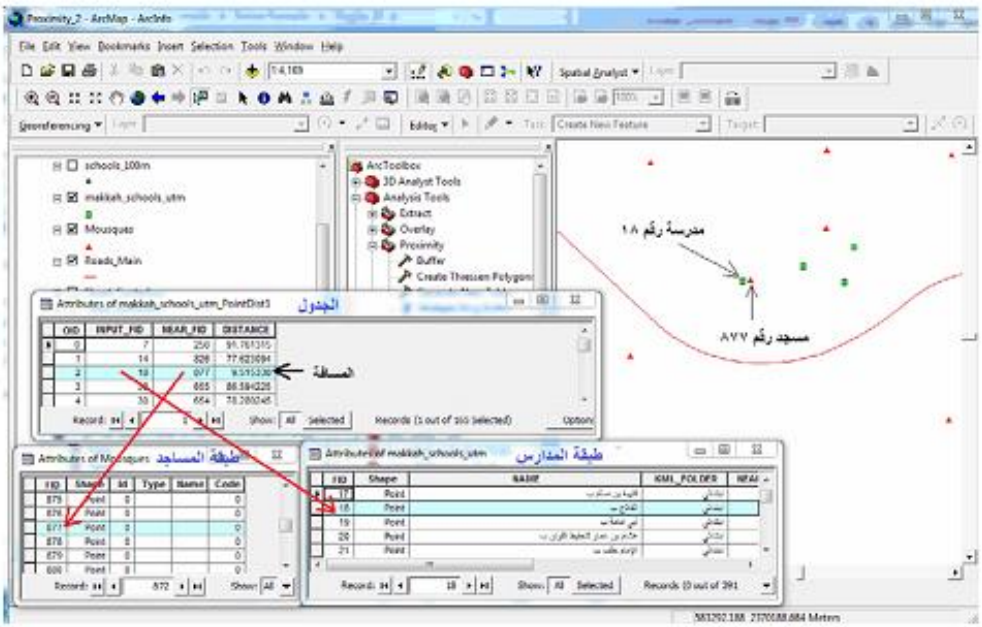
الآن سنضيف الجدول الناتج إلي المشروع الحالي (من خلال أمر Add Data) ونفتحه فنري أنه يضم ١٦٥ سطر، أي أن هناك ١٦٥ مدرسة يوجد حولها مساجد تقع في حدود ١٠٠ متر.

<u>في هذا الجدول نجد ٤ أعمدة:</u>

- عمود OID لترقيم المعالم في الجدول
- عمود Input_Fid يحدد رقم المدرسة في قاعدة بيانات طبقة المدارس
- عمود Near_Fid يحدد رقم المسجد القريب في قاعدة بيانات طبقة المساجد
- عمود Distance يحدد المسافة بين كل مدرسة وكل مسجد قريب

فعلى سبيل المثال (الشكل التالى) نجد أن:

- في عمود OID فأن المعلم رقم ٢ يقابل:
- عمود Input_Fid رقم المدرسة = ١٨ في قاعدة بيانات طبقة المدارس (مدرسة الفلاح الابتدائية)
- عمود Near_Fid رقم المسجد القريب = ٨٧٧ في قاعدة بيانات طبقة المساجد
- عمود Distance المسافة بين المدرسة ١٨ و المسجد ٨٧٧ تبلغ ٩.٥ متر



الفصل الرابع :الخريطة الكنتورية

Contour Map

الخريطة الكنتورية Contour Map

خطوط الكنتور هي خطوط وهمية عادة ما تكون بنية اللون توقع علي الخرائط للدلالة علي الارتفاع أو الانخفاض عن مستوي سطح البحر حيث انه المستوي الوحيد الثابت علي سطح الكرة الارض. يعتمد اعداد الخرائط الكنتورية علي تحديد ارتفاعات نقاط مختارة في المنطقة المراد عمل خريطة لها، تعرف هذه النقاط بنقاط المناسيب، ونقطة المنسوب: هي نقطة مسجل ارتفاعها من منسوب سطح البحر ويكون موجبا اذا كانت اعلي سطح البحر ويكون سالبا اذا كانت ادني مستوي سطح البحر.

ولخوط الكنتور خصائص ودلالات تتمثل في:

١- ترسم بفاصل رأسي ثابت (١٠ ،٢٠ ،٣٠ ، وهكذا).

٢- يمكن عن طريقها قراءة الظواهر التضاريسية المختلفة حيث ان الخطوط في كل ظاهرة يكون لها شكل خاص(فشكل الخطوط في حالة الجبل المخروطي تختلف عن الجبل القبابي وشكل الخطوط في الهضبة يختلف عن الانخفاض الحوضي (وتحتاج قراءة هذه الخرائط تدريب خاص ودراية معينة متخصصة).

٣- يمكن التعرف علي درجة انحدار الارض فاذا تقاربت الخطوط دل ذلك علي انحدار شديد واذا تباعدت دلت علي قلة الانحدار.

٤- يمكن معرفة منابع الانهار فهي تتراجع نحو المنابع.

٥- خطوط الكنتور مغلقة علي نفسها ولا تتقاطع الا في حالة ظواهر تضاريسية معينة (مثل ظاهرة الجرف أو الكهوف والمغارات).

٦- تكرار قيم الكنتور يعني انعكاس الانحدار.

٧- يمكن استخدامها في مجالات الانشاءات الهندسية والاغراض العسكرية.

٨- يمكن رسم قطاع تضاريسي للمنطقة التي تمر بها فاذا تم تحديد نقطتين يتم التوصيل بينهم ويسمي الخط الفاصل بينهما باسم خط القطاع.

وفي هذا السياق، تعد الخريطة الكنتورية أحد أهم الخرائط بصفة عامة حيث أنها تستخدم في العديد من التحليلات التضاريسية سواء الهندسية أو الجغرافية أو البيئية. فعلي سبيل المثال تستخدم الخريطة الكنتورية كأحد العوامل المؤثرة في توزيع المحلات العمرانية، حيث أن أول ما يظهر اليه الجغرافي في توزيع مراكز العمران هو أثر البيئة في شكل وتوزيع المحلات العمرانية، وهذا بغض النظر عن كون هذه المحلات ريفية أو حضرية. حيث أن مراكز العمران بأشكالها المتعددة تمثل مظهرا من مظاهراللاندسكيب أو ما يعرف بهيئة الارض. لذا تعد دراسة وتحليل الخريطة الكنتورية من أهم المبادئ الاساسية التي تقوم عليها الدراسات العمرانية . حيث يلعب شكل سطح الارض في اي اقليم دورا بارزا في توزيع مراكز العمران ولاظهار مدي العلاقة بين الكنتور وتوزيع مراكز العمران باي منطقة دراسة، يجب أن يتم عمل مطابقة (Overlay) بين الخريطة الكنتورية وخريطة توزيع المحلات العمرانية

حتي يمكن التوصيل الي كيفية توزيع تلك المحلات العمرانية حسب خطوط الكنتور.

تحليل السطوح Surface Analysis

ويشمل تحليل تضاريس سطح الارض Terrain Analysis عن طريق تحليل نموذج المناسيب الرقمي Digital Elevation Model (في نموذج البيانات النقطية) أو عن طريق تحليل الشبكات المثلثية للمناسيب Triangulated Irregular Network (TIN)(في نموذج البيانات الاتجاهية) وذلك لرسم الخريطة الكنتورية Contour Map،وتحليل الانحدار Slope Analysis ،وتحليل اتجاه الانحدار Aspect Analysis ،وإنتاج خريطة الظل Hill Shade Map.

تتوزع مناسيب سطح الارض في حالة العمل علي نموذج البيانات النقطية Raster بشكل منتظم علي الشبكة المدخلة بحيث تمثل كل خلية في الشبكة نقطة منسوب وتحمل كل خلية قيمة المنسوب الذي تمثله وتعرف الشبكة في هذه الحالة بنموذج المناسيب الرقمي Digital (DEM) Elevation Model . أما في حالة العمل علي نموذج البيانات الاتجاهية Vector فان مناسيب سطح الأرض ستتوزع بشكل غير منتظم تبعا لمواقعها المحددة بالاحداثيات الأفقية السينية (X) ورأسية الصادية (Y) ، ويتوافق مع هذا التوزيع جدول البيانات الوصفية لتلك البيانات الذي يعرف منسوب كل نقطة من تلك النقط بالقيمة (Z) أمام تعريفها الاحداثي (Y,X) وتعريفها الكودي (ID) ، ويتم الربط بين نقط المناسيب المختلفة بخطوط لا

تتقاطع فتصبح شبكة من المثلثات غير المنتظمة Triagulated (TIN) Irregular Network تمثل نقط المناسيب رؤوس أضلاعها.

أصبح متاحا في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية إنشاء كل من نموذجي (TIN ,DEM) ، والتحويل بينهما حسبما يفضل المستخدم تبعا لما يناسب قاعدة بياناته الجغرافية الأساسية ، وما يناسب أسلوب التحليل المستخدم ، وما يناسب عمليات التقاطع والاتحاد والتطابق بين الطبقات المعلوماتية المستخدمة في مشروعة.

ويمثلا كلا من نموذجي المناسيب (TIN ,DEM)، سطحا غير حقيقي لما هو عليه سطح الأرض، فكل منهما يمثل مجموعة أو عينة من نقط المناسيب التي لا تغطي سطح الأرض بأكمله فالفراغات بين نقط المناسيب الموجودة بكل منهما يقوم البرنامج باشتقاقها، ولهذا السبب كلما كان عدد نقط المناسيب كبيرا ويغطي معظم سطح الارض كلما كانت دقة الخرائط المخرجة كبيرة.

ولكل نموذج من نموذجي المناسيب الرقمية ما يجعله متفوقا علي الاخر في عملية التحليل، وتبعا لذلك التباين يختار المستخدم النموذج المناسب للتحليل المطلوب،والسرعة المطلوبة،والدقة المطلوبة،والذاكرة المتاحة بالحاسب الآلي، ولأنواع المخرجات المكلوبة، ويتضح ذلك فيما يلي:

١- عند استخدام نموذج TIN فانه من الممكن أن يشمل نموذج المناسيب ظاهرات أخري معرفة عليه مثل الطرق، مجاري المياه، خطوط الساحل،وغيرها، أما في حالة استخدام نموذج DEM

فان شبكة المناسيب تكون مخصصة لتوزيع المناسيب فقط، وكل خليه تمثل نقطة منسوب ولهذا لا يوجد مكان خال عليها لتوقيع أي ظاهرات أخري، فنموذج البيانات النقطية Raster الذي يبني علي أساسه نموذج المناسيب الرقمية DEM هو شبكة خلايا توضح ظاهرة واحدة فقط.

٢- عند إستخدام TIN فانه من الممكن ادخال نقط مناسيب جديدة علي النموذج نفسه معرفة بمواقع أحداثية جديدة، أما نموذج DEM فلا يمكن إضافة نقط مناسيب جديدة عليه، فجميع خلايا الشبكة مخصصة لنقط المناسيب، والطريقة الوحيدة لإضافة نقط مناسيب جديدة هو زيادة دقة الشبكة بتصغير حجم الخلية فتتاح الفرصة لظهور خلايا جديدة تحمل نقط مناسيب جديدة.

٣- عند استخدام TIN فانه يمكن تصميم الشكل ثلاثي الأبعاد لتضاريس سطح الأرض، فأضلاع شبكة المثلثات التي تصل مناسيب سطح الأرض بالنموذج تكون أفضل في تعريف الشكل الثلاثي وتصميمه عن تعريفه باستخدام DEM.

٤- تزداد فعالية الحاسب الآلي في اجراء عمليات تحليل تضاريس سطح الأرض وتوليف خطوط الكنتور وحساب الانحدار واتجاهه بشكل أسها وأسرع عند إستخدام نموذج المناسيب الرقمية DEM، وذلك لسهولة اجراء عمليات التجاور بين الخلايا والربط بين شبكات الخرائط المتماثلة، أما عند إستخدام TIN فيزداد الحمل الحسابي الجيومتري كلما زادت عدد المثلثات ويكون ذلك علي حساب الوقت والتكلفة .

تحليل انحدار سطح الارض THE SLOPE

وهو أحد المقاييس المستخدمة في تحليل الخريطة الكنتورية ويستخدم في قياس معدل التغير في مناسيب سطح الارض علي امتداد طولي محدد وبمعني اخر قياس معدل التغير في مناسيب سطح الارض بين كل خلية وأخري في نموذج DEM ، أو بين رأس المثلث واخر في نموذج TIN ، ويتم حسابه عن طريق تحديد زاوية الانحدار المحصورة بين المستوي الأفقي، والمستوي المائل لسطح الارض الذي يمكن تخيله علي هيئة مثلث قائم الزاوية تمثل قاعدته المستوي الافقي لسطح الارض، ويمثل وتره المستوي المائل لسطح الارض، ويمثل عموده المستوي الرأسي الذي يلتقيان عنده في نهاية المسافة المائلة المطلوب حساب الانحدار عليها وهو يعبر عن الفارق في المنسوب بين نقطة بداية المسافة ونهايتها، ويتم حساب الانحدار علي طول امتداد المسافة المائلة المحددة اما هيئة زاوية بالدرجات بقياس الزاوية المحصورة بين المستوي الافقي (المسافة الأفقية) والمستوي المائل لسطح الأرض، أو علي هيئة نسبة مئوية بحساب النسبة المئوية بين المسافة الأفقية والفارق الرأسي في المنسوب.

زاوية الإنحدار = فرق المنسوب / المسافة الأفقية.

نسبة الإنحدار = فرق المنسوب / المسافة الأفقية × ١٠٠.

ويستفاد من خريطة انحدار سطح الأرض في مد الشبكات وتحديد النطاقات الأنسب لا متدادها تبعا لدرجة الانحدار المناسبة لها، كما يستفاد منها في تحديد المسافات الحقيقية بين الظاهرات الموضعية، وإدارة

المخاطر الطبيعية المرتبطة بها مثل جرف التربة، والانزلاق الأرضي، والفيضانات.

تحليل اتجاه الانحدار أو الأوجه Aspect

وهو أحد المقاييس الهامة الذي يستخدم في تحديد اتجاه أعلي معدل تغيير في انحدار سطح الأرض (من أعلي الي أسفل)بالنسبة لاتجاه الشمال وتكون الخريطة المدخلة هي شبكة المناسيب DEM أو شبكة المناسيب المثلثية TIN ويتم حساب اتجاه الانحدار من خلية الي أخري في شبكة DEM أو من نقطة الي أخري في شبكة المثلثات TIN، وتحمل الشبكة المخرجة DEM فيما جديد تعبر عن تجاه انحدار سطح الأرض بالنسبة لاتجاه الشمال، وكذلك جدول البيانات الوصفية المتوافق مع شبكة TIN ، فعلي سبيل المثال اذا كانت قيمة الخلية في الشبكة المخرجة DEM تعادل ٩٠ درجة فهذا يعني أن اتجاه أعلي معدل انحدار لسطح الأرض يكون جهة الشرق وبمعني آخر فان خط السير لاسفل المنحدر سوف يكون في اتجاه الشرق، واذا كانت تعادل ١٨٠ درجة فتعني ان اتجاه أعلي معدل انحدار لسطح الأرض يكون جهة الجنوب، وهكذا بالنسبة لقيم اتجاه الانحدار تتراوح بين صفر، ٣٦٠ درجة.

أما في حالة ما اذا كان سطح الأرض أفقيا وغير منحدر فان يكون له اتجاه للانحدار وفي هذه الحالة تأخذ قيم الخلايا في شبكة DEM ، أو نقط المثلثات في شبكة TIN (-١).

ومن أهم التطبيقات لخريطة اتجاه الانحدار حساب الإضاءة الشمسية لكل موقع في منطقة الدراسة وربطها بتنوع الحياه النباتية والحيوانية به، فعلي سبيل المثال الخلايا التي يبلغ فيها اتجاه الانحدار ٩٠ درجة تعني أنها سوف تستقبل أشعة الشمس مباشرة خلال وقت شروق الشمس ، وسيقل الإشعاع الشمسي المباشر عليها تدريجيا بالاقتراب من فترة الزوال، ثم ينعدم الإشعاع الشمسي المباشر عليها بعد فترة الزوال وحتي غروب الشمس . وعند البحث عن المناطق المسطحة التي تصلح لعمل المطارات الطوارئ في المناطق الجبلية أو محطات تجمع المركبات في نطاقات التخييم أو نطاقات ممارسة الرياضات الجبلية كالتزحلق والتسلق، وفي النطاقات التي تتساقط عليها الثلوج وتتراكم علي منحدرات الجبال ، فمعرفة اتجاه الانحدار سيوفر معلومات عن اتجاه اندفاع مياه الثلوج الذائبة ، وما تجرفه معها من إرسابات فيمكن تجذب بناء المباني والمنشآت في هذه المسارات ، وفي نطاقات ممارسة رياضة التزحلق يكون من المفيد معرفة اتجاه الانحدارات الأنسب لمزاولة التزحلق واتجاه نهاية المسار، وكذلك في ادارة المخاطر الطبيعية التي يسببها جرف التربة، والانزلاق الأرضي والفيضان.

تحليل ظلال سطح الأرض Hill Shading

وهو تحليل يتناول العلاقة بين مظاهر سطح الأرض وضوء الشمس الساقط عليها، فينتج شكلا يمدنا بإحساس التضرس أو كيف يبدو المظهر التضاريسي في ضوء الشمس، وبالتالي فالمنحدر الذي يواجه الضوء الأتي من الشمس سوف يكون ساطعا وضاء والمنحدر الموجود عكس الضوء سيكون معتما مظلما، وسوف يبدو شكل سطح الأرض متدرج الظلال بين

اللون الأبيض واللون الأسود (درجات اللون الرمادي) بقيم رقمية Digital Values تتروح بين صفر:٢٥٥.

ويعتمد إنتاج شكل ظلال سطح الأرض علي أربعة عناصر أساسية تحدد كيف يبدو المظهر التضاريسي، **الأول**: هو اتجاه الأشعة الآتية من الشمس Azimuth ويتحدد ذلك تبعا لاتجاهات البوصلة بين صفر: ٣٦٠ درجة، **والثاني** هو زاوية ارتفاع الشمس عند خط الأفق Altitude وتحدد بين صفر : ٩٠ درجة ، **والثالث**: درجة الانحدار وتتراوح بين صفر : ٩٠ درجة ، **والرابع** : اتجاه الانحدار ويتراوح بين صفر : ٣٦٠ درجة . وبحساب العناصر الأربعة يمكن حساب قيمة الإشعاع النسبي بكل خلية في شبكة المناسيب Dem ، أو في شبكة المثلثات TIN . وتستخدم الصيغة التالية في حساب الإشعاع النسبي لكل خلية في DEM أو نقطة في TIN .

ر= جتا (أ١ – أ٢) جا هـ١ جتا هـ٢ + جتا هـ١ جا هـ٢

حيث: ر= قيمة الإشعاع النسبي

أ١= اتجاه الانحدار

أ٢= إتجاه الإشعاع الشمسي

هـ ١ =درجة الانحدار

هـ ٢= زاوية ارتفاع الشمس عند خط الأفق

وتتراوح قيم الإشعاع النسبي (ر) بين صفر : ١ ، ويمكن تحويل قيمة الإشعاع النسبي الي قيمة مطلقة تعبر عن قيمة درجة الإضاءة بضرب

قيمة (ر) × ٢٥٥، فاذا كان الناتج ٢٥٥ يعني أن درجة الإضاءة للخلية أو النقطة هي اللون الأبيض، وإذا كان الداكن صفر دل ذلك علي أن درجة الإضاءة اللون الأسود، والأرقام المحصورة بينهما علي درجة الظل للون الرمادي.

وتساعد أشكال سطح الأرض في تمييز ظاهرات سطح الأرض، وتشكل مصدرا لخرائط التضاريس والخرائط الموضوعية، وإنتاج مجموعة أشكال لمنطقة واحدة بفارق زمني محدد خلال فترة النهار لتحديد أفضل نطاق منحدر مضاء لها.

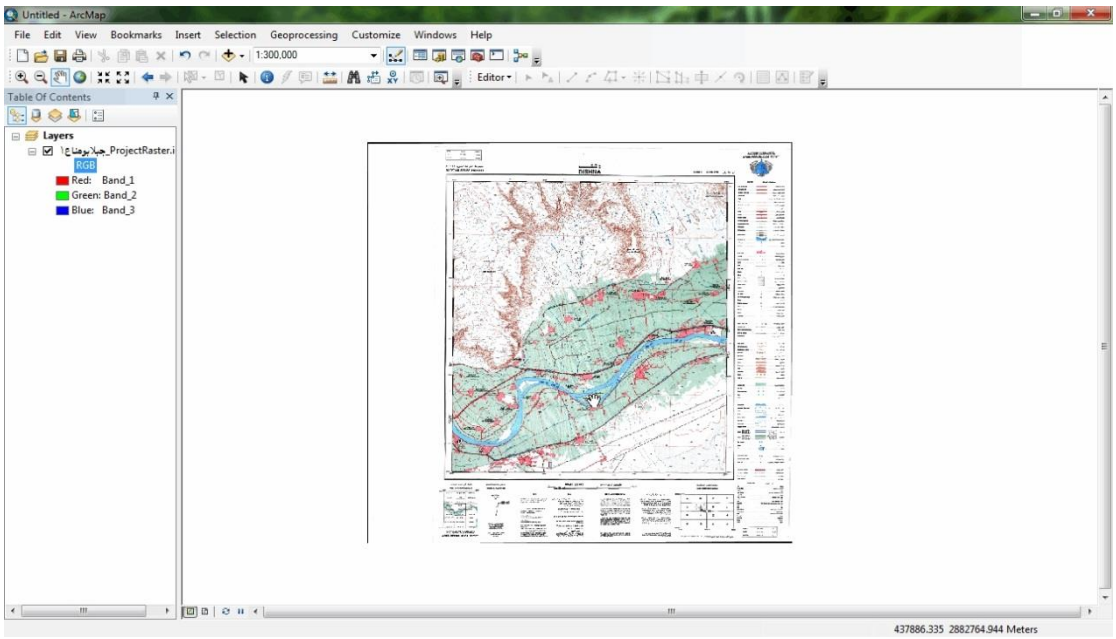
الجزء العملي للخريطة الكنتورية وعمل التحليلات عليها

تحليلات السطوح

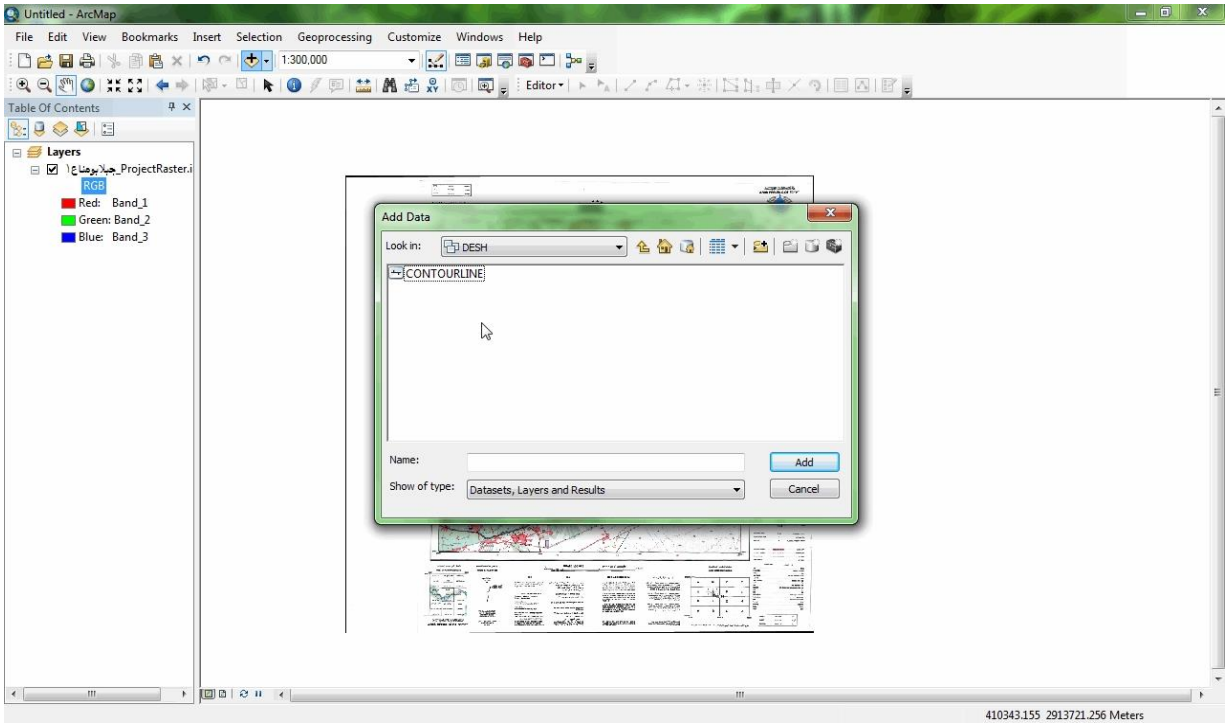
١-ارجاع الخريطة جغرافيا

٢-عمل قاعدة بيانات تحتوى على feature class من النوع polyline لرسم خطوط الكنتور بها

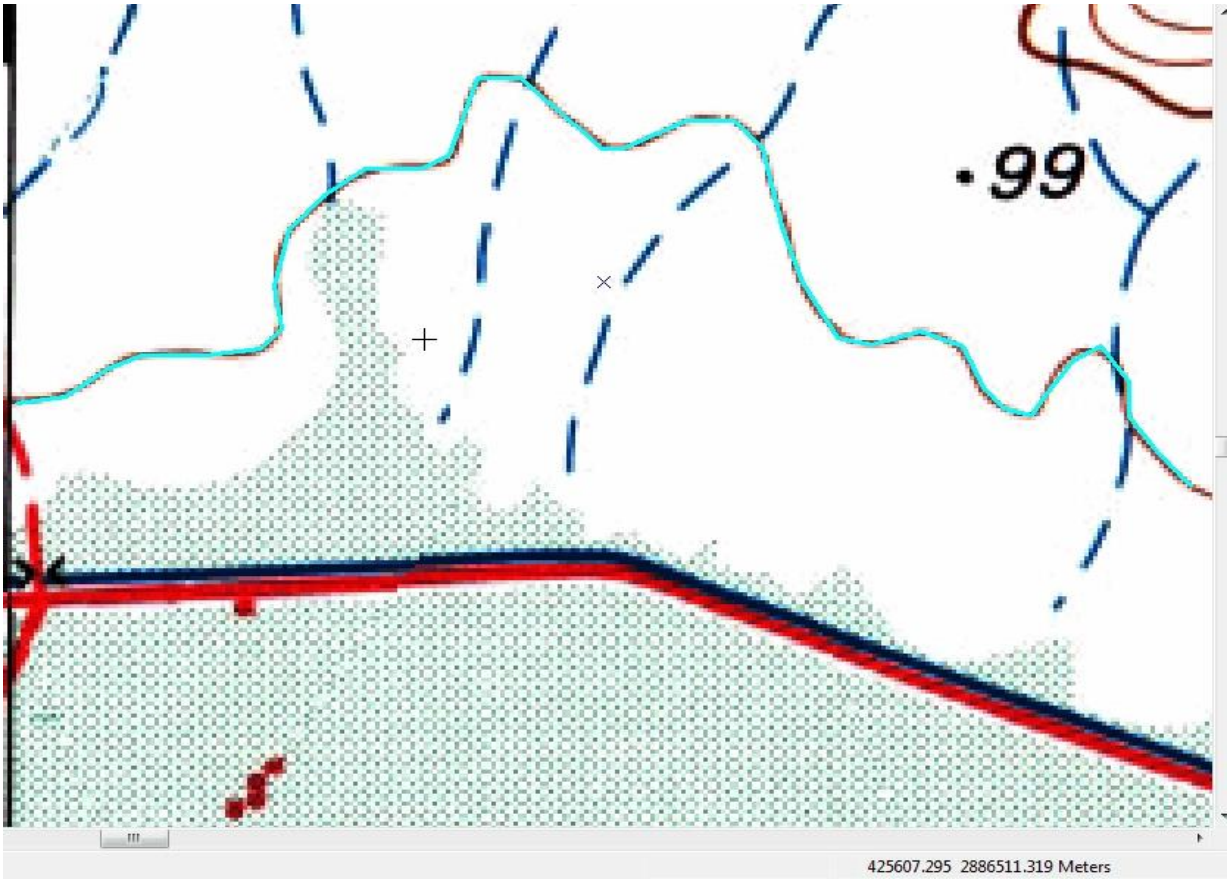
٣-مع اضافة حقل يتم كتابة قيم ارتفاع الخطوط به ويسمى height



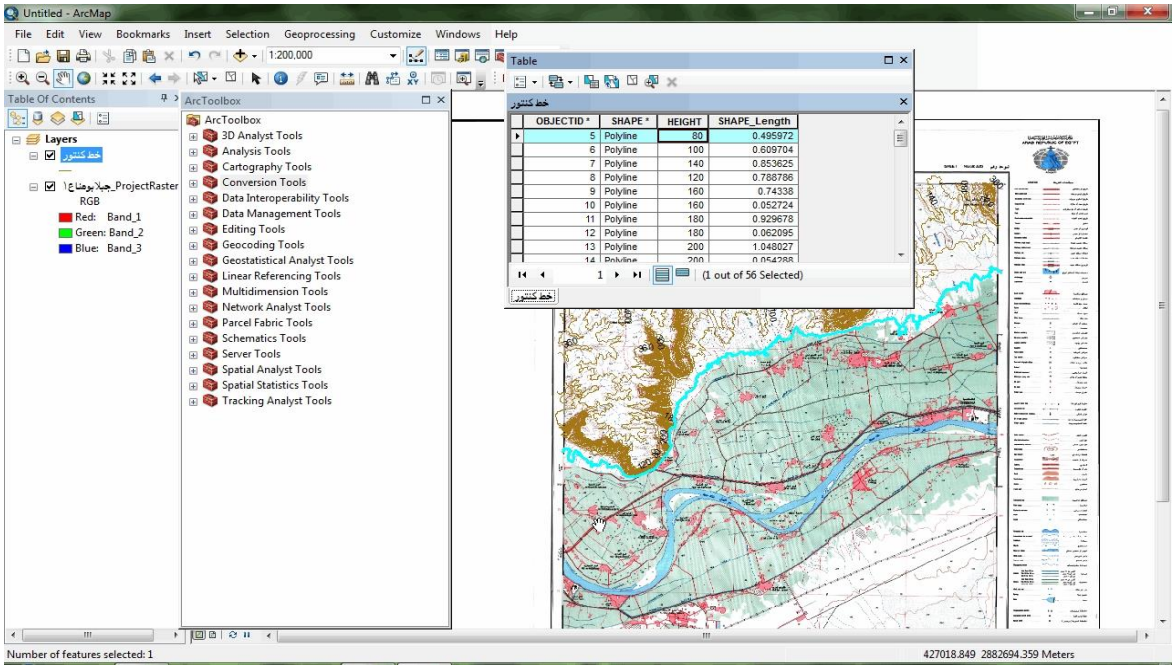
٤-يتم ادراج قاعدة البيانات



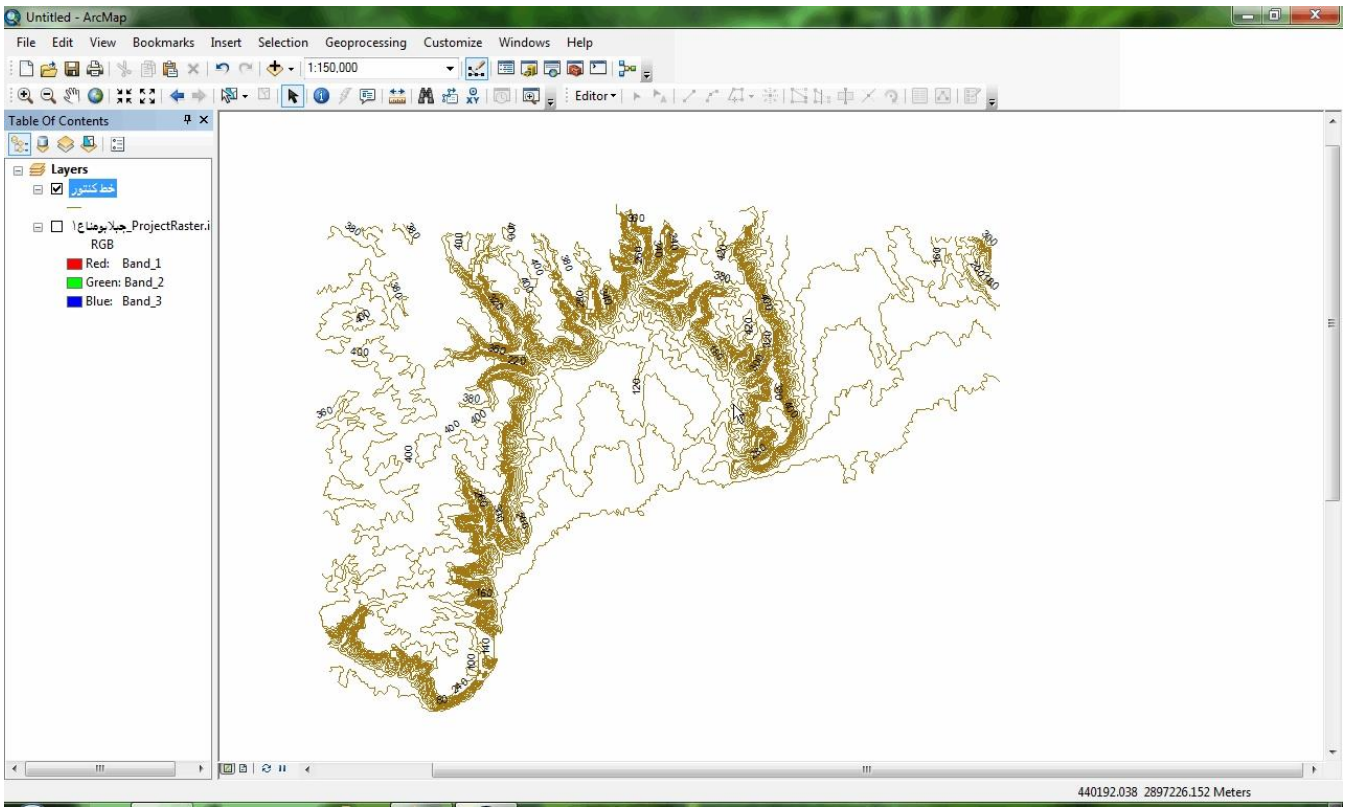
٥-يتم رسم خطوط الكنتور كما بالصورة



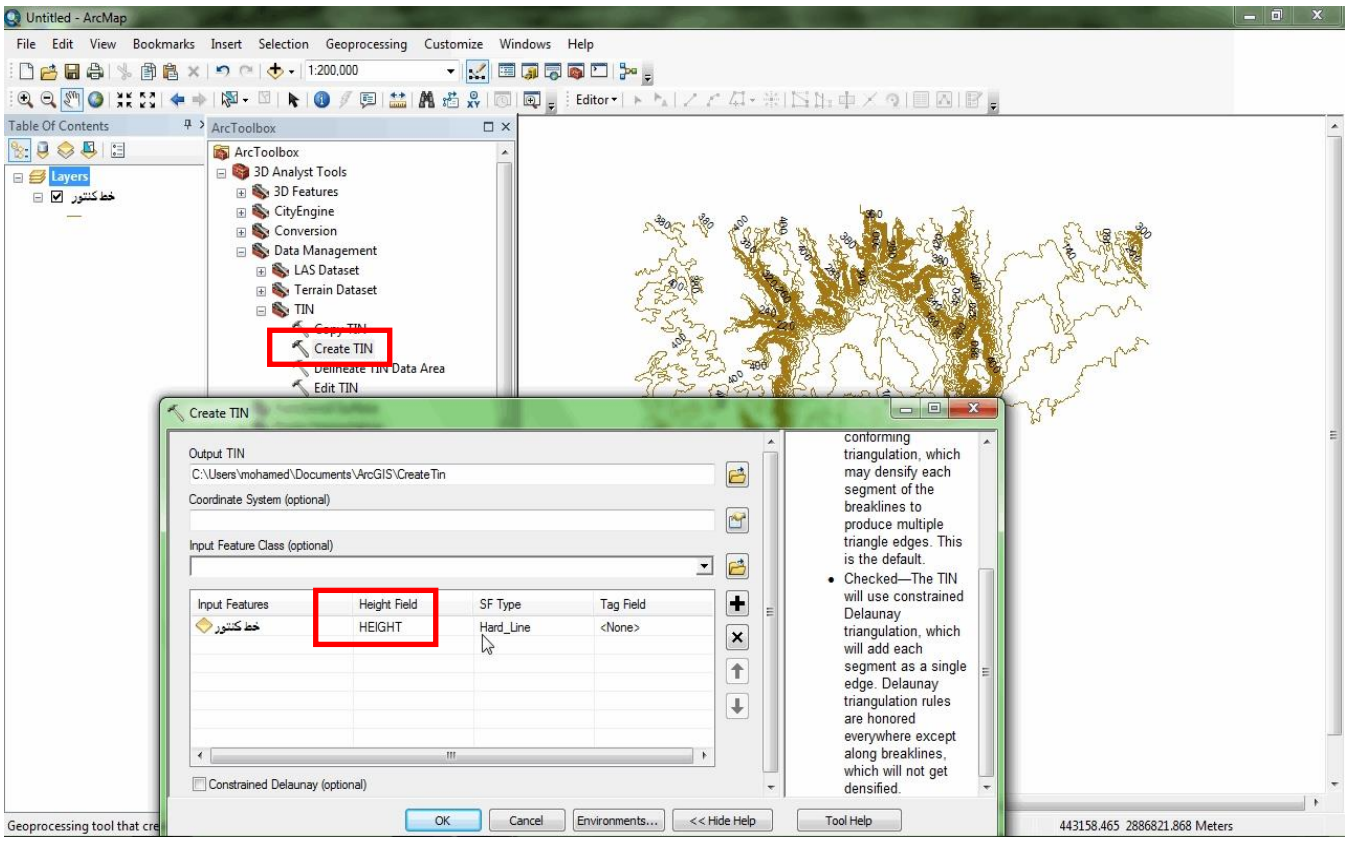
٦-كتابة قيمة كل خط عقب رسمه فى حقل height



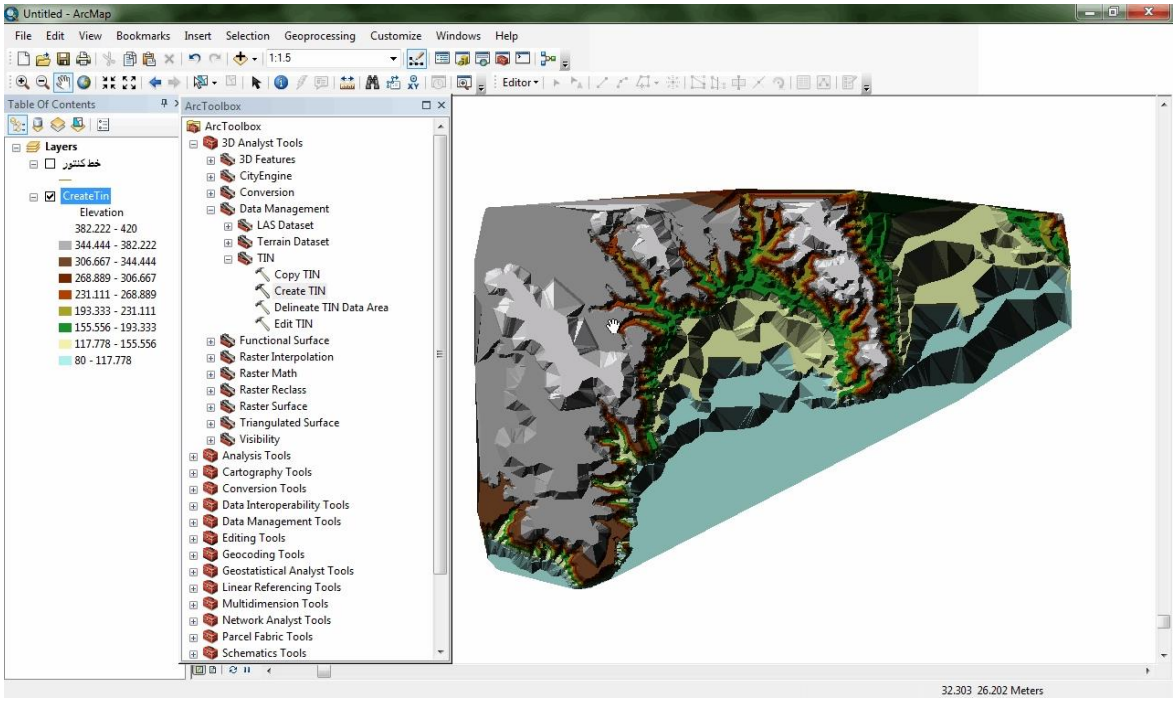
٧-شكل الخريطة بعد رسمها



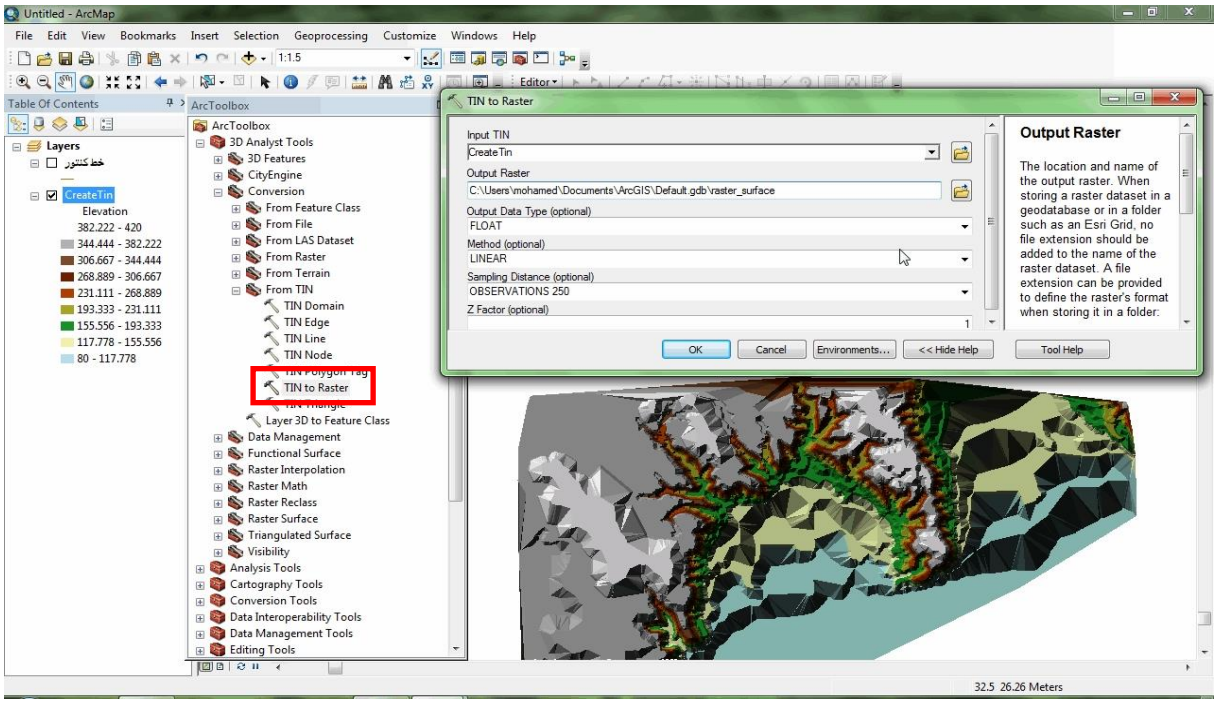
٨-تحويل خطوط الكنتور الى شبكت مثلثات tins مع ملاحظة ادراج حقل height فى مربع height field



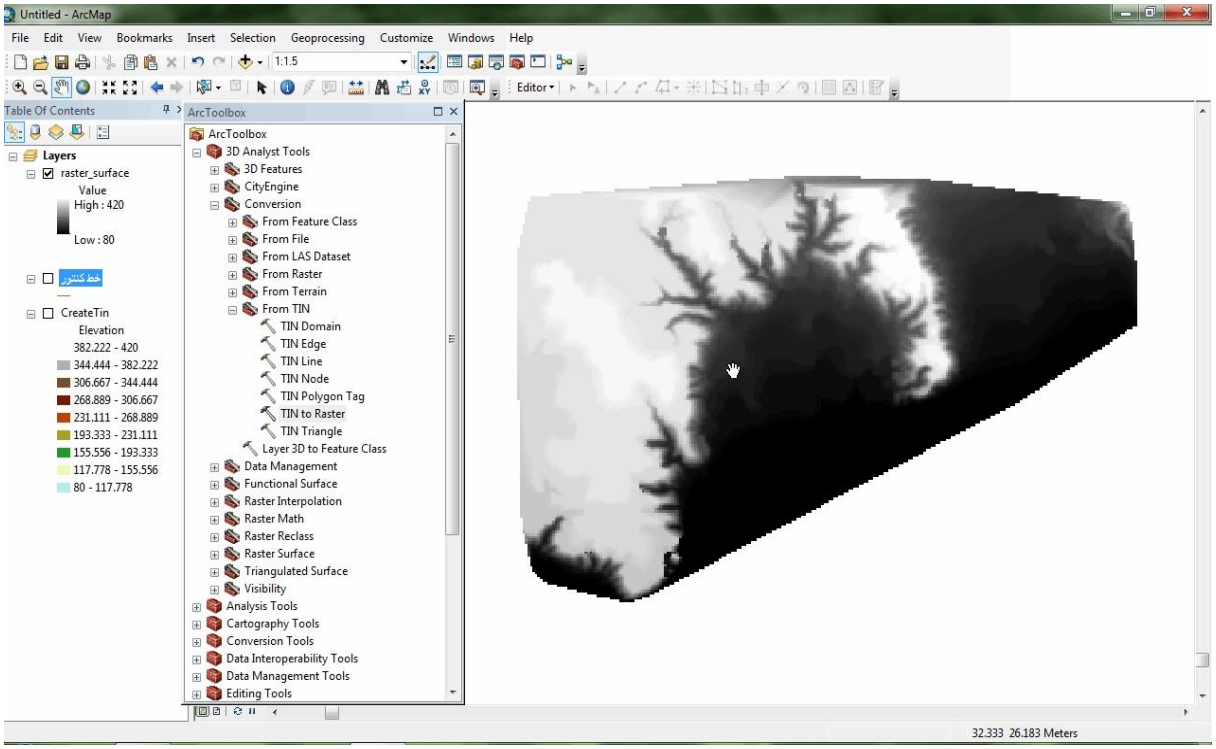
٨-يظهر الناتج كما هو موضح بالصورة



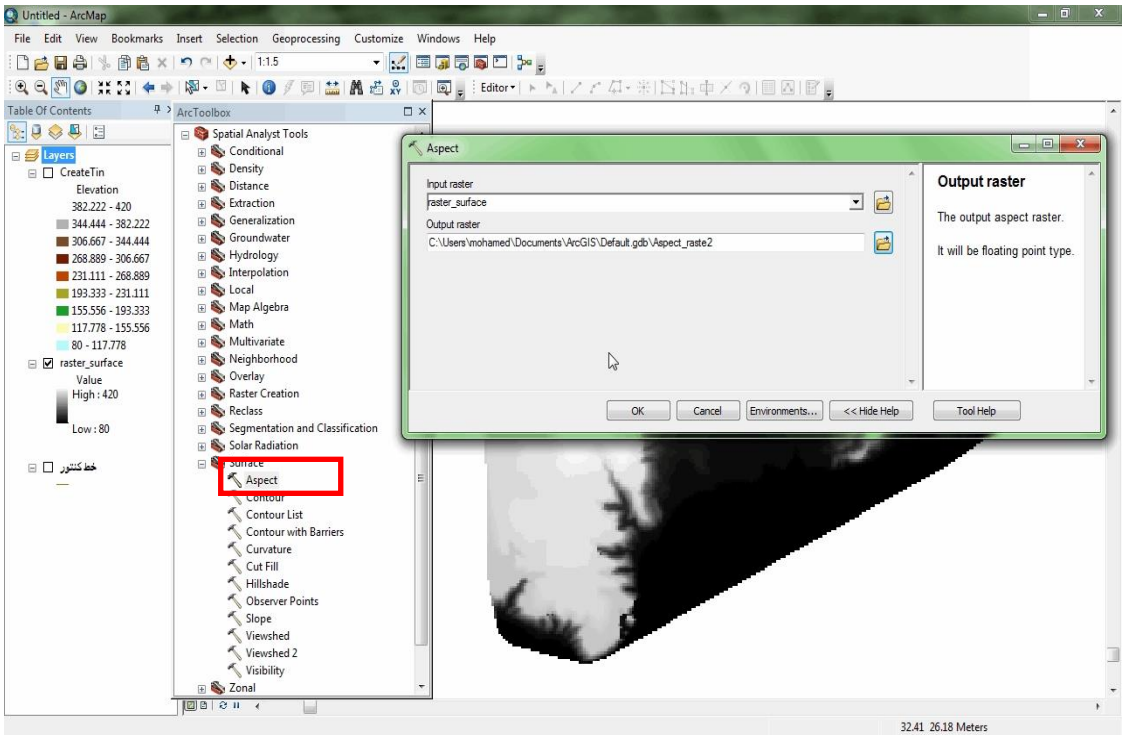
٩-تحويل tinالى ملف شبكى rasterليمكن اجراء تحليل السطوح عليه



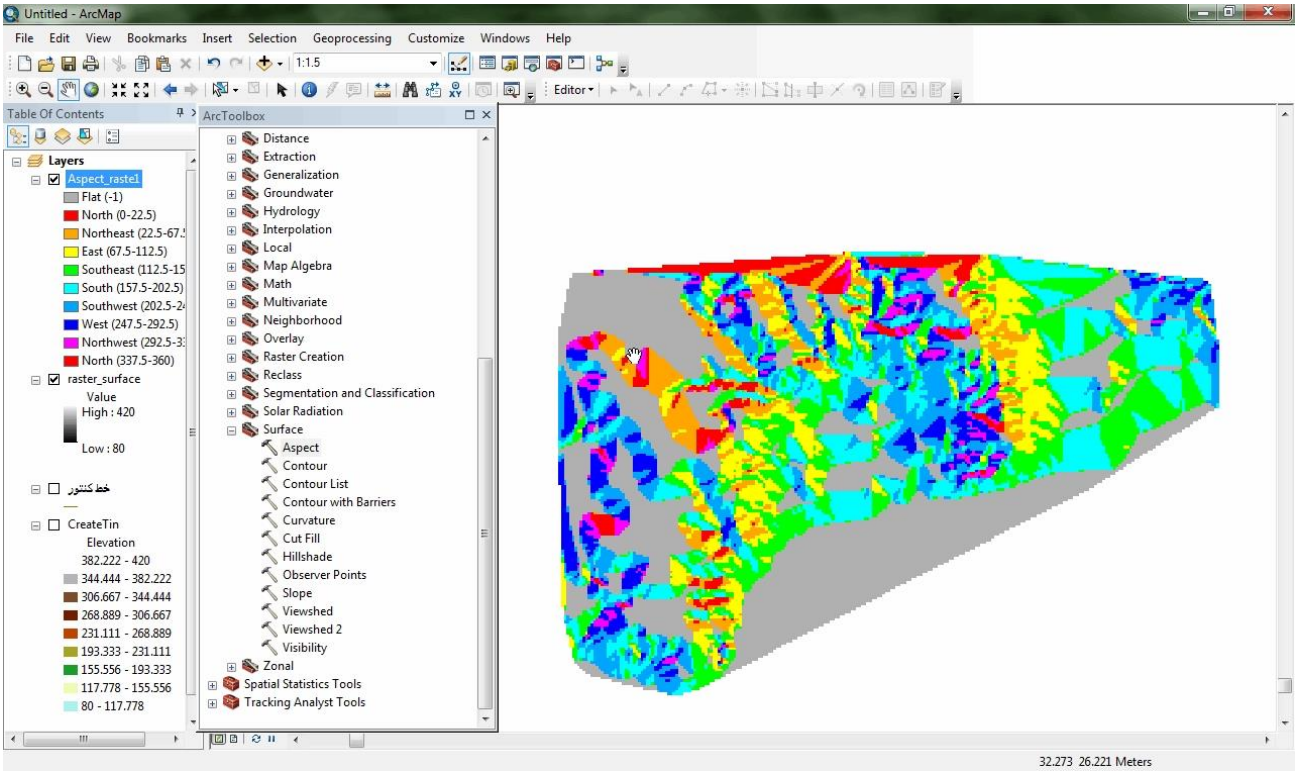
١٠- ناتج الحويل



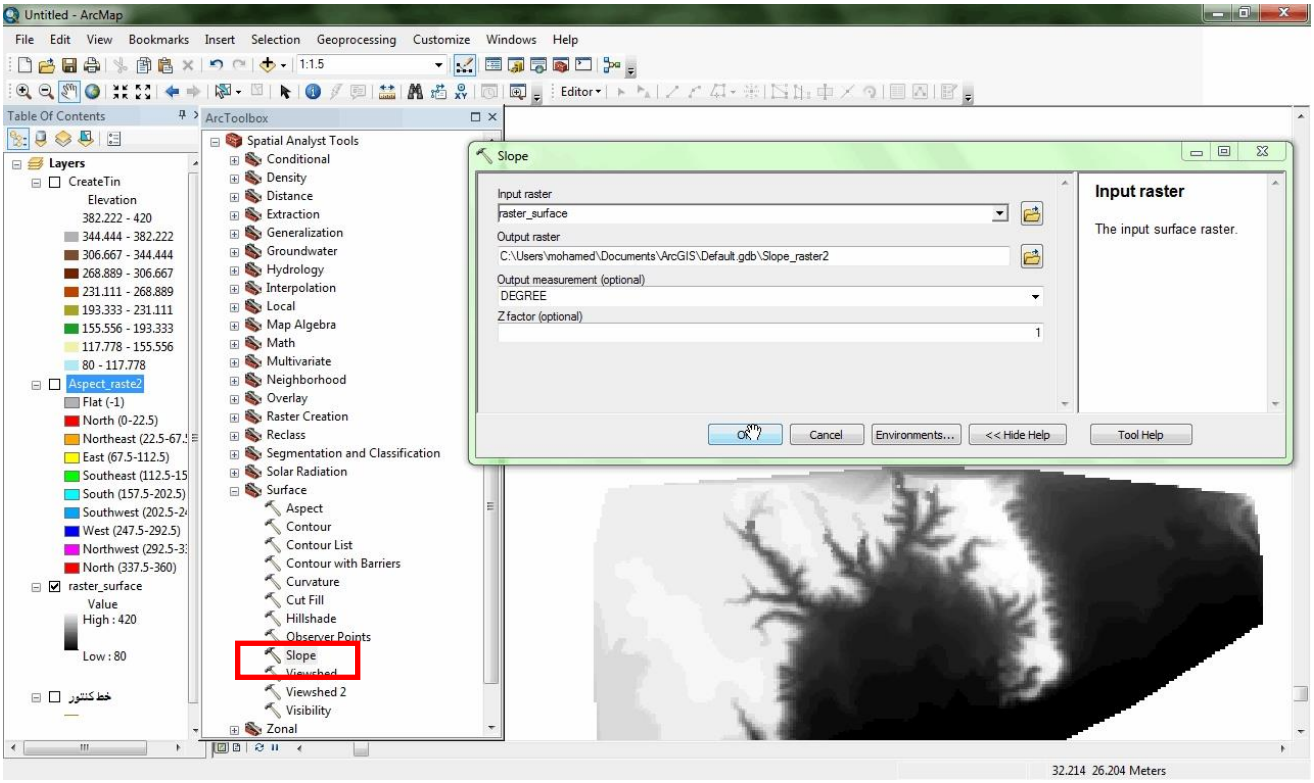
١١- انتاج خريطة الاتجاه aspect



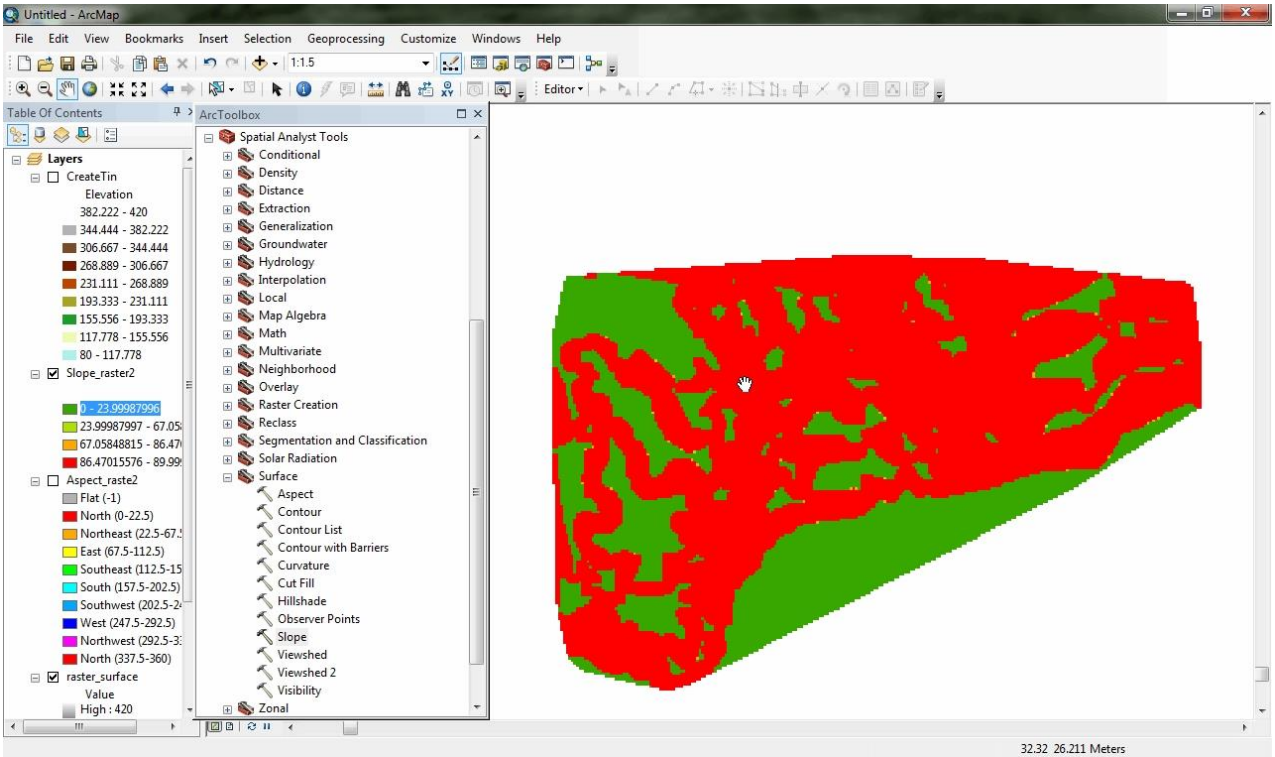
١٢- ناتج الاتجاه aspect



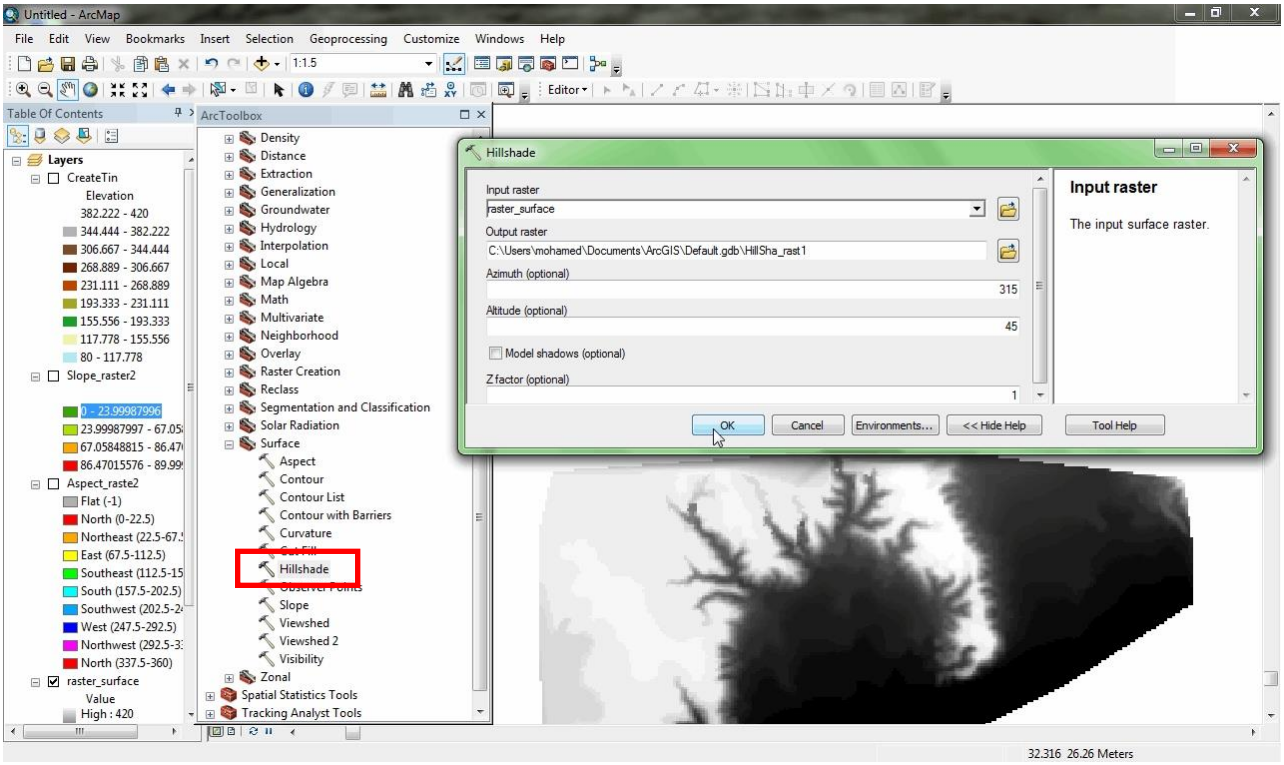
١٣-عمل خريطة الميول slope



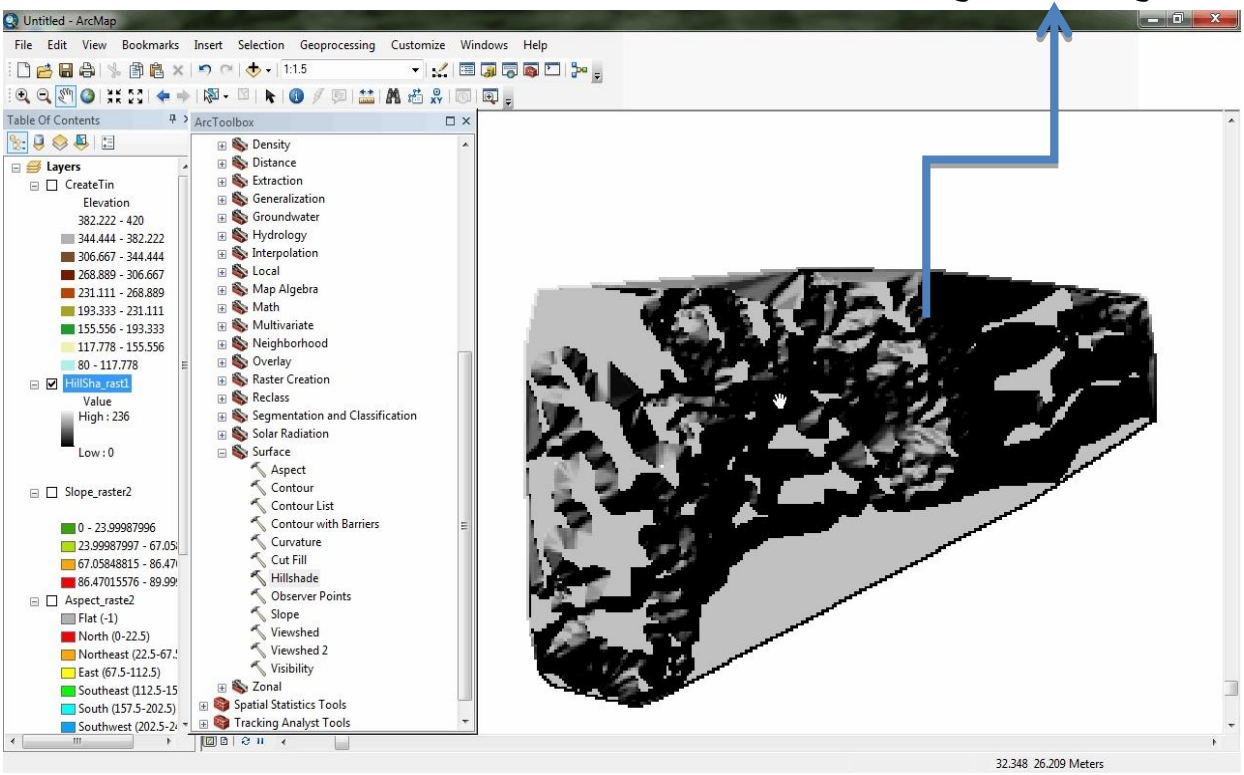
١٣- ناتج الميول



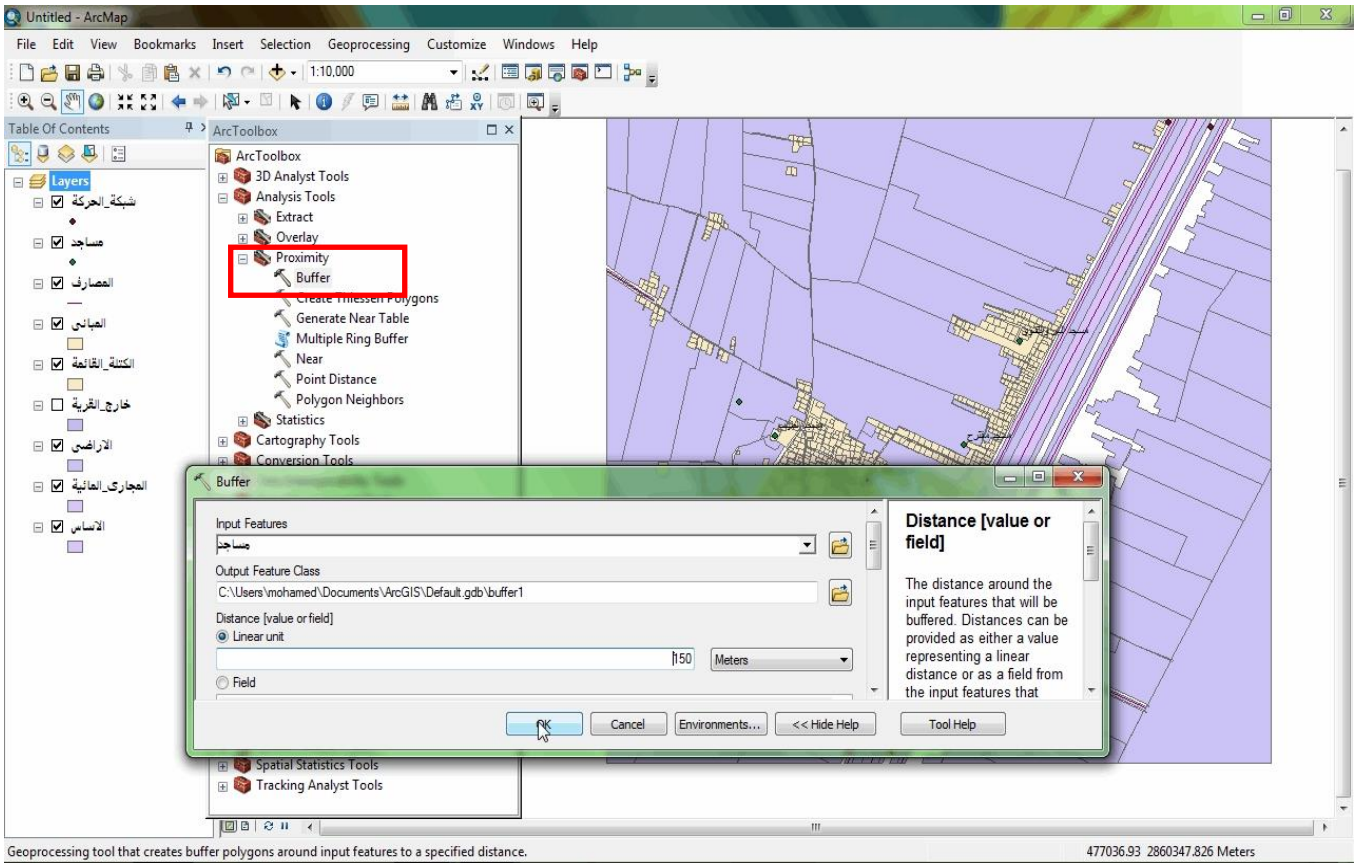
١٤- عمل خريطة لظلال سطح الارض hill shade



١٥- ناتج ظلال سطح الارض

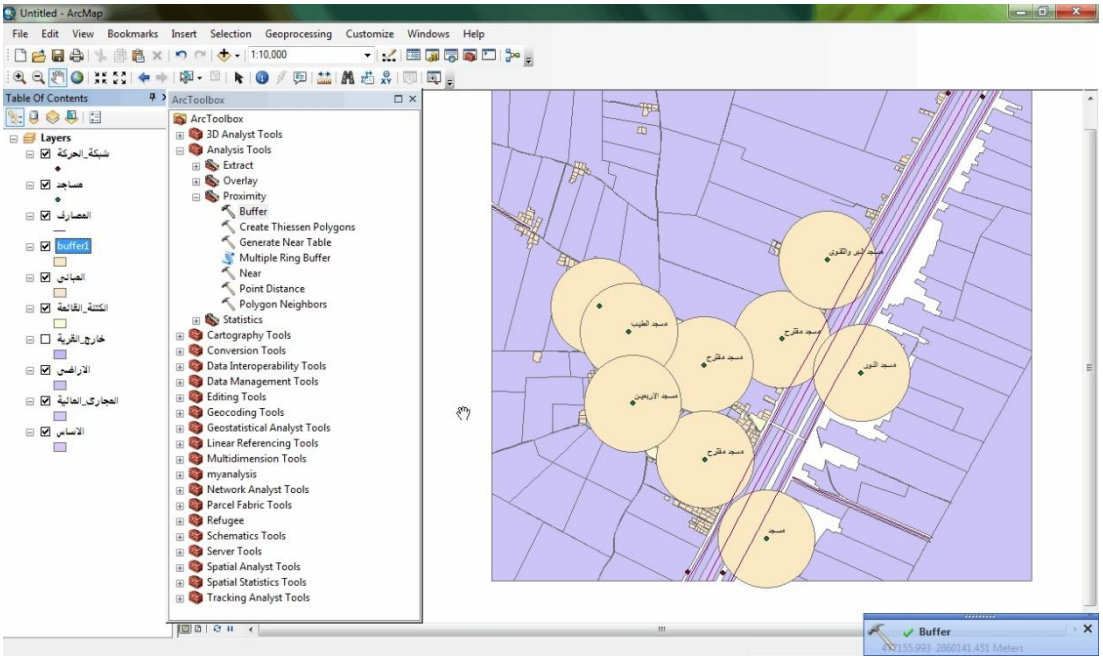


الحرم المكانى generationbuffering



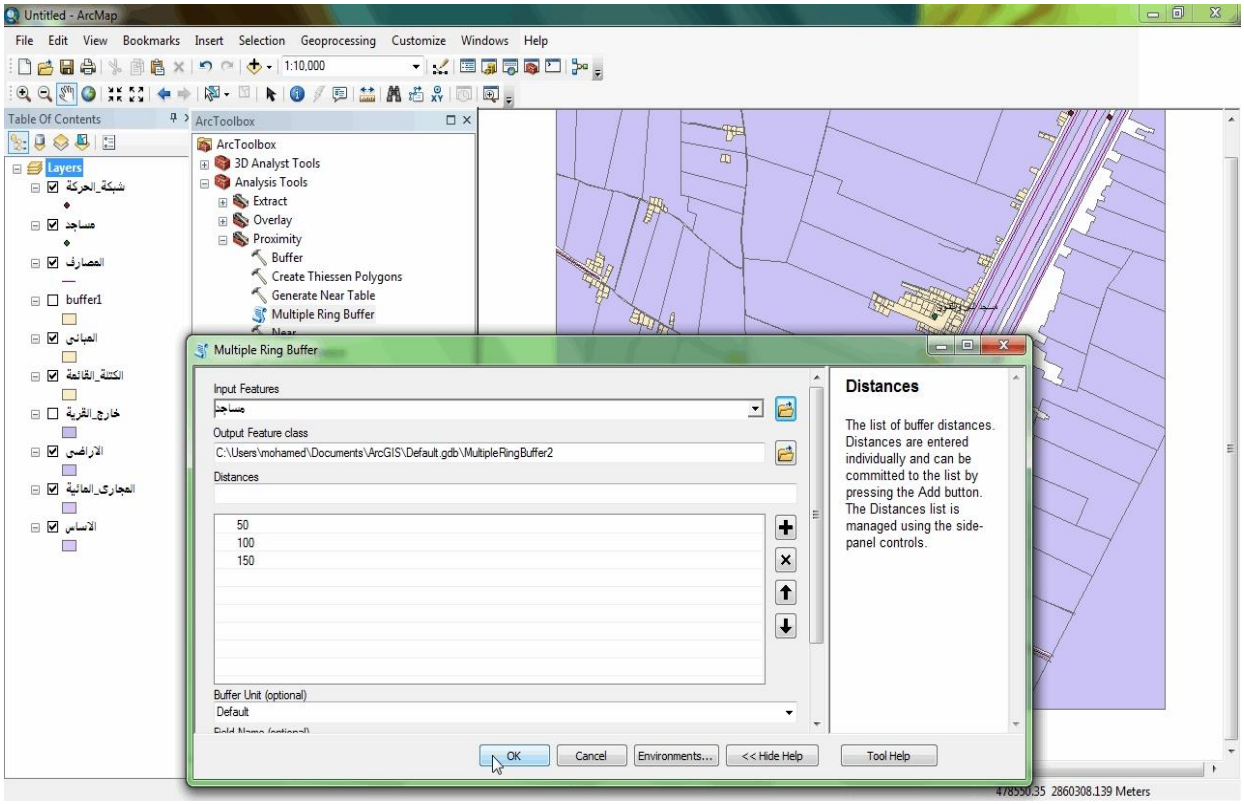
١- الحرم العادى

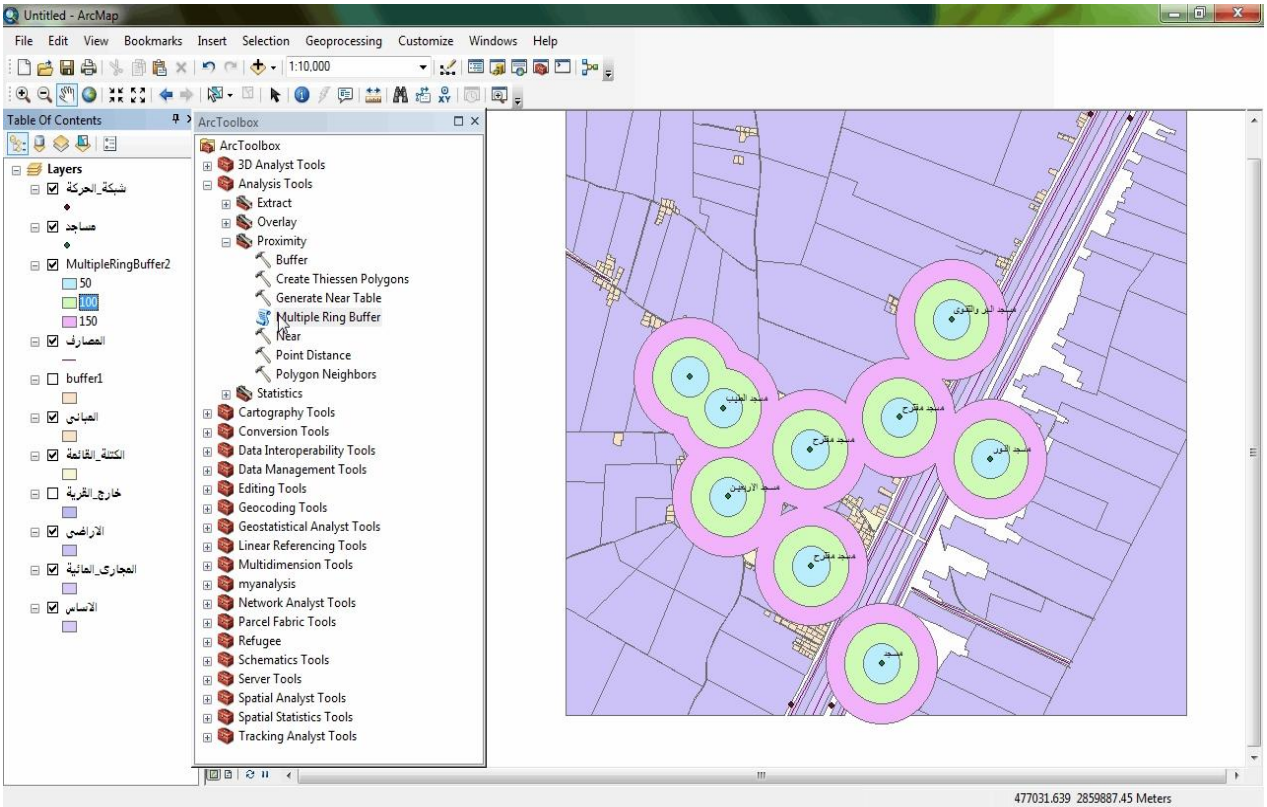
ناتج الحرم العادى



٢-الحرم المكانى متعدد النطاقات multi rings

ناتج الحرم المكانى متعدد النطاقات



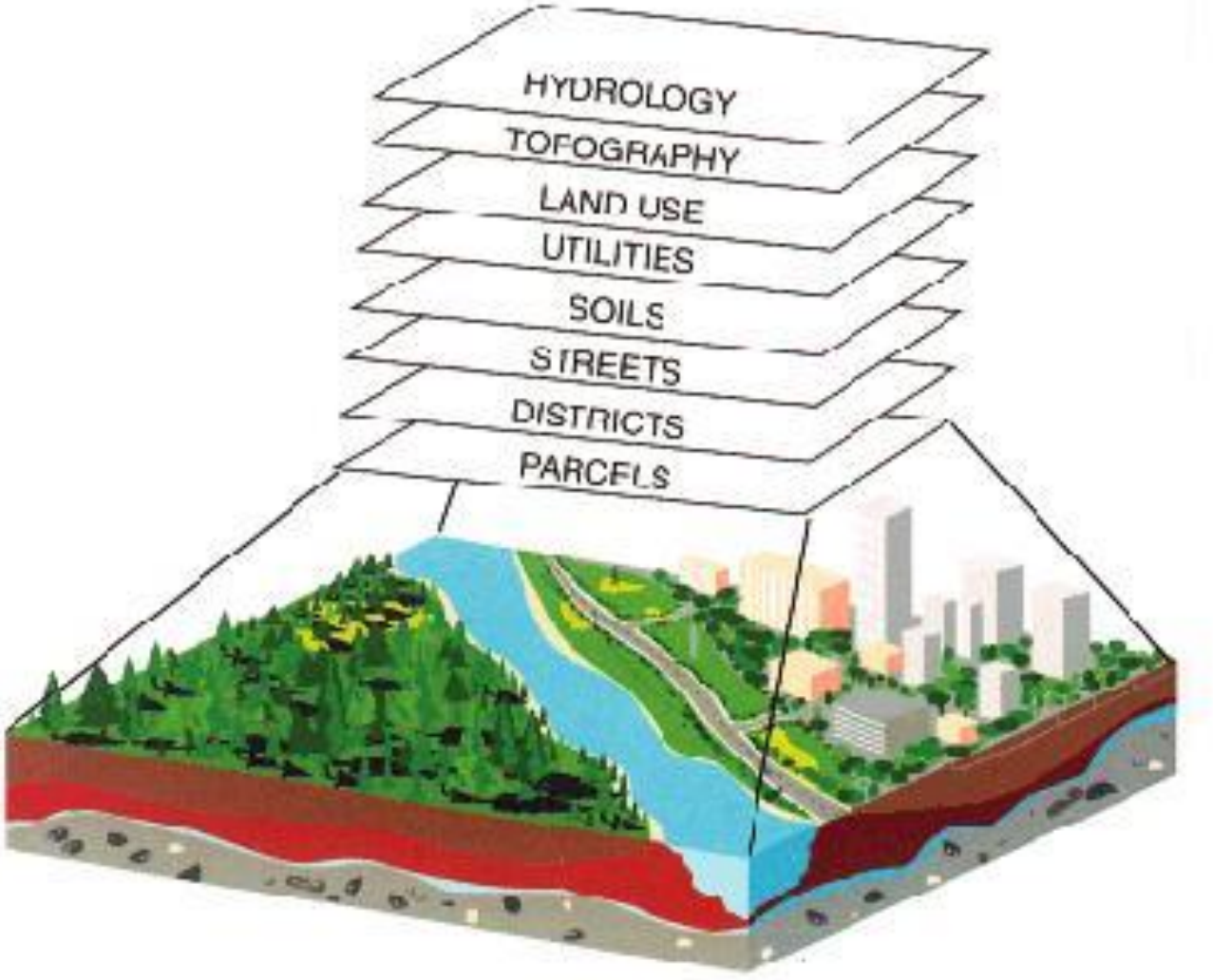


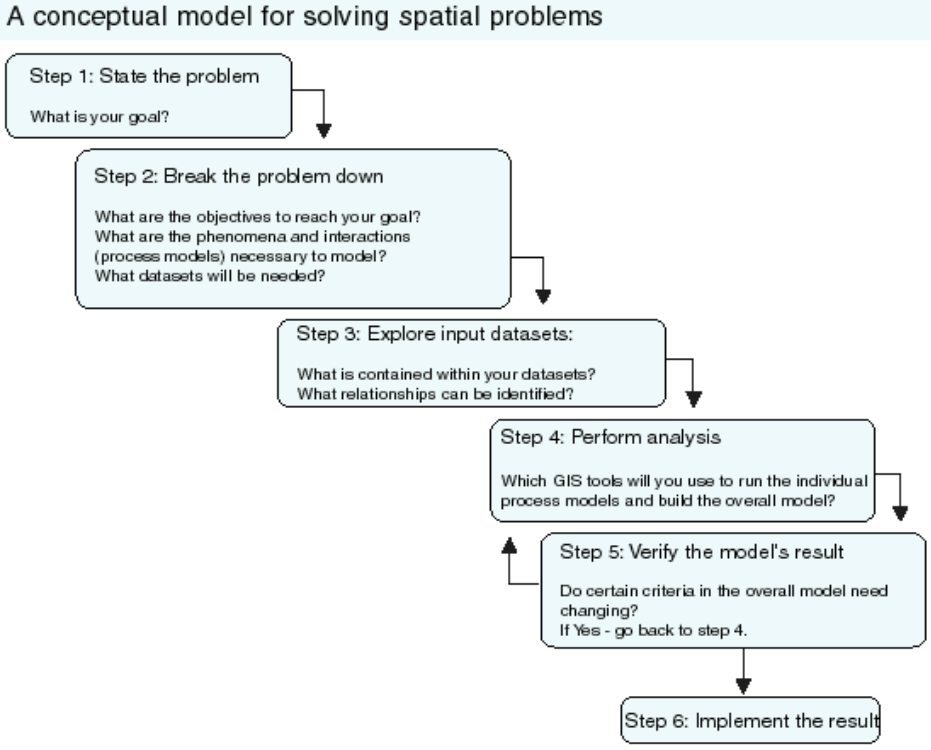
ناتج الحرم المكاني متعدد النطاقات

الفصل الخامس:

إستخدام النمذجة الكارتوجرافية لتحديد أفضل المواقع

إستخدام النمذجة الكارتوجرافية لتحديد أفضل المواقع





أولاً: تحديد الهدف / المشكلة قيد البحث .

ثانيا: تجميع البيانات .

وهنا يتم تحديد العناصر والمعايير التي سوف تستخدم في إنشاء النموذج ، وهناك نوعان من تلك المعايير :

١- محددات / عوائق .

٢- متطلبات / إحتياجات .

ثالثاً: إستكشاف البيانات

وفي هذه المرحلة يتم تحديد خصائص المعايير والعناصر المستخدمه في النموذج ، وكذلك تحديد وفهم وتفسير العلاقات المكانية بينها .

رابعاً: مرحلة التحليل وتطبيق النموذج

وهنا يتم تحديد الإسلوب المستخدم في بناء النموذج ، ثم تخطيط النموذج تمهيداً لإنشائه وتطبيقه .

خامساً: التأكد من النتائج

وذلك عن طريق نقاط المراجعة الحقلية ، وذلك يمكننا من التأكد من صحة المدخلات ، وهل هناك بعض المعايير تحتاج إلى تغيير لتعطي نتيجة أفضل أم لا .

وإذا كان لدينا أكثر من نموذج فإن هذه المرحلة تمكننا من معرفة ماهو النموذج الأفضل والذى يمكننا إستخدامه .

سادساً: تنفيذ النتائج

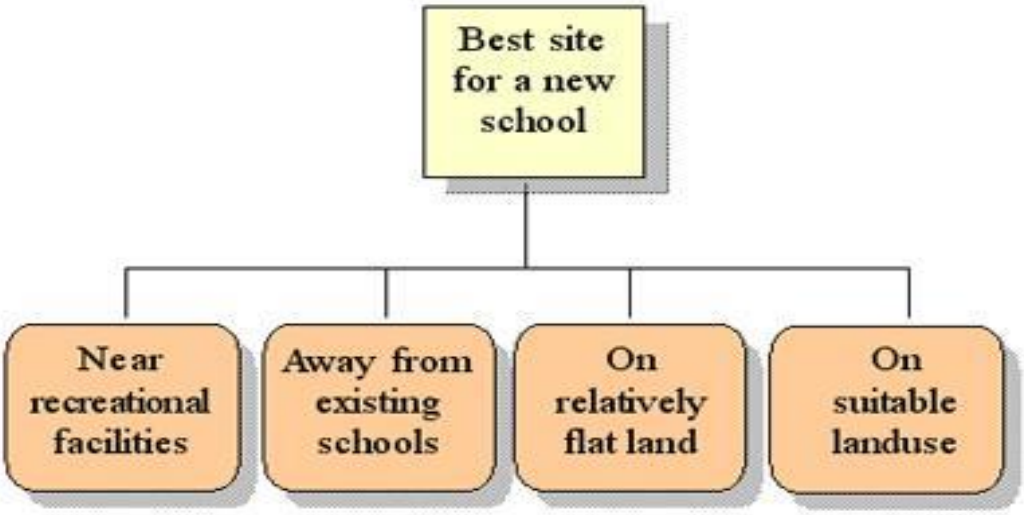
بمجرد الوصول إلى الهدف ، والتحقق من صحة النتائج تبدأ المرحلة الأخيرة وهي مرحلة تنفيذ النتائج ، وفي كثير من الأحيان من الأفضل إجراء عملية تقييم للمعايير والنتائج قبل البدأ في عملية التنفيذ .

مثال تطبيقي.....

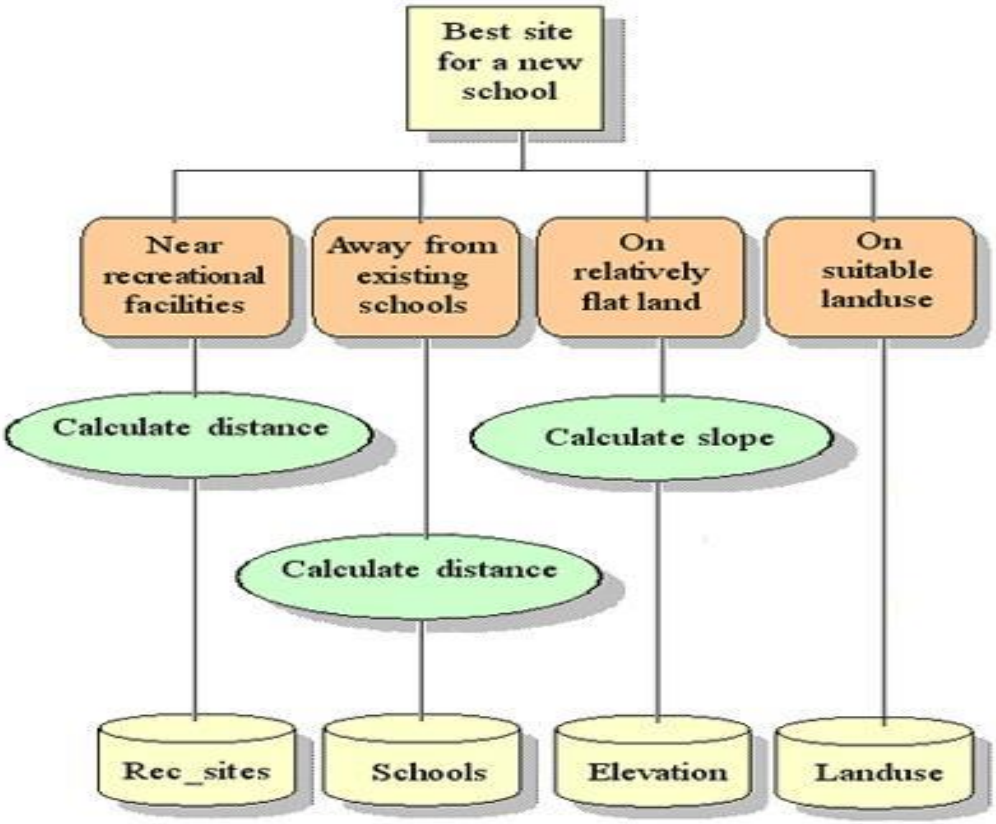
إستخدام النمذجه الكارتوجرافية في تحديد أنسب المواقع لإنشاء مدرسة

أولاً: الهدف (تحديد أنسب المواقع لإنشاء مدرسة)

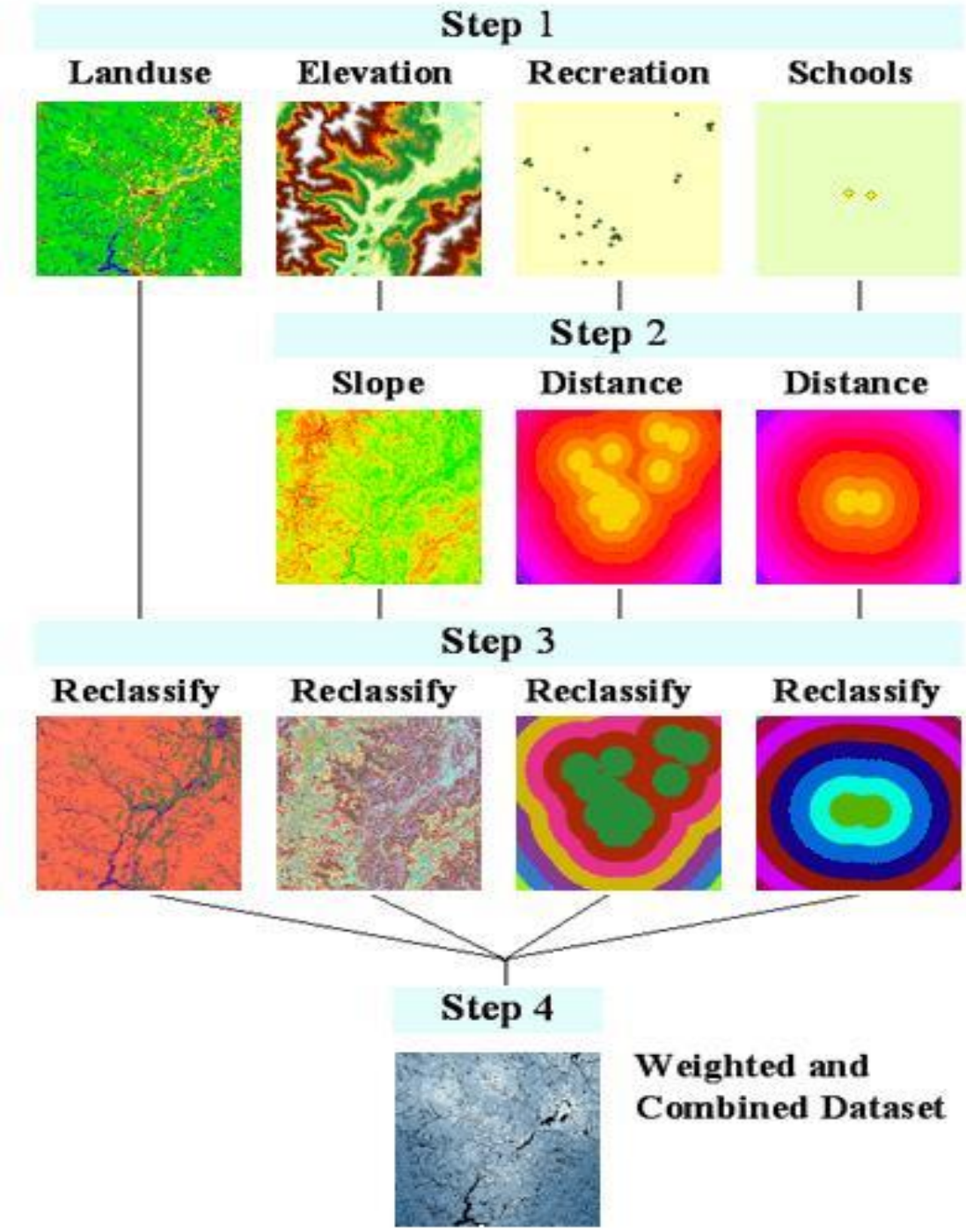
ثانياً: تجميع البيانات (محددات وإحتياجات)



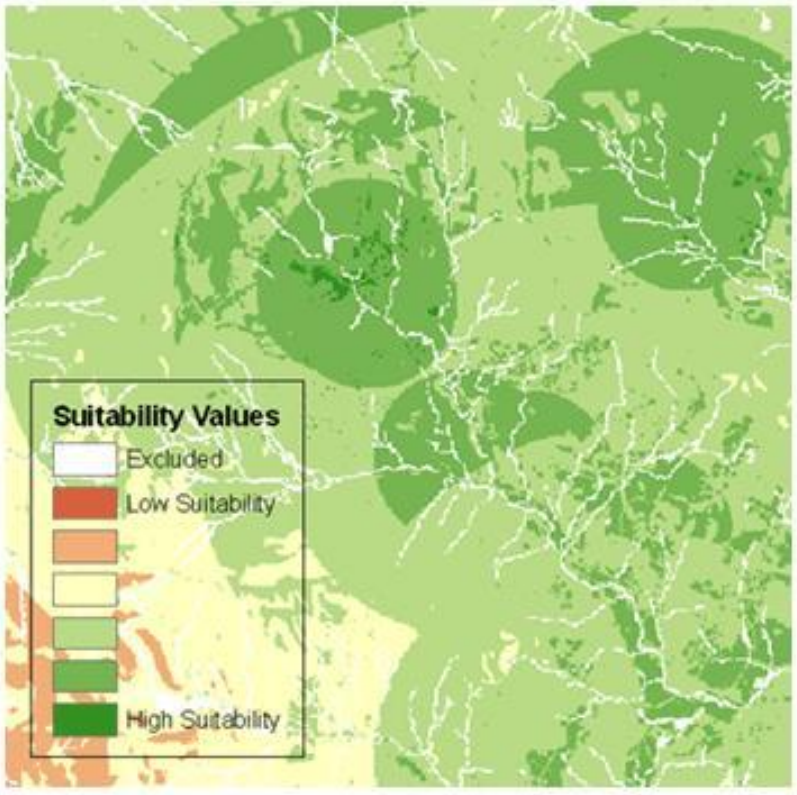
ثالثاً: إستكشاف البيانات وتحديد خصائص المعايير والعناصر المستخدمه (المحددات والإحتياجات) وفهم العلاقات المكانية بينها


Best site for a new school
Near recreational facilities
Away from existing schools
On relatively flat land
On suitable landuse
Calculate distance
Calculate distance
Calculate slope
Rec_sites
Schools
Elevation
Landuse

رابعاً: التحليل وتطبيق النموذج

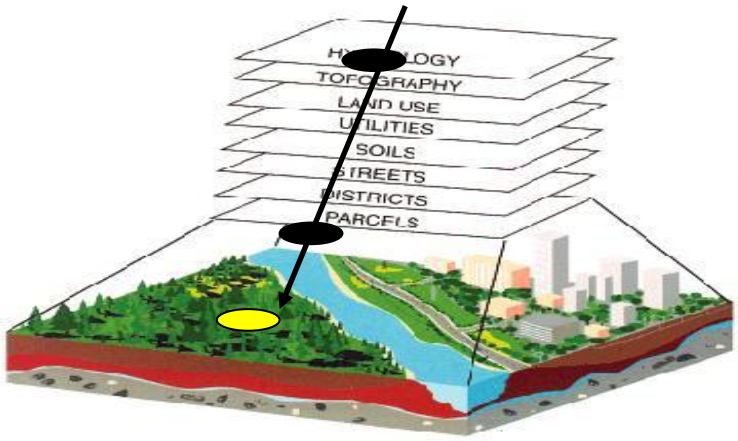


بعد الإنتهاء من تطبيق النموذج يصبح لدينا الناتج من هذا التطبيق هو خريطة الموقع الأفضل لإنشاء المدرسة في صورة سيناريوهات (الأكثر ملائمة : الأقل ملائمة) إستعداداً لمرحلة التنفيذ من خلال إجراء تحليلات أولويات التنفيذ في المرحلة التالية لمرحلة التأكد من صحة النتائج .



خامساً: التأكد من صحة النتائج عن طريق مطابقتها مع الواقع من خلال نقاط المراجعة الحقلية Ground Control Points (GCP)

GCP



بعد التأكد من صحة النتائج تأتي المرحلة السادسة والأخيرة وهي مرحلة التنفيذ بعد إجراء عملية تقييم للمعايير والنتائج وصولاً لأولويات التنفيذ .

مثال تطبيقي آخر.....

المراحل المتبعة فى تحديد صلاحيات الأراضي للتنمية بمنطقة مثلث التنمية بجنوب الصعيد لكل من الأراضي الزراعية والصناعات الثقيلة:

أولاً: تحديد أنماط استخدامات الأراضى المقترحة

تبدأ عملية تحليل صلاحية الأراضى بتعريف استخدامات الأراضي المطلوب توطينها فى منطقة الدراسة وذلك للوقوف على خصائصها ومتطلبات توطينها. ويوضح الجدول المرفق الأنماط المختلفة لاستخدامات الأراضى المتوقعة مستقبلا فى منطقة المثلث الذهبى ، نتيجة لفرص التنمية المتوفرة بالمنطقة .

ثانياً: تحديد العلاقة بين درجة الملائمة لإستخدامات الأراضي المقترحة والبيانات المتاحة

تبنى هذه الخطوة على عملية إعداد درجة ملائمة لصلاحية الأراضى للإستخدامات المتوقعة من ناحية – والموارد المتوفرة بالمنطقة من ناحية أخرى . وتشتمل العلاقة على تفصيل للعلاقة المطلوبة بين كل استخدام ومفردات الموارد المختلفة بعد معالجة الطبولوجى الأفقى والطبولوجى الرأسى (تصنيف الطبقات المختلفة بأوزان نسبية لكل صلاحية على حده). وتمثل هذه الخطوة الأساس الذى يجب أن يتم الاتفاق عليه بين فريق العمل التخطيطى بجميع تخصصاته ومتخذ القرار، وذلك قبل البدء في عمليات التحليل المكانية .

ثالثاً: تحويل العلاقة بين الاستخدامات والموارد إلى اشتراطات والمعايير المتعددة " Multi criteria " وأوزان نسبية

وفي هذه الخطوة يتم تحديد الأوزان الرقمية (Weight) لقوة تأثير كل مورد من الموارد الطبيعية والبشرية على استخدامات الاراضى المختلفة من خلال قيمة تم توحيدها بين الواحد الصحيح (تأثير ضعيف) والخمسة (تأثير قوى) لكل مورد. ويلاحظ أن بعض العناصر قد يكون له أثراً ممتداً بعيداً عنه (مثل الطرق)، وهذه العناصر تم احاطتها باحزمة (Multi Buffers) يتراوح عرضها في حدود عدة كيلومترات وفقاً لقوة تأثير العامل على المنطقة المحيطة . وبنفس الطريقة تم تحديد أوزان رقمية لهذه الأحزمة تبعاً لتأثيرها على مجموع الموارد المختلفة.

رابعاً: ترجمة العلاقات المنطقية "الطبولوجى الأفقى والطبولوجى الرأسى" إلى خلايا متجانسة تحتوى على الخصائص المتطابقة

تأتى الخطوة الرابعة من عملية اعداد تحليل صلاحيات الاراضى عن طريق استخدام المعايير المتعددة " Multi criteria "وتطبيقها على قاعدة البيانات الجغرافية لاستخراج خرائط صلاحيات الاراضى للتنمية "السياحية والصناعية التعدينية والزراعية والصناعية الخفيفة والعمرانية" .

وقد تم استخدام الخرائط الرقمية المخزنة بقاعدة البيانات الجغرافية والمعبرة عن كل عاملتم تحديده وذلك لاستخدامه في عمل النماذج الكارتوجرافية باستخدام برنامج الحاسوب ESRI-ArcGIS 10.1

وفيما يلى توضيح للخطوات المتبعة فى عملية تحليل صلاحية الأراضى للاستخدامات الزراعية والصناعات الثقيلة:

أ- المراحل المتبعة فى عملية تحديد الصلاحيات لأراضي التنمية الزراعية

أولاً: دراسة الوضع الراهن لتحديد أهم عوامل التنمية الزراعية

بدأت الدراسة بتحليل ودراسة الوضع الراهن بمنطقة المثلث الذهبى وتفهم إمكانات ومحددات المنطقة ومع دراسة أهداف الاستراتيجية التنموية للمنطقة تم تحديد أهم عوامل قيام التنمية الزراعية لأراضي المنطقة كما تم تحديد محددات الاراضي مثل المناطق المحمية قانونا والتي يحظر استصلاحها من أجل الانتاج الزراعي وهي المحميات الطبيعية والنباتات الطبيعية النادرة والمناطق المنزرعة القائمة حيث لا تخضع لاختيار

الاستصلاح الزراعى. وبالمثل فقد تم تحديد أهم العوامل لاستصلاح واستزراع الأراضي بالمنطقة وهي وجود المياه السطحية أو المياه الجوفية والتربة الصالحة للاستصلاح الزراعي إلى جانب الميول الأرضية المناسبة ووجود مصادر للطاقة

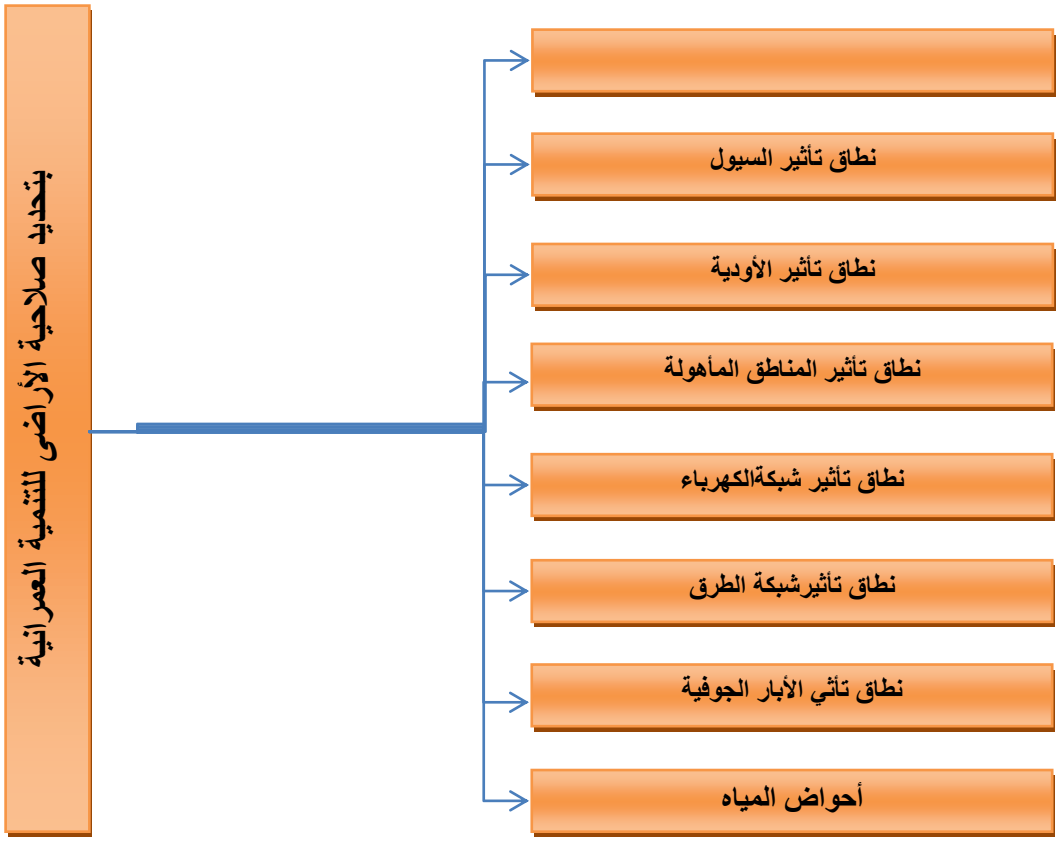
ثانياً: استخدام قاعدة البيانات المنشأة بالدراسة فى إنتاج خرائط العوامل

(تحديد العلاقة بين استخدامات الأراضي المقترحة والموارد المتوافرة بالمنطقة)

وقد تم استخدام الخرائط الرقمية المخزنة بقاعدة البيانات الجغرافية والمعبرة عن كل عامل تم تحديده وذلك لاستخدامه في عمل بعض النماذج الكارتوجرافية باستخدام عمليات الخرائط المتطابقة Map overlay وباستخدام برنامج الحاسوبESRI-ArcGis10.1. وفيما يلي أهم العوامل و المحددات التي تم اختيارها قي دراسة الصلاحية للتنمية الزراعية.

تبنى هذه الخطوة على نتائج العلاقات النسبية السابقة حيث يتم استخدام قاعدة البيانات الجغرافية في تحويل هذه البيانات إلى خرائط مكانية تعبر كل واحدة منها على عامل واحد مؤثر فى التنمية الزراعية. وقد تم تطبيق نموذج للتنمية الزراعية المبنية على الري السطحي أو المياه الجوفية . وتعتبر العوامل المجمعة في الشكل التالي هى أهم العوامل المؤثرة على صلاحيات الأراضى للتنمية الزراعية بصورة عامة.

وهنا يلزم التنويه بان أسلوب التخطيط باستخدام تقييم العوامل المتعددة يعتمد علي المدخلات المستخدمة وصولا الي القرار الخاص بملائمة الاراضي لتنمية ما . وانه يعتمد أيضا علي درجة أهمية كل عامل من تلك العوامل أي أنه في حالة اعتبار العوامل متساوية الأهمية فإن النتيجة تختلف عنها في حالة اعطاء أحد العوامل أو أكثر أهمية نسبية أكبر . وهي بالتالي تعتمد علي وجهة نظر الخبراء ومتخذي القرار وبذلك يمكن إنتاج عدة سيناريوهات تبعا لكل من الأهداف أو الاستراتيجيات موضع الدراسة ومن ثم يمكن مقارنة النتائج وتحليلها أو تقييم البدائل النهائية .



شكل (٢-٤٧) العوامل والمحددات الخاصة بالتنمية الزراعية

ثالثاً: إنتاج خرائط الصلاحية (خرائط العوامل)

أ- إنتاج الخرائط المعلوماتية بمقاييسها الحقيقية

بعد تحديد الاهداف الاستراتيجية لكل للتنمية الزراعية تم اختيار عوامل الملائمة أو مناسبة الأراضي لكل استخدام . وقد تم استخدام الخرائط الرقمية التي تم اعدادها بقاعدة البيانات الجغرافية للمشروع وتم انتاج خرائط معلوماتية تعبر عن العوامل التي تم اختيارها لتحديد وقياس ملائمة الاراضي للتنمية الزراعية.

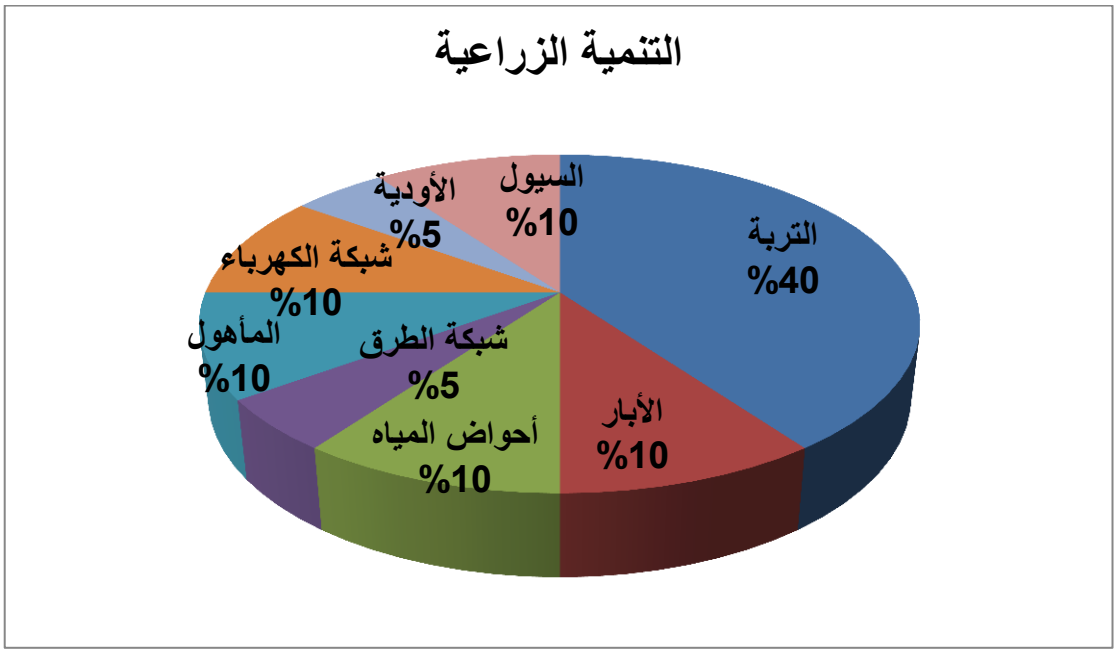
ب- عملية التوحيد القياسي للخرائط

وحيث إن خرائط العوامل تختلف في مقاييسها الطبيعية مثل خريطة عامل ملائمة التربة للتنمية الزراعية ومقياسه هو نوعية الصخور وهو مقياس نسبي نوعي تختلف طبيعته عن مقياس المسافة لذا فإن التوحيد القياسي للخرائط حتمية للمقارنة بينهم ولامكانية اجراء العمليات الحسابية عليهم . وهنا تم توحيد المقاييس المختلفة للخرائط باستخدام مقياس واحد وهو مقياس الصلاحية لنوعية التنمية المحددة وذلك لكل خريطة من خرائط العوامل. وتوضح الخريطة التالية مثال للمقاييس الطبيعية لبعض خرائط العوامل قبل عملية التوحيد القياسي لها وتحويلها الي مقياس الصلاحية النسبية استعدادا لاستخدامها كمدخلات في النموذج الكارتوجرافي model المعد لانتاج خرائط الصلاحية.

ج- توزيع الاوزان النسبية علي خرائط العوامل

تعتبر عملية توزيع الأوزان النسبية لعوامل الصلاحية للتنمية الزراعية من القرارات المشتركة بين التخصصات المختلفة والتي تعطي نتائج مختلفة ومن ثم يمكن إنتاج أكثر من سيناريو مما يدعم أخذ القرار.

وقد تم التعامل مع عوامل قيام التنمية الزراعية علي أساس توحيد الاهمية النسبية لكل عامل تختلف عن العوامل الأخرى طبقا لأهميتها فى أتخاذ القرار.



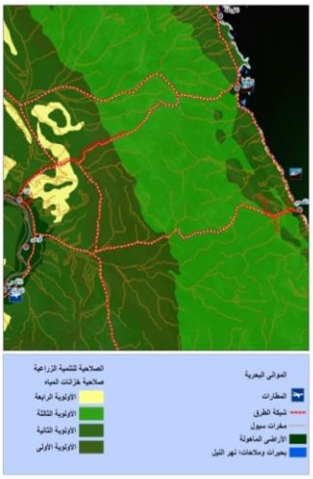
شكل العوامل والمحددات الخاصة وأوزان درجة ملائمتها للتنمية الزراعية

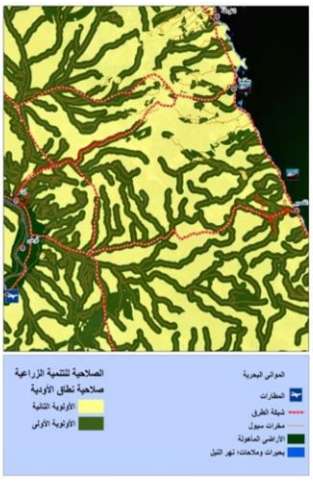
د- استخدام خرائط عوامل الصلاحية كمدخلات للنموذج الكارتوجرافي

استخدامت خرائط العوامل (الخرائط المعلوماتية) الموحدة القياس (مقياس الصلاحية) والتي تم تحديد أوزانها كمدخلات للنموذج الكارتوجرافي المعد بالمشروع . وفي النموذج يتم التعامل مع الخرائط عن طريق تطابقها وتجميع أرقام الصلاحية في وحدات الخلايا للخرائط مع ضربها في الاوزان النسبية المرتبطة بكل خريطة . وينتج عن النموذج

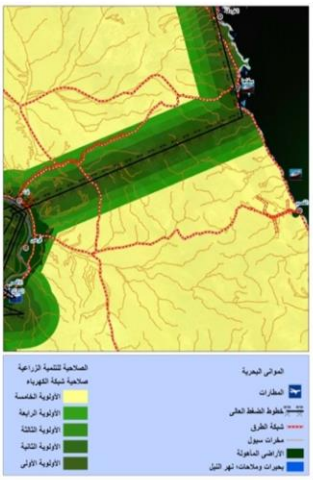
صلاحية خصائص التربة
للتنمية الزراعية

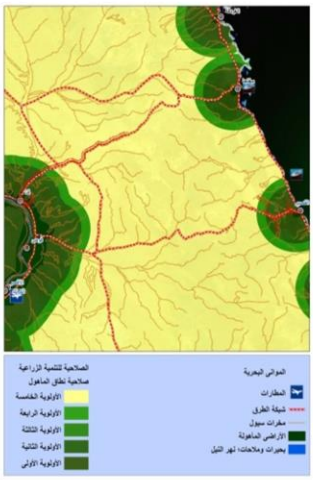
صلاحية أبار المياه الجوفية
للتنمية الزراعية


صلاحية خزانات المياه
للتنمية الزراعية


صلاحية نطاق الأودية
للتنمية الزراعية

صلاحية نطاق السيول
للتنمية الزراعية


صلاحية نطاق شبكة الكهرباء
للتنمية الزراعية


صلاحية نطاق المناطق الماهولة
للتنمية الزراعية

صلاحية نطاق شبكة الطرق
للتنمية الزراعية

خريطة الصلاحية المجمعة للاراضي وهي عبارة عن توزيع مكاني لقيم الصلاحية لنوعية التنمية الزراعية للمنطقة بالنموذج الكارتوجرافي.

رابعاً: النتائج على مستوى النطاق الأشمل لمنطقة الدراسة:

من دراسة الوضع الراهن للنطاق الأشمل للمنطقة لتحديد خصائص المنطقة المحيطة بالمنطقة وأوجه الإستفادة للتوسعات المستقبلية وحتى تكون من العناصر المحفزة فى تنمية المناطق المحيطة وحتى لا تتعارض مع التوقعات المستقبلية لتنمية الأراضى المحيطة ومن خلال استنباط عوامل صلاحية الاراضي للتنمية الزراعية أمكن استنباط النتائج التالية :

تتركز بعض المناطق الملائمة للتنمية الزراعية حول وادي النيل كما توجد بعض المناطق الساحلية حيث تتوافر مقومات لإقامة التنمية الزراعية.

خامساً: النتائج على مستوى منطقة الدراسة:

من دراسة الوضع الراهن للمنطقة ومن خلال استنباط عوامل صلاحية الاراضي للتنمية الزراعية أمكن استنباط النتائج التالية :

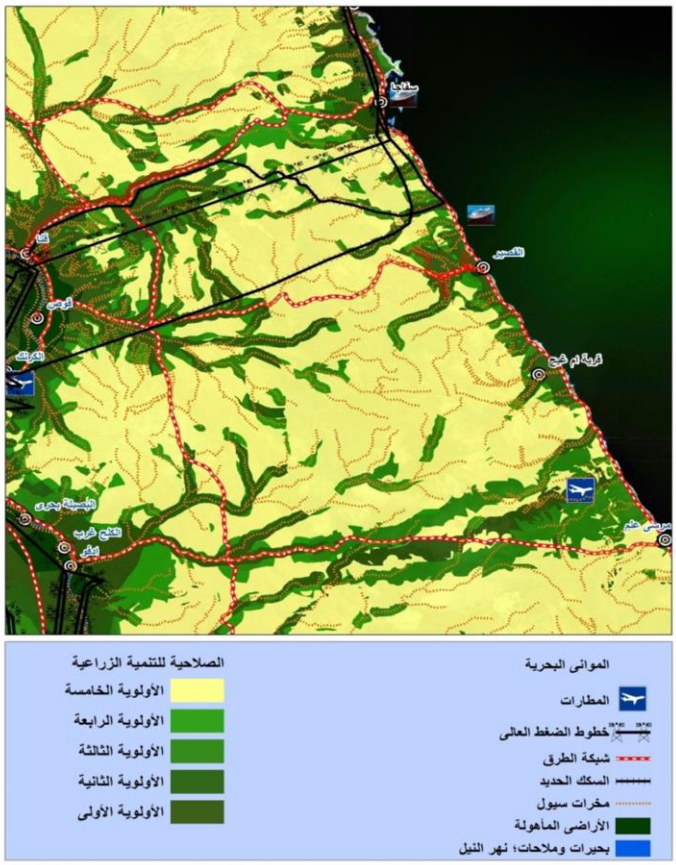
١. تتركز بعض المناطق الملائمة للتنمية الزراعية حول وادي النيل كما توجد بعض المناطق الساحلية حيث تتوافر مقومات لإقامة التنمية الزراعية.

٢. يلزم التوصية باستكمال الدراسة الاقليمية بدراسات تفصيلية لتلك المناطق واستكمال البيانات التي لم تتوافر علي المقياس الاقليمي مثل أعماق المياه الجوفية حتى يمكن التحقق والمفاضلة بين المناطق المقترحة ووصولا إلى نتائج أكثر فائدة لمتخذي القرار على المستوى التنفيذي.

المراحل المتبعة فى عملية التحليل البيئى لصلاحيات الأراضى للتنمية الصناعية الثقيلة بمنطقة المثلث الذهبي بجنوب صعيد مصر

أولاً: دراسة الوضع الراهن لتحديد أهم عوامل التنمية الصناعية الثقيلة

بدأت الدراسة بتحليل ودراسة الوضع الراهن بمنطقة المثلث الذهبى وتفهم امكانات ومحددات المنطقة ومع دراسة أهداف الاستراتيجية التنموية للمنطقة تم تحديد أهم عوامل لقيام الصناعية الثقيلة لاراضي المنطقة كما



صلاحية التنمية الزراعية للنطاق الأشمل لمنطقة الدراسة

صلاحية التنمية الزراعية لمنطقة الدراسة

تم تحديد محددات الاراضي مثل المناطق المحمية قانونا والتي يحظر

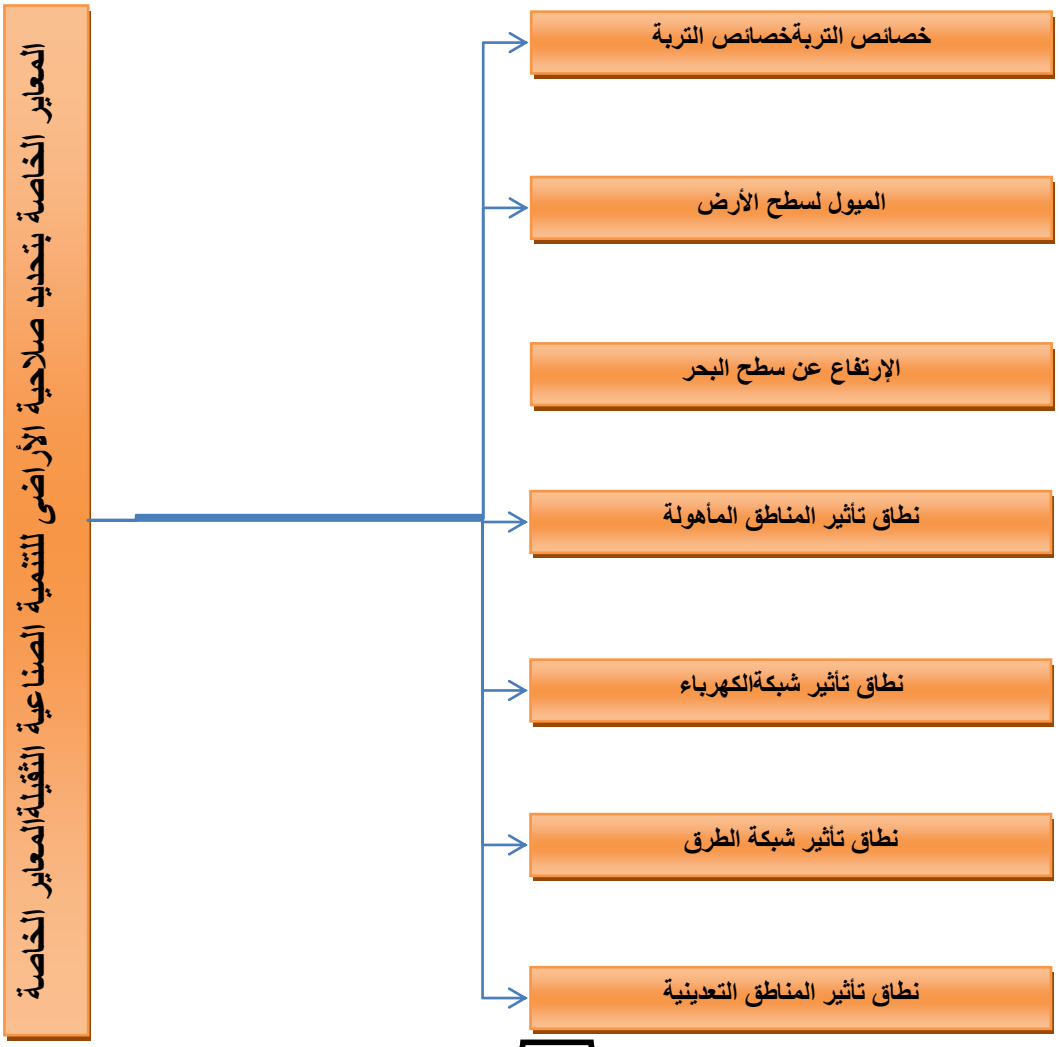
استخدامها للنشاط وهي المحميات الطبيعية والنباتات الطبيعية والاراضي الزراعية بالاضافة الي المسطحات المائية. وبالمثل فقد تم تحديد أهم العوامل لاختيار مواضع التنمية الصناعية الثقيلة بالمنطقة وهي وجود مصادر للطاقة مع استخدام التربة الغير ملائمة للتنمية الزراعية وتوافر مصادر المادة الخام مثل المحاجر أو المناجم وسهولة الوصول إلى مواقع الخام إضافة إلى عامل البعد عن العمران أو المدن وأخيرا العامل اللوجستي و هو عامل القرب من المطارات أو الموانيء . ومن الملاحظ ان اختيار عوامل قيام الصناعة تعتمد أساسا علي عامل الاقتصاد حيث تتجه الاهداف الي القرب من البنية الاساسية وكذا القرب من الموانى لسهولة النقل والقرب من المدن لسهولة توزيع بعض المنتجات وامكانات استقطاب أو نقل الايدي العاملة.

ثانياً: استخدام قاعدة البيانات المنشأة بالدراسة في إنتاج خرائط العوامل

وقد تم استخدام الخرائط الرقمية المخزنة بقاعدة البيانات الجغرافية والمعبرة عن كل عامل تم تحديده وذلك لاستخدامه في عمل بعض النماذج الكارتوجرافية باستخدام عمليات الخرائط المتطابقة Map overlay وباستخدام برنامج الحاسوب ESRI-ArcGis9.2. وفيما يلي أهم العوامل و المحددات التي تم اختيارها قي دراسة الصلاحية للتنمية الصناعية.

تبنى هذه الخطوة على نتائج العلاقات النسبية السابقة حيث يتم استخدام قاعدة البيانات الجغرافية في تحويل هذه البيانات إلى خرائط مكانية تعبر كل واحدة منها على عامل واحد مؤثر فى التنمية الصناعية

الثقيلة . وقد تم تطبيق نموذج للتنمية الصناعية الثقيلة المبنية على توافر المواد الخام بمناطق التعدين والمحاجر وكمية الأحتياطى المتوفرة من الخام ونوعية الصناعات القائمة عليها وكذا توافر مصادر الطاقة والقرب من الطرق والقرب من الموانئ.وتعتبر العوامل المجمعة في الشكل التالي هى أهم العوامل المؤثرةعلى صلاحيات التنمية الصناعية الثقيلة بصورةعامة.



شكل العوامل والمحددات الخاصة بصلاحيات التنمية الصناعية الثقيلة

وهنا يلزم التنويه بان أسلوب التخطيط باستخدام تقييم العوامل المتعددة يعتمد علي المدخلات المستخدمة وصولا الي القرار الخاص بملائمة الاراضي لتنمية ما . وانه يعتمد أيضا علي درجة أهمية كل عامل من تلك العوامل أي أنه في حالة اعتبار العوامل متساوية الأهمية فإن النتيجة تختلف عنها في حالة اعطاء أحد العوامل أو أكثر أهمية نسبية أكبر . وهي بالتالي تعتمد علي وجهة نظر الخبراء ومتخذي القرار وبذلك يمكن إنتاج عدة سيناريوهات تبعا لكل من الأهداف أو الاستراتيجيات موضع الدراسة ومن ثم يمكن مقارنة النتائج وتحليلها أو تقييم آثارها على البيئة المحيطة .

إنتاج خرائط الصلاحية (خرائط العوامل)

أ- إنتاج الخرائط المعلوماتية بمقاييسها الحقيقية

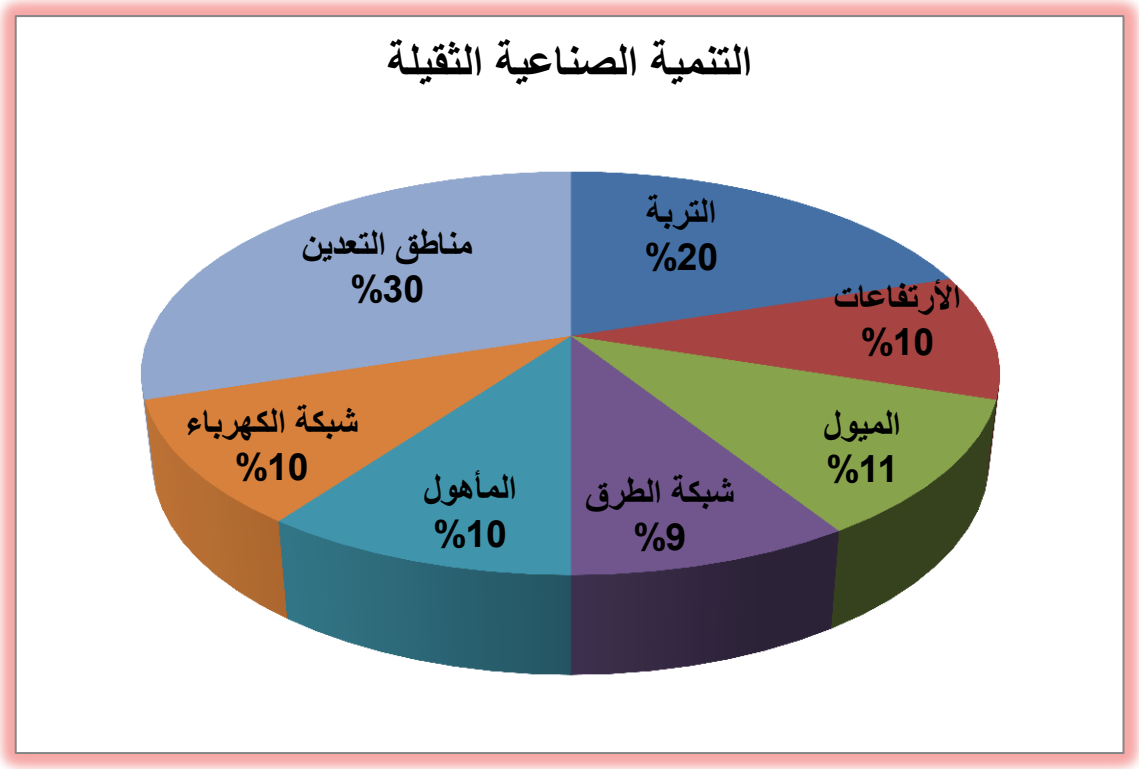
بعد تحديد الاهداف الاستراتيجية للتنمية الصناعية الثقيلة تم اختيار عوامل الملائمة أو مناسبة الأراضي لكل استخدام . وقد تم استخدام الخرائط الرقمية التي تم اعدادها بقاعدة البيانات الجغرافية للمشروع وتم انتاج خرائط معلوماتية تعبر عن العوامل التي تم اختيارها لتحديد وقياس ملائمة الاراضي للتنمية الزراعية.

ب- عملية التوحيد القياسي للخرائط

وحيث إن خرائط العوامل تختلف في مقاييسها الطبيعية مثل خريطة عامل ملائمة أماكن المحاجر والتعدين ونطاقات التأثير وهو مقياس نسبي نوعي تختلف طبيعته عن مقياس الميول لذا فإن التوحيد القياسي للخرائط حتمية للمقارنة بينهم ولامكانية اجراء العمليات الحسابية عليهم . وهنا تم توحيد المقاييس المختلفة للخرائط باستخدام مقياس واحد وهو مقياس الصلاحية لنوعية التنمية المحددة وذلك لكل خريطة من خرائط العوامل. وتوضح الخريطة التالية مثال للمقاييس الطبيعية لبعض خرائط العوامل قبل عملية التوحيد القياسي لها وتحويلها الي مقياس الصلاحية النسبية استعدادا لاستخدامها كمدخلات في النموذج الكارتوجرافي model المعد لانتاج خرائط الصلاحية.

ج- توزيع الاوزان النسبية علي خرائط العوامل

تعتبر عملية توزيع الأوزان النسبية لعوامل الصلاحية للتنمية الصناعية الثقيلة من القرارات المشتركة بين التخصصات المختلفة والتي تعطي نتائج مختلفة ومن ثم يمكن إنتاج أكثر من سيناريو مما يدعم أخذ القرار. وقد تم التعامل مع عوامل قيام التنمية الصناعية الثقيلة علي أساس توحيد الاهمية النسبية لكل عامل تختلف عن العوامل الأخرى طبقا لأهميتها فى أتخاذ القرار.

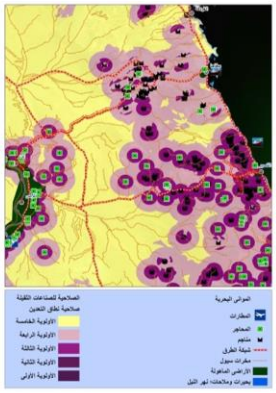


شكل العوامل والمحددات الخاصة وأوزان درجة ملائمتها للتنمية الصناعية الثقيلة

د- استخدام خرائط عوامل الصلاحية كمدخلات للنموذج الكارتوجرافي

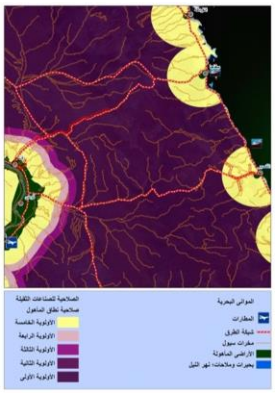
استخدامت خرائط العوامل (الخرائط المعلوماتية) الموحدة القياس(مقياس الصلاحية) والتي تم تحديد أوزانها كمدخلات للنموذج الكارتوجرافي المعد بالمشروع. وفي النموذج يتم التعامل مع الخرائط عن طريق تطابقها وتجميع أرقام الصلاحية في وحدات الخلايا للخرائط مع ضربها في الاوزان النسبية المرتبطة بكل خريطة. وينتج عن النموذج خريطة الصلاحية المجمعة للاراضي وهي عبارة عن توزيع مكاني لقيم الصلاحية لنوعية التنمية الصناعية الثقيلة للمنطقة بالنموذج الكارتوجرافي.

صلاحية خصائص التربة
للتنمية الصناعية الثقيلة

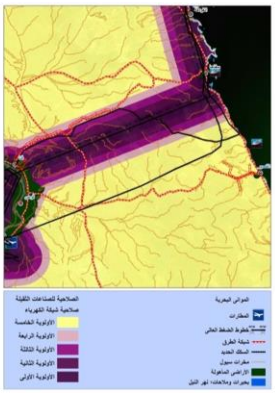

صلاحية نطاق مناطق التعدين والمحاجر
للتنمية الصناعية الثقيلة

صلاحية الإرتفاع عن سطح البحر
للتنمية الصناعية الثقيلة

صلاحية الميول
للتنمية الصناعية الثقيلة


صلاحية نطاق المناطق الماهولة
للتنمية الصناعية الثقيلة

صلاحية نطاق شبكة الطرق
للتنمية الصناعية الثقيلة


صلاحية نطاق شبكة الكهرباء
للتنمية الصناعية الثقيلة

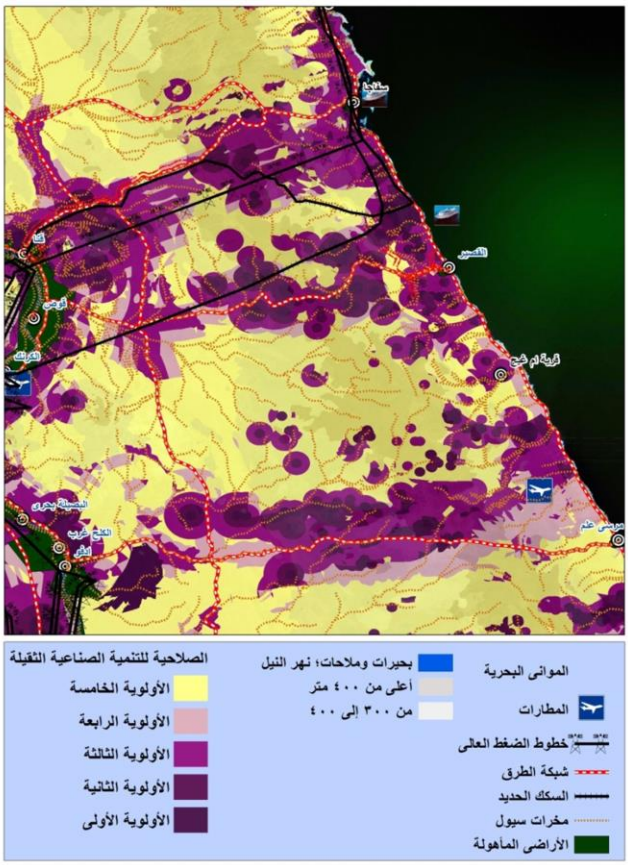
صلاحية الإستخدامات
للتنمية الصناعية الثقيلة

رابعاً: النتائج على مستوى النطاق الأشمل لمنطقة الدراسة:

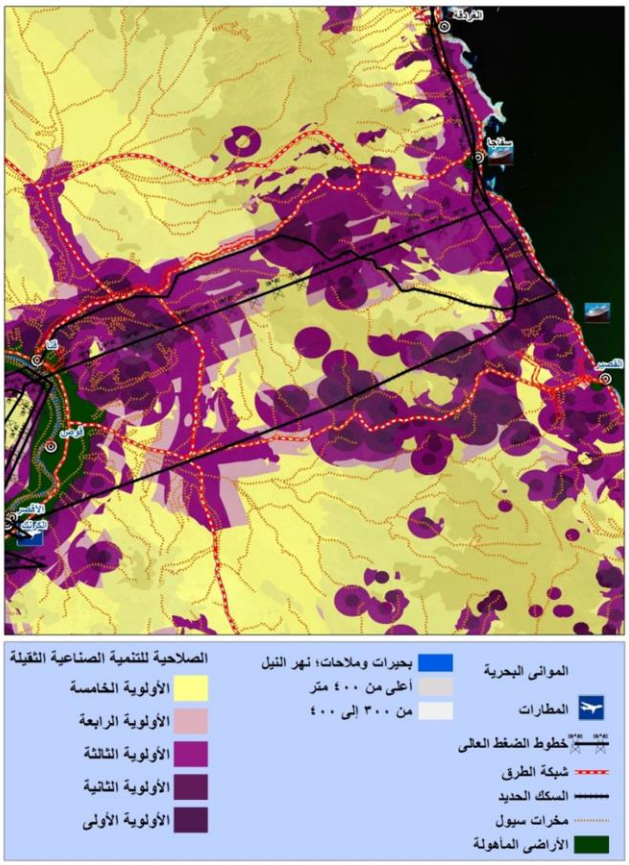
من دراسة الوضع الراهن للنطاق الأشمل للمنطقة لتحديد خصائص المنطقة المحيطة بالمنطقة وأوجه الإستفادة للتوسعات المستقبلية وحتى تكون من العناصر المحفزة فى تنمية المناطق المحيطة وحتى لا تتعارض مع التوقعات المستقبلية لتنمية الأراضى المحيطة ومن خلال استنباط عوامل صلاحية الاراضي للتنمية الصناعية الثقيلة أمكن استنباط النتائج التالية :

تتركز بعض المناطق الملائمة للتنمية الصناعية الثقيلة حول مناطق التعدين والمحاجر كما توجد بعض المناطق القريبة من المناطق المأهولة

تنتشر بها بعض مناطق للتعدين والمحاجر حيث تتوافر مقومات لإقامة التنمية الصناعية الثقيلة.



صلاحية التنمية الصناعية الإستخراجية للنطاق الأشمل لمنطقة الدراسة



صلاحية التنمية الصناعية الإستخراجية لمنطقة الدراسة

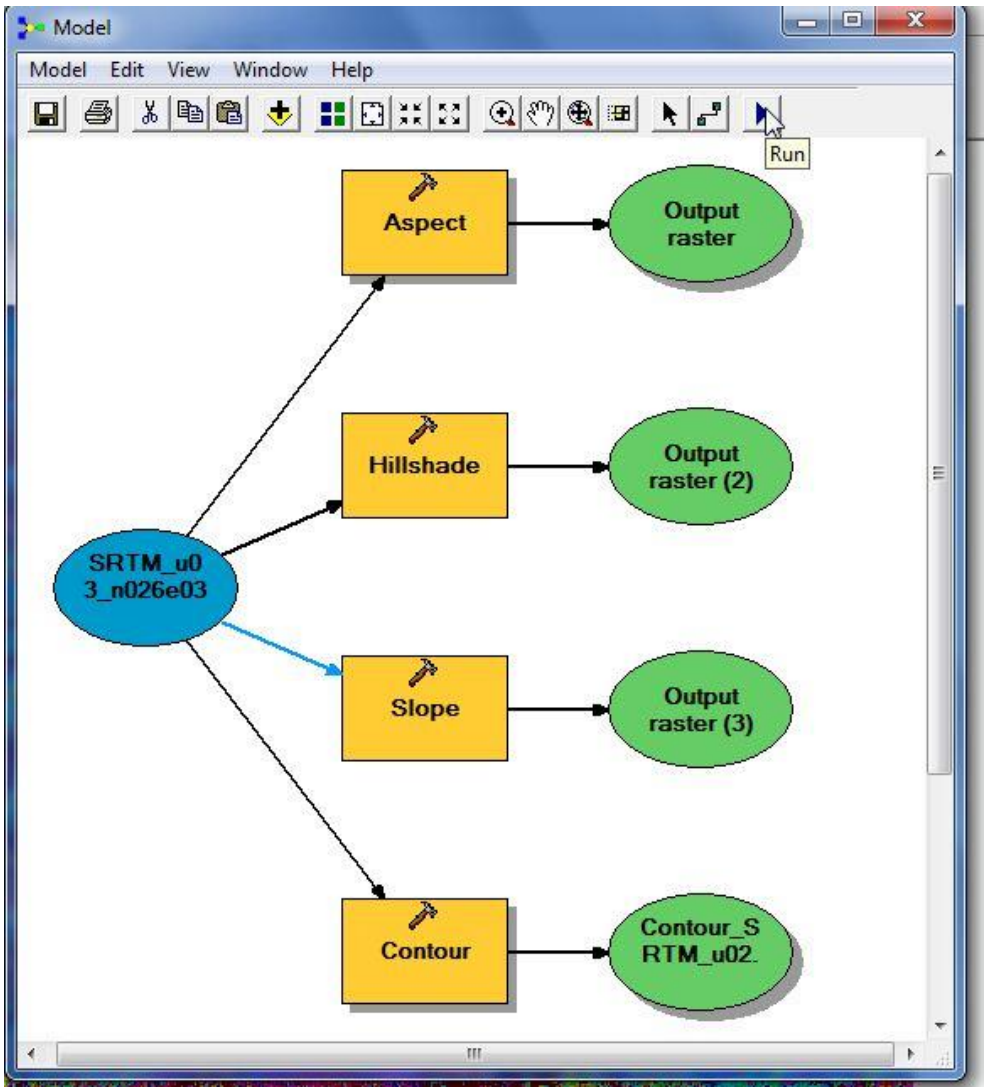
خامساً: النتائج على مستوى منطقة الدراسة:

من دراسة الوضع الراهن للمنطقة ومن خلال استنباط عوامل صلاحية الاراضي للتنمية الصناعية الثقيلة أمكن استنباط النتائج التالية :

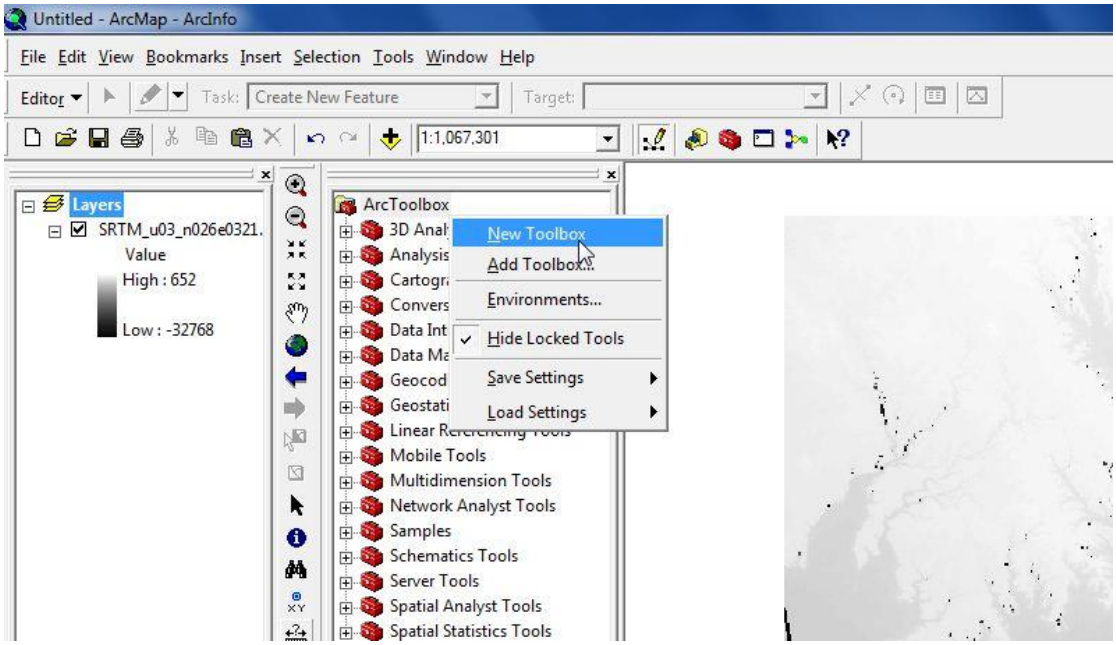
١. تتركز بعض المناطق الملائمة للتنمية الصناعية الثقيلة حول مناطق التعدين والمحاجر كما توجد بعض المناطق القريبة من المناطق المأهولة تنتشر بها بعض مناطق للتعدين والمحاجر حيث تتوافر مقومات لإقامة التنمية الصناعية الثقيلة.

٢. يلزم التوصية باستكمال الدراسة الاقليمية بدراسات تفصيلية لتلك المناطق واستكمال البيانات التي لم تتوافر علي المقياس الاقليمي مثل كميات الخامات ونوعية الصناعات القائمة عليها وجدواها الإقتصادية والإحتياطى واعماقها بكل موقع حتى يمكن التحقق والمفاضلة بين المناطق المقترحة ووصولا إلى نتائج أكثر فائدة لمتخذي القرار على المستوى التنفيذي.

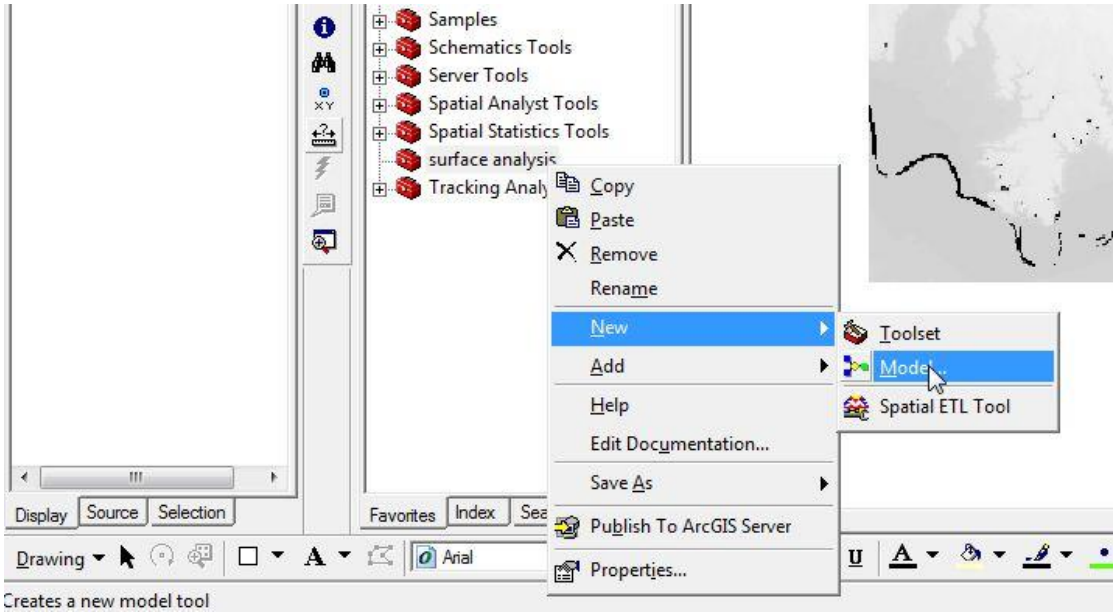
الجزء العملي لعمل الmodeling



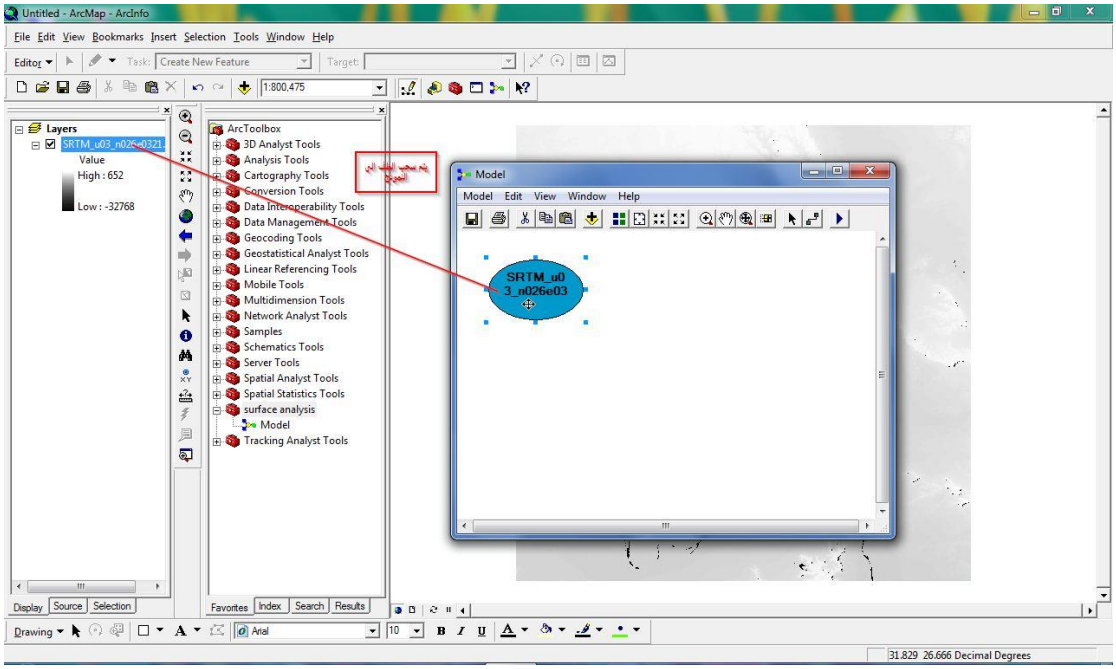
١-نفتح برنامج ArcGISومنه نختار arc tool box ثم نضغط كليك يمين ومنها new tool box



٢-يظهر لنا tool box جديد باسم new tool box نغير التسمية حسب العمل الذى نقوم به ثم نضغط كليك يمين عليه ومن new نختار model

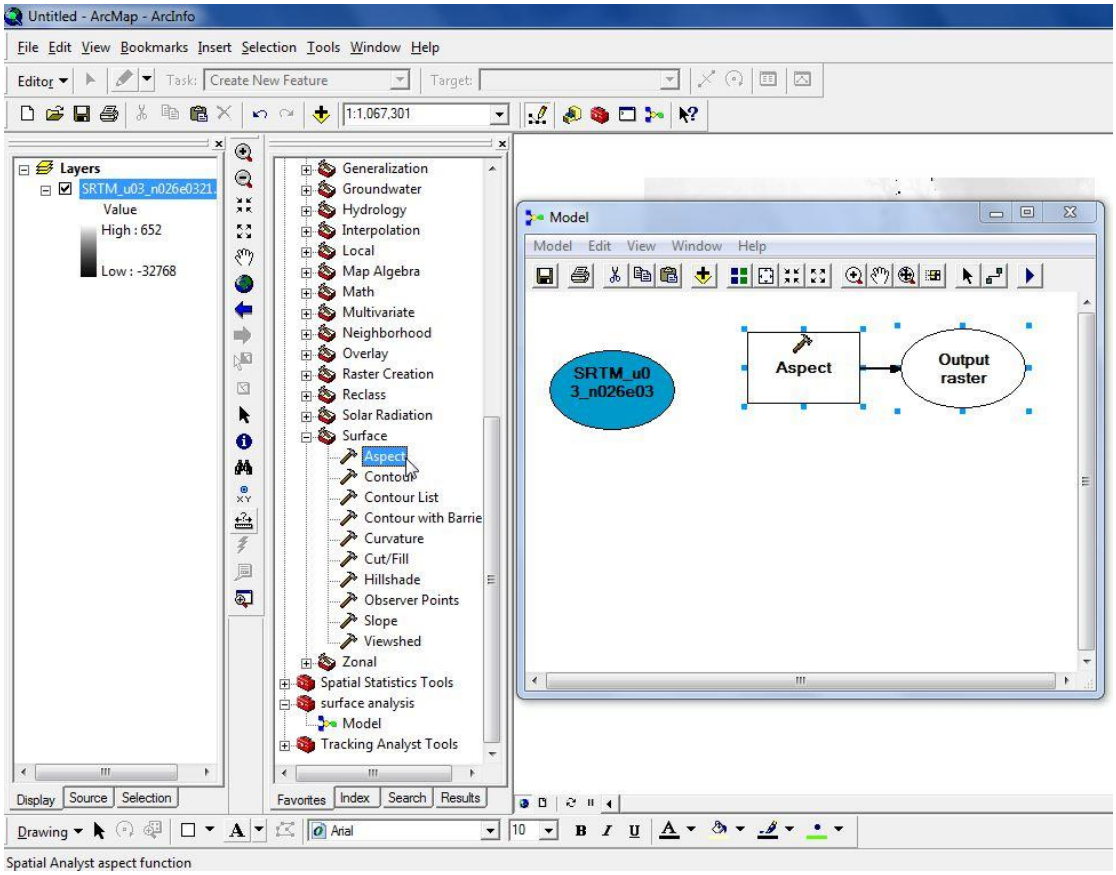


٣-تظهر لنا واجهة النموذج فنقوم بسحب وإفلات الطبقة فى النموذج لنستخدمها كمدخل للعمليات التى سنقوم بها على الملف dem

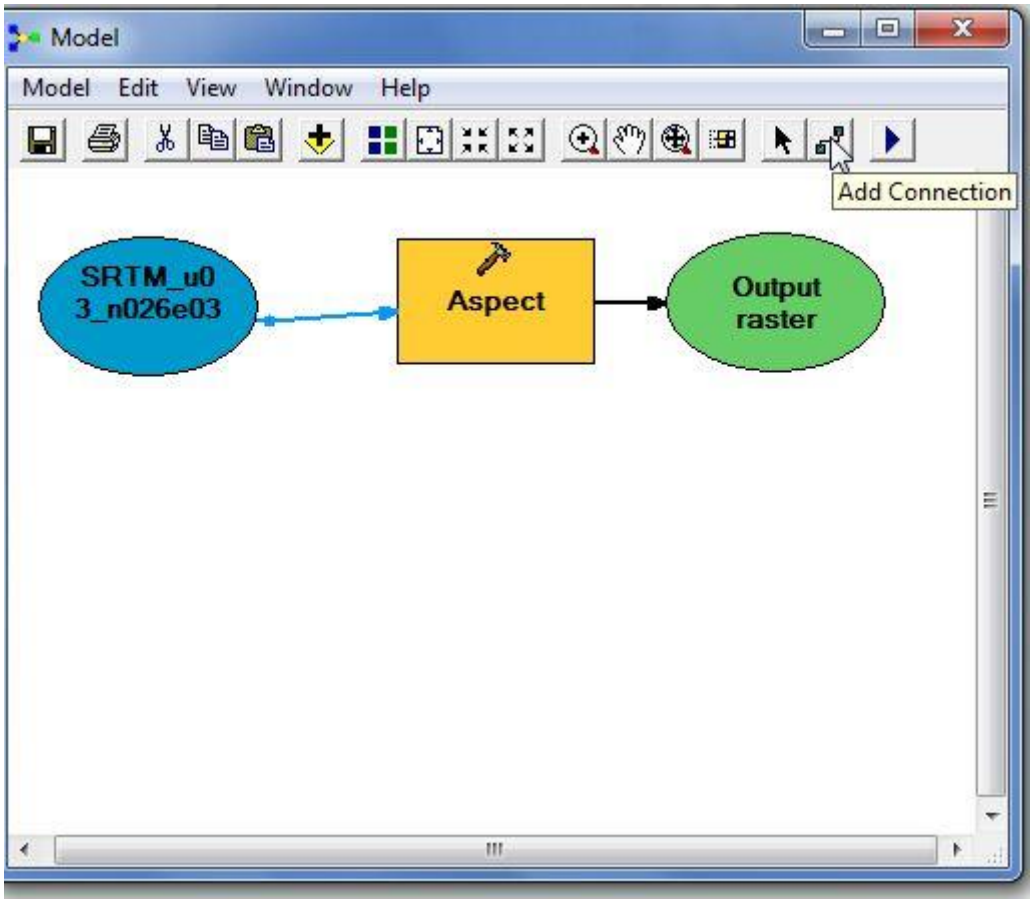


٤- بنفس طريقة السحب والإفلات يتم اضافة الادوات من arc tool box الى النموذج

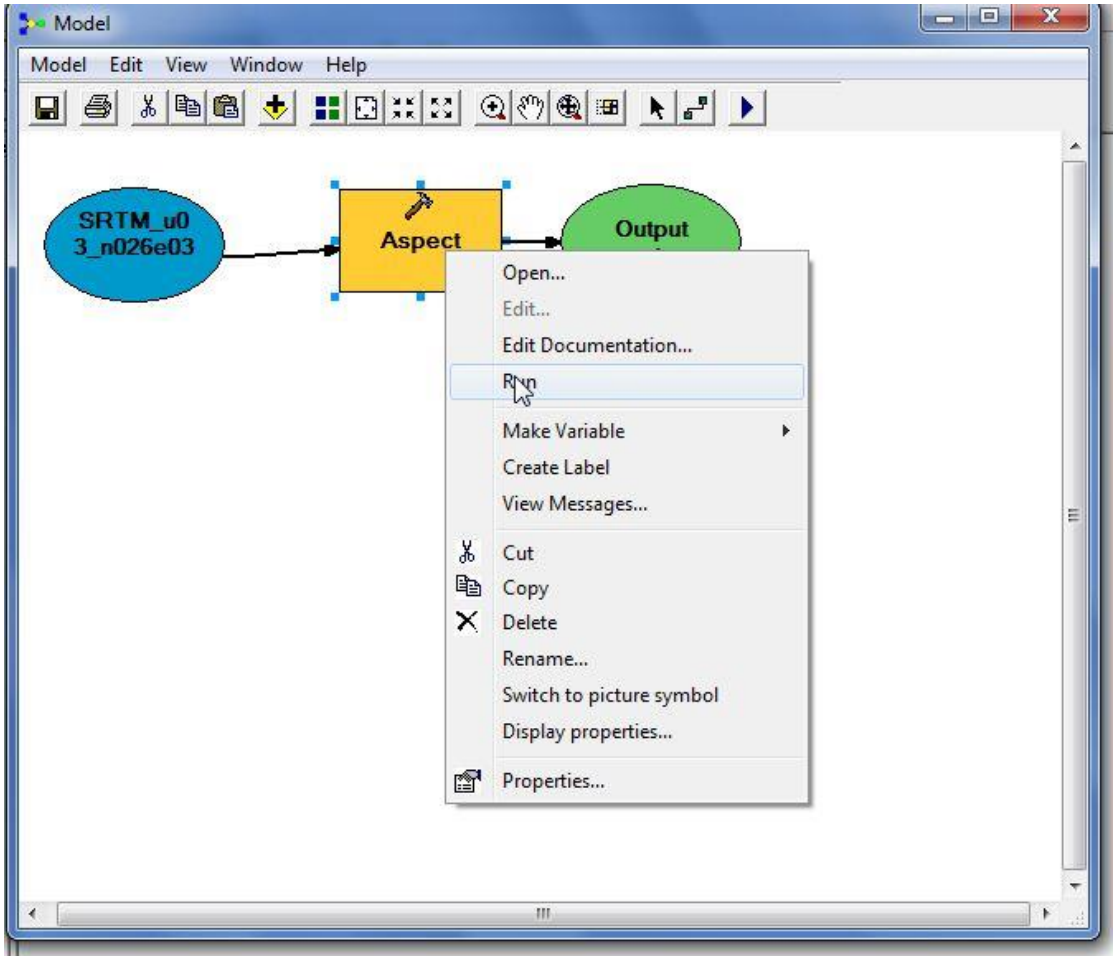
٥- نقوم بسحب اداة aspect الى النموذج



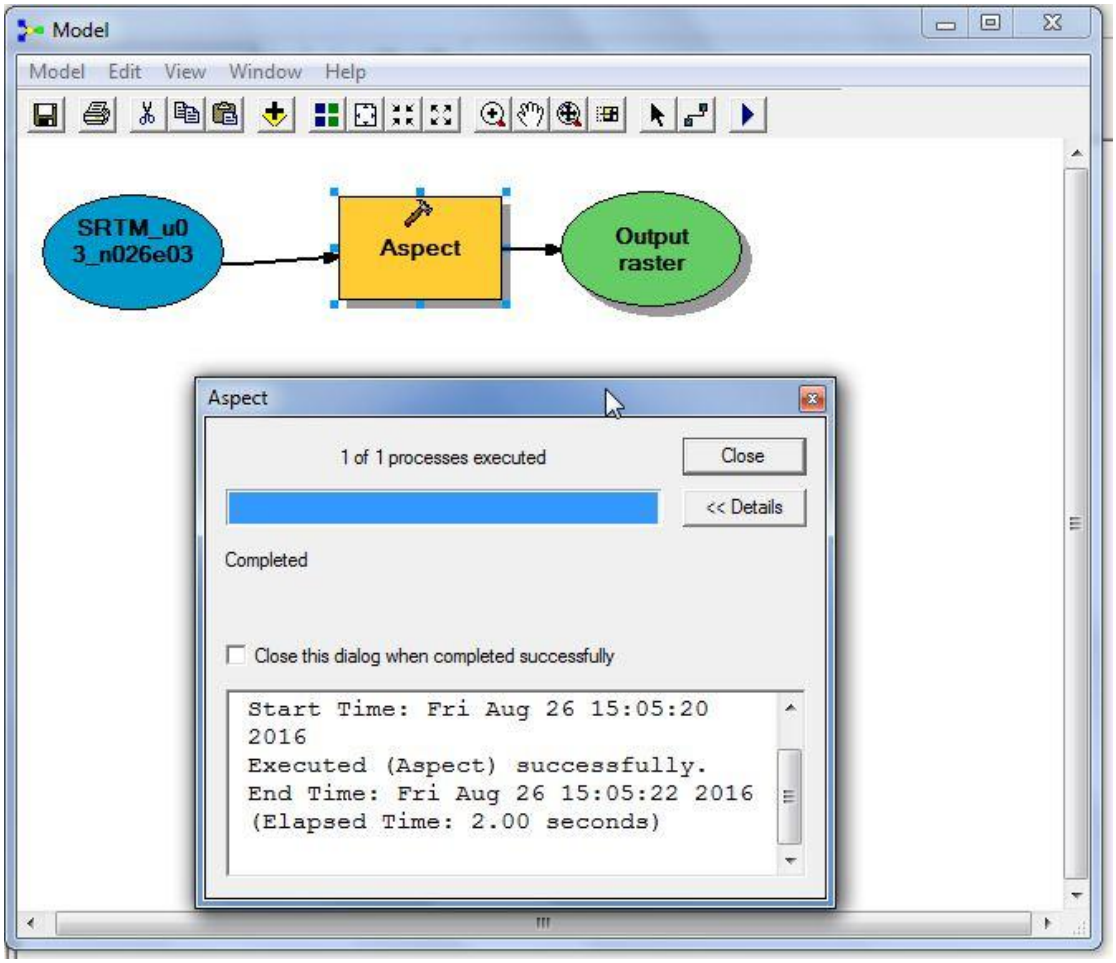
٦-باسخدام اداة add connection نقوم بالربط بين المدخلات والاداة


Model
Model Edit View Window Help
Add Connection
SRTM_u0
3_n026e03
Aspect
Output
raster

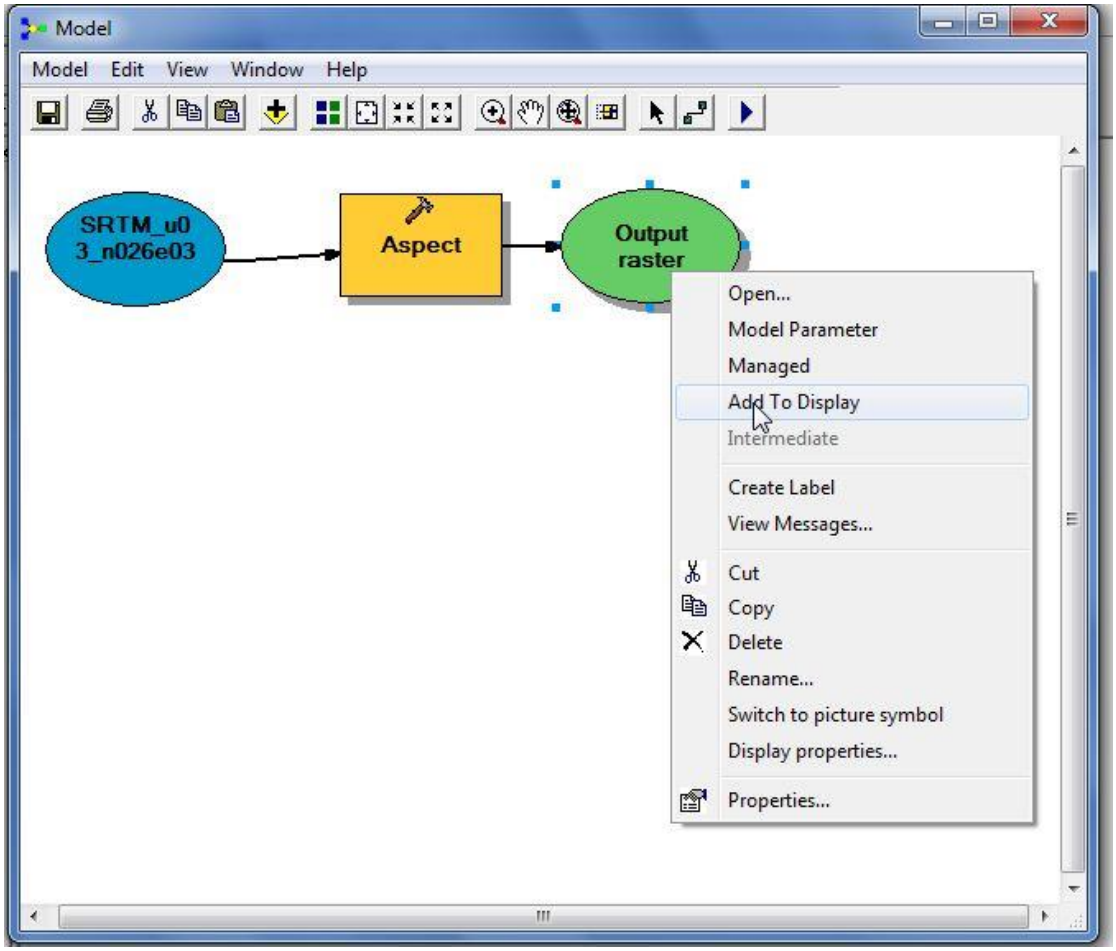
٧-كليك يمين على الاداة ثم نختار runلتشغيل النموذج



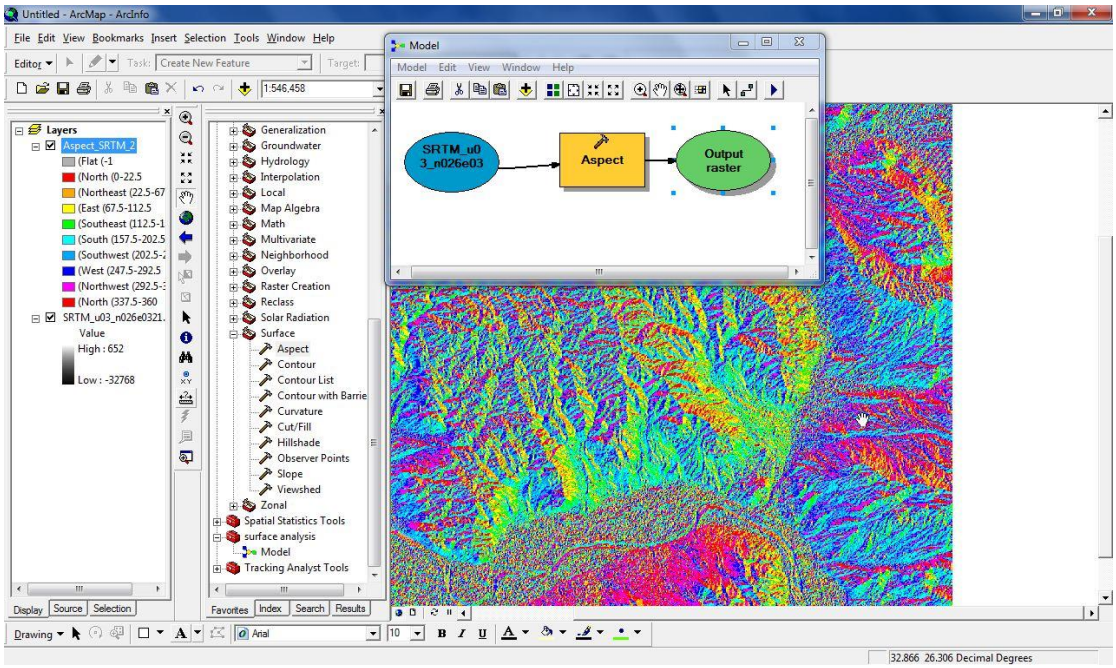
٨-ننتظر حتى الانتهاء



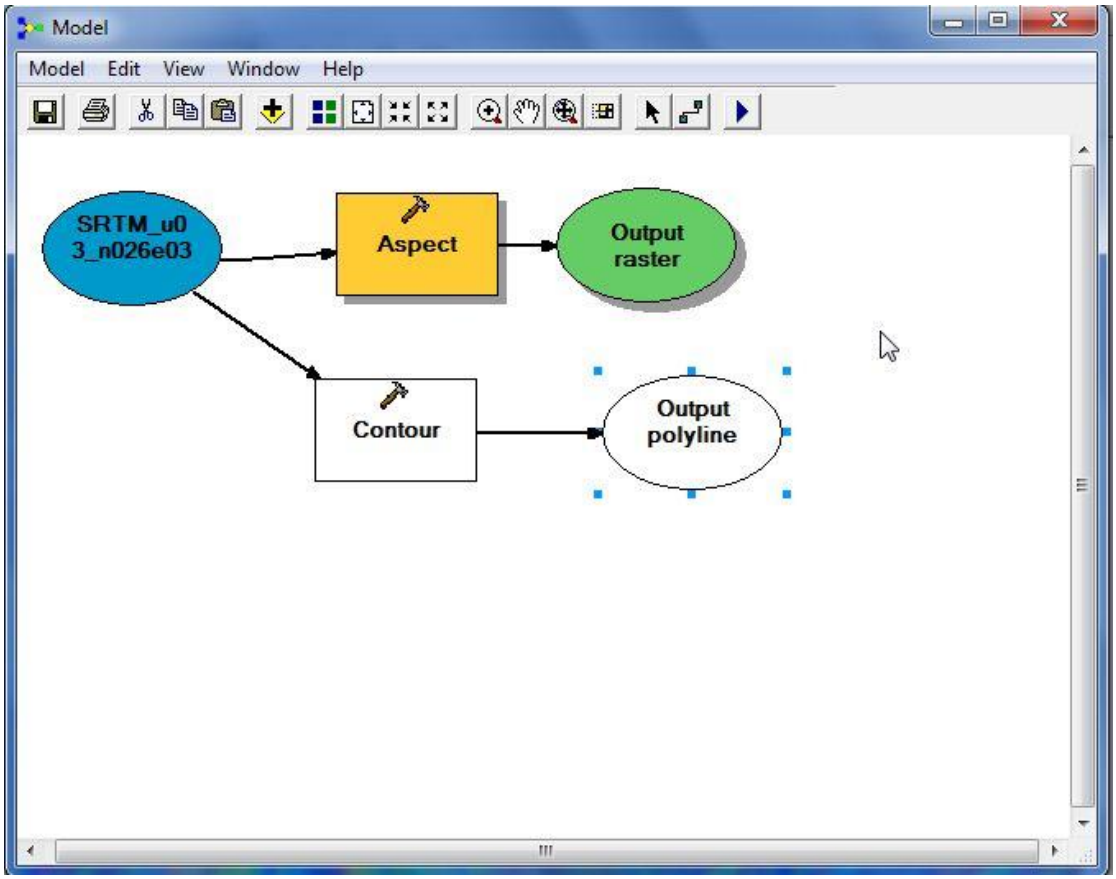
٩-لاضافة الناتج الى شاشة العرض نقوم بعمل كليك يمين ثم نختار add to display



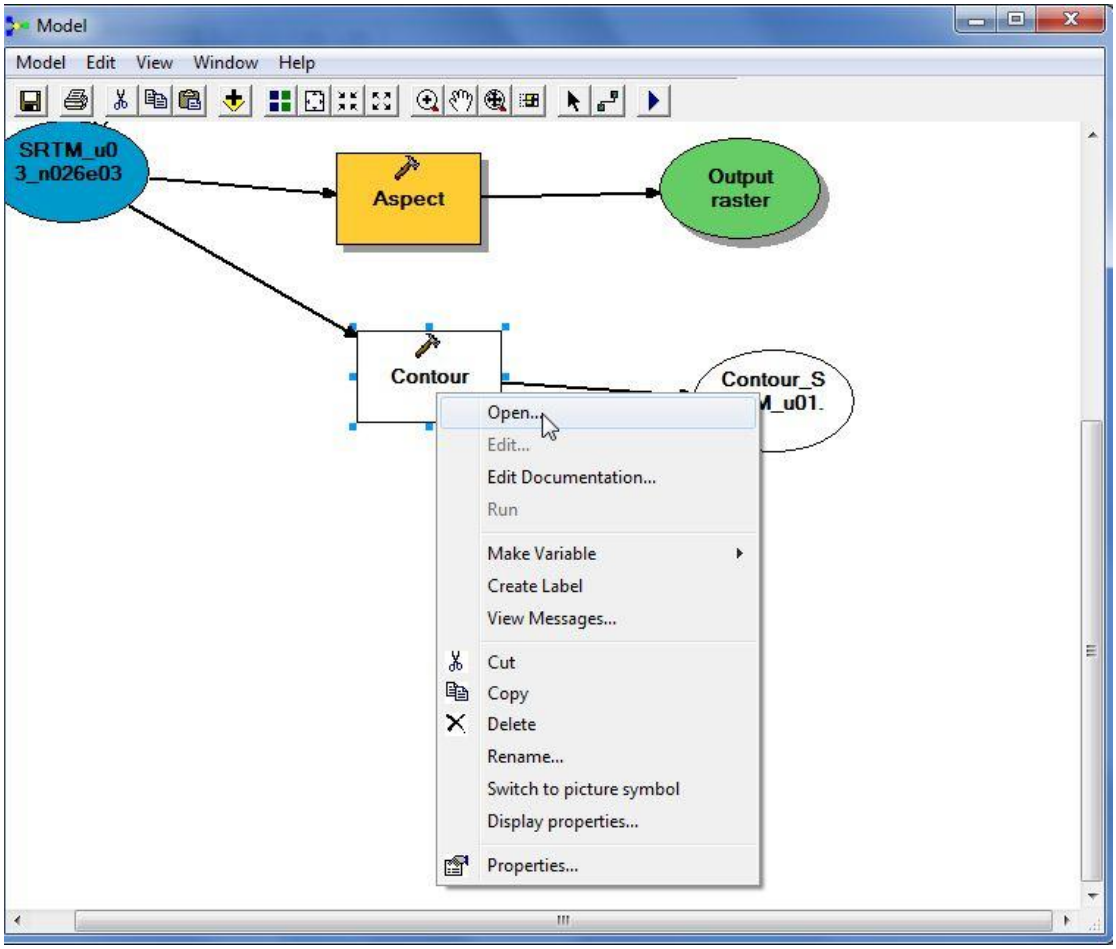
١٠-يظهر الناتج كما بالشكل



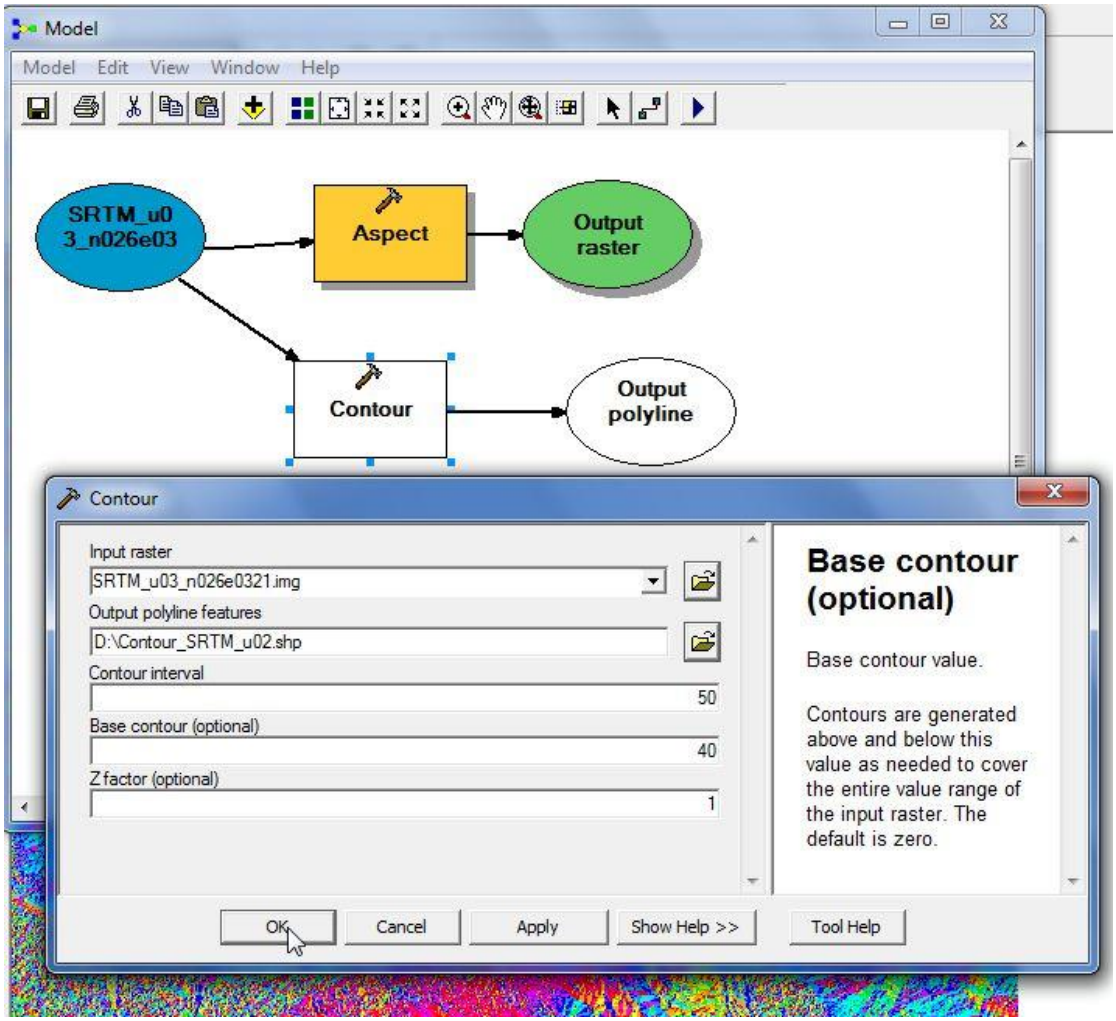
١١-قمنا بإضافة اداة استخراج الكنتور لكنها لم تكن مفعلة للتشغيل(can't run
والسبب فى ذلك ان الاداة تتطلب تحديد عدة متغيرات وليس المدخلات فقط



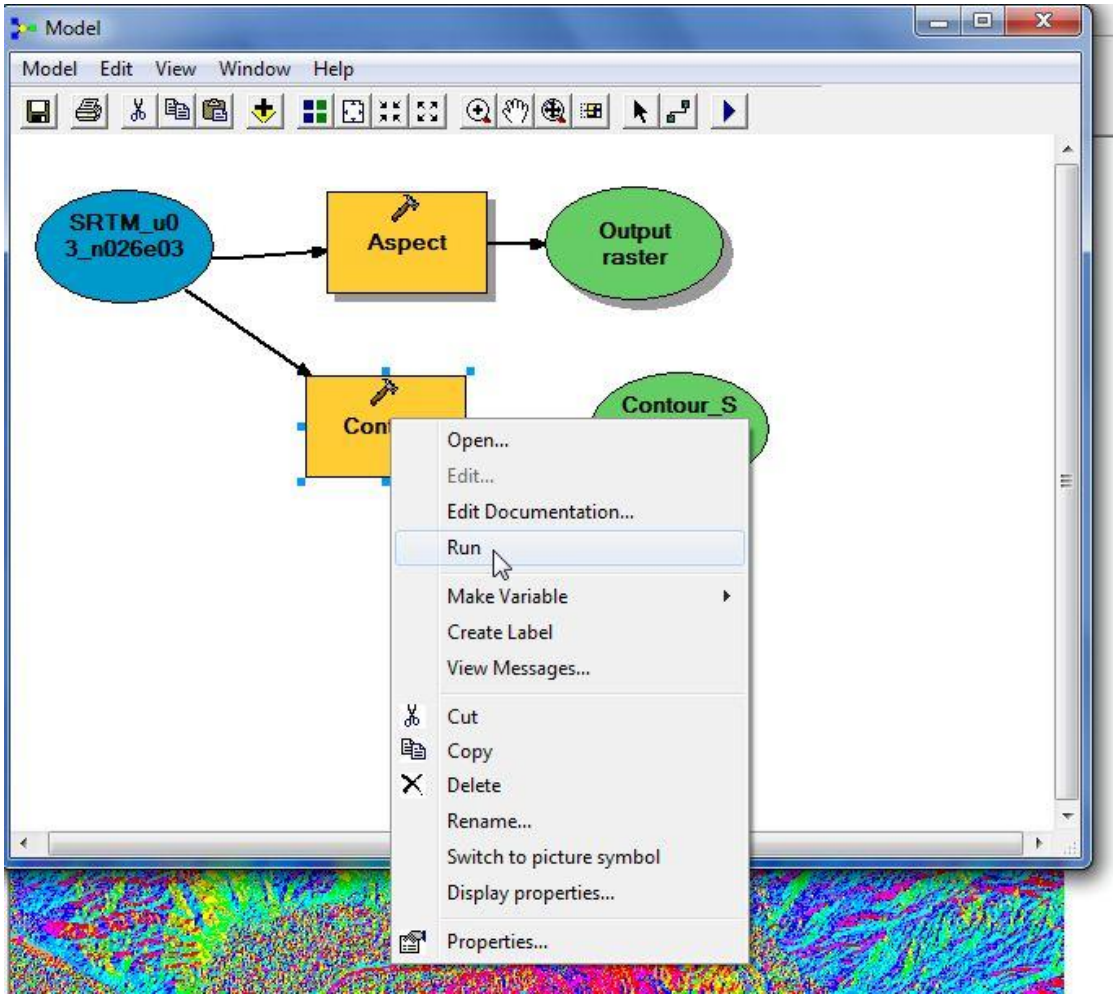
١٢-نقوم بفتح الاداة لتحديد المتغيرات المطلوبة عن طريق كليك يمين ثم نختار open



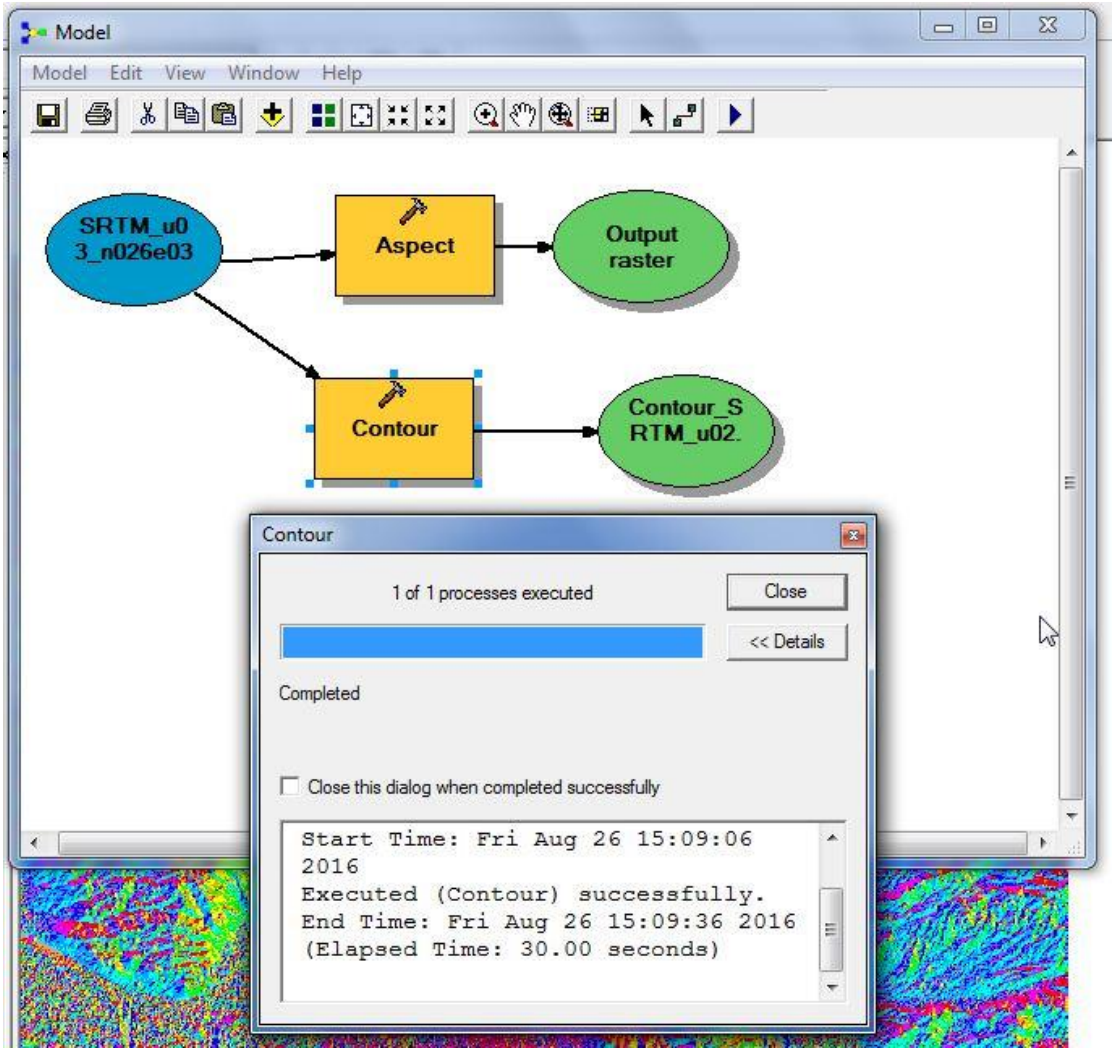
١٣-نحدد المتغيرات المطلوبة ثم نضغط ok



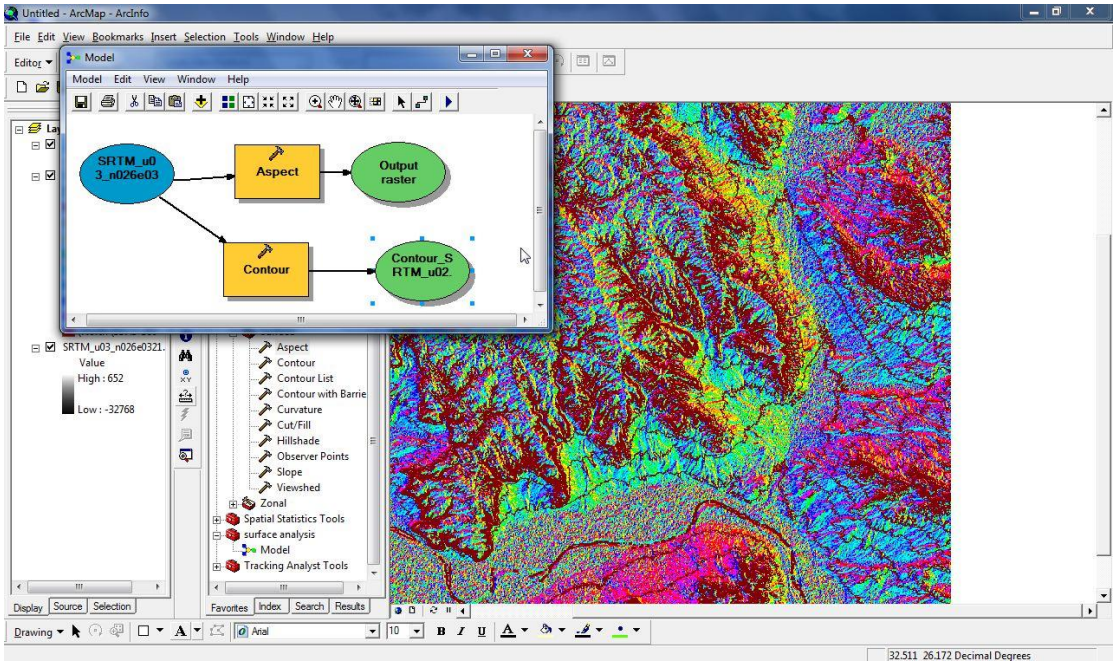
١٤-نقوم بتشغيل النموذج



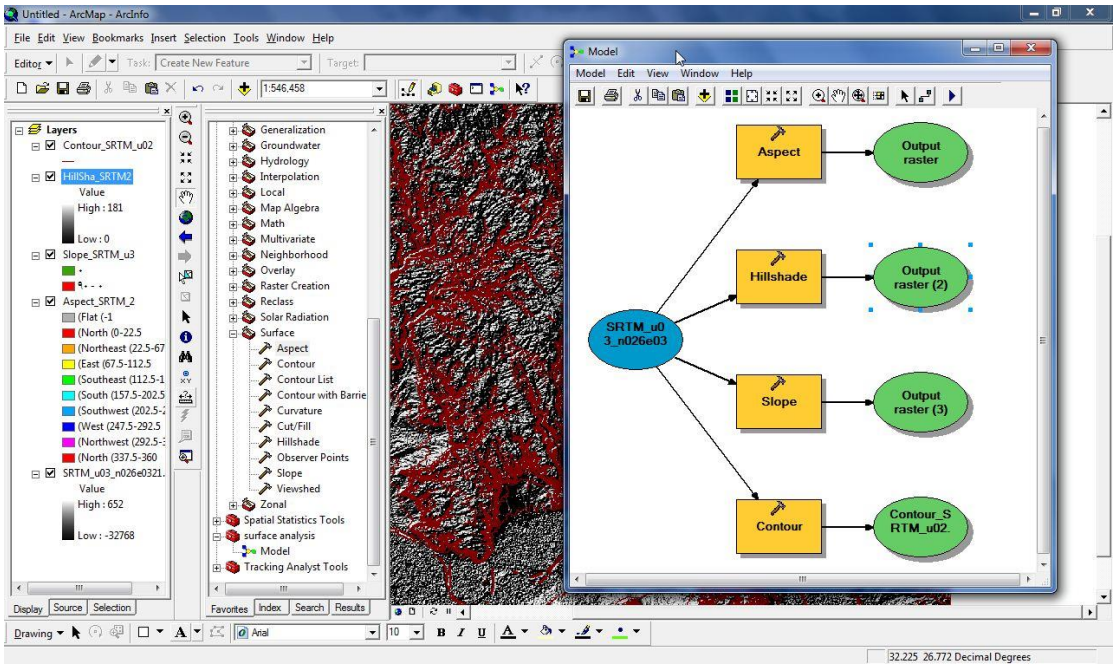
١٥-ننتظر حتى اكتمال التحميل



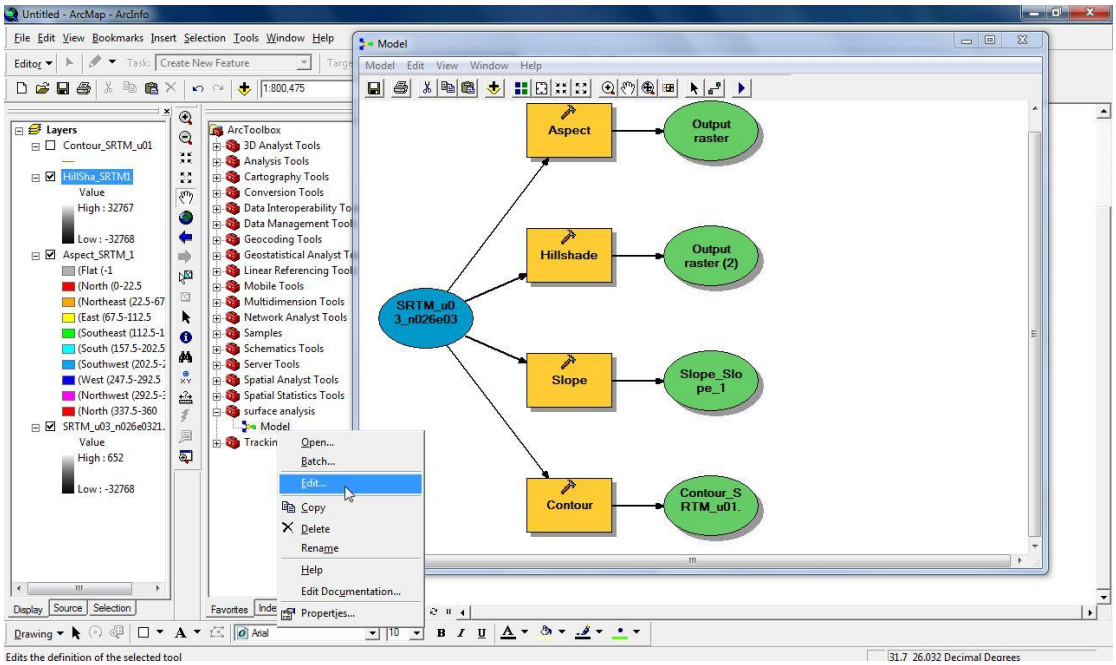
١٦-بعد عمل add to display يظهر الناتج كما بالشكل



١٧-يمكن اجراء عدد لامتناهى من العمليات فى النموذج بشكل منظم ومرتب ويسهل حفظ الخطوات



١٨-لفتح النموذج مرة اخرى بعد غلقه نقوم بعمل كليك يمين على النموذج ثم نختار edit



الفصل السادس

مستقبل نظم المعلومات الجغرافية

التطورات المؤثرة في مستقبل نظم المعلومات الجغرافية:

يتفق معظم المهتمين بنظم المعلومات الجغرافية علي أن بداية ظهور نظم المعلومات الجغرافية في أواخر الستينات من القرن الماضي عام ١٩٦٤م، ولكن هذا لا يعني أن هذا النظام جاء من فراغ وأنما اعتمد علي انجازات مهمة سابقة منها:

الاستخدام التاريخي للخرائط الموضوعية Thematic Maps المتعدد الطبقات، حيث تعود فكرة رسم طبقات من البيانات علي سلسلة من خرائط الأساسBase Map والاهداف المرتبطة بها جغرافيا الي فترة طويلة سابقة لعصر الحاسوب. وخير مثال علي ذلك الخرائط التي رسمها القائد الفرنسي وعالم الخرائط لويس الكسندر برتييه L .A. Berthier لمعركة احتلال مدينة يورك تاون خلال الثورة الامريكية عام ١٨٧١ م، وتضمنت الخرائط تحركات القوات العسكرية. وتشبه فكرة هذا النمط من التمثيل الكارتوجرافي ما يتبع الآن في تصميم قواعد المعلومات الجغرافية الي حد كبير (عزيز، ١٩٩٨م) . وقد اتبع نفس الاسلوب في منتصف القرن التاسع عشر عند تصميم الأطلس الايرلندي للسكك الحديدية الذي عرضت في موضوعات عن السكان واتجاهات حركة النقل علي الطرق بالاضافة الي تفاصيل أخري جيولوجية وطبوغرافية، وقد رسمت خرائط منفصلة لكل موضوع من الموضوعات علي لوحة من الورق الشفاف ليسها انطباقها علي الخريطة الأساسية. ويشبه هذا الأسلوب في الرسم التوقيع، ما يتبع اليوم في طرق العرض بظم المعلومات الجغرافية.

وفي منتصف القرن التاسع عشر قام جون سو John Snaw في عام ١٨٥٤م بجهود كارتوجرافية مماثلة حيث اتبع اجراءات توقيع مواقع حدوث الوفاة بسبب مرض الكوليرا علي خرائط لوسط مدينة لندن التي تعد نموذجا حيا لعملية تحليل البيانات المكانية تماثل ما يتبع الان في نظم المعلومات الجغرافية.

وفي العقد الأخير من القرن التاسع عشر قامت الهيئة الحكومية لشئون السكان بالولاية المتحدة الأمريكية باستخدام اسلوب البطاقات المثقبة التي استعملها هيرمان هوليريث H. Hellerit(١٨٧٠- ١٩٢٩) في فرنسا مع برنامج تطبيقي لمعالجة المعلومات السكانية التي تم حصرها في عام ١٨٩٠م والتي كان من فوائد تسجيل وتصنيف وتحليل البيانات الديموغرافية لأول مرة الكترونيا. كما قام قسم الجغرافيا بجامعة واشنطون في الفترة من ١٩٥٨- ١٠٦١ بجهود حثيثة في نفس المجال بما أجراه من بحوث علمية وتطوير للأساليب الكمية الاحصائية وسبل البرمجة بالحاسب الآلي بالإضافة الي تطوير ميدان الخرائط الالية. وقد كان من أثر هذه الارهاصات والجهود توفير المتطلبات اللازمة والعوامل الاساسية لظهور نظم المعلومات الجغرافية فيما بعد. وذلك في العقد السادس من القرن العشرين الذي شهد الميلاد الحقيقي والبزوغ الأول لنظم المعلومات الجغرافية.

ويمكن تقسيم تطور نظم المعلومات الي خمس فترات تشمل كل فترة منها عقد من الزمان، وهي فترة الستينات ، وفترة السبعينات (وهي فترة الخراط الرقمية بالكمبيوتر)، وفترة الثمانينات (وهي فترة إدارة قواعد البيانات المكانية)، وفترة التسعينات(وهي فترة التحليل الخرائطي

والنمذجة) من القرن العشرين، ثم بعد عام ٢٠١٠م (وهي مرحلة الوسائط الخرائطية المتعددة).

أولاً: فترة الستينات من القرن العشرين:

يمثل عقد الستينات من القرن العشرين أول مرحلة من مراحل نشأة وتطور نظم المعلومات الجغرافية. وظهرت في هذه العقد جهودا حثيثة ومتعددة في كل من كندا والولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة ، ولكل منهما دور مختلف كما يلي:

- **الجهود الكندية في مجال نظم المعلومات الجغرافية:**

بدأت هذه الجهود مع مطلع العقد السادس علي يد المهندس الكندي Tomlinsonوالمؤسسة الكندية للمساحة الجوية التي وقع عليها في عام ١٩٦٠م القيام بمشروع مسح جوي للغابات في شرق افريقيا يهدف الي اجراء دراسات علمية تحليلية لمجموعة الخرائط المنشاة من الصور الجوية لهذا المشروع لتحديد المناطق التي تصلح للاستيطان واخري للنفايات. وقد تم تنفيذ هذا المشروع بمساعدة الحاسب الآلي بالتعاون مع مؤسسة IBM وكانت ثمرة هذا المشروع تكليف Tomlinson بتأسيس مشروع نظم المعلومات الجغرافية الكندية Canada Geographical Information System وكان الغرض الهام من تأسيس هذا المشروع هو تحليل البيانات التي قام بجمعها قسم رعاية الاراضي الزراعية بكندا بهدف الحصول علي احصاءات يمكن الاعتماد عليها في وضع الخطط المستقبلية لادارة الاراضي الزراعية علي مساحات شاسعة. ولكن واجه المشروع مجموعة من الصعوبات أهمها بطء الحاسب الآلي المستخدم في

المشروع انذاك – وقلة امكانات تخزين المعلومات به ، ومع ظهور حاسب آلي جديد في عام ١٠٦٤ تحققت دفعة آلية قوية للنظام، وأسهم ذلك في سرعة ظهور نظام المعلومات الجغرافي الكندي CGIS في نفس العام ليكون أول نظام متكامل في ميدان نظم المعلومات الجغرافية.

قدم هذا النظام العديد من الاسهامات المفاهيمية والفنية، كان الغرض منها هو تحليل البيانات التي جمعت من قبل ادارة الاراضي الكندية CLI بغرض الحصول علي احصائيات تستخدم في وضع خطط للتطوير ولادارة مساحات كبيرة من الريف الكندي، كما تم إنتاج الخرائط ١:٥٠٠٠٠ باستخدام موضوعات مختلفة هي:

- صلاحية التربة للزراعة.
- مناطق قابلة للزراعة.
- قابلية الحياة البرية في الغابات.
- قابلية الغابات.
- استخدام الاراضي.
- خط الساحل.

كما تمكن نظام المعلومات الكندية من اخراج خرائط بسيطة تتضمن افكار اساسية :

- استعمال عملية المسح لادخال اهداف المنطقة ذات الكثافة العالية.
- تحويل الصور الممسوحة الي بيانات خطية Vectorizatio.

- التجزة الجغرافية للبيانات الي صحائف الخريطة Map Sheets.
- تجزئة البيانات الي موضوعات Themes أو طبقات.
- استخدام نظام مطلق للاحداثيات لكامل البلد مع دقة للتعديل وفقا لتمييز البيانات Resolution of data.
- فصل البيانات الي ملفات موقعية وملفات وصفية.

- **الجهود ا في مجال نظم المعلومات الجغرافية:**

- **إسهامات مختبر جامعة هارفارد:**

أسس هارفاد فيشر في منتصف الستينات مختبرا للحاسب الآلي يختص بالرسوم الالية والتحليل المكاني للبيانات باسم Harvard Laboratory For Computer and Spatial Analysis أثر هذا المختبر كثيرا في تطور GIS حتي بداية الثمانينات، وانحصر هذا التاثير بعد ذلك. أستخدمت البرمجيات التي انتجها هذا المختبر علي نطاق واسع وساهمت في بناء القاعدة التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية، كما أن العديد من أنظمة المعلومات الجغرافية الرائد نشأة في هذا المختبر . كذلك قدم هذا المختبر العديد من البرمجيات عالجت موضوع انتاج الخرائط الآلية بالاضافة الي الحصول علي مجسمات. ومعالجة البيانات المكانية ومن أهم هذه البرمجيات ما يلي:

- **SYMAP**

الهدف الأساسي لهذا البرنامج الذي نشر في نهاية ١٩٦٤م هو انتاج خرائط آلية اعتمادا علي طابعة خطية، وكانت هذه الخرائط قليلة الوضوح

أو التميز Resolution وذات نوعية غير جيدة ، وكانت هذه المحاولة هي الإثبات الأول لإمكانية استخدام الحاسوب في انتاج الخرائط.

- **CALFORM**

باستخدام هذا البرنامج الذي أنتج في نهاية الستينات أمكن إخراج الخرائط لاول مرة علي رسام بدلا من الطابعة مما رفع من درجة دقة الخرائط والرسومات البيئية. وفر هذا البرنامجPlotter امكانية ربط المعلومات الوصفية أو الجدولية بالخريطة وذلك بواسطة تشفير للربط بين الخريطة والجدول.

- **SYMVU**

أنتج هذا البرنامج في نهاية الستينات بهدف الحصول علي صورة بثلاثة ابعاد ، وكان هذا اول نمط جديد لعرض البيانات المكانية بصورة مجسمة في تاريخ استخدام الحاسب الآلي في الرسم.

- **GRID**

أنتج هذا البرنامج الفرعي في نهاية الستينات لمعالجة البيانات المساحية Raster data ويعمل هذا البرنامج الفرعي مع البرنامج الرئيسي SYMAP ويمثل هذا البرنامج بداية ما يسمي بنظم المعلومات الجغرافية المساحية Raster GIS .

- **POLYVERT**

أنتج هذا البرنامج الفرعي الذي يعمل مع SYMAP في بداية السبعينات من القرن الماضي وذلك لإنجاز مهام تحويل ملفات المعلومات من النظم الأخري لقراءتها.

- **ODYSSEY**

أنتج هذا البرنامج الفرعي لمعالجة البيانات الخطية Vector . كما انه يحتوي علي عمليات لوغاريتمية خطية لمطابقة المساحات.

- **إسهامات مكتب تعداد السكان الأمريكي:**

جاءت اسهامات مكتب تعداد السكان الامريكي بناء علي حاجة المكتب لانجاز الافكار التالية:

- الحاجة الي طريقة فنية لتصحيح طرق التوقيع الجغرافي لمواقع البيانات السكانية ، وخاصة تحويل عناوين السكان الي النظام الاحداثي علي الخارطة ، ومن ثم ربطه بالأنظمة السكانية. هذا الي جانب توفير امكانية الاعتماد علي الاحداثيات الجغرافية للحصول علي تقارير سكانية عن الاقاليم.
- الحاجة للاسفادة التامة من الجغرافيا السكانية وخاصة في مجالات اعداد شبكات للتعداد السكاني للأقاليم الصغيرة داخل المناطق السكانية ومحاولة اختيار نظام ترميز لمواقع السكان.
- في عام ١٩٧٠ م تم انجاز أول نظام ترميز لمواقع السكان، كما تم اعداد ملفات حاسوبية باسم Dual Independent

Map Encoding ومختصرة DIME وكانت هذه الملفات المكون الرئيسي لطريقة الترميز أو التشفير.

- **أطالس المدن :**

مع تعداد ١٩٧٠م، أنتج مكتب تعداد السكان الأمريكي أطالس لخرائط أنتجت بالحاسوب لمتغيرات تعداد مختارة ولمدن مختارة. برهنت هذه الأطالس علي قيمة الخرائط البسيطة المنتجة بواسطة الحاسوب لأغراض تطبيقات التسويق والبيع بالتجزئة، وحفز هذا علي تطوير رزم تخريط احصائية بواسطة الحواسيب الشخصية.

- **معهد بحوث النظم البيئية: Environmental System Research Institute (ESR):**

أسس هذا المعهد في عام ١٩٦٩من قبل جاك دنجرموند بناءا علي التكتيكات والافكار التي تطورت في مختبر هارفارد واماكن أخري. في السبعينات حصل تطور بطيئا في المعهد اعتمد علي الانظمة الخطية والمساحية المتنوعة. أطلق المعهد في بداية الثمانينات نظم المعلومات الجغرافية المسمي ARC/ INFO وكان هذا النظام يمثل تنفيذا ناجحا لفكرة CGIS لمعلومات موقعية Locational ووصفية Attribute منفصلة. كما أنه كان زواجا ناجحا لنظام قاعد بيانات ترابطية قياسية INFO لمعالجة جداول الصفات مع برمجيات متخصصة لمعالجة الاهداف المخزونة كأقواس ARCS.

- **جهود المملكة المتحدة في مجال نظم المعلومات الجغرافية:**

بذل المهتمين بنظم المعلومات الجغرافية في المملكة المتحدة في حقبة الستينات من القرن العشرين جهودا متميزة، وكان سعيهم في هذا المضمار قائما علي اتجاهين ، أحداهما يتمثل في الاعتماد علب برنامج SYMAP وفروعه التي انتجها معمل جامعة هارفارد. وبناء علي ذلك تأسست وحدة تدريس خاصة بكلية الآداب الملكية البريطانية في لندن والتي عرفت باسم Cartographic Unit at the Royal College of Arts in London. أما الاتجاه الثاني فقد تمثل في الجهود التي بذلت لإنتاج برامج ونظم تم تطويرها في الجامعات البريطانية، ومن أمثلة هذه الجهود ما قامت به جامعة برادفورد بانجلترا من تطوير وانتاج نظام BRADMAP.

ثانياً: عقد السبعينيات من القرن العشرين (الخرائط الرقمية بالكمبيوتر):

ظهر في فترة السبعينيات من القرن العشرين اهتماما متزايدا من قبل الحكومات بمضمار تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية والإستفادة منها في دراسة الموارد الطبيعية وحماية البيئة البحرية والبرية والتي تقوم علي معالجة وتحليل كمية هائلة من البيانات – ومما ساعد علي ذلك الإنخفاض النسبي في اسعار الحاسب الآلي ، والتي كانت عقبة أساسية في الفترة السابقة ، كما كانت للتحسينات الجديدة التي أدخلت علي البرامج من حيث السرعة والدقة في معالجة البيانات ودقة الرسوم والخرائط الآلية الناتجة عن ذلك المعالجة أثر كبير علي تشجيع المهتمين بالانخراط في تطبيقات الحاسب المتعددة ومنها نظم المعلومات الجغرافية. وفي بداية هذه الفترة وبالتحديد عام ١٩٧٠، عقد أول مؤتمر في نظم المعلومات الجغرافية تحت

إشراف وتنظيم الاتحاد الجغرافي الدولي وبدعم من اليونسكو، تلاه المؤتمر الثاني عام ١٩٧٢م وعقد المؤتمران في أوتاوا بكندا، التي عدت بذلك عاصمة وموطن صناعة نظم المعلومات الجغرافية . وفي نفس العام أصدر الاتحاد الجغرافي الدولي أول كتاب له عن نظم المعلومات الجغرافية تحت عنوان Geographical Data Handling والذي تضمن تحليلا وتقاريرنظم تم الاعتماد عليها، كما أنه يمثل دعامة هامة للمبتدئين في مجال نظم المعلومات الجغرافية.

وفي هذه الفترة بدأ العديد من الجامعات في كندا والولايات المتحدة الأمريكية وفي أوربا بإدخال برامج ومقررات دراسية في نظم المعلومات الجغرافية لتأهيل الطلاب والافراد في هذا المجال مما ساعد علي زيادة القاعدة الاساسية لنجاح وانتشار تلك النظم في العالم. وفي هذا الصدد واصل معمل جامعة هارفارد جهوده الحثيثة في تصميم وانتاج برنامج فرعي يعمل مع برنامجه الشهير SYMAP عرف باسم POLYVRT في بداية بغرض تحويل ملفات المعلومات من النظم الاخري وقراءتها بنظام SYMAP، كما أنتج في منتصف السبعينات برنامجا فرعيا اخر عرف باسم ODYSSEY ليقوم باستكمال مهام وظيفة برنامج PLPYVRTخاصة فيما يتعلق بالبيانات الخطية ومطابقة المساحات. كما بدأت المؤسسات التجارية في انتاج وتطوير نظم خاصة بها من اشهرها , System house Intergraph , Synercom بالإضافة الي دخولها في ميدان الرسم بالحاسب الآلي Computer Graphic ونظم التصميم بمساعدة الحاسب الآلي CAD ونظم معالجة مرئيات المسح الفضائي (الإستشعار عن بعد)

Image Processing . كما ظهرت في هذه الفترة جهود مميزة لقسم شئون تعداد السكان في الولايات المتحدة الامريكية Bureau of the Census في مجال نظم المعلومات الجغرافية ، وذلك لطبيعة العمل في هذا القسم حيث الحاجة لتصحيح طرق التوقيع الجغرافي لمواقع البيانات السكانية وتحويلها للنظام الإحدائي علي الخريطة والاعتماد علي الاخيرة في الحصول علي تقارير عن المناطق السكانية ، بالإضافة الي اعداد شبكات للتعداد السكاني للوحدات الجغرافية الصغيرة داخل المناطق ومحاولة اختيار نظام تكويد(ترميذ) خاصة لمواقع السكان Geocodend Census، والنظام الاخير تم انجازه عام ١٩٧٠ وأعدت له ملفات حسابية خاصة عرفت باسم Dual Independent Map Encoding. وكان من وظائف قسم شئون السكاني الامريكي القيام بانتاج أطلس للمدن الامريكية يحتوي علي بيانات سكانية اعتمادا علي تكنولوجيا الحاسب الآلي وباستخدام نظم معالجة البيانات المكية ونظم انتاج الخرائط الآلية.

وقبل نهاية فترة السبعينيات وتحديدا في عام ١٩٧٨ حرص الاتحاد الجغرافي الدولي IGU علي تنظيم سلسلة من حلقات البحث والنقاش حول تقديم المستوي التطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية والتي كانت من اهم ما توصلت اليه ان هناك قصورا واضحا في فهم العلاقة بين وجود العلاقات المكانية بنظم ادارة المعلومات وبين ما سوف تقدمة أجهزة الحاسب الآلي في المستقبل، الي جانب عدم وجود تصنيف واضح للعلاقات المكانية بين الظاهرات الجغرافية آنذاك.

ثالثاً: عقد الثمانينيات من القرن العشرين(إدارة قواعد البيانات المكانية):

مع بداية عقد الثمانينيات تم إستغلال التغير الذي حث في شكل البيانات ونماذجها ضمن بيئة الكمبيوتر، وذلك بعد أن أصبحت الحاسبات الآليه- ذات القدرات الهائلة علي التخزين والسرعة الفائقة في المعالجة- تغزو الأسواق وبتكلفة لا يمكن تصور رخصها، ويلازمها في ذلك التطور – كما وكيفا- في برامج وطرق التشغيل والمعالجة، وأدي كل ذلك الي تقليل نفقات التطور والتحديث للبيانات ، كما سهل عملية استخدام نظم المعلومات الجغرافية. ومن هنا فقد عرفت فترة الثمانينيات من القرن العشرين بفترة الرخاء في مضمار نظم المعلومات الجغرافية ، كما تميزت بدخول مؤسسات تجارية في سوق تلك النظم بحيث طغي وتفوق انتاجها وما قامت به من تطوير نظم كبير علي ما قامت به الجامعات والحكومات في فترة الستينيات والسبعينيات ، ويرجع ذلك الي اعتماد النظم التجارية علي رءوس أموال ضخمة تنفق علي شراء أحدث أجهزة الحاسب الآلي واجتذاب أمهر المبرمجين الذين أكتسبوا خبرات جيدة في الجامعات . وكان من نتيجة ذلك أن تزايدت أعداد النظم التي لها علاقة بمجال نظم المعلومات الجغرافية من ١٠٠٠ نظام عام ١٩٨٣ الي ٤٠٠٠ نظام في نهاية عقد الثمانينيات.

واتسمت فترة الثمانينيات باتساع قاعدة المستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية اتساعا لم يلاحظ من قبل ليشمل دول اوربا غربا وشرقا والاتحاد السوفيتي السابق وبعض الدول الأفريقية. كما عرفت هذه الفترة بأنها مرحلة التغيير الهام والطور السريع في تقنية المعلومات الجغرافية بسبب

التقدم الذي ظهر في صناعة الحاسبات الآلية خاصة في مجال سرعة معالجة البيانات وتعدد امكانيات ووسائل التخزين وانخفاض الاسعار في سوق هذه الأجهزة يالإضافة الي ظهور نظم متكاملة لمعالجة البيانات احتوت علي وظاف عديدة في مجال نظم المعلومات الجغرافية من اهمها نظام ARC/ INFO من مؤسسة ESRI ونظام SPANS من مؤسسة TYDAC TECHNOLOGIES ونظام SICAD من مؤسسة SIEMENS بالمانيا.

وقد شهدت هذه الفترة كذلك التطور السريع في نظم المسح الأرضي وجمع المعلومات الميدانية بالاعتماد علي أجهزة تحديد المواقع علي سطح الأرض Global Positioning System وأجهزة تبادل المعلومات وإرسالها مباشرة الي شبكات الحاسب الآلي والتي تعرف باسم Real Time Systems وتقدم مجال الإتصال المباشر بين مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية عن طريق شبكات الاتصال العالمية مثل GIS Online Bitent.

كما انعقدت كثير من المؤتمرات والندوات في مجال نظم المعلومات الجغرافية مثل سلسلة مؤتمرات حول نظام AUTOCARTO ونظام ARC/ INFO والتي كانت من ثمراتها التفاعل بين الخبرة وبين الباحثين عنها، وبما انعكس علي طبيعة التطبيقات المختلفة في مجالات عديدة لنظم المعلومات الجغرافية وتطوير اساليب ومقررات دراسية هذه النظم في الجامعات، واقتران ذلك بصدور العديد من الدوريات والمجلات العلمية وكذلك المؤلفات والمراجع المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية، هذا

بالإضافة الي تطور أساليب أعداد قواعد المعلومات وأساليب تصنيف وترميز المعلومات المكانية.

وشهد هذا العصر التحرك الفعال لتطوير قواعد البيانات في نظم المعلومات الجغرافية من مشروع مكلف يقتصر علي المؤسسات الي وجود مبررات قوية للإستثمار في تطوير قواعد البيانات من جانب الشركات الهادفة للربح مما وسع نطاق الاهتمام بمجال وعلم نظم المعلومات الجغرافية علي مختلف المستويات المحلية والإقليمية والعالمية.

رابعاً: مرحلة التسعينيات من القرن العشرين(التحليل الخرائطي والنمذجة):

واصلت نظم المعلومات الجغرافية ونظم الحاسب الآلي تطورها خلال هذه الفترة، حيث حدت تغير جوهري في حقبة التسعينيات وانتقلت فيه من التركيز علي الاستعلام الوصفي الي التحليل العميق للعلاقات المكانية علي الخرائط، وظهرت نظم فرعية غطت علي ما ظهر من عجز في وظائف وخدمات نظم المعلومات الجغرافية في فترة الثمانينيات السابقة، خاصة في مجال تحليل المرئيات الفضائية، ومن نبت اختيار نظام منفرد مثل نظام ERDAS of Landsat الذي يمكن ربطه مع برنامج نظم المعلومات الجغرافية . ولذا اهتمت الشركات المنتجة للنظم الكبري بتطويرها ليتضمن امكانيات التعامل مع نظام ARC EDITOR ،بينما يعد النوع الثاني من أنظمة أوامر التطبيقات الخطية وهو يماثل بصفة أساسية نظام ARC / INFO وتنتج مؤسسة INTERGRAPH نوعين أساسين من الأنظمة وهما : GEOMEDIA، MGE،ويعد نظام GEOMEDIA من حزم

GIS التي تستخدم علي حاسب سطح المكتب يتعامل مع البيانات المتكاملة والمرئية، كما يتوافق مع بيئة النوافذ WINDOWS المعيارية وأدواتها المتطورة، بينما يتضمن نظام MGE الذي يعمل مع انظمة WINDOWSأو UNIX ، سلسلة من المنتجات التي تثمثل في انتاج وتحليل البيانات، ويمكن تحويل البيانات من أحد النظامين للنظام الآخر.

ويمكن القول أنها عملت علي تحويل معظم النماذج والنظريات المكانية الي نماذج قابلة للتطبيق عبر الحاسب الآلي والإستغناء عن الطرق التقليدية في تطبيقها. حيث تطورت الرياضيات المكانية بشكل مماثل للإحصاءات المكانية من خلال توسيع المفاهيم التقليدية أو استبدالها بالقدرات الكمبيوترية السريعة والدقيقة لإجراء العمليات الحسابية والمنطقية.

مما أدي الي ظهور مجال وتطبيقات "جبر الخرائط Mao Algbra" الذي يستخدم العمليات والحسابات الرياضية المتتابعة لإجراء تحليلات معقدة علي الخرائط الرقمية . هذه العمليات مشابهة لعلم الجبر التقليدي الذي يستخدم العمليات البدائية(مثل الجمع – الضرب –الطرح – القسمة – الأس – الحد الأعلي) وحتي دمج مجموعة من الخرائط ، هذه الأدوات الجديدة ومناهج وأساليب النمذجة التي يمكن تطبيقاها علي البيانات المكانية تتضافر لتعزيز عمليات صنع ودعم القرارات الفعالة.

خامساً: مرحلة بداية القرن الحادي والعشرين:

تظهر الشركات الصغيرة خلال هذه الفترة وحتي الآن تحاول إن تنتج برامج تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وأن تنشر استراتيجية

المشاركة فيما بينها لتقوية دورها في سوق نظم المعلومات الجغرافية. وتعد حزمة البرامج التي تعرف باسم GRASS من الحزم المتفردة بين أقرانها في مجال النظم وذلك لأنها حزم مجانية تطلب بدون مقابل في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وفي المانيا. وبعض حزم وأنظمة برنامج نظم المعلومات الجغرافية تتجه بانتاجها وتتوجه نحو مجموعات معينة من المستخدمين . ومن أمثلة هذه الحزم حزمة TRANS CAD التي صممت ليستخدمها المحترفيين والمتخصصين في النقل. وقد دخلت كذلك كل من شركة ميكروسوفت وأوراكل واي بي أم في مجال صناعة نظم المعلومات الجغرافية. فأنتجت شركة ميكروسوفت برنامج MAP POINT لمساعدة محللي قطاع الأعمال الذين يحتاجون الي تحليل ورسم خرائط البيانات الرقمية، بينما أنتجت شركة أوراكل حزمة Oracle Spatial والتي يمكن أن تقوم بتخزين البيانات والرجوع اليها وإداراتها في نظام اوراكل لإدارة قواعد البيانات الترابطية، ومن خلال شراء نظام Informix قامت شركة IBM بعرض حزمة تعرف باسم Spatial Data Blade وهي إمتداد يسمح بتخزين بيانات مواقع أرضية في قاعدة بيانات ترابطية أنشأتها شركة IBM . ولمواكبة تكاثر أنشطة صناعة نظم المعلومات الجغرافية في بداية القرن الحادي والعشرين صدر العديد من المؤلفات والمراجع العلمية وكثير من المجلات العلمية والدوريات المتخصصة في مجال نظم المعلومات الجغرافية ومضمار تطبيقاتها المتسع والمتعدد مما ساعد علي اتساع الأفق العلمي والتطبيقي لتلك النظم.

سادساً: مرحلة الوسائط الخرائطية المتعددة(منذ عام ٢٠١٠م) [١]:

خلال هذه الفترة خصصت وزارة العمل الأمريكية التقنيات المكانية Geo-Technology بإعتبارها واحدا من ثلاثة من التكنولوجيا الضخمة " ميجا تكنولوجي" (تقنية النانو والتكنولوجيا الحيوية) والتي غيرة ومن المتوقع ان تغير أكثر من سطح الأرض في القرن الحادي والعشرين. هذا القبول الواسع للتقنيات المكانية واستخدامها والأثر الناتج عنه هو نتيجة لموجة عامة من انتشار الكمبيوتر في المجتمع الحديث. كما أن القبول المجتمعي هو أيضا نتيجة للأشكال الجديدة من الخرائط والأدوات الحديثة من بيئات المعالجة. فالأنظمة الرائدة ضمن نظم المعلومات الجغرافية أفسحت المجال لإستغلال خدمات شبكة الإنترنت وتصميم حلول وتطبيقات سريعة للمشكلات المكانية بمشاركة أوسع. وهناك عدد متزايد من المواقع التي تمكن المستخدمين من طرح وجهات نظرهم بشأن مجموعات واسعة من البيانات المكانية. كما أن معايير تبادل البيانات وقابلة التشغيل البيني بين المستخدمين تضيف مرونة جديدة بشأن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية علي شبكة الإنترنت، مما يعزز من تنوع الأدوات التحليلية وقدرات العرض. النتائج هي تطبيقات عالمية المستوي من معالجة البيانات والعرض الجغرافي. في هذه البيئة الجديدة ، يركز المستخدم علي المنطق المكاني لإيجاد حلول مبتكرة باستخدام الخراط الرقمية.

وهناك سمات أخري في البيئة الجديدة للمعالجة في نظم المعلومات الجغرافية في هذه المرحلة هي الإندماج الكامل بين بيانات النظام العالمي

---

(١) د/ شوقي أبو الغيط علي منصور ، نظم المعلومات الجغرافية الأسس العلمية والمفاهيم التطبيقية،دار المعرفة الجامعية ، ٢٠١٦ م ، ص ص ٢١٥- ٢٣٣.

لتحديد المواقع وبيانات الاستشعار عن بعد مع نظم المعلومات الجغرافية . فتوفر مثل البيانات يشكل ثراء لمخلات نظم المعلومات الجغرافية . كما ان إضافة النظم المساعدة، مثل الروبوتات والأجهزة المسحية لإجراءات الآلية الجديدة لجمع البيانات أدي الي بلورة التطبيقات المكانية الحديثة المعتمدة بصورة أساسية علي شبكة الإنترنت. بالإضافة الي التغيرات الراهنة في نمط وبيئة معالجة الخرائط، فان مثل هذه التطورات لم تقتصر علي العرض ثنائي الأبعاد للخريطة ، ولكن توصلت الي معلومات مكانية في نموذج ثلاثي الأبعاد مع إمكانية وصله الواقع الإفتراضي ودمجه مع الصور والمقاطع الواقعية الفوتوغرافية المرتبطة بالمواقع علي الخريطة، إضافة الي النمذجة التنبؤية التي لديها القدرة علي توقع ومسار الظاهرات المتغيرة مثال نمو النباتات ونحت السواحل في المستقبل.

سابعاً: التفكير المكاني المغاير(المرحلة المستقبلية):

بناءا علي التقدم الكبير في نظم المعلومات الجغرافية في الماضي ، فمن المتوقع أن يبني مستقبلها علي أسس معرفية أكثر تعقيدا من الماضي، حيث ركزت في الماضي علي النماذج التحليلية علي خيارات إيجاد حلول علمية للمشكلات المكانية بشكل سريع عبر الحاسب الآلي. ولكن من المتوقع ان يتغير هذا الاتجاه مستقبلا لينتقل الي صورة تعتمد علي ابتكار طرق وأدوات جديدة تفوق التحليل السريع لتصل الي مرحلة ما يمكن تسميته بالتحليل المكاني المغاير المعتمد علي تطوير للخوارزميات والكمبيوتر والنماذج قد تصل الي حد تنفيذ الأوامر عن طريق المحادثة الشفهية مع البرنامج.

كما يتوقع أن تساهم نظم المعلومات الجغرافية في تثقيف الجماهير ونشر الأفكار العلمية للجغرافيا والتحليل المكاني وتطوير مهارات التفكير المكانية في المجتمعات، ولن تتوقف تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية عند حدود رسم الخرائط وانما ستذهب الي تطوير التطبيقات الجغرافية المكانية وطرق التدريب، وتعطي الي الأجهزة والبرمجيات وقواعد البيانات تقنيات وأدوات تحليلية مبتكرة.كما يتوقع تضاعف في عدد المستخدمين والمهتمين بنظم المعلومات الجغرافية ، كم أن العمل الفردي سينحسر لصالح العمل الجماعي والتدريب التشاركي والبحث المكاني بفرق وورش عمل كما هو موضح بالجدول التالي.

جدول مقارنة بين الاتجاهات القديمة والمستقبلية لنظم المعلومات الجغرافية

الإتجاهات القديمة لبنية نظم المعلومات الجغرافية	الإتجاهات المستقبلية لبنية نظم المعلومات الجغرافية
تطبيقات قليلة	تطبيقات متعددة ومتنوعة
عدد قليل من المستخدمين	عدد كبير من المستخدمين
العمل الفردي	الإندماج والعمل الجماعي
الثبات	الديناميكية

- **مستقبل Hardware في نظم المعلومات الجغرافية:**

نظرا لتطور الكبير والتغيرات الجذرية فيطبيعة البرمجيات والعتاد مما انعكس بالطبع علي نظم المعلومات الجغرافية وواجهات المستخدمUI في برمجياتها. كما تعددت وتنوعت أيضاً الأدوات المتصلة بالكمبيوتر مثل الأجهزة المتقدمة للتصفح باللمس والأقلام الخفيفة، والنوافذ المتعددة علي شاشة واحدة وأجهزة الصوت والرسوم المتحركة، ومن أهم التطورات التي حدثت في الجمع بين (النوافذ والأيقونات والقوام والمؤشرات) ضمن جهة واحدة. كما تنوعت أيضاً الأجهزة الطرفية والتي من الممكن ربطها بالكمبيوتر لأداءمهام خاصة مثل الترقيم والتصوير والمسح الضوئي ومن المتوقع حدوث مجموعة من التتغيرات والتطورات في عناصر ومكونات نظم المعلومات الجغرافية مثل العتاد ومكونات الحاسب الآلي المستخدمة في عمليات إدخال البيانات وإخراجها علي النحو التالي:

- تحميل وتسطيب برمجيات نظم المعلومات علي الموبايل والهواتف المحمولة.
- أجهزة الجيب Pocket Size تحمل برمجيات شاملة لدمج ال GPS, GIS& image processing.
- أجهزة مكتبية صغيرة ذات قدرات تخزينية كبيرة تصل الي الألف الجيجابيت.
- سي دي واحدة تحتوي علي البيانات المكانية الكاملة والشاملة لقطر واحد.
- جي بي إس يقوم بالترقيم الآلي في الميدان كما يقوم بارسال القراءات المكانية للإحداثيات من الميدان الي الكمبيوتر.
- لوحة الترقيم ثلاثية الأبعاد.

- **مستقبل برمجيات Software لنظم المعلومات الجغرافية**

تتمثل أهم الإتجاهات البرمجية الحديثة هي استخدام اللغة البرمجية كائنية التوجه Object Oriented Language وذلك لترتيب وتنظيم الموضوعات والملامح والظاهرات المكانية. وذلك من خلال المعرفة المسبقة لأنواع الملامح المفردات المكانية بحيث تسمح للعمليات والخوارزميات للقيام بتخزينها وترتيبها وأدارتها علي نحو سريع ومتقدم.

ومستقبل نظم المعلومات الجغرافية يمكن أن يسمح للمستخدم بتحديد المهام المستقلة للبيانات، بصورة مغايرة أو عن طريق المحادثة الصوتية المباشرة مع البرمجية, وستكون الاستعارات البديلة الممكنة هي اللغة الإنجليزية. فمن المحتمل جدا أن الجيل القادم من نظم المعلومات الجغرافية يتضمن بعض أو كل هذه الميزات، مما يجعلها الي حد كبير أسهل للإستخدام علي النحو التالي:

- يتوقع علماء نظم المعلومات الجغرافية أن تتطور البرمجيات المكانية الي حد تنفيذ الأوامر والعمليات بالصوت علي سبيل المثال يطلب من البرمجية إنشاء حرم ٥ كيلو مترات حول الظاهرة make 5 " meter buffer".
- المزيد من عمليات نظم المعلومات التحليلية السريعة والمعقدة والقدرة الفائقة علي حل المشكلات الاقتصادية والإجتماعية المتنوعة والمتشابكة.
- تطور في تطبيقات الذكاء الصناعي كالمنطق الضبابي fuzzy logic وعدم التيقن المكاني Spatial Uncertainty .

- احتمالية التنفيذ الأتومتيكي لإسقاط البيانات المكانية.
- زيادة مطردة لإستخدام ودمج الشبكة العنكبوتية في تحليلات وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.
- دمج لمجموعة من البرمجيات لتتكامل في تنفيذ حزمة من العمليات والتحليلات المكانية التي يصعب علي برمجية واحدة تنفيذها.
- تنوع في البرمجيات التي تستهدف محاكاة الأنظمة البشرية والإيكولوجية وتقوم بنمذجتها.
- تزايد في اعداد البرمجيات الحرة والمفتوحة المصدر، حيث من المحتمل أن تنمو كبدائل قابلة للتطبيق والاستخدام علي حد سواء مع البرامج التجارية.
- من المتوقع أن يزداد الحرص علي استخدام البرمجيات في المدارس لتعلم نظم المعلومات الجغرافية ومحو الأمية المكانية للشباب في المراحل التعليمية المتوسطة ، سيكون لذلك أثر مباشر في زيادة الوعي المكاني وفهم قيمة المكان في السياق الوطني والإقليمي والعالمي.
- تنمية القدرات والبرامج التعليمية لنظم المعلومات الجغرافية سوف يحتاج الي ان تكون مصممة لاحتياجات كل بلد علي حدة.

- **مستقبل البيانات DATA في نظم المعلومات الجغرافية:**

يعتبر التطور التكنولوجي في مجال صناعة البيانات وإدارتها سوف يستمر في كونه الإتجاه رئيسي لتطوير تكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية المتخصصة ، ومن المحتمل ايضا أن يصبح التيار السائد هو ربط وتبادل البيانات بشكل متزايد من خلال شبكة الأنترنت والتي ستتمكن من التوزيع السريع والإستيعاب الفعال للمعلومات الجغرافية، وأيضاً تسريع الاستجابة لتلك البيانات الي حد ان الاجهزة التي تعمل مثلا في نطاق تقديم الخدمات الطارئة كخدمات الصحة والطوارئ ستقوم باستغلال هذه الامكانات لتلبية أهداف عملها . ولكن يوجد بعض المعوقات أهمها القضايا المتعلقة بالطلب المتزايد علي الوصول الحر والمفتوح للبيانات الجغرافية المكانية. إضافة الي التحديات المتعلقة بقضايا مثل الخصوصية والمسؤولية والملكية الفكرية ، ويتوقع في مجال البيانات باعتبارها أهم مكونات نظم المعلومات الجغرافية يتوقع ما يلي:

- زيادة أجهزة الاستشعار والتي تقوم بجمع وتوفير المعلومات الجغرافية المكانية، وزيادة وتغيير ديناميكية عملية جمع البيانات . وهذا يؤدي لزيادة دور انشاء البيانات الجغرافية المكانية وإتاحتها للمستخدمين.
- سيتم إنشاء بيانات جديدة من خلال المستخدم مع امكانية تبادلها من خلال وسال الاعلام الاجتماعية وشبكة الإنترنت .
- زيادة الطلب علي التطبيقات المستخدمة مع الصور الجوية والمرئيات الفضاية عالية الدقة.

- إستخدام طائرات بدون طيار كأداه لجمع البيانات الجغرافية المكانية بشكل سريع.
- زيادة في البيانات المكانية التي يمكن عرضها بشكل ثلاثي الابعاد حتي المعلومات الجغرافية المكانية التي تتضمن الوقت كبعد رابع.
- من المحتمل أن يتم ربط المعلومات الجغرافية ووسائل الاعلام الاجتماعية، حيث يمكن من توصيل المعلومات في الوقت الحقيقي وتطبيق عملية النمذجة والاستجابة للكوارث بشكل أكثر ديناميكية.
- سوف تتكاثر أجهزة الاستشعار منخفضة التقنية ومنخفضة التكاليف، لتمكين من إدارة البيانات الضخمة ذات الحجم الكبير داخل الشركات والحكومات ، كما يتوقع تتزايد أنظمة رصد الأرض مما يجعل صور الأقمار الصناعية متاحة في اي مكان وفي اي وقت.
- من المتوقع خلال الخمس سنوات القادمة ،سيكون التطور الجيوتكنولوجية دوراً في تحديث تطبيقات الجودة الجيوديسية مثل المدارات التي تدور حول الأقمار الصناعية فيها بشكل مختلف وذلك لتحسين نظم الإنذار المبكر للزلازل والبراكين وموجات المد العالي، وصولا الي تحديث وتطوير أجهزة الرصد المكاني الشخصية التي بحوزة المستهلك العادي كالهواتف والأجهزة الحاسوبية الرقمية، وكلها من المتوقع العمل علي زيادة دقتها لتحديد المواقع.
- في غضون العقد القادم فأنه من المرجح أن تكون جميع الهواتف الذكية قادرة علي التصوير ثلاثي الابعاد ثلاثي الابعاد وأن ترتبط هذه الأجهزة مكانيا بشكل يخدم العمال والاداريين والعاملين في نظم

الطوار وعمال المرافق العامة، يمكنهم من خلال هواتهفم النقالة من تكوين شبكة مترابطة تعمل علي توفير البيانات المكانية بشكل مباشر.

- زيادة دور الوكالات الوطنية والاقليمية لرسم الخرائط كمصدر موثوق للبيانات الجغرافية المكانية ذات الجودة العالمية. ومن المتوقع أن يزيد التركيز علي تدريب الموظفين في الوكالات الوطنية والدولية لرسم الخرائط وسوف يتعين ترشيد واعادة تدريبهم لاكتساب المهارات المتعددة والمتنوعة في نظم المعلومات الجغرافية لتلائم التخصصات والتطبيقات الجديدة.

المصادر والمراجع :

١-شوقي أبو الغيط علي منصور، نظم المعلومات الجغرافية(الاسس العلمية والمفاهيم التطبيقة) ،دار المعرفة الجامعية، ٢٠١٦م.

٢-أحمد صالح الشمري، نظم المعلومات الجغرافية من البداية، ٢٠٠٧م.

٣-جمعة محمد داود، أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية GIS ، النسخة الأولي،٢٠١٢م.