مقرر

تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

إعداد

د. أحمد أبو حديد

أستاذ الجغرافيا الطبيعية والجيوماتكس

كلية الآداب - جامعة جنوب الوادي

د. حمدان النجار

أستاذ الجغرافيا البشرية

ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد

كلية الآداب - جامعة جنوب الوادي

٢٠٢٤ - ٢٠٢٥

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول : نظم المعلومات الجغرافية وخطوات بناء نظام المعلومات الجغرافي	١-٢٢
الفصل الثاني : الاستعلام في بيئة نظم المعلومات الجغرافية	٢٣-٥٣
الفصل الثالث : استيفاء البيانات Spatial interpolation	٥٤-٧٤
الفصل الرابع : أساليب التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية	٧٥-١٠٦
الفصل الخامس : التحليل الهيدرولوجي Hydrologic Analysis	١٠٧-١١٥
الفصل السادس: التركيب البنائي Topology	١١٦-١٤٨
الفصل السابع: subtype and domain	١٤٩-١٦٢
الفصل الثامن: تطبيقات الاستشعار عن بعد	١٦٣-٢١٤
المراجع	٢١٥

الفصل الأول

نظم المعلومات الجغرافية

وخطوات بناء نظام المعلومات الجغرافي

أولاً: ماهية نظم المعلومات الجغرافية: *Geographic Information Systems*

هناك عدة تعريفات نظم المعلومات الجغرافية ، نذكر منها ما يلي:

- تعريف سميث وزملاءه:" نظام المعلومات الجغرافي هو نظام قاعدة المعلومات والذي يحتوي على معلومات مكانية مرتبة بالإضافة إلى احتوائه على مجموعة من العمليات التي تقوم بالإجابة على استفسارات حول ظاهرة مكانية من قاعدة المعلومات " .
- تعريف وزارة البيئة البريطانية: " نظم المعلومات الجغرافية هي نظم متكاملة تقوم بحصر وتخزين ومراجعة ومعالجة وتحليل عرض البيانات التي تعتمد على نظم الإحداثيات المكانية على سطح الأرض " .
- تعريف عزيز: " نظم المعلومات الجغرافية هي نمط تطبيقي لتكنولوجيا الحاسب الآلي والتي تهتم بإنجاز وظائف خاصة في مجال معالجة وتحليل المعلومات المكانية بما يتفق مع الهدف التطبيقي لها معتمدة على كفاءة بشرية وإلكترونية متميزة " .

لا يوجد تعريف موحد عالميًا للجيومعلوماتية ولا لنظم المعلومات الجغرافية رغم بدء تلك الأخيرة منذ ستينيات القرن الماضي، وعلى الرغم من ذلك فمن التعريفات الجامعة للجيومعلوماتية *Geoinformatics* تعريف *(Awange & Kiema)* وقد عرفاها بأنها "العلم والتكنولوجيا التي تعنى بالمعلومات المكانية من جمعها، وتصنيفها وإعدادها، وتخزينها ومعالجتها وتحويلها لخرائط ثم نشرها". ومن ثم فالجيومعلوماتية تتضمن الحصول على البيانات الجغرافية عادةً من مستشعرات مراقبة الأرض كالصور الفضائية المستحسة، وتحليلها بواسطة أنظمة المعلومات الجغرافية (*GIS*) وتحويلها إلى خرائط. علاوة على ذلك، فهي تجمع بين التحليل والنمذجة الجغرافية المكانية وتطوير قواعد البيانات الجغرافية وتصميم نظم المعلومات والتفاعل بين الإنسان والحاسوب وتقنيات الشبكات السلكية واللاسلكية. لذا فهي تشمل رسم الخرائط، والجيوديسيا، ونظم المعلومات الجغرافية، وأنظمة الأقمار الصناعية للملاحة العالمية (*GNSS*)، والتصوير الضوئي، والاستشعار عن بعد. ورسم الخرائط على شبكة الإنترنت.

إن خلال الجمع بين القوة الحاسوبية المتزايدة باستمرار، وتقنيات الاتصالات الحديثة، والبيانات الجغرافية الوفيرة والمتنوعة، وخوارزميات تحليل الصور المتاحة والأكثر تقدماً، ودمج التقنيات مثل الاستشعار عن بعد *RS*، ونظم المعلومات

الجغرافية *GIS*، ونظام *GNSS*، قد فتح مجالات متعددة للاستخدام التطبيقي للجيومعلوماتية. بما في ذلك؛ التخطيط الحضري وإدارة استخدام الأراضي، وأنظمة الملاحة داخل السيارة، والكرات الافتراضية، والصحة العامة، وإدارة المعاجم المحلية والوطنية، والنمذجة البيئية وتحليلها، وتخطيط وإدارة شبكات النقل، والزراعة، والأرصاد الجوية وتغير المناخ، وعلوم البحار والمحيطات، نمذجة الغلاف الجوي، وتخطيط مواقع الأعمال، والهندسة المعمارية وإعادة البناء الأثري، والاتصالات السلكية واللاسلكية، وعلم الجريمة ومحاكاتها، والطيران، والبحرية والنقل وغيرها.

ـ أهمية نظم المعلومات الجغرافية:

إن نظم المعلومات الجغرافية ما هي إلا تسهيلات معلوماتية تساعد في الإجابة عن الكثير من التساؤلات ذات الطبيعة المكانية التي تدور في ذهن الطالب أو الباحث. ويمكن تلخيص أبرز التسهيلات المعلوماتية التي تقدمها النظم الجغرافية:

- حفظ المعلومات واستخراج المعلومات آلياً.
- عرض ورسم الخرائط والأشكال.
- تساعد في الوصول إلي كمية كبيرة من المعلومات بفاعلية عالية.
- ربط وتحليل المعلومات الجغرافية وغير الجغرافية.
- تساعد علي اتخاذ أفضل قرار في أسرع وقت.
- الاستفسار عن معلومة مكانية: *Query* أن التساؤل عن : ماذا يوجد في الموقع (س) ، أو أين تقع الظاهرة (ص) وغيرها من الأسئلة المكانية يجيب عنها نظام المعلومات الجغرافية . وبصيغ مبسطة يستطيع مستخدم النظام اختيار المظاهر الموجودة على الخريطة الأساس المخزونة في النظام والاستفسار عنها ، إضافة إلى ذلك بإمكان المستخدم اختيار مظاهر معينة تتوافق مع مجموعة من المعايير ويقوم الحاسب برسمها على خريطة ، كأن ترسم خريطة المواقع التي تعرضت للسرقة خلال فترة معينة ، أو رسم خريطة المواقع التي عثر فيها على سيارات مسروقة وهكذا .

ترتبط نظم المعلومات الجغرافية عادة بنظم قواعد إدارة المعلومات *DBM* ومن خلالها تنجز عمليات الإجابة عن التساؤلات باعتماد لغة التقصي التركيبية *SQL* . وتساعد نظم المعلومات الجغرافية في التقصي عن العلاقات المكانية مثل المسافة ، ماذا يقع ضمن المسافة (س) من موقع محدد. أو التقصي عن ظاهرة

محددة في أكثر من طبقة معلومات واحدة ، ما المباني الحكومية التي تقع في منطقة عمل المديرية وهكذا .

- تلخيص الخصائص: تساعد قواعد المعلومات المكانية في اشتقاق ملخصات إحصائية ، أو الاشتقاق عبر الجداول الإحصائية *Cross tabulation* من جداول الخصائص المكانية في مجموعة البيانات في النظم ، فمثلا ، بالإمكان حساب المعدل والقيم الدنيا والعليا في أي مجال ضمن متغيرات الجدول. كذلك بالإمكان الربط بين مجالين أو أكثر في الجدول ، واستخلاص مجاميع لمجال ثالث لكل عملية ربط أو لكل خاصية أو فئة . يساعد هذا في حساب مجموع مساحة كل استعمال الأرض في الإقليم. وبعد الربط بين طبقتين أو أكثر من طبقات المعلومات ، وبعد تكون تداخلات بين البيانات عبر المناطق يمكن اشتقاق المتغيرات الجديدة .
- حساب المسافات وأطوال الطرق: هي من أبرز العمليات التي تؤديها نظم المعلومات الجغرافية ، حيث يمكن حسابها كخطوط مستقيمة بين نقطتين ، أو كشبكة. وباعتماد شبكة الطرق فإن النظام قادر على تقدير المسافة الفاصلة والوقت المستغرق للوصول إلى الهدف. فعندما يتم الإبلاغ عن تعرض موقع محدد إلى اعتداء فإن المسافة الفاصلة بينه وموقع مديرية الأمن يمكن حساب المسافة واختيار الطرق وحساب الوقت المستغرق للوصول إليه.
- تحديد المناطق المحيطة *Buffer Zone*: وهو نوع خاص من عمليات حساب المسافة حيث يقوم النظام بتحديد إقليم محيط بالظاهرة أو الموقع ، سواء أكان حول نقطة أو خط أو منطقة . وبالإمكان تحديد وزنها من خلال قيم الخصائص أو المعايير. فعلى سبيل المثال فإن الطرق المعبدة يمكن أن تحصل على مناطق عازلة أوسع من الطرق الترابية. وعند الاستقصاء فان المناطق العازلة تكون من جملة الاستفسارات المكانية .
- تحديد أقرب مظهر أو موقع: وذلك بالربط بين الاستقصاء المعلوماتى وحساب المسافة يمكن تحديد عدد من الظواهر القريبة من فئة معينة أو صنف معين أو موقع محدد. فمثلاً يمكن تحديد جميع المواقع القريبة من مستشفى معين أو أي موقع مهم ، والنتيجة تدعى بسطح الوصول حيث يتم حساب التدرج الزمني و المسافة من الموقع المحدد.
- تحديد مناطق الخدمات: وكناتج عن وظيفة إيجاد المظاهر القريبة ، وعند اعتمادها لتغطي إقليم كامل ومن ثم تجزئته إلى مناطق حسب القرب من تسهيل خدمي (مركز شرطة ، مدرسة ، مستوصف) عندها تكون الوحدات الأرضية قد تجزأت

إلى مناطق عمل وتقديم خدمات أو مناطق تغذية للمرافق الخدمية الموجودة ضمن الإقليم الكبير .

- الربط بين النقاط أو الخطوط في الإقليم: هناك العديد من الاستقصاءات في النظم الجغرافية تتطلب الربط بين مجاميع البيانات المختلفة. فمثلا قد تكون هناك إحداثيات لعدد من النقاط ممثلة تكتلات لمسح سكاني معين والمطلوب ربط نتائج المسح الميداني مع معلومات مستمدة من التعداد العام للسكان المتوافرة على أساس الوحدات الإحصائية. حينها سيقوم النظام بتحديد موقع كل نقطة ميدانية في الوحدة الإحصائية ويضيف معلومات التعداد العام إلى الخصائص التي سجلت في تلك النقطة أثناء المسح الميداني .
- تداخل المناطق: بتداخل مظاهر مناطق مجموعتين من البيانات المكانية في النظم الجغرافية حينها يقوم النظام بدمج مجموعتي البيانات لينتج عنها وحدات مكانية جديدة تضم المناطق التي حدث فيها التداخل، وحينها تتكون مجموعة بيانات جديدة تضم الخصائص الواردة في المجموعتين الأصليتين. واستنادا إلى طبيعة البيانات يقوم النظام أما الإبقاء على الخصائص كما هي دون تغيير (معلومات مجدولة ، نسب) أو يقوم بقسمتها على المنطقة الجديدة (بيانات عددية). ويحدث التداخل عند البحث عن معلومات عبر الجداول مثل حساب معلومات التعداد العام للسكان بالارتباط بنطاقات استعمالات الأرض.
- كما أن نظام المعلومات الجغرافية يتيح إمكانية البحث والاستفسار والتحليل الإحصائي لقواعد البيانات، مما جعلت منه أداة فريدة يمكن لقطاع عريض من المستخدمين الاستفادة منها في تطبيقات متنوعة. كما يساعد النظام في اتخاذ القرارات استناداً إلى المعلومات الجغرافية.
- **ويمكن تلخيص <u>فوائد نظام المعلومات الجغرافية</u> فيما يلي:**
  - تخفيض زمن الإنتاج وتحسين الدقة: فمثلا بدلاً من أن كان إنتاج خريطة يحتاج إلى أكثر من يوم نجده الآن وباستخدام الحاسب يمكن إنجازه في أقل من ساعة. وباستخدام الحاسب قلت كثيرا من الأخطاء التي كانت تنتج من الإنسان في إنتاج الخرائط نتيجة لعوامل الطقس، وإرهاق الأعصاب، والحالة السيكولوجية وكل هذا أدى إلى تحسين الدقة.
  - تخفيض العمالة: كانت في الماضي مختبرات رسم الخرائط تكتظ بالأيدي العاملة وذلك للحاجة إليهم في الرسم، والخط، والتلوين. أما الآن فيمكن لعامل واحد وبفضل استخدام نظم المعلومات الجغرافية أن يحل مكان ثلاثة

عمال عما كان عليه في الماضي، وهذا يعتبر نوعا من تقليل التكلفة غير المباشر.

- تخفيض التكلفة: بالنظر إلى الفائدتين المذكورتين أعلاه نجد أنهما يصبان في تقليل التكلفة وحسب النظريات الاقتصادية فإن الوقت مال وتخفيض زمن الإنتاج والعمالة يعنى كسبا ماليا. وهنا لابد من الإشارة إلى أن التكلفة المبدئية لإقامة نظم المعلومات الجغرافية قد تكون عالية، ولكن العائد سوف يكون كبيرا وفى بعض الأحيان قد لا يكون العائد ماديا مباشرا بقيمة الدولار، ولكن قد يكون في شكل تنمية الكوادر البشرية وتأهيلها (*Human Development*).

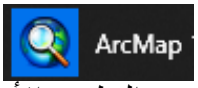
- مجالات استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية:

- تستخدم في الطرق والمواصلات، واختيار المسار المناسب لخطوط النقل بناء علي الكثافة، واختيار أفضل مسار للخطوط الجديدة.
- تخطيط وتصميم شبكات البنية التحتية .
- تطبيقات التنبؤ بالتغيرات فيما يتعلق بالاحتياجات السكانية ، مثل تقدير عدد الوحدات السكنية المطلوبة وأفضل مكان لها.
- إدارة المباني العامة والخاصة(أنسب مكان، المدارس، المستشفيات).
- الخدمات العامة (معتمدة علي أسلاك كهرباء أو أنابيب).
- المواصلات (الطرق السريعة، الشوارع، السكك الحديد، الموانئ).
- التخلص من النفايات الصلبة (مواقع دفن النفايات ،نفايات المحيطات)
- التخطيط العمراني (أنسب الأماكن لبناء مدن جديدة وتخطيطها).
- الكوارث الطبيعية(الأماكن المهددة بالزلازل، والأعاصير، والفيضانات
- جودة البيئة وصحتها (مصادر التلوث، التنمية المستدامة، تقييم الأثر البيئي للأنشطة المختلفة).
- تطبيقات الاتصالات والهاتف المحمول مثل تحديد نطاق حدود الخدمات وأيضا تحديد أفضل مكان لأبراج الاتصالات المتنقلة وأماكن الكثافة في الاستخدام.
- التطبيقات الأمنية مثل تحديد مناطق الجريمة ومحل اهتمام أنظار الشرطة ودورياتها وتكثيف النشاط الأمني في المنطقة.
- تطبيقات الإسعاف ونقل المصابين مثل تحديد اقرب مراكز الرعاية الطبية.

حزمة برامج ArcGIS:

يتيح لك *ArcGIS* استخدام المعلومات الجغرافية وإنشاءها ومشاركتها عبر المؤسسة والمجتمع وعامة على الويب. تتضمن هذه المعلومات خرائط ومشاهد وطبقات وتحليلات وتطبيقات. يمكن أن تتكامل العناصر من مصادر مختلفة وربطها بعناصر جديدة ومشاركتها عبر المواقع وتطبيقات المحمول وأجهزة سطح المكتب لمتلقيين مُحددين مثل الكسان والمطورين ومتخصصي *GIS*.

مكونات الحزمة البرمجية ArcGIS:

١. برنامج 

يعد ArcMap هو التطبيق الأساسي المستخدم في ArcGIS، ويستخدم لتنفيذ مجموعة واسعة من مهام GIS. ويتم تمثيل المعلومات والبيانات المكانية في ArcMap كمجموعة من الطبقات. ماذا يمكن لـ ArcMap أن يفعل

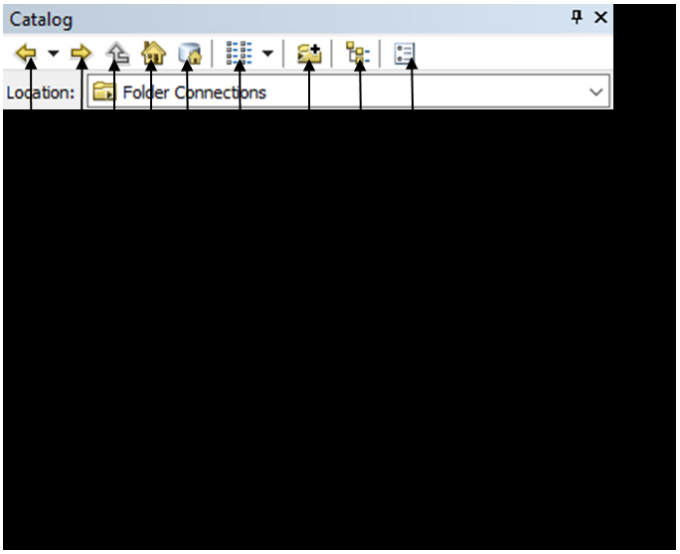
- العمل على الخرائط: يمكن من خلاله العمل مع مستندات الخرائط، والتنقل بين الطبقات وإجراء الاستعلامات في المظاهر المكانية والبيانات المتصلة بها.
- الحصول على البيانات المكانية وتحريرها.
- استخدام المعالجة المكانية لإجراء التحليلات.
- تنظيم وإدارة قواعد البيانات ومستندات الخرائط.
- نشر مستندات الخرائط والخدمات المكانية على الويب.
- مشاركة الخرائط والطبقات والنماذج المكانية وقواعد البيانات.

ArcToolbox:

ArcToolbox هو أحد مكونات ArcMap وليس برنامج مستقل ضمن حزمة ArcGIS، إلا أن له أهمية كبيرة، ويضم هذا الصندوق (١٨ مجموعة) من الأدوات بداخلها عشرات الأدوات تقوم بمهام المعالجة والتحليل والتدقيق وغيرها للبيانات المكانية والوصفية، ويتم ذلك كله من مربعات حوارية تستقبل مدخلات العمليات المطلوبة ويحدد من خلالها موضع حفظ المخرجات، وخصائص العملية المطلوب إجراءها.

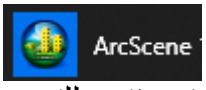
٢. برنامج ArcCatalog

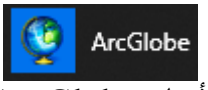
يستخدم برنامج ArcCatalog لتنظيم وإدارة أنواع مختلفة من المعلومات المكانية ومنها: (قواعد البيانات الجغرافية، الملفات النقطية والمصفوفية، مستندات الخرائط، مستندات scene ثلاثية الأبعاد، صندوق الأدوات، النماذج، ملفات البرمجة وغيرها).



٣. برنامج ArcGIS Earth

جزء من Esri Geospatial Cloud، يمكن من ArcGIS Earth استكشاف أي جزء من العالم. وعمل مجموعة متنوعة من تنسيقات بيانات الخرائط ثلاثية الأبعاد وثنائية الأبعاد... بما في ذلك ملف KML. وعرض البيانات ورسم العلامات الموضعية وقياس التحليل التفاعلي وإضافته وإضافة التعليقات التوضيحية.

٤. برنامج 

و 

يوفر ArcGIS بيئتين للتصور ثلاثي الأبعاد ArcGlobe و ArcScene ويمكن من خلالهما عرض وتحليل وتحريك بياناتك ثلاثية الأبعاد أو ثنائية الأبعاد في فضاء ثلاثي الأبعاد.

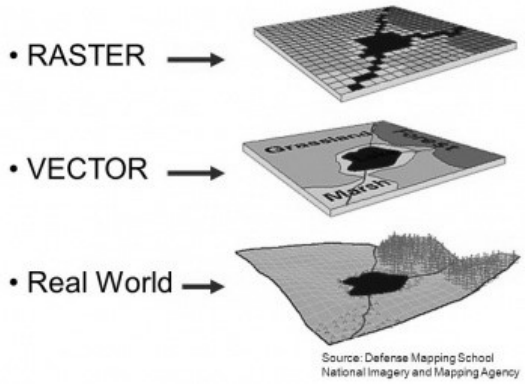
يلائم ArcScene العرض ثلاثي الأبعاد للمناطق صغيرة المساحة، كما وأنه يتعامل مع البيانات المتجهية كما هي ولا يحولها إلى بيانات مصفوفية، يمكن لـ ArcScene دمج بيانات LiDAR وإضافة ارتفاعات ذات قيمة z على الموقع المعروض وكذلك إضافة رسوم بيانية على العرض ثلاثي الأبعاد. ويمكن من خلاله إجراء التحليلات ثلاثية الأبعاد مثل القطاعات التضاريسية وخط الأفق وغيرها.

يعد ArcGlobe جزءًا من ArcGIS ٣D Analyst extension. ويلائم عرض البيانات على مستوى عالمي أو على مناطق واسعة المساحة، وتعرض البيانات عليه في صورة مصفوفية، في هذا الصدد نفسه، ويقوم بتخزين البيانات مؤقتًا، لذا عندما تقوم بتكبير المقاييس المختلفة، فإنها تعرض مستويات مختلفة من التفاصيل.

٥. ArcGIS for Mobile توفر المنصة تطبيقات تعمل على مختلف أنظمة الهواتف المحمولة بأدوات تساعد على جمع البيانات ، ومزامنتها مع قواعد بيانات مركزية ، أو محلية ، وكذلك تحرير البيانات ، وعرضها.

أنواع البيانات التي يتعامل معها البرنامج:

هناك نوعان من البيانات في قواعد البيانات الجغرافية وهما (البيانات المكانية Spatial Data والبيانات الوصفية Descriptive Data "السمات")، وتختص البيانات المكانية بمواقع وأبعاد وشكل الظاهرات الممثلة لمكان ما على سطح الأرض، أما البيانات الوصفية فهي عبارة عن جداول يتكون كل جدول من مجموعة من الأعمدة والصفوف؛ يمثل كل صف وحدة هندسية مرسومة (كائن / مظهر) ويمثل كل عمود إحدى خصائص هذا المظهر (الاسم – التاريخ – النسبة المئوية – النوع – تصنيف ما...)



بداية يجب التفريق بين صورتين أساسيتين من صور البيانات المكانية Spatial Data الممثلة لسطح الأرض والتي يتم تخزينها في بيئة البرنامج وهما:

البيانات المتجهية (الخطية / الشعاعية):vector data

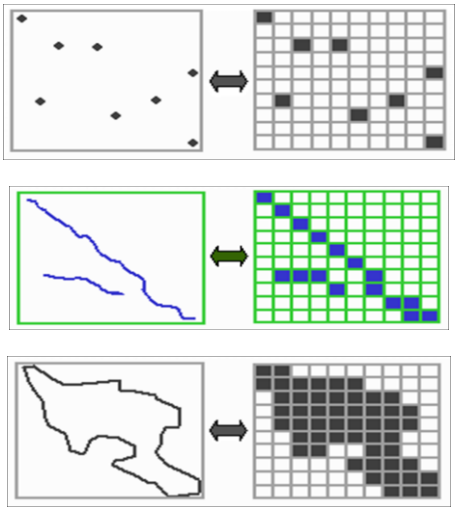
البيانات المتجهية عبارة عن بيانات يتم تخزينها على شكل هندسي. تخزن بيانات المتجهات العناصر المكانية كخطوط أو نقاط أو مضلعات تمثل الكائنات على الخريطة. وتربط نظم الإحداثيات هذه البيانات بمواقعها الحقيقية على سطح الأرض، وهي أساسية للتحليلات الطوبولوجية. وتشغل البيانات المتجهة مساحة تخزين أقل من البيانات النقطية، ولكنها لا تخزن قيم لجميع النقاط في مضلع معين. وهي تشبه إلى حد كبير طريقة التمثيل على الخرائط الطبوغرافية.

يتضح مما سبق أن النموذج الخطي لتخزين البيانات هي طرق لتمثيل المعلومات المكانية وتتكون من:

١ – الظواهر النقطية *Point*: هي عبارة عن موقع منفصل يرسم على الخارطة برمز يعكس مفهوم هذه النقطة، فهي تعكس ظاهرة جغرافية ليس لها مساحة مكانية مثل أعمدة الكهرباء والآبار وإشارات المرور وغيرها.

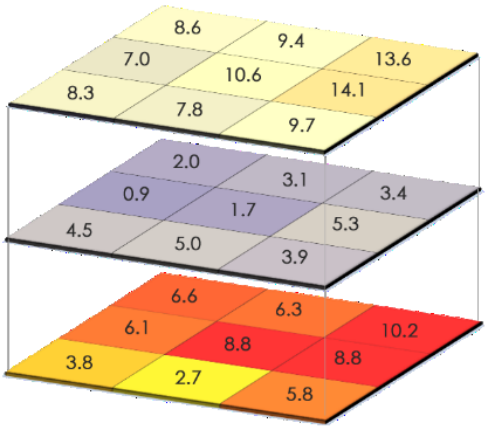
٢ – الظواهر الخطية *Line* : هي عبارة عن مجموعة متتالية من النقاط ، مثل الطرق والينابيع وتمديدات المياه والهاتف وغيرها.

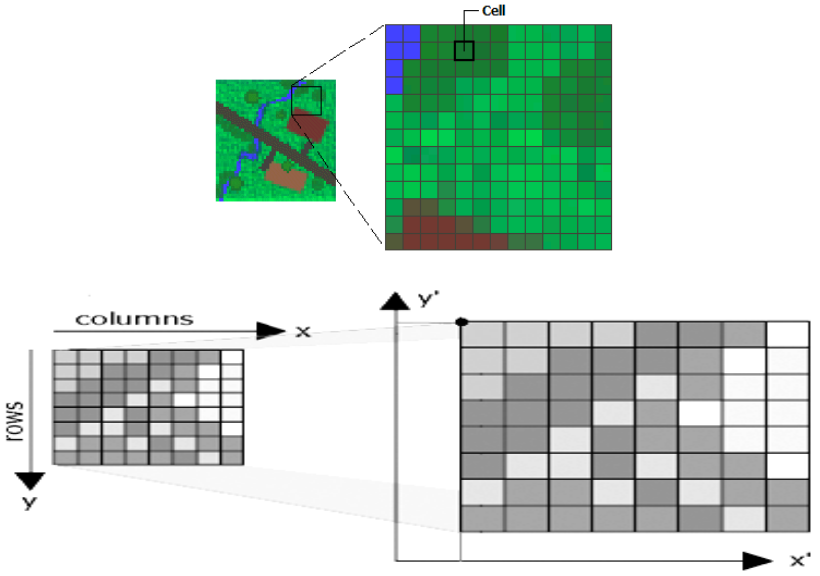
٣ – الظواهر المساحية *Polygon*: هي تلك الظواهر على الأرض والتي تحتل حيزاً ومساحة كبيرة وهي عبارة عن سلسلة من الخطوط المغلقة والتي بدأت في الأصل من نقاط متتالية بدأت من النقطة الأولى وانتهت بالنقطة الأولى فكونت مساحة مغلقة.



البيانات المصفوفية raster data:

البيانات في التنسيق المصفوفي هي بيانات مخزنة كسلسلة من الخلايا، لكل خلية قيمة واحدة. وتشمل الصور المسحوبة ضوئيًا والصور الجوية وصور الأقمار الصناعية، ولا يمكن استخدامها على صورتها للتحليلات الطوبولوجية. وغالبًا ما يتم استخدام تنسيق الخطوط النقطية لتخزين الصور في GIS، حيث إنه قادر على تخزين قيمة لجميع النقاط في مضلع معين. يستخدم التنسيق المصفوفي مساحة تخزين أكبر من التنسيق المتجهي. يعتمد قرار استخدام البيانات المصفوفية أو المتجهات على احتياجات مستخدم نظم المعلومات الجغرافية (Parker and Asencio, 2009, p Xvii)





البيانات المصفوفية

قواعد البيانات الجغرافية geodatabase:

قواعد البيانات الجغرافية هي قواعد بيانات علائقية تستخدم لتنظيم وحفظ وإدارة مجموعات البيانات المكانية وبيانات الخصائص والعلاقات.

ويمثل برنامج ArcCatalog الوسيط الأساسي الذي يمكن من خلاله إنشاء وإدارة قواعد البيانات الجغرافية.

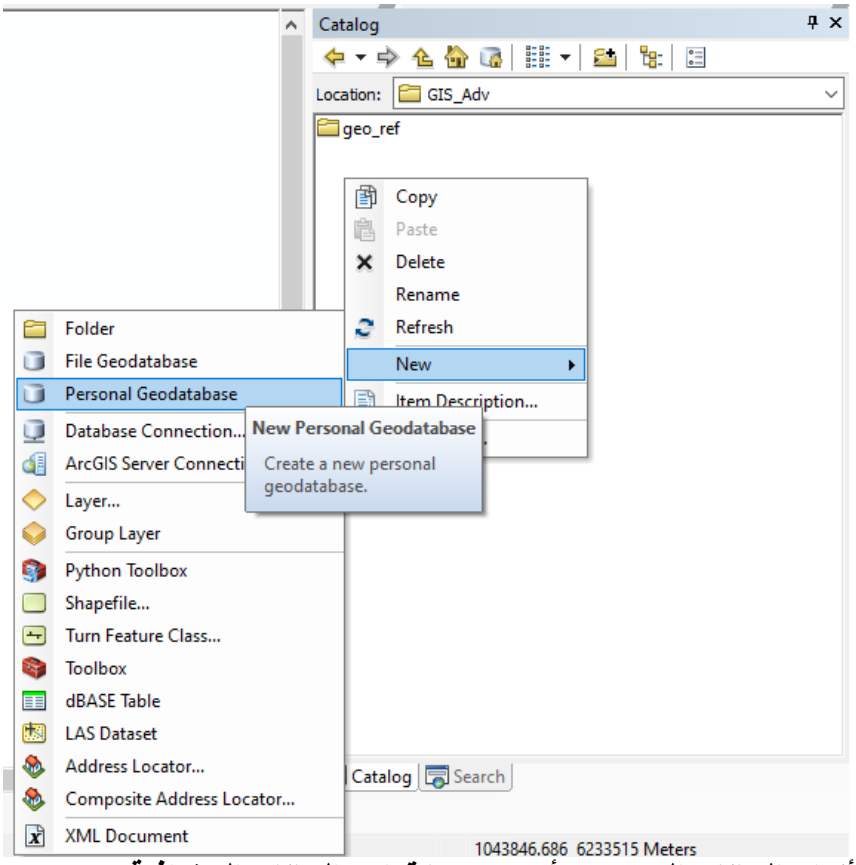
وهناك ثلاثة أنواع من قواعد البيانات الجغرافية وهي:

١. قواعد البيانات الجغرافية للملفات File geodatabases:

يتم تخزينها كمجلدات في النظام. يتم الاحتفاظ بكل مجموعة بيانات كملف يمكن أن يصل حجمه إلى ١ تيرابايت.

٢. قواعد البيانات الجغرافية الشخصيةPersonal geodatabases:

يتم تخزين جميع مجموعات البيانات داخل ملف بياناتMicrosoft Access ، والذي يقتصر حجمه على ٢ غيغابايت.



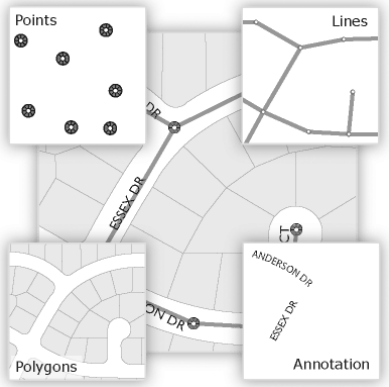
أنواع البيانات التي يمكن أن تحتويها قواعد البيانات الجغرافية Datasets types:

١. فئات المظاهر Feature class :

فئات المظاهر هي مجموعات متجانسة من المظاهر، ولكل منها نفس التمثيل المكاني، مثل النقاط أو الخطوط أو المضلعات، على سبيل المثال، فئة مظاهر خط لتمثيل خطوط الطرق.

وفئات المظاهر الأربعة الأكثر استخدامًا هي النقاط Points والخطوط Lines والمضلعات Polygons والتعليقات التوضيحية Annotation (وضع المسميات كنصوص في المواضع التي تعبر عنها على الخريطة).

في الرسم التوضيحي أدناه، تُستخدم هذه العناصر لتمثيل أربع مجموعات بيانات لنفس المنطقة: (١) مواقع غطاء فتحة الصرف كنقاط، (٢) خطوط المجاري، (٣) مضلعات البنايات، و (٤) أسماء الشوارع.



ولا تقتصر فئات المظاهر على هذه الأربعة (Points, Lines, Polygons, Annotation) وإنما توجد فئات أخرى تتضمن:

- الأبعاد Dimensions:

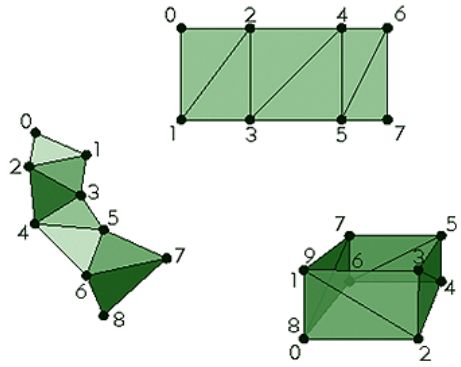
هي نوع خاص من التعليقات التوضيحية Annotation يوضح أطوالًا أو مسافات محددة، على سبيل المثال: للإشارة إلى طول جانب مبنى أو حد قطعة أرض أو المسافة بين مظهرين. وتستخدم بشكل كبير في تطبيقات التصميم والهندسة.

- Multipoints:

النقاط المتعددة هي نوع من أنواع فئات المظاهر يختص بإدارة مصفوفات لمجموعات هائلة من النقاط قد تكون مليارية، مثل مجموعات نقاط الليدار، حيث يصبح إنشاء صف جديد لكل نقطة أمر يصعب عمليات إدارة البيانات واستقاء النتائج منها.

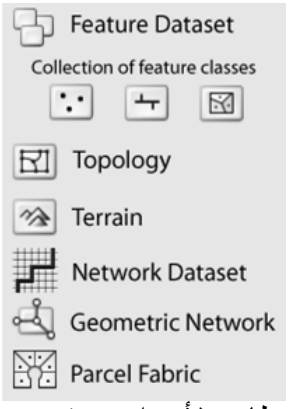
- Multipatches:

ومهمتها التمثيل ثلاثي الأبعاد، إذ تُستخدم لتمثيل السطح الخارجي أو الهيكل للمظاهر ثلاثية الأبعاد. وتتكون Multipatches من حلقات ومثلثات تجمع معًا لتكوين سطح ثلاثي الأبعاد.



٢. مجموعة بيانات المـ
مجموعة بيانات المـ (Feature classe
متصلة ومرتبطة ببعـ وتشترك في نظام الإحداثيات. الغرض الأساسي منها هو تنظيم فئات المظاهر في مجموعة بيانات

مشتركة لإنشاء طوبولوجيا أو مجموعة بيانات شبكة أو مجموعة بيانات التضاريس أو شبكة هندسية.



تستخدم مجموعة بيانات المظاهر لأغراض متعددة منها:

أ- تنظيم فئات المعالم المرتبطة موضوعيا:

قد يتم تنظيم مجموعة من فئات المظاهر لموضوع شائع في مجموعة بيانات مظاهر واحدة.

ب- تنظيم الوصول إلى البيانات على أساس امتيازات قاعدة البيانات:

قد ينظم المستخدمون امتيازات الوصول إلى البيانات باستخدام مجموعات بيانات المظاهر. تتمتع جميع فئات المعالم الموجودة في مجموعة بيانات المظاهر بنفس امتيازات الوصول. على سبيل المثال، قد يحتاج المستخدمون إلى استخدام أكثر من مجموعة بيانات مظاهر واحدة لتقسيم سلسلة من فئات المظاهر ذات الصلة إلى حساب امتيازات الوصول المختلفة بين المستخدمين. كل مجموعة لديها حق الوصول للتحرير إلى واحدة من مجموعات بيانات المظاهر وفئات المظاهر الخاصة بها، ولكن لا يمكن الوصول إلى التحرير للآخرين.

ج- تنظيم فئات المعالم لمشاركة البيانات:

في بعض حالات مشاركة البيانات، قد توافق المنظمات المتعاونة على مخطط لمشاركة البيانات لمشاركة مجموعات البيانات مع مستخدمين آخرين. في هذه الحالات، قد يستخدم الأشخاص مجموعات بيانات المظاهر كمجلدات لتنظيم مجموعات من فئات المظاهر البسيطة للمشاركة مع الآخرين.

يمكن أن تتضمن أنماطًا مختلفة من البيانات مثل:

أ- مجموعة بيانات الشبكات الهندسية Geometric networks:

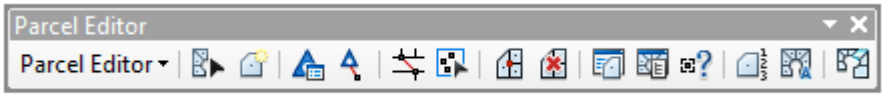
توفر الشبكات الهندسية طريقة لتصميم الشبكات والبنى التحتية المشتركة. مثل شبكات المياه، والخطوط الكهربائية، وخطوط أنابيب الغاز، وخدمات الهاتف.

ب- مجموعات بيانات الشبكات Network datasets:

مجموعات بيانات الشبكة مناسبة تمامًا لرقمنة شبكات النقل. وتتألف من شبكة من الخطوط والنقاط، يتحدد خلالها الشوارع ذات الاتجاه الواحد، وقيود الدوران، والأنفاق والمسارات.

ج- مجموعة بيانات السطوح المتكاملة Parcel fabrics:

تستخدم تلك المجموعة لإنشاء مجموعة من مظاهر النقاط والخطوط والمضلعات التي تشكل معًا سطحًا واحدًا وغالبًا ما تختص بالخرائط التفصيلية بأنواعها، ولها شريط أدوات مخصص لإجراء تحرير المظاهر داخلها.



Parcel Editor toolbar

د- فئات العلاقات Relationship classes:

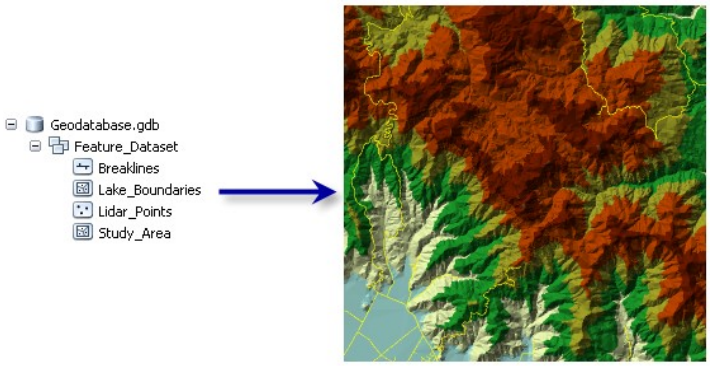
تحقق نظم المعلومات الجغرافية التكامل بين المعلومات والبيانات الجغرافية وغير الجغرافية فيمكن:

- ربط بيانات جغرافية مع بيانات أخرى جغرافية أيضًا: (المباني مع قطع الأراضي).
- ربط بيانات جغرافية مع بيانات غير جغرافية أيضًا: (المباني مع أسماء المالكين).
- ربط بيانات غير جغرافية مع بيانات أخرى غير جغرافية أيضًا: (أسماء المالكين مع أكوادهم الضريبية).

وتتعدد أساليب ربط البيانات ما بين نمذجة العلاقات المكانية بين المظاهر، والربط على الطايرon-the-fly relates ، وربط الجداول joins.

ه- التضاريس Terrains :

تعرف مجموعة بيانات التضاريس بأنها عبارة عن سطح متعدد الطبقات multiresolution يعمل على أساس TIN (الشبكات المثلثية غير المنتظمة) ويبني من القياسات المخزنة كمظاهر في قاعدة بيانات الجغرافية. ويكون مصدرها مسح تصويري وليدار أو غيرها.

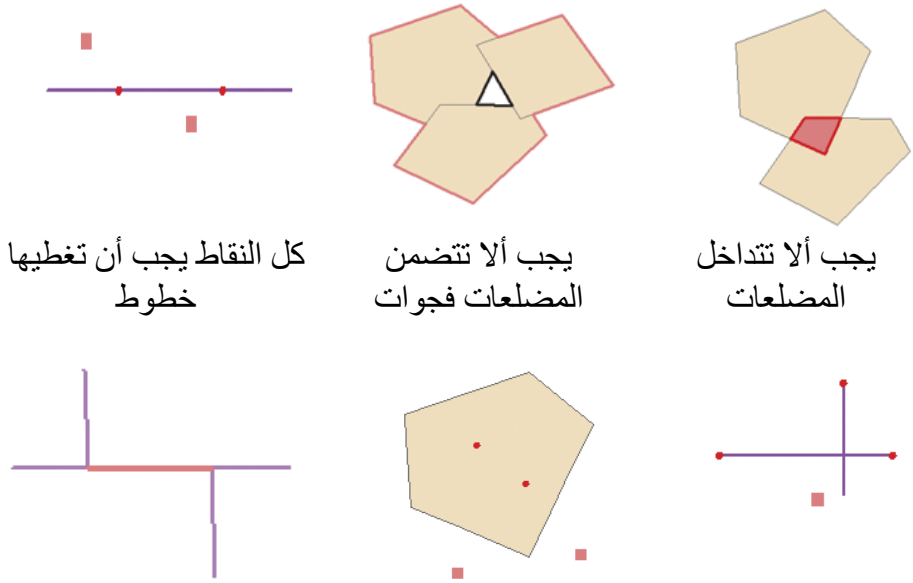


و- العلاقات الطوبولوجية Topologies :

تعد مجموعة بيانات الطوبولوجي طريقة يقدمها البرنامج لتدقيق وتصحيح مجموعة من المظاهر التي تشترك في تمثيل مكان واحد (مجموعة من العقد والوصلات) أو (شبكة من الشوارع والكتل المبنية) أو (نطاقات الأقاليم المناخية). كما يتيح الطوبولوجي عددًا من العمليات التحليلية والتطبيقات.

وعمليًا الطبولوجيا هي عملية تنظيم وترتيب لكيفية تشارك النقاط والخطوط والمضلعات في خصائصها الهندسية:

- تقييد كيفية تشارك المظاهر في الخصائص الهندسية، المضلعات المجاورة مثل المباني لها حواف مشتركة، أومضلعات التربة المجاورة لها حواف مشتركة.
- قواعد ترابط البيانات: يجب ألا توجد فجوات بين المضلعات، ويجب ألا تكون هناك مظاهر متداخلة، وما إلى ذلك.
- دعم استعلامات العلاقات الطوبولوجية والتنقل في المظاهر، مثل تحديد صلة الجوار والاتصال.
- دعم أدوات التحرير المتطورة التي تفرض القيود الطوبولوجية لنماذج البيانات.
- إنشاء مظاهر جديدة باستخدام أخرى، مثل إنشاء مضلعات من خطوط.



أمثلة بسيطة على بعض قواعد الطوبولوجي

٣. بيانات الصور المجمعة معًا Mosaic dataset:

تسمح مجموعة بيانات الموزايك (بيانات الصور المجمعة) بتخزين وإدارة وعرض واستعلام مجموعات من المرئيات الفضائية والصور. وتتضمن إمكانات متقدمة لاستعلامات البيانات المصفوفية ووظائف معالجتها.

نموذج لموازيك متقطع التغطية

نموذج لموزايك متجاور (مستمر) التغطية

٤. فهارس البيانات المصفوفية Raster catalog:

تعد فهارس البيانات المصفوفية صورة مبسطة عن مجموعة بيانات الصور المجمعة معًا Mosaic dataset يمكن من خلاله إلقاء نظرة عامة عن البيانات وتحديد نوع المعالجة.

٥. ملف بيانات مصفوفي Raster dataset:

ويطلق هذا المصطلح على أي تنسيق مصفوفي مكون من نطاق لوني واحد أو أكثر. ويمكن تخزين مجموعات البيانات المصفوفية في العديد من التنسيقات (أكثر من ٧٠ تنسيق)، بما في ذلك TIFF و JPEG2000 و Esri Grid و MrSid.

٦. مجموعة البيانات التخطيطية dataset Schematic :

تعد مجموعة البيانات التخطيطية مدخلًا للتطبيقات التخطيطية، وتحمل تلك المجموعة أي عنصر تخطيطي يمكن أن يوجد في قاعدة البيانات الجغرافية أيًا كان نوعها. تحتوي مجموعة البيانات التخطيطية على مجموعة من قوالب المخططات التخطيطية وفئات المعالم التخطيطية التي تشترك في نفس مجال التطبيق - على سبيل المثال، مياه الشرب أو الكهرباء.

٧. الجداول غير المكانية(Table (Nonspatial :

هناك نوعان من الجداول الأساسية التي يتعامل معهما ArcMap (جداول فئات المظاهر Feature Class Tables والجداول اللامكانية Nonspatial Tables)، ويكمن الفارق بينهما في كون جداول المظاهر مربوطة مكانيًا وتتضمن أعمدة تعرض للخصائص الهندسية للمظاهر من المحيط والمساحة أو عدد الخلايا وغيرها، أما الجداول اللامكانية فلا تتضمن مثل هذه الأعمدة، إلا أنه يمكن ربطها مع فئات المظاهر وعندها يمكن استخدامها في التحليلات والاستعلامات.

٨. الأدوات Toolboxes:

إن صندوق الأدوات ArcToolbox يعد من أهم ما تقدمه حزمة البرامج ArcGIS إذ يتضمن مجموعة واسعة متعددة المهام من أدوات المعالجة المكانية والتحليل وحل المشكلات المرتبطة بالبيانات، ويمكن إدارة صندوق الأدوات من خلال (نافذته المخصصة ArcToolbox Window أو ArcMap أو ArcCatalog). كما يمكن إنشاء أدوات جديدة ضمن قواعد البيانات الجغرافية المختلفة.

- خطوات بناء نظام معلومات جغرافي:

يقصد ببناء قواعد بيانات جغرافية هو محاكاة الواقع عن طريق بناء نموذج له بمكوناته الموجودة بالطبيعة *Real World Objects* بالإضافة إلي العلاقات التبادلية التي تربط بين هذه المكونات مع أعطاء كل مكون من هذه المكونات الخصائص المميزة له فى الطبيعة *Behaviors* بحيث يحاكى الواقع بكل تفصيلاته ، مما يعظم من الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية، وعملية إنشاء نظام معلومات جغرافي تمر بالعديد من المراحل والتي يمكن اختصارها في النقاط الآتية:

(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 وعملية جمع البيانات هو العامل الذي يتحكم في الوقت داخل نظام المعلومات الجغرافي وذلك لأن عملية جمع البيانات من الطبيعة تحتاج إلى وقت ومجهود كبير جدا. كذلك العلاقات بين الموضوعات المختلفة لتحديد البيانات المطلوبة.

(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* ويمكن لنظام المعلومات الجغرافي الحديث القيام بهذه المهمة باستخدام تكنولوجيا المسح الضوئي *scanning*.

(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. وتمنح تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية عدة أدوات تساعد في تعديل البيانات بمختلف أنواعها سواء كانت في الصورة (*Raster*) و(*Vector*) وذلك للوصول إلي الصورة الملائمة لتحليل البيانات وتصنيفها والتخلص من البيانات غير اللازمة.

(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 وفى كل منطقة وعليه فان المناطق ذات تصرفات المياه العالية يمكن تحديدها من خلال نظام المعلومات الجغرافي.

(٥)توحيد الإسقاط *Projection*:

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 وهى 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 ، ويمكن أن تستخدم أنواع مختلفة من الإسقاط في الخرائط الجغرافية ، ويمكن أن تسقط الخريطة الواحدة على كل هذه الأنواع من الإسقاطات حيث أن كل إسقاط يكون مناسب لاستخدام محدد وكمثال فان الإسقاط الذي يحافظ على الشكل يمكن أن يعطى مساحات خاطئة والإسقاط الذي يمكن الاعتماد عليه في دقة الاتجاهات قد يعطى أشكالا غير حقيقية للمعالم على سطح الأرض. ومعظم البيانات في نظم المعلومات الجغرافية يكون مصدرها من الخرائط المتوفرة أيا كان نوع الإسقاط لهذه الخريطة ولذلك فان الكمبيوتر وبرامج نظم المعلومات الجغرافية هي التي تقوم بتجميع تلك البيانات و لخرائط من مصادرها وأساليب الإسقاط المختلفة إلى قاعدة بيانات موحدة وإسقاط موحد.

(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.

(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 ، وفي بعض الأحيان نجد أنه 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 لهذه المناطق فى مستويين أو ثلاث أبعاد فى نقط معلومات محددة.

ومن مثل هذه الخرائط يمكن عمل خرائط كنتورية لتوزيعات الأمطار ، ويمكن باستخدام الخرائط الثنائية 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 المقدرة على التعرف على المعالم المحيطة بكل عنصر بمنطقة الدراسة. وهى تقوم بربط كل هذه المعالم معاً 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 (فمثلاً خطوط الطرق تختلف عن خطوط السكك الحديدية عن خط الشاطئ..الخ) ثم يتم الربط بين هذه الأنواع.

(٨) إدارة قواعد البيانات *Data Management*:

بالنسبة إلى 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 وإدارة 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 اعتماداً أساسياً حيث يحدث التكامل بين البيانات المرتبة في جداول التي تتعامل معها نظم إدارة قواعد البيانات بقوة واقتدار وبين البيانات الجغرافية ممثلة في الخرائط وصور الأقمار الصناعية التي يختص نظام المعلومات الجغرافي بإدارتها والتعامل معها.

- الاستفسار والتحليل *(Data Analysis and Querying)* بمجرد وجود نظام معلومات جغرافي يحتوى على معلومات جغرافية يمكن البدء في سؤال النظام بعض الأسئلة البسيطة مثل:

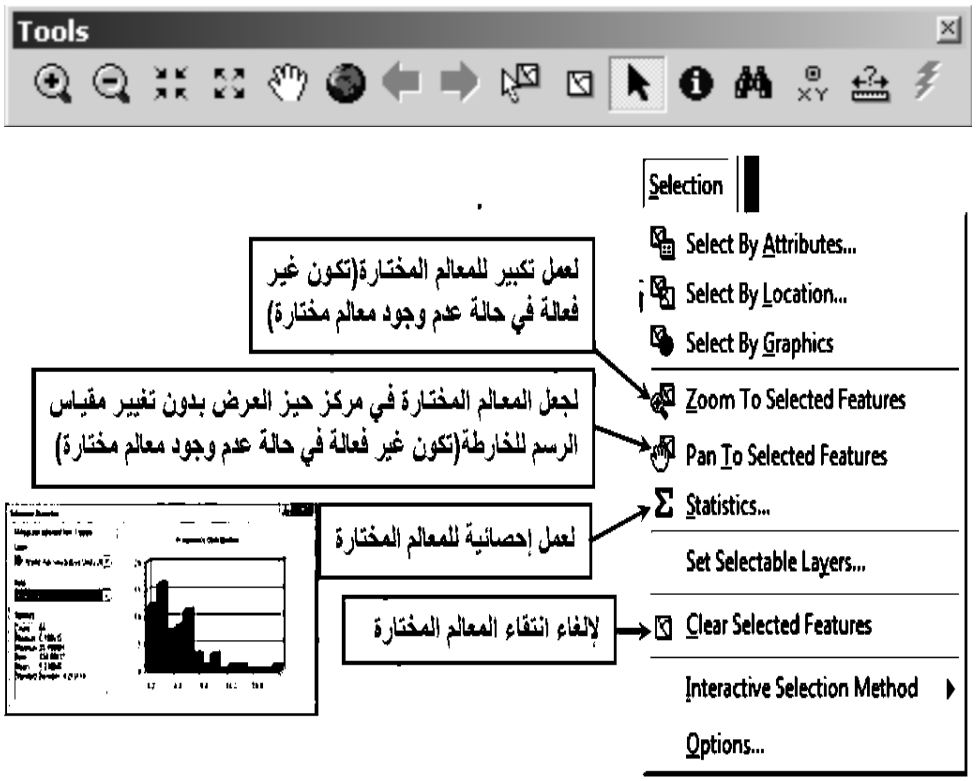
- من الذي يمتلك قطعة أرض محددة؟
- ما المسافة بين مكانين ؟
- ما المناطق المخصصة للاستخدام الصناعي؟
- ما هي المواقع اللازمة لبناء المنازل؟
- ما هي الأماكن الرئيسية لحقول القمح؟

وتوفر نظم المعلومات الجغرافية كل 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 أو الفأرة ، ثم نستعرض 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.

الفصل الثاني

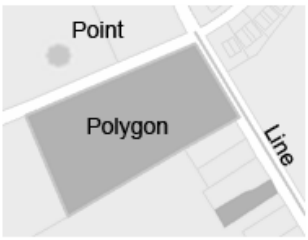
الاستعلام في بيئة نظم المعلومات الجغرافية

يمكن تحديد أي عنصر في برنامج الارك ماب عن طريق هذه الأداة ، بالإضافة إلي *Select By Location* و *Select By Attribute* ، كما يمكن إزالة التحديد *deselect* عن طريق هذه الأداة . وتظهر أهمية هذه الخاصية عند التعامل مع عدة طبقات أو بيات ضخمة ، حيث يمكن إيجاد وتحديد المطلوب في وقت قليل وبسرعة.



- إعدادات الاستعلام أو التحديد *Selection Setting*

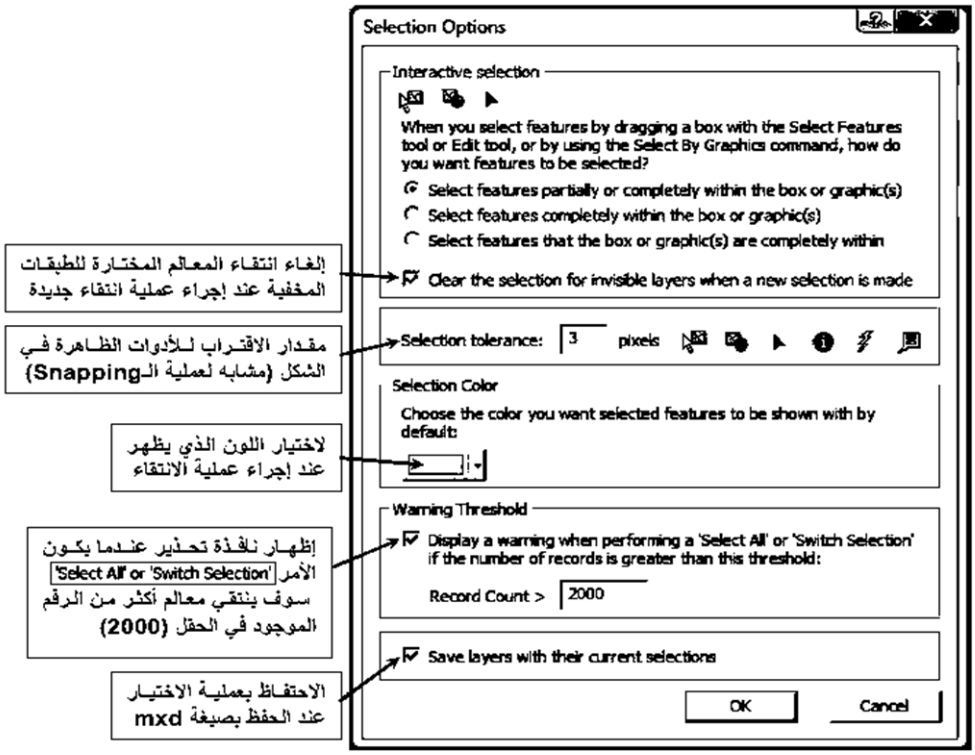
يمكن من خلال الاعدادات التحكم واظهار الطبقات والاشكال المحددة *selected features* بأي لون *color* أو رمز *symbol* ، حيث أن البرنامج يظهرها باللون الازرق السماوي *cyan* ، فعند تحديد أي شكل فأنه يظهر بهذا اللون ، فلو حددنا مساحة *polygon* مثلا فانها حوافها الخارجية تظهر باللون الازرق وهو اللون المحدد من قبل البرنامج.

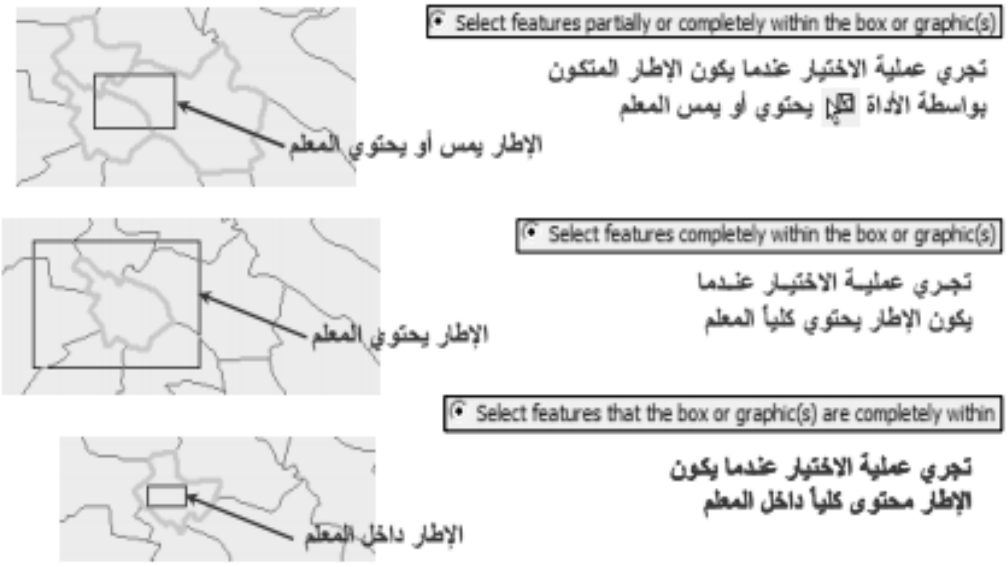


ولتغيير لون التحديد لكل الطبقات *all layers* :

- نختار *Options* من قائمة *Selection*.
- من *color box* نختار اللون الذي نريده ، ثم نضغط *OK*.

Options... : عند اختيار هذا الأمر تظهر النافذة التالية:





☑ خيارات التحديد المكاني *Selection Methods*

إي أنه اختيار لأول مرة. create new layer

- add to current selection

يقصد بذلك الخيار إضافة تحديد جديد إلي ما تم تحديده في السابق ، فمثلا في الخيار الأول اخترت وحددت مركز نجع حمادي ، وأريد أن اختار مركز نقادة ومركز قنا، وهنا سيتم تحديد مركز نقادة ويضاف إلي التحديد الأول وهو مركز نجع حمادي.

- remove from current selection

يتم استخدامه لإلغاء اختيار أو منطقة محددة من المناطق التي تم تحديدها فمثلا وكما بالمثال السابق لا أريد مركز قنا ، عند الضغط علي هذا الخيار ، سيقوم بإلغاء تحديد مركز قنا من الاستعلام أو المراكز المحددة.

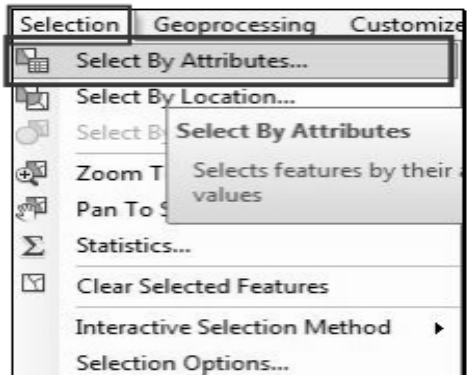
- select from current selection

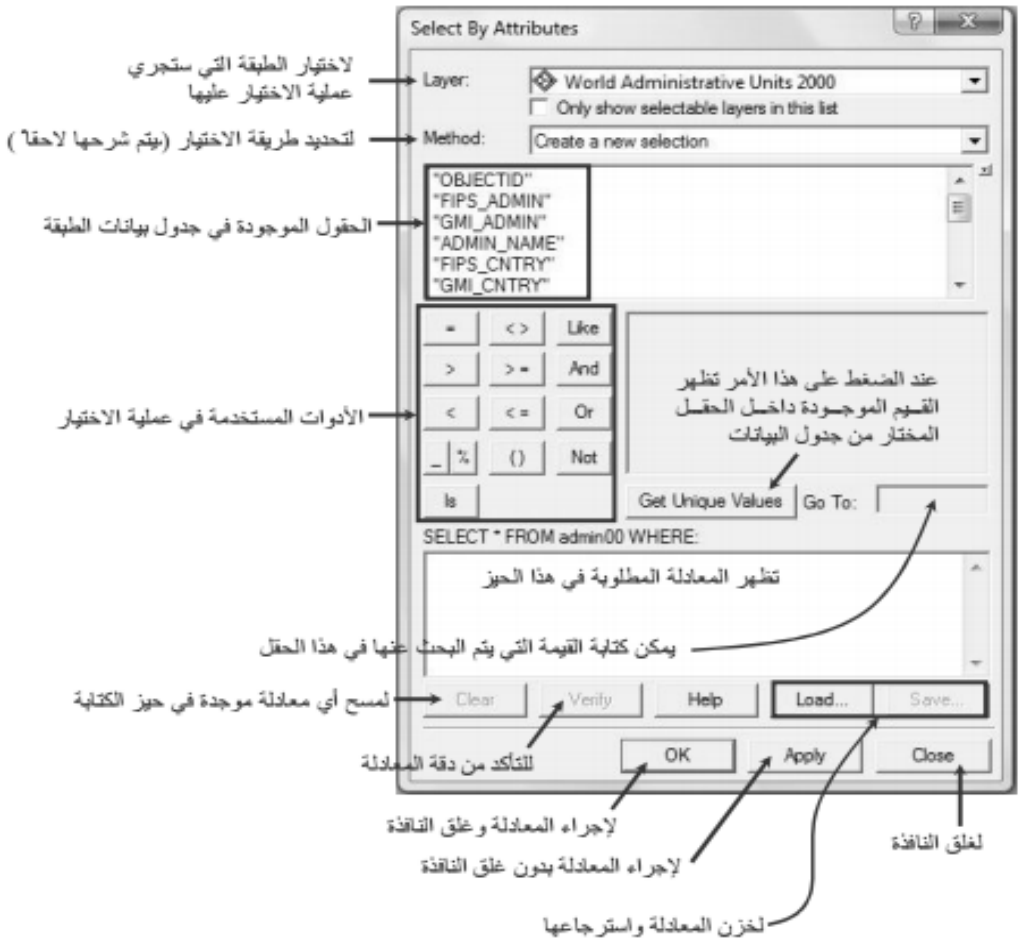
علي عكس الخيار السابق ، فبدلاً من إلغاء تحديد من المراكز المحددة ، سيتم اختيار وتحديد مركز من المناطق المحددة. وهي عبارة عن اختيار من الاختيارات المنتقاة. فعلي سبيل المثال يمكن اختيار ٥ مركز معينين من الـ١٠ مراكز المختارة أو المحددة في السابق.

أولاً: الاستعلام الوصفي أو الاستعلام من خلال الجداول Select by Attribute

لفهم هذه الطريقة نفترض أننا نريد المحافظات التي تزيد مساحتها عن ٧٠كم٢ ، نختار من قائمة *selection* الخيار الأول وهو *Select By attributes* كما في الصورة ، ثم نحدد حقل المساحة ونكتب المعادلة المطلوبة وهي إظهار المحافظات التي مساحتها أكبر من ٧٠كم٢ ، ثم نضغط تطبيق ثم *ok*.

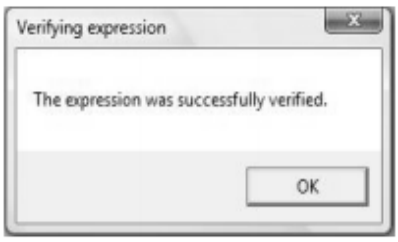
من قائمة Selection ثم اختيار Select By Attributes .





يجب أو للبحث أو التحديد يتم تحديد الطبقة من *layer* أو اختيار الطبقة التي أريد الاختيار منها ، بعدها ستظهر الحقول المتوفرة والتي استطيع الاختيار منها، ثم اختيار طريقة التحديد *Selection Methods* ، ثم نختار الحقل الذي سنبحث علي أساسه ، واختيار العملية الحسابية ، وتكتب المعادلة بلغة *SQL* ،ثم اضغط*ok*.

كما يوجد *Get unique values* وهي لإظهار القيم الموجودة في الحقل وهذا يسهل علينا في حالة عدم معرفة الكلمة كاملة ،ويجنبنا الأخطاء الكتابية. كما نجد في الأسفل *clear* وتستخدم لحذف المعادلة المكتوبة في حالة الخطأ ،أما *Verify* وهي تستخدم للتحقق من صحة المعادلة.



ويمكن الرجوع إلي مساعدة البرنامج عن طريق *Help* أما خيار *load* لاختيار معادلة أو

صيغة تم حفظها من قبل علي الجهاز او أي معادلة أخري، كما يستخدم خيار *save* لتخزين وحفظ أي معادلة تم تنفيذها، وذلك تمهيداً لاستخدامها في المستقبل عند الحاجة إليها وذلك بدلاً من إعادة كتابتها.

☑ بناء الاستعلام والعمليات الحسابية: *Building a query*

- *To create an expression, double-click the field you want to use, click an operator, then double-click the value.*
- *this query will select all the houses of more than 1,500 square feet :*

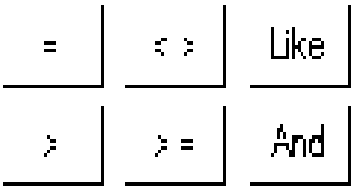
"AREA" > 1500

- *< Less than.*
- *<= Less than or equal to*
- *<> Not equal to*
- *> Greater than.*
- *>= Greater than or equal to*

- أسماء الحقول *Field names*

- *If you are querying data in shapefile, dBase table, field names are enclosed in double quotes: "AREA“*
- *If you are querying data in a file geodatabase, field names are : AREA*
- *If you are querying data in a personal geodatabase then field names are enclosed in square brackets: [AREA]*
- *Strings must always be enclosed within single quotes. For example: "STATE_NAME" = 'California'*

- التعبيرات *expressions*



LIKE تستخدم عند البحث في الحقول نوع نص *string* ، وخاصة عندما نبحث بجزء من الكلمة مثل *Mississippi and Missouri* نستخدم الصيغة التالية:

"STATE_NAME" LIKE 'Miss%'

وللبحث عن الأسماء التي تبدأ ببعض الحروف مثل *Cathy, Catherine, and Catherine* نستخدم الصيغة التالية:

"NAME" LIKE 'Cath%'

وللبحث عن *Catherine Smith and Katherine Smith* نستخدم _ وتكون الصيغة كالتالي:

"OWNER_NAME" LIKE '_atherine Smith'

- العمليات الحسابية:

تشمل العمليات الحسابية الجمع والطرح والضرب والقسمة ، فقد يمكن حساب الأرقام بين أكثر من حقل كالتالي:

*"AREA" >= "PERIMETER" * 100*

فعلي سبيل المثال لإيجاد الدول التي كثافتها السكانية أقل من أو تساوي ٢٥ نسمة في الكم٢ نستخدم الصيغة التالية:

"POP1990" / "AREA" <= 25

أما عن الجمع بين تعبيرات *Combining expressions* حيث يمكن استخدام *AND* و *OR* كما يلي:

AND تستخدم *AND* عند الجمع بين تعبيريين بشرط أن يتحقق الشرطيين *true* ، فعلي سبيل المثال لتحديد المنازل التي مساحتها ١٥٠٠م٢ وبها جراج يسع أكثر من سيارتين نستخدم الصيغة التالية:

"AREA" > 1500 AND "GARAGE" > 2

OR تستخدم *or* عند الجمع بين تعبيريين ولكن بشرط أن يتحقق أحد الشرطيين *true* علي الأقل، فعلي سبيل المثال لتحديد المنازل التي مساحتها ١٥٠٠م٢ أو بها جراج يسع أكثر من سيارتين نستخدم الصيغة التالية:

"AREA" > 1500 OR "GARAGE" > 2

NOT تستخدم *NOT* للنفي ، أي عدم تحقيق الشرط ، فعلي سبيل المثال لتحديد كل الولايات ماعدا ولاية كاليفورنيا ، نستخدم الصيغة التالية:

NOT "STATE_NAME" = 'California'

أو تحديد كل الولايات ماعدا ولاية كاليفورنيا وهي نفس النتيجة السابقة:

"SUB_REGION" = 'America' AND NOT "STATE_NAME" = 'California'

[NOT] BETWEEN x AND y

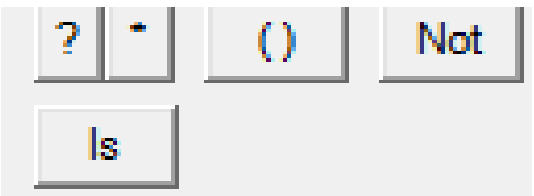
تستخدم *[NOT] BETWEEN x AND y* عند تحديد قيمة أكبر من أو تساوي س أو أقل من أو تساوي ص ، فعلي سبيل المثال لتحديد كل الحقول التي قيمها أكبر من أو تساوي ١ وأقل أو تساوي ١٠ ، نستخدم الصيغة التالية:

"OBJECTID" BETWEEN 1 AND 10

أو

"OBJECTID" >= 1 AND OBJECTID <= 10

The NULL keyword تستخدم *The NULL* لتحديد الحقول الفارغة *null values* ، وتستخدم معها *IS or IS NOT* ، فعلي سبيل المثال لتحديد المدن التي لم إدخال بيانات السكان لها ، نستخدم الصيغة التالية:



"POPULATION" IS NULL

أو لتحديد المدن التي تم إدخال بيانات السكان لها ، نستخدم الصيغة التالية:

"POPULATION" IS NOT NULL

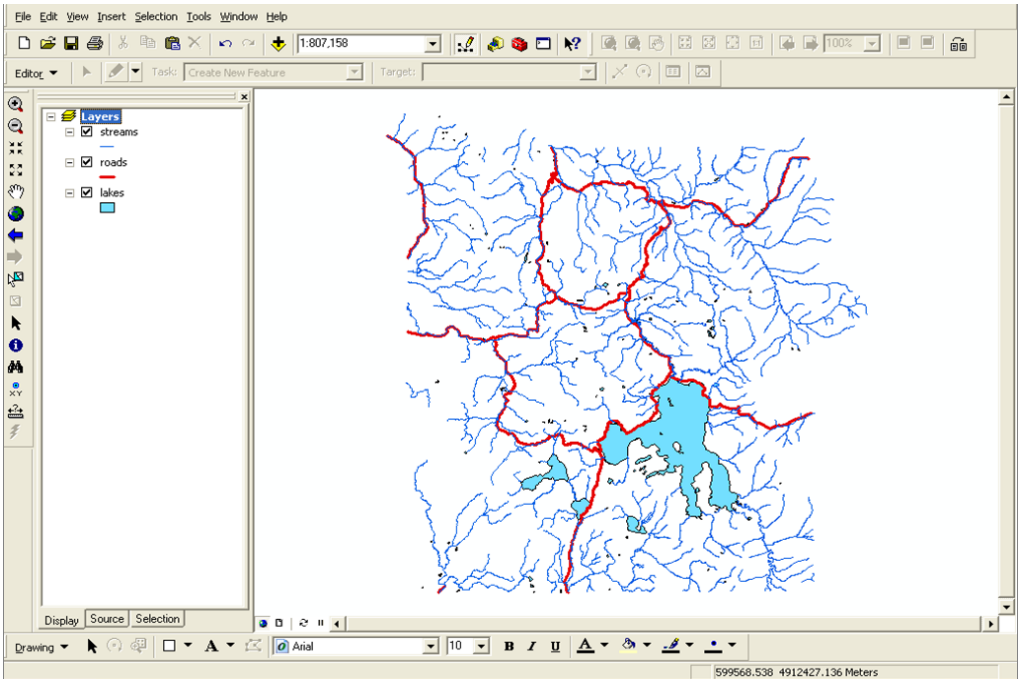
ونلاحظ أن نتيجة هذه الصيغة هي نفس نتيجة الصيغة السابقة ، مع فارق أن الأولي تم تحديد الحقول الفارغة التي لم إدخال بيانات سكانية لها ، وما لم يتم تحديده هي حقول معبأة ببيانات السكان.

IN تستخدم *IN* عندما نريد تحديد عدة أسماء أو قيم ، فعلي سبيل المثال لتحديد أسماء المدن أو الولايات الأربعة فقط ، نستخدم الصيغة التالية:

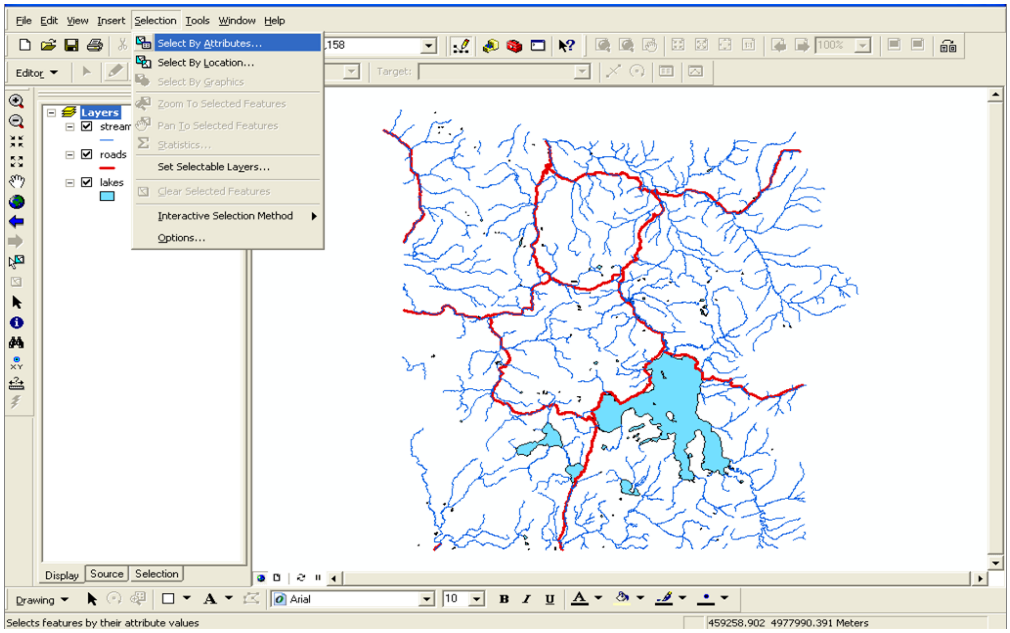
"STATE_NAME" IN ('Alabama', 'Alaska', 'California', 'Florida')

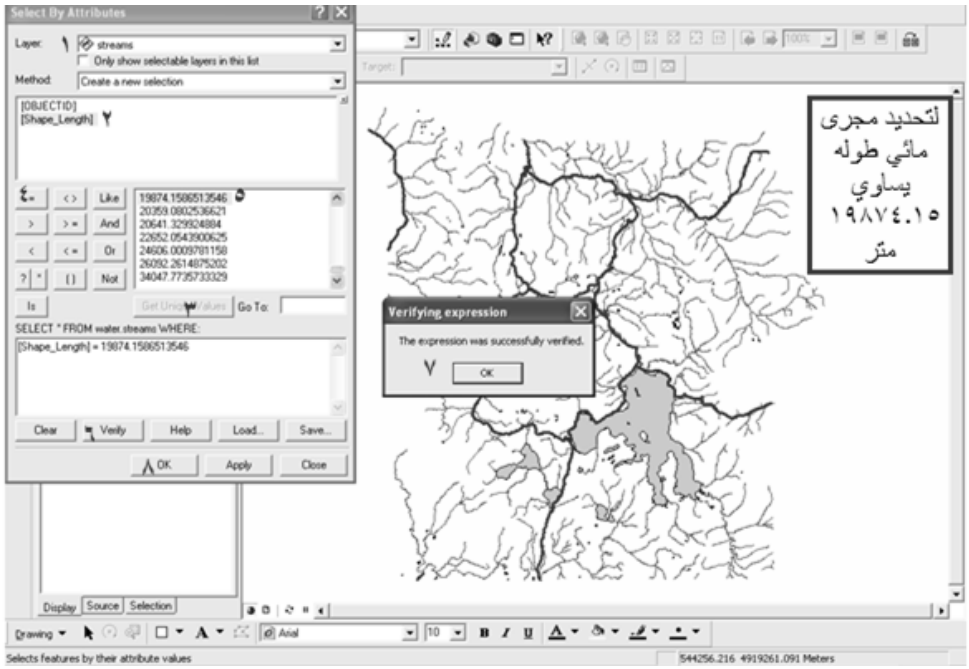
التطبيق العملي لـ *Select by Attribute*

الطبقات التالية سوف يتم الاستعلام عنها من خلال بياناتها الوصفية:

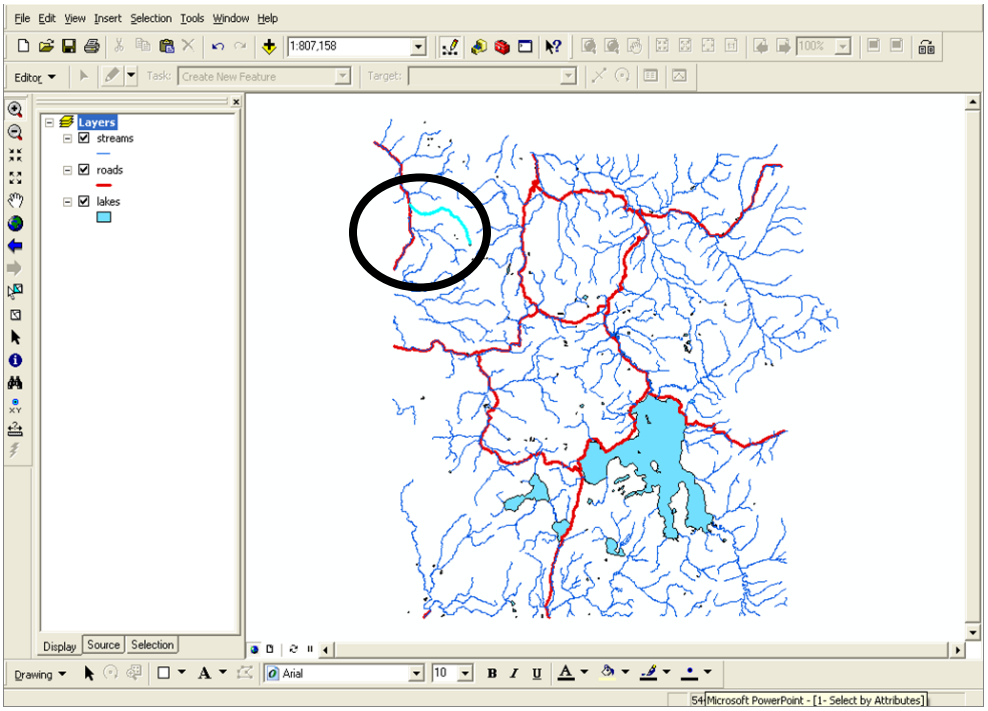


وسيتم الاستعلام من خلال قائمة *Selection* واختيار *Select by Attributes*

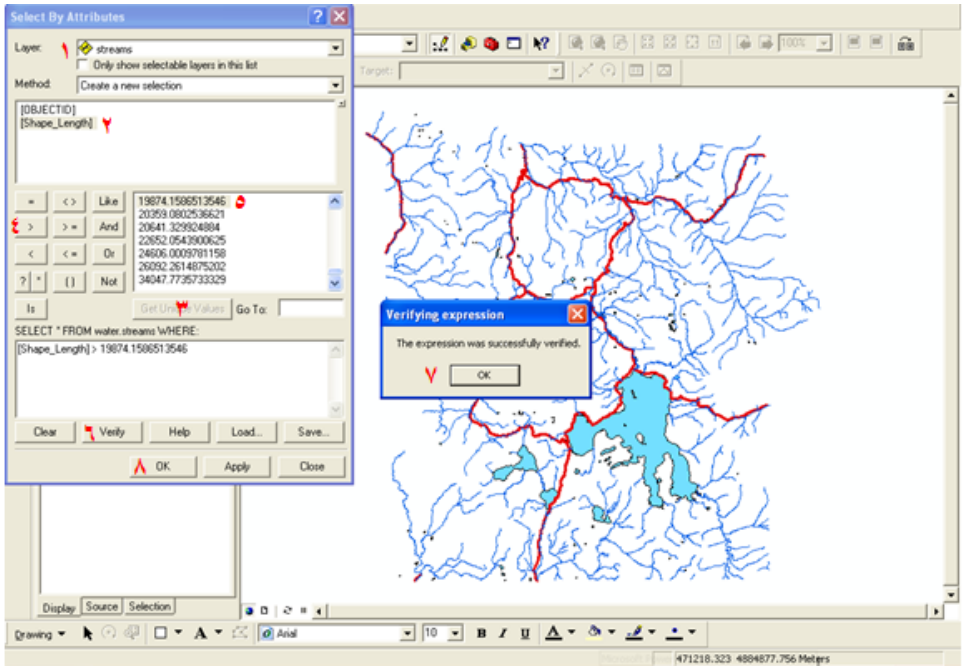




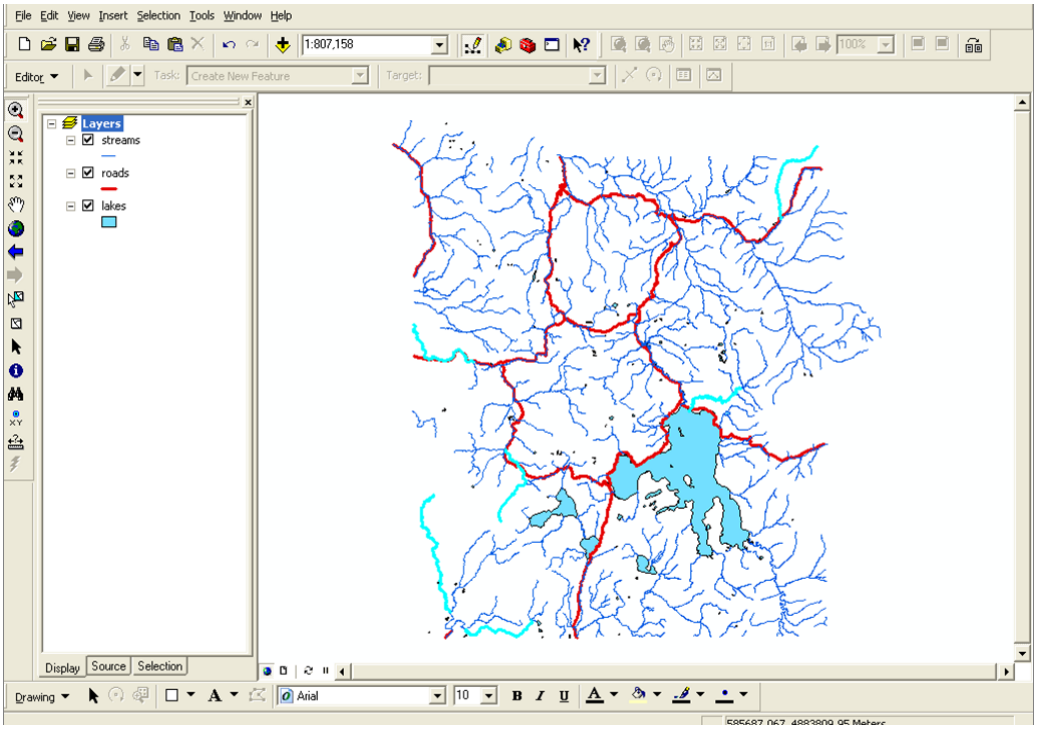
الناتج المجرى المائي بطول١٩٨٧٤.١٥ متر



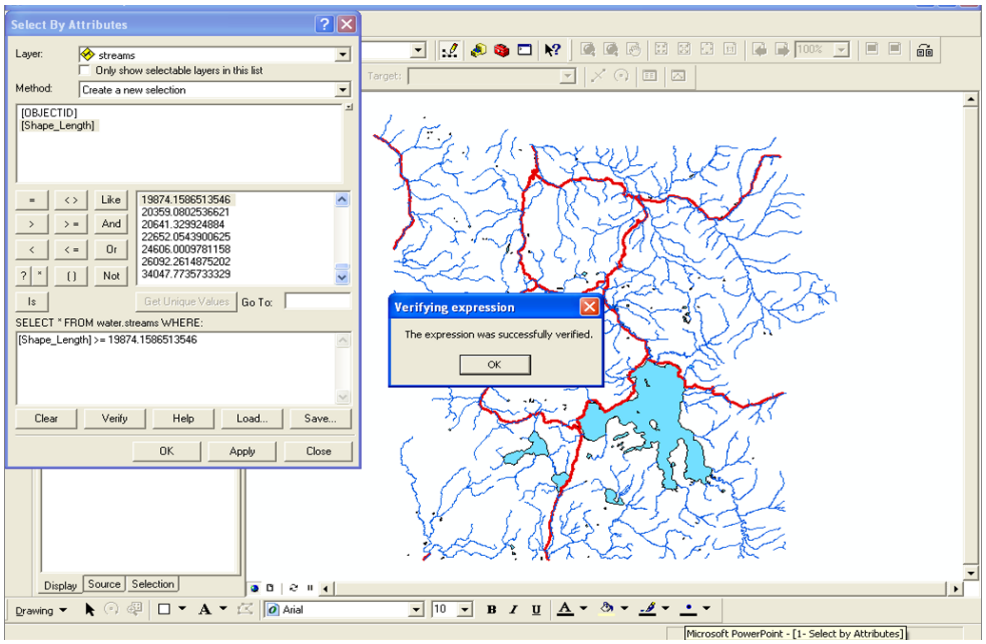
لتحديد المجاري المائية الأطول من١٩٨٧٤.١٥ متر



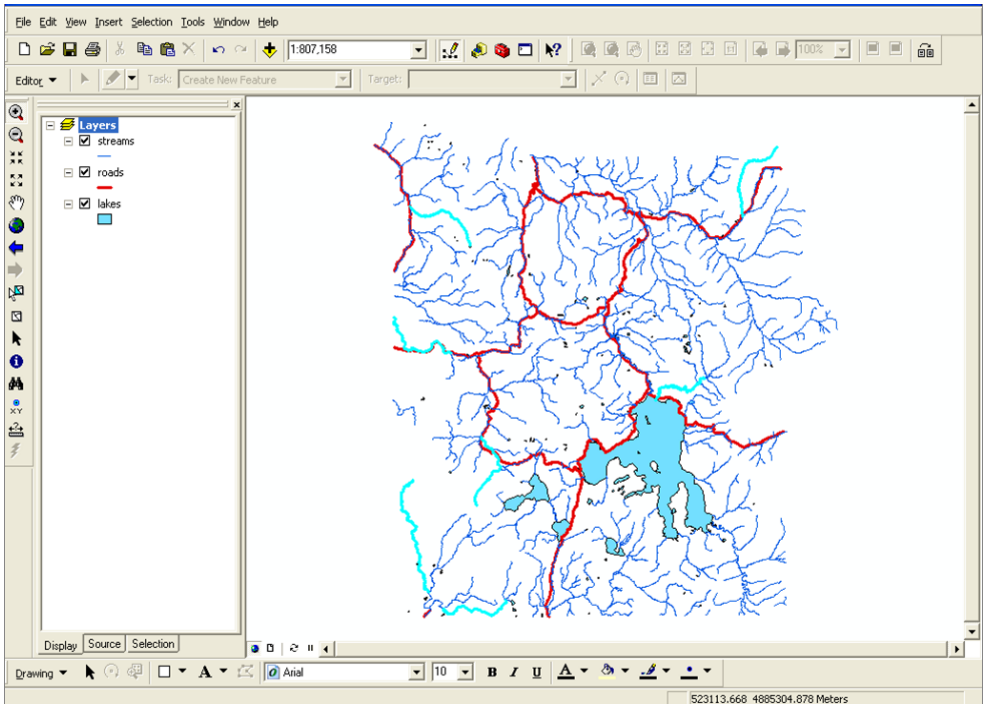
الناتج ٦مجاري مائية



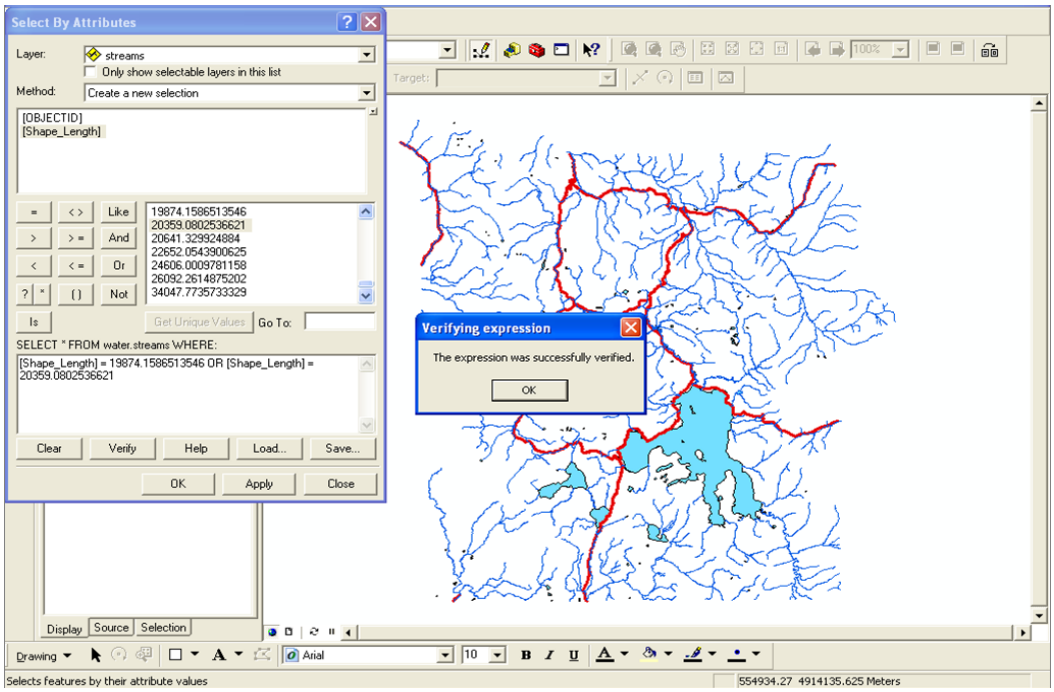
لتحديد المجاري المائية الأطول من أو تساوي١٩٨٧٤.١٥ متر



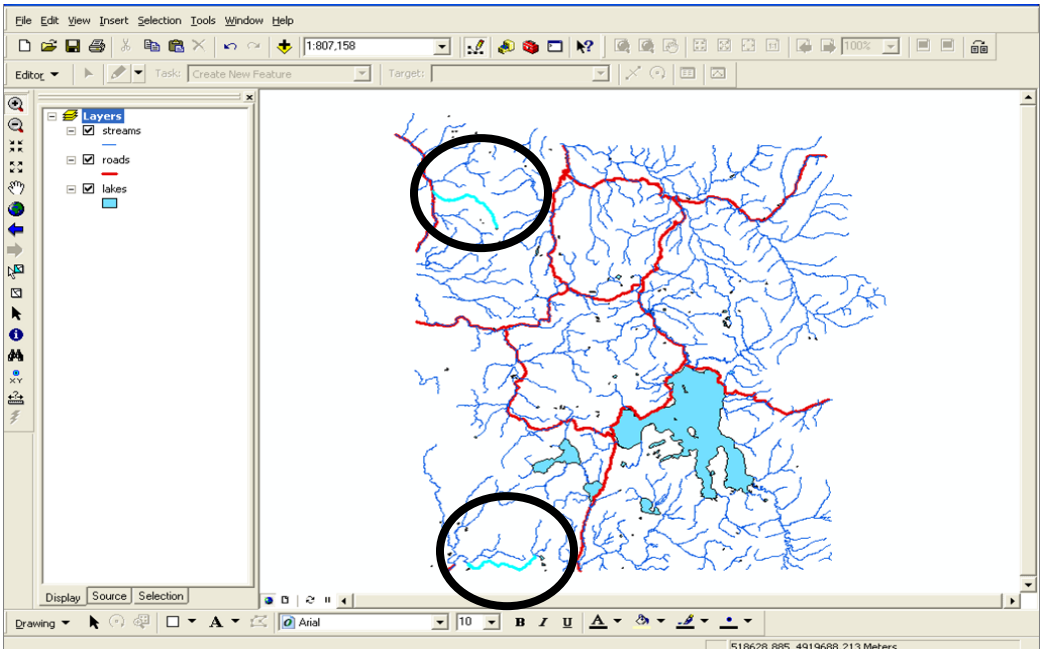
الناتج ٧ مجاري مائية



لتحديد مجرى مائي طوله يساوي١٩٨٧٤.١٥ متر وكذلك مجرى آخر طوله يساوي٢٠٣٥٩.٠٨متر



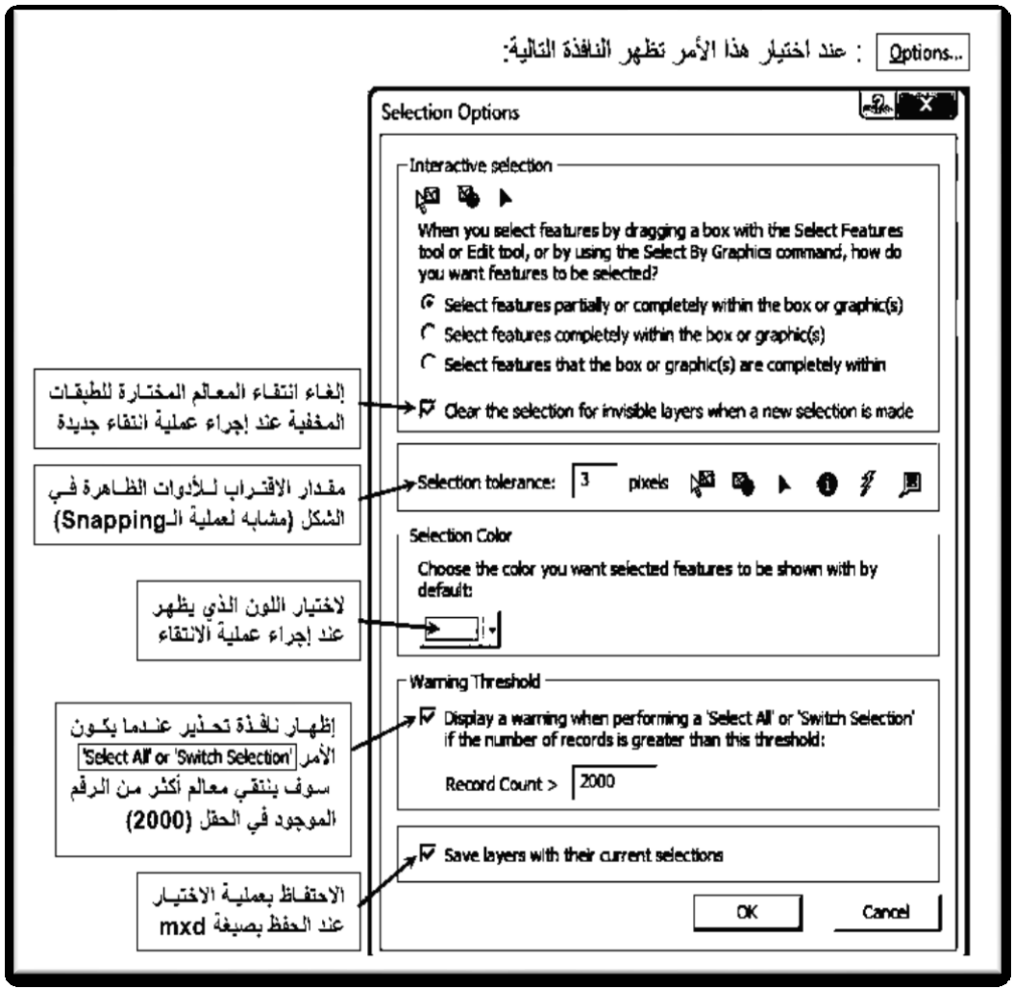
الناتج اثنان من المجاري المائية



ثانيًا: الاستعلام المكاني *Select By Location*

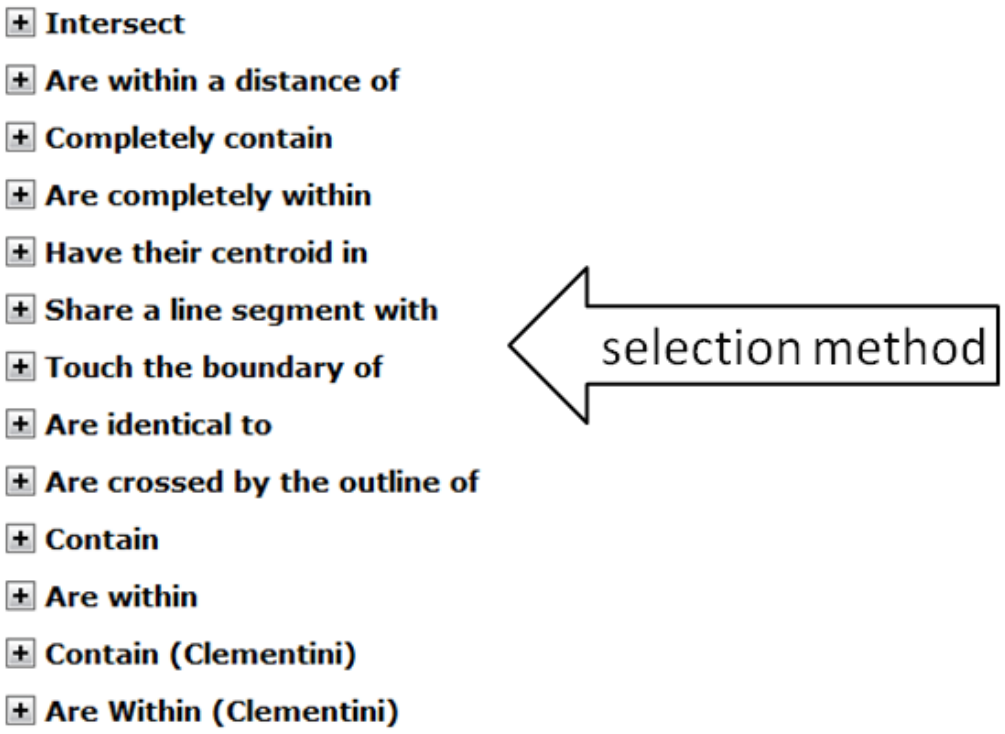
يقصد بالتحديد او الاستعلام المكاني *spatial query* تحديد بيانات من الخريطة ، حيث يتيح مربع الحوار تحديد البيانات علي الخريطة أو الطبقة حسب الموقع الذي نحدده ، على سبيل المثال إذا كنت تريد أن تعرف كيف المنازل تضررت جراء الفيضانات التي حدثت ، يمكنك تحديد جميع المنازل التي تقع ضمن هذا الحيز عن طريق استعلام المكاني.

توفر برمجيات GIS أساليبًا متعددة الأغراض للاستعلامات المكانية وغير المكانية، وقد درست سابقا أنه يمكنك استخدام أداة Identify لمعرفة ماذا يوجد في موقع ما على الخريطة. أما في الاستعلامات فأنت تريد انتقاء المظاهر المكانية وفقًا لخصائص مكانية أو غير مكانية معينة ولتنفيذ هذا الإجراء تستخدم إحدى قوائم ArcMap الرئيسية وهي قائمة selection وذلك من خلال أداتي:



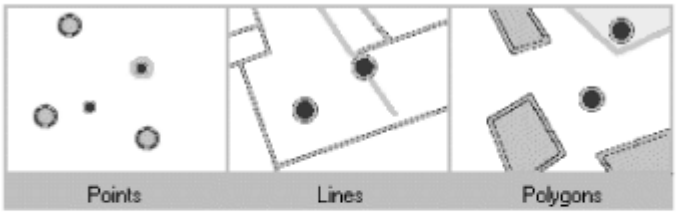
كما يمكن من خلال الاستعلام المكاني الجمع بين الاستفسارات، حيث يمكن إجراء عمليات بحث أكثر تعقيدا. على سبيل المثال لو أنك تريد أن تجد جميع العملاء الذين يعيشون داخل دائرة نصف قطرها ٢٠كم مثلاً من متجرك ، سيكون عليك أولا تحديد العملاء داخل دائرة نصف قطرها ٢٠كم ، كما يمكنك استخدام مجموعة متنوعة من أساليب التحديد لتحديد ملامح نقطة أو خط أو مضلع في طبقة واحدة التي هي قريبة أو تتداخل مع نفس الطبقة أو مع طبقة أخرى.

- عمليات التحديد المكاني:

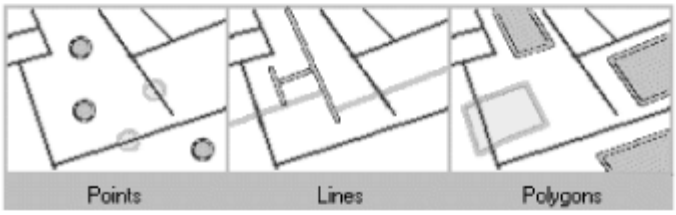


- التقاطع *Intersect* : هي من أكثر العمليات التي يمكن استخدامها من خلال الاستعلام المكاني ، وعند استخدامها فإنها تظهر كل الأجزاء أو الظاهرات التي تتقاطع مع الظاهرات الأخرى المحددة في نفس الطبقة أو الطبقات الأخرى.

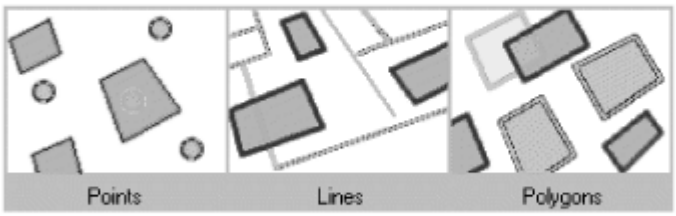
When finding features that intersect with point features



When finding features that intersect with line features



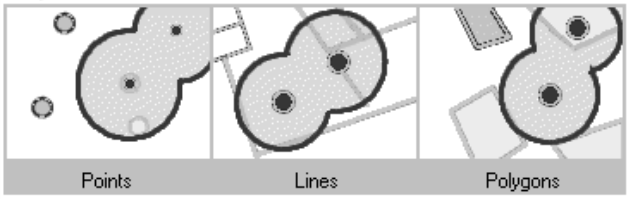
When finding features that intersect with polygon features

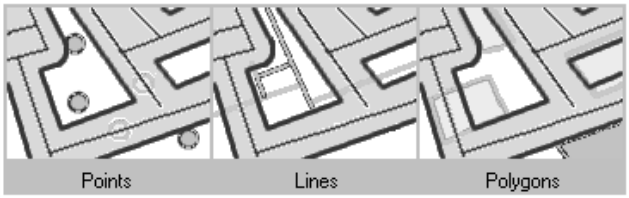


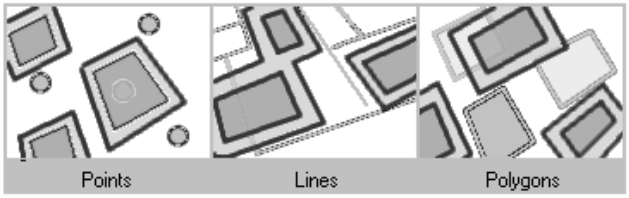
The highlighted cyan features are selected because they intersect the red features.

- تكون علي مسافة من *Are within a distance of*:

يقوم هذا الخيار بإنشاء حرم أو حيز *buffer distance* حول الظاهرة باستخدام مسافة وتحديد كل الظاهرات المتقاطعة مع الحرم أو الحيز *buffer zones* على سبيل المثال، اختيار المدن التي تقع على بعد ٠٠١ متر من النهر أو السكك الحديدية.





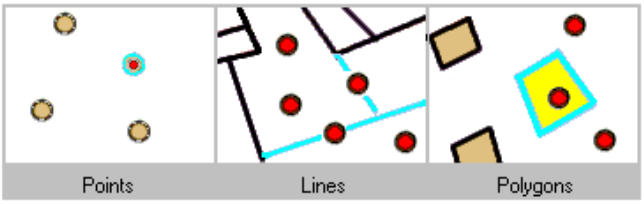


تم تحديد كل الأشكال باللون الرمادي لأنها تقع علي المسافة التي تم تحديدها من الأشكال التي باللون الأسود

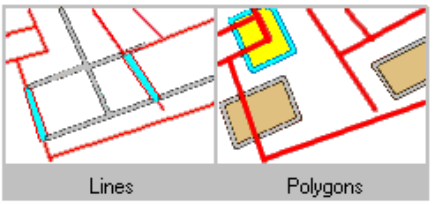
- تكون بالكامل داخل .... Are completely within يقوم بتحديد معالم الطبقة التي تقع داخل الطبقة الأخرى.
- **Contain يحتوي:**

للتحديد، يجب أن يقع المظهر بالمصدر داخل المظهر المستهدف بما في ذلك حدودها. على سبيل المثال، يحتوي المضلع الذي يمثل الولايات المتحدة على ولاية تكساس ويتم تحديده على الرغم من أنهما يشتركان في حدود مشتركة على طول حدودهما الجنوبية.

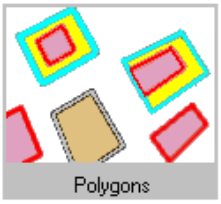
- هذا هو عكس أداة "في الداخل" " Are within"



Finding features that contain point features



Finding features that contain line features



Finding features that contain polygon features

٦) Completely contain تحتوي بالكامل:

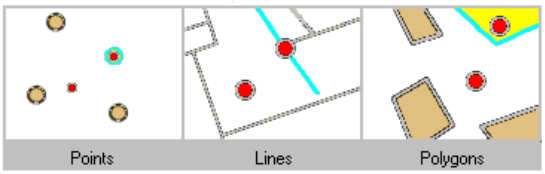
للتحديد، يجب أن تحتوي جميع أجزاء المظهر المستهدف بشكل كامل على الأشكال الهندسية للمظهر المصدر. بالإضافة إلى ذلك، لا يمكن لمس المظهر المصدر لحدود الهدف أو أن يتداخل مع تلك الحدود. على سبيل المثال، إذا كانت الميزة المصدر هي ولاية كانساس، فسيتم تحديد مظهر يمثل حدود الولايات المتحدة لأنها تحتوي تمامًا على ولاية كانساس ولا تمس طول حدودها. ومع ذلك، هذا ليس صحيحًا إذا كانت الميزة المصدر هي تكساس بسبب حدودها المشتركة. هذا هو عكس أداة Are Completely Within "بالكامل في الداخل".

- يجب أن تكون طبقة المعالم المستهدفة مضلعة.

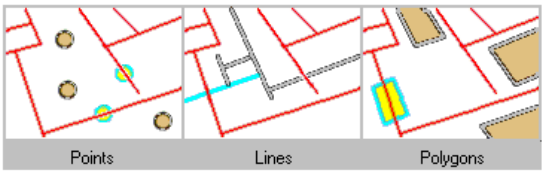
Finding polygon features that completely contain point, line, or polygon features

٧) Have their centroid in يقع مركز الشكل داخل:

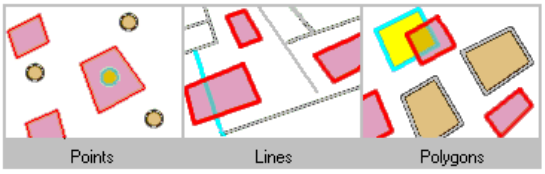
يتم اختيار المظهر المستهدف من قبل هذا العامل إذا وقع مركز الشكل الهندسي داخل المظهر المصدر أو على حدوده.



Finding features that have their centroid within a distance of point features



Finding features that have their centroid within a distance of line features

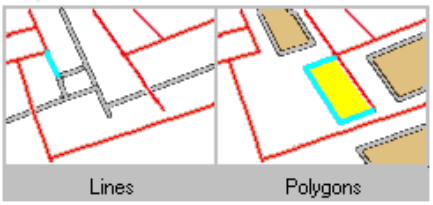


Finding features that have their centroid within a distance of polygon features

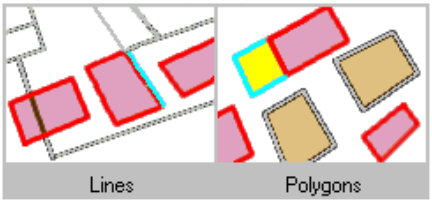
٨) Share a line segment with مشاركة مقطع خطي مع:

باستخدام هذه الطريقة، يتم اعتبار مظاهر المصدر والهدف على أنها مشاركة قطعة خطية إذا كانت تحتوي على رأسين متجاورين على الأقل.

يجب أن تكون مظاهر المصدر والهدف إما خطوط أو مضلعات.



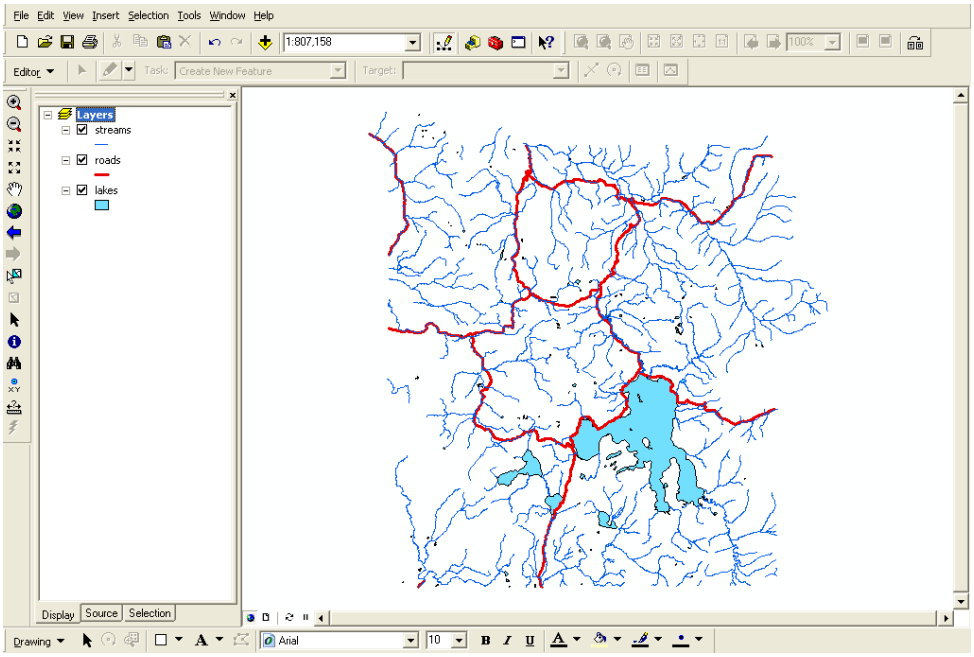
Finding features that share a line segment with line features



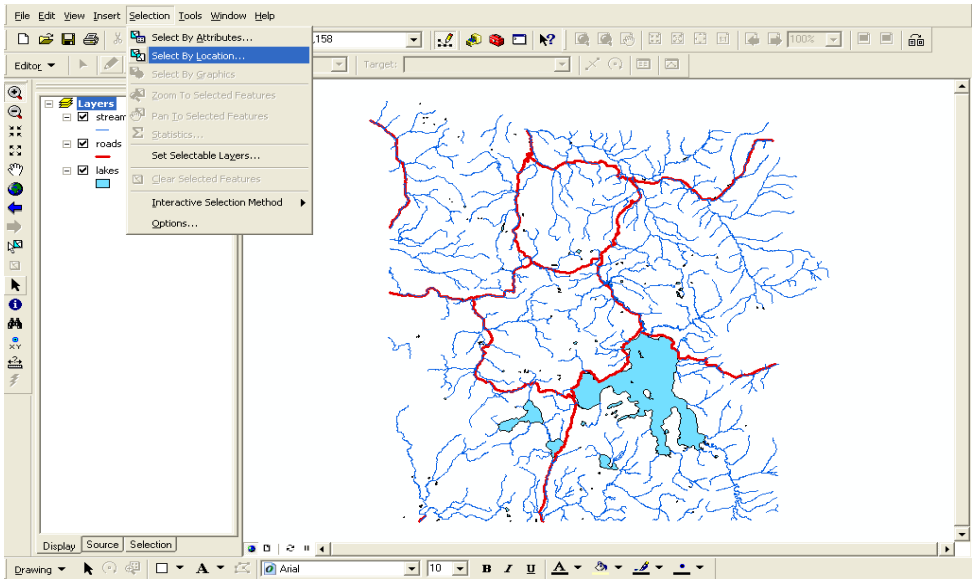
Finding features that share a line segment with polygon features

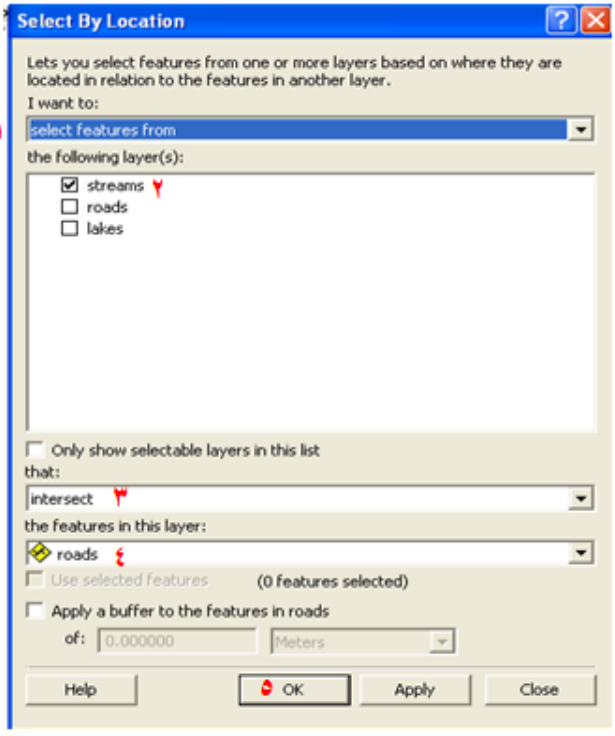
التطبيق العملي لـ *Select by Location*

سوف يتم الاستعلام عنها من خلال الطبقات التالية كونها بيانات مكانية *Spatial Data* أو من خلال علاقاتها المكانية مع بعضها البعض.

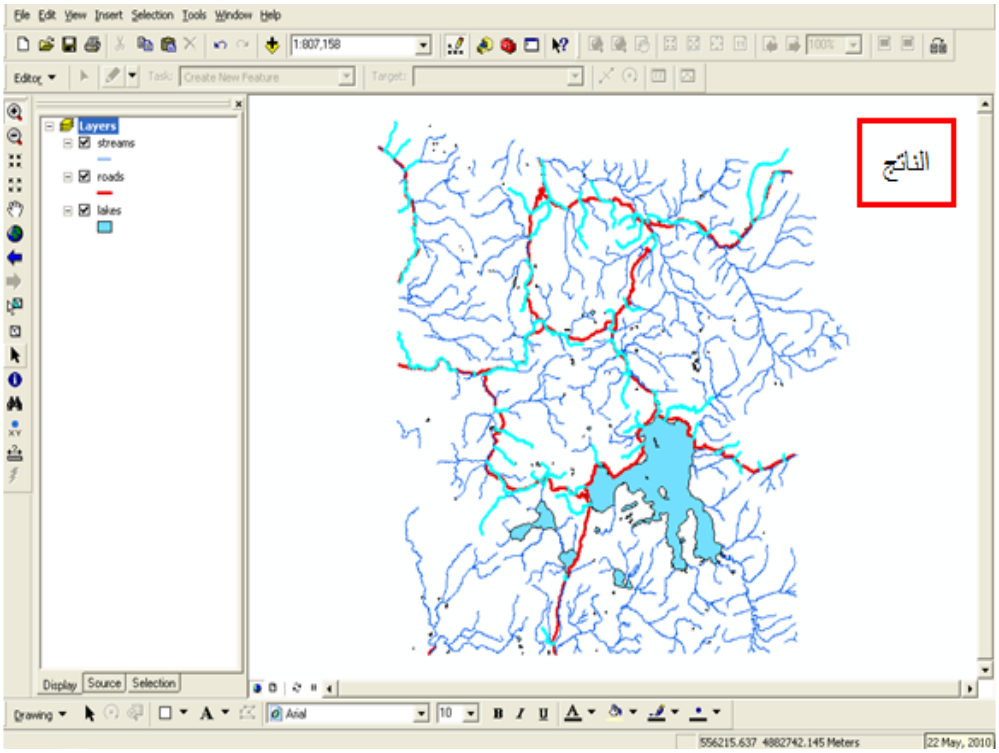


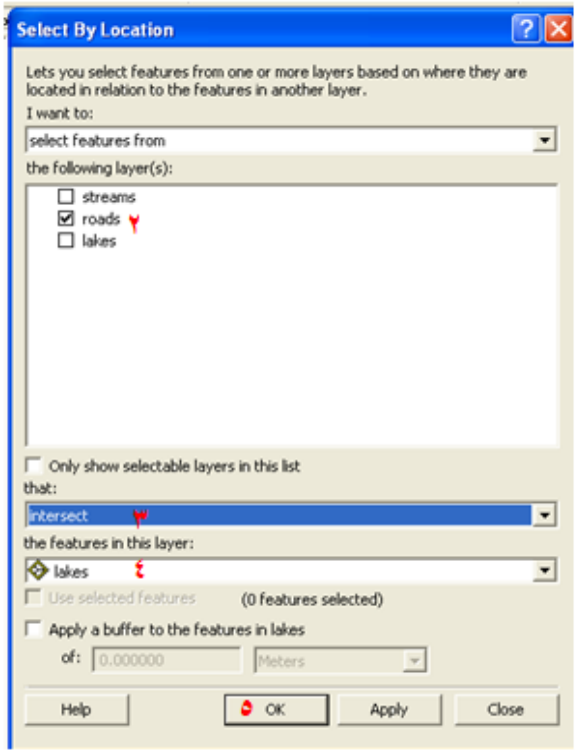
وسيتم الاستعلام من خلال قائمة *Selection* واختيار *Select by Location*



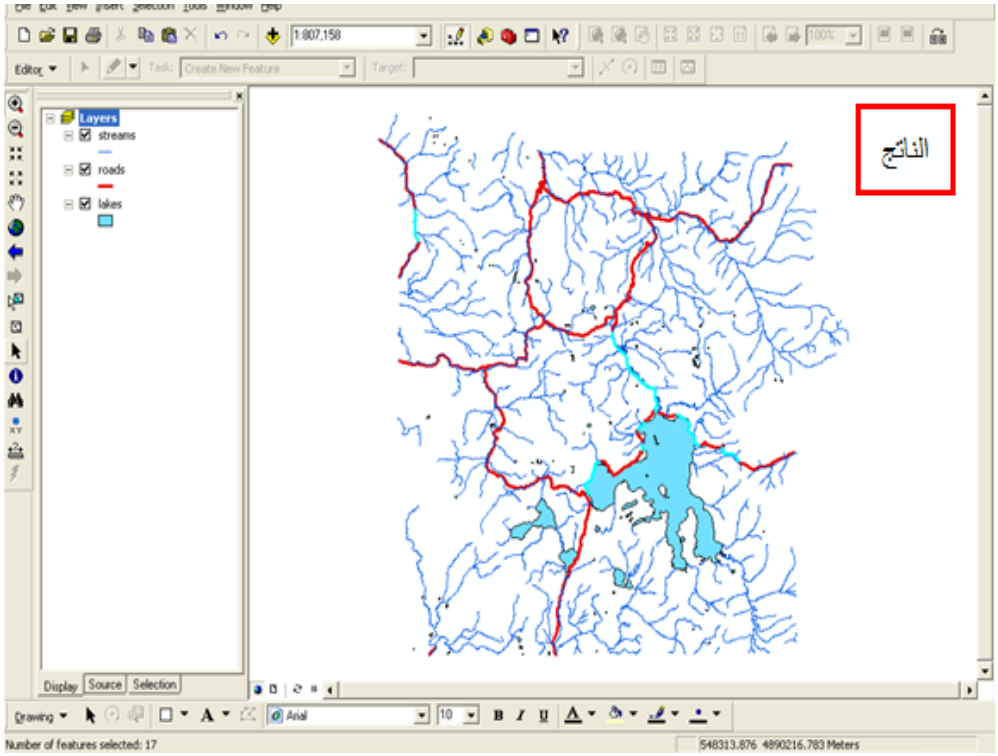


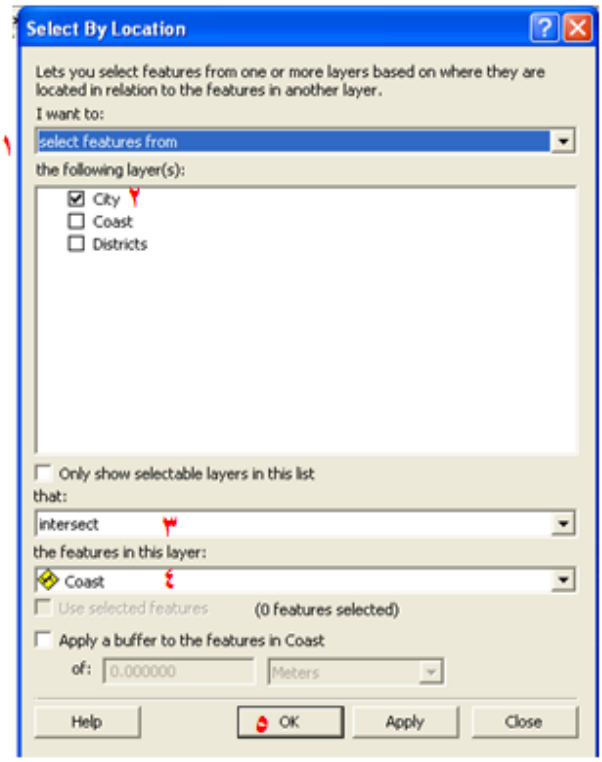
لتحديد المجاري المائية التي قد تتقاطع مع الطرق في المنطقة



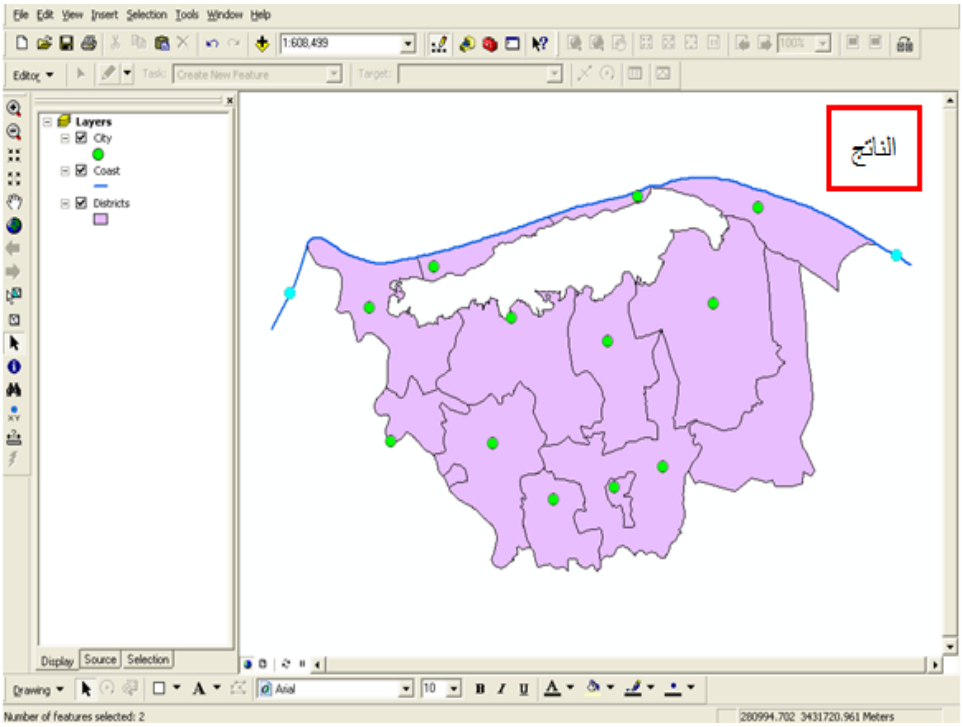


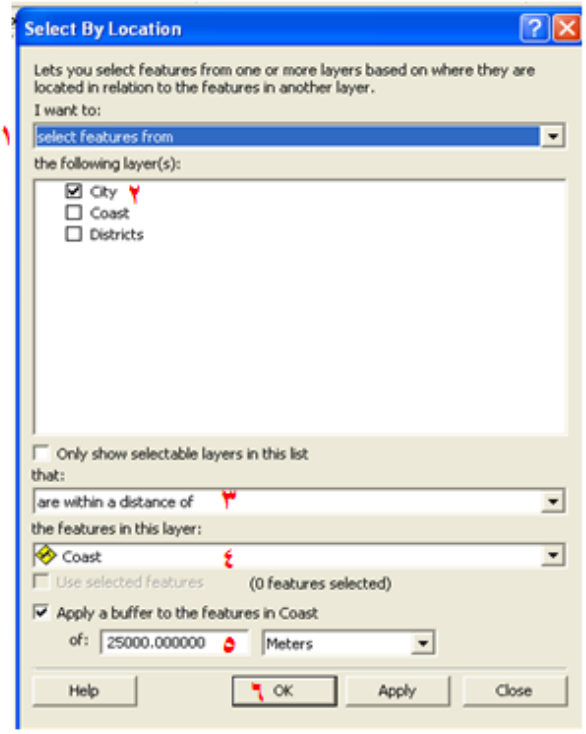
لتحديد الطرق التي قد تتقاطع مع البحيرات في المنطقة



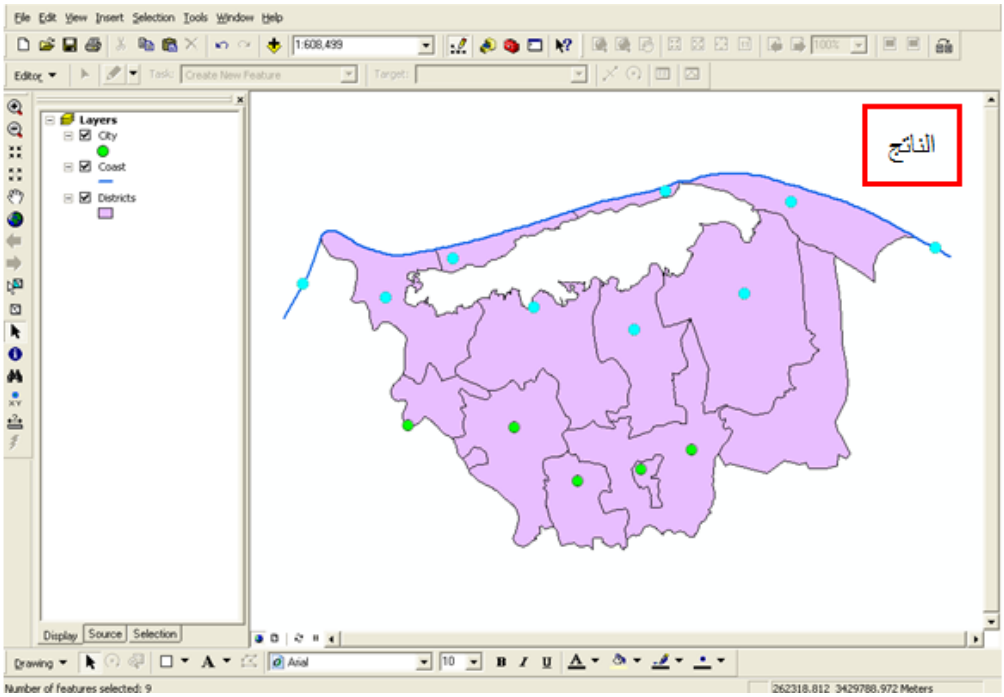


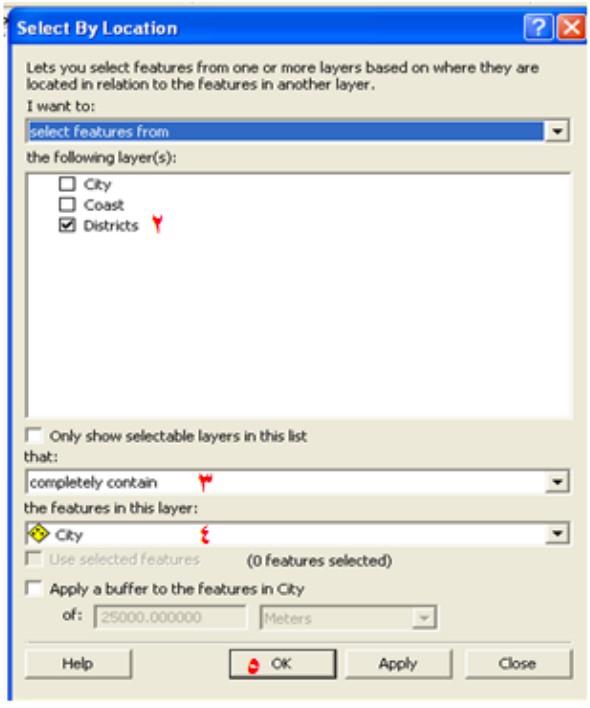
لتحديد المدن التي قد تتقاطع مع خط الساحل في المنطقة



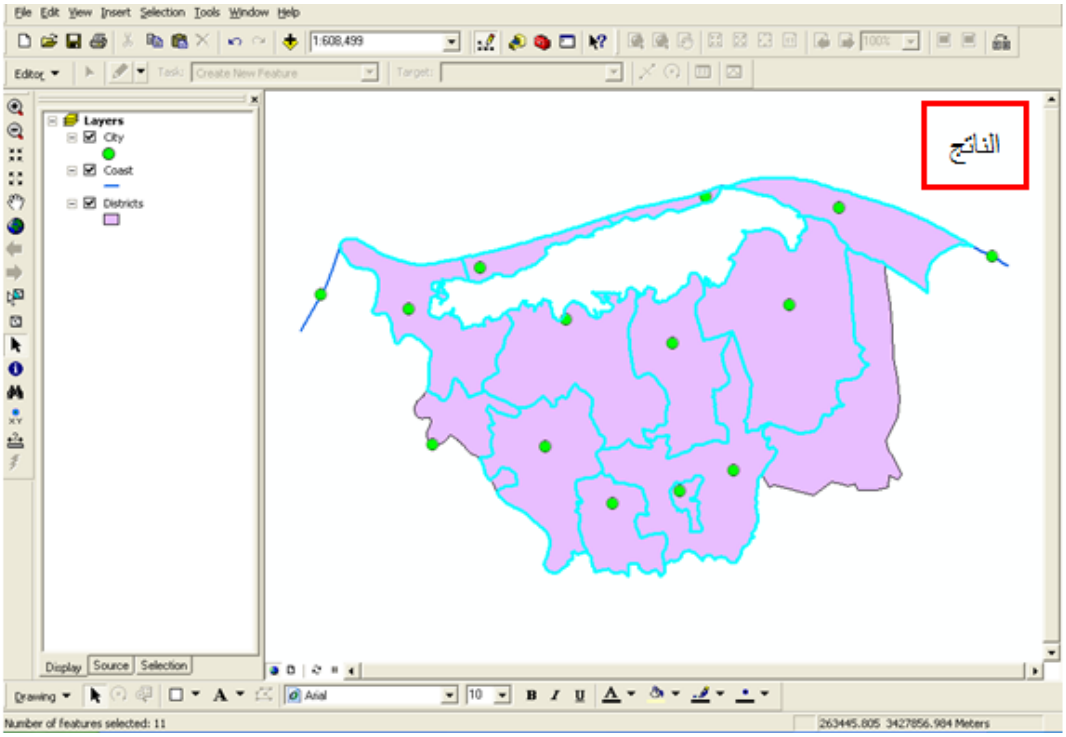


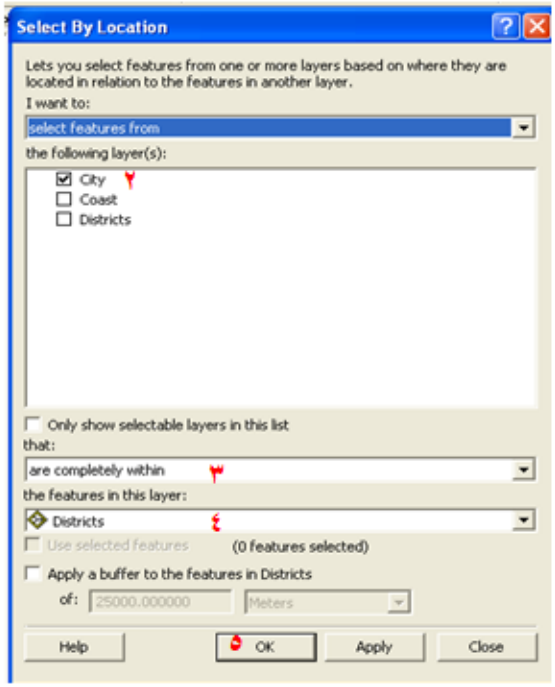
لتحديد المدن
التي تقع في نطاق
٢٥٠٠٠ متر
من خط الساحل
في المنطقة



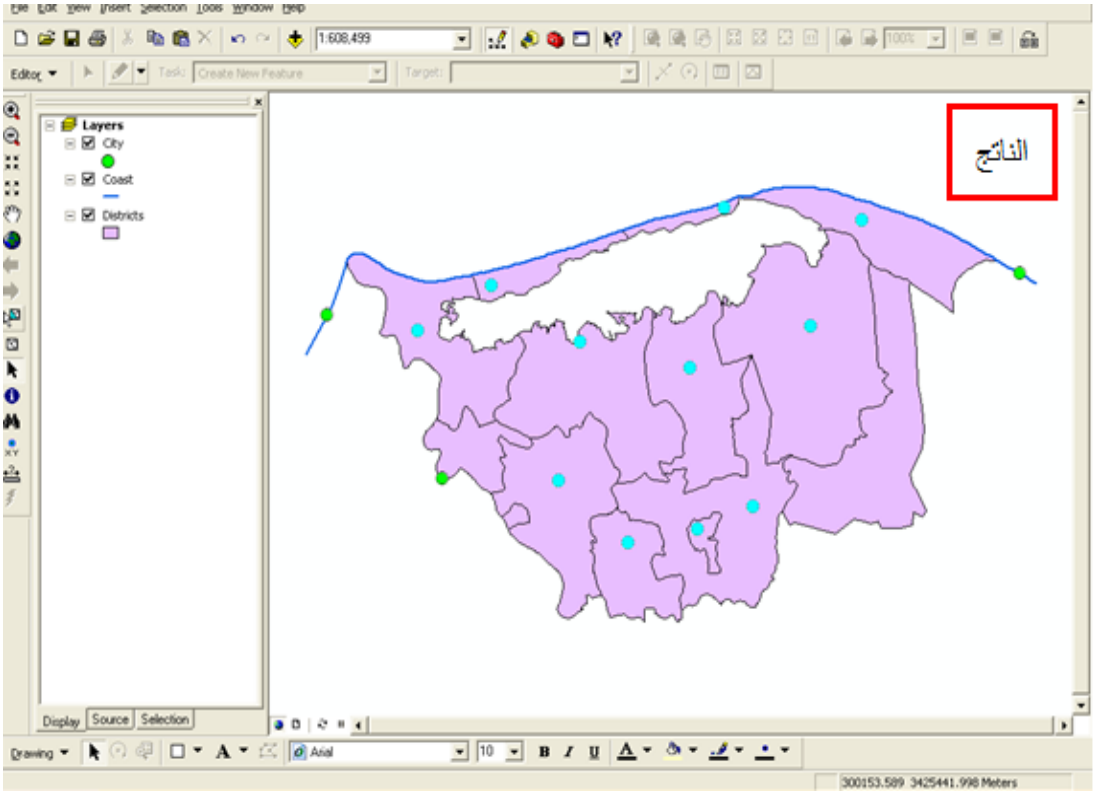


لتحديد المراكز التي تحتوي في داخلها على مدن



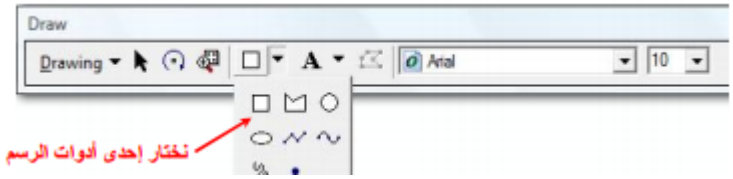


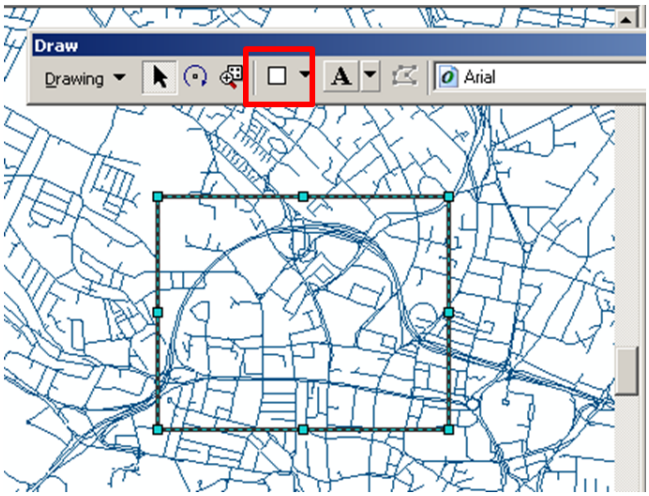
لتحديد المدن التي تقع في داخل المراكز

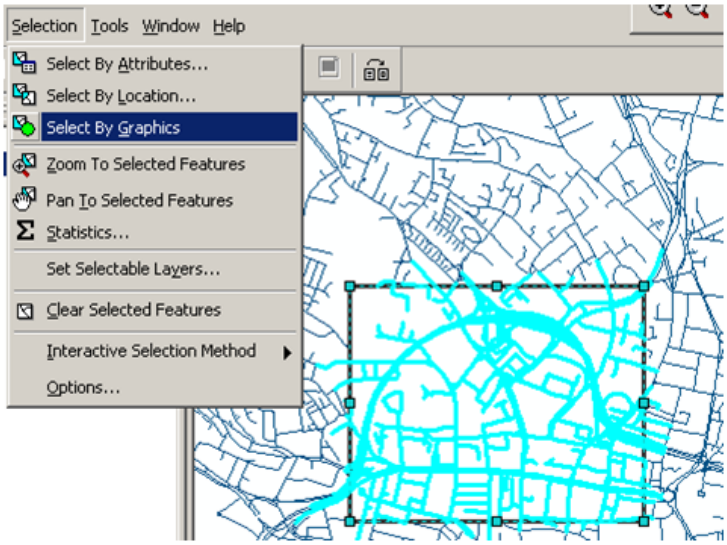


ثالثًا: الاستعلام أو التحديد باستخدام الرسوم: *Select by Graphics*

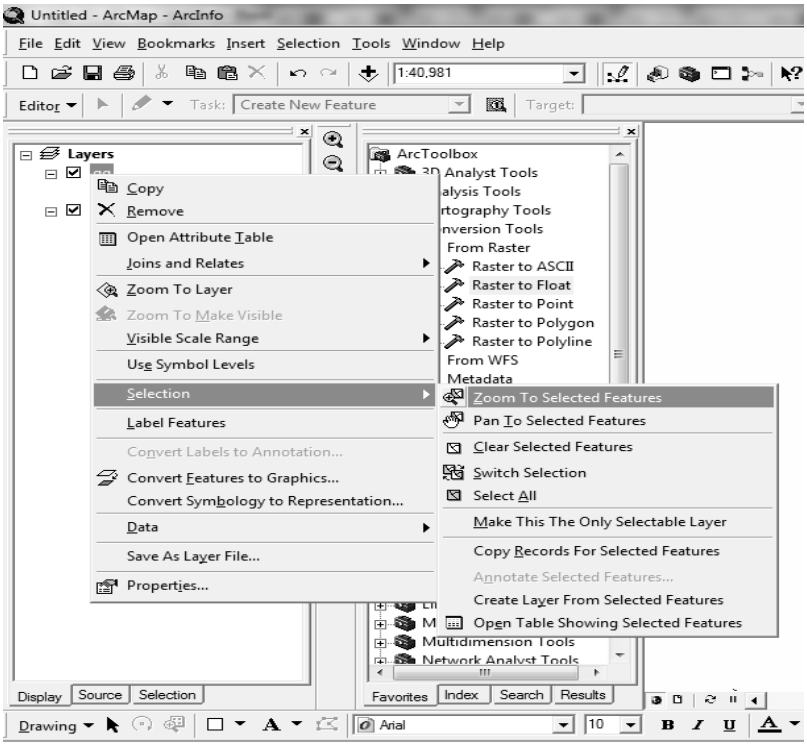
يتم التحديد بهذه الطريقة من خلال رسم أي شكل مثل المربع أو الدائرة لتحديد منطقة معينة كما بالمثال التالي:

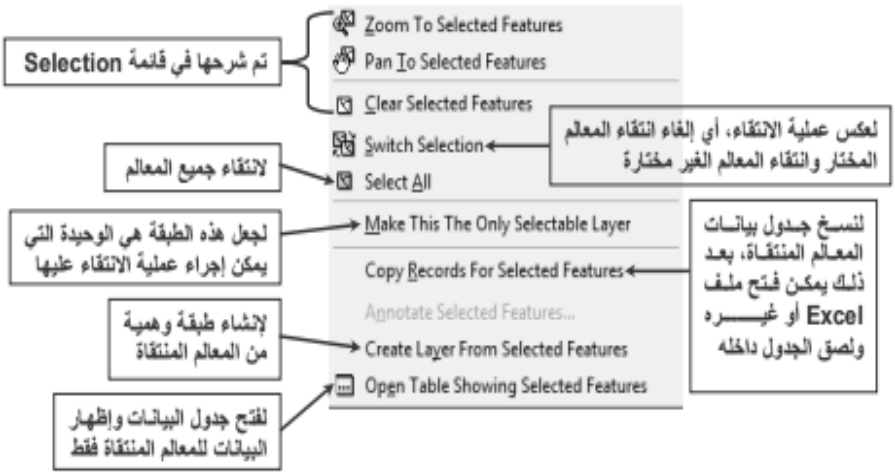






- كما يمكن عمل تكبير للأجزاء المحددة من قبل كما بالصورة





- استيراد الظاهرات أو الأشكال المحددة أو التي تم تحديدها *Export selected features*

يمكن استيراد الظاهرات المحددة عن طريق *Data > Export Data* ثم اختيار استيراد الظاهرات المحددة *selected features* .

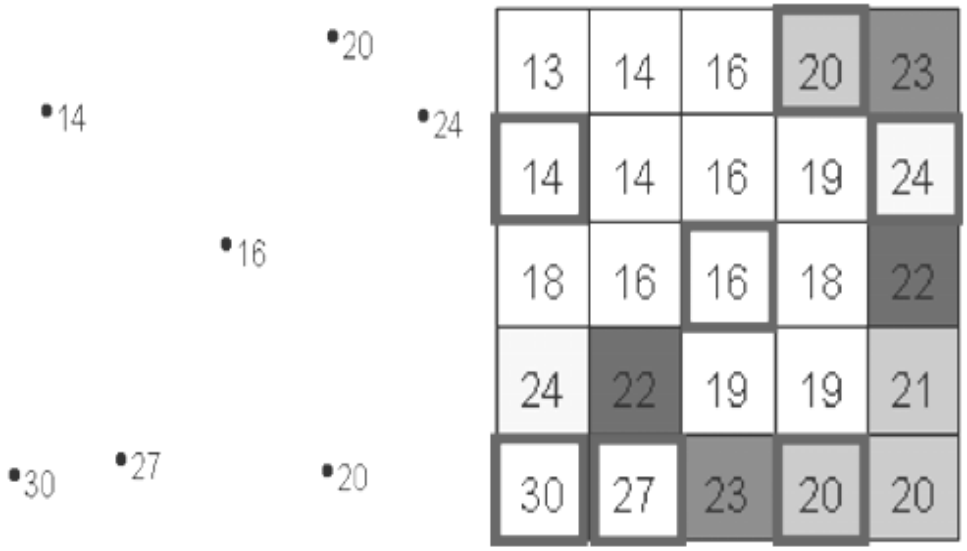
الفصل الثالث

استيفاء البيانات *Spatial interpolation*

- مفهوم التوليد المكاني أو الاستيفاء : *Spatial interpolation*

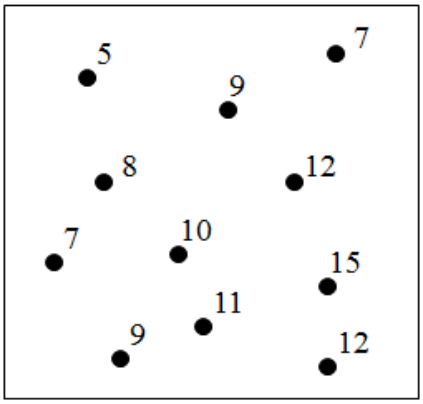
يمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافي لدراسة خصائص التضاريس أو الشروط البيئية من عدد محدود من القياسات الحقلية. على سبيل المثال يمكن التنبأ أو إنشاء خريطة لهطول الأمطار انطلاقاً من عدد محدود من القياسات المطرية المأخوذة في مواقع مختلفة على الخريطة، كما يمكن التنبأ أو إنشاء خريطة التضاريس انطلاقاً من عدد محدود من قياسات الارتفاع في الخريطة. ومن البديهي أن تتوقف دقة البيانات المولّدة على عدد وكم القياسات المأخوذة.

- *Predict the unknown value at a location using the known values at surrounding area*

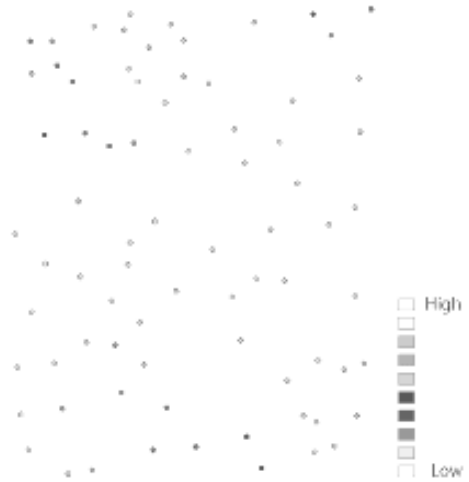


إنشاء خريطة لهطول الأمطار انطلاقاً من عدد محدود من القياسات.

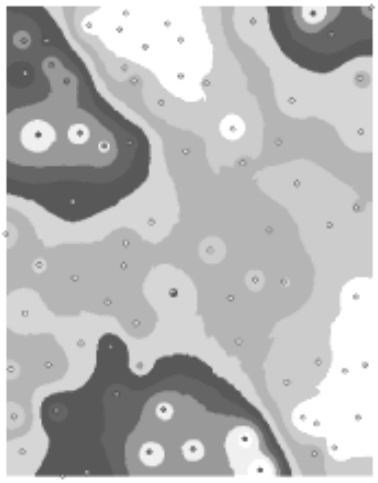
وترجع أهمية استيفاء البيانات *interpolation* في إننا في الأحيان لا يمكننا قياس كل النقاط في الطبيعة لأي سبب ، أو أن ذلك مكلف *Money* ويأخذ وقت كبير *Time* .



5	5	6	8	8	7	7
5	5	7	9	9	8	8
6	7	8	9	11	10	10
7	8	9	10	12	13	11
7	8	10	10	13	15	14
8	8	10	11	13	14	13
9	9	9	10	11	12	12



Input elevation point data



Interpolated elevation surface

إنشاء خريطة للتضاريس من عدد من النقاط.

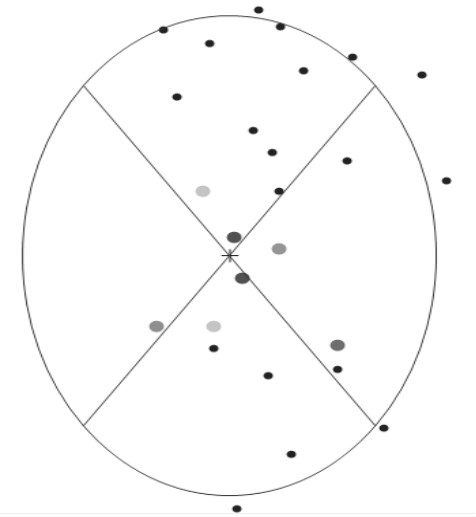
- ما الفرق بين *Extrapolation* و *Interpolation*؟

- طرق الاستيفاء: *Interpolation methods*

- *Inverse Distance Weighted (IDW)*

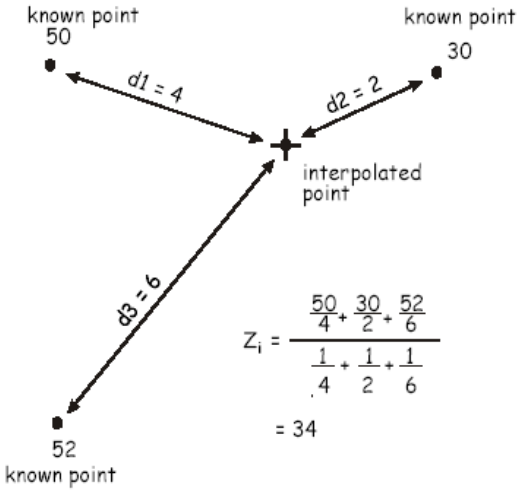
تعتبير هذه الطريقة من طرق الاستيفاء المعروفة والسهلة ، فهي تقوم بإنشاء الخرائط والتنبأ بالقيم *values* في المواقع غير المعلومة *unknown points* باستخدام المسافة *distance* والقيم القريبة *near* من النقاط المستنبطة. حيث أن هذه الطريقة تأخذ فس حسبانها النقاط القربية بدرجة أكبر من النقاط البعيدة ، فللنقاط

القريبة *Closer points* تأثير أكبر في التنبأ بالنقاط المجهولة. حيث توجد علاقة عكسية بين المسافة ووزن النقطة ، فكلما كانت النقطة قربية من النقاط غير المعلومة ، فإن وزنها يزيد والعكس. ويتم الحصول على أفضل النتائج من *IDW* عندما تكون عملية أخذ العينات كثيفة بدرجة كافية فيما يتعلق بالتنوع المحلي الذي تحاول محاكاته. إذا كانت عينات نقاط الإدخال قليلة، فقد لا تمثل النتائج السطح بشكل دقيق.



كما تقوم باستباط البيانات في حدود القيم المتاحة ، فلا يمكنها توقع قيمة أو رقم أكبر من القيم المدخلة أو أقل منها ، فالقيم المستخرجة من هذه الطريقة تتراوح بين أكبر وأقل قيمة. ومن عيوب هذه الطريقة إنها لا تتنبأ بالارتفاعات أو التلال*hills* والأودية *valleys* أو المنخفضات.لماذا؟.

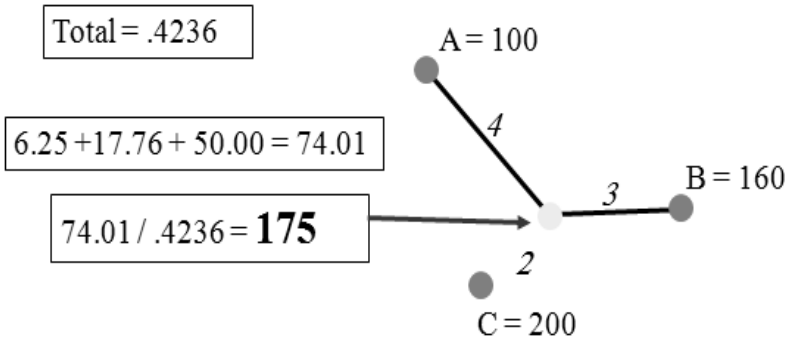
تفضل هذه الطريقة إذا كانت النقاط موزعة توزيع عادل وانتشار منتظم.



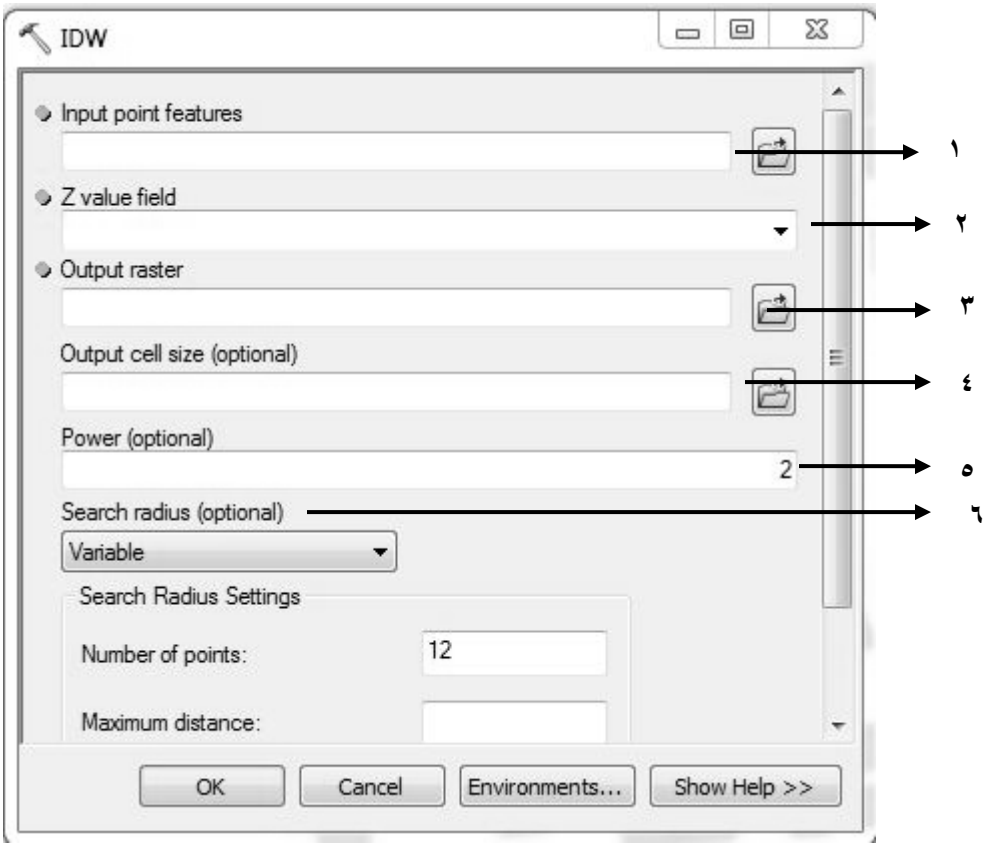
طريق حساب النقاط غير المعلومة من النقاط المعلومة

	Weights	Weights * Value
A	$1 / (4^2) = .0625$	$.0625 * 100 = 6.25$
B	$1 / (3^2) = .1111$	$.1111 * 160 = 17.76$
C	$1 / (2^2) = .2500$	$.2500 * 200 = 50.00$

Total = .4236



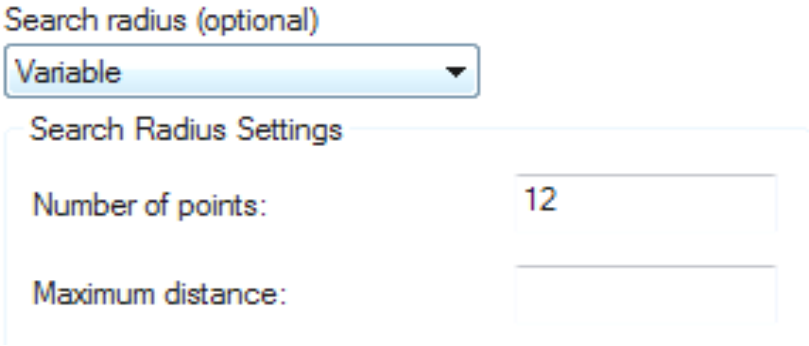
المتطلبات الأساسية لهذه الطريقة:



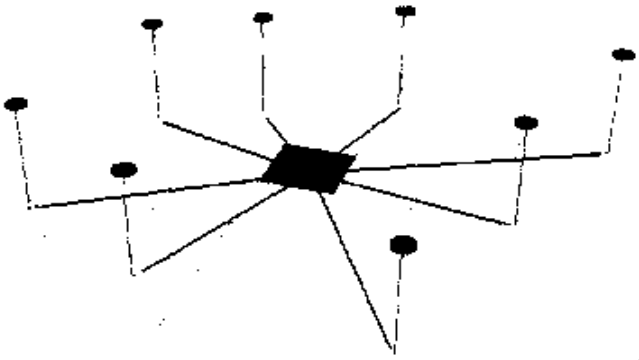
١. طبقة النقاط المدخلة.
٢. القيم التي سيتم عمل استيفاء لها.
٣. مكان الحفظ علي الجهاز.
٤. حجم الخلية.
٥. القوة *Power*: ويقصد به وزن النقطة التي سيتم الاعتماد عليها في التنبأ بالنقاط غير المعلومة.

٦. البحث عن النقاط باستخدام قطر معين *Search radius* يقصد به عدد النقاط التي سيتم استخدامها في عملية استيفاء أو التنبأ بقيم النقاط غير المعلومة ، وهو نوعان:

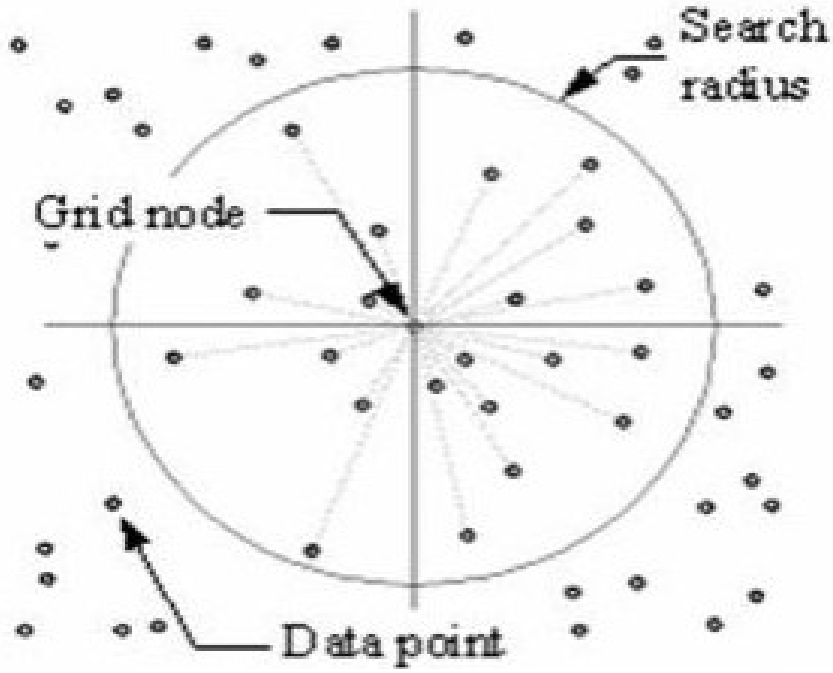
- متغير *Variable* : يستخدم عدد من النقاط المعلومة للاستيفاء. وهو الخيار الافتراضي *default* لهذ الطريقة.



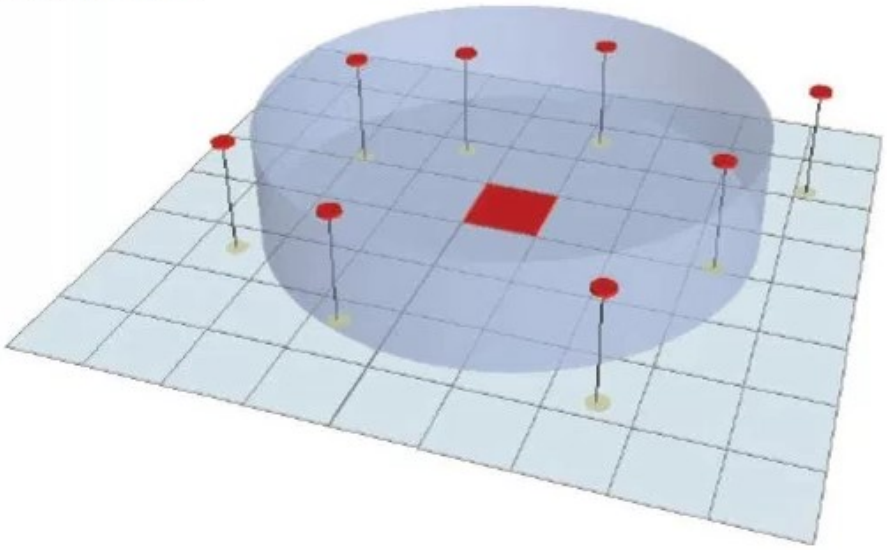
Maximum Number

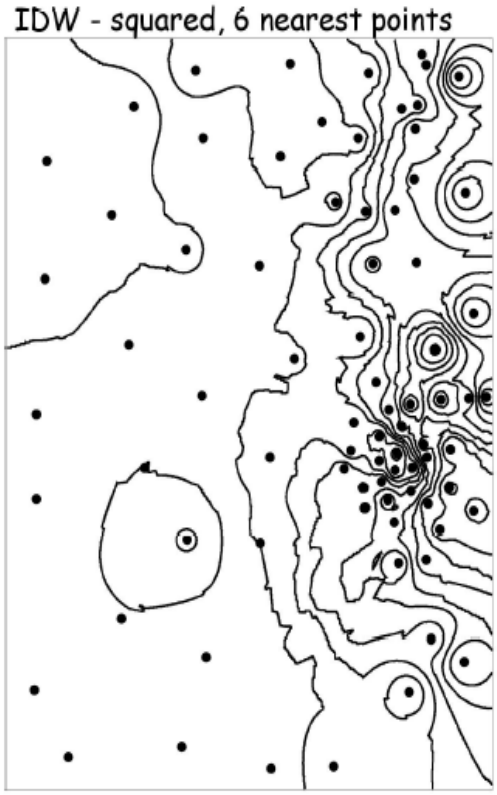


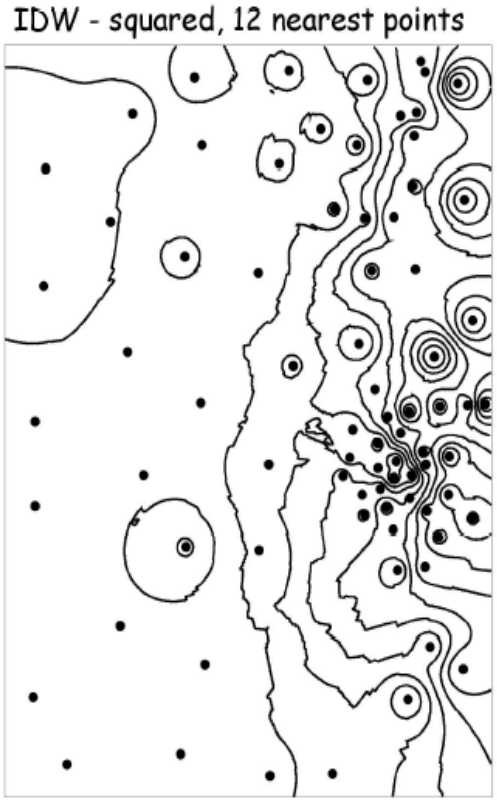
- ثابت *Fixed* :يستخدم مسافة أو قطر معين للاستيفاء. وتكون المسافة قدر حجم الخلية خمسة مرات.

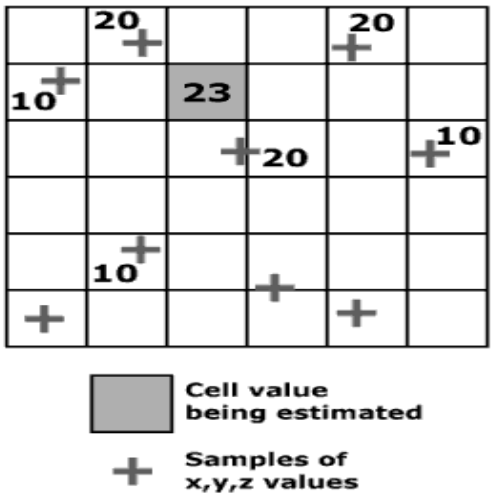


Fixed Radius

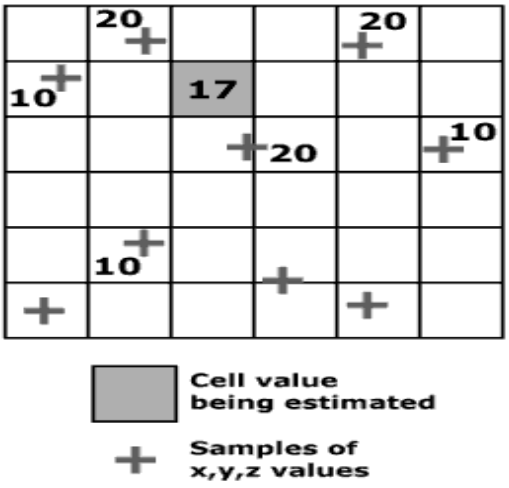



IDW - squared, 6 nearest points


IDW - squared, 12 nearest points


20
20
10
23
20
10
10
Cell value being estimated
Samples of x,y,z values

Spline

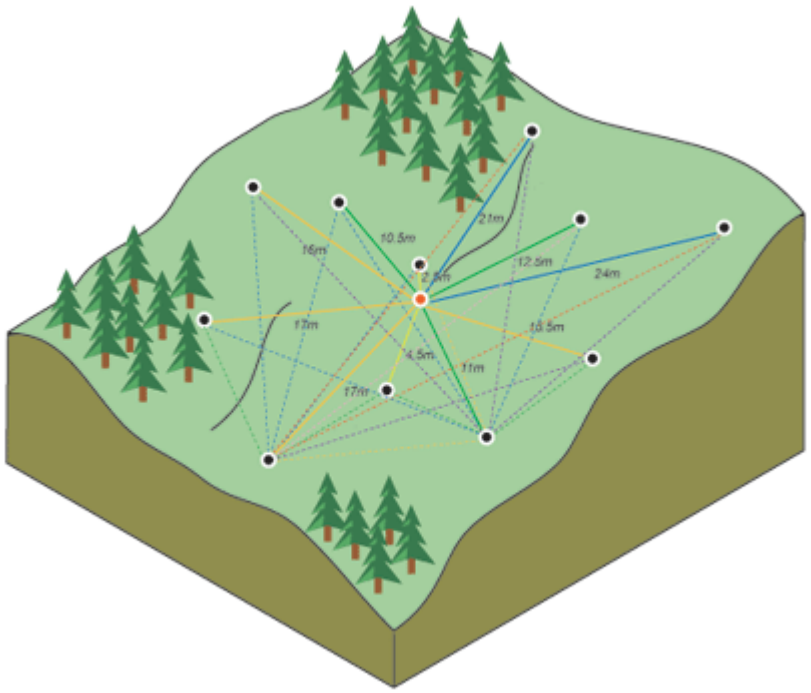

20
20
10
17
20
10
10
Cell value being estimated
Samples of x,y,z values

IDW

طريقة Kriging:

Kriging هو إجراء جيوإحصائي متقدم يولِّد سطحًا تقديريًا من مجموعة مبعثرة من النقاط ذات قيم z أكثر من طرق الاستيفاء الأخرى، يجب إجراء تحقيق شامل في السلوك المكاني للظاهرة التي تمثلها القيم z قبل تحديد أفضل طريقة تقدير لتوليد سطح الإخراج.

يشار إلى أدوات الاستيفاء IDW وأدوات Spline على أنها أساليب استيفاء حتمية لأنها تستند بشكل مباشر إلى القيم المحيطة المقاسة أو على صيغ رياضية محددة تحدد نعومة السطح الناتج. تتكون المجموعة الثانية من أساليب الاستيفاء الجيوإحصائية مثل kriging، والتي تستند إلى نماذج إحصائية تتضمن الارتباط التلقائي أي العلاقات الإحصائية بين النقاط المقاسة. ولهذا السبب، لا تملك التقنيات الجيوإحصائية القدرة على إنتاج سطح تنبؤ فحسب، بل توفر أيضًا قدراً من اليقين أو الدقة للتنبؤات.



Calculating the difference squared between the paired locations

يفترض Kriging أن المسافة أو الاتجاه بين نقاط العينة تعكس الارتباط المكاني الذي يمكن استخدامه لتفسير التباين في السطح. Kriging هي عملية متعددة الخطوات: ويشمل التحليل الإحصائي الاستكشافي للبيانات، ونمذجة المتغيرات، وخلق السطح، واستكشاف سطح التباين. Kriging هو الأنسب عندما تعلم أن هناك مسافة مرتبطة مكانيا أو تحيز اتجاهي في البيانات. وغالبا ما تستخدم في علوم التربة والجيولوجيا.

Kriging هي عملية مكثفة المعالج. تعتمد سرعة التنفيذ على عدد النقاط في مجموعة بيانات الإدخال وحجم نافذة البحث.

تشير القيم المنخفضة لتباين قيم السطح المقدر إلى درجة عالية من الثقة في القيمة المتوقعة. في حين قد تشير القيم العالية إلى الحاجة إلى المزيد من نقاط البيانات.

تفترض أنواع Kriging أن هناك مكونًا هيكليًا وأن الاتجاه المحلي يختلف من مكان إلى آخر.

طريقة Natural neighbor:

يبحث Interpolation بطريقة الجوار الطبيعي Natural neighbor عن أقرب مجموعة نقاط معلومة القيمة لاستخدامها في تقدير قيم النقاط المطلوبة.

وأهم خصائصها الأساسية هي أنها محلية، فهي تضمن أن تكون الارتفاعات الداخلية ضمن نطاق العينات المستخدمة لن يستنتج اتجاهات ولن ينتج قمم أو حفر أو تلال أو أودية لا تمثلها بالفعل عينات المدخلات. يمر السطح من خلال عينات الإدخال بسلاسة في كل مكان باستثناء مواقع عينات الإدخال.

هذه الأداة تعمل بكفاءة حتى ١٥ مليون نقطة إدخال. إذا كانت فئة مظاهر الإدخال تحتوي على أكثر من هذا العدد فقد تفشل الأداة في إنشاء نتيجة.

يوصى بأن تكون بيانات المدخلات في نظام إحداثي مسقطة وليس في نظام إحداثيات جغرافي.

هناك طريقة بديلة تتمثل انتاج سطح TIN ثم تحويل TIN الناتج إلى بيان مصفوفي باستخدام أداة TIN To Raster، باستخدام خيار Natural Neighbor.

طريقة Spline:

تستخدم أداة Spline طريقة استيفاء تقدر القيم باستخدام دالة رياضية تقلل من انحناء السطح الكلي، مما ينتج عنه سطح أملس يمر عبر نقاط الإدخال بالضبط.

يمكن القول بأن هذه الطريقة تعمل كأنها تمدد لوحة من المطاط تمر عبر نقاط الإدخال مع تقليل انحناء السطح الكلي. هذه الطريقة هي الأفضل لتوليد أسطح متباينة بلطف مثل الارتفاع أو ارتفاع منسوب المياه أو تركيزات التلوث.

الشكل الأساسي لانحناء الحد الأدنى من الاستيفاء Spline يفرض الشرطين التاليين على السطح المستوفى:

يجب أن يمر السطح بالضبط عبر نقاط البيانات.

يجب أن يكون السطح عند الحد الأدنى للتباين.

Spline لها اختياران هما Regularized و Tension:

باستخدام الخيار Regularized، تنتج القيم الأعلى أسطحًا أكثر سلاسة.

باستخدام خيار Tension، ينتج عن القيم الأعلى أكثر خشونة إلى حد ما.

كلما زاد عدد النقاط زادت سلاسة السطح.

طريقة Trend:

يؤدي الاستكمال الداخلي Trend إلى سطح أملس يمثل اتجاهات تدريجية في السطح فوق المنطقة ذات الاهتمام. يمكن استخدام هذا النوع من الاستيفاء من أجل:

- استكمال سطح لظاهرة تتير تغيرًا تدريجيًا بالابتعاد عن مركزها كالتلوث على المنطقة الصناعية.
- فحص أو إزالة تأثيرات الاتجاهات بعيدة المدى أو العالمية. في مثل هذه الظروف، يشار إلى هذه التقنية غالبًا باسم تحليل سطح الاتجاه.

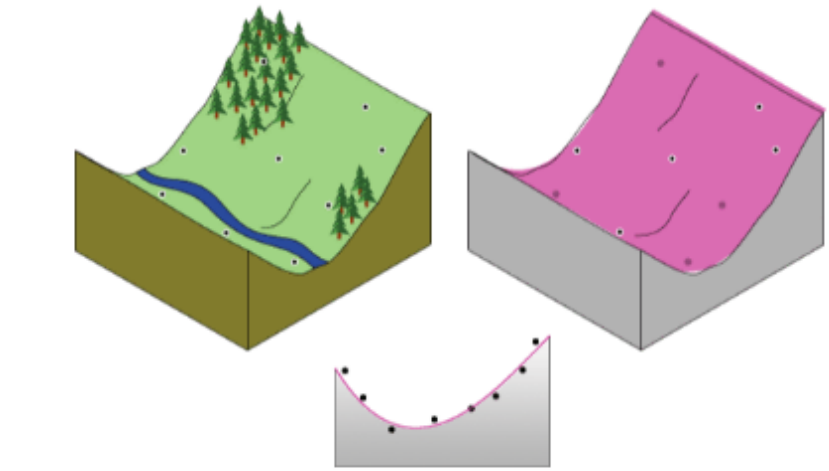


Illustration of a curved trend surface

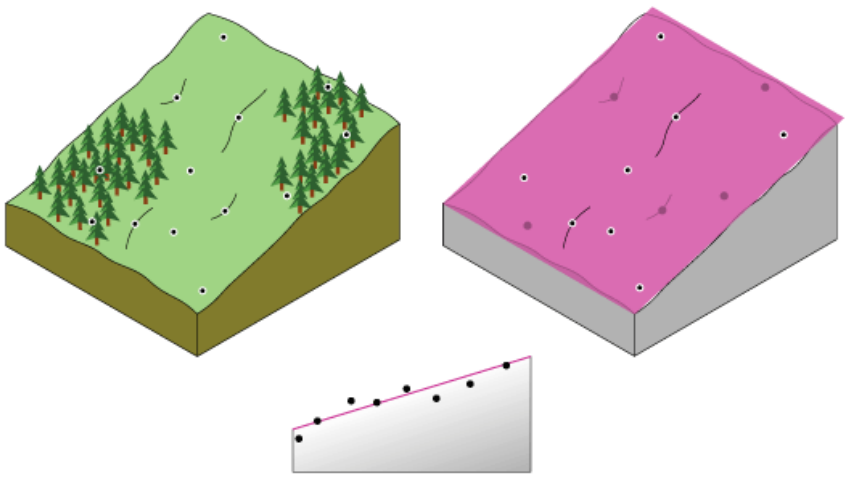
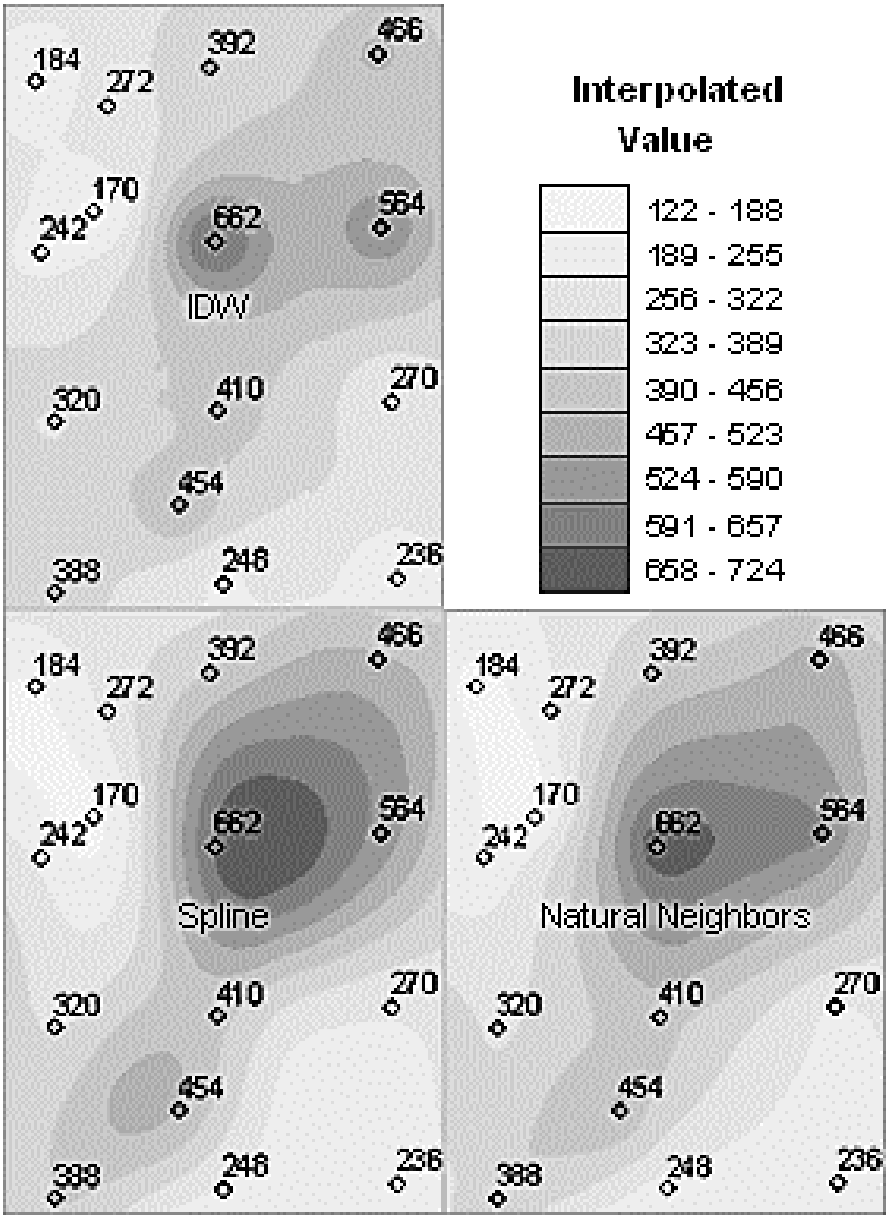
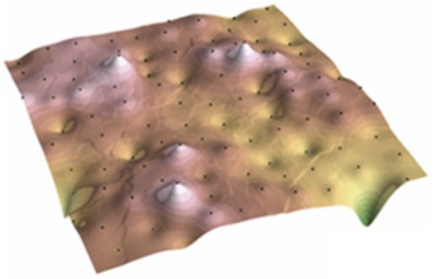


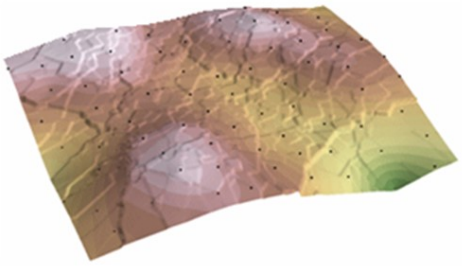
Illustration of a flat trend surface



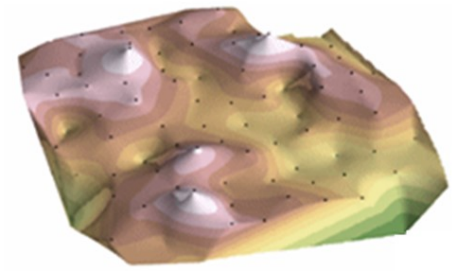
مقارنة بين نتائج الاستكمال المكاني بطرق IDW , Spline and Natural Neighbors



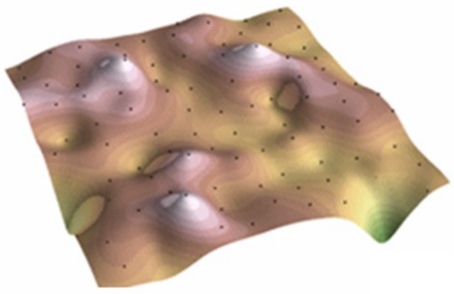
طريقة IDW



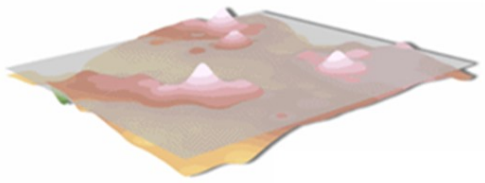
طريقة Kriging



طريقة Natural neighbor



طريقة Spline



طريقة Trend

مقارنة بين نتائج الاستكمال المكاني بطرق IDW , Spline , Kriging , Trend and Natural Neighbors

- يتوقف اختيار طريقة الاستيفاء علي الاتي:

- Interpolation method depend :
  - Character of data
  - data behavior
- best way to compare methods:
  1. try several methods
  2. make sure you understand theory
  3. refine best method

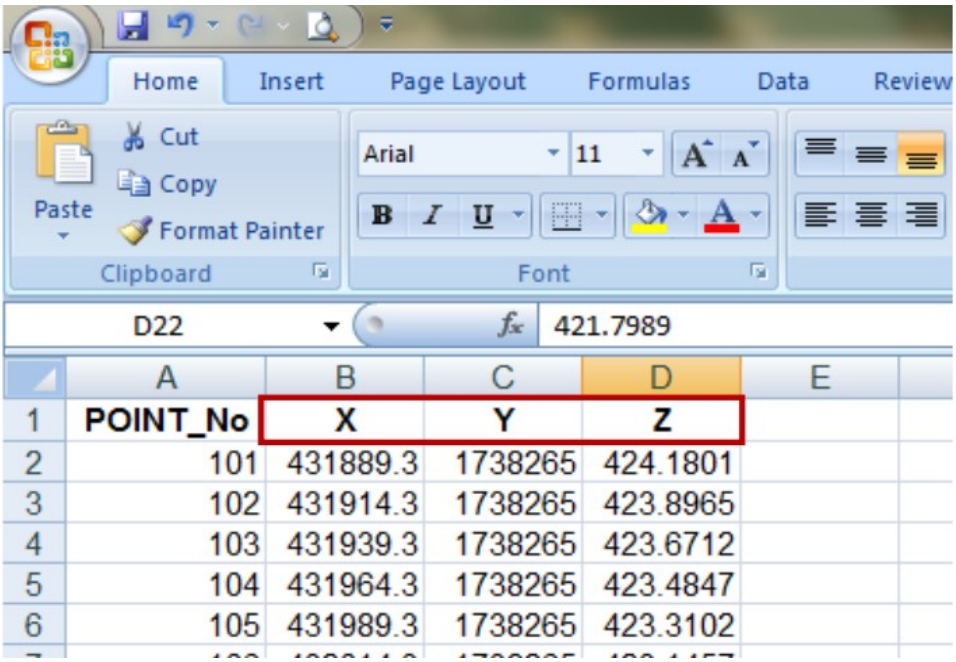
طريقة عمل الكنتور :

-يجب أن تحتوى البيانات المراد عمل الكنتور لها على ثلاثة حقول أساسية وهى :

X: وتمثل الإحداثى السينى للنقطة

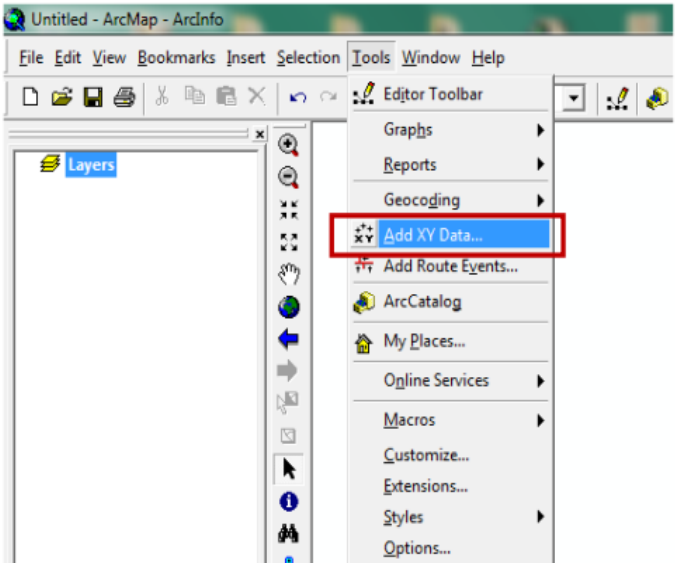
Y: وتمثل الإحداثى الصادى للنقطة

Z: وتمثل إرتفاع النقطة

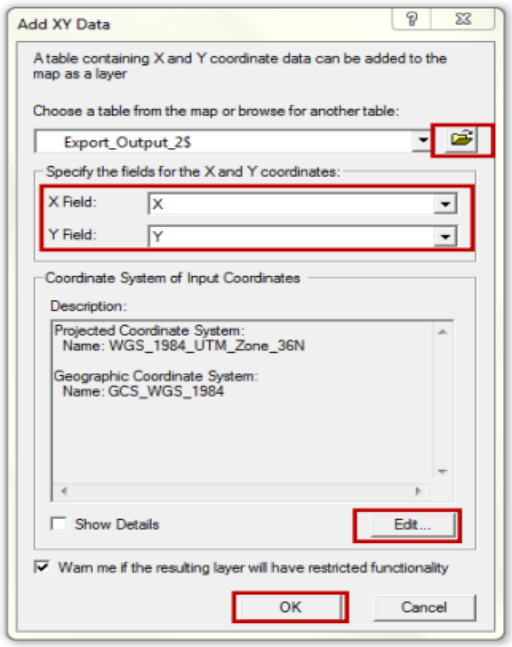


	A	B	C	D	E
1	POINT_No	X	Y	Z	
2	101	431889.3	1738265	424.1801	
3	102	431914.3	1738265	423.8965	
4	103	431939.3	1738265	423.6712	
5	104	431964.3	1738265	423.4847	
6	105	431989.3	1738265	423.3102	

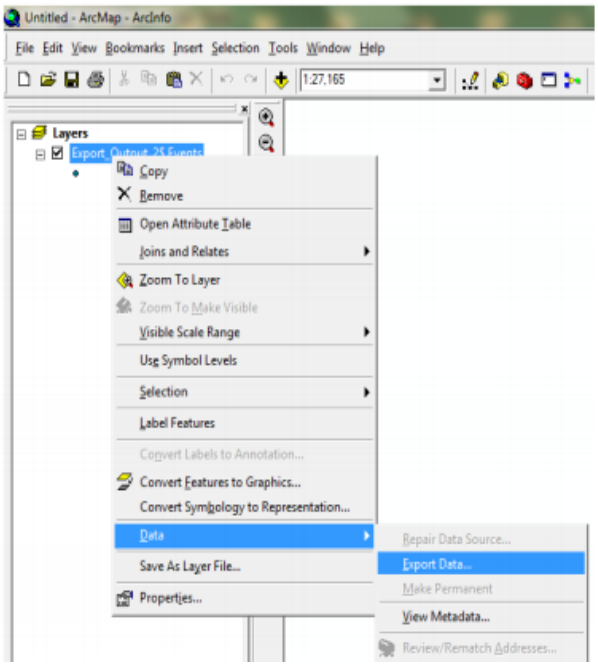
-نفتح تطبيق ArcMap ونذهب إلى Tools>Add XY Data



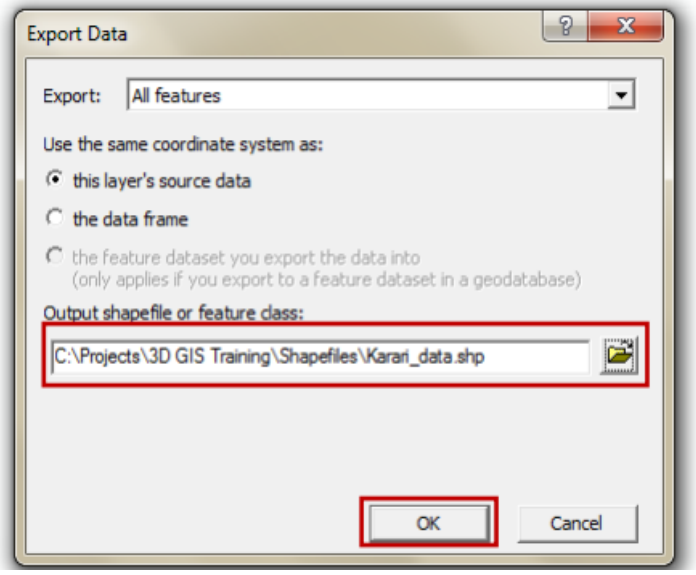
-فى صندوق حوار **Add XY Data** نقوم بتحديد مسار ملف **Excel** الذى يحتوى البيانات ثم نحدد حقل **X** وحقل **Y** ثم نقوم بتحديد المرجع الجغرافى للبيانات ثم تضغط على **OK**



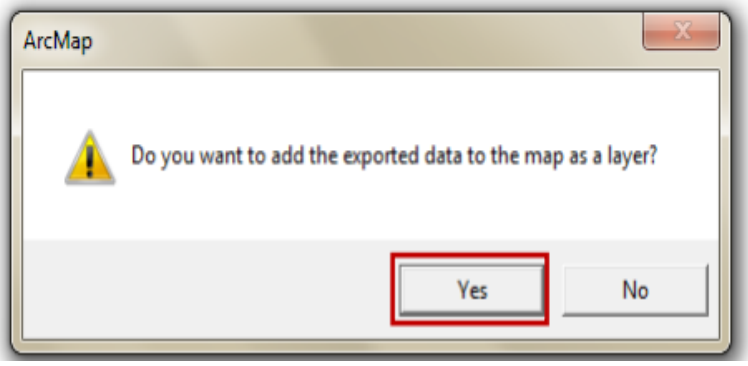
-بعد إنتهاء العملية يتم إضافة طبقة النقاط الى ناقذة ArcMap وهى عبارة عن طبقة Events تكون محفوظة فى ذاكرة الجهاز ولا بد من تصديرها الى Shapefile لحفظها وذلك بالنقر بزر الفأرة الأيمن على اسم الطبقة فى صندوق المحتويات TOC ثم إختيار Data>Export Data



-فى صندوق حوار Export Data نقوم بتحديد مسار لحفظ طبقة النقاط الجديدة بإسم Karari_data.shp ثم نضغط على OK



-أضغط Yes على الرسالة التالية ليتم إضافة الطبقة الى نافذة ArcMap ثم قم بالتخلص من طبقة ال Events وذلك بعمل Remove له من صندوق المحتويات TOC

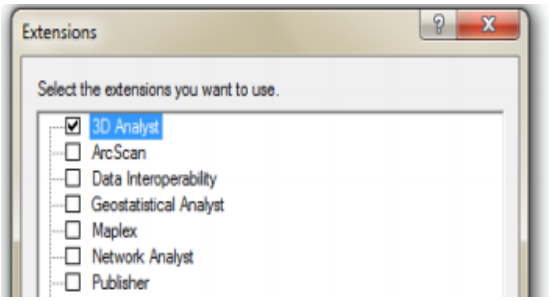


-قم بفتح جدول السمات للطبقة attributes table ولاحظ الحقول الموجودة فيه وتأكد من وجود الحقل Z والذى يحتوى على إرتفاعات النقاط.

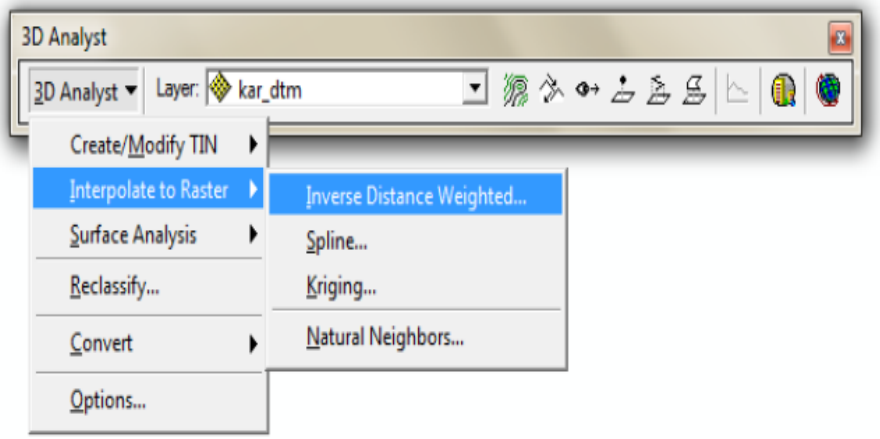
Attributes of Karari_data

FID	* Shape	POINT_No	X	Y	Z
0	Point	101	431889.3	1738264.572	424.1801
1	Point	102	431914.3	1738264.572	423.8965
2	Point	103	431939.3	1738264.572	423.6712
3	Point	104	431964.3	1738264.572	423.4847
4	Point	105	431989.3	1738264.572	423.3102
5	Point	106	432014.3	1738264.572	423.1457
6	Point	107	432039.3	1738264.572	423.0033
7	Point	108	432064.3	1738264.572	422.8742
8	Point	109	432089.3	1738264.572	422.7614
9	Point	110	432114.3	1738264.572	422.654
10	Point	111	432139.3	1738264.572	422.5383

-قم بتنشيط 3D Analyst من قائمة Tools>Extensions ثم أضغط على Close ثم قم بإضافة ال 3D Analyst إلى نافذة ArcMap من قائمة Tools>Customize



-من قائمة 3D Analyst قم بإختيار Interpolate to Raster>Inverse Distance Weighted (IDW)



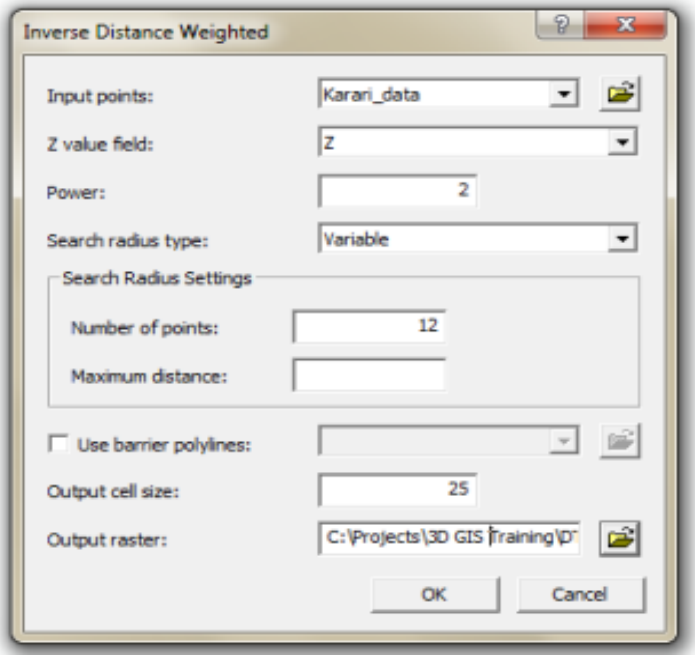
فى صندوق حوار IDW حدد الآتى :

Input Points: Karari_data

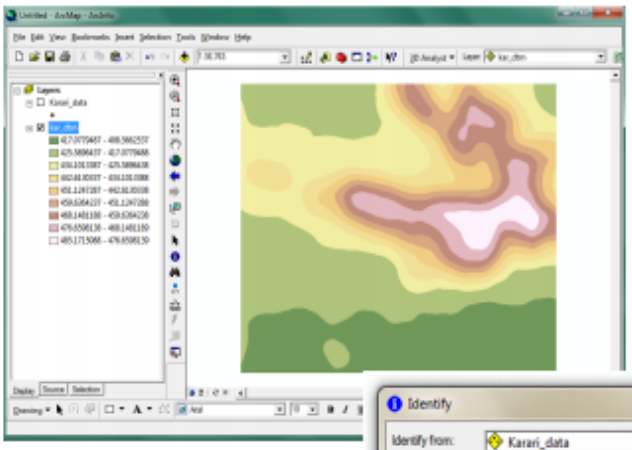
Z value field: Z

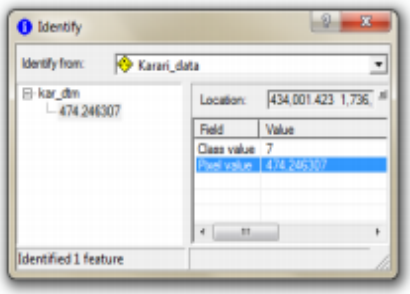
Output Cell size: 25

ثم حدد مسار لحفظ ال **Output Raster** وأحفظها بإسم **Kar_dtm** وتأكد أن صندوق الحوار لديك مشابه للشكل أدناه ثم أضغط على **OK**

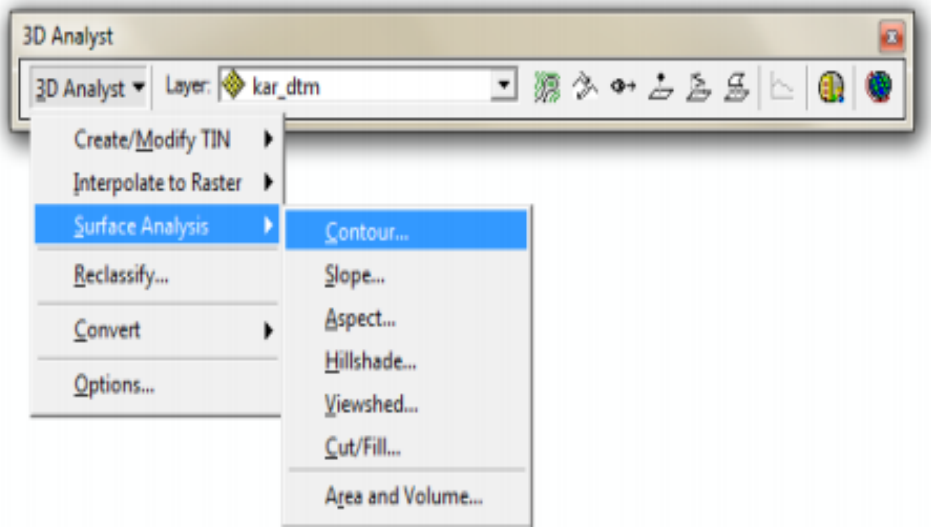


- لاحظ طبقة ال DTM التى تم إضافتها لنافذة ArcMap وهى عبارة عن صورة بها قيم الارتفاعات فى كل pixel واذا قمنا بعمل Identify نجد أن ال Pixel value تمثل الارتفاع .





- من قائمة 3D Analyst قم باختيار Surface Analysis> Contour



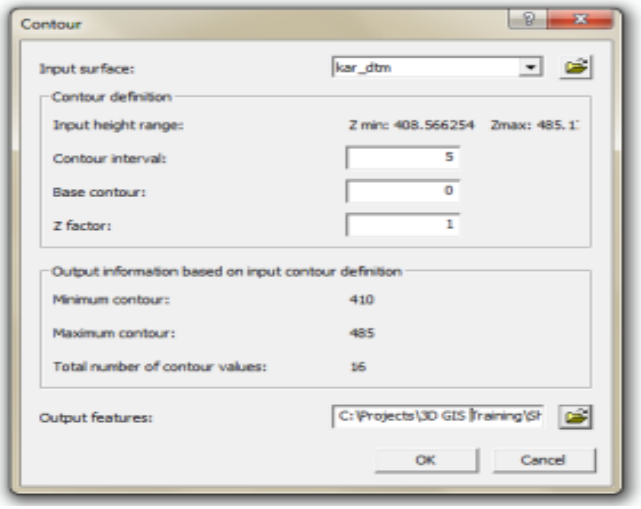
– فى صندوق حوار Contour حدد الآتى:

Input Surface: Kar_dtm

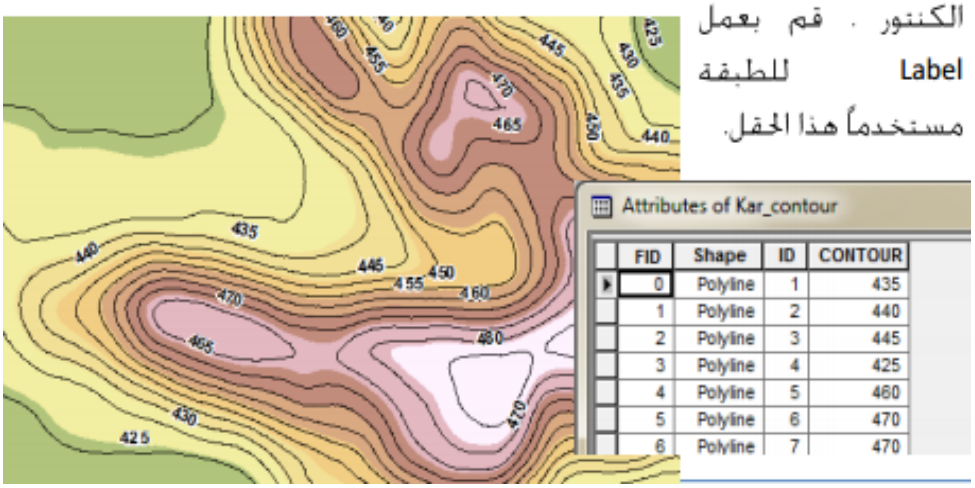
Contour interval : 5

ثم حدد مسار لحفظ Output features وقم بحفظ الملف باسم Kar_contour.shp

تأكد أن صندوق الحوار لديك مشابه للشكل أدناه ثم قم بالضغط على OK



– لاحظ طبقة الكنتور التى تم إضافتها لنافذة ArcMap وقم بفتح جدول السمات لهذه الطبقة Open attributes table ولاحظ الحقل المسمى Contour وهو الحقل الذى يحتوى على قيم خطوط الكنتور . قم بعمل Label للطبقة مستخدماً هذا الحقل.

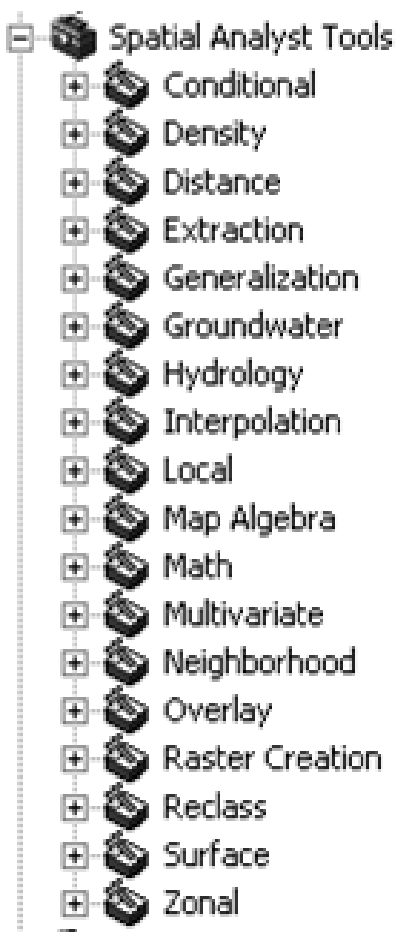


الفصل الرابع

أساليب التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية

تهتم الجغرافيا بدراسة البعد المكاني للظواهر الجغرافية ، وهذا نابع من تعريف الجغرافيا بكونها دراسة ترتيب الظاهرات في الحيز المكاني والناتج عن توزيع الظاهرات وفق نمط معين والذي يعني نظام توزيع ظاهرة ما على سطح الارض.

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



- أساليب التحليل المكاني:

تتنوع أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية، فمنها ما يناسب تحليل البيانات النقطية مثل المصانع ومراكز التسوق، المطاعم ، المستشفيات، مراكز الإسعاف، مراكز إطفاء الحريق، المدارس ، الجامعات، المطارات، وغيرها من الظاهرات النقطية. ومن أساليب التحليل المكاني ما يناسب تحليل البيانات الخطية ويعتمد علي تحديد الظاهرات بواسطة احداثيتها الأفقية والرأسية، ويناسب هذا الاسلوب تحليل الشبكات بشكل أساسي ويشمل ذلك شبكات الاتصالات الهاتفية، شبكات الطرق، شبكات المجاري المائية ، وشبكات مرافق المياه، الكهرباء والصرف الصحي وغيرها من الظاهرات الخطية. كما يشمل تحليل الشبكات تحديد المسار الأنسب 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 المكاني ما يناسب تحليل البيانات المساحية مثل نطاقات استخدام الارض (السكني، الصناعي، الزراعي، التجاري ، الصحي ، التعليمي، السياحي، المساحات الخضراء وغيرها من الظاهرات المساحية).

- ما الفرق بين *DSM, DTM, DEM* ؟
- *DEM* هي اختصاراً لكلمة *Digital Elevation model* تعنى نموذج الارتفاع الرقمي وهي تبين ارتفاع سطح الارض بالنسبة لمنسوب سطح الارض ، وتحتوي على البيانات التالية وهي *X,Y,Z* .

  يمثل كلاهما في صورة شبكية *Raster Format* حيث أن قيمة العنصر الثالث تعطى لكل بيكسل ، والبيكسل هو عبارة عن مساحة محددة من الأرض تسمي بالخلية *Cell* أو *Pixel* وهى تحتوى على قيمة عددية تمثل متوسط قيمة الظاهرة المراد تمثيلها لن يظهر في الطبقة المعلوماتية الممثلة في أي نظام معلومات جغرافي إلا العنصر الثالث فقط من هذه المعلومات الثلاث التي ذكرتها سابقا.
- *DTM* *Digital Terrain Model* وتعنى نموذج التضاريس الرقمي: وهي تبين ارتفاع تضاريس سطح الارض دون ظهور المباني.وتحتوي على البيانات التالية وهي *X,Y,Z*
- *DSM* وهي اختصاراً لكلمة *Digital Surface Model* وتعنى نموذج السطح الرقمي: وهو يبين ارتفاع تضاريس سطح الارض مع ظهور المباني وتحتوي على البيانات التالية وهي *X,Y,Z*.

ويشمل التحليل المكاني مجموعة من الاساليب نذكر منها:

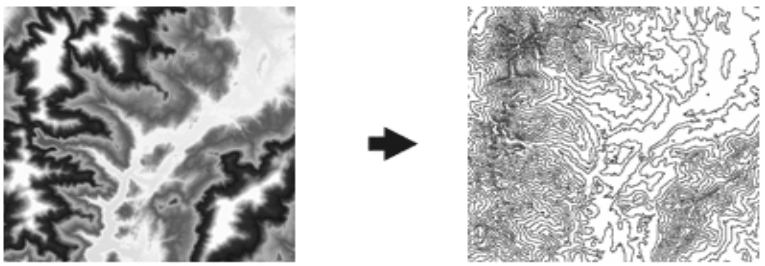
(١) تحليل سطح الأرض أو التحليل الطبوغرافي: *Surface Analysis*

يشمل تحليل تضاريس سطح الأرض *Terrain Analysis* عن طريق تحليل نموذج الارتفاع الرقمي *Digital Elevation Model* وذلك لرسم الخريطة الكنتورية *Contour Map* ، وتحليل إتجاه الانحدار *Aspect Analysis*، وتحليل الهيدرولوجي *Hydrological Analysis*، وتحليل الرؤية *Viewshed* الذي يحدد الاماكن التي تري عنصراً معينًا علي سطح الأرض.

- إنشاء خطوط الكنتور *Contour* من نموذج الارتفاع الرقمي *DEM*:

من المعروف أن خطوط الكنتور هي خطوط وهمية عادة ما تكون بنية اللون توقع علي الخرائط للدلالة علي الارتفاع أو الانخفاض عن مستوي سطح البحر. وتعتبر الخريطة الكنتورية من أهم الخرائط التي يستخدمها الجغرافي وذلك لكونها تعد دليلاً وافياً وشارحاً لمظاهر سطح الأرض ويعتمد إعداد 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 موجبًا اذا كانت أعلي سطح البحر ويكون سالبًا اذا كانت أدني من منسوب سطح البحر.

أما مفهوم الفاصل الكنتوري *interval Contour* فهو عبارة عن الفرق في الارتفاع بين خط كنتور وآخر، ويعتمد الفاصل الرأسي أو الكنتوري على مجموعة من العوامل أهمها مقياس رسم الخريطة وكمية التضاريس ، فكلما كبر مقياس رسم الخريطة أمكن رسم عدد أكبر من خطوط الكنتور ، وبالتالي يكون الفاصل الرأسي صغيراً.



كيفية إنشاء خطوط الكنتور علي برنامج *ARC GIS V.10.4* :

قبل الحديث عن كيفية إنشاء خطوط الكنتور علي برنامج الارك ، يحسن بنا توضيح بعض المفاهيم أو مدخلات أداة إنشاء خطوط الكنتور بالبرنامج *The Surface Contour tool*، ومعرفة أن حجم الخلية بنموذج الارتفاع الرقمي المستخدم في إنشاء خطوط الكنتور يؤثر على الخريطة المخرجة. وهي كما يلي:

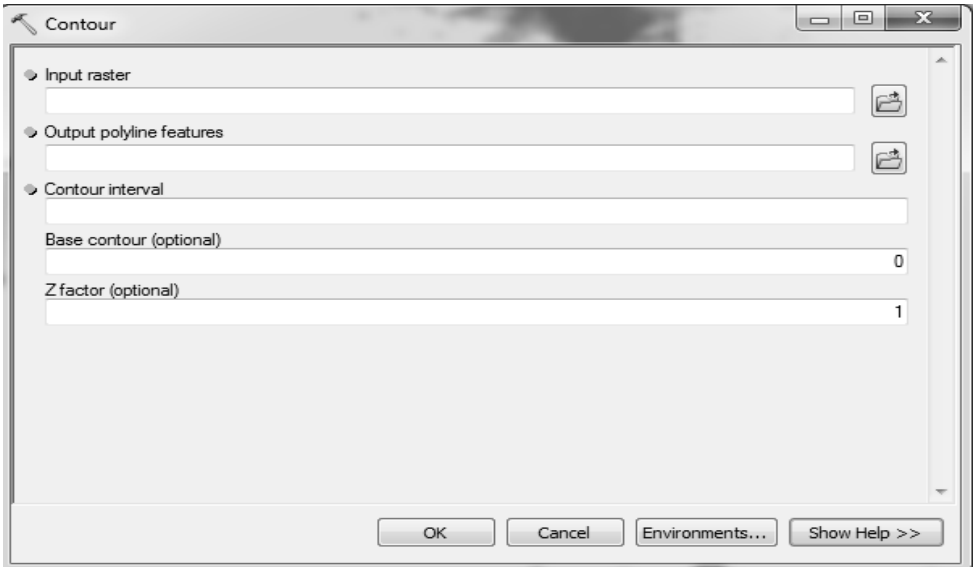
- خط الكنتور الأساسي أو الأم *Base Contour*: يقصد به قيمة خط البداية أو خط الكنتور التي يتم إنشاء خطوط الكنتور بناءً عليها ، والقيمة المعروفة *default Base Contour* لهذا الحقل هي صفر ، وقد تكون هذه القيمة موجبة أو سالبة ، فعلي سبيل

المثال لو كانت قيمة *Base Contour* صفر وقيمة الفاصل الكنتوري ٥ متر ، فإن قيم خطوط الكنتور ستكون صفر ، ٥ ، ١٠ ، ١٥ ...وهكذا ، وإذا كان الفاصل الكنتوري -٥ متر ، فإن قيم خطوط الكنتور ستكون صفر ، -٥ ، -١٠ ، -١٥ وهكذا.

ولو كانت قيمة *Base Contour* هي الرقم ٠,١ وقيمة الفاصل الكنتوري ٥ متر ، فإن قيم خطوط الكنتور ستكون ٠،٠.....وهكذا ، وإذا كان الفاصل الكنتوري -٥ متر ، فإن قيم خطوط الكنتور ستكون ٠,١.....

ومن هنا يتضح لنا أن قيم خطوط الكنتور تعتمد علي قيمة حقل *Base Contour* ، وبمعني أخر لو أردنا أن تبدأ خطوط الكنتور بالخط ١٠ متر وبفاصل كنتوري ١٥ متر ، يتحتم أن تكون قيمة *base contour* هي ١٠ متر ، فإن قيم خطوط الكنتور ستكون ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥ متر.

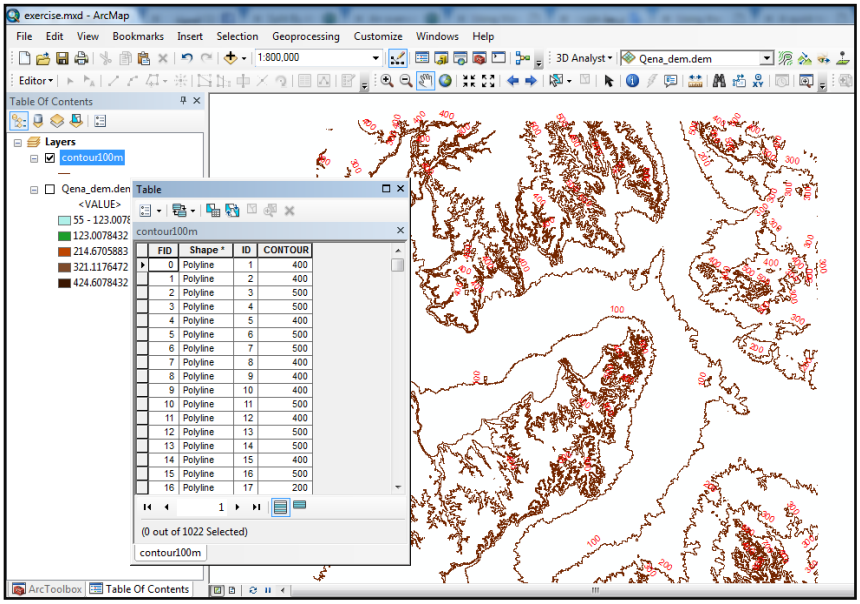
- الفاصل الكنتوري *Contour Interval* هو الفرق بين كل خط كنتور وأخر.



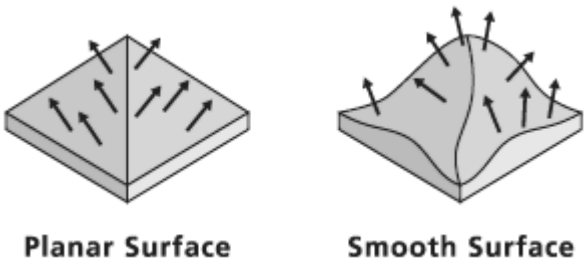
- قيمة *Z Factor* : أن *default value* هي الرقم ١ ، لكن يجب أن نعرف خطوط الكنتور تعتمد بشكل أساسي علي وحدة القياس في نموذج الارتفاع الرقمي *DEM* والتي غالبًا ما تكون بالمتر أو القدم، مع القيمة الافتراضية وهي الرقم ١، مع العلم أن خطوط الكنتور التي سيتم إنشائها ، ستكون بنفس وحدة القياس بنموذج الارتفاع الرقمي.

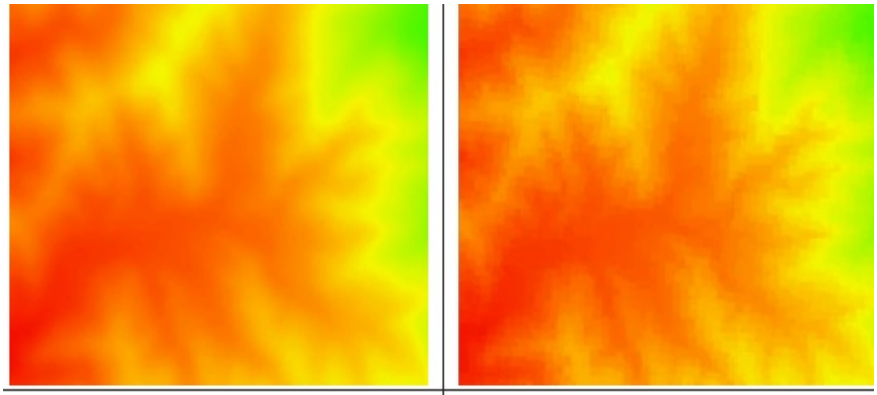
لذلك لو كانت وحدة القياس في *DEM* هي القدم، وأردنا انشاء خريطة خطوط الكنتور بالمتر وليس القدم ، في هذه الحالة ستكون قيمة *Z Factor* هي ٠,٣٠٤٨ (القدم =٠,٣٠٤٨ متر) ، والعكس لو كانت وحدة القياس في *DEM* هي المتر، وأردنا إنشاء خريطة خطوط الكنتور بوحدة القدم وليس المتر ، في هذه الحالة ستكون قيمة *Z Factor* هي ٣,٢٨٠٨ (المتر =٣,٢٨٠٨ قدم *ft*).

ويكون الخريطة المنتجة من هذه الأداة كما بالصورة:

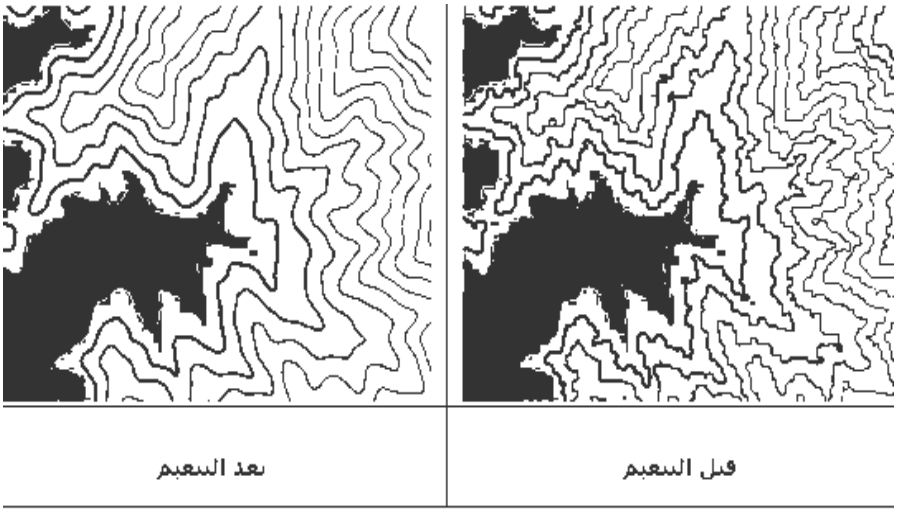


وإذا أردنا عمل تنعيم لخطوط الكنتور ، فيكون ذلك عن طريق أداة *Focal Statistics tool* ويكون الناتج كما يلي:

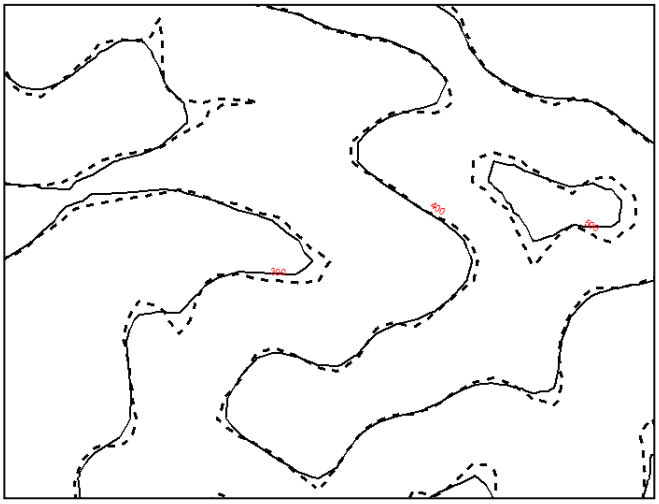




نموذج الارتفاع الرقمي قبل وبعد التنعيم



خطوط الكنتور الناتجة قبل التنعيم وبعده



- أداة Contour list:

تستخدم لانشاء خطوط كنتور بعينها مثل تحديد الخطوط التى تكون ٠٠١ ، ٠٠٢ ، ٠٠٥ ، ٠٠٩ متر فقط ، حيث نحدد فى الخيار الأول *Input Raster* نحدد اسم ملف *DEM* ، وفي الخيار الثاني *Output Polyline Features* نحدد اسم طبقة خطوط الكنتور المنتجة ، وفي الخيار الثالث *Contour values* نحدد قيم خطوط الكنتور التي نريدها.

- انشاء خرائط انحدار سطح الأرض: *Slope*

يتم حساب الانحدار عن طريق تحديد الزاوية المحصورة بين المستوي الأفقي، والمستوي المائل لسطح الأرض الذي يمكن تخيله علي هيئة مثلث قائم الزاوية تمثل قاعدته المستوي الأفقي لسطح الأرض، ويمثل وتره المستوي المائل لسطح الأرض، ويمثل عموده المستوي الرأسي الذي يلتقيان عنده في نهاية المسافة المائلة. ويستفاد من خريطة انحدار سطح الأرض في مد الشبكات وتحديد النطاقات الأنسب لامتدادها تبعًا لدرجة الانحدار المناسبة لها، كما يستفاد منها في تحديد المسافات الحقيقية بين الظاهرات الموضعية، وإدارة المخاطر الطبيعية المرتبطة بها مثل انجراف التربة والانزلاق الأرضي والفيضانات.

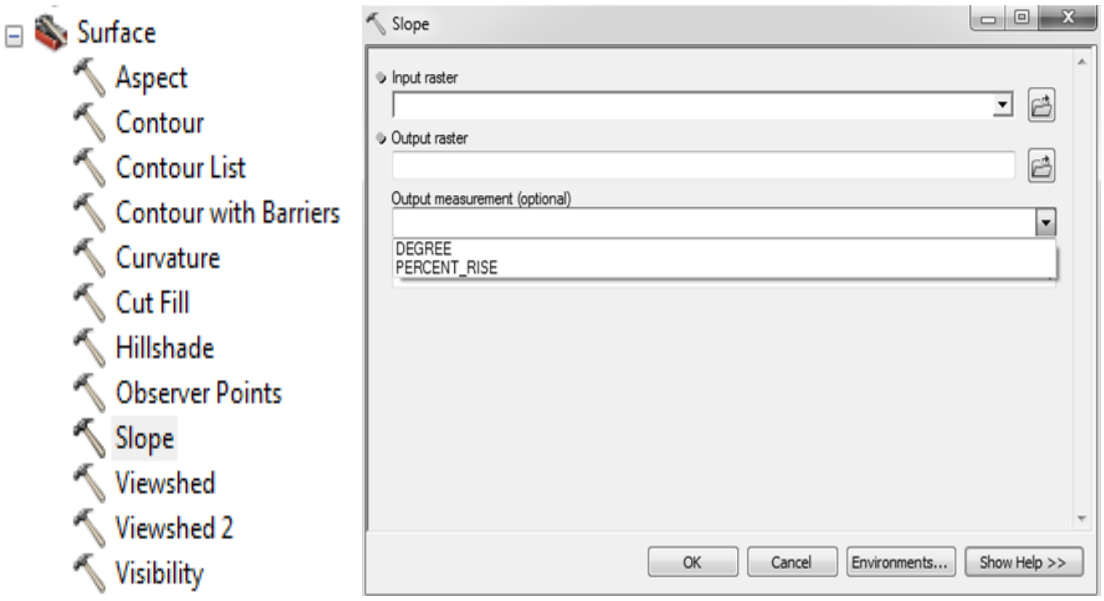
- طرق قياس الانحدارات: إذا كان الفاصل الرأسي بين خطوط الكنتور ثابتاً فإن العلاقة بين المسافة الأفقية ودرجة الانحدار تصبح علاقة عكسية ، أي أن المسافة الأفقية تزيد كلما نقصت درجة الانحدار أي أنه كلما زادت درجة الانحدار قلت المسافة الأفقية ، وهذا ما يتضح من خلال المعادلات التالية:

- درجة الانحدار = الفاصل الرأسي × ٦٠ ÷ المسافة الأفقية
- نسبة الانحدار = فرق المنسوب / المسافة الأفقية × ١٠٠.

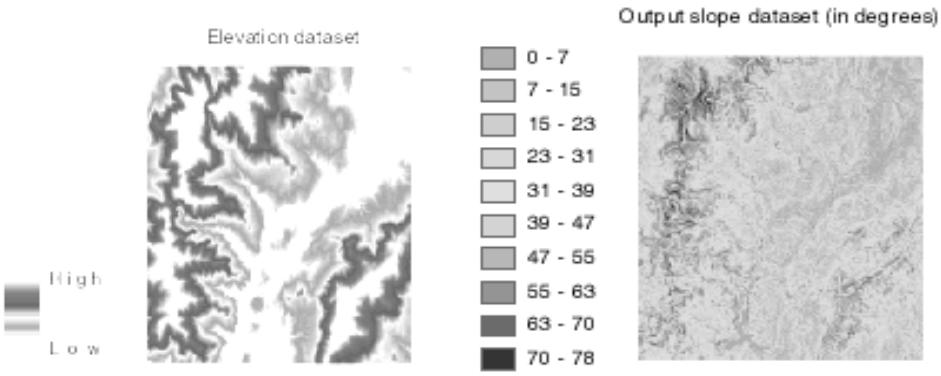
ولانشاء خرائط انحدار سطح الأرض *Slope* علي برنامج الارك ماب ، حيث يتم ذلك من خلال *Arc toolbox* ثم

Spatial Analyst Tools > Surface > slope

كما في الصور التالية ، وإدخال نموذج الارتفاع الرقمي الخاص بالمنطقة *surface raster*، وتحديد مكان الحفظ *output* ، واختيار وحدة القياس هل بالدرجة أم النسبة *measurement units (degrees or percentages).*

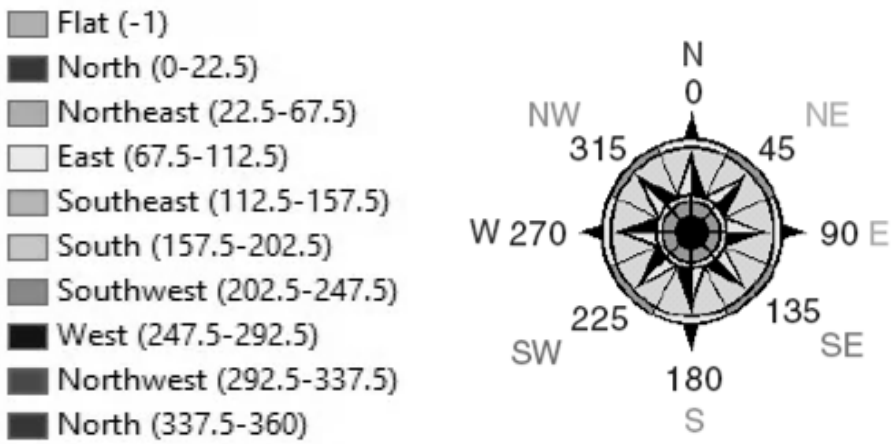


والخريطة الناتجة تكون بالشكل التالي:



- تحليل اتجاه الانحدار: Aspect

هو أحد المقاييس المهمة الذي يستخدم في تحديد اتجاه أعلي معدل تغيير في انحدار سطح الأرض بالنسبة لاتجاه الشمال ، فعلي سبيل المثال إذا كانت قيمة الخلية في الشكل المخرج تعادل ٠٩ درجة ، فهذا يعني أن اتجاه انحدار سطح الأرض يكون جهة الشرق ، وبمعني آخر فان خط السير لأسفل المنحدر سوف يكون في اتجاه الشرق، وإذا كانت تعادل ٠٨١ درجة فتعني أن اتجاه انحدار سطح الأرض يكون جهة الجنوب، وهكذا بالنسبة لقيم اتجاه الانحدار تتراوح بين صفر، ٠٦٣ درجة. أما في حالة ما إذا كان سطح الأرض أفقيا وغير منحدر فان يكون له اتجاه للانحدار وفي هذه الحالة تأخذ قيم الخلايا في شبكة *DEM* -١.



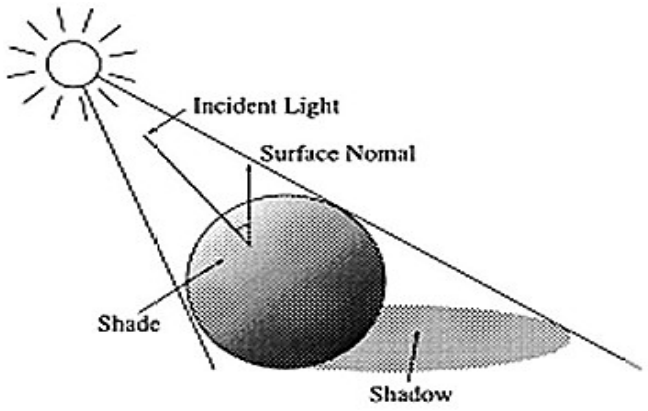
ومن تطبيقات خريطة اتجاه الانحدار حساب الإضاءة الشمسية لكل موقع في منطقة ما وربطها بتنوع الحياه النباتية والحيوانية به، فعلي سبيل المثال الخلايا التي يبلغ فيها اتجاه الانحدار ٠٩ درجة ، فإن ذلك يعني أنها سوف تستقبل أشعة الشمس

مباشرة خلال وقت شروق الشمس ، وسيقل الإشعاع الشمسي المباشر عليها تدريجيًا بالاقتراب من وقت الزوال، ثم ينعدم الإشعاع الشمسي المباشر عليها بعد وقت 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 والمنشأت في هذه المسارات ، وفي نطاقات ممارسة رياضة التزحلق يكون من المفيد معرفة اتجاه الانحدارات الأنسب لمزاولة التزحلق واتجاه نهاية المسار، وكذلك في إدارة المخاطر الطبيعية التي يسببها جرف التربة والانزلاق الأرضي والفيضان.

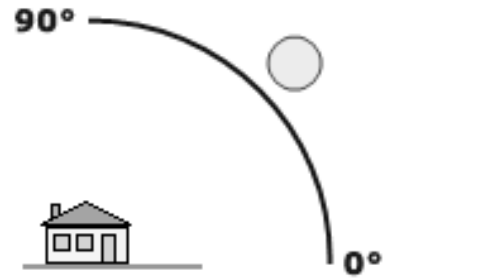
- تحليل ظلال سطح الأرض: *Hill Shading*

هو تحليل يتناول العلاقة بين مظاهر سطح الأرض وضوء الشمس الساقط عليها، فينتج شكلاً يمدنا بإحساس التضرس(الارتفاع والانخفاض) أو كيف يبدو المظهر التضاريسي في ضوء الشمس، وبالتالي فالمنحدر الذي يواجه الضوء الأتي من الشمس سوف يكون ساطعًا ومضاء ، والمنحدر الموجود عكس الضوء سيكون معتماً ومظلمًا، وسوف يبدو شكل سطح الأرض متدرج الظلال بين اللون الأبيض واللون الأسود (درجات اللون الرمادي) بقيم رقمية *Digital Values* تتراوح بين صفر- ٥٥٢.



ويعتمد إنتاج شكل ظلال سطح الأرض علي هذه العناصر ، فهي تحدد كيف يبدو المظهر التضاريسي، وهما كما يلي:

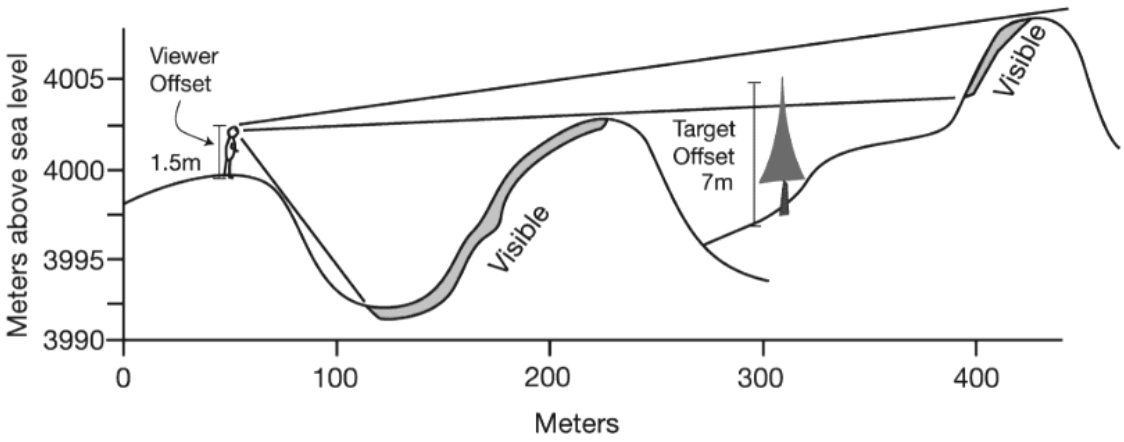
- اتجاه الأشعة الآتية من الشمس *Azimuth* : يتحدد ذلك تبعًا لاتجاهات البوصلة بين صفر- ٠٦٣ درجة، فلو كانت الزاوية أو الاتجاه يساوي ٠٩ درجة ، فإن ذلك يعني أن الاتجاه نحو الشرق ، والاتجاه الطبيعي في برنامج الارك ماب هو ٥١٣ درجة ، أي الاتجاه الشمالي الغربي كما بالصورة.
- زاوية ارتفاع الشمس عند خط الأفق *Altitude* ، وهي انحدار أو زاوية مصدر الإضاءة فوق الأفق وتتراوح من صفر إلى ٠٩ ،والقيمة الافتراضية بالبرنامج هي ٥٤ درجة.



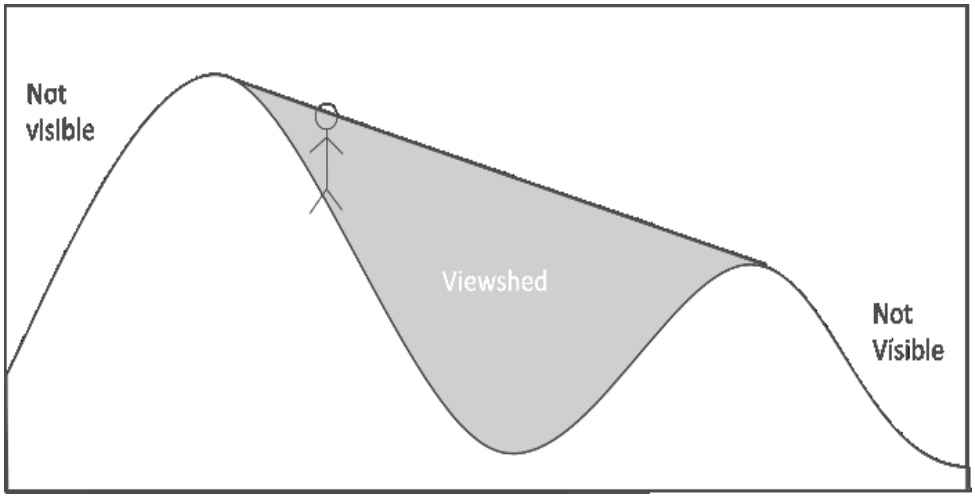
Default sun altitude for hillshade is 45°

- تحديد الرؤية: Viewshed

هي أداة تستخدم لتحديد المناطق التي ترى نقطة أو عدة نقاط محددة أو المواقع المرئية من نقطة واحد أو أكثر محددة ، وتعتبر خرائط مجال الرؤية مفيدة لتطبيقات مثل إيجاد أماكن مكشوفة لأبراج الاتصالات وغيرها من الاستخدامات. ، ويستفيد العسكريون أكثر من غيرهم من ذلك وخاصة في المناطق شديدة التضرس.

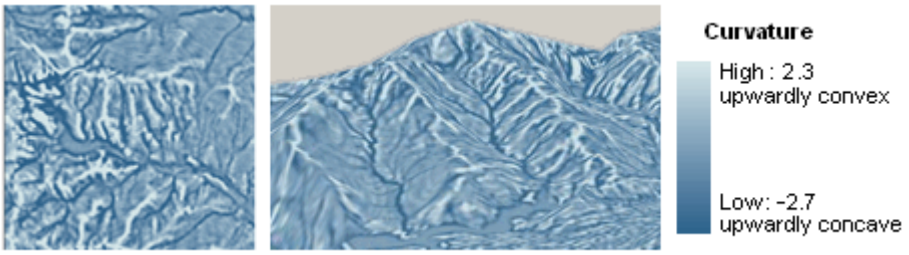


وبالتطبيق في الخيار الأول *Input Raster* نحدد اسم الملف *DEM* وفي الخيار الثاني *Input point observer features* نحدد اسم طبقة النقاط وفي السطر الثالث *Output* أو مكان الحفظ علي الجهاز. والنتيجة ستكون عبارة عن ملف شبكي *raster* به نوعين من الرموز *Symbology*أو قيمتان هما القيمة صفر ويمثل المناطق غير المرئية، والقيمة ١ ويمثل المناطق المرئية .



- **Curvature:**

يعد **Curvature** هو أحد مشتقات slope ، لمعرفة ما إذا كان جزء معين من السطح محدب أو مقعر. تحتوي أداة Curvature على اثنين من المتغيرات الاختيارية، Plan و Profile Curvature. وتستخدم هذه في المقام الأول لتفسير تأثير التضاريس على تدفق المياه وتآكل. يؤثر انحناء المظهر الجانبي على تسارع وتباطؤ التدفق، مما يؤثر على التآكل والترسب.

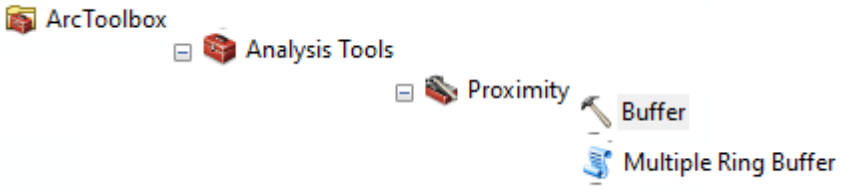


(٢) المعالجة المكانية في نظم المعلومات الجغرافية:

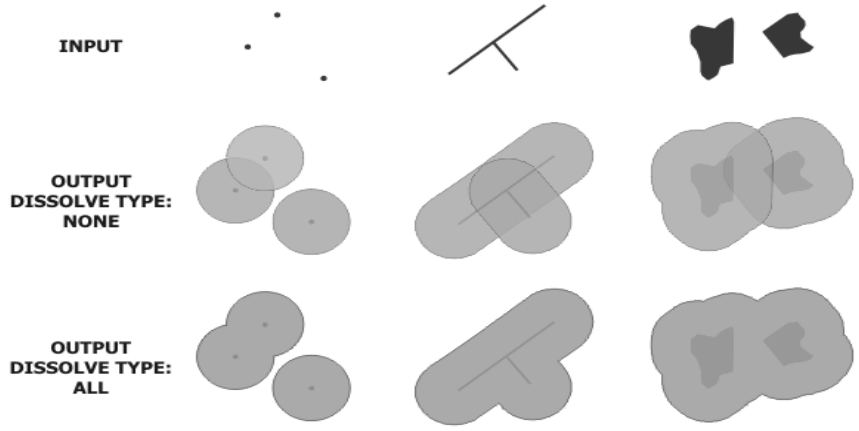
(أ) إنتاج الحرم أو الحيز الجغرافي: Buffering Generation

هي واحدة 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 ألا يتجاوز بعدها عن الطريق المجاور مسافة معينة ، وأن يتم البحث عن اقليم خدمة معينة بشرط ألا 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 .

فعلي سبيل المثال يتم إنتاج الحرم باستخدام البيانات الاتجاهية *Vector* في خطوة واحدة مباشرة علي الطبقة المعلوماتية نفسها، فعلي سبيل المثال عند تحديد المدارس التي تبعد بمسافة ٠٠٢ متراً فأكثر من الطريق الرئيسي علي نموذج البيانات الاتجاهي فيتم 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*.

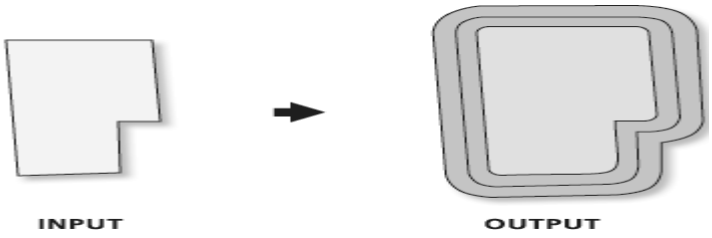


كما يمكن التحكم في نطاق الحرم تبعًا للمسافة المحددة للحرم أو المساحة التي يغطيها، فيمكن أن تحتوي الواحدة علي أحرام متباينة المسافة والمساحة علي طبقة معلوماتية واحدة، فعلي سبيل المثال يمكن إنشاء أحرام متباينة حول المجاري المائية تبعا لتباين اشتغلال الأرض حولها.



- الحرم المكانى متعدد النطاقات:

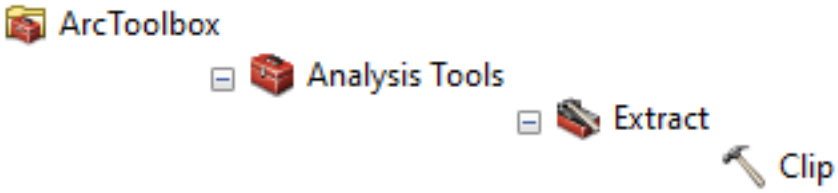
كما يكمننا إنشاء نطاقات حرم حول الظاهرات النقطية ، وهي عبارة عن حلقات دائرية تتباعد عن الظاهرة (مركز الحرم) بمسافات مختلفة، فعلي سبيل المثال يمكن تحديد نطاقات خدمة زمنية لمراكز إطفاء الحريق علي شكل حلقات تبعد عن مركز الإطفاء بمسافات زمنية متتابعة تمثل ٣ دقائق ، ٦ دقائق، ٩ دقائق، فتظهر مراكز إطفاء الحريق محاطة بثلاثة نطاقات حلقية تعبر كل منها علي نطاق الخدمة الذي يمكن أن تصل إليه سيارة الإطفاء بعد ثلاث أو ست أو تسع دقائق علي الترتيب.

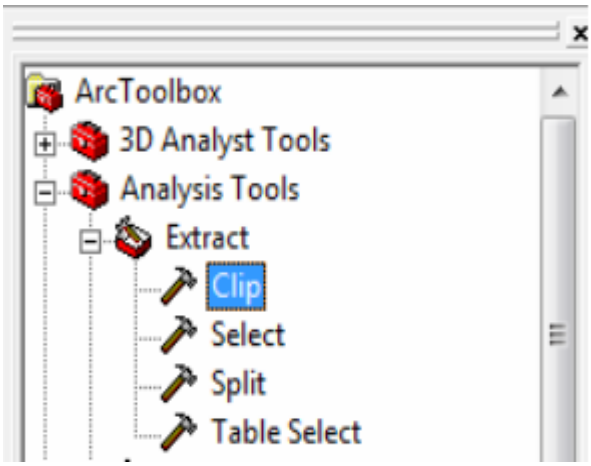


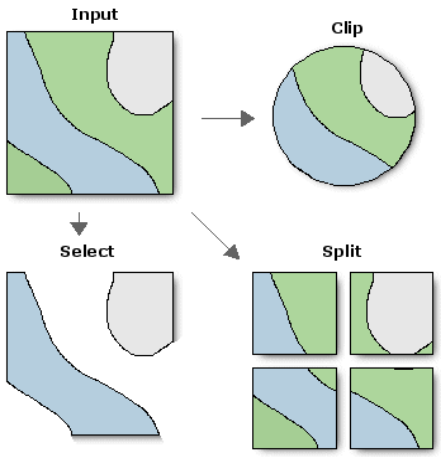
(ب) الاقتطاع *clip* :

هو قص جزء من الطبقة. ويتم برسم مربع فوق المنطقة المراد قطعها مثل قطع نهر ووضعه فوق الاراضي الزراعية لتحديد المناطق التي تصل اليها مياه

النهر مثلاً. ويمكن الاقتطاع من ملفات الفيكتور *Vector* كما يمكننا الاقتطاع من ملفات الراستر *Raster*.



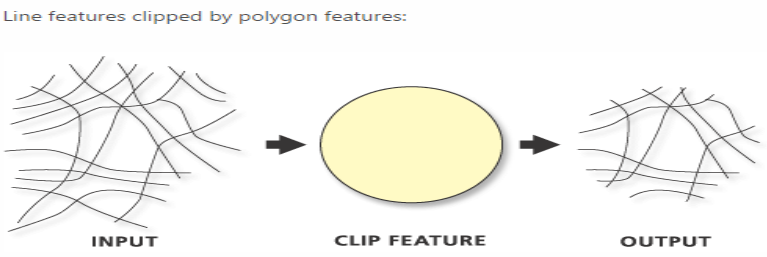


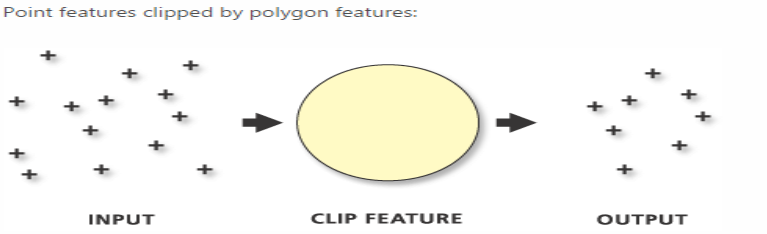


الهدف من عملية الاقتطاع Clip هو قطع جزء من طبقة بناءا علي حدود طبقة أخري، ليكون الناتج هو ظاهرات الطبقة الأولي الواقعة فقط داخل حدود الطبقة الثانية:

وتعد أداة *Clip* هي أحدي أدوات الاقتصاص في برنامج *ArcMap* ، إلا أنها لا تتعامل إلا مع الطبقات من نوع *Vector* ، وعلي ذلك فإنه يمكننا القول بأنها تستخدم لقص جزء من عناصر طبقة من نوع *Vector* بمعلومية عنصر أو عدة عناصر في طبقة أخري من نوع *Vector* أيضاً . وتستخدم الآداة في انتاج خرائط

بهدف قص حدود منطقة معينة ، للتخلص من الأجزاء الجارجة عن حدود منطقة الدراسة .





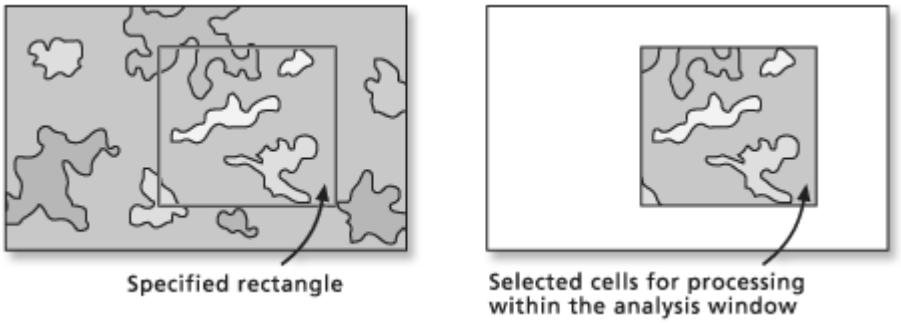
- الاقتطاع من مرئية عن طريق *Extract*

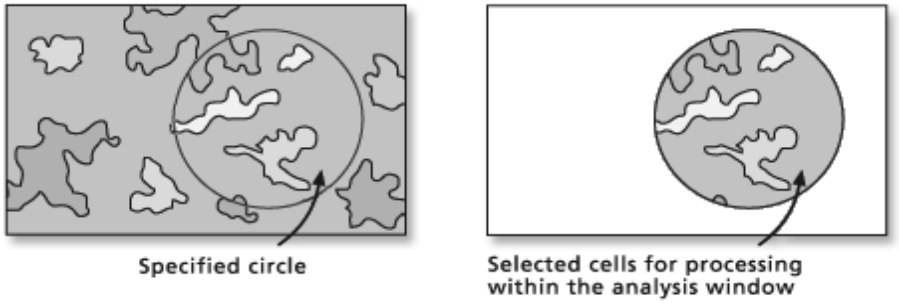
يتيح البرنامج عدة أدوات للاقتطاع كما بالجدول من الملفات الشبكية *Raster* وهي كما يلي:

الأداة	الوظيفة
Extract by Attribute	الاقتطاع بقيمة محددة من قيم الخلايا
Extract by Circle	الاقتطاع بدائرة
Extract by Mask	الاقتطاع بطبقة
Extract by Points	الاقتطاع بمجموعة نقاط
Extract by Polygon	الاقتطاع بمضلع
Extract by Rectangle	الاقتطاع بمستطيل
Extract Values to Points	اقتطاع قيم خلايا المرئية إلي مجموعة نقاط
Sample	استخراج جدول نصي لقيم الخلايا

الاقتطاع باستخدام مستطيل Extract By Rectangle :

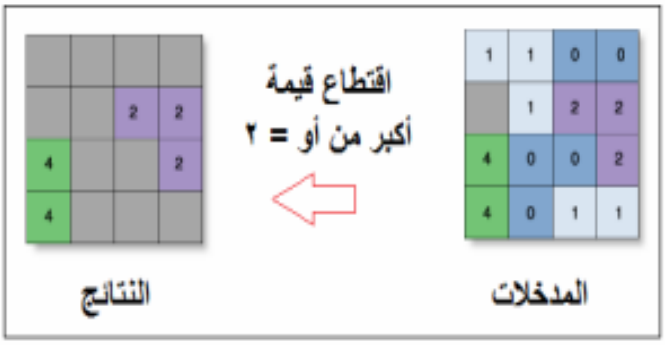
تشبه هذه الأداة تقريبا الأداة السابقة إلا أن المضلع هنا هو عبارة عن شكل المستطيل ولذلك فيتم فقط تحديد حدود هذا المستطيل من حيث حده العلوي Top (دائرة العرض الشمالية) وحده السفلي Bottom (دائرة العرض الجنوبية) وحده الأيسر Left (خط الطول الغربي) وحده الأيمن Right (خط الطول الشرقي):





الاقتطاع باستخدام قيمة محددة Extract by Attribute :

تهدف هذه الأداة لاقتطاع أجزاء من ملف شبكي بناءا علي قيمة محددة من قيم خلايا الشبكة ذاتها:



وتستخدم هذه الاداة مع ملفات الارتفاع الرقمية ، حيث تعبر كل خلية عن قيمة ارتفاع معين ، حيث يمكن عمل اقتطاع لمنسوب معين من النموذج.

استخراج قيم نقاط Sample :

تماثل هذه الأداة سابقتها إلا أن النتائج ستكون في جدول Table وليس في طبقة، كما أنها تقبل عدة مرئيات وليس مرئية واحدة:

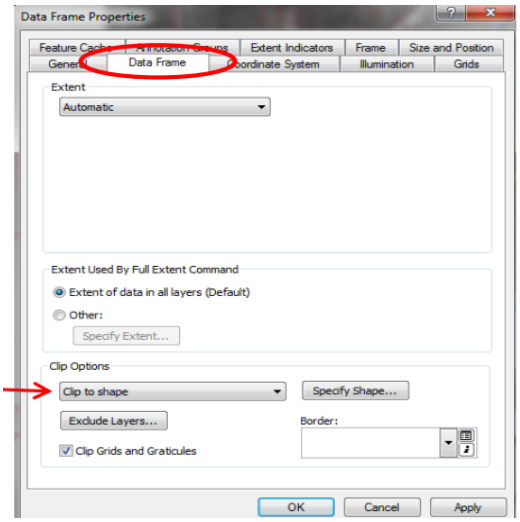
الاقتطاع باستخدام مجموعة نقاط Extract By Points :

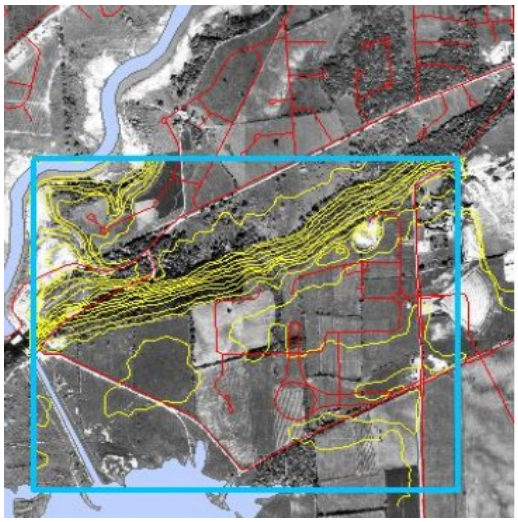
في هذه الأداة سيتم الاقتطاع بواسطة إحداثيات مجموعة من النقاط (التي تحدد منطقة الاقتطاع)، أي أن إحداثيات النقاط يجب أن تكون معلومة مسبقا.

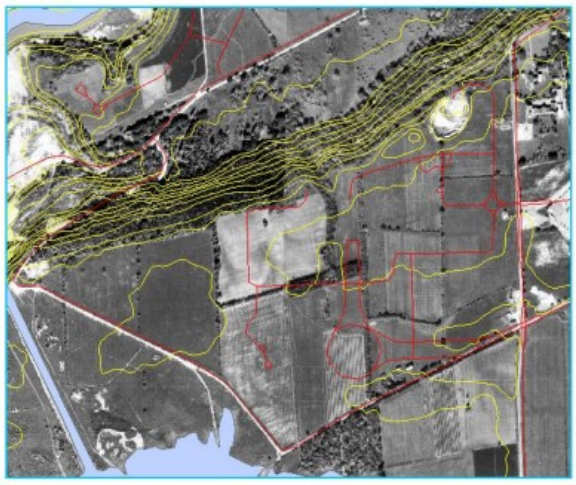
الاقتطاع باستخدام طبقة Extract By Mask :

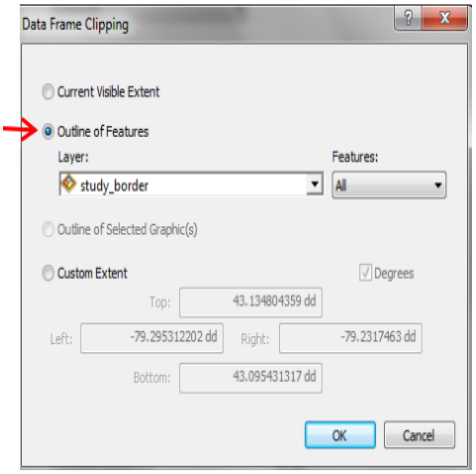
تهدف هذه الأداة لاقتطاع جزء من مرئية بناءا علي حدود طبقة مضلعات

أي وضع قناع للمناطق غير المرغوبة أي علي الطبقة يتضمن جعل المنطقة المراد رؤيتها شفافة وجعل المناطق الأخرى سوداء غير شفافة.كأنما نصنع نافذة في الطبقة تظهر لنا الظاهرة او الظواهر التي نريد رؤيتها.



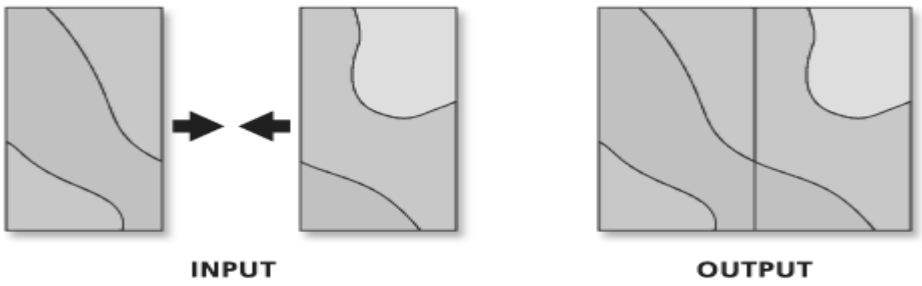






(ج) عملية الدمج *Merge* :

تعد عملية الدمج عكس عملية الاقتطاع ففيها يتم دمج عدة طبقات *Vector* أو ملفات شبكية *raster* في ملف واحد. حيث تستخدم للطبقات آداه الدمج من مجموعة الأدوات العامة *General* من مجموعة أدوات إدارة البيانات *data Management Tools*. وهي عملية اجراء تطبيق الظاهرات التي لها نفس الاحداثيات دون أي اعتبار لأبعاد الخريطة وحجمها.



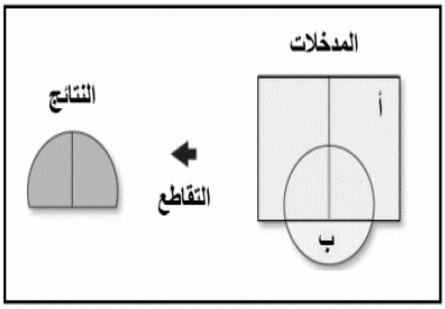
(د) تحليل التقاربية *proximity Analysis* : يستخدم لإيجاد الاماكن الأقرب وتحليل الجيران أو تحليل المناطق المتقاربة. ويتضمن ذلك :

١. إجراء عد للظاهرات التي تقع ضمن مسافة محددة.
٢. البحث عن ظواهر تقع ضمن مسافة محددة.
٣. البحث عن اقرب لمكان معين يتم تحديده.
٤. ايجاد المسافة التي تفصل بين ظاهرتين او مكانين.
٥. ايجاد المسافة التي تفصل بين ظاهرتين او مكانين.
٦. يمكن حساب المسافة بين الاماكن بالوقت المستغرق في قطع المسافة تبعا للعوائق او نوع الطريق وصفاتها
٧. ايجاد اقرب مكان او افضل مكان
٨. مدي تكتل الظواهر او الانشطة وذلك بقياس مدي بعد الظواهر عن بعضها البعض

- تحليل التقاطع *Intersection* :

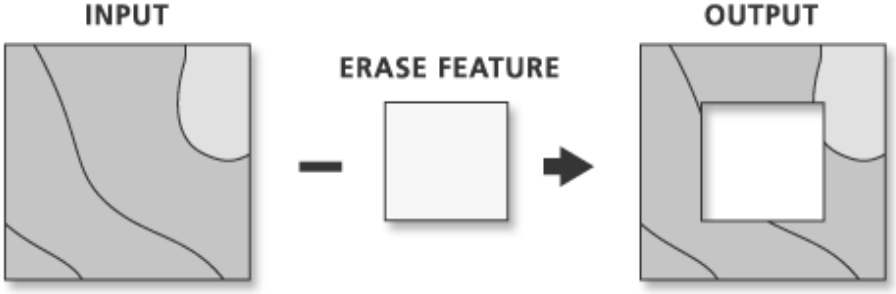
يهدف التحليل إلى إيجاد الأجزاء المشتركة بين طبقتين أو اكثر، وستحتوى قاعدة البيانات غير المكانية *Attribute Table* البيانات المشتركة.

تهدف أداة التقاطع لإيجاد الجزء (المعالم) المشاركة بين طبقتين أو أكثر. فإذا كان لدينا طبقتين أ، ب فأن الطبقة الجديدة الناتجة عن تنفيذ أمر التقاطع ستحتوي جميع المعالم المشتركة بينهما أي المظاهر التي تتواجد في كلتا الطبقتين. وستشمل قاعدة البيانات غير المكانية Attribute Table للطبقة الجديدة كلا من خصائص (أعمدة) الطبقة الأولي و الطبقة الثانية للمعالم المشتركة:



- تحليل الاتحاد *Union* : يهدف التحليل إلى توحيد جميع ظاهرات طبقتين أو اكثر في طبقة جديدة.

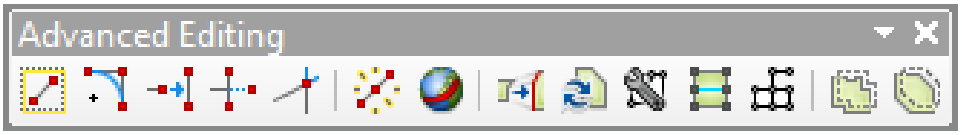
- تحليل المحو أو الازالة *Erase* :عكس تحليل التقاطع، يهدف التحليل (المحو أو الاستبعاد) إلى أن تكون الطبقة الجديدة تحتوى على الظاهرات غير المشتركة بين الطبقتين الأصليتين.



- تحليل التعيين *Identify*: يقوم التحليل أولا بعمل اتحاد *Union* بين الطبقتين، ثم يقوم بمحو *Erase* الأجزاء غير المشتركة.

- تحليل الربط المكاني *Spatial Join* : تعمل الأداة على إضافة أعمدة من قاعدة البيانات غير المكانية *Attribute Table* للطبقة الثانية إلى قاعدة البيانات غير المكانية للطبقة الأولى.
- تحليل التحديث *Update*: تعمل الأداة على تحديث ظاهرات الطبقة الأولى بظاهرات طبقة التحديث ، أي أن الطبقة الجديدة ستحتوى على ظاهرات غير مشتركة بالإضافة إلى ظاهرات الطبقة الثانية

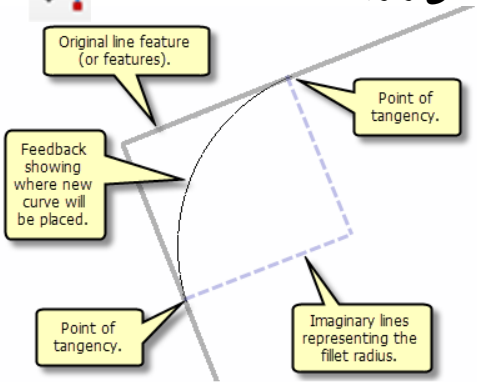
مهام شريط أدوات تحرير المظاهر المتقدمة the Advanced Editing toolbar:



- **أداة نسخ المظاهر The Copy Features Tool**

تمكنك هذه النسخ على شريط التحرير المتقدم من تحديد نطاق هندسي يتم تحجيم المظهر المنسوخ على أساسه.

- **أداة إنشاء قوس على زاوية The Fillet tool**



- **أداة تمديد الخطوط Extend Tool:**

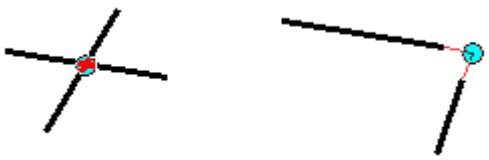
وتستخدم لإطالة الخط (فقط) ليلامس خطًا آخر، ويتم ذلك عن طريق تحديد الخط الأساسي المطلوب تمديد الآخر إليه، ثم اختيار الأداة، ثم تحديد الخط المطلوب تمديده.

- **أداة تقليم الخطوط Trim Too:**

وتستخدم للتخلص من زوائد الخطوط التي تخرج عن ملامستها مع خطوط أخرى، ويتم ذلك عن طريق تحديد الخط الأساسي المطلوب قص الآخر عند نقطة تلامسه معه، ثم اختيار الأداة، ثم تحديد الخط المطلوب قصه.

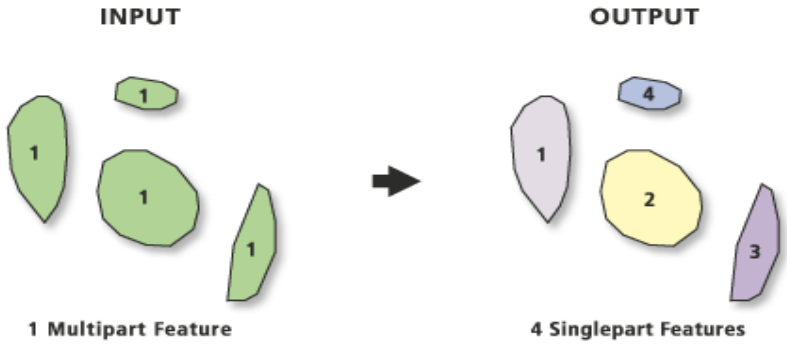
- **أداة تقاطع الخطوط Line Intersection:**

تفيد هذه الأداة في تحديد الموضع الذي يتقاطع عنده خطان عند تمديدهما ومن ثم تقوم بتمديدهما إلى نقط التقائهما. ويتم ذلك عن طريق اختيار تلك الأداة ثم النقر بزر الفأرة الأيسر على الخط الأول ثم الثاني ثم النقر على الخط الوهمي (الظاهر باللون الأحمر) ليتم التمديد إلى نقطة الالتقاء.



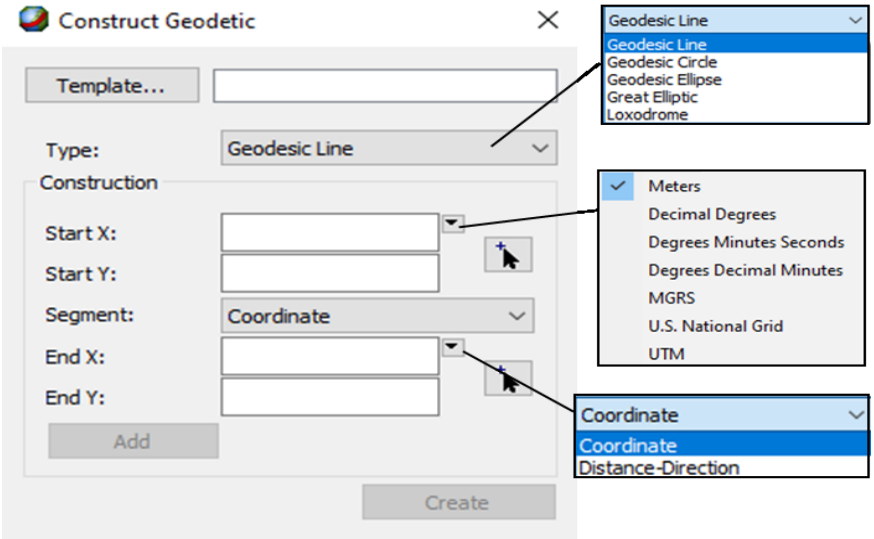
- **تفكيك مظهر متعدد الأجزاء إلى أجزاءه الأساسية Explode Multipart Feature:**

تفيد هذه الأداة في إعادة تفكيك أجزاء مظهر مكاني متعدد الأجزاء إلى أجزائه الأساسية، فإذا تمت بدمج عدة عناصر إلى عنصر واحد (نقطي أو خطي أو مضلع) مستخدمًا Merge or Union وتود إعادة تفكيكها، فما عليك النقر على أداة التفكيك ثم تحديد العنصر متعدد الأجزاء.



- **رسم مظهر مكاني جيوديسي Geodetic Construct:**

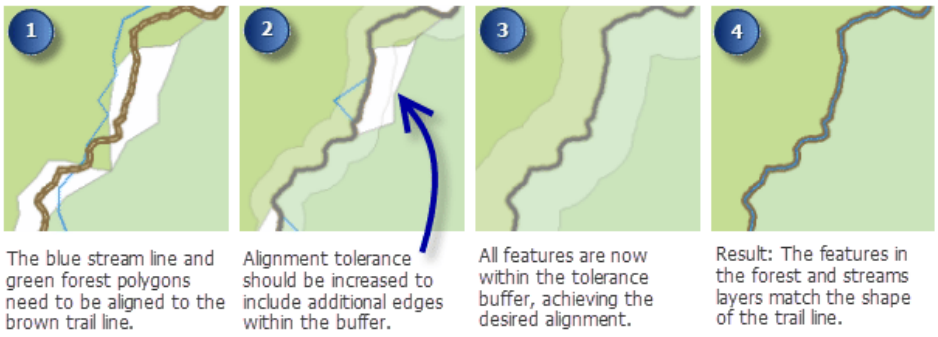
إن المظاهر المكانية التي يتم تحريرها في ArcMap ليست جوديسية وإنما هي مظاهر مستوية planar، ولكن عند رسم مظاهر تمثل مسافات طويلة أو مساحات كبيرة فإن الأمر يتطلب استخدام أداة رسم المظاهر المكانية الجيوديسية.



- **المحاذاة إلى حدود مظهر معين Aligning features to a shape:**

يمكنك استخدام Align To Shape لضبط الطبقات بناء على حدود أحد المظاهر، ويحدث هذا السيناريو بشكل شائع عندما يتم التعامل مع طبقات بدقة أو

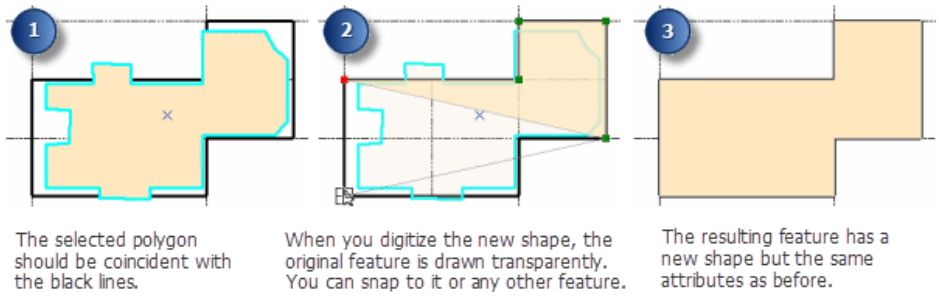
مقاييس أو فترات زمنية مختلفة — مما يتسبب في أن تصبح الحواف مضفرة أو متداخلة أو تحتوي على فجوات بينها.



- **استبدال الشكل الهندسي Replace Geometry tool :**

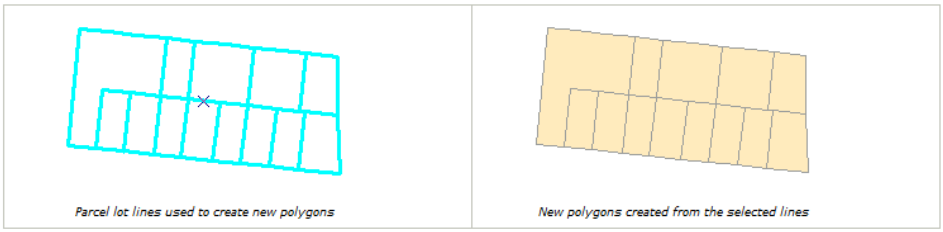
تتيح لك أداة Replace Geometry إنشاء شكل جديد تمامًا لمظهر ما. أحد أكثر مسارات العمل شيوعًا لـ Replace Geometry هو عندما يكون لديك مظاهر يجب محاذاتها مع المظاهر المجاورة. في بعض الحالات، يختلف شكل المظهر بشكل كبير عن المظاهر الأخرى التي يجب أن تتقاسم معها الحدود. في هذه الحالات، خاصةً عندما يعتبر المظهر أقل دقة من تلك المحيطة، غالباً ما يكون من الأسهل استعادة هندسة المظهر بدلاً من تعديل شكله الحالي.

لاستخدام Replace Geometry، تحتاج إلى تحديد نقطة أو خط أو مضلع. عند النقر فوق الأداة Replace Geometry، يظل المظهر الأصلي محدد ولكن يتم عرضه بشفافية حتى تتمكن من رؤية موقعه الحالي. يمكنك بعد ذلك استبدال شكل المظهر الحالي بشكل جديد تمامًا. لرسم شكله الجديد، يمكنك الانجذاب إلى مظاهر أخرى أو تتبعها، بما في ذلك الهندسة الأصلية للمظهر الذي تقوم بتعديله.



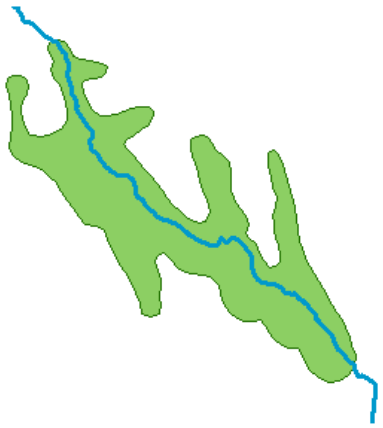
- **أداة إنشاء مضلع بناء على مجموعة من الخطوط أو المضلعات Construct polygons:**

يمكنك استخدام Construct Polygons لإنشاء مضلعات جديدة من أشكال الخطوط أو المضلعات الموجودة. على سبيل المثال، قد تحتاج إلى إنشاء مظاهر كأجزاء ملاصقة لحدود قطع الأراضي.



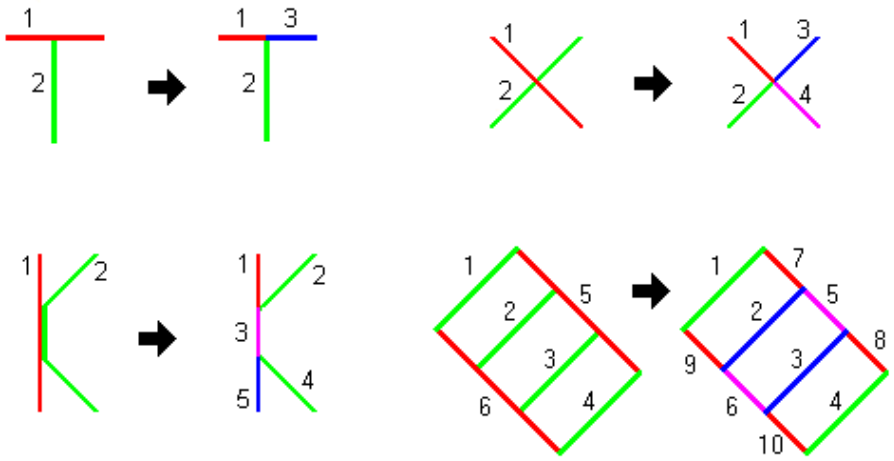
- **أداة قطع مضلع أو أكثر بناء مظهر آخر Split polygons :**

تستخدم هذه الأداة لقص مضلع أو أكثر في وقت واحد بناء على مظهر يتداخل معه، كل ما عليك هو تحديد المضلعات المطلوب قصها، وتحديد المظهر الذي يمثل أساس القص، ثم اختيار الأداة ليظهر مربع تختار خلاله فئة المظهر المستهدفة لإنشاء المضلعات المقصوصة.


You can split a polygon representing a forest by an overlapping river line feature.

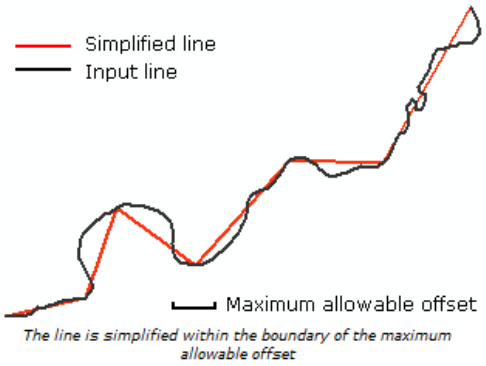
- **أداة تقسيم الخطوط عند تقاطعتها Planarize Lines:**

يمكنك تقسيم الخطوط المحددة حيث تتقاطع باستخدام Planarize Lines على شريط أدوات التحرير المتقدم. ولعمل ذلك حدد المظاره الخطية المتقاطعة والمطلوب تقسيمها ثم اختر الأداة ليتم تقسيمها.



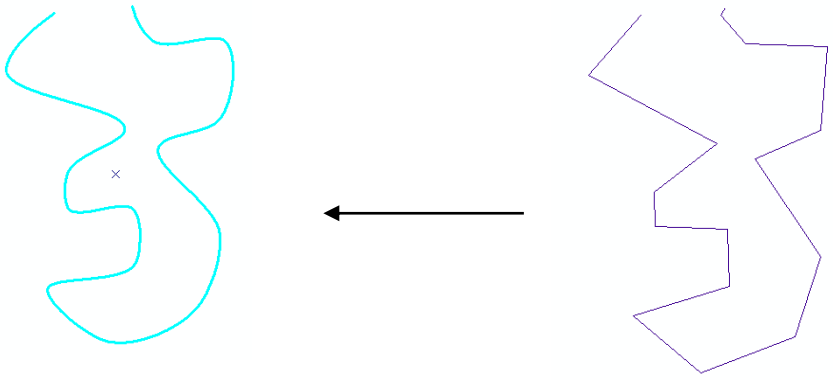
- **أداة تبسيط أو تعميم المظاهر Generalize :**

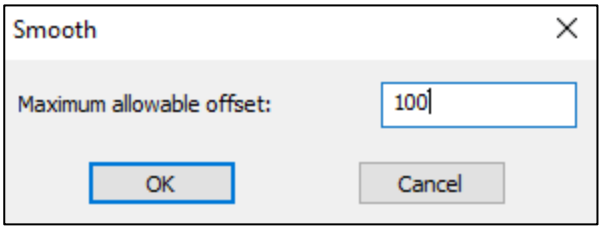
لديك العديد من الخيارات لتبسيط أشكال المظاهر. يمكنك استخدام أمر التعميم على شريط أدوات التحرير المتقدم أو أداة التعميم الجغرافي العام في مربع أدوات التحرير. إذا كانت المظاهر تتقاسم حوافها، فيجب عليك استخدام Generalize Edge على شريط أدوات Topology لأنه سيحافظ على المسافات بين المظاهر بمجرد تبسيطها.



- **أداة تنعيم المظاهر Smooth :**

يمكنك تنعيم إحدى المظاهر باستخدام أمر Smooth على شريط أدوات التحرير المتقدم.





التحليلات المكانية الإحصائية Spatial Statistics Analyzes:

يمكن إجراء عدد كبير من التحليلات المكانية الإحصائية من خلال صندوق الأدوات Arctoolbox والذي يحتوي أدوات الإحصاء المكاني The Spatial Statistics toolbox ويتضمن أدوات إحصائية لتحليل التوزيعات المكانية والأنماط والعمليات والعلاقات. وتتشابه التحليلات الإحصائية المكانية وغير المكانية من حيث المفاهيم والأهداف، إلا أن الإحصاءات المكانية فريدة من نوعها من حيث أنها طورت خصيصًا للاستخدام مع البيانات الجغرافية. على عكس الأساليب الإحصائية غير المكانية، فإنها تدمج المساحة (القرب، والمنطقة، والاتصال، والعلاقات المكانية الأخرى) مباشرةً في العمليات الإحصائية.

تسمح لك الأدوات الموجودة في مربع أدوات الإحصاء المكاني بتلخيص الخصائص البارزة للتوزيع المكاني (تحديد الوسط أو الاتجاه الشامل، على سبيل المثال)، وتحديد المجموعات المكانية ذات الأهمية الإحصائية (النقاط الساخنة / النقاط الباردة) أو القيم الخارجية المكانية أنماط التجميع أو التشتت، وتجميع المظاهر استنادًا إلى أوجه التشابه في السمات، وتحديد مقياس مناسب للتحليل، واستكشاف العلاقات المكانية.

مجموعة أدوات التحليلات المكانية الإحصائية:

١) Analyzing Patterns تحليل الأنماط:

تقوم هذه الأدوات بتقييم ما إذا كانت المظاهر أو القيم المرتبطة بها تشكل نموذجًا مكانيًا متفاوت المسافات أو مشتتًا أو عشوائيًا.

مجموعات رسم الخرائط:Mapping Clusters

يمكن استخدام هذه الأدوات لتحديد النقاط الساخنة ذات الدلالة الإحصائية أو النقاط الباردة أو القيم الخارجية المكانية. هناك أيضًا أدوات لتحديد أو تجميع المظاهر ذات الخصائص المتشابهة.

قياس التوزيع الجغرافي:Measuring Geographic Distributions

تتناول هذه الأدوات أسئلة مثل أين المركز؟ ما هو الشكل والتوجه؟ كيف تشتت هي المظاهر؟

نمذجة العلاقات المكانية:Modeling Spatial Relationships

هذه الأدوات نموذج علاقات البيانات باستخدام تحليل الانحدار أو بناء المصفوفات الأوزان المكانية.

خدمات:Utilities

تؤدي أدوات الأدوات المساعدة هذه مجموعة متنوعة من الوظائف المتنوعة: مناطق الحوسبة، وتقييم المسافات الدنيا، وتصدير المتغيرات والهندسة، وتحويل ملفات الأوزان المكانية، وجمع النقاط المتزامنة.

ونتناول بشيء من التفصيل أدوات **قياس التوزيع الجغرافي:**

تتيح هذه الأداة قياس توزيع مجموعة من المظاهر حساب قيمة تمثل خاصية التوزيع، مثل المركز أو الاتجاه. ويمكن استخدام هذه القيمة لتتبع التغييرات في التوزيع بمرور الوقت أو مقارنة توزيعات المظاهر المختلفة.

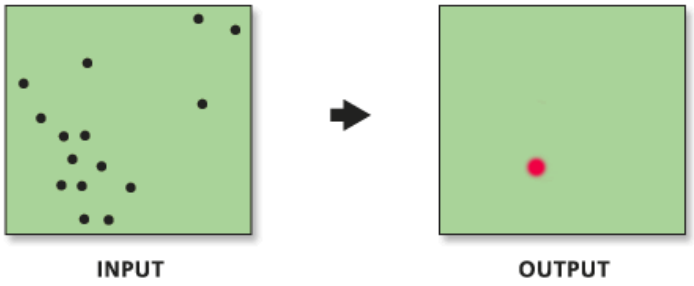
تتناول مجموعة أدوات قياس التوزيع الجغرافي أسئلة مثل:

- أين المركز؟
- ما هو شكل واتجاه البيانات؟
- كيف تشتت المظاهر؟

وتتمثل أدوات التحليل المتاحة من خلالها في:

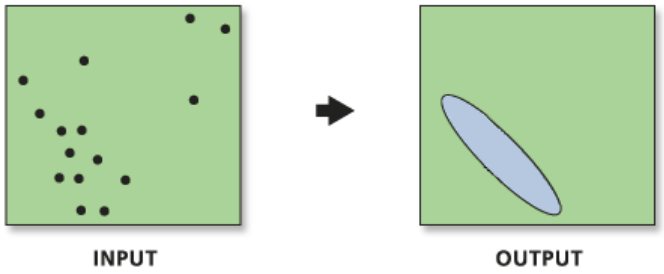
المعلم المركزي:Central Feature

يحدد المظهر الأكثر تمركزًا في موقعه في فئة المظهر (نقطة أو خط أو مضلع).



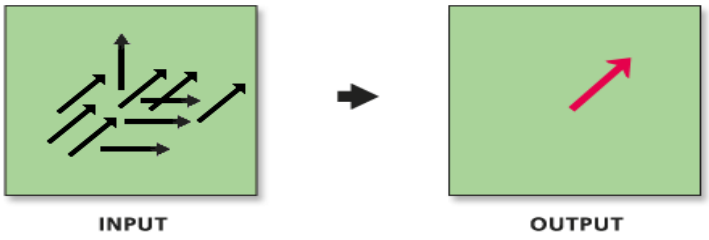
التوزيع الاتجاهي:Directional Distribution

ينشئ علامات بيضاوية معيارية قياسية لتلخيص الخصائص المكانية للمظاهر الجغرافية: الميل المركزي والتشتت والاتجاهات.



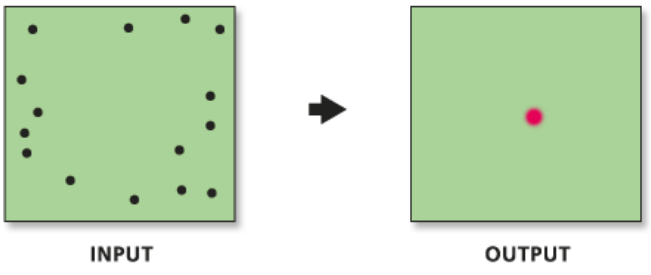
متوسط الاتجاه الخطي:Linear Directional Mean

يحدد متوسط الاتجاه والطول والمركز الجغرافي لمجموعة من الخطوط.



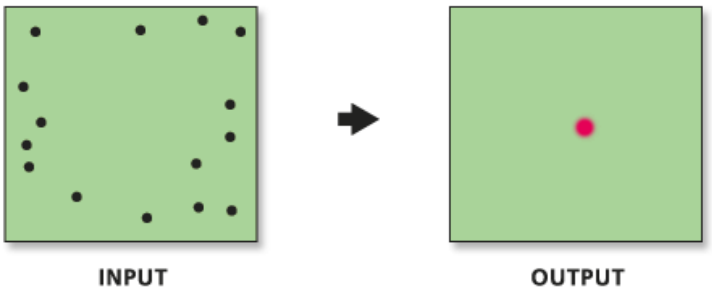
المركز المتوسط:Mean Center

يحدد المركز الجغرافي (أو مركز التركيز) لمجموعة من المظاهر.



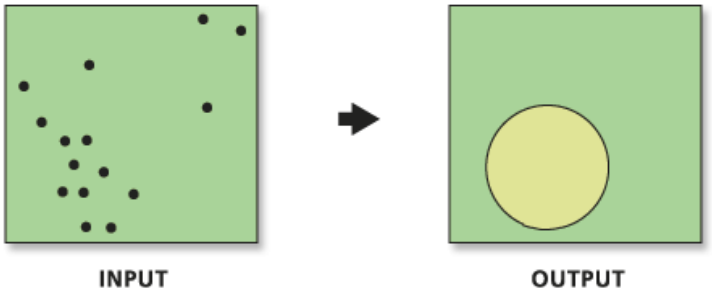
المركز الوسيط:Median Center

يحدد الموقع الذي يقلل من المسافة الإقليدية Euclidean distance الإجمالية إلى المظاهر الموجودة في مجموعة البيانات.



المسافة المعيارية:Standard Distance

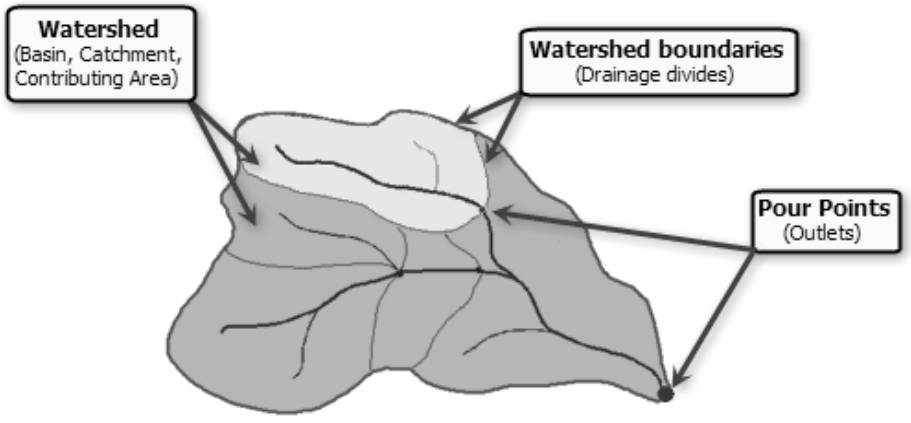
يقيس درجة تركيز المعالم أو تشتيتها حول مركز الوسط الهندسي.



الفصل الخامس

التحليل الهيدرولوجي *Hydrologic Analysis*

بداية قبل التطرق إلي كيفية استخلاص الأحواض وشبكات التصريف ببرامج نظم المعلومات الجغرافية ، يجب أن ندرك بعض المفاهيم وكيفية التحليل المورفومتري للأحواض وشبكات التصريف، مثل المساحة الحوضية ، ومحيط وطول الحوض والخصائص الشكلية لأحواض التصريف وبعض المعاملات الأخري ، وأيضا أعداد المجاري والرتب النهرية وغير ذلك.



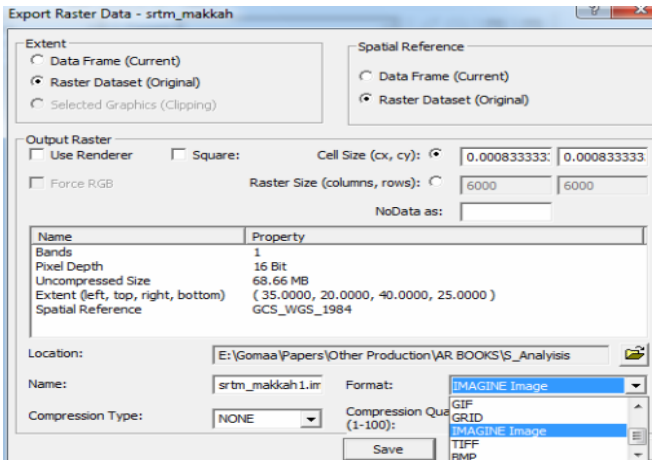
Components of drainage basin

- كيفية استخلاص شبكة الأودية من ملف *SRTM* :

تعد دراسة وتحليل شبكات الأودية حجر أساس لكثير من الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لاسيما في المناطق الجافة وشبة الجافة التي تنعدم فيها مصادر المياه الدائمة ، إضافة إلى دورها المركزي في الحد من الأخطار البيئية كأخطار الفيضانات والانهيارات الأرضية ، وتوضح أهمية تطبيق وسائل التحليل الآلي لنماذج الارتفاعات الرقمية لإنشاء شبكات الأودية لأحواض التصريف المائي باستخدام الوسائل اليدوية المعتمدة على التفسير البصري لمصادر البيانات التقليدية ، حيث يمكن تحديد شبكة التصريف باستخدام الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/٥٠٠٠٠ والصور الجوية ١/٦٠٠٠٠، وباستخدام المرئية الفضائية *ETM* بدقة ١٤ متر للبكسل ،والثالثة عبر بناء نموذج الارتفاع الرقمي *DEM* من المرئية الفضائية *SRTM* بدقة ٠٩ متر للبكسل.ويتطلب استخلاص شبكة الأودية الكثير من الوقت والجهد ، وذلك عكس وسائل التحليل لنماذج الارتفاعات الرقمية التي يتم استخلاص شبكات الأودية منها آليا بالاعتماد على أدوات التحليل في البرامج المتخصصة بسرعة عالية وجهد أقل.

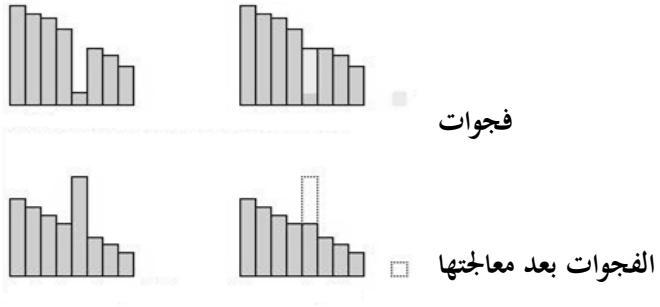
من المعروف أن ملف *SRTM* هو ملف ناتج عن المسح الراداري للتضاريس قام به مكوك الفضاء التابع لوكالة الفضاء ناسا عام ٢٠٠٠، وتتوفر هذه البيانات لكل الدول ، والملف الناتج امتداده *HGT* ، لذا يجب تحويله إلى امتداد آخر باستخدام برنامج *Arc GIS* وهو يحتوي على بيانات الارتفاع الرقمي للمنطقة والمتوفر بالنسبة للمنطقة العربية حتي الآن بدقة ٩٠ متراً ، و ٣٠ متراً للقمر الصناعي الأمريكي الياباني *Aster*.

(١) تغير امتداد الملف إلى نوع أخر: نقوم بتغير الملف من امتداد *GHT* إلى *grid* وذلك حتي نقوم بالتعامل معها داخل برنامج *ArcGIS* أو أية امتداد أخر مثل *Tiff* وذلك بفتح برنامج *ArcMap* ثم نقوم بإضافة الملف.



(٢)معالجة القيم الشاذة في الارتفاع *Fill Sinks*

يكون ملف الارتفاع في صورة شبكة خلايا *Raster* ، كل خلية لها قيمة هي الارتفاع عن سطح البحر والخلية ذات الارتفاع الأعلى تصب في الخلية ذات الارتفاع الأقل في سلسلة متتابعة، وتتواصل هذه السلسة المتتابعة من ارتفاع أكبر إلى أصغر إلى أصغر وهكذا، فإذا ما حدث شذوذ في هذا التتابع مثل أن قابلت خلية ذات ارتفاع أكبر كتل مثلاً أو انخفاض كبير كحفرة فهذا بالنسبة للبرنامج معناه نهاية الوادي ويبدأ بعدها في احتساب وادي جديد، وما هو في الحقيقة إلا نفس الوادي ولكن اعترضه حفرة أو تل لذا من البداية يجب أن نقوم بإزالة هذا الارتفاع الشاذ أو هذه الحفرة وذلك بإعطائهما متوسط قيم الخلايا المجاورة من خلال العملية ملء الفجوات.

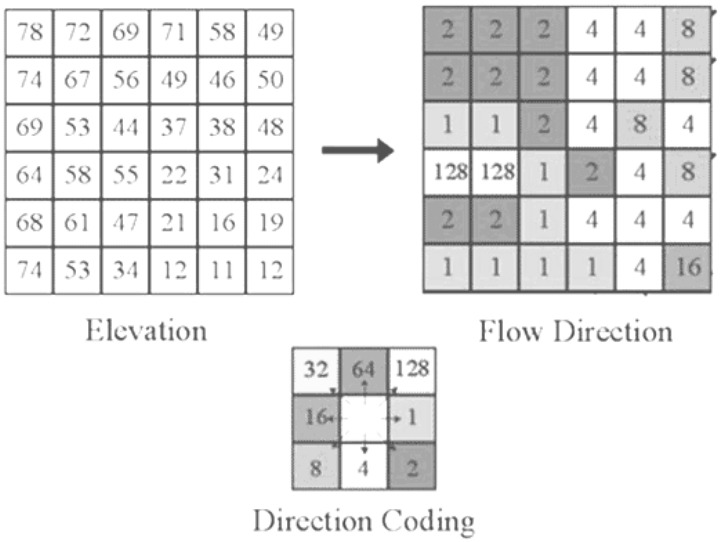


شكل يوضح كيفية عمل *Fill*

(٣) اتجاه الجريان *Flow Direction*

نقوم بتحديد اتجاه الجريان للخلايا على أساس الارتفاع ونلاحظ أننا نعمل على مستوى الخلية وليس على مستوي الرافد بمعني أن كل خلية تؤدي إلى خلية مجاورة لها تكون أقل ارتفاعاً منها والملف الناتج عن هذه العملية يكون في صورة خلايا شبكية *Raster* وكل لها قيمة وكل رقم له مدلوله عن الاتجاه.بالنظر إلى الشكل نجد أن ملف الارتفاع بناء على قيمة الارتفاع للخلية ومقارنتها مع قيم ارتفاع الخلايا المجاورة ودلالة هذه الأرقام كالتالي:

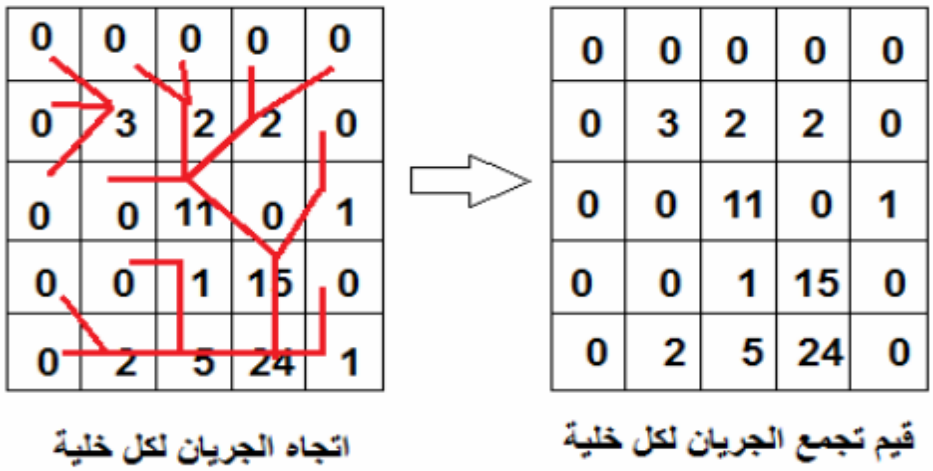
الشرح	القيمة
اتجاه الشرق	١
اتجاه الجنوب الشرقي	٢
اتجاه الجنوب	٤
اتجاه الجنوب الغربي	٨
اتجاه الغرب	١٦
اتجاه الشمال الغربي	٣٢
اتجاه الشمال	٦٤
اتجاه الشمال الشرقي	١٢٨



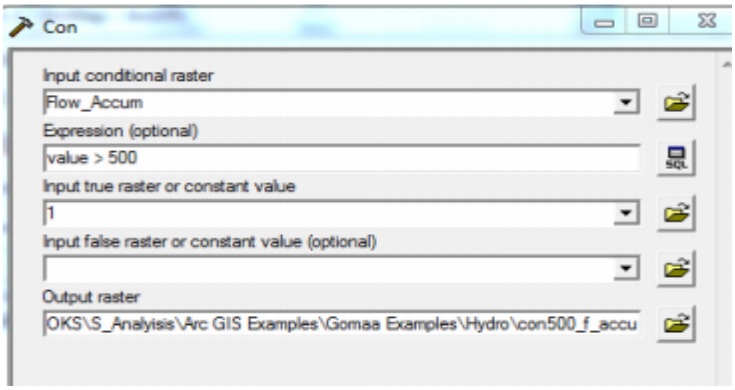
ملف الارتفاع و ملف اتجاه الجريان لملف الارتفاع ومدلول كل رقم

(٤)تحديد مناطق تجمع المياه *Flow Accumulation*

نقوم بحساب تراكم الجريان حيث أن الناتج يكون *raster* تحتوي كل خلية على قيمة، هذه القيمة هي عدد الخلايا التي تكون أكثر ارتفاعاً عن هذه الخلية وتصب فيها أي تتجمع فيها المياه الساقطة على هذه الخلايا.



(٥)تحديد قيم للخلايا التي لها قيم كاذبة.يتم تحديد مناطق تجمع المياه وحتي يظهر البرنامج هذه المناطق قام بإعطاء هذه المناطق الرقم صفر وأعطي باقي المناطق القيمة ١ في حين أنه كان من المفترض العكس أن مناطق تجمع المياه هي التي يكون لها قيمة وهذه ما سوف يتم عمله في هذه المرحلة.



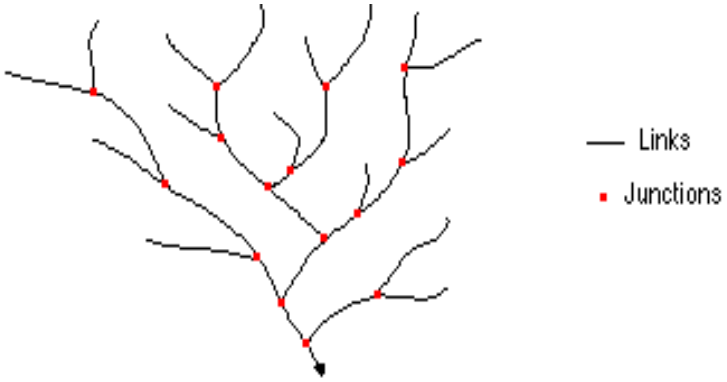
نختار من داخل *Arc Toolbox* نختار منها *Spatial Analyst Tools* نختار منها *Conditional* ومنها نختار *set null* أو *con.* وبالنسبة إلى خانة *Expression* فسوف نكتب التالي *Value lt 90* أو *Value <= 100* وهذه يعني اعتبار أن أدني ارتفاع هو ٠٩ متر وأمام *Input false raster or constant value* سوف نكتب القيمة الكاذبة التي سوف يقوم بتغيرها وهي الرقم ١ .

Arc Toolbox > Spatial Analyst Tools > Conditional > SetNull

(٦)ربط الروافد *Stream Link*

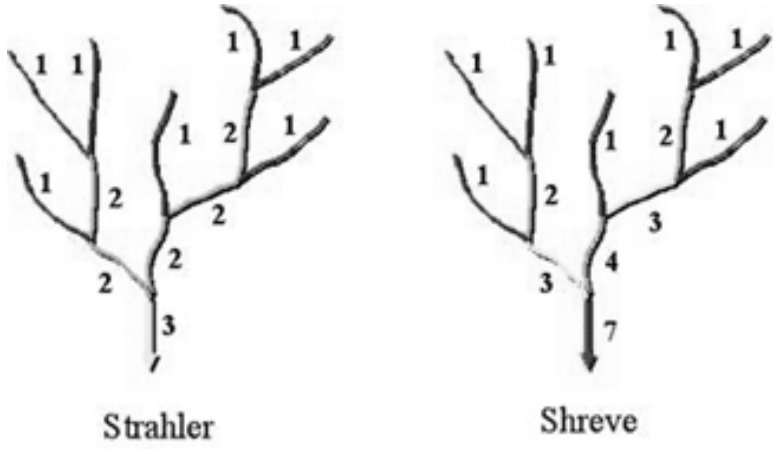
في جميع المراحل السابقة كان العمل على مستوى الخلية أو الرافد ويجب أن تتصل الروافد داخل الوادي الواحد لذا في هذه الرحلة سوف يتم تحديد نقاط الاتصال *Junction* بين الروافد *links* ونقاط التقاء عناصر الشبكة وإعطاء كل نقطة اتصال قيمة متفردة، والمدخلات في هذه العملية هي *Input Stream Raster* وسوف ندخل الملف الناتج عن العملية السابقة *SetNull_Flow1* أما إذا كنا قد قمنا بالعملية *Stream Definition* فإننا سوف نستخدم الناتج من هذه العملية، وأمام *Input Flow Direction* سوف ندخل ملف اتجاه الجريان الذي تم انجازه في الخطوة الرابعة.

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Stream link



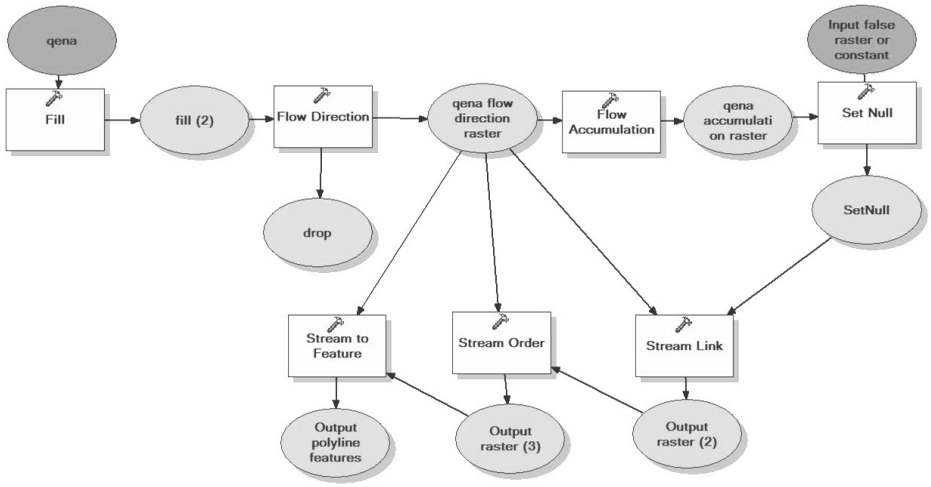
(٧)حساب الرتب النهرية *Stream Order*

سوف نقوم في هذه المرحلة بحساب الرتب النهرية ومعرفة عدد الرتب النهرية وعدد الرتب للوادي ، واختيار طريقة الترتيب هل طريقة استريلر *Strahler* أو شريف ويمكن المقارنة بين الطريقتين في الشكل أدناه جهة اليسار والصورة جهة اليمين توضح طريقة استريلر بصورة أوضح وتعرض كل رتبة بلون مختلف.



تصنيف الرتب حسب طريقة استريلر وطريقة شريف

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Stream order



نموذج ببيئة الأرك ماب لاستخلاص شبكة التصريف المائي

(٨) تحويل الشبكة المائية من ملف شبكي: *Stream to Feature*

نقوم فيها بتحويل الملف الشبكي إلى خطي *Vector* باستخدام الأمر *Stream to Feature* والمدخلات لهذه العملية هي *Input Stream Feature* وفيها نضع الملف الناتج عن العملية السابقة وأمام *Input Flow Direction* نقوم بإدخال ملف اتجاه الجريان والبرنامج سيعين اسم ومسار الملف الناتج.

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Stream to Feature

(٩)تحديد الحوض: *Basin*

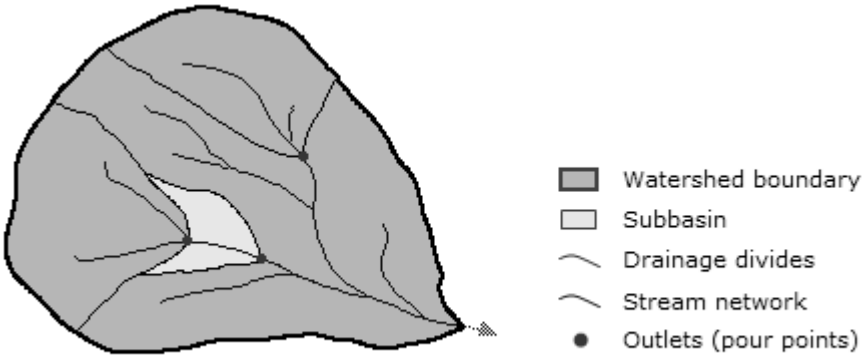
نقوم في هذه الخطوة من خلال الأمر *Basin* ، ويكون الناتج هو عبارة عن ملف به كل حوض وادي له لون يميزه عن الوادي عن بقية الأودية بالملف.

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Basin

(١٠) تحديد الجريان أو الحوض لأدني منسوب *Snap Pour Point*

نقوم في هذه الخطوة بتحديد تراكم الجريان لمنسوب معين ، وتكون هذه النقطة من نوع *vector* ، وتستخدم هذه الأداة مع *Watershed tool* ليكون الناتج كما بالشكل.

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Snap Pour Point



Watershed components

الفصل السادس

التركيب البنائي *Topology*

المقصود بالتركيب البنائي أو الطوبولوجي *Topology*

هو أحد العلوم الرياضية الذي يستخدم لايجاد العلاقات بين المعالم من أجل التحقق من صحة البيانات ومدى ولائمتها للتحليل بناءً على مجموعه من لقواعد التي يتم ادراجها وفق معايير معينة. ويهدف الطوبولوجي" التصحيح المكاني لتعديل قواعد البيانات وتصحيح اخطاؤها الناتجة عن الرسم من خلال مجموعه منظمة من القوانين والقواعد. حيث تتم عملية التصحيح المكاني على مستوى *Dataset* ولا تتم على مستوى الطبقات فيجب ان تكون الطبقة المراد عمل لها طوبولوجي داخل *Dataset*.

يتم بناء الطوبولوجي لكل طبقة ، حيث هناك قوانين للطبقات المضلعات والخطوط والنقاط كلاً حسب خصائصها. وهناك أكثر من قاعدة في الطوبولوجي. وتقسم القواعد كالتالي:

- بين خط وخط
- بين خط ونقطة
- بين خط ومضلع
- بين مضلع وخط
- بين مضلع ونقطة
- بين مضلع ومضلع
- بين نقطة وخط
- بين نقطة ومضلع

كما يهدف الطبولوجي *Topology* إلى سلامة البيانات المكانية ، بحيث بها نجعل *Geodatabase* أي البيانات الوصفية أكثر دقة. أي أن التركيب البنائي عبارة عن طريقة ليعرف نظام المعلومات الجغرافية بها ما يلي:

- أين ظاهرة ما بالنسبة لغيرها من الظاهرات؟.
- أي الأجزاء من الظاهرات المختلفة بينها اتصال؟.
- كيف يحدث الإتصال بين الظاهرات ، ليعطينا القدرة للتحرك فيما بينها كما في التطبيقات الخطية مثل شبكات الطرق والمجاري المائية وغيرها؟.

ومن هنا يتضح لنا إن التركيب البنائي يساعدنا على ضمان عدم تكرار البيانات بدون داع في قاعدة البيانات. فقاعدة البيانات تخزن خطاً واحداً فقط لتمثيل حداً واحداً معيناً (مقارنة بخطين، واحد لكل مضلع). فقاعدة البيانات هنا تخبرنا بأن الخط يُعد الجهة اليسرى لمضلع واحد وهو نفسه يُعد الجهة اليمنى للمضلع المجاور.

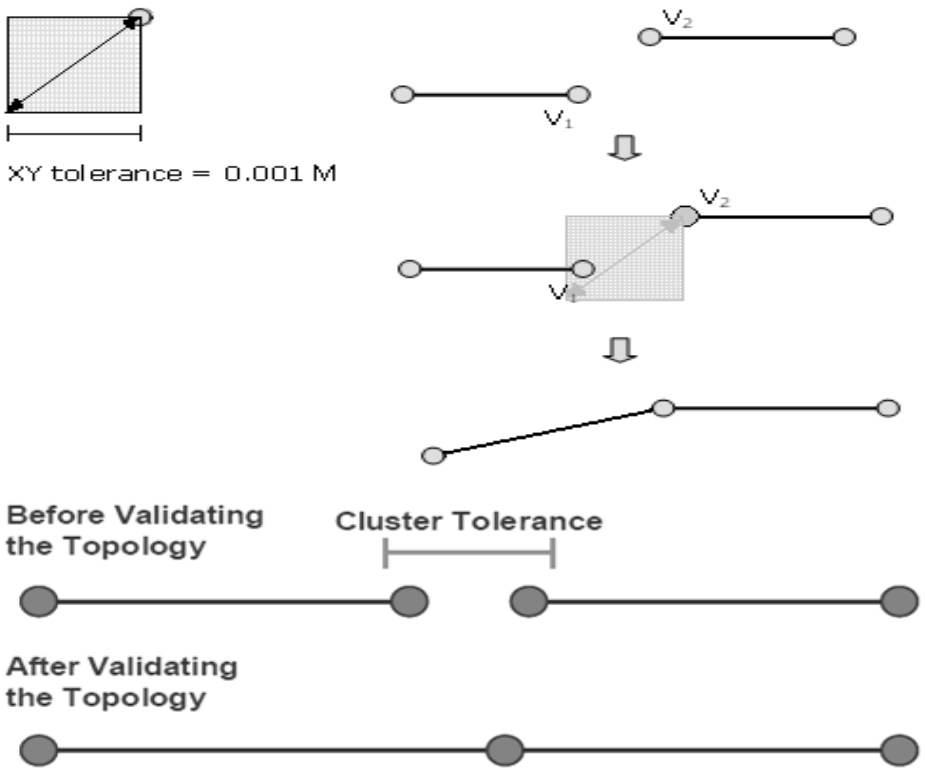
يجب أن نتذكر أن:

Topology validation is user driven

☑ مفاهيم مهمة للتركيب البنائي:

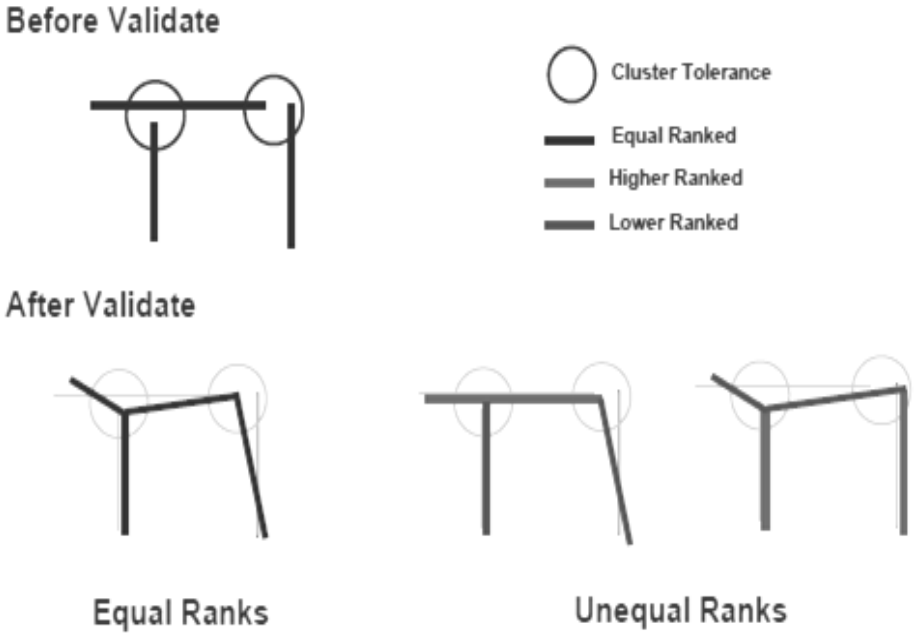
هناك مفاهيم مهمة للتركيب البنائي في تمثيل العلاقات المكانية للظاهرات، وهي:

١. التجاور *Adjacency* لتمثيل الحدود المشتركة.
٢. الإتصالية *Connectivity* لتمثيل العقد المشتركة مع المنحنيات.
٣. الإحتواء *Containment* ،أو التحديد المساحي لتمثيل المضلعات من خلال سلاسل المنحنيات، وتمثيل المضلعات داخل المضلعات.
٤. قيمة الخطأ أو المسامحة *cluster tolerance*: هو أقل مسافة بين نهايتي (*Features*) لم تتصلا معاً ، وهي أقل مسافة بين النقاط *vertices* ، حيث لا يمكن أن تلتحم النقاط أو *vertices* أثناء التصحيح *validation* إلا داخل حدود هذه القيمة. ويجب أن نعلم أن قيمة *tolerance* تتوقف علي دقة البيانات ، والقيمة الافتراضية هي ٠,٠٠١ متر.



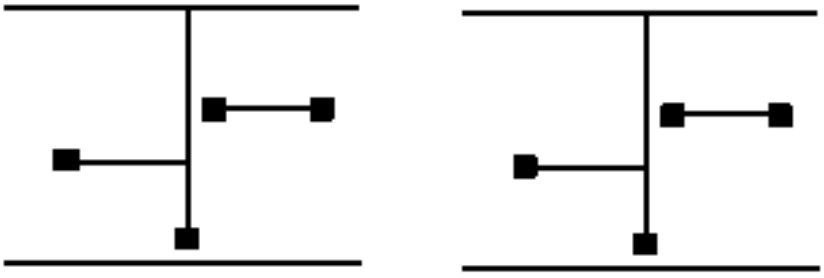
شكل يوضح مفهوم قيمة *tolerance* في الطبولوجي.

٥. الرتب أو التحكم *Rank*: هو يتحكم في مسألة أي الطبقات سوف تتحرك نحو الأخرى ومقدار التحرك اثناء عملية التصحيح من خلال قيمة المسامحة *tolerance* ، حيث تأخذ الظاهرات الجغرافية عالية الدقة الرتب العالية ، وذلك لأن تتحرك الظاهرات الأقل دقة *features* ذات الرتب الأقل نحو الظاهرات ذات الرتب الأعلي عالية الدقة . فعلي سبيل المثال الظاهرات ذات الرتبة ٢، ٣ سوف تتحرك نحو الظاهرات صاحبة الرتبة ١.



شكل يوضح مفهوم الرتب أو التحكم في الطبولوجي.

٦. ترك الخطأ أو اعتبار هذا الخطأ صحيح *Errors and exceptions*

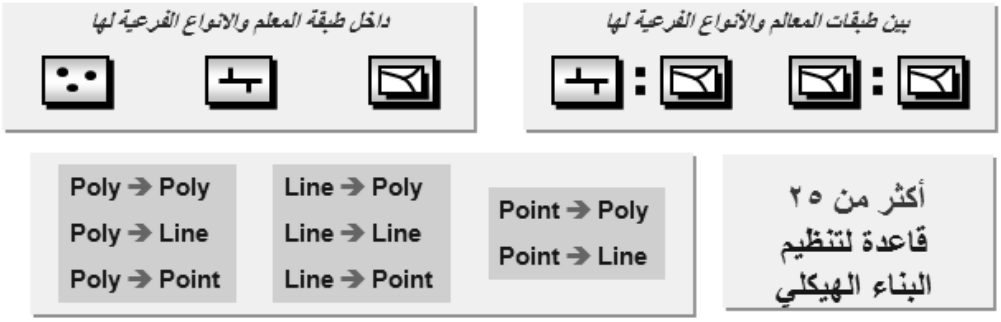


- Error features for the "must not have dangles" rule
- Error features that have been marked as "Exceptions"

☑ أهمية الطبولوجي: *Topology*

١. هو علاقات مكانية بين الظاهرات الجغرافية.
٢. له قدرة متقدمة للتحليل المكاني ويسمح بوجود علاقات بنائية بين *Dataset* أنواع كثيرة من الظواهر المنفصلة داخل مجموعة البيانات.
٣. يستخدم لضمان وجود نسيج بنائي منتظم وخالي من الأخطاء.
٤. يجعل العمليات التحليلية أكثر سهولة ، مثل نمذجة التحرك من مكان لآخر وضم المساحات المتجاورة لتشكل مضلعات متجمعة ويحدد الظواهر المتجاورة والمتداخلة.

❑ **يعرف البناء الهيكلي بأنه تعريف العلاقات المكانية القائمة بين المعالم**



❑ **يتم إنشاء البناء الهيكلي في مجموعة البيانات *Data Set*.**

❑ **يمكن عرض وإصلاح البيانات غير المتوافقة مع القوانين عن طريق *Arc Map*.**

❑ **يسمح بتصحيح أخطاء الرسم *Digitizing Mistakes***

☑ العلاقات المكانية لمختلف أنواع البيانات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية:

١. النقاط : التغطية وضمن *Cover and inside*

٢. الخطوط: التلامس، التقاطع، التطابق، التغطية، الخطوط المعلقة، النقط غير الصحيحة.

Touch, intersect, overlap, cover, dangle, and pseudo-node.

٣. المساحات : الفجوات، التطابق، الاحتواء، التغطية.

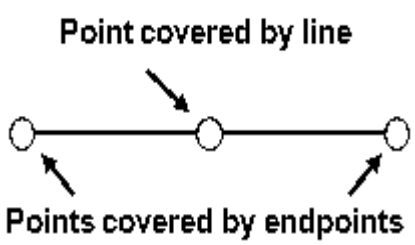
Gap, overlap, contain, and cover.

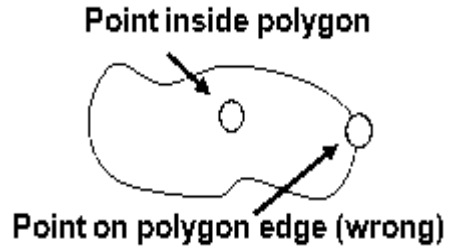
أولاً: العلاقات المكانية للنقطة:

١. التغطية:

- النقطة التي تمثل معلم على خط .
- أو على حافة مساحة.
- النقطة التي تمثل معلم على نهاية خط.

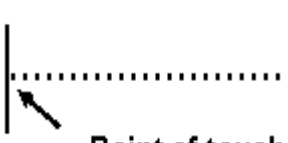
٢. ضمن: النقطة الواقعة ضمن مساحة (غير ملامسة لحافة المساحة).

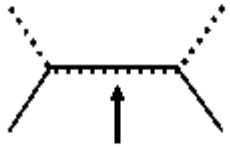




ثانيًا:العلاقات المكانية للخط:

- التلامس :خط تلامست نقطة نهايته مع خط آخر بالمنتصف.
- التقاطع :تقاطع خطين متعامدين.
- تطابق : تطابق (تزامن) أجزاء الخط.

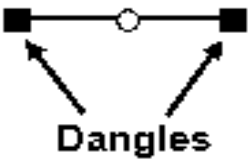




أما العلاقات المكانية المستمرة للخط فهي:

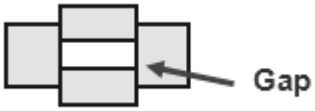
- التغطية *covered* : الخط المتزامن في موقعه مع خط آخر أو حافة مساحة.

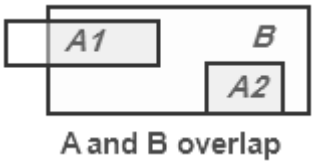
- الخط المعلق *Dangles* : نقطة نهاية الخط الغير متزامنة مع نقطة نهاية الخط الأخر.
- النقط غير الصحيحة *Pseudo-node* نقطة نهاية الخط المتزامنة مع نقطة نهاية أخرى في الخط نفسه.

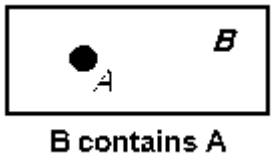


ثالثًا: العلاقات المكانية للمساحات:

- الفجوة *Gap* : منطقة خالية تقع بين مساحتين.
- التطابق *overlap* عدة مساحات تغطي منطقة واحدة أو جزء منها.
- الاحتواء *contain* معلم لابد أن يكون داخل مساحة واحدة.
- التغطية *cover* معلم مساحي واحد من مجموعة مساحات، أي لابد أن يكون داخل معلم مساحي آخر من مجموعة مساحات أخرى.

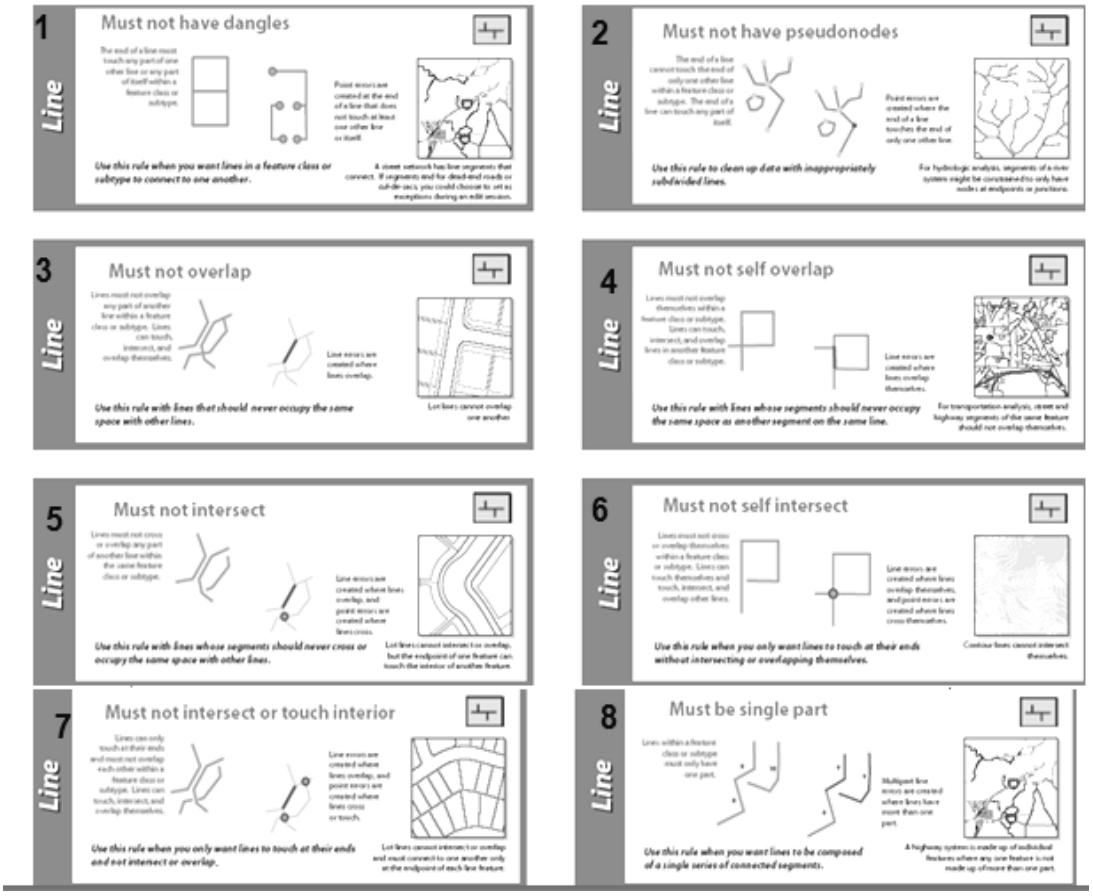






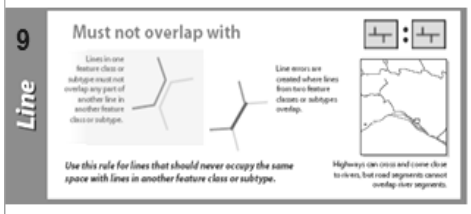
قواعد البناء الهيكلي لبيانات نظم المعلومات الجغرافية:

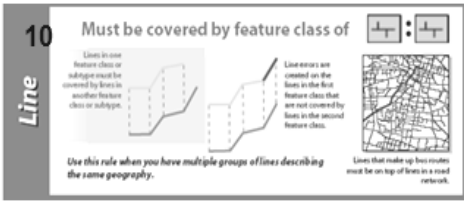
♣ قواعد الطبولوجي لظاهرة خطية واحدة :



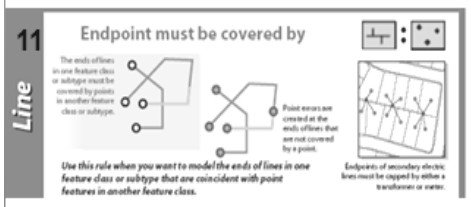
♣ قواعد الطبولوجي بين ظاهرتين (الخطية):

Between two line feature classes

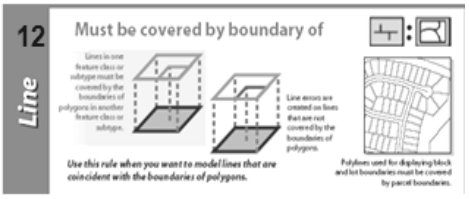




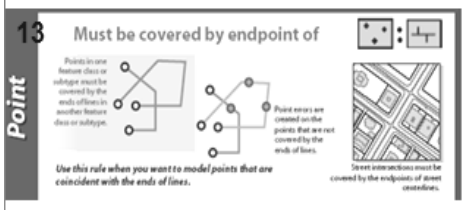
Between a line and a point feature class

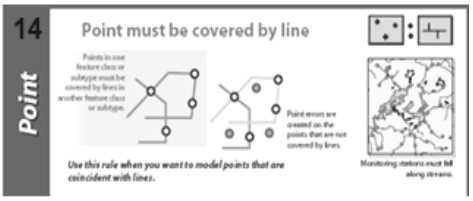


Between a line and a polygon feature class



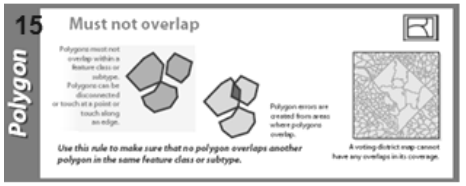
Between a point and a line feature class

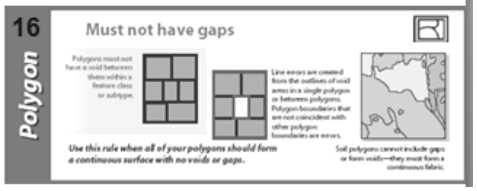




♣ قواعد الطبولوجي لظاهرة مساحية واحدة:

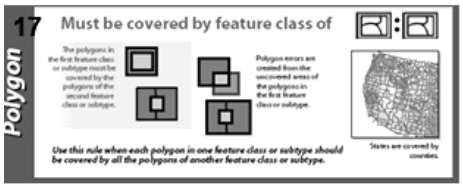
Within one polygon feature class

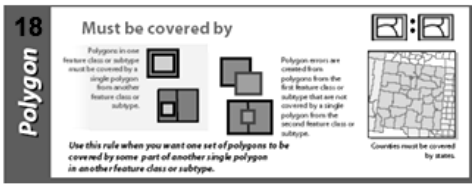


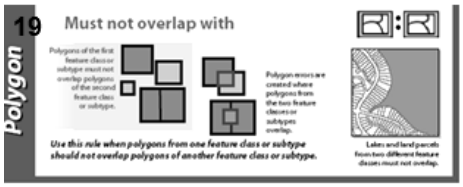


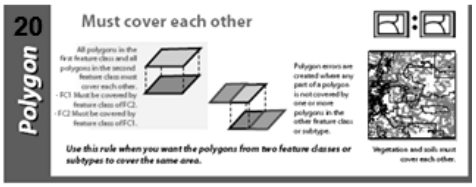
♣ قواعد الطبولوجي بين ظاهرتين (المساحية):

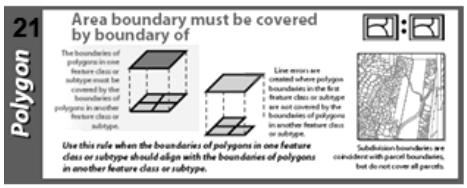
Between two polygon feature classes





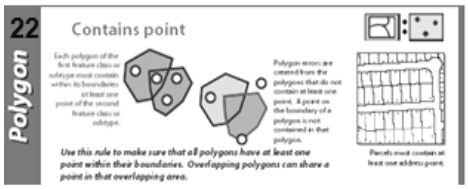




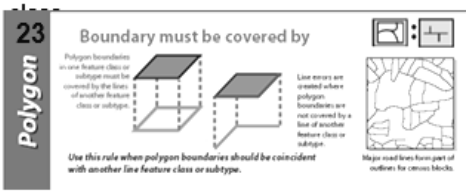


♣ قواعد الطبولوجي بين للظاهرات المختلفة:

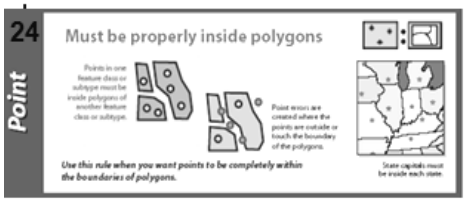
Between a polygon and a point feature class

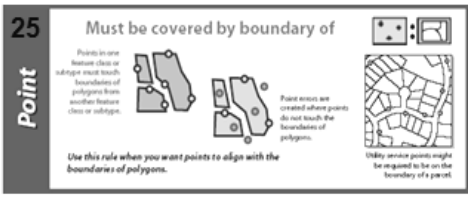


Between a polygon and a line feature

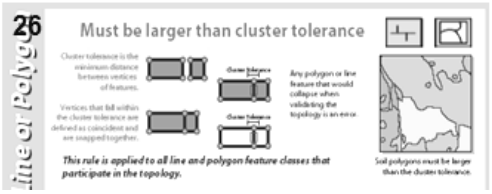


Between a point and a polygon feature





All lines and polygons



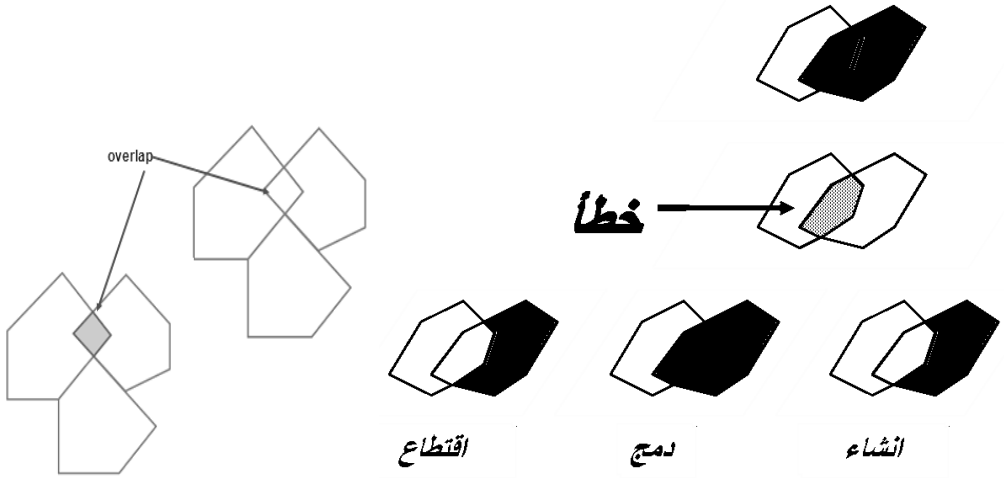
☑ العلاقات المكانية للمساحات *Polygon rules*

(١) يجب إلا يكون هناك تطابق(مساحات): *Must not overlap (polygon)*

يقصد بذلك أن المساحات في طبقة واحدة يجب إلا تتداخل أو تتقاطع مع بعضها البعض ، فقد تكون ذات حواف مشتركة أو مسافة فاصلة، وهذا ممكن ووارد ، على سبيل المثال تغطية أنواع التربة لبعضها

⇐ المعالجة:

- الاقتطاع *Subtract*
- الدمج *Merge*
- إنشاء مساحة في منطقة التطابق*Create feature (polygon)*

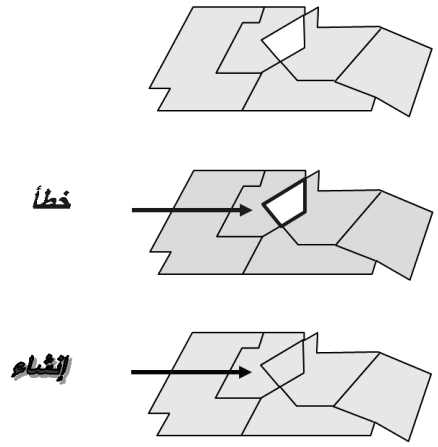


(٢)يجب إلا يكون هناك فجوة *Must not have gaps*

يجب إلا يكون هناك فجوات أو فراغات بين المساحات المتجاورة في نفس الطبقة. على سبيل المثال الغطاء النباتي للأرض أو التكوينات الجيولوجية.

⇐ المعالجة:

- إنشاء معلم مساحي.

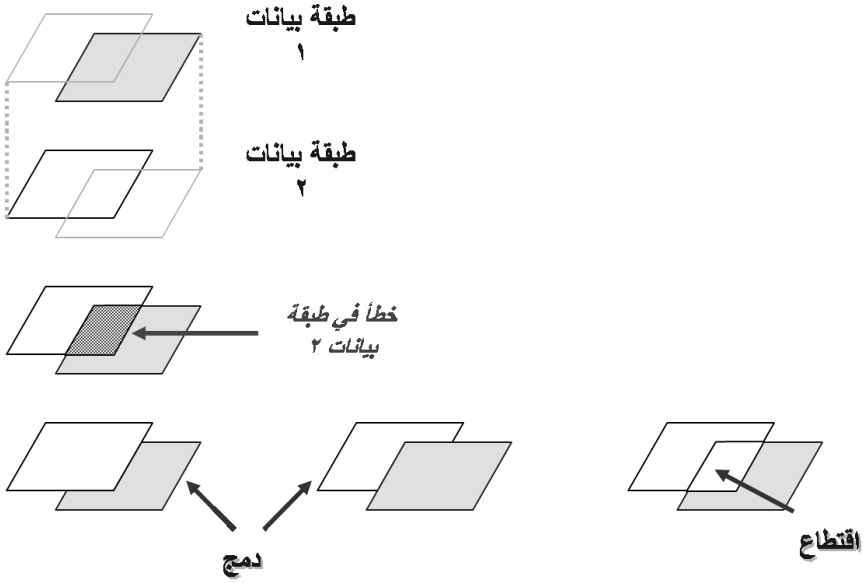


(٣)يجب إلا تتطابق مع (مساحات)*Must not overlap with (polygon)*

حيث أن المعالم المساحية في طبقة ١ لا يمكن ان تتطابق مع المعالم المساحية في طبقة ٢. على سبيل المثال المحيط لا يمكن أن يتطابق مع اليابسة. *Ocean and land cannot overlap*.

⇐ المعالجة:

- اقتطاع من الاثنين*Subtract (from both)*
- دمج مع الأخر*Merge (into either)*



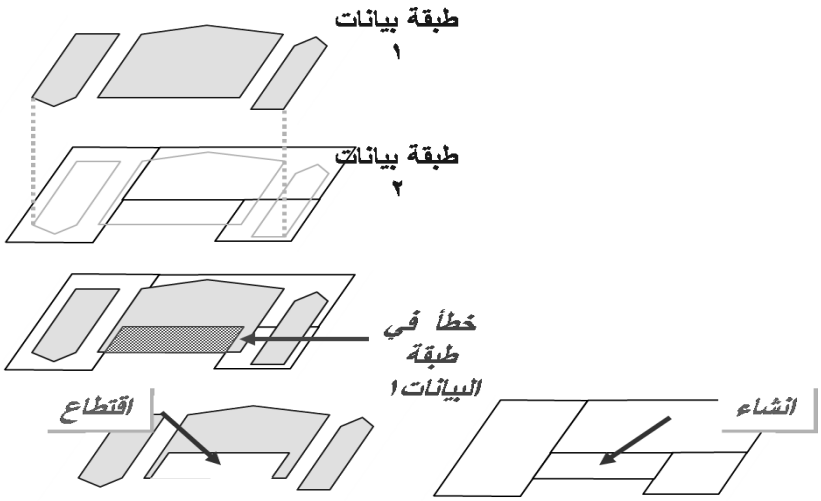
(٤)يجب أن تغطى بطبقة بيانات (مساحات) :

Must be covered by feature class of (polygon)

يجب المعالم المساحية في طبقة ١ أن تغطى بالكامل من المعالم المساحية في طبقة ٢ وأن تكون داخل إطار تلك الظاهرات المرسومة. على سبيل المثال الكشوف الإحصائية يجب أن تغطى بمناطق التصويت.

⇐ المعالجة *Fixes*

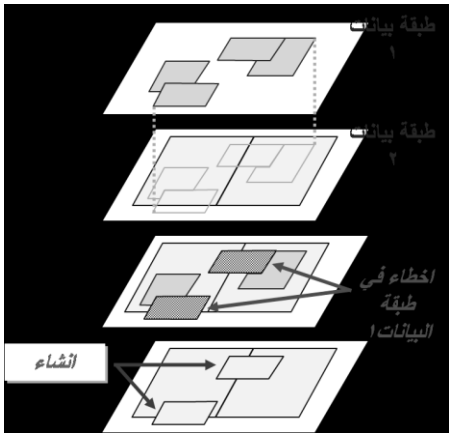
- اقتطاع مساحات *Subtract (area)*.
- إنشاء معالم مساحية *Create feature (polygon)*



(٥)يجب أن تغطى بـ...*Must be covered by*

حيث أن كل معلم مساحي في طبقة ١ لابد ان يكون ضمن معلم مساحي من طبقة ٢ويجب إلا تخرج عن حدودها بالزيادة أو النقصان، على سبيل المثال المحافظات لابد أن تغطى بالمناطق.

⇐ المعالجة :إنشاء معلم مساحي في طبقة البيانات ٢ *Create feature (polygon in FC2)*



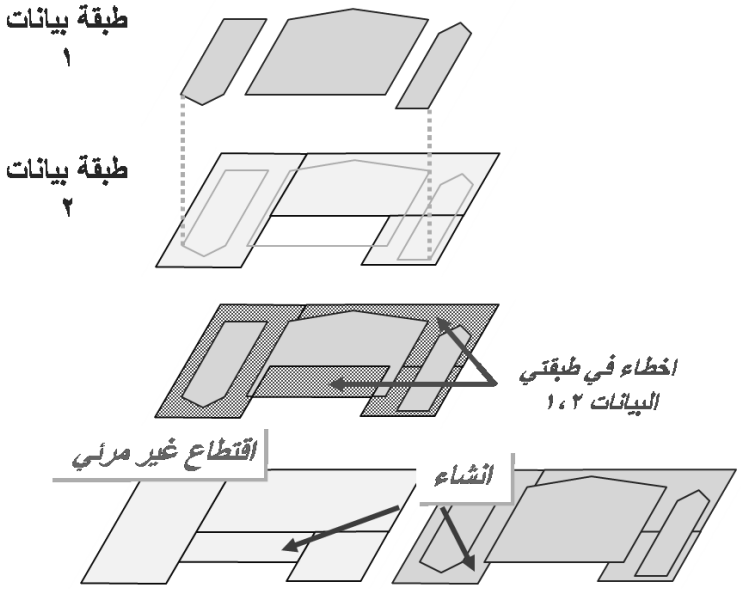
(٦)يجب أن يغطي كامل الآخر *Must cover each other*

كل المعالم المساحية في طبقة ١ وطبقة ٢ يجب أن يغطي بعضهم البعض.

على سبيل المثال المساحات الزراعية ومناطق التربة الزراعية في نفس المنطقة.

⇐ المعالجة :

- إنشاء معلم مساحي *Create feature (polygon)*
- اقتطاع *Subtract*

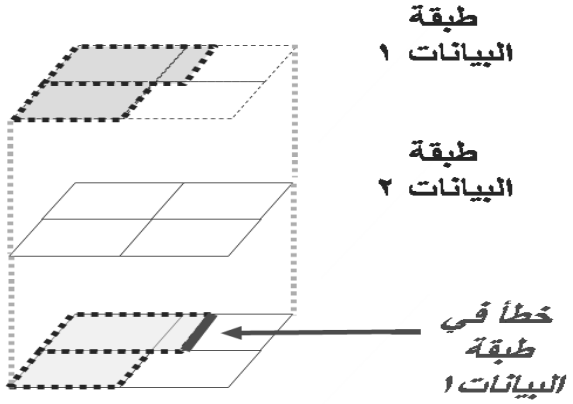


(٧)حدود المساحات يجب أن تغطى بحدود الـ (مساحات):

Area boundary must be covered by boundary of

حدود المساحات في طبقة البيانات١ يجب أن تغطى بحدود المساحات في طبقة ٢. فعلى سبيل المثال حدود القسم الفرعي *Subdivision* يجب أن يغطى بحدود قطعة البلك *parcel boundaries*

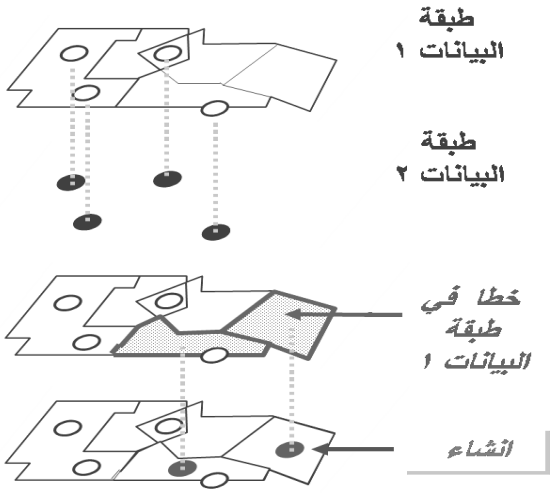
⇐ المعالجة :تعديل الخطوط بطريقة يدوية *Manually edit edges*



(٨)احتواء النقاط *Contains point*

حيث أن كل معلم مساحي في طبقة١لابد أن تحتوي معلم نقطي واحد في الطبقة الثانية.والمساحات المتطابقة يمكن أن تتشارك في معلم نقطي واحد. *Overlapping polygons can share a point* والمساحات لا تحتوي النقط الواقعة على حافة تلك المساحة. على سبيل المثال كل قطعة أرض لابد أن تحتوي عداد مياه.

⇐ المعالجة :انشاء معلم نقطي *Create feature (point)*

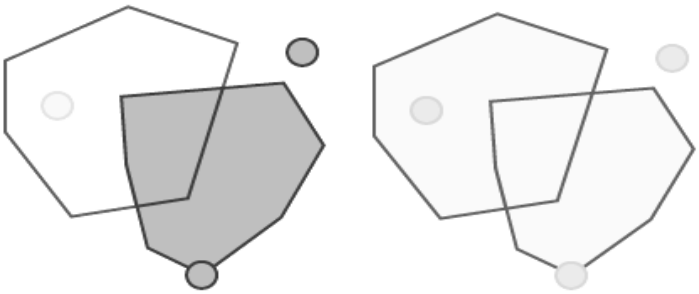


(٩)تحتوي علي نقطة واحدة *Contains One Point*

يجب أن تحتوي كل مساحة علي نقطة واحدة ويجب أن تقع بداخلها.

Each polygon must contain one point. Each point must fall within a polygon

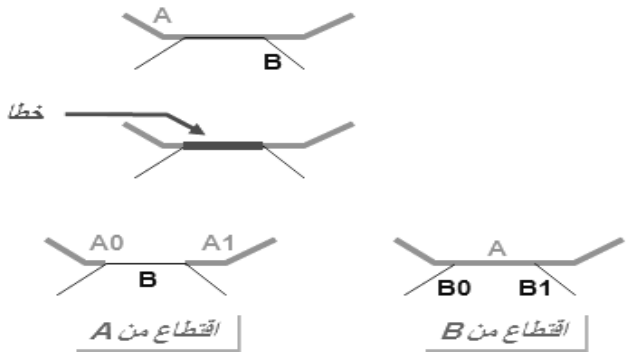
⇐ المعالجة: عن طريق التعديل *Modify Features*



العلاقات المكانية للخطوط *Line rules*

(١) يجب إلا يكون هناك مطابقة (خط) *Must not overlap (line)*

يقصد بذلك أن الخطين يجب إلا يشتركا في جزء. فعلى سبيل المثال الشوارع يجب إلا يغطي احدهم الأخر وتكون المعالجة عن طريق الاقتطاع.

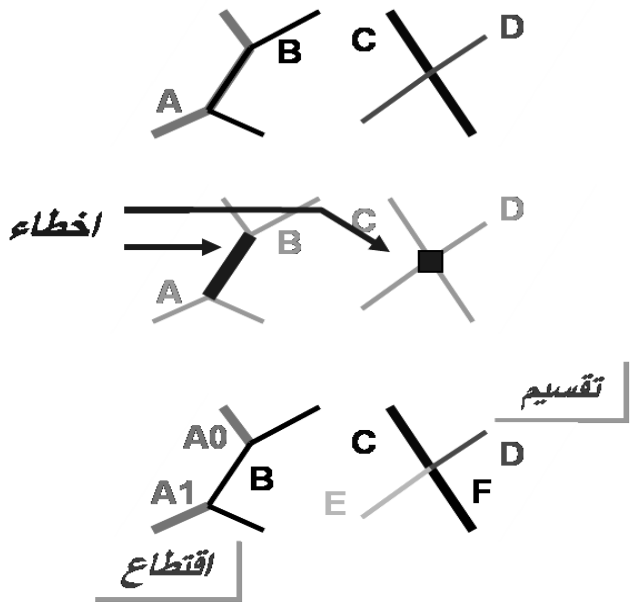


(٢) يجب إلا يتقاطع *Must not intersect*

يجب إلا تتقاطع الخطوط أو يتطابق احدها الأخر في نقطة واحدة. فقد يتقاطع أو يطابق الخط نفسه على سبيل المثال تلك الأخطاء التي تحدث بالصدفة .

⇐ المعالجة

- الاقتطاع *Subtract*
- التقسيم *Split*

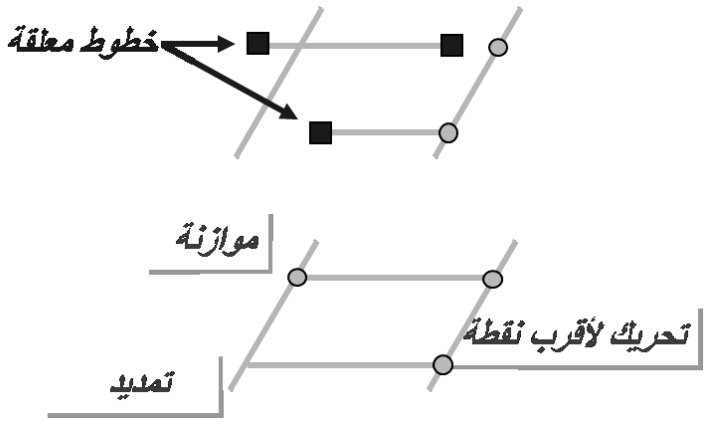


(٣)يجب إلا يكون هناك خطوط معلقة *Must not have dangles*

نهاية الخط يجب أن تغطى بنهاية خط آخر. على سبيل المثال أنبوب المياه يجب أن يتصل بأنبوب مياه آخر.

⇐ المعالجة

- التحريك لأقرب نقطة *Snap*
- تمديد *Extend*
- قطع *Trim*

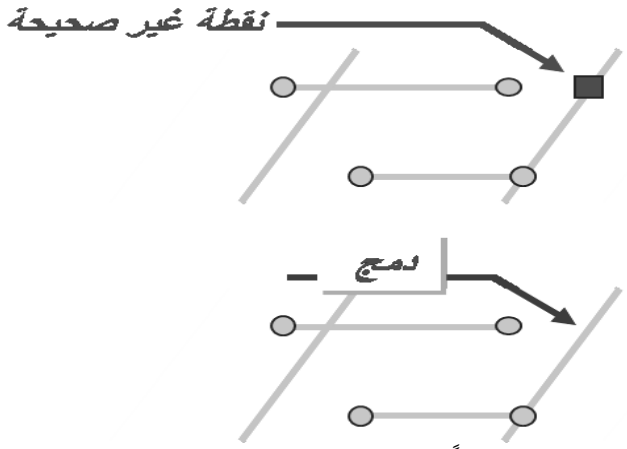


(٤)يجب إلا يكون هناك نقط غير صحيحة: *Must not have pseudo-nodes*

يجب أن تغطى نهاية الخط بنهاية خطين آخرين أو أكثر. على سبيل المثال الأنهار والجداول.

⇐ المعالجة *Fixes*

- دمج أكبر خطين *Merge To Largest*
- دمج حسب الأولوية *Merge (to specified)*

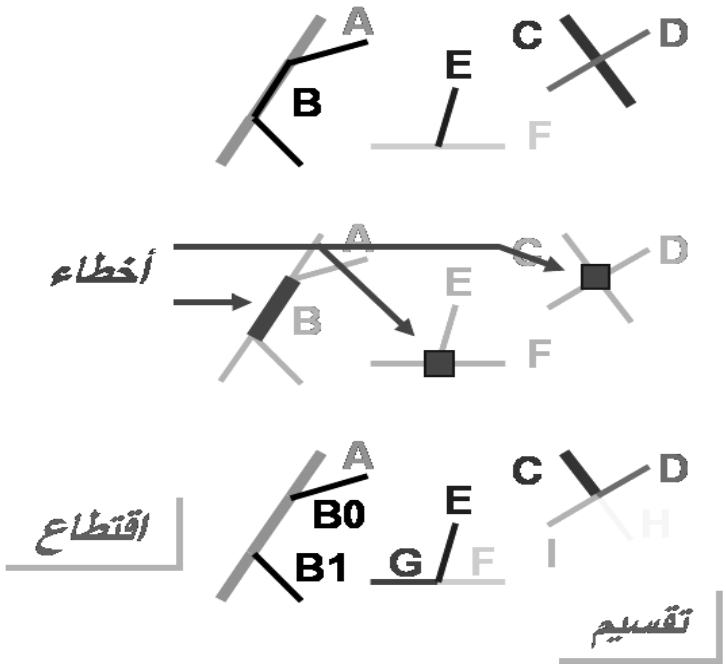


(٥) يجب إلا تقاطع أو يتلامس داخلياً *Must not intersect or touch interior*

قد تتلامس الخطوط في نقاط نهاياتها. على سبيل المثال الأخطاء التي تحدث بالصدفة.

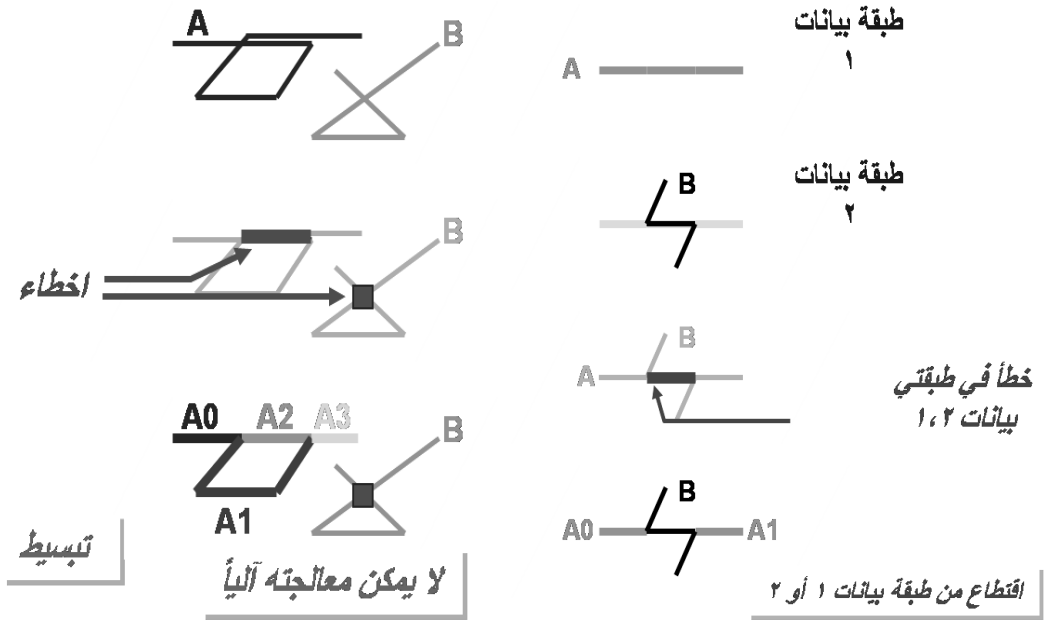
⇐ المعالجة:

- اقتطاع (منطقة التطابق) *Subtract (overlaps)*
- تقسيم (المتقاطع أو الملامس) *Split (intersection or touch)*



(٦)يجب إلا يتطابق مع خط آخر*Must not overlap with (line)*

الخطوط بين طبقتي البيانات ١،٢ يجب إلا تحوي أجزاء مشتركة. نقط النهاية قد تلامس داخلياً خط آخر على سبيل المثال الطرق والسكك الحديدية. وتكون المعالجة عن طريق الاقتطاع *Subtract* .



يجب إلا يتطابق مع خط آخر يجب إلا يتقاطع مع نفسه

(٧)يجب إلا يتقاطع مع نفسه *Must not self intersect*

الخط قد لا يتقاطع أو يتطابق مع نفسه يمكن أن يلامس نفسه على سبيل المثال خط الساحل (في جزيرة) وتكون المعالجة عن طريق التبسيط (فقط للأجزاء المشتركة ، وليس للأجزاء المتقاطعة).

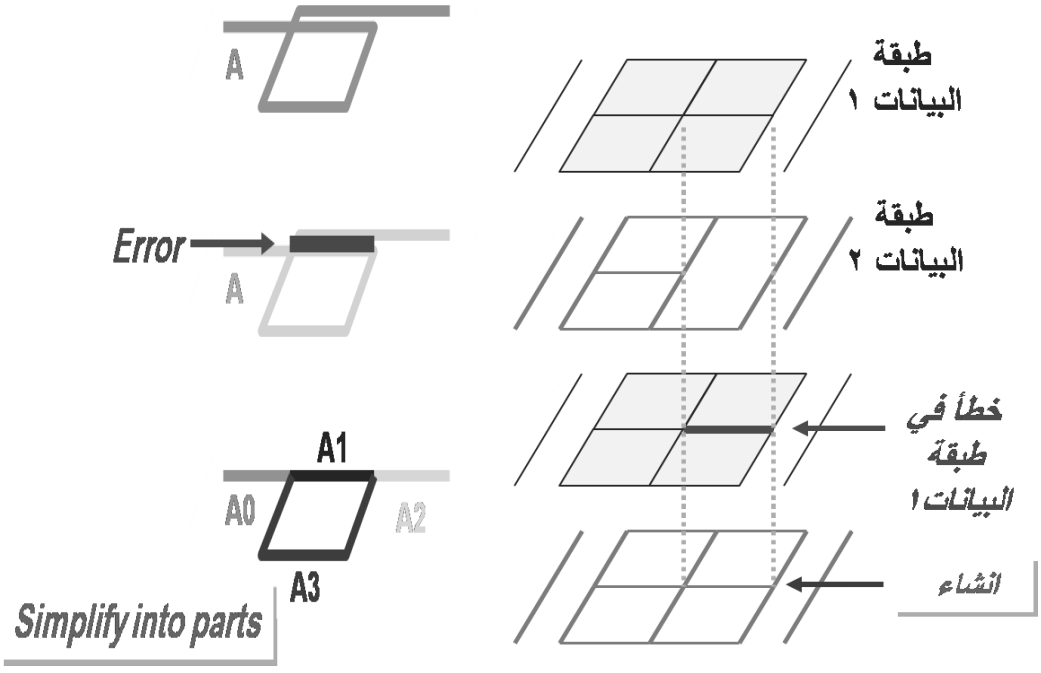
(٨)حواف المساحات يجب أن تغطى بـ

Must Be Covered By Feature Class Of

يجب أن تغطى حواف المساحات في طبقة البيانات الأولى بالخطوط في طبقة البيانات الثانية. على سبيل المثال حدود قطعة الأرض لابد أن تغطى بخط حدود الأرض الممسوح. وتكون المعالجة بإنشاء معلم خطي جديد في طبقة بيانات الخطوط. *Create feature (line)*

(٩)يجب إلا يتطابق مع نفسه *Must not self overlap*

من المعروف أن الخط قد لا يشترك في جزء مع نفسه. فعلى سبيل المثال الشارع لا يمكن أن يغطي نفسه. والمعالجة هنا عن طريق التبسيط *Simplify* العودة إلى نفس الطريق ومطابقة الطريق في أكثر من جزء .

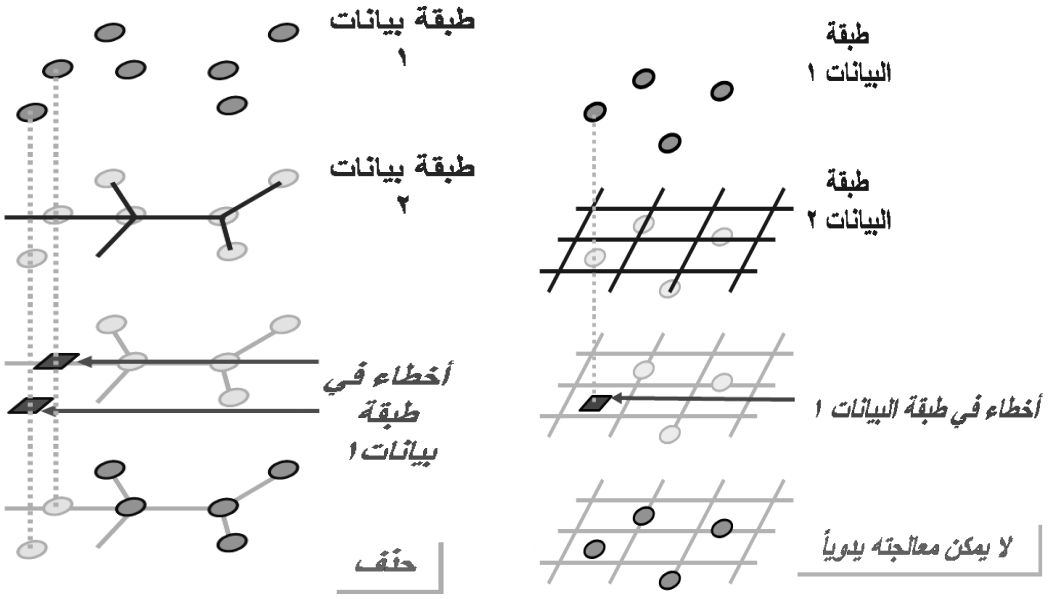


حواف المساحات يجب أن تغطى بـ يجب إلا يتطابق مع نفسه

- العلاقات المكانية للنقاط *Point rules*

(١) النقط يجب أن تغطى بالخطوط *Point must be covered by line*

حيث أن الظاهرات النقطية في طبقة ١يجب أن تكون عند نهايات أو علي حواف الخطوط في طبقة ٢ وأن تقع في حدودها. على سبيل المثال نقط توقف الحافلات او السيارات يجب أن تكون على الطريق وليس في مكان معلق بعيد عن الطرق. والمعالجةعن طريق حذف أو تحريك النقاط يدوياً *move or delete point*



النقط يجب أن تغطى بالخطوط يجب أن تغطى بنقط نهاية

(٢)يجب أن تغطى بنقط نهاية *Must be covered by endpoint of*

يجب أن تغطى النقط في طبقة البيانات ١ بنقط نهاية الخطوط في طبقة البيانات ٢. على سبيل المثال الصمامات يجب أن تغطى بنقط نهايات الأنابيب المعالجة حذف أو تحريك النقط.

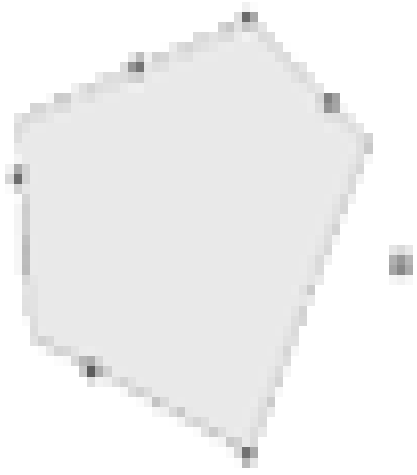
(٣)يجب أن تكون داخل المساحات تماماً:

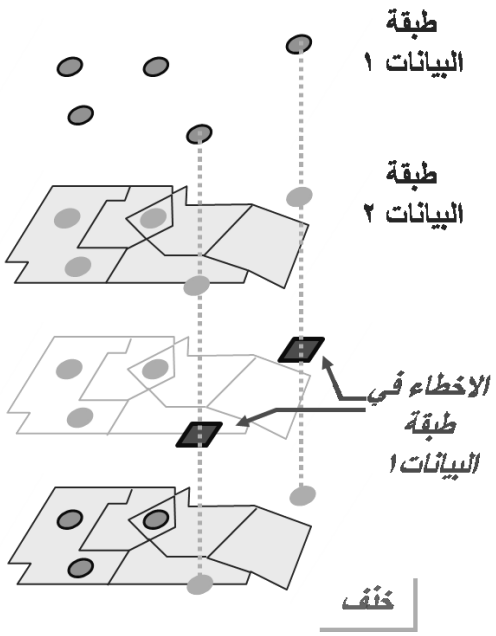
Must be properly inside polygons

حيث أن الظاهرات النقطية في طبقة ١ يجب أن تكون كاملة داخل المساحات في طبقة ٢. ولا يمكن أن تقع الظاهرات النقطية خارجها، على سبيل المثال نقاط العناوين في قطع الأراضي، ويكون الحل أو المعالجة بحذف أو تحريك النقاط *Delete (or move point)*

(٤)يجب أن تغطى بحدود of *must be covered by boundary*

يجب أن تقع جميع النقاط في طبقة البيانات ١ ويجب أن تغطى بحدود المساحات في طبقة البيانات ٢. وتكون المعالجة عن طريق تعديل اليدوي *Manually edit*



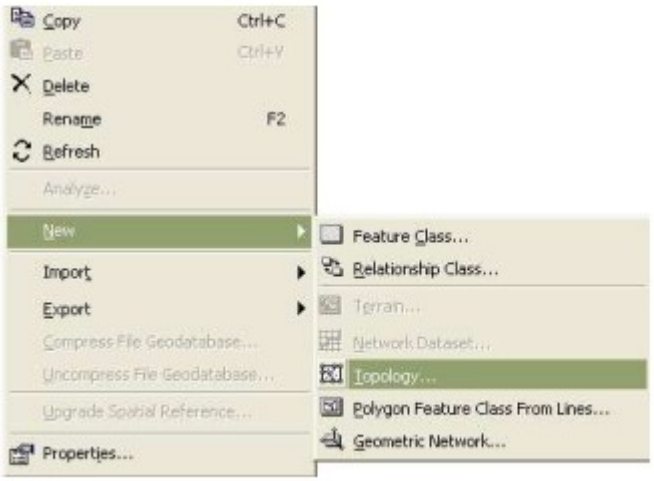


يجب أن تكون داخل المساحات تماماً يجب أن تغطى بحدود

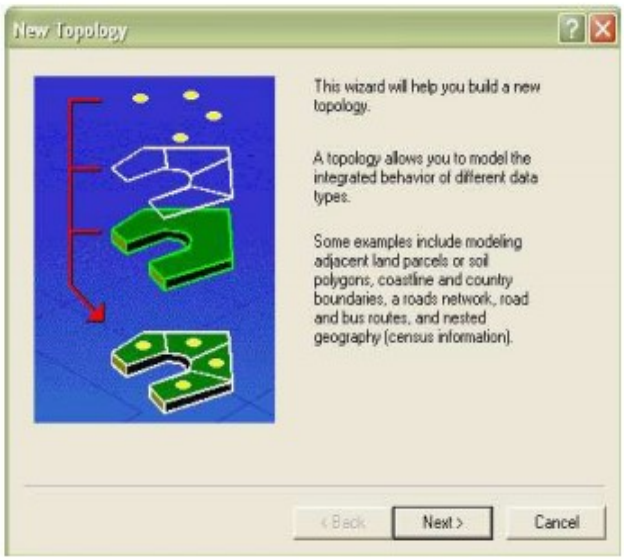
خطوات إنشاء الطبولوجي:

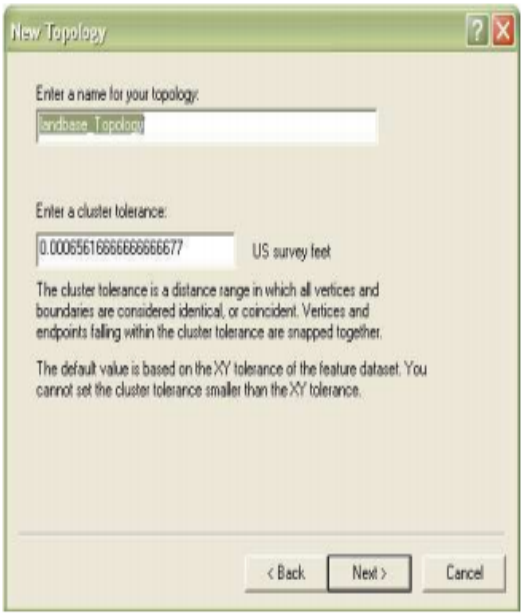
١- نقوم بفتح الواجهة Arc catalog
٢- ثم نذهب الي ال Datasetالمراد عمل الطبولوجي لها

٣- ثم نضغط كليك يمين ثم New ومنها نختار Topology



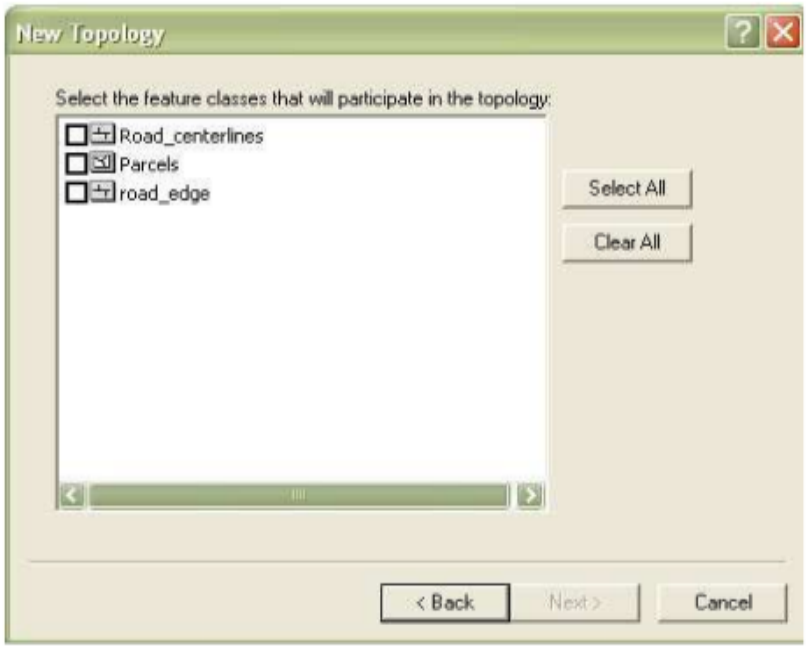
ستظهر لنا نافذة الطبولوجي



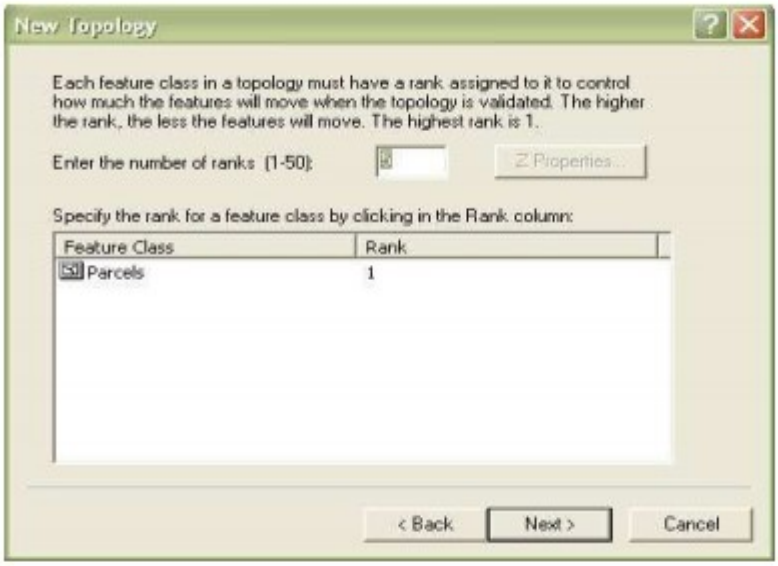


في النافذة التي ستظهر نحدد
*اسم الطبولوجي
Cluster tolerance*

ستظهر نافذة من خلالها نحدد علي اي الطبقات نريد اجراء عملية الطبولوجي

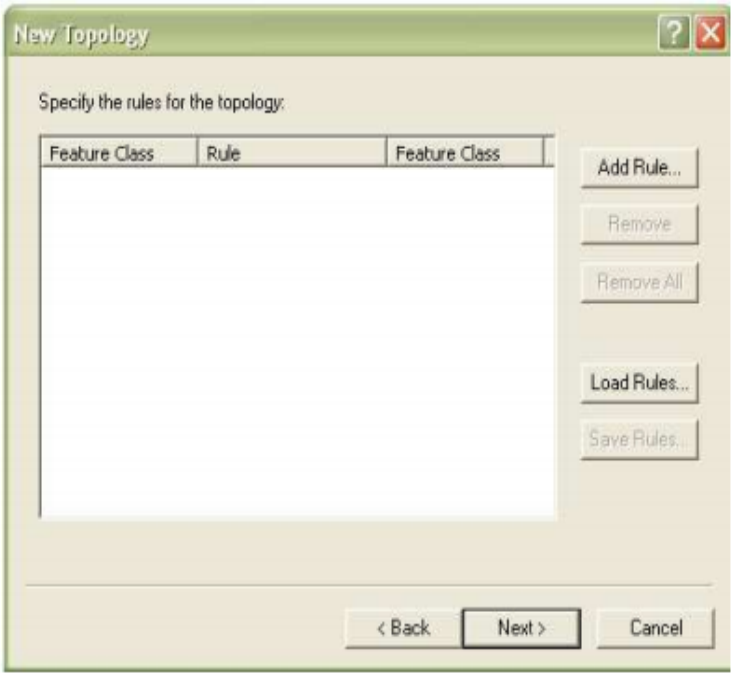


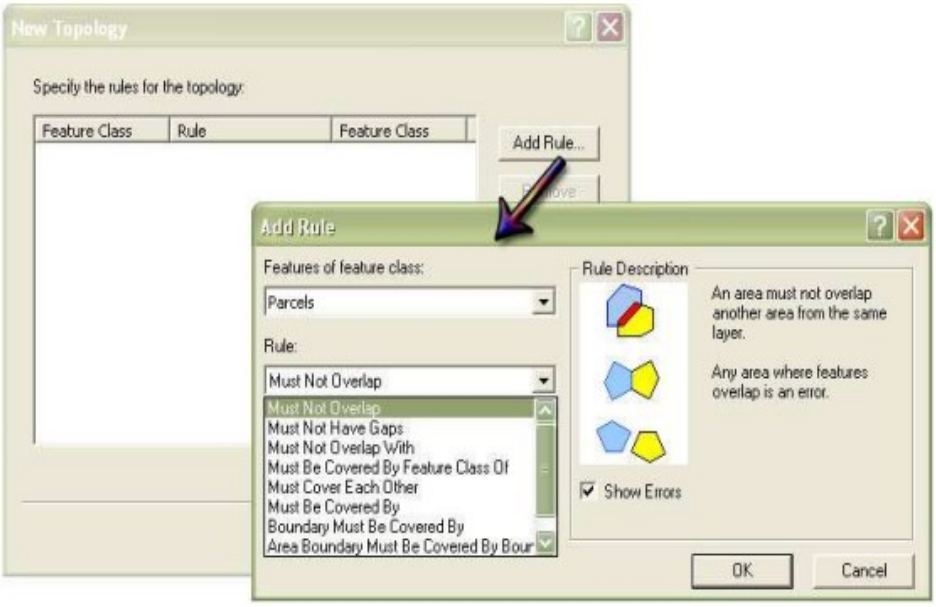
ثم نضغط Next ومن ثم تظهر لنا نافذة نحدد من خلالها مقدار ال Rank

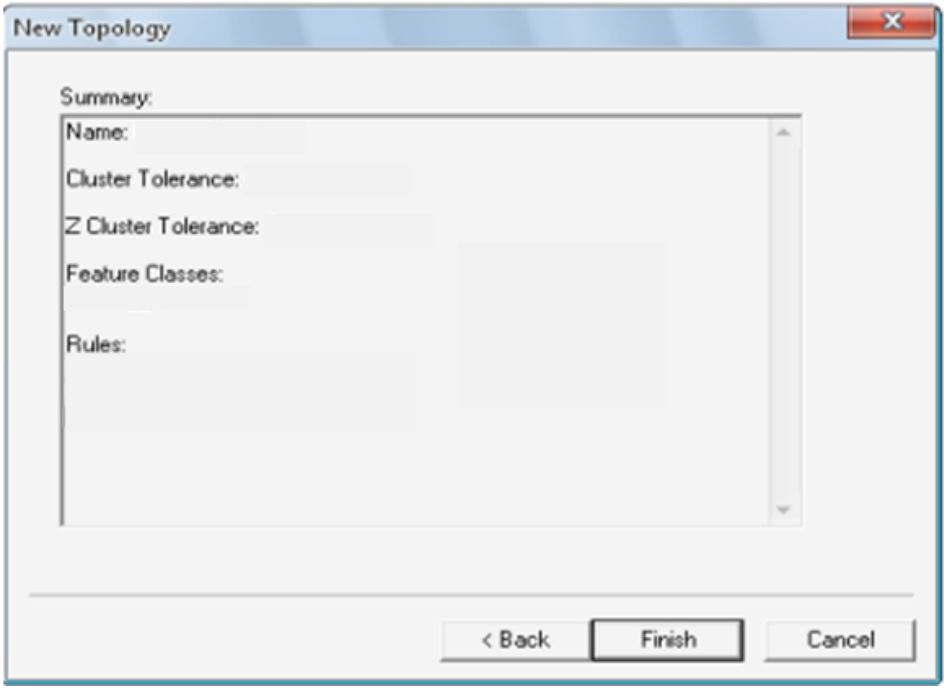


بعدها تظهر لنا نافذة والتي من خلالها سنقوم بادراج العملية المراد تنفيها وذلك بالضغط علي

Add Rule



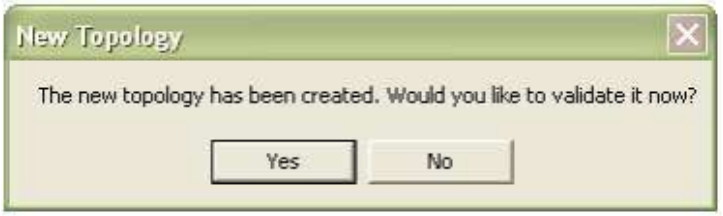

New Topology
Specify the rules for the topology:
Feature Class
Rule
Feature Class
Add Rule...
Add Rule
Features of feature class:
Parcels
Rule:
Must Not Overlap
Must Not Overlap
Must Not Have Gaps
Must Not Overlap With
Must Be Covered By Feature Class Of
Must Cover Each Other
Must Be Covered By
Boundary Must Be Covered By
Area Boundary Must Be Covered By Bour
Rule Description
An area must not overlap another area from the same layer.
Any area where features overlap is an error.
Show Errors
OK
Cancel


New Topology
Summary:
Name:
Cluster Tolerance:
Z Cluster Tolerance:
Feature Classes:
Rules:
< Back
Finish
Cancel

Topology editing

بعد أختيار الاجراءات المطلوب تنفيذها واستكمال أخر خطوة تظهر لنا هذه الصورة والتي تفيد باجراء عملية الطبولوجي

ثم تظهر هذه النافذة والتي تسأل هل تريد التصحيح أم لا وهذه لاتهم لان التصحيح سيكون داخل ال Arc Map فاي أختيار لا يؤثر بشئ

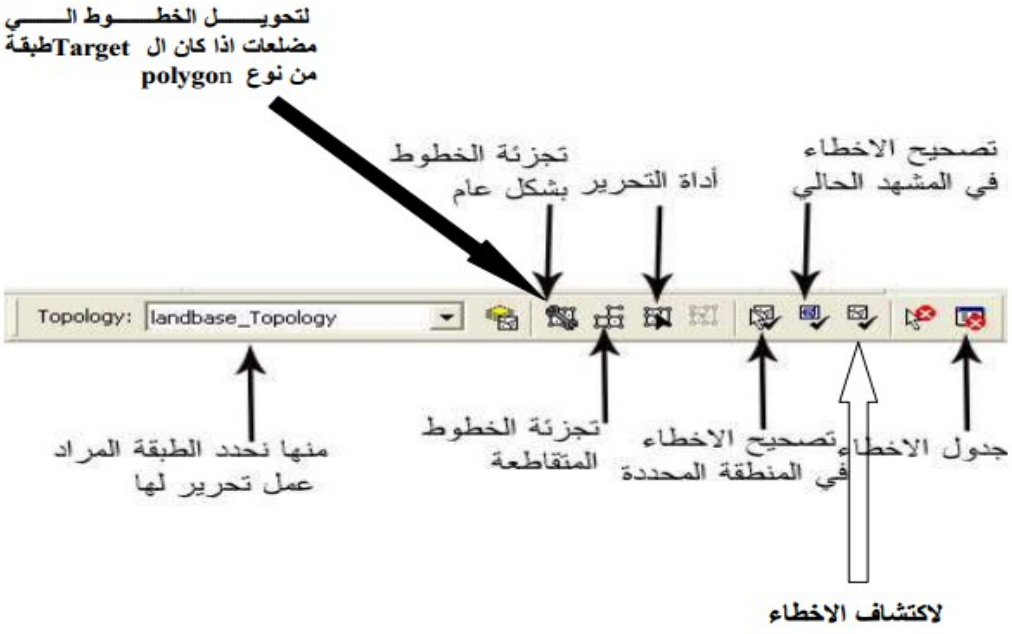


والان بعد أتمام جميع العمليات داخل ال Arc Catalog تبدأ أخرمرحلة من عملية الطبولوجي وهي التصحيح لان هذه الاجراءات السابقة حددت لنا أين الاخطاء وسنقوم نحن بتحريرها داخل Arc map وذلك بنفس الاسلوب التي تم ايضاحه عند سرد الاجراءات وكيفية الحلول

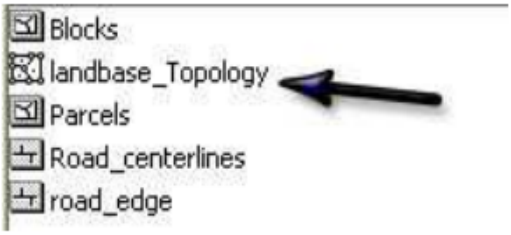
والان يجب أن نتعرف علي أدوات التحرير داخل Arc Map

يتم فتح واجهة Arc Map

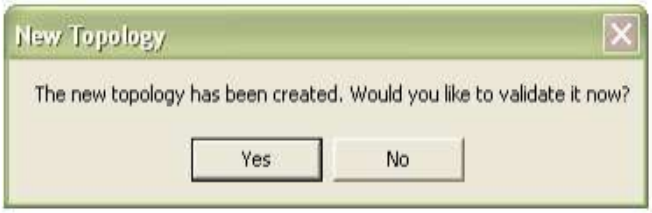
ثم أستدعاء شريط أدوات ال Topologyبهذه الطريقة
من قائمة Viewنذهب الي
Toolbarsومنها نختار
شريط الادوات
Topology



ثم نقوم باستدعاء الطبقات التي تم عمل الطبولوجي عليها وسنجد معها طبقة خاصة والتي بها ناتج الطبولوجي

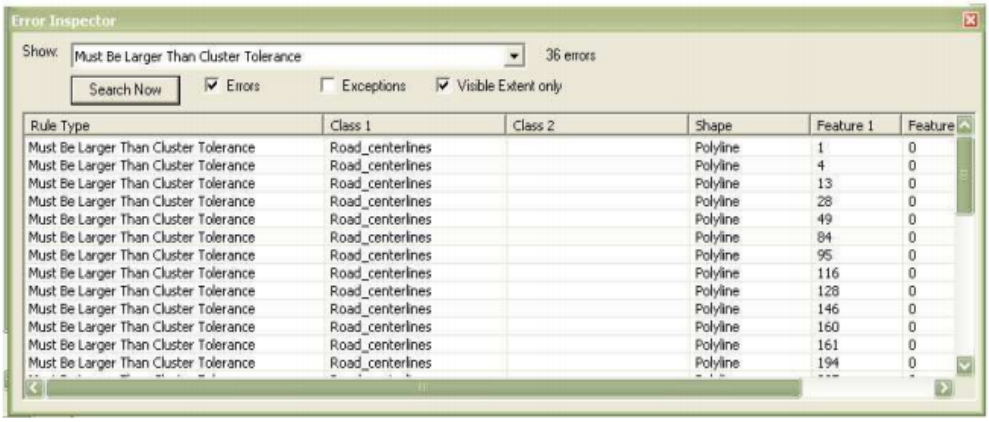


بعد استدعاء الطبقات سيتم السؤال الذي سبق وظهر لنا داخل ال Arc catalog



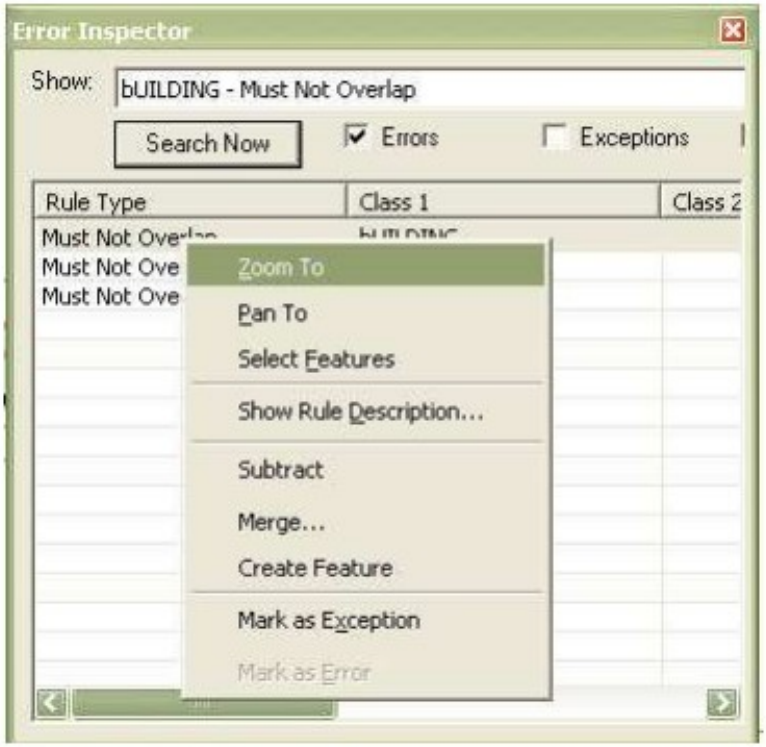
ونقوم بالموافقة
ومن هنا نبدأ في عمل Start Editing

لبدء التصحيح نقوم بتحديد الطبقة المراد أجراء التحرير لها
ثم نضغط Validate والتي تقوم باكتشاف الاخطاء في الطبقة المحددة
ثم نذهب الي جدول الاخطاء

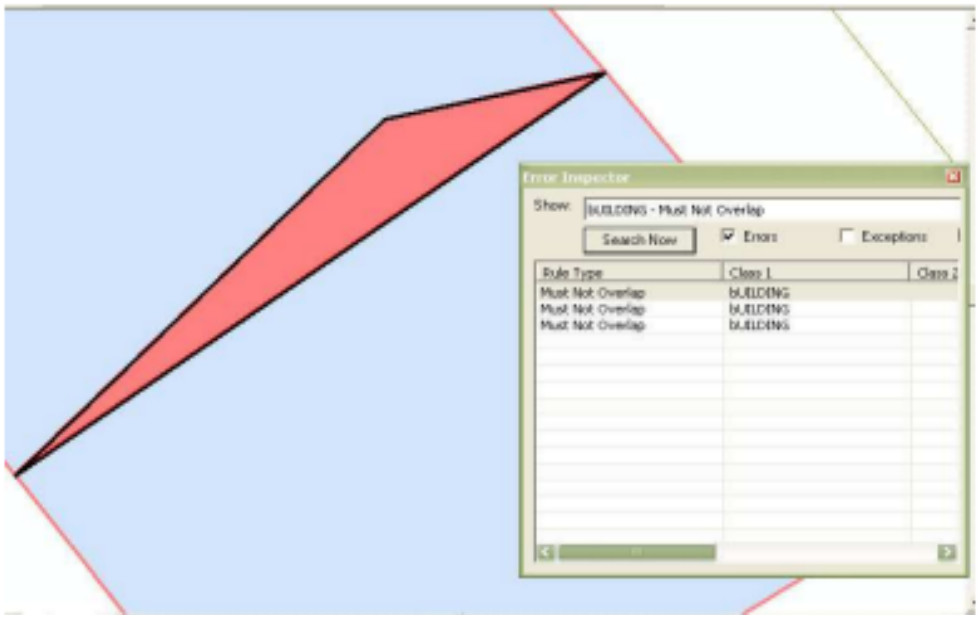


Rule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	1	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	4	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	13	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	28	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	49	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	84	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	95	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	116	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	128	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	146	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	160	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	161	0
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	Road_centerlines		Polyline	194	0

من خلال Show نقوم باختيار اي الاجراءات نريد تحرير أخطاءها
ثم نضغط Search Now
ستظهر لنا الاخطاء كما هو والضح من الصورة



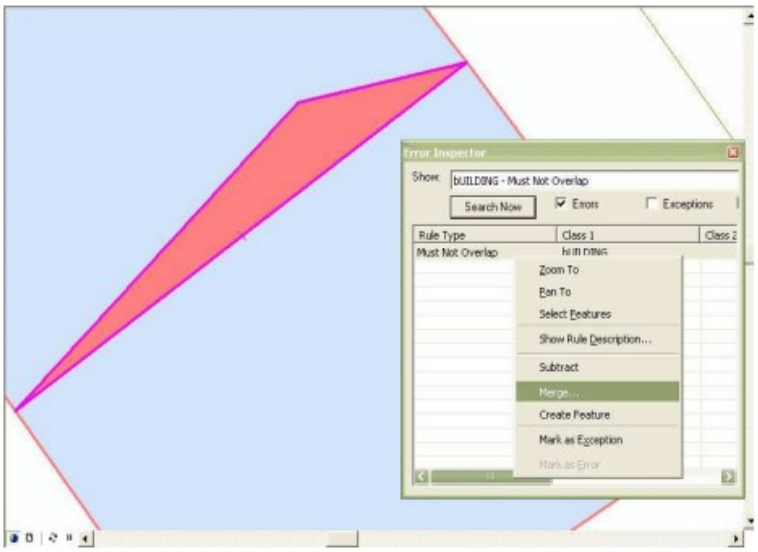
فهنا نقوم باختيار Zoom to للذهاب الي الخطأ وهو هنا Must Not Overlap



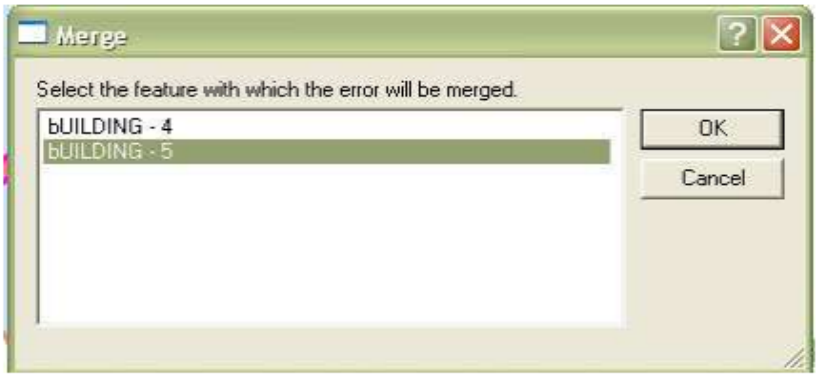
فالجزء المظلل يشير ألي وجود خطأ **Overlap**

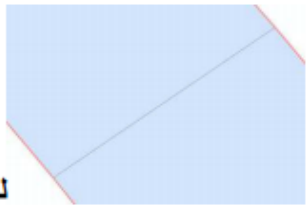
وسنقوم الان في ايجاد حل اما ازالة الجزء الزائد اما دمجه مع احد المضلعين
وسنقوم بعمل دمج للجزء الزائد مع احد المضلعين وذلك كما يلي

- من خلال جدول الاخطاء سنقوم بالضغط كليك يمين علي الخطأ المراد تعديلة ستظهر لنا القائمة ومنها نختار **Merge**



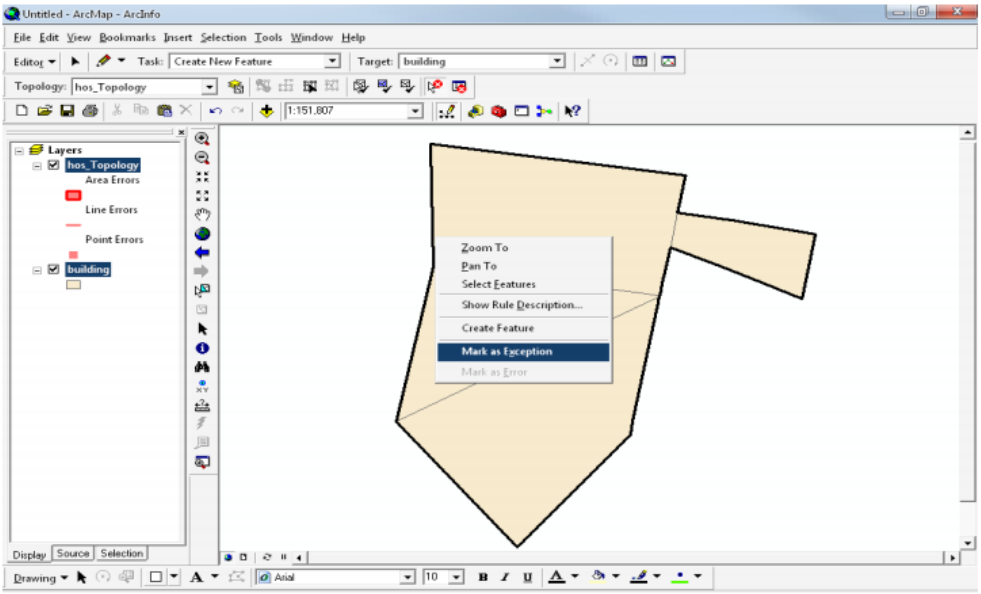
سيقوم باظهار رسالة تفيد باختيارنا مع اي مضلع سيتم الدمج



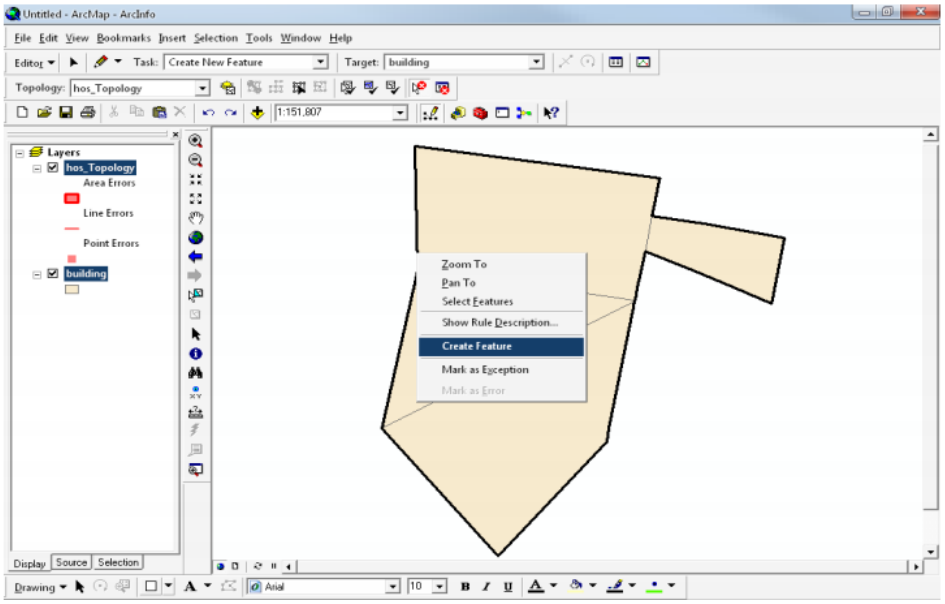


ليكون الشكل بعد الدمج كما هو واضح بالصورة

يتم تحديد الخطأ باستخدام أداة **fix topology error tool** والنقر **Right click** واختيار **Make as exception** .



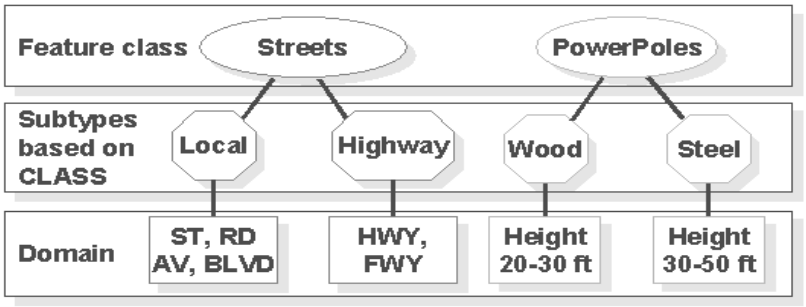
أو عمل ظاهرة تمثل حدود المنطقة حول حدود المنطقة كلها عن طريق اختيار **create feature** .



الفصل السابع

subtype and domain

Domain: تعني الحقول وهي بذلك تمثل لائحة أو قائمة الحقول في الطبقة *Layer* لظاهرة جغرافية معينة تحتويها تلك الطبقة، وعلى سبيل المثال لو فرضنا أن هناك طبقة تحتوي على ظاهرة جغرافية خطية متمثلة (الشوارع) فأن حقول الطبقة تلك سوف تكون أنواع تلك الشوارع(شارع رئيسي ، شارع فرعي ، مزدوج ، شارع تحت الإنشاء إلخ) هذا التصنيف الذي يضم مجموع الحقول في تلك الطبقة يسمى *Domain*



يستخدم **domain** اثناء إدخال قواعد البيانات لتوفير الوقت والجهد حيث يعرف بأنه نطاق بيانات يضم مجموعه من الإختيارات الثابتة لكثير من الظاهرات الجغرافية فمثلا عند إدخال بيانات لإستخدام الأرض فى منطقة معينة فهناك اختيارات ثابتة لا تخرج الأستمارات عنها منها (سكنى – تجارى – حكومى - ..... إلخ) ومن هنا جاءت الحاجة لوجود نمط الاختيار من متعدد بدلا من إهدار الوقت فى كتابة البيانات خاصة إذا كانت المنطقة كبيرة .

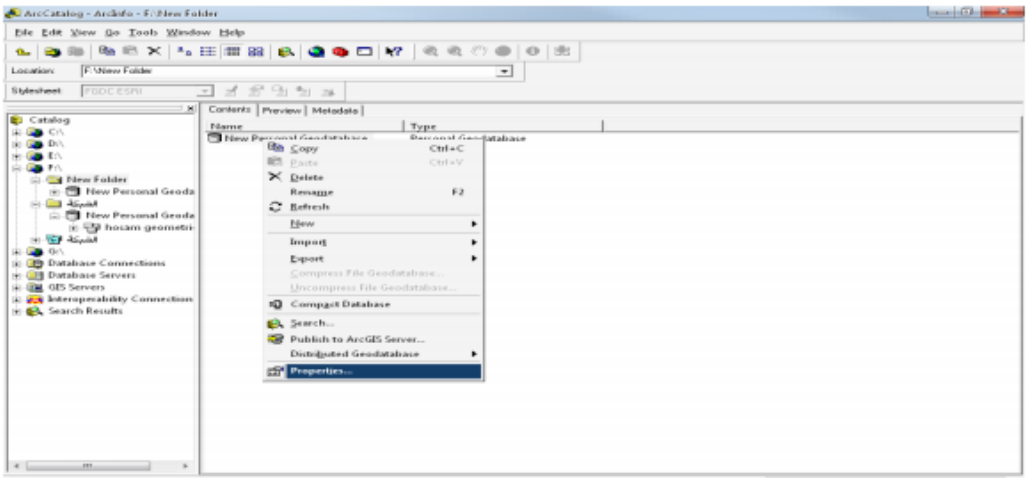
مثال

أنواع استخدام الأرض :

- استخدام سكنى
- استخدام تجارى
- استخدام صحى
- استخدام إدارى
- استخدام ترفيهى

خطوات بناء domain

بالضغط RIGHT CLICK على قاعدة البيانات وفى هذه الحالة هى من النوع **personal geodata base**

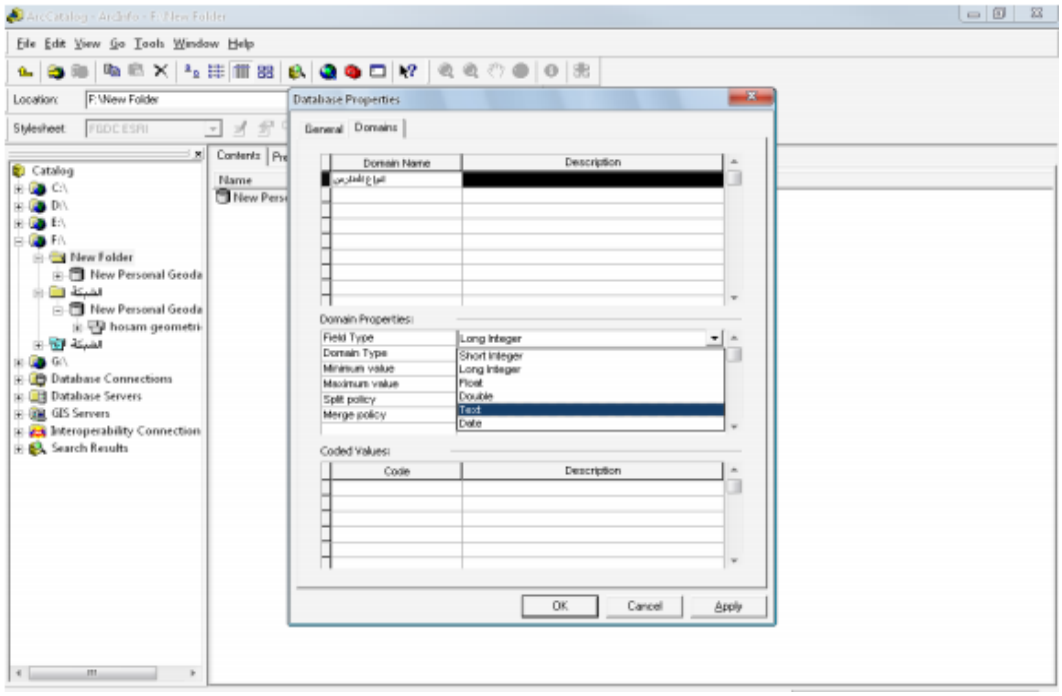


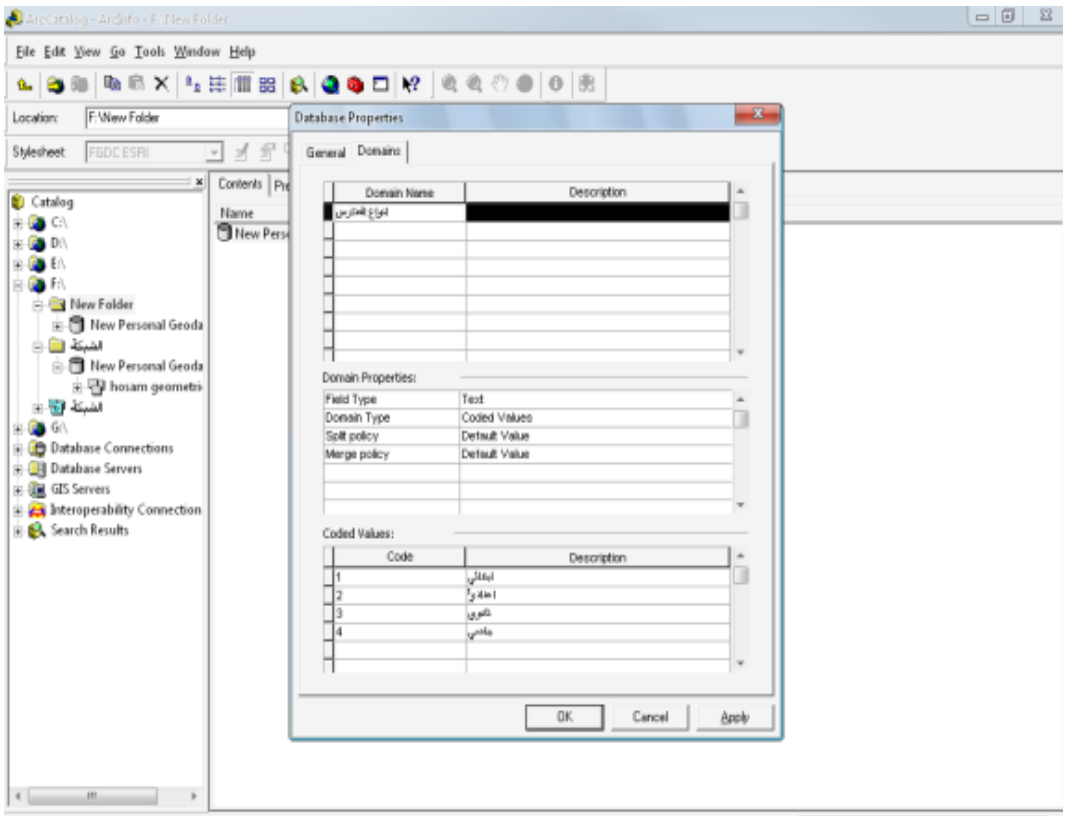
تظهر الصفحة القادمة حيث تنقسم لثلاثة أقسام

(domain properties – code value – domain name)

فى خانة **domain name** يتم كتابة اسم **domain** وليكن مثلا أنواع المدارس،أما فى خانة **domain properties** نختار خيار **text** امام **field type** والدال على نوع **domain** نصى حيث سيسجل فيه أنواع المدارس من حيث كونها ابتدائية واعدادية وثانوية ....إلخ ، أما فى خانة **code value** يتم تسجيل الأنماط التى يحتويها **domain** كلا منهما بكود معين .

Description	Code
مدارس ابتدائية	١
مدارس اعدادية	٢
مدارس ثانوية	٣


ArcCatalog - ArcInfo - F:\New Folder
File Edit View Go Tools Window Help
Location: F:\New Folder
Stylesheet: FGDC ESRI
Catalog
C:\
D:\
E:\
F:\
New Folder
New Personal Geoda
الشبكة
New Personal Geoda
hosam geometri
الشبكة
G:\
Database Connections
Database Servers
GIS Servers
Interoperability Connection
Search Results
Contents
Name
New Pers
Database Properties
General Domains
Domain Name
Description
Domain Properties:
Field Type
Domain Type
Minimum value
Maximum value
Split policy
Merge policy
Long Integer
Short Integer
Long Integer
Float
Double
Text
Date
Coded Values:
Code
Description
OK
Cancel
Apply

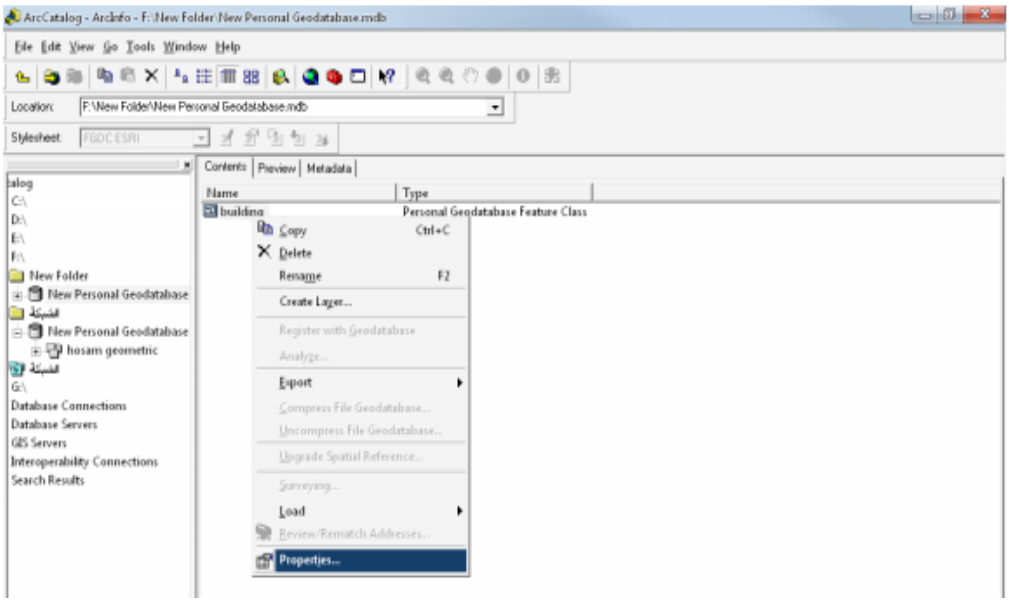

ArcCatalog - ArcInfo - F:\New Folder
File Edit View Go Tools Window Help
Location: F:\New Folder
Stylesheet: FGDC ESRI
Catalog
C:\
D:\
E:\
F:\
New Folder
New Personal Geoda
الشبكة
New Personal Geoda
hosam geometri
الشبكة
G:\
Database Connections
Database Servers
GIS Servers
Interoperability Connection
Search Results
Contents
Name
New Pers
Database Properties
General Domains
Domain Name
Description
Domain Properties:
Field Type
Text
Domain Type
Coded Values
Split policy
Default Value
Merge policy
Default Value
Coded Values:
Code
Description
1
2
3
4
OK
Cancel
Apply

إذا كانت قاعدة البيانات بحاجة إلى المزيد من **domain** من الممكن إنشاء أكثر من **domain** فى الصفحة السابقة حيث كل صف فى الخانة الاولى **domain name** خاص بنمط معين **(domain)** ، فمثلا من الممكن أن نقوم بإنشاء **domain** خاص بكون المدرسة بنين أو بنات أو الأثنين معا .

ربط **domain** الذى تم إنشاؤه في قاعدة البيانات بحقول الطبقات

لربط **domain** بحقل داخل جدول المحتويات الخاص بطبقة محددة يتم أتباع الخطوات الآتية :

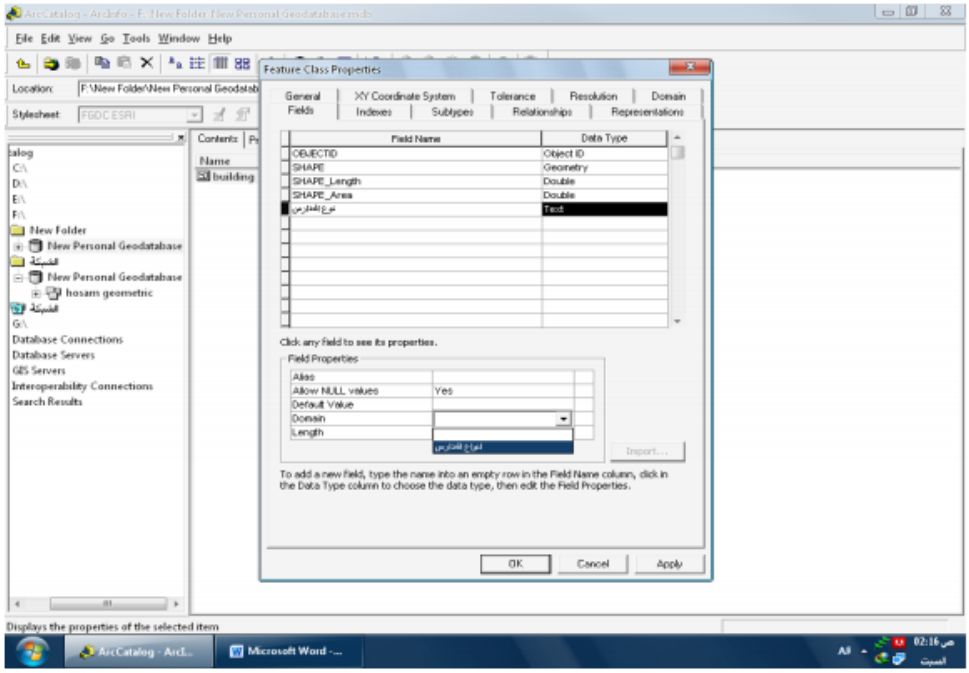
بالضغط **RIGHT CLICK** على الطبقة المراد إنشاء **domain** داخل جدول المحتويات الخاص بها ونختار **properties** .



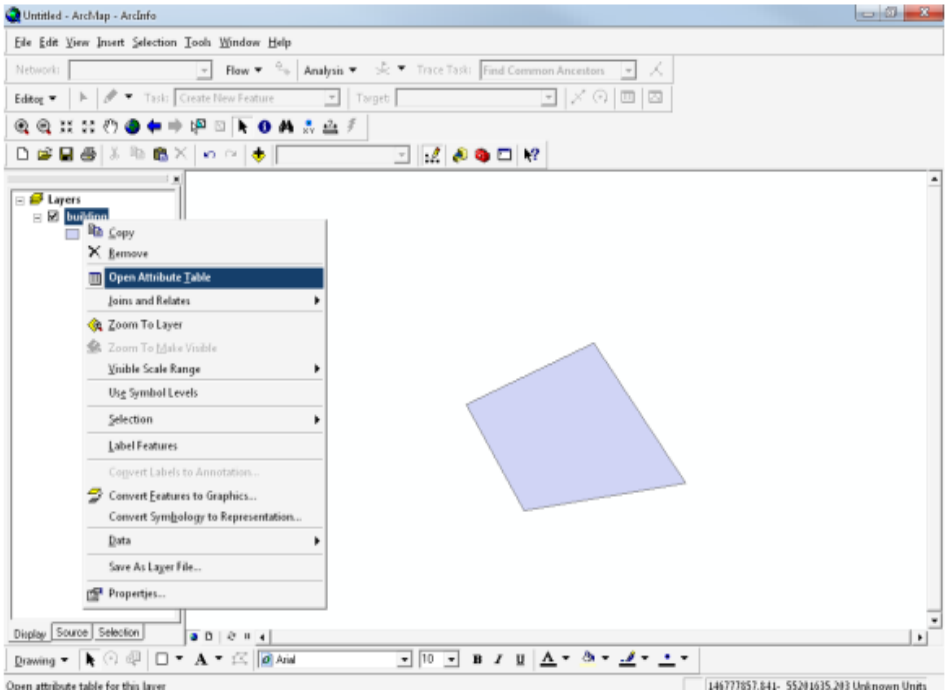
داخل خصائص الطبقة على تبويب **field** يتم إنشاء حقل بيانات جديد بحيث يكون نوعه نفس نوع **domain** .

Field name	Data type
نوع المدارس	Text

أما فى مربع **field properties** يتم اختيار **domain** الذى تم إنشاؤه

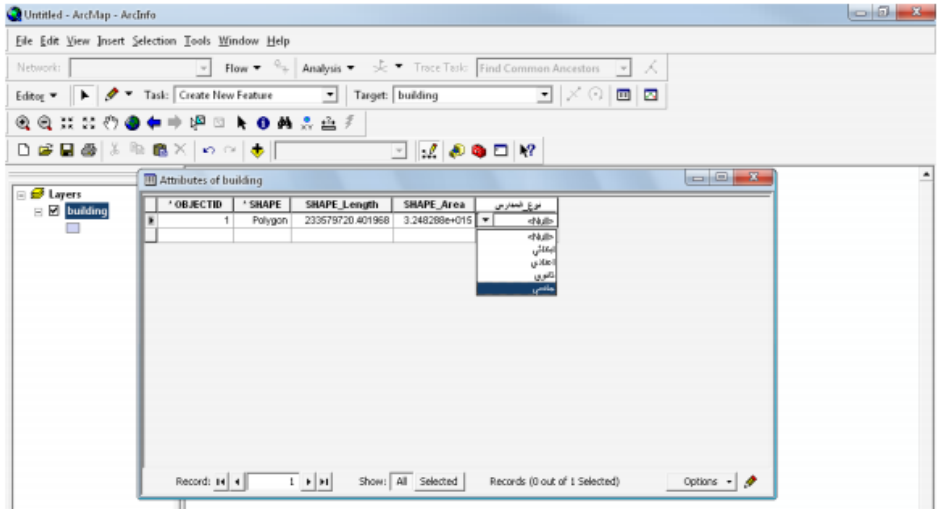


بعد الانتهاء من إعدادت **domain** على برنامج **Arc cataloge** يتم إدخال قاعدة البيانات لبرنامج **Arc map** ، وفتح جدول المحتويات للتأكد من سلامة **domain**.



من المعروف أنه لايسمح بتسجيل بيانات داخل جدول المحتويات الخاصة بطبقة إلا بعد تنشيط التعديل على الطبقة **start editing** .

يسمح **domain** بالاختيار من متعدد ضمن الاختيارات التى تم تسجيلها به أثناء خطوات الإعداد ويسهل هذا الأمر إدخال البيانات بدلا من تضيع الوقت فى كتابة البيانات امام كل ظاهرة مرسومة أو يتم رسمها.



Subtypes

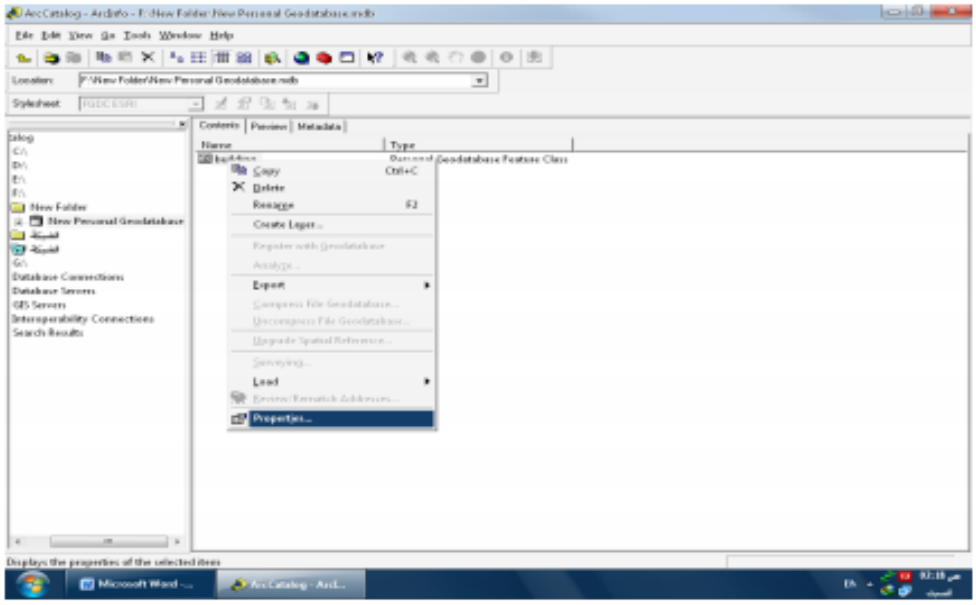
هو طريقة لتصنيف البيانات التي تشترك في نفس الصفات إلي مجموعة فرعية ، وهو يستخدم كوسيلة لتصنيف البيانات. على سبيل المثال عند إنشاء طبقة الشوارع لمحافظة ما ، يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع فرعية: الشوارع الرئيسية والشوارع الثانوية، والشوارع الترابية .يعني ترميز أو وصف حقول الطبقة الأكثر تفصيلاً ودقة فلو أخذنا على سبيل المثال حقل الشوارع الرئيسية ، وأردنا أن نضع له *Subtypes* فيكون (شارع مسفلت أو غير مسفلت ، طول الشارع ، عرض الشارع ، أسم الشارع ، عدد المستخدمين له ، ... إلخ).

- مميزات *Subtypes* الأتي:

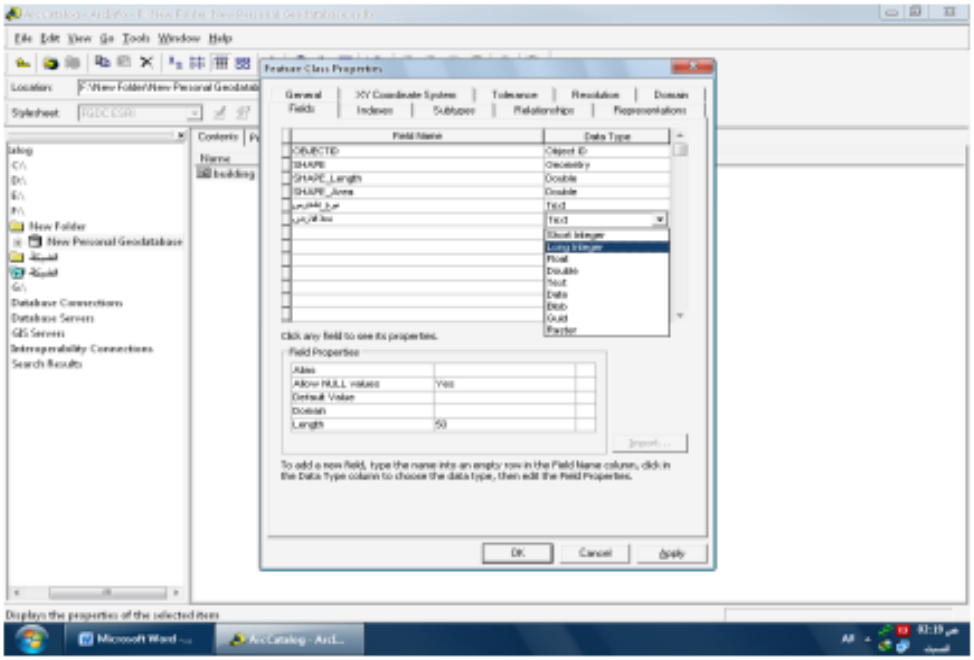
- يتم تعيين القيم الافتراضية *values* على الحقول تلقائيا عند إنشاء ورسم الطبقات.
- زيادة أداء قاعدة البيانات الجغرافية *geodatabase* التي تمثل مجموعة متنوعة من الطبقات ، وذلك بدلا من إنشاء طبقات جديدة لكل ظاهرة.
- إنشاء قواعد مخصصة بين الطبقات باستخدام التكويد *code*.

يستخدم فى تنميط الظاهرات قبل البدء فى عملية التحرير أو الرسم بحيث تنقسم الطبقة الواحدة إلى عدد من الطبقات الثانوية حسب البيان المسجل فى حقل معين من جدول محتويات الطبقة .

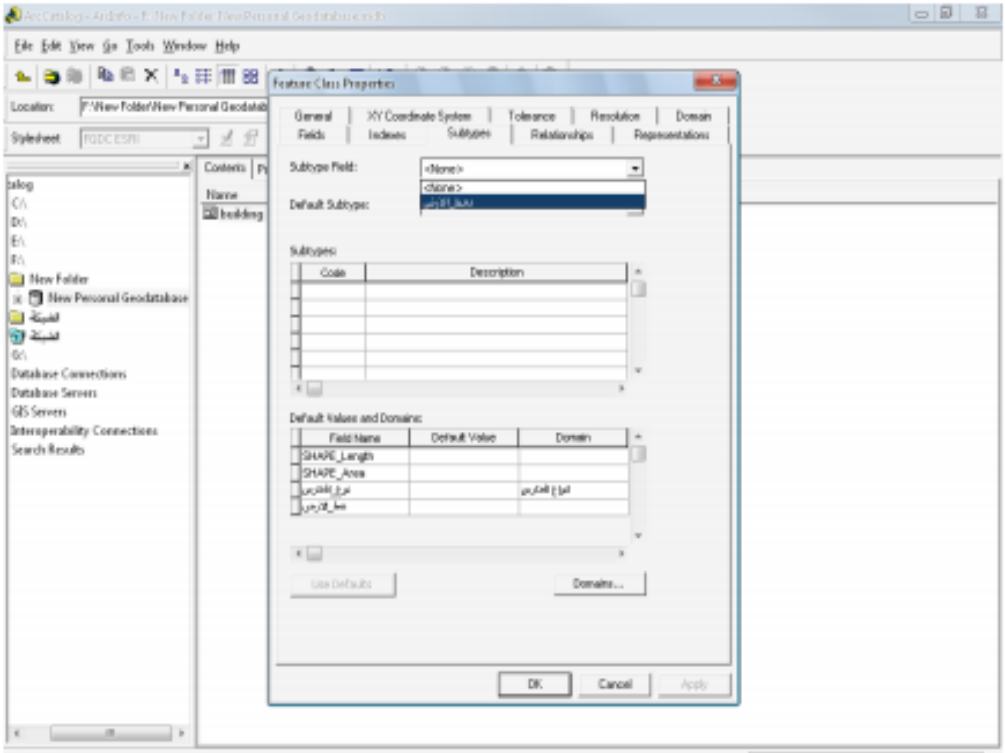
بالضغط **RIGHT CLICK** على الطبقة المراد إنشاء **subtypes** بها ثم نختار **properties**.



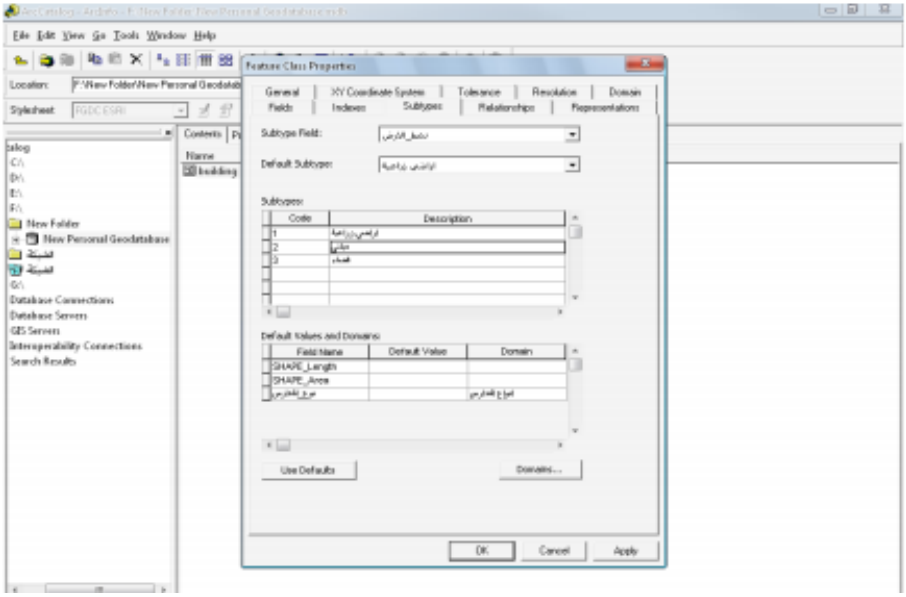
من **field** يتم أضافة حقل جديد من النوع **short integer** أو **long integer**



ومن تبويب **subtypes** فى خانة **subtypes field** نختار الحقل الذى تم إنشاؤه .



Code	Description
١	أراضى زراعية
٢	مبانى
٣	أراضى فضاء

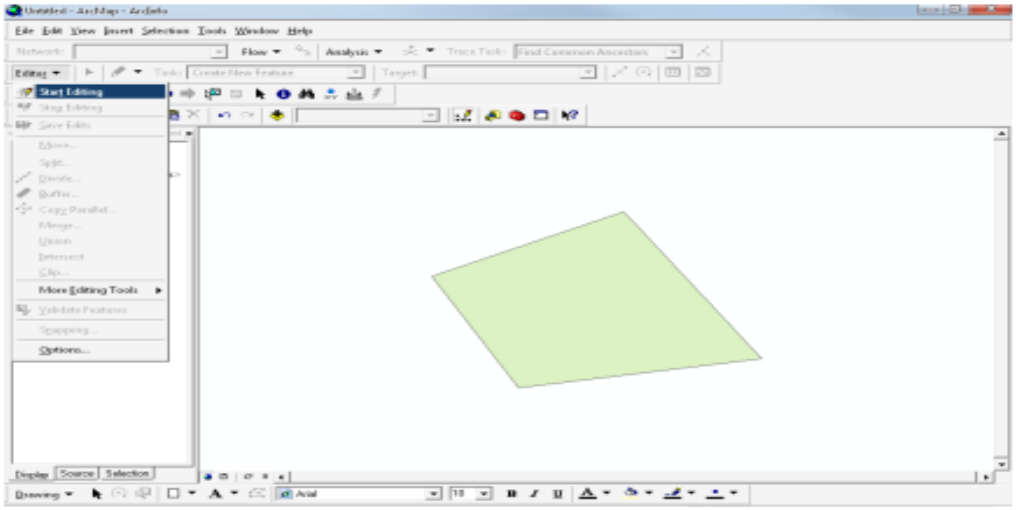


من الممكن ربط **subtypes** باحد **domains** التى تم إنشاؤها من قبل حيث يتم اختيار اسم **domain** امام الحقل الخاص بال **subtypes** فى المربع المعنون **default values and domain** .

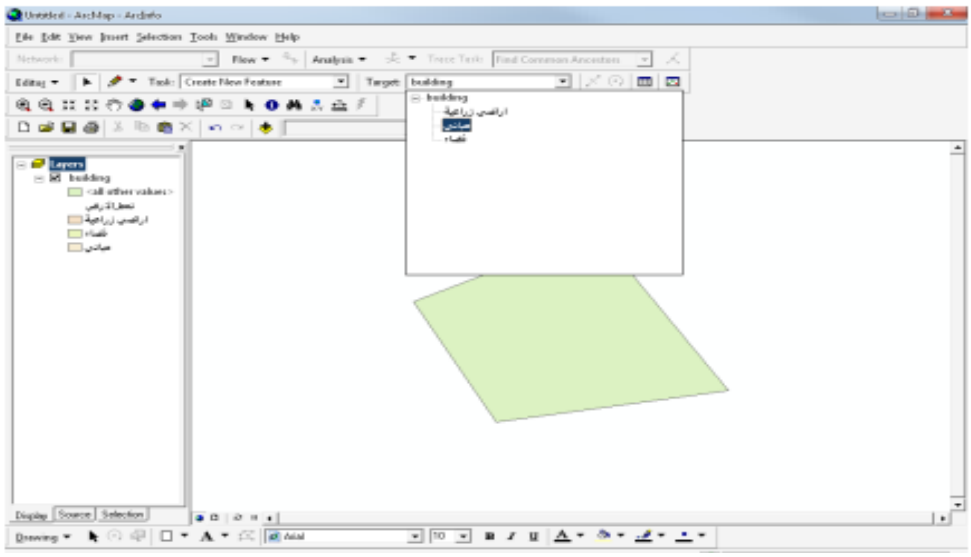
Field name	Default values	Domain
نمط الأرض	القيم الافتراضية	نوع المدارس
الحقل الخاص		الحقل الخاص
ب**subtypes**		ب **domain**

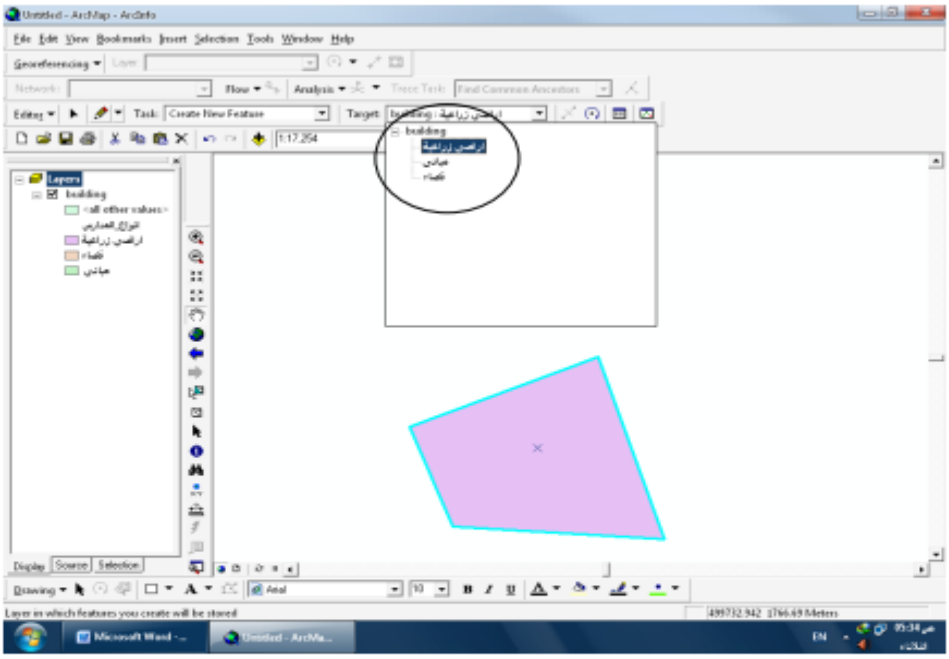
بعد إنشاء subtypes فى برنامج Arc cataloge يتم فتح برنامج Arc map للتأكد من سلامته .

من المعروف أنه لايسمح بتسجيل بيانات داخل جدول المحتويات الخاصة بطبقة إلا بعد تنشيط التعديل على الطبقة **start editing** .

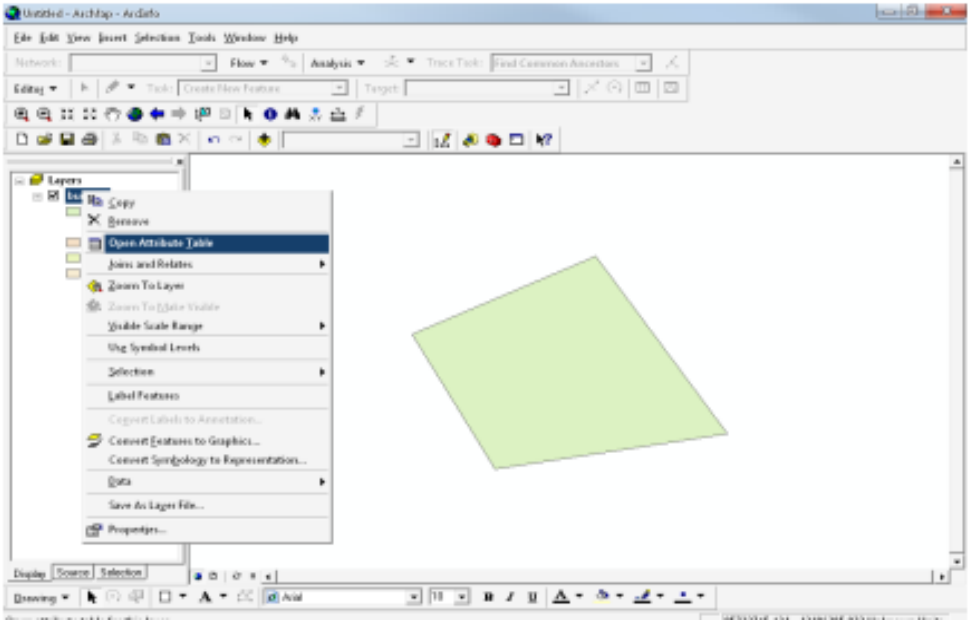


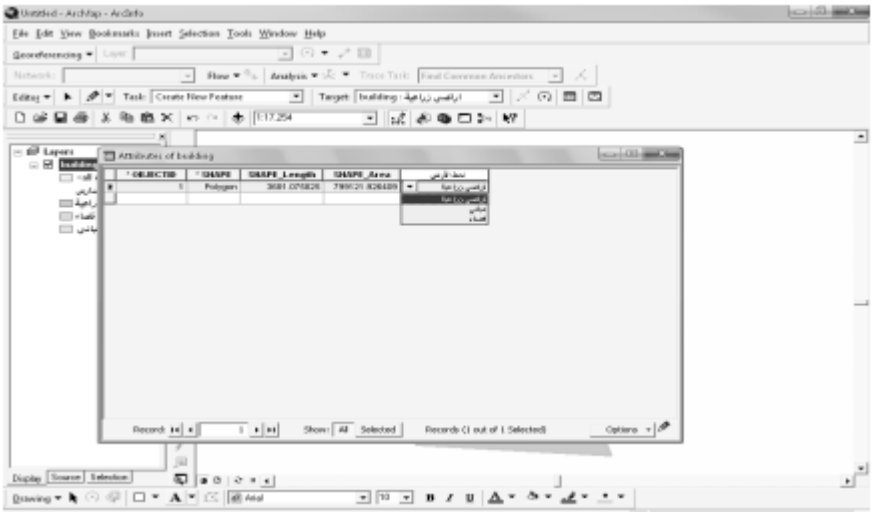
فى خانة **target** الخاصة بالتحرير نجد ان الطبقة تم تقسيمها إلى ثلاثة طبقات ثانوية (أراضى زراعية – مبانى – أراضى فضاء) ويتم التحرير على احد الطبقات الثانوية حسب البيان الخاص بالظاهرة التى سيتم رسمها حيث ترسم الظاهرات (المبانى) فى الطبقة الثانوية (المبانى) ..... إلخ حيث يسهل التمييز بين الظاهرات المختلفة .وأيضا داخل جدول المحتويات الخاص بالطبقة نجد الحقل الخاص ب subtypes يتم كتابة النمط الخاص بالظاهرة تلقائيا عند رسم الظاهرة فى الطبقة الثانوية الخاصة.





فتح جدول المحتويات الخاص بالطبقة . حيث من الممكن التعديل على بيان الظاهرة بعد رسمها فى الطبقة الثانوية الخاصة بها عن طريق domain الموجود داخل جدول المحتويات.



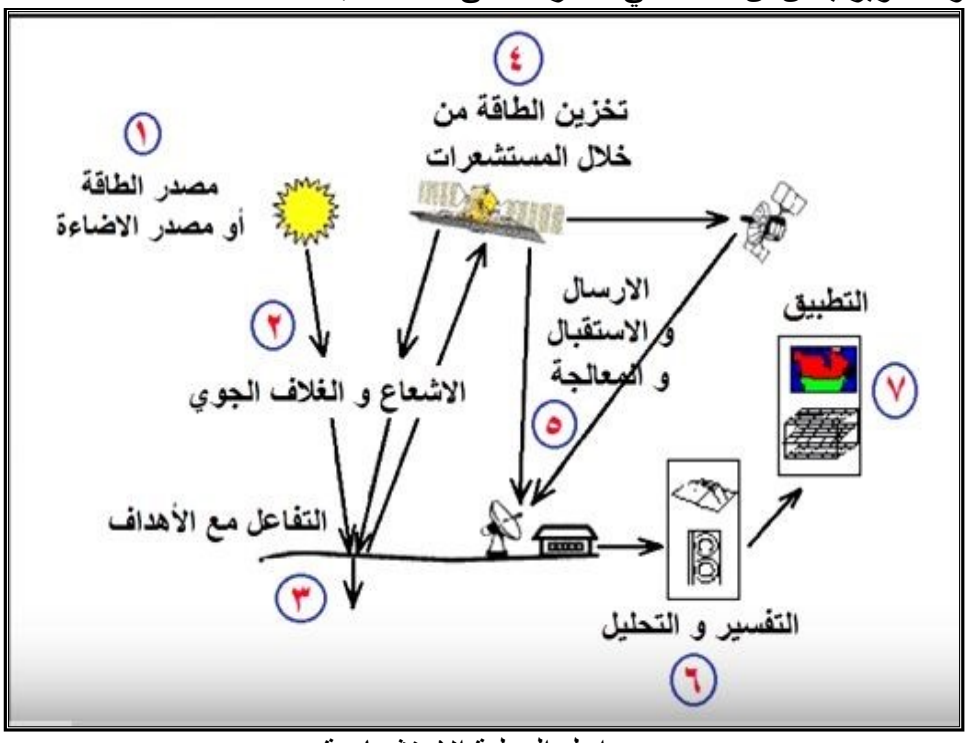

Untitled - ArcMap - ArcInfo
File Edit View Bookmarks Insert Selection Tools Window Help
Georeferencing
Editor
Task: Create New Feature
Target: building : اراضي زراعية
Layers
Attributes of building
OBJECTID
SHAPE
SHAPE_Length
SHAPE_Area
Polygon
Record:
Show:
All
Selected
Records (1 out of 1 Selected)
Options
Display
Source
Selection
Drawing
Arial

الفصل الثامن

تطبيقات الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد هو التقنية التي تسمح، عن طريق التقاط الصور، بالحصول على معلومات حول سطح الأرض دون أن نكون على تماس معه. وبالتالي فهذه التقنية تتضمن كل العمليات التي تقوم على استشعار وتسجيل الطاقة التي يحملها شعاع كهرومغناطيسي مرسل أو منعكس، وكذلك استخلاص وتحليل المعلومات وذلك لوضع هذه المعلومات موضع التطبيق لاحقاً. ولهذا العلم العديد من التطبيقات في مختلف الميادين كالزراعة، التوسع والتخطيط العمراني، التنقيب عن المعادن والنفط، ..الخ.

تعتمد تقنيات الاستشعار عن بعد على مبدأ فيزيائي بسيط وهو أن سطوح الأجسام المختلفة تعكس الأشعة الساقطة عليها بدرجات مختلفة، وعليه فإن معرفة الخصائص الطيفية للأهداف الطبيعية وكيفية انعكاسها على الصور الفضائية يملك أهمية كبيرة في عملية التفسير، كما أن اختيار الوسيلة المناسبة من عمليات المسح والتصوير يمكن أن تساعد في التعرف على الأهداف بشكل أفضل.



مراحل العملية الاستشعارية

خصائص الأقمار الصناعية

تلعب المسافة بين القمر الصناعي والهدف في بعض التجهيزات الاستشعارية دوراً كبيراً في تحديد التفاصيل الملتقطة والمساحة المصورة، وبما أن المستشعرات على متن الأقمار الصناعية بعيدة جداً عن الأهداف فإن المساحة المصورة كبيرة جداً ولكن التفاصيل قليلة، ويمكن مقارنة الأقمار الصناعية المناخية التي تصور نصف الكرة الأرضية مباشرة بالطائرات التي تصل المساحة المصورة باستخدام المستشعرات المحمولة عليها إلى ١٠كم^{٢} تقريباً.

١- التمييز المكاني **(Spatial Resolution)**:

يعتمد حجم التفاصيل التي تظهر في صورة ما على التمييز المكاني (قدرة التمييز المكاني).

نماذج من درجة الوضوح المكاني للصور الفضائية

يحدد أصغر هدف يمكن رصده وتمييزه على الصورة الفضائية، أو يمكن تعريفه بأنه أصغر مسافة على الأرض يمكن رصدها ومراقبتها وتسجيلها وتمييزها على الصورة الفضائية. يعتمد التمييز المكاني للمستشعرات السالبة على حقل الرؤية الفوري للمستشعر.

٢- التمييز الطيفي(Spectral Resolution):

يبدي الهدف استجابة مختلفة على طول الطيف الكهرومغناطيسي وأن الأهداف يمكن تمييزها عن بعضها البعض تبعا لاستجابتها الطيفية على طول الطيف الكهرومغناطيسي، وحتى يتمكن المستشعر من تمييز هذه الأهداف بعضها عن البعض الآخر يجب أن يمتاز بإمكانية تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف في مجالات ضيقة، وبناء علي ما سبق تعرف الدقة التمييزية الطيفية (التمييز الطيفي) بأنه أضيق مجال طيفي يمكن للمستشعر أن يقوم برصد وتسجيل استجابة الأهداف ضمنه.

تقوم المستشعرات التي تستخدم الأفلام غير الملونة بتسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف على كل أو جزء من المجال الطيفي المرئي، وبالتالي تمتلك ميزاً طيفياً منخفضاً لأنها لا تظهر الطاقة المنعكسة عن الهدف في أجزاء مختلفة منه بل تسجل المعلومات بشكل عام وكأنه قناة واحدة أما باستخدام الأفلام الملونة فيمكن

تسجيل الطاقة المنعكسة عن المجال الطيفي الأخضر والأحمر والأزرق كل على حدة وهو ما يعطينا الصور الملونة.

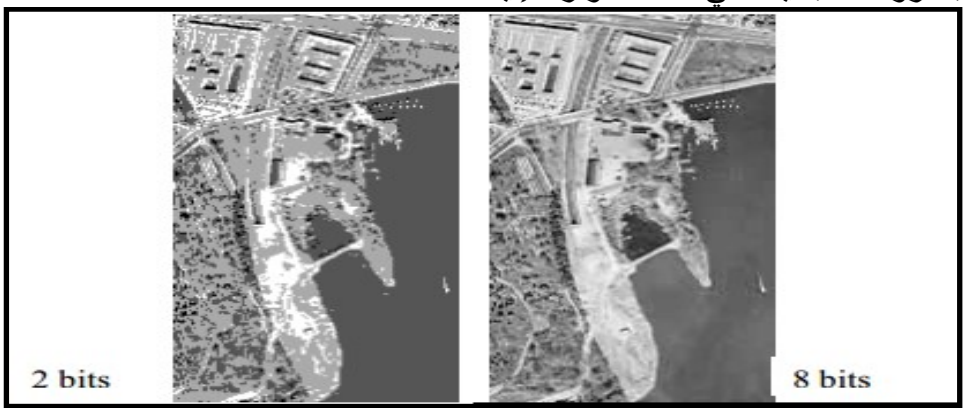
كمثال فإن الدقة التمييزية للفلم البانكروماتي (أبيض وأسود) تقع في المدى ٠,٤ إلى ٠,٧ مايكرومتر حيث يسجل جهاز التحسس كل الضوء المنعكس بواسطة الأجسام. جدول استخدامات النطاقات الطيفية للقمر الصناعي لاندسات

مجال الدراسة	نظام الألوان RGB		
	الأحمر R	الأخضر G	الأزرق B
الغطاء النباتي	TM-4	TM-3	TM-2
حرائق الغابات	TM-7	TM-4	TM-2
المسطحات المائية	TM-5	TM-2	TM-1
التربة و المعادن	TM-7	TM-3	TM-2
الدراسات الحضرية	TM-6	TM-4	TM-7
الدراسات الحضرية	TM-3	TM-2	TM-1
الدراسات المائية	TM-3	TM-2	TM-1

٣- التمييز الراديومتري (الإشعاعي) (Radiometric Resolution):

بينما يعكس البيكسل البنية المكانية للصورة فإن الصفات الراديومترية لها تعكس كمية المعلومات الحقيقية في الصورة، حيث أن حساسية المستشعر للمجال الكهرومغناطيسي يتحدد بالتمييز الراديومتري له.

يعرف **التمييز الراديومتري** بأنه درجة حساسية المستشعر للمجال الكهرومغناطيسي، وهو يحدد قدرة المستشعر على تسجيل الفروقات الدقيقة في الطاقة، وكلما زاد التمييز الراديومتري كلما زادت قدرة المستشعر على التحسس بالفروقات البسيطة في الطاقة الواردة إليه.



التمييز الراديومتري

يتم تمثيل معلومات الصورة بأرقام (digital numbers) تعتمد على عدد الـ Bits المستخدمة في تسجيل البيانات، فلو سجلنا البيانات باستخدام بت واحد عندها يمكن حساب الدرجات اللونية التي تستطيع الصورة إظهارها وفق العلاقة: (

^{bit} ٢ = ٢^{١}=١)، أي أن الصورة يمكن أن يظهر عليها درجتين لونيتين، أما باستخدام 8 bits أو بايت واحد فإن عدد الألوان أو الدرجات اللونية الظاهرة على الصورة سيكون ٢٥٦، ويكمن استخدام عدد bits أكبر كأن نستخدم ١٦ أو 32bits.

٤- التمييز الزمني (temporal resolution):

هو الزمن اللازم لأن يلتقط القمر الصناعي صورة ثانية لمساحة ما من الأرض بنفس القطاع الزاوي بنفس الزاوية، إضافة إلى التمييز المكاني يستخدم في الاستشعار عن بعد ما يسمى بالصور المتكررة زمنيا وذلك لأن الأهداف المدروسة قد تتغير استجابتها مع الزمن لذلك يلتقط للهدف الواحد أكثر من صورة خلال الفصل وذلك لمراقبة التغيرات الطارئة على الهدف خلال فترة ما كمراقبة التحولات والتغيرات التي تطرأ على النبات أثناء حياته (الأطوار الفينولوجية لنبات ما).

عامل الزمن يعتبر هام جداً للأسباب التالية:

- تواجد الغيوم بشكل مستمر يحتاج إلى تحديد فترات خلو السماء منها، والظواهر قصيرة العمر (الفيضان، تسرب النفط،....) تحتاج أن يتم تصويرها أثناء حدوثها.
- المقارنة المتكررة تكون ضرورية مثل مراقبة الغابة لتحديد الأمراض التي تصيبها.
- تغير مظاهر الأهداف عبر الزمن لتمييز الأهداف المتشابهة (الذرة والقمح).

تمتاز بعض الأقمار الصناعية بقدرتها على إنقاص التمييز الزمني لها عن طريق توجيه مستشعراتها نحو المنطقة المراد تصويرها من أكثر من موقع.

١- أسس قراءة الصور والمرئيات الفضائية

يمكننا قراءة الصور والتعرف على ما تضمه من الظاهرات الطبيعية والبشرية التي تضمها الصورة من خلال استخدامنا لعدد من المعايير والاعتبارات نشير إليها فيما يلي:

أ- الشكل Shape

يمكن أن تساعد دراسة الشكل الذي تظهر به الظاهرات في الصورة الجوية في تفسير ما تتضمنه من معلومات وبيانات، فعلى سبيل المثال لا الحصر يمكن لقارئ الصورة التعرف على الطرق ودرجاتها من حيث الأهمية من خلال اتخاذها الشكل الخطي المستقيم ومن خلال ما تعكسه من اتساع وأنماط توزيعية أو من خلال ما قد تتعرض له من انحناءات أو تعرجات. كما يمكنه من خلال التعرف على مواقع القناطر والجسور والكباري إدراك أنواع القنوات المائية ودرجاتها.

الحرم المكي

يعتبر الشكل من الأسس المهمة التي تساعد على تمييز الظواهر ومعرفتها فبعض المباني لا يمكن التعرف على وظائفها إلا من شكلها مثل الحرم المكي الشريف، والحرم النبوي الشريف ومبني وزارة الداخلية وملاعب كرة القدم ذات الشكل البيضاوي التي يسهل تمييزها في جميع الصور ومن الأمثلة العالمية أيضا مبني (البنتاغون) بشكله الخماسي المشهور والمميز ومن أكثر الأشكال وضوحاً على الصور المطارات.

البنتاجون الأمريكي

نظـراً للأشـكال الهندسـية المنتظمـة التـي تتخـذها ممـرات الهبـوط والإقـلاع ومواقف الطائرات والمباني المرتبطة بها وكبر المساحة التي تشغلها.

كـذلك يمكـن التفريـق بـين أشـكال الظـاهرات البشـرية والظـاهرات الطبيعيـة بسهولة لأن الظاهرات البشرية مثل الحقول الزراعية والطرق والمباني السكنية غالباً ما تكون أكثر انتظاماً من الظاهرات الطبيعية كالغابات والمناطق الجبلية.

شكل الظواهر البشرية الأكثر انتظاماً من الطبيعية

ب- الحجم Size

لا يفيد التعرف على حجم الظاهرة في حد ذاته إلا من خلال مقارنتها بغيرها من الظاهرات، ولا بد عند دراسة الحجم أن نتعرف على تأثير مقياس رسم الصورة كبيرة المقياس ١ : ١٠٠٠٠ مثلا قد تظهر تفاصيل الظاهرة المدروسة بينما قد تدمج هذه التفاصيل وتكاد تختفي ولا تظهر في الصور صغيرة المقاس ١ : ٥٠٠٠٠ فأكثر.

ويجب الحرص عند دراسة حجم الظاهرة من خلال التعرف على موقع الظاهرة داخل الصورة فالظاهرات التي توجد على أطراف الصور عادة تكون أحجامها معرضة للتشويه نتيجة الإسقاط المركزي لعدسة التصوير وليس أدل على ذلك من أن المناطق المستوية قد تبدو مائلة عند أطراف الصورة، وتوضح الصورة الكوخ الصغير وكأنه مخزن علف كبير.

مخزن علي شكل كوخ

ج – النمط Pattern

يُقصد بالنمط طريقة انتظام الظاهرات ويفيد دراسة النمط في التعرف على الظاهرات وقد يظهر اختلاف النمط في توزيع النباتات في المناطق الطبيعية تأثيرات جيومورفولوجية لها أهميتها، ومن الأمثلة التي لا تحتاج إلى تأكيد أو بيان أنه خلال دراسة أنماط التصريف لشبكات التصريف النهري وما يعكسه من تغيرات داخلها يمكن الخروج بدلالات جيومورفولوجية هامة على طبيعة التكوين الصخري والأوضاع البنيوية السائدة، بل وعلى مرحلة التطور التي تمر بها شبكة التصريف النهري تلك.

وتعكس الصورة التالية تأثير اختلاف النمط على عين الناظر للصورة حيث تعرض الصورة نمطا – طريقة توزيع – مختلفا في تلك المنطقة التي الغابات وبين المنطقة التي تسود فيها المناطق المزروعة بالبساتين.

كما قد يكون اختلاف النمط راجع لتأثيرات حضارية كما هو الحال في اختلاف خطط المدن ونظم المنشآت الهندسية الكبرى.

د – الظلال Shadows

سبق ذكر أهمية الظل واستخداماته داخل زوجيات الصور الجوية إلا أنه يجب القول بأنه إذا كان الظل يساعد في رسم وتحديد هيكل الظاهرة فإنه من ناحية أخرى قد يخفى تماماً بعض الظاهرات الواقعة داخله مما يزيد من صعوبة تفسير تلك المناطق.

ويتم الحصول على أفضل تأثير للظلال في الصور عندما يتم توجيه الظل في اتجاه عين القائم على تفسير الصورة مما يساعد في إراحة العين واستحالة الحصول على نوع من الإبصار المعكوس للظاهرة.

استخدام خاصية الظل لمعرفة تفاصيل الأجسام (برج العرب دبي)

الأثر السلبي لخاصية الظل حجب رؤية الأجسام المجاورة للأبراج العالية.

الأثر السلبي لخاصية الظل حجب رؤية الأجسام المجاورة للأبراج العالمية

٥ –درجة اللون Tone

يقصد به تدرج اللون من الأبيض إلى اللون الأسود، ويمكن أن يكون الاختلاف اللوني راجعاً إلى اختلاف الظاهرة فعلى سبيل المثال تبدو الكثبان الرملية بيضاء اللون في حين تبدو مناطق السبخات أو المناطق الرطبة بلون أسود داكن. وقد

يكون اختلاف اللون راجعاً لاختلاف المحاصيل الزراعية في نفس قطعة الأرض باختلاف الموسم الذي تم فيه.

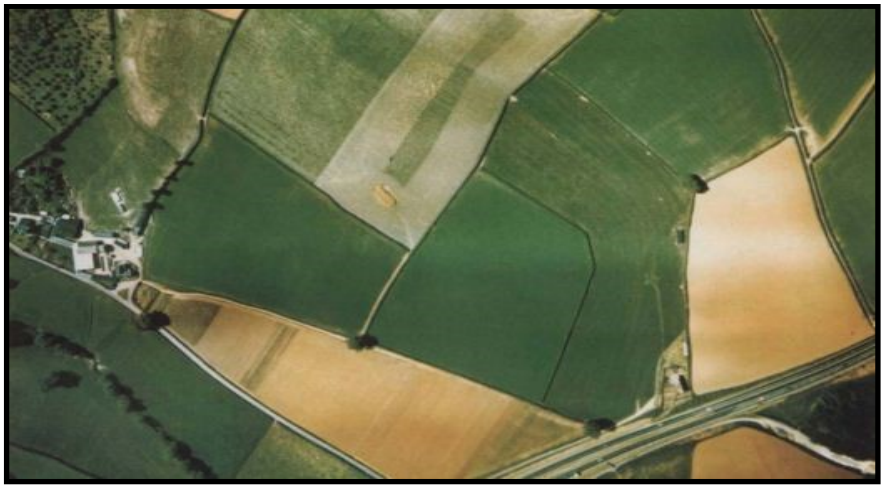
تدرج اللون في الأراضي القاحلة والرطبة يساعد في تفسير الصور

كما قد يرجع الاختلاف اللوني داخل الصورة إلى رؤية ميل أشعة الشمس الأمر الذي يجعل سطح الماء في بحيرة ما يعكس لونا ناصع البياض نتيجة انعكاس كل الأشعة من سطح الماء على حين يبدو نفس سطح البحيرة كمنطقة سوداء اللون إذا ما اختلف وقت التصوير أو زأو يته.

وقد يكون الاختلاف في درجة اللون راجعاً إلى تأثير عمليات التحميض أو اختلاف مدة التعريض للفيلم الحساس عند طبع الصورة، وهو ما يتم استبعاده تماماً من ذهن القائم بعملية التفسير.

و– النسيج Texture

يقصد بالنسيج مجموع ما تعرضه ظاهرة معينة من علاقات منتظمة لمفرداتها. ويتضح أثر النسيج في دراسة الغابات وعند التفريق بين الأجناس النباتية المختلفة فالنباتات الأكبر حجما تعرض نوعا من النسيج الخشن بينما النباتات الصغيرة الحجم تعكس نوعا من النسيج الدقيق والناعم.



النباتات المقصوصة بنسيج أنعم من النباتات غير المقصوصة

وقد يساعد الاختلاف الموجود في نسيج الظاهرة في التعرف على مظاهر جيومورفولوجية دقيقة لاسيما في المناطق الساحلية الاستوائية حيث يمكن التعرف على المناطق المعرضة للإطماء من غيرها باختلاف النسيج الذي تعرضه النباتات، ولا شك في أن نسيج أية ظاهرة يتأثر بمقياس رسم الصورة ومن ثم يجب النظر بعين الاعتبار إلى مقياس رسم الصورة عند التفريق بين الظاهرات على أساس النسيج فقط.

ز – الموضع Site

موضع الظاهرة له تأثيره على ما تعرضه من خصائص جيومورفولوجية فعلى سبيل المثال نجد أن المناطق المرتفعة تكون أكثر المناطق حظاً فيما تناله من أمطار وكذلك تكون من أخفض المواقع في الإقليم حرارة وقد تنعكس هذه الخصائص العامة على ما تتضمن من أشكال سطح وعمليات جيومورفولوجية.

كما يؤثر الموضع في طبيعة العمليات الجيمورفولوجية السائدة على الظاهرة الواحدة فلا شك في أن العمليات السائدة على السفوح المواجهة لأشعة الشمس أو تلك المواجهة للرياح والأمطار مخالفة لتلك السائدة في السفوح.

٢- كيف تبدو بعض الظواهر على الصور

من المعروف أن لكل ظاهرة أرضية سواء كانت ظاهرة طبيعية أو بشرية شكلاً خاصاً أو صفة خاصة تميزها عن باقي الظاهرات وهذه الصفة تسمي التوقيع Signature لذا سنذكر بإيجار أهم الصفات الخاصة لبعض الظواهر الطبيعية والبشرية المشهورة والمتكررة في أغلب الصور.

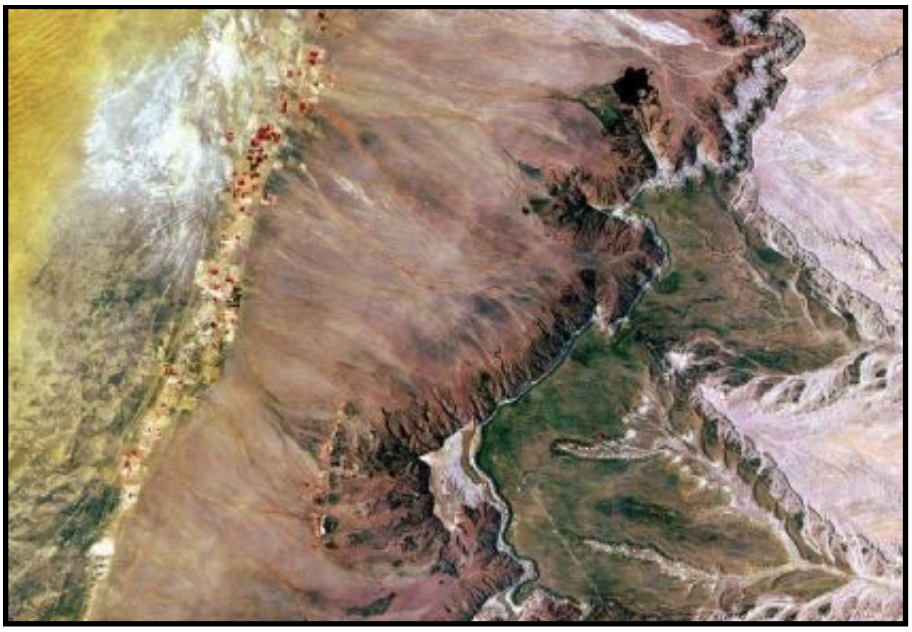
أ- الصخور والتربة

يهتم علم الجيولوجيا التصويرية بدراسة صور الصخور العادية أو ذات الغطاء النباتي الخفيف لتحديد أنواع الصخور ووجود الالتواءات والفواصل والمعادن وأنماط التصريف المائي وغيرها من الظاهرات الجيولوجية.

وفى التكوينات العادية أو شبه العادية يمكن ملاحظة أنماط التربة الناتجة عن الاختلافات في التكوين ودرجة اللون والرطوبة التي تحتويها بسهولة والصخور بصورة عامة والتربة العادية تظهر بلون افتح مما نتوقعه من مظهرها الطبيعي إلا أن التربة الرطبة تظهر بلون رمادي إلي رمادي داكن بينما تظهر بلون فاتح فور جفافها وتظهر الأرض المحروثة بلون فاتح وهى تشمل التربة المحروثة للزراعة أو التربة الموضوعة حول قناة محفورة حديثاً أو التربة المأخوذة بعد حفر موقع بناء جديد والشواطئ والرمال.

ب- التضاريس

تعتبر التضاريس من الظواهر سهلة التمييز علي الصور ويمكن رؤيتها في الصور بسهولة نسبية بعد قليل من التدريب وإذا أردنا الحصول على معلومات تفصيلية عن الظواهر والارتفاعات فيفضل استخدام مناظر مجسمة (عن طريق صور سبوت مثلا مختلفة زاوية التصوير).



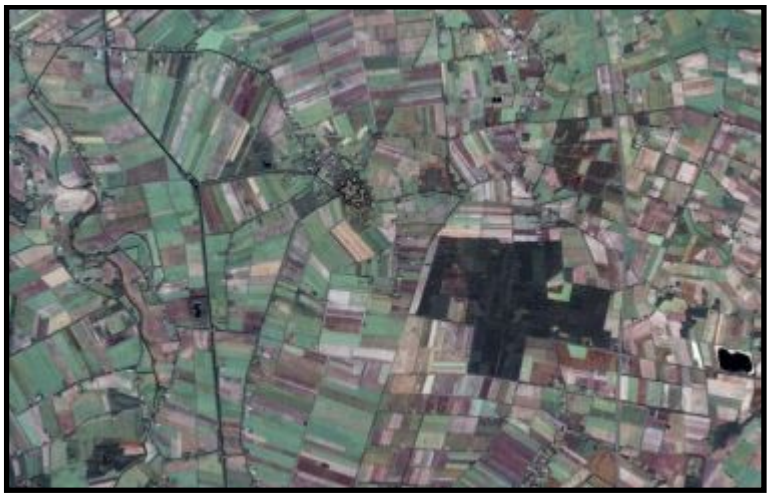
الهيئة التي تبدو عليها التضاريس في الصور (جبال طويق)

ج- النباتات الطبيعية

تظهر الغابات في الصور بلون داكن وتكون الاختلافات في درجة اللون نتيجة للاختلافات في عمر الأشجار وأنواعها أما الحشائش فإن القاعدة العامة هي أنه كلما تحسنت نوعية الحشائش فإنها تظهر بألوان داكنة وثابتة وتظهر الحدائق المزروعة بالحشائش بشكل منتظم وجيد في الصور بلون رمادي متوسط اللون بينما الحشائش المزروعة بشكل سيئ تظهر بلون أفتح وعلى هيئة قطع متباينة الألوان نظراً لاختلاف أنواع الحشائش.

د- المحاصيل الزراعية

من أصعب المشكلات التي تواجه مفسر الصور مشكلة تحديد نوعية المحاصيل المزروعة ومن أهم الطرق المساعدة التي تستخدم للتعرف على المحاصيل الزراعية الإلمام الجيد بطرق زراعتها ومعرفة المعدات والأدوات الرئيسة المستخدمة في كل زراعة بالإضافة إلي معرفة مواعيد العمليات المختلفة في زراعة المحصول (حرث، بذر، نمو وحصاد) وبصورة عامة تعطي الصور المأخوذة في وقت الحصاد أفضل النتائج من حيث إمكانية التنبؤ بنوعية المحاصيل الزراعية.



صورة لحقول محصودة وأخري لم تحصد

ورغم صعوبة التفريق بين بعض أنواع المحاصيل في بعض الحقول مثل حقل يزرع قمحاً وآخر يزرع شعيراً إلا أن بالإمكان التفريق بين بعض أنواع المجموعات الزراعية مثل زراعة الحبوب وزراعة البساتين والدواجن والماشية.

هـ- المواصلات

تظهر الطرق غالباً بلون فاتح إذا كانت غير مرصوفة أو ذات سطح خشن وتظهر بلون داكن إذا كانت مرصوفة وملساء أما السكك الحديدية فمع أنها أسهل من حيث تحديدها على الصور من طرق السيارات نتيجة لانتظامها إلا انه يصعب تحديد عدد الخطوط وعادة تعرف السكك الحديدية بوجود جسور خاصة أو أنفاق أو محطات للقطارات أو المنحنيات الخفيفة التي تتخذها قضبان السكك الحديدة.

الطرق والشوارع سهلة التمييز علي الصور

و- المدن والمناطق الحضرية

يصعب في بعض الحالات تحديد نوع استخدام بعض المباني خصوصاً المباني أو المجمعات الصناعية التي يمكن التعرف على استخدامها العام ولا يمكن تحديد أنواع العمليات داخل هذه المباني ويحتاج التعرف عليها إلى خبرة كبيرة نوعاً ما.

سهولة تحديد المنتجعات السياحية علي الصور الفضائية (الغردقة)

فعلي سبيل المثال يمكن أن نعرف أن الصناعة في الشكل التالي هي صناعة تحويلية ولكن يصعب تحديد أي أنواع الصناعات التحويلية هى والشخص الذي لدية خبرة في أنواع الصناعات المختلفة واحتياجاتها من حيث المباني والأفران وطريقة توزيع المباني في موقع المصنع لن يجد صعوبة في تحديد نوع الصناعة وفي المدن مناطق معينة يمكن تحديدها بسهولة مثل المنطقة القديمة المناطق التجارية المساجد المدارس المناطق الصناعية والورش الإدارات الحكومية الحدائق العامة والأماكن الترفيهية.

ي- المواقع الأثرية

تعتبر النتائج التي قدمتها الصور في حقل الآثار مدهشة وذات أهمية كبيرة فمن السهل تمييز المباني والبقايا الأثرية البارزة على سطح الأرض في الصور وذلك لظهورها بأشكال مميزة وغريبة عما يحيط بها.

المواقع الأثرية علي الصور الفضائية (الأهرامات مصر)

يتضح من متابعة الشكل التالي تأثير الموقع الطوبوغرافي في توضيح بعض المؤشرات التي يمكن أن يستفيد منها القائم بعملية التفسير البصرى للصور الجوية بنوعيها الجوى والفضائي.

تطبيقات الاستشعار عن بعد

تستخدم تطبيقات الاستشعار عن بعد في مجالات عديدة فهي تكنولوجيا جديدة تستخدم للبحث عن مصادر مختلفة وتستخدم أيضاً للبناء.

يعرف الاستشعار عن بعد: بأنه عملية الحصول على المعلومات لبعض خصائص الظاهرات في جهاز تسجيل لا يحتك مباشرة بالظاهرة التي ندرسها، وهو عملية جمع البيانات في الموجات ما بين فوق البنفسجية إلى نطاق الراديو. وتعتبر تقنية الاستشعار عن بعد من التقنيات الهامة التي يستفاد منها في العديد من المجالات التطبيقية كالبحث والاستكشاف عن الثروات الطبيعية، وتظهر أهمية الاستشعار عن بعد بجميع أنواعه، الصور الجوية ومناظر الأقمار الصناعية، والرادار وغيرها، على أنها تساعد في عملية المراقبة المستمرة للأرض ومواردها، وتقدم معلومات غزيرة عن الأرض.

أولاً: استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في الدراسات الزراعية

في الوقت الحاضر تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في الدراسات الزراعية والبيئية والجيولوجية والهيدروجيولوجية والهيدرولوجية وفي التخطيط المدني والعمراني والتنبؤ بالكوارث الطبيعية نظراً للميزات التي تتمتع بها بالمقارنة مع الطرق التقليدية لمثل هذه الدراسات وتعتبر تطبيقات الاستشعار عن بعد

في المجال الزراعي من أهم تطبيقات هذه التقنيات الحديثة نظراً لتغير الغطاء النباتي وتبدل استعمالات الأراضي والغطاء الأرضي وتنوع الثروة الزراعية ، الأمر الذي يستدعي الاستمرار في مراقبتها ومتابعة تطورها لوضع برامج إدارتها واستثمارها وجاءت تقنيات الاستشعار عن بعد لتحقيق كل هذا لما تتميز به المعطيات الاستشعارية من دقة وشمولية وتعددية طيفية وتكرارية زمنية.

لابد من الإشارة إلى أن تقنيات الاستشعار عن بعد ليست بديلة لأية تقنية أو طريقة تقليدية في دراسة الموارد الزراعية وإنما هي أداة داعمة ووسيلة مكملة تطبق في قطاع الزراعة وغيرها من القطاعات للحصول بشكل سريع وفعال على النتائج التي تساعد المخططين ومتخذي القرار على وضع خطط التنمية الشاملة المستمرة.

تلعب تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية دور مهم وكبير في دراسة الموارد الزراعية، حيث تعد أدوات فعالة في دعم اتخاذ القرار ووضع الخرائط الغرضية، ومعالجة المعلومات لاقتراح السياسات المثلى التي تساعد على توجيه استخدام الموارد، خاصة الموارد الزراعية وحمايتها وأن مردودها الاقتصادي هو الأفضل بما توفره من معلومات دقيقة وواضحة وبما تقدمه من اختصار للوقت والجهد لحرق المراحل الزمنية واللحاق بركب الحضارة، وتستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في مجالات متعددة ومتنوعة من أهمها:

١- استعمالات الأراضي:

تعريف استعمالات الأراضي هي العمليات التي يطبقها الإنسان على الأرض والنظام البيئي للحصول على فوائد حياتية بغض النظر عما تسببه هذه العمليات من تغيير أو إخلال في توازن هذا النظام ولا يقتصر هذا المفهوم على الاستعمالات الزراعية وإنما يتعداها ليشمل جميع الوسائل والأساليب والطرق التي تضع الأرض قيد الاستعمال الخاص والعام.

إن الحاجة للحصول على معلومات وبيانات استعمالات الأراضي لتحليل ودراسة العمليات الزراعية والعمرانية والمشاكل البيئية بغية تحسين الظروف المعيشية للإنسان تعتبر ضرورية للمخططين والمشرعين ومتخذي القرار لوضع سياسات استعمال أفضل وخطط استثمارية تخدم الاقتصاد والتنمية.

كما وتجدر الإشارة إلى أن استعمالات الأراضي يمكن أن تتبدل وتتغير مع مرور الوقت نتيجة عوامل كثيرة مثل انتقال الملكية والتطور الاجتماعي والرغبات الخاصة والحاجة العامة والتوسع السكاني، لذا فان تحديث دراسات وخرائط استعمالات الأراضي وإنشاء بنك معلومات استعمالات الأراضي يساعد على عرض ومقارنة ومراقبة وتحديد مختلف التغيرات التي تطرأ على استعمالات الأراضي واختيار الحلول المثلى لمشاكل الأراضي ووضع خرائط ودراسات استعمالات الأراضي المقترحة التي تؤمن حاجة الإنسان وتحافظ على البيئة.

٢- تصنيف التربة:

تساعد تقنيات الاستشعار عن بعد في دراسة التربة ووضع خرائطها حيث تشمل المستشعرات المحمولة على متن الأقمار الصناعية الأشعة الكهرومغناطيسية

المنعكسة عن سطح التربة ضمن نطاقات طيفية متعددة وتتوقف كمية ونوعية هذه الأشعة على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتجدر الإشارة إلى الجدوى الاقتصادية لاستخدام الاستشعار عن بعد في تصنيف التربة حيث تساعد هذه التقنيات على توفير الجهد والوقت والمال من أجل إعداد خرائط التربة.

٣- مراقبة التصحر وتدهور الأراضي:

يعرف تدهور الأراضي حسب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف بأنه ما يحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة من انخفاض أو فقدان للإنتاجية والتنوع الحيوي لأراضي المحاصيل البعلية والمروية وأراضي المراعي والغابات نتيجة لاستخدامات الأراضي أو نتيجة لعملية ما أو مجموعة من العمليات بما في ذلك العمليات الناجمة عن الأنشطة البشرية، ويساهم عامل الجفاف في تسارع عمليات تدهور الأراضي.

وتستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة حركة الكثبان الرملية وزحف الصحراء ورصد وتقييم التصحر وتدهور الأراضي وإعداد خرائطها بهدف تحديد أسبابها ومدى انتشارها وقياس شدتها وتسليط الضوء على المخاطر التي يمكن أن تنجم عن الإدارة غير الملائمة لموارد الأراضي بغية الوصول إلى أسس صحيحة لمقاومة التصحر وتدهور الأراضي تمكن المختصين ومتخذي القرار من وضع برامج عمل خاصة لإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة والمتصحرة.

وتجدر الإشارة إلى أن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة عمليات التصحر وتدهور الأراضي تملك أهمية كبيرة حيث توفر الصور الفضائية والجوية التغطية الكاملة والشاملة والدائمة للأراضي المتدهورة والمتصحرة مما يساعد على مراقبة التغيرات الطارئة على مناطق المراقبة كما تمكن من مراقبة المناطق النائية والوعرة والتي يصعب الوصول إليها وخلال زمن قصير وجهد قليل.

٤- دراسة الغابات:

تشكل الغابات نظاماً بيئياً فريداً ومصدراً اقتصادياً طبيعياً مهماً، لذا لابد من مراقبتها وجمع المعلومات الدقيقة والمتجددة عنها، حيث تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في إعداد خرائط الغابات، وتحديثها وتصنيف الغابات، وتحديد الأنواع النباتية، ومراقبة التغيرات التي تطرأ عليها، وتقييم عمليات التلف والإصابة بالحشرات والتعرض للحرائق، وتحديد الأضرار وخاصة في المناطق الجبلية الوعرة صعبة الوصول.

كما تستخدم هذه التقنيات في تقدير حجم الخشب الذي يمكن الحصول عليه من الغابة، وذلك بالتكامل بين المعطيات الاستشعارية والعمل الحقلي، كما تؤمن هذه التقنيات المعلومات المطلوبة لمدراء الغابات وللمختصين عن أنواع الغابات الموجودة ومساحاتها وعمليات التدهور والتعديات التي قد تحدث على الغطاء الغابي، وذلك بتحليل الصور الفضائية متعددة التواريخ بهدف إعادة تأهيلها وتحسين حالتها العامة، وتقديم الخدمات المناسبة اللازمة لها بغية الوصول إلى سياسة سليمة للإدارة والاستثمار.

٥- مراقبة المحاصيل الزراعية:

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في حصر المساحات المحصولية وتقدير الحالة العامة للمحاصيل وتقدير إنتاجيتها ومراقبة تعرضها للكوارث الطبيعية كالفيضانات والأعاصير والآفات والأمراض الزراعية واتخاذ الإجراءات الوقائية أو العلاجية في الوقت المناسب وبالتالي رسم الخطط لتسويقها، وذلك بناء على معلومات دقيقة وواقعية من أجل الحصول على المردود الاقتصادي الأمثل الذي يحقق الربح الأعلى والذي يساعد على دعم خطط التنمية والاقتصاد الوطني وتحقيق التكامل الاقتصادي بين الدول.

تتميز الصور الفضائية بالشمولية التي تعتبر عاملاً مهماً ومساعداً في حصر المساحات المحصولية، وبالتعددية الطيفية التي تجعل تمييز المحاصيل الحقلية ممكناً، وبالتكرارية الزمنية، حيث يمكن اعتماداً على هذه المميزات التفريق بين المحاصيل المختلفة استناداً إلى مواعيد زراعتها ومراحل نموها.

٦- مراقبة المناطق المروية:

تعتبر تقنيات الاستشعار عن بعد من التقنيات الحديثة في مراقبة المناطق المروية وتحديد مشاكلها واختيار الأراضي الأفضل ونظام الري الأمثل حيث تطرأ على التربة في هذه المناطق تغيرات مختلفة بسبب تغير خواصها الفيزيائية والكيميائية مثل الرشح والصرف والنفاذية والملوحة وتشكل القشرة السطحية حيث تتم مراقبة هذه التغيرات باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وذلك اعتماداً على الخواص الطيفية للتربة.

٧- إدارة المراعي:

تتعرض النظم الرعوية بشكل عام للتدهور والاستنزاف نتيجة استغلالها والتعديات المتكررة عليها لذلك لابد من العمل على مراقبتها وحمايتها وإعادة تأهيلها لتسترجع توازنها البيئي ومن ثم استثمارها بالشكل الأمثل، ولتحقيق هذا لابد من استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة المناطق الرعوية وإدارتها، ودراسة حالتها خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وفي وضع خرائط التقييم البيئي للمناطق الرعوية التي تساعد في الحصول على المعلومات عن أشكال الأرض والتربة والعشائر النباتية والوضع الهيدرولوجي.

كما تستخدم هذه التقنيات في مراقبة الدورة الفصلية والسنوية لمناطق الرعي، وتقييم التغيرات التي تطرأ عليها، وتحديد أماكن الرعي الجائر وأماكن تواجد المرعى في السنوات الجافة، كما يمكن مراقبة وضبط خطة الرعي وتقدير الحمولة الرعوية بالنسبة للمراعي.

٨- مراقبة الغطاء النباتي الطبيعي:

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة الغطاء النباتي وتحديد الأنواع النباتية المكونة له، وتقدير حالته ودرجة تدهوره ودراسة التغيرات التي قد تطرأ عليه نتيجة الجفاف أو الرعي الجائر أو النشاط البشري بهدف إعادة تأهيله والمحافظة عليه.

٩- إحصاء الأشجار المثمرة وتحديد حالتها:

من المعلوم أن إحصاء الأشجار المثمرة يعتمد بشكل عام على الأساليب التقليدية التي تعتمد على التقديرات الشخصية للعاملين في هذا المجال أو على المعلومات التي يدلي بها المزارعون أنفسهم دون وجود منهجية صحيحة لعد الأشجار والتأكد من صحة البيانات الأمر الذي يعرض مصداقية الأرقام الإحصائية المستخدمة في التخطيط للشك، لذا لابد من تواجد معلومات إحصائية دقيقة عن عدد الأشجار وحالتها الصحية، وهذا ما تقدمه معطيات الاستشعار عن بعد بهدف تقدير الإنتاج بكافة أنواعه وتقديم معلومات إحصائية صحيحة وواقعية ودقيقة لواضعي الخطط ولمتخذي القرار مما يساعد على دعم خطط التنمية الشاملة والاقتصاد الوطني.

١٠- مراقبة مشاريع التشجير واستصلاح الأراضي:

تشغل الأراضي الجافة مساحات واسعة وتتمتع بموارد طبيعية وقدرة بيئية كامنة كبيرة، ولكن لا يستفيد منها بشكل كاف بسبب ضعف وهشاشة البيئة الصحراوية والذي يظهر في ميلها إلى التصحر والتعرية والانجراف وتملح التربة ولذلك فإن استصلاح الأراضي بزراعة النباتات والتشجير يملك أهمية كبيرة في حماية هذه الأراضي من التدهور.

تعتبر عملية الاستصلاح التقليدية غير ناجحة دون وجود دراسات ومعلومات سابقة ولإنجاح عملية الاستصلاح والتشجير لابد من استخدام التقنيات الحديثة ومنها تقنية الاستشعار عن بعد للحصول على المعلومات المتكاملة والضرورية اللازمة ومنها معلومات عن خصائص ومواصفات المياه الأرضية الترابية من حيث عمقها ودرجة تحملها وخصائص ومواصفات الغطاءين الترابي والنباتي والطبوغرافيا.

كما تستخدم أيضاً تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة مشاريع الاستصلاح والتشجير والتعديات التي قد تحدث عليها وفي المراقبة البيئية الشاملة لها وما قد يحدث عليها من جفاف وتصحر وحرق ورعي جائر ومن إعادة تأهيل المناطق المتضررة.

تمتلك تقنيات الاستشعار عن بعد أهمية كبيرة في مثل هذه الدراسات فهي تسمح بإعطاء صورة أكثر شمولية للمنطقة المدروسة، وتوفر الوقت والجهد والتكاليف اللازمة للتنفيذ، إضافة إلى المراقبة الدورية والمتكررة لحالة الغطاء النباتي والشجري.

١١- تحديد نسبة المادة العضوية في التربة:

بدأت تظهر في الآونة الأخيرة تقنية استخدام الاستشعار عن بعد في تحديد نسبة المادة العضوية في التربة وذلك باستخدام الصور الفضائية وبالتكامل مع الأعمال الحقلية وباستعمال أجهزة قياس خاصة تقيس الكثافة الضوئية على عينات التربة ومقارنتها مع الصور الفضائية وهذه الطريقة توفر الجهد والوقت والتكاليف اللازمة للتحاليل الكيميائية بالإضافة إلى دقتها العالية وهي من الطرق الحديثة

لتسريع العمل والحصول على نتائج فورية لنسبة المادة العضوية في التربة وعلى مساحات كبيرة.

ثانياً: مجال التخطيط الإقليمي والتنظيم العمراني

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

١- دور الاستشعار عن بعد في تخطيط المدن

تعتبر تقنية الاستشعار عن بعد من أحد أهم التطبيقات المستخدمة في وقتنا الحالي في وضع ومراقبة الخطط المستقبلية للمدن. حيث أن التطور الهائل في تقنية الاستشعار عن بعد ساعد في اكتساب هذه التقنية أهمية لا يمكن تجاهلها في التخطيط الحضري للمدن. فمن خلال الاعتماد على هذه التقنية تم إمكانية الحصول على مخططات تنظيمية للمناطق العمرانية ساعدت في حل الكثير من مشاكل التطور العمراني السريع في المدن الكبيرة.

وقد ساعد تطور الدقة المكانية للصور الناتجة من الأقمار الصناعية في وقتنا الحالي، في الحصول على نتائج ذات دقة عالية وبالتالي المساهمة في وضع خطط حضرية ذات معايير جودة عالية. ففي وقتنا الحالي نستطيع الحصول على صورة قمر صناعي لمنطقة الرياض مثلا بدقة تصل إلى ٥٠ سم من القمر الصناعي الأمريكي GeoEye. ومتوقع إطلاق الجيل الثاني من هذا القمر في عام ٢٠١١ بدقة مكانية تصل إلى ٢٥ سم.

هذه الصور ذات الدقة المكانية العالية ساهمت في تطور استخدام صور الأقمار الصناعية في مجالات التطوير الحضري للمدن. فمن خلال استخدام صور الأقمار الصناعية تم وضع الخطط المستقبلية للتمدد العمراني وإمكانية التحكم باتجاهاته. وذلك من خلال دراسة ومراقبة التغيرات التي تحدث في التطور العمراني للمدن بشكل دوري ومستمر. هذه الدراسات تحتاج إلى معلومات حديثة بشكل دائم ومستمر ويمكن الحصول عليها في وقت قصير، وهذه المعلومات مجتمعة لا يمكن الحصول عليها إلا بوسائل الاستشعار عن بعد.

ساهمت تقنية الاستشعار عن بعد بشكل كبير في عملية استكشاف المناطق العشوائية المنتشرة في الكثير من المدن الرئيسية في العالم. ونظرا لما تشكله المناطق العشوائية داخل المدن من تهديد اجتماعي وصحي وبيئي وأمني على قاطني هذه

المناطق، فإن الجهات المختصة في تلك المدن بدأت في معالجة ومحاولة وقف انتشار هذه المناطق بشكل فوري. وكان أحد أهم المصادر الرئيسية لتطوير ومعالجة هذه المناطق هي تقنية الاستشعار عن بعد. فبمجرد الحصول على صور أقمار صناعية ذات دقة عالية، يمكن دراسة هذه المناطق العشوائية ومعرفة اتجاهات تمددها. وبالتالي القيام بإعداد الخطط اللازمة لإيقاف تمددها ومن ثم القيام بمعالجتها بوضع الخطط الهندسية اللازمة لذلك.

٢- إنتاج خرائط استخدام الأراضي وتطويرها:

وجد أن نتائج خرائط استخدام الأرض والغطاء العمراني هي أكثر أنواع الخرائط نتيجة بواسطة الاستشعار عن بعد حيث أن هذه المعلومات يمكن أن تنتج على هيئة خرائط مصورة أو خرائط رقمية وتربط بقواعد بيانات حاسوبية عن طريق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) حيث يتم تصنيفها بشكل متناسق ومرن على هيئة طبقات متسلسلة وتعرض كل على حدة أو مجتمعة مما يساعد على الاستفادة من هذه البيانات على الوجه الأمثل.

الاستشعار عن بعد في الدراسات العمرانية والعقارية وعمل الخرائط

تساعد الصور محللي الاستشعار عن بعد على تحديد نوعية السكان في المنطقة المدروسة سواء كان على مستوى العائلات الصغيرة أو الكبيرة حيث حجم

وشكل ونمط السكن يحدد نوعية السكان ويحدد نوعية المنطقة السكانية هل هي لأصحاب الدخل العالي أو المتوسط أو الدخل القليل، وفي حالة وجود اندماج أو تداخل بين المناطق السكانية والتجارية فإن الاستشعار عن بعد يحتاج للدعم بواسطة الدراسة الميدانية السريعة بعدها يستطيع أن يحدد هذه المناطق بسهولة أما المناطق الصناعية فإن عملية تحديدها سهلة جداً وذلك لكونها مفصولة في اغلب الأحيان على المناطق السكانية.

تحدد درجة الوضوح في الصورة نوعية استخدامها، حيث انه كلما كانت المنطقة ذات ازدحام عمراني وسكاني كانت هناك حاجة لصور ذات وضوح أعلى قد يصل من متر إلى اقل من المتر لكل وحدة صورية (Pixel) وذلك لكي يساعد في عملية التحليل ورسم الخرائط المطلوبة لهذه المناطق.

٣- خرائط مناطق التغير العمراني

أنماط استخدام الأرض متغيرة بشكل مستمر على مر الوقت بناء على معطيات خاصة سواء أكانت اقتصادية أو سكانية ولأن الاستشعار عن بعد هو الوسيلة المثلي لمراقبة هذه التغيرات العمرانية ومتابعة حركاتها وما يطرأ عليها من عمليات تحول قد يكون كاملا في بعض الحالات كتحول مناطق تجارية إلى سكنية أو صناعية أو العكس أو تحول مناطق بيضاء إلى مناطق ميتة وما إليها من هذه التغيرات هناك العديد من التقنيات تستخدم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمتابعة هذه التغيرات التي تطرأ.

٤- النمو العمراني واتجاهاته وأثره علي النقل في مدينة الأقصر:

تعد تقنية الاستشعار عن بعد إحدى الأدوات الفاعلة في عملية تقييم التغير في استخدام الأراضي وحساب مساحات المصادر الطبيعية السطحية، وتعتبر أداة فعالة ومساعدة لصانعي القرار مع أخذ الوضع البيئي بعين الاعتبار.

لقد أصبحت صور الأقمار الصناعية أداة للتحليل والتخطيط لما له من فوائد جمة تكمن في استخدام تكنولوجيا الاستشعار عن بعد في كثير من الدراسات، لما توفره من خرائط دقيقة عالية الدقة وبسعر رخيص جداً إذا ما قورنت بالأساليب القديمة.

يعد النمو العمراني من العوامل المؤثرة في النقل الحضري، حيث أن العمران قد يسبق إنشاء طرق النقل أحيانًا، ثم يمتد النقل إلي هذه المناطق ويسهم في زيادة عمرانها، يتأثر الامتداد العمراني في مدينة الأقصر بعدة عوامل منها:

- موضع المدينة وموقعها: حيث نشأت المدينة علي أنقاض مدينة الأقصر القديمة، وموقع المدينة وامتدادها العمراني علي السهل الفيضي المحصور بين مجري نهر النيل من الغرب والهضبة الشرقية في الشرق، أثر في اتخاذ المدينة الشكل

الطولي من الشمال الشرقي للجنوب الغربي مع امتداد مجري نهر النيل، وقد أثر ذلك في اتجاه مد الطرق والسكك الحديدية في الاتجاه نفسه.

- مد خط سكة حديد القاهرة/أسوان، حيث أدي إلي تركز العمران مابين نهر النيل وخط السكة الحديد.
- طرق النقل، حيث نمت مناطق عمرانية حديثة علي محاور بعض الطرق، وأهمها شارع "التليفزيون".

ويمكن تقسيم النمو العمراني في مدينة الأقصر إلي أربع مراحل خلال الفترة من (١٩٧٢- ٢٠١٣م)، علي النحو التالي (جدول:١٠، وشكل: ١٤).

أ- مرحلة النشأة و النمو حتى عام ١٩٧٢

كانت مدينة الأقصر عاصمة مصر الفرعونية لأكثر من ٥٤٩ عام، ويعد معبدا الأقصر والكرنك نواة المدينة القديمة، وقد نمت المدينة حولهما لتشمل بعض المعابد والأديرة الأخرى، وامتد بعدها العمران إلي بعض التجمعات العمرانية المتفرقة، وكانت مساحة العمران في تلك الفترة لا تتجاوز ٣٠٠ فدان، أي بنسبة (٨,٩٪) من جملة مساحة المدينة عام ٢٠١٣م.

جدول (١٠) تطور مساحة الكتلة العمرانية لمدينة الأقصر ونسبتها في الفترة من ١٩٧٢ – ٢٠١٣م

السنة	المساحة (بالكم٢)(*)	الزيادة (بالكم٢)	نسبة الزيادة (٪)	أطوال الطرق (بالكم) (**)	الزيادة (كم)	نسبة الزيادة (٪)
١٩٧٢	٧,٦	-	-	٧٣,٢	-	-
١٩٨٦	١٠,٨	٣,٢	٤٢,١	١٩٥,٤	١٢٢,٢	١٦٦,٩
٢٠٠١	١٤,٠	٣,٢	٢٩,٦	٢٣٠,٧	٣٥,٣	١٨,١
٢٠١٣	١٣,٦	٠,٤-	٢,٩-	٢٧١	٤٠,٣	١٧,٥

المصدر: باستخدام برنامج erdas imagine، Arc map v.9.3 اعتمادًا علي المرئيات الفضائية للقمر الأمريكي "لاندسات"، للأعوام المذكورة. (**) مديرية الطرق والنقل بالأقصر، بيانات غير منشورة.

زاد نمو مدينة الأقصر بعد أن أصبحت حاضرة مركز الأقصر عام ١٨٩٦م، ومد خط سكة حديد الصعيد، حيث اتسعت الكتلة السكنية، لتبلغ ٥٠٠ فدان، وقد زادت أطوال الطرق مع الزيادة في الحيز العمراني بنسبة ٢٧٠,٢٪، ويتصف نمو المدينة بالبطء، حيث أدت محددات النقل مثل مجري نهر النيل وخط السكة الحديد دورًا كبيرًا في اتجاهات النمو العمراني فيما بين الشرق والغرب، حيث تنحصر المدينة بين نهر النيل في الغرب والسكة الحديد في الشرق، وتقع المنطقة

القديمة شمال شارع المحطة ومعبد الأقصر علي طول شارع "الكورنيش"، وفي أجزاء متفرقة في منشأة العماري شرقي المدينة.

يتضح من تحليل أرقام (جدول: ١١، شكل ١٤- أ) [١]: اتساع مساحة مدينة الأقصر لتبلغ (٧,٦ كم٢) عام ١٩٧٢م، وتسهم منشأة العماري فيها بنحو ٤كم٢ من الكتلة السكنية، وقد صاحب هذا الاتساع زيادة في أطوال الطرق لتبلغ ٧٣,٢كم، وانكمشت مساحة كل من الكرنك الجديد والعوامية معًا لتبلغ ١,٢ كم٢، لصغر مساحتهما، وقد كان امتداد النمو العمراني في هذه المرحلة صوب الشمال حول معبد الكرنك في عدة مواقع هي(جنوب معبد الكرنك، والنجع التحتاني، والنجع الفوقاني، ونجع محمد بدران).

ب- مرحلة النمو السريع

تمتد بين عامي ١٩٧٣-١٩٨٦م، واتصفت بالزيادة الكبيرة في المساحة، إذ بلغت ٣,٢ كم٢، بنسبة زيادة بلغت٤٢,١٪، وتبع ذلك زيادة كبيرة جدًا في أطوال الطرق، بلغت ١٦٦,٩٪ (جدول١٠، شكل ١٤- ب)، وقد كان لشبكة النقل دور مهم في تحديد اتجاهات النمو ومحاوره الأفقية حيث اتسعت مساحة الكتلة المبنية بشكلٍ كبيرٍ علي عدة محاور، مع ملاحظة اتساع مساحة الكتلة المبنية بشياخة الأقصر (٣,٢ كم٢)، وانكماشها بمنشأة العماري (٢,٩ كم٢)، ويرجع ذلك إلي تفضيل السكن في منطقة عملهم (منطقة القلب) التي تتوافر بها شبكة كبيرة من الطرق تسهل من حركتهم، وعدم توفر طرق جيدة أو وسائل نقل متطورة في تلك الفترة.

امتد النمو العمراني في تلك الفترة في اتجاه الشمال مسافة ١٠٠٠ متر فيما بين مجري نهر النيل وخط السكة الحديد التي كان لها أكبر الأثر في اتساع مساحة الكتلة السكنية، وجذب السائحين وزوار المدينة، مع ملاحظة ظهور بعض الامتدادات العمرانية علي طول نهر النيل فيما بين شارع الكرنك، ومعبده، وبدأ الانتشار العمراني يتجه نحو شرق السكة الحديد في قطاع عرضي لمسافة نصف كيلو متر، وناحية الجنوب والجنوب الشرقي باتجاه العوامية، أما في اتجاه الشرق فقد ظهرت بعض النوايات الريفية مثل نجع الخطباء ونجع الشيخ داوود.

وقد شهدت تلك الفترة إنشاء جزءٍ كبيرٍ من شبكة الطرق الحالية بالمدينة أهمها شارعا "الكورنيش" بطول ١,٥ كم، والأقصر الزينية بطول ١,٨ كم (المدخل الرئيس شمال غرب المدينة).

---

(١) تم عمل change detection للمرئيات الفضائية لمعرفة التغيرات التي حدثت علي العمران باستخدام برنامجerdas imagine ، واستخراج مساحات المباني في كل شياخة عن طريق برنامج Arc map . v.9.3

جدول (١١) تطور مساحة الكتلة العمرانية لشياخات مدينة الأقصر في الفترة من(١٩٧٢-٢٠١٣م) بالكم٢

الشياخة	١٩٧٢	١٩٨٦	٢٠٠١	٢٠١٣
الأقصر	١,٢	٣,٢	٤	٤,٣
الكرنك القديم	١,٢	١,٩	٢,٢	١,٧
الكرنك الجديد	٠,٩	١,٥	١,٩	١,٨
منشأة العماري	٤	٢,٩	٣,٩	٣,٨
العوامية	٠,٣	١,٣	٢	٢
الجملة	٧,٦	١٠,٨	١٤	١٣,٦

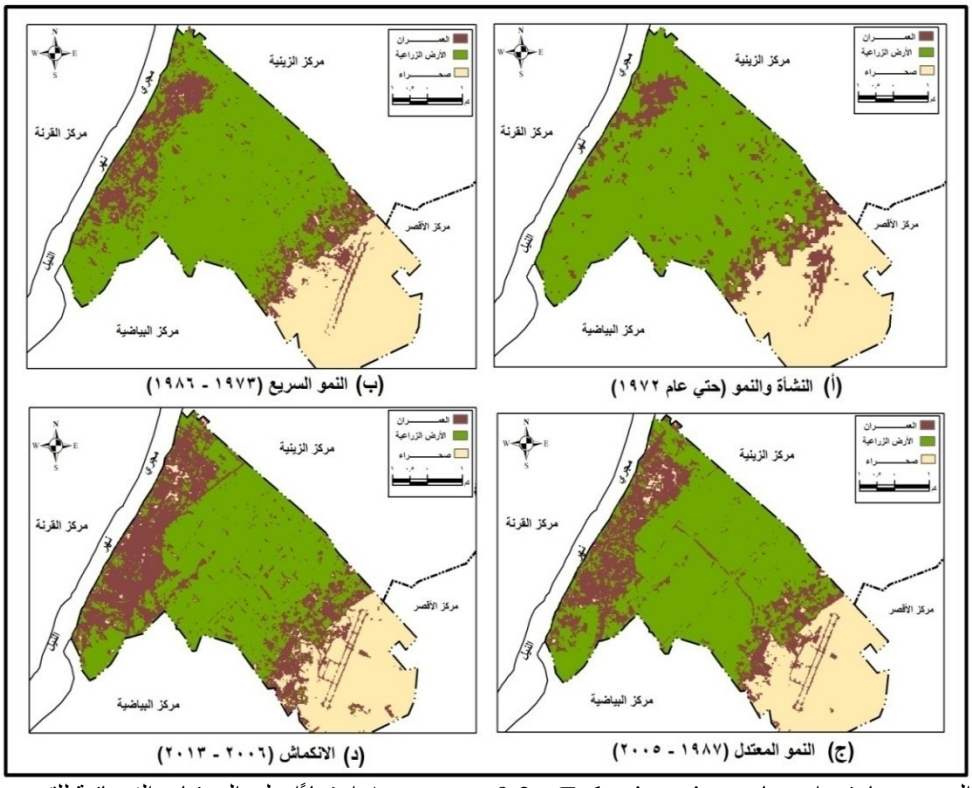
ج- مرحلة النمو المعتدل

تمتد بين عامي ١٩٨٧-٢٠٠١م، وقد نما العمران في هذه الفترة مستفيدًا من ردم بعض القنوات المائية والترع داخل المدينة مثل: سيالة بدران شرق السكة الحديد، وقد كان لذلك أثره في زيادة اتساع مساحة العمران في شياخة الأقصر، حيث اتسعت مساحة العمران من ٣,٢ كم٢ عام ١٩٨٦ إلي ٤ كم٢ عام ٢٠٠١م، وترعة العوامية التي حل محلها طريق التليفزيون المهم والذي جذب العمران إلي شياخة العوامية فقد بلغت مساحتها ٢ كم٢ عام ٢٠٠١م بعد أن كانت ١,٣ كم٢ عام ١٩٨٦م، (جدول ١٠)، واتسعت الرقعة العمرانية في شياخة منشأة العماري بعد التوسعات في مطار الأقصر وزيادة حركة السياحة والسفر من المدينة وإليها.

نمت الكتلة العمرانية بالمدينة في تلك الفترة طرديًا مع نمو عدد السكان، وقد كانت أبرز مناطق النمو في الشمال حول معبد الكرنك، وفي الجنوب الشرقي، حيث تخطي العمران حاجز السكة الحديد، وبلغت مساحة الكتلة العمرانية ١٤كم٢، حيث بلغت نسبة الزيادة الكلية ٢٩,٦٪، وقد تزامن مع هذا النمو زيادة في نسبة أطوال الطرق بلغت ١٨,١٪ عن عام ١٩٨٦م (جدول ١٠، وشكل ١٤-ج).

د- مرحلة الانكماش

تمتد هذه المرحلة فيما بين عامي ٢٠٠٢ - ٢٠١٣م، وقد تقلصت مساحة الكتلة العمرانية (شكل:١٤د)، حيث بلغت ١٣,٦ كم٢ عام ٢٠١٣م، مسجلةً بذلك انكماشًا بلغ ٠,٤ كم٢ مقارنةً بعام ٢٠٠١م، بمتوسط - ٠,٠٣ كم٢ سنويًا، ويعزي ذلك إلي حدوث بعض التغييرات في منطقة قلب المدينة القديم بشياختي الأقصر والكرنك القديم، حيث تم هدم مساحة من الكتلة السكنية لإحياء طريق الكباش القديم الذي يصل بين معبدي الأقصر والكرنك، وتطوير شارعي المحطة والمنشية.



المصدر: باستخدام برنامج Erdas imagine و Arc map v.9.3 اعتمادًا علي المرئيات الفضائية للقمر الأمريكي "لاندسات"، للأعوام المذكورة.

شكل (١٤) مراحل نمو مدينة الأقصر في الفترة بين ١٩٧٢- ٢٠١٣م

يتضح مما سبق نشأة المدينة حول معبدي الكرنك والأقصر، ونمو الكتلة العمرانية في قطاع عرضي لتبلغ حوالي ١ كم فيما بين خط السكة الحديد ومجري نهر النيل، وقد كان للعمران تأثيره في امتداد بعض الطرق مثل "الكورنيش"، والأقصر/الزينية، وقد كان لردم بعض المجاري المائية مثل خور العماري وترعة العوامية وسيالة بدران دور كبير في نمو المدينة ونشأة أهم شوارع المدينة لخدمة هذه المناطق مثل شارع "التليفزيون" الذي يبلغ طوله ٣,٦كم، ويمتد علي طول شياخة العوامية، وشارع النصر الذي يبلغ طوله ٢,٣كم[١] ، وبهذا الامتداد اقتربت المدينة من التلاحم بمدينة البياضية في الجنوب، وقري مركز الزينية في الشمال.

ثالثاً: استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في التنبؤ بحدوث الكوارث الطبيعية

ما زالت مسألة التوصل إلى اكتشاف أجهزة متخصصة للإنذار المبكِّر بحدوث كوارث طبيعية تثير اهتمام العلماء والجيولوجيين، وتدفعهم لبذل المزيد من

[١] قياسات الصور الفضائية Google Earth .

الجهد لتحقيق حلمهم في اكتشاف أساليب ناجعة لرصد دقيق للزلازل ومحاولة التنبؤ بحدوثها من خلال تقنيات متعددة تزخر بها مراكز الرصد الأرضية، وصولاً إلى الاستفادة من تقنيات الاستشعار الفضائي عن بعد. فما هو دور هذه التقنيات في مراقبة الأنشطة المؤدية إلى حدوث الزلازل؟ وهل هي قادرة على الإنباء، أو الإنذار المُبكِّر بحدوث الكوارث؟

بدأ استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في رصد تشوُّه سطح الكرة الأرضية والكوارث الطبيعية قبل نحو عشرين سنة. وقد ساهمت هذه التقنيات بصورة فعلية وملموسة في المراقبة والرصد، بحيث صارت مسألة الإنذار المُبكِّر اعتماداً على التقنية العلمية قابلة للتحقيق قريباً.

الاستشعار عن بعد هو تقنيات تستخدم الأقمار الصناعية في تصوير الموارد الأرضية والتضاريس باستثناء القطبين. وهناك نوع من الأقمار خاص بالرصد الجيوفيزيائي والموارد الأرضية يختلف عن الأخرى المتخصصة بالأرصاد الجوية والاستطلاع والتجسس العسكري أو بالاتصالات. ويُطلق على الأقمار المختصة برصد وتصوير الموارد الأرضية اسم أقمار استشعار المصادر الأرضية، وأهمها قمر (لاندسات) الأمريكي، و(سبوت) الفرنسي، وIRS الهندي. وتحمل هذه الأقمار أجهزة استشعارية مؤلفة من كواشف إلكترونية تقوم بمسح الكرة الأرضية مسحاً متكرراً بمعدل مرة خلال فترة تتراوح بين ثلاثة أيام وأربعة عشر يوماً، حسب نوع القمر الصناعي وارتفاع مساره عن سطح الأرض.

تقوم هذه الأقمار من خلال التجهيزات الاستشعارية التي تحملها بالتقاط صور فضائية رقمية تبثها إلى محطات أرضية، لتجرى عليها معالجات رقمية بهدف تصحيح كل خطأ في مجالات المسح باستخدام أنظمة معالجة رقمية تقوم بدمج البيانات الطيفية للحصول على صور فوتوغرافية مُحسَّنة. وتجري بعد ذلك في المحطات الأرضية جميع التعديلات على الصور لاستثمارها حسب اختصاص المستفيد. فإذا كان باحثاً زراعياً فإنه يستخدم المعالج الرقمي للاستفادة من تصنيفات التربة إلى جانب تصحيح حدود الصور لتمييز نوع الغلة الزراعية. وفي حال كان المستفيد جيولوجياً فإنه يحصل على البيانات الرقمية للقنوات الطيفية المختلفة التي تستقبلها الكواشف والماسح الإلكتروني باستخدام برمجيات خاصة تحولها إلى صور فوتوغرافية تعنى بالتضاريس والتشوهات الأرضية.

للماسح الإلكتروني الذي يحمله القمر الصناعي دور مهم في الرصد الاستشعاري، فالماسح المحمول على قمر لاندسات مزوَّد بسبع قنوات طيفية تمثل الألوان المرئية وغير المرئية، لذا يعطي راسم الخرائط سبع صور مستقاة من القنوات الطيفية السبع، تُدمج ثلاث منها للحصول على صورة واحدة ملوَّنة، وتسمح هذه التقنية بدمج القنوات الطيفية المرئية وغير المرئية للحصول على بيانات لا تُرى بالعين المجرَّدة إلا بعد معالجتها إلكترونياً، ويمكن للمواسح أخذ صور رادارية

مستقاة من قنوات رادارية عدة تتميَّز بقدرتها على تصوير الأرض دون أن تتأثر بعوامل الطقس الجوية من أمطار وغيوم وعواصف، على عكس الصور الضوئية التي تتأثر بهذه العوامل، إضافة إلى قدرة الصور الرادارية على اختراق سطح الأرض إلى عمق ٤٠ متراً في بعض المواقع.

يمكن عن طريق الصور الضوئية من نوع راسم الخرائط والصور الرادارية تحديد الفوالق النشطة، إضافة إلى مؤشرات جيولوجية أخرى ترتبط بتزحزح مناطق الجفاف والتشوهات المتمثلة بتداخل أهداب الموجات الرادارية التي تعكس حركات الضغط الصفائحي، وهو عامل مهم في تقدير نشاط الفوالق الزلزالية. وكذلك من خلال رصد حالات التأين الغازي لعناصر الأكسجين والهيدروكسيل والنتروجين وزيادة تركيز غاز الرادون المشع المتسرب من المياه الجوفية، وهو الغاز الذي يزداد إطلاقه قبل حصول الهزة الأرضية وأثناءها.

استُخدمت أقمار الاستشعار لدراسة فالق الانهدام العربي الإفريقي، الذي يمتد من شرق إفريقيا إلى سورية ولبنان مروراً بفلسطين المحتلة، ودُرست صور رقمية فضائية لمواقع محلية رُصدت في فترات زمنية مختلفة خلال أعوام ١٩٨٥ و١٩٨٨ و١٩٩٣ و١٩٩٨، و٢٠٠٣ باستخدام أقمار لاندسات الأمريكي وسبوت الفرنسي وERS-1 الأوربي. وقد ساعدت تلك الصور والبيانات في تحديد البنيات التكتونية والمفاصل الفالقية والقسمات الأرضية الرئيسية لهذا الانهدام المهم.

أمكن التنبؤ بحدوث عدد من الزلازل خلال تحليل القيم الرقمية لقسمات المواقع الأرضية، منها: زلزال إزميت في تركيا، فقد أشارت البيانات الفضائية إلى وجود تشوهات بالاستطالات التداخلية الناجمة عن حركات الضغط الصفائحي، ونشاط الفوالق التباعدية في منطقة إزميت التركية. إضافة إلى حصول منطقة تأين كبيرة للغازات وزيادة واضحة في نسب تسربات غاز الرادون المشع. وقد اقترنت البيانات التي قدمتها الأقمار الصناعية المتخصصة بالقياسات الجيوفيزيائية الفضائية MAGSAT بمعلومات عن تغير الحقول المغنطيسية وازدياد الحرارة الأرضية على نحو عزز التوقعات بحدوث فاعليات زلزالية في هذه المنطقة.

ويتوقع أن يشهد المستقبل مزيداً من الاهتمام وتوسعاً في استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد بالتوافق مع الأرصاد الموقعية الميدانية للقسمات الأرضية بغرض الحصول على أداة عملية للإنذار المُبكِّر عن نشاطات الفوالق الزلزالية.

أهمية استخدام الاستشعار هي بعد في إدارة الأزمات والكوارث:

يمكن الاستفادة من الصور الفضائية وبيانات الاستشعار من بعد في إدارة الأزمات والكوارث، و فيما يلي عرض لأهم مميزات الاعتماد على هذه التقنية في مجال الأزمات والكوارث:

- رصد التغيرات السريعة التي تحدث علي سطح الأرض، فمن المعروف أن البيانات التي تلتقطها الأقمار الصناعية عبر سطح الأرض والغلاف الغازي يتم التقاطها علي فترات قصيرة ، وخير مثال علي ذلك إمكانية تسجيل بيانات وفيرة وسريعة عن الفيضانات النهرية والساحلية، والثوران البركاني وتأثير الزلازل والبراكين علي المناطق العمرانية.
- تجمع صور الأقمار الصناعية بيانات عن مساحات صغيرة متجاورة (خلايا)، Pixels يبلغ ضلع الواحد منها بضع عشرات من الأمتار، وتضم الوحدات المساحية الصغيرة تفاصيل كثيرة، تساعد المهتمون بإدارة الأزمات والكوارث.
- دقة توقيع المواقع، وتتبع امتداد ظاهرات سطح الأرض، فمن المعروف أن عمليات المسح الأرضي لا تيتم بتسجيل بعض الأشكال الدقيقة مثل الكثبان الرملية، ومناطق النحت في السواحل، والمواد المترسبة علي طول الأنهار، وفى البحيرات الصناعية، ومما لا شك فيه أن دراسة مثل هذه الأشكال علي درجة كبيرة من الأهمية في إدارة الأزمات والكوارث، خاصة في مرحلة ما قبل الأزمة أو الكارثة.
- تساعد الصور الفضائية علي إجراء مقارنات دقيقة لظاهرة معينة خلال فترة زمنية محددة، ويمكن خلالها رصد الأخطار ودرجات الخطورة.
- إجراء مسح فضائي لمناطق يصعب ارتيادها مثل بحر الرمال العظيم والمناطق الجبلية الوعرة في الصحراء الشرقية وشبة جزيرة سيناء.
- يمكن استخدام الاستشعار عن بعد خصوصاً نظام NDVI كمؤشر للاستكشاف المبكر للظروف الجوية السيئة مثل العواصف الرملية والرعدية والسيول وتقدير تأثيراتها علي السكان والأنشطة الاقتصادية المختلفة.
- تساعد إمكانية التركيب الشفاف لطبقات الخرائط التي تحتوى علي معلومات تحويلية في إعداد قواعد المعلومات، وبذلك تصبح إمكانية التخطيط واتخاذ القرار تسير بصورة فعالة مما يضمن نجاحاً، والحفاظ علي الوضع البيئي.
- تعتبر صور الأقمار الصناعية أداة تحميل ليس داخل حدود الدولة فقط، وإنما للتخطيط الدولي.

من العرض السابق يتضح أن تقنية الاستشعار من بعد أداة فعالة ومساعدة لفريق إدارة الأزمات الكوارث ولصانعي القرار معاً.

مجالات الاستشعار عن بعد في إدارة الأزمات والكوارث :

تتسم الأزمات والكوارث بحدوثها فجأة، والتطور السريع للأحداث، وضيق الوقت المتيسر لاتخاذ القرار، وعلي فريق إدارة الأزمات والكوارث تحقيق درجة استجابة سريعة وفعالة للأحداث الناتجة عن حدوث الأزمة أو الكارثة، وتخفيف الآثار الناتجة عن حدوثها، مع ضرورة سرعة إعادة التوازن البيئي لحالته الطبيعية في مسرح الكارثة.

كما يجب أيضاً علي فريق إدارة الأزمات والكوارث التحكم في سير أحداث الكارثة لصالح الدولة ، ولذا يحتاج فريق إدارة الأزمات والكوارث إلى التقنيات الحديثة التي تمكن من سرعة الحصول علي أكبر قدر ممكن من البيانات والمعلومات في وقت قصير عن كل الجوانب المحيطة بالكارثة للتخفيف من الآثار الناتجة عن حدوثها، وتوفير الدعم الضروري لسرعة إعادة التوازن البيئي.

وتعد تقنية الاستشعار من بعد من أفضل التقنيات التي يمكن أن يعتمد عليها فريق إدارة الأزمات والكوارث من خلال الكم الهائل من المعلومات التي يمكن الحصول عليها من الصور الفضائية وبيانات الاستشعار، وفيما يلى عرض لكيفية الاستفادة من الاستشعار من بعد في بعض الكوارث.

١- الـــــزلازل:

الزلزال هو حركة تموجية تحدث في القشرة الأرضية، وينجم عنها خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات وتدمير البنية الأساسية.

وتتمثل خطورة كارثة الزلزال في أن الدراسات الحديثة لم تتوصل حتى الآن للتنبؤ بحدوث الزلازل قبل حدوثها. ومن هنا تأتى خطورة هذه الكارثة، فعنصر المفاجأة مع سرعة تطور الأحداث عادة ما يؤدى إلى ارتفاع قيمة الخسائر الناجمة عن حدوث هذه الكارثة.

ونظراً لأن الهزة الزلزالية عادة لا تستغرق أكثر من عدة ثوان، ودون أن تكون متوقعة، فإن إمكانات التصوير الفضائي والاستشعار لا يمكن أن تلاحق عمليات حدوث الزلزال ذاته، ولكن تفيد تقنية الاستشعار من بعد في جمع البيانات عن آثار الهزة الزلزالية بسرعة نسبية كبيرة وبخاصة من حيث تأثيرها المدمر في المظاهر البشرية وخاصة المناطق السكنية.

تفيد متابعة الصور الفضائية علي فترات زمنية متتالية لمناطق الخطر الزلزالي تتبع الظواهر الجيولوجية والتكتونية المرتبطة بذلك النشاط ، ومن ثم تحديد مناطق الخطر الزلزالي وتوقع حدوث الهزات الزلزالية. ومن ثم الظواهر التضاريسية والتي تشير إلى حدوث تصدعات في القشرة الأرضية، أو تحديد مناطق التصدع النشطة والتي يحتمل حدوث هزات زلزالية بها ومن هذه الظواهر ما يلى:

- وجود برك خلف الجروف.
- حدوث إزاحة لقنوات الصرف.
- اختلاف نوع التربة والنباتات علي جانبين متقابلين.
- وجود تسريب مياه أو بترول علي امتداد خطى.
- الاختفاء المفاجئ للطبقات أو التراكيب.
- ظهور بعض الظواهر مثل التضاريس، النباتات، تباين في الألوان، ينابيع مائية، ينابيع ساخنة ذات اتجاهات خطية.

- اختلاف المسافة بين نقطتين.
- وجود شروخ مفتوحة أو تشوهات في سطح الأرض.

ويستطيع فريق إدارة الأزمات والكوارث تحديد مناطق التصدعات النشطة، ويتم التحقق علي الطبيعة من وجودها، ويتم رسم خرائط توضح عليها أماكن الفوالق وأطوالها واتجاهاتها ونوع الحركة المصاحبة لها، ويتم علي هذا الأساس تحديد مناطق الخطر الزلزالي والتي يجب تجنبها عند إقامة أي مشروع من مشاريع التنمية، أو تنفيذ الإجراءات الوقائية في المناطق السكنية والمتوقع حدوث هزات زلزالية فيها.

كذلك يمكن الاعتماد علي الصور الفضائية في إعداد الدراسات التاريخية التي تفيد في مجال إدارة كارثة الزلزال في مرحلة ما قبل حدوث الزلزال، يمكن رسم خرائط موضح عليها المناطق التي سبق تعرضها لنشاط زلزالي، وتحديد شدة الزلزال التي سبق حدوثها، ويستطيع العلماء من خلال هذه الدراسات التاريخية معرفة المدة الزمنية التي يتكرر فيها حدوث الزلزال في منطقة معينة.

ويوضح الشكل التالي صورة فضائية لجمهورية مصر العربية موضح عليها مناطق الخطر الزلزالي، والتي سبق أن تعرضت لحدوث هزات زلزالية، مع تحديد قوة الزلزال التي حدثت خلال الفترة من ١٩٠٠ حتى عام ٢٠٠٠ وتتراوح قوة الهزات ما بين ٢,٥ إلى ٤,٥ بمقياس ريختر، هذه المناطق هي:

- القاهرة الكبرى والقسم الشمالي من الصحراء الشرقية.
- القسم الشمالي من البحر الأحمر وخليجي العقبة والسويس.
- القسم الجنوبي من مصر، منطقة بحيرة ناصر.

كذلك تفيد تقنية الاستشعار من بعد في تسجيل حركة واتجاهات الأمواج البحرية الزلزالية المعروفة باسم التسونامى.

تحدث الأمواج الزلزالية المعروفة باسم تسونامي نتيجة لحدوث هزات زلزالية في قاع البحر أو المحيط ينتج عنها حدوث أمواج قد تصل سرعتها إلى ٦٠٠ كم /ساعة، وقد يبلغ ارتفاعها ٢٠ متراً، ويؤدى اصطدام هذه الأمواج بشدة بالمناطق الساحلية إلى تدمير المنشآت العمرانية علي طول خط الساحل.

ومع تتبع حركة واتجاهات الأمواج الزلزالية من فحص الصور الفضائية يمكن تحديد المناطق المعرضة لأخطارها، وتنفيذ وسائل الحماية، والتخفيف من الآثار، التي تنتج عن حدوث هذه الأمواج، كما يمكن تتبع التغيرات التي تحدث بالمناطق الساحلية نتيجة لارتطام هذه الأمواج أو طغيانها عليها.

٢- البراكين:

البركان هو جبل مخروطي الشكل تكون حول فتحة في القشرة الأرضية يخرج منها المواد المنصهرة والغازات المنبعثة من باطن الأرض إلى سطحها،

ويمكن تحديد كيفية الاستفادة من الصور الفضائية في التخفيف من أخطار البراكين على النحو التالي:

- عند ثوران البركان تخرج مواد صلبة دقيقة الحبيبات تعرف بالرماد البركاني ، Ashes ونظراً لدقة حجمها تتطاير إلى أعلي لمسافات عالية مندفعة مع الغازات، ويظل الرماد البركاني عالقاً في الجو لمدة طويلة وينقل مع الرياح لمسافات بعيدة جداً عن منطقة البركان، وتتمثل خطورة الرماد البركاني في أنة يغطى سطح الأرض بسحابة قاتمة سوداء من الأتربة والرماد والدخان وتؤدى إلى هلاك الأرواح وفى حالة سقوط أمطار غزيرة، تختلط بالرماد البركاني، وتتحرك من أعالي المخروط البركاني كميات عظمى من الطين تنحدر نحو المناطق السهلية المجاورة.
- ويستفاد من الصور الفضائية وتسجيلات الاستشعار التي يتم التقاطها في تسلسل زمني تحديد اتجاهات حركة الرماد البركاني وتحديد المناطق المهددة بأخطاره، كما يمكن أيضاً من خلال التنبؤ بسقوط الأمطار وتحديد اتجاهات حركات السحب تحديد المناطق المعرضة لأخطار انسياب الطين البركاني وتحذير السكان فيها، ومن ثم التخفيف من أثر هذه الكارثة.
- تعرف المواد السائلة التي تخرج من البراكين باسم اللافا Lava وتتراوح درجة حرارتها بين ٦٠٠ درجة مئوية إلى ١٢٠٠ درجة مئوية، وتنساب بسرعة من فوهة البركان تتراوح بين ٣٠ إلى ٦٠ ميل/الساعة، وقد تغطى المناطق المجاورة للبركان.

صورة للحمم البركانية التي تفوق حرارتها درجة الغليان

- وتوضح الصور الفضائية وتسجيلات الاستشعار ثورة البركان، وبمقارنة سلسلة من الصور والتسجيلات في ساعات التصوير المختلفة بعضها بالبعض في تسلسل زمني، يتضح مقدار ومعدل نمو المخروط البركاني وتغيرات شكله، وتتضح مساحات اللافا المنسابة بعيداً عن المخروط البركاني إلى المناطق

المجاورة. ومن السهل بطبيعة الحال تبين الآثار المدمرة للبركان بمقارنة لصورة قديمة قبل ثوران البركان، وبما أصبح الحال عليه بعد انتهاء ثورة البركان.

- ينبثق مع المصهورات البركانية كميات كبيرة من الغازات وبخار الماء، وأخطر أنواع الغازات ثاني أكسيد الكربون، وتتراوح درجة حرارة هذه الغازات بين ١٠٠ إلى ٥٠٠ درجة مئوية، وتتمثل خطورة الغازات في أنها تكون سحب منخفضة كثيفة، سوداء اللون، ويظهر فيها ألسنة من النيران، ويمكن من فحص الصور الفضائية تحديد المساحات التي تغطيها هذه السحب كما يمكن تحديد اتجاه حركة هذه السحب، وتحذير المناطق المعرضة لأخطارها.

٣- السيـــــول:

تتعرض الصحارى العربية لأخطار السيول التي تؤدى إلى تخريب وتدمير الطرق والمباني والأراضي الزراعية، تتراوح فترة حدوث السيل بين ساعات إلى أيام، وعادة ما تسقط الأمطار علي شكل رخات مركزة في فترات قصيرة. ويتميز جريان مياه السيول بأنه ذو سرعة عالية مما يؤدى إلى نقل كميات كبيرة من الرواسب من جميع الأحجام.

للجريان السيلي قمة حادة تتميز بكبر كمية الجريان، ووجود زيادة كبيرة في السرعة التي تتحرك بها المياه، وهى تمثل أخطر فترة للجريان، وعادة ما تتراوح مدة القمة في أغلب الأحوال بين ١٠ دقائق إلى ٣٠ دقيقة.

تحدث السيول في الصحارى العربية نتيجة لخصائص المطر في هذا النطاق الذي يتميز بعدم الانتظام والتغير زمنياً ومكانياً، وتسقط الأمطار في شكل رخات قصيرة وسريعة وشديدة التركيز في أغلب الأحيان، وتسقط في شكل بقع Spots تغطى مساحات صغيرة، وعادة ما تنتج السيول في هذه المناطق عن العواصف الانقلابية أو الرعدية، وتتراوح مدة السيل بين يوم وعدة أيام.

ينتج عن السيول تعطل مظاهر الحياة في المناطق التي تتعرض لها، حيث تدمر السيول الطرق وتجرف السيارات، مما ينتج عنه العديد من الضحايا من مستخدمي هذه الطرق، إلى جانب تدمير المناطق العمرانية والسكنية والمزارع في الأودية الصحراوية أو عند مصبات هذه الأودية، وخير مثال علي الآثار التدميرية للسيول ما حدث في مدينة رأس غارب بالبحر الأحمر بمصر عام ٢٠١٦.

آثار السيول في مدينة رأس غارب بالبحر الأحمر بمصر

تفيد تقنية الاستشعار من بعد في الحد من خسائر السيول، فمن الصور الفضائية يمكن تحديد اتجاهات حركة السحب وأنواع السحب وأماكن تجمعها، وتحديد المناطق المعرضة لأخطار السيول، كما يمكن التنبؤ بحدوث السيول، ومن ثم تحذير السكان ومستخدمي الطرق المهددة بأخطار السيول باستخدام طرق الإنذار المختلفة.

كذلك يستفاد من الصور الفضائية وبيانات الاستشعار في سرعة جمع بيانات عن خسائر السيول وتأثيرها على المناطق السكنية والطرق. ويستفاد من مقارنة سلسلة من الصور الفضائية وكذلك تسجيلات الاستشعار بتسلسل زمني، في إعداد خرائط لحدود انتشار مياه السيول، وأهم الخطوط التي اتخذتها المياه أثناء انسيابها، وبالتالي تحديد المناطق المعرضة لأخطار السيول.

آثار السيول في تدمير الطرق

عن طريق الاستشعار عن بعد يمكن رصد موقع البرك والمستنقعات التي تكونت عقب الجريان السيلي، وما قد يرتبط بها من انتشار الأوبئة.

٤- العواصف الرملية:

هي حركة مجموعة من الحبيبات الصلبة المنتشرة في الهواء بسرعة عالية، وقد تصل درجة تركيز حبيبات الرمال في العاصفة الواحدة إلى عشرات ومئات الآلاف.

وتعانى جمهورية مصر العربية من رياح الخماسين، و هي رياح محلية جنوبية حارة متربة تهب من الصحراء الغربية نحو القسم الشمالي من مصر.

ينتج عن حدوث العواصف الرملية انخفاض مدى الرؤية، وقد تنعدم الرؤية كلية في بعض العواصف، واقتلاع الأشجار، وتعطل حركة المرور، حيث يتم إغلاق الطرق الصحراوية والموانئ والمطارات أثناء حدوث العواصف الرملية، كما تؤدى هذه العواصف إلى حوادث السيارات، وقتل عدد من الضحايا إلى جانب الخسائر المادية، والآثار السيئة علي صحة الإنسان خاصة مرضى الصدر، كما قد تؤدى إلى حدوث وفاة لدى الأطفال المرضى بأمراض صدرية.

تفيد الصور الفضائية في التنبؤ بحدوث العواصف الرملية وتحديد اتجاه العاصفة، والنطاق الذي تعرض للعاصفة، والمناطق التي يرجح تعرضها لهبوب هذه العواصف، كما يمكن من تحليل ودراسة الصور الفضائية التعرف علي مدى كثافة الرمال، والغبار في الرياح، ومن ثم يتم تحذير المناطق المعرضة لأخطار هذه العواصف ومن ثم يتم تحذير المناطق المعرضة لأخطار هذه العواصف، ومن ثم يتم إغلاق الطرق الصحراوية والموانئ والمطارات.

كما يتم تحذير السكان من أخطار هذه العواصف، وبذلك تنخفض نسبة الخسائر الناجمة عن حدوث هذه الكارثة.

٥- حركة الكثبان الرملية:

الكثبان الرملية هي تلال من الرمال تختلف ارتفاعاتها ما بين بضعة أقدام إلى مئات الأقدام. وتتكون من رمال مستديرة الحبيبات، وغالباً ما تكون الكثبان في حالة عدم استقرار، فهي تتحرك مع اتجاه الرياح، وينجم عن هذه الحركة أخطار كبرى علي النشاط البشرى.

تؤدى حركة الكثبان الرملية في بعض الأحيان إلى هدم القرى والمناطق السكنية، كما تهدد الطرق والأراضي الزراعية، وبصفة عامة يتراوح معدل حركة الكثبان الرملية بين مترين إلى ثلاثين متراً في السنة، وتتوقف سرعة حركة الكثبان علي حجم الكثيب وسرعة الرياح، وشكل السطح، وحجم حبيبات الرمال، والغطاء النباتي، والرطوبة النسبية والتساقط.

يفيد الاستشعار عن بعد من الحد من أخطار حركة الكثبان الرملية بفحص سلسلة من الصور الفضائية التي يتم التقاطها لمنطقة تعانى من أخطار زحف الكثبان الرملية في تواريخ معينة بفارق زمني كل ستة أشهر مثلاً لمدة عدة أعوام، وبذلك يمكن معرفة النتائج التفصيلية عن حركة الكثبان مثل معدل الحركة، الاتجاه الأصلي لخط سير الكثبان، وتحديد المناطق المهددة بخطر زحف الكثبان ودرجات الخطورة. ومن ثم يمكن تثبيت الكثبان وبالتالي تخفيف الخسائر الناجمة عن هذا الخطر.

زحف الكثبان الرملية علي الطرق

تعانى مناطق كثيرة في جمهورية مصر العربية من أخطار زحف الكثبان الرملية علي الطرق مثل الطرق الرئيسية التي تربط بين الواحات المصرية في الصحراء الغربية، والمناطق الشمالية من شبة جزيرة سيناء، والطرق الرئيسية شرق قناة السويس.

تم إعداد دراسات جيومورفولوجية عن أخطار زحف الكثبان الرملية من الصور الفضائية، كما تم الحصول علي بيانات دقيقة عن شكل وحركة الكثبان الرملية وخاصة في بحر الرمال العظيم بالصحراء الغربية، وكذلك في القسم الشمالي من شبة جزيرة سيناء، حيث تهدد الكثبان الرملية طريق القنطرة العريش، وطريق الإسماعيلية العريش شرق قناة السويس.

٦- تآكل السواحل والتعدي عليها:

تعد من أخطر المشكلات البيئية التي تعانى منها المناطق الساحلية، وينتج تآكل السواحل عن زيادة معدلات نحت الأمواج في مواضع معينة من المناطق الساحلية، وينتج عنها تراجع خط الشاطئ وتقدم البحر باتجاه اليابس، وتدمير المنشآت الهندسية في المناطق الساحلية من طرق ومباني وغيرها وإزالة البلاجات وإطماء الموانئ والخلجان، والمشكلات الناتجة عن نحت السواحل.

تتعرض كثير من قطاعات السواحل في مصر للتآكل والتراجع وإزالة البلاجات خاصة منطقة مصب فرع رشيد، ومنطقة بلطيم وشرق فتحة البرلس، ومنطقة رأس البر، ويرجع السبب في ذلك إلى تناقص كمية الطمي التي كانت تصل إلى الساحل بعد بناء السد العالي.

ويتم في الوقت الحالي متابعة معدلات النحر في السواحل المصرية من خلال متابعة الصور الفضائية علي فترات زمنية متتالية، وتم بالفعل تنفيذ وسائل حماية الشواطئ، ويتم تحديد أنسب المواقع لوسائل الحماية بالاعتماد علي الصور الفضائية والصور الجوية والخرائط.

ويفيد الاستشعار عن بعد عن طريق تتبع سلسلة من المرئيات الفضائية لسنوات مختلفة وعمل (change detection) للساحل بصورة مستمرة لمعرفة التعديات التي تتم علي السواحل من ردم، وتنتشر هذه الظاهرة بصورة كبيرة علي سواحل البحر الأحمر، خاصة في مدينة الغردقة، وما يحدث من تعديات من قبل القري السياحية للتوسع علي حساب البحر، والذي تواجهه محافظة البحر الأحمر من خلال وحدة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بالمحافظة.

٧- إطماء البحيرات:

تعد مشكلة إطماء البحيرات من أهم المشكلات التي تعانى منها البحيرات الصناعية، والتي يتوقف عليها العمر المحتمل للبحيرة حتى يتم إطماؤها، إلى جانب أن إطماء البحيرات الصناعية قد يتسبب في حدوث هزات زلزالية.

يمكن من متابعة الصور الفضائية وبعض الحسابات البسيطة الحصول علي عينات من مياه البحيرة وتقدير معدلات الإطماء في البحيرات على النحو التالي:

- تحديد نطاقات عرضية علي طول البحيرة ابتداء من دخول المجرى إلى مياه البحيرة، بحيث تفصل بين هذه النطاقات حدود الألوان، يرجع ذلك إلى أن الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الرواسب بتركيزاتها المختلفة، وكذلك درجة اضطراب تيار المياه في البحيرة تختلف باختلاف هذين المتغيرين وينعكس هذا في الصور الفضائية علي هيئة تفاوت في الألوان أو اختلاف في درجات اللون.
- يتم تجميع عينات من المياه من النطاقات التي سبق تحديدها، ثم يتم تحميل العينات لتحديد نسبة المواد العالقة بالنسبة لحجم المياه.
- يتم تطبيق بعض المعادلات للحصول علي معدل الإرساب، ومن ثم تقدير معدلات الإطماء، وتقدير العمر التقريبي المتوقع لإتمام إطماء البحيرة.

يمكن كذلك من الصور الفضائية تبين المساحات التي حدث بها إرساب علي أطراف بحيرات السدود، خاصة في الأجزاء الهامشية من البحيرة وعند مدخل النهر إليها.

٨- التصحـــــر:

التصحر هو امتداد مكاني للظروف الصحراوية في اتجاه المناطق الرطبة، وتتمثل مظاهر التصحر في تعرية الطبقة العليا من التربة، ونشاط في حركة الكثبان الرملية، وتناقص الغطاء النباتي وتدهور نوعيته، وتملح التربة الزراعية وزيادة قلويتها، وزيادة كمية الأتربة في الهواء.

يتم تحديد المناطق المعرضة لأخطار التصحر من خلال متابعة الغطاء النباتي وما قد يطرأ عليه من تغيرات، وفى هذا المجال يتم تحميل الصور الفضائية لمعرفة تحديد مواقع الغطاء النباتي الأخضر باستخدام طريقة التصنيف الموجه classification Supervised.

٩- حرائق الغابات و المراعى:

تحدث كثيراً من الحرائق في الغابات والمراعى أما الأسباب الطبيعية مثل حدوث الصواعق، والانفجارات البركانية أو بفعل الإنسان بشكل إرادي مثل: تعمد حرق الغابات لإزالتها لتحل محلها محاصيل زراعية، أو بشكل غير إرادي.

ينتج عن حرائق الغابات العديد من الأخطار، ويمكن من متابعة الصور الفضائية تحديد مناطق الحرائق، وتقدير كميات الغازات المنبعثة من الحرائق وأخطرها غاز ثاني أكسيد الكربون، وتحديد المناطق المعرضة لأخطار السحب التي تحمل الرماد الناتج عن حرائق الغابات وغازثاني أكسيد الكربون وتحذير السكان في هذه المناطق.

كما يمكن من الصور الفضائية الحصول علي بيانات دقيقة وتفصيلية عن مناطق حرائق الغابات، توجيه فرق الإنقاذ إلى موقع الكارثة للسيطرة عليها.

رابعاً: مجال الأرصاد الجوية

الأرصاد الجوية هي أحد التطبيقات المدنية التي استفادت مبكراً من الأقمار الصناعية، حيث يمكن اعتبار القمر الصناعي في هذه الحالة على أنه برج مراقبة عال جداً يستطيع أن يكشف مساحة واسعة جداً من سطح الكرة الأرضية والغلاف الجوي الذي يغطيها وهو كذلك يستطيع أن يعطي معلومات دقيقة تماماً عن بعض الظواهر الجوية مثل تشكيلات السحب وحركتها ودرجة حرارتها، وحركة الأعاصير ومتابعتها.

أصبح من المألوف استخدام صور الأقمار الصناعية المخصصة للأرصاد الجوية في التنبؤ بأحوال الطقس، وصار من الممكن مراقبة حركة الرياح والأعاصير والأمطار، والتنبؤ المبكر بها، مما ينعكس إيجابياً على الحياة العامة ويمكن من اتخاذ الإجراءات الوقائية لمواجهة الكوارث الطبيعية.

صورة فضائية تبين تكون الأعاصير

يلعب التنبؤ الجوي دوراً اقتصادياً كبيراً في تقدير المحاصيل والغلال وفي متابعة الأعاصير والزوابع والتي تصل إلى حد الكوارث الطبيعية في معظم الدول، وأصبح الآن وبدون شك يمكن تقليل الخسائر في الأرواح والممتلكات بشكل كبير عندما يمكن ترحيل السكان من المناطق التي تقع في مسار الأعاصير، ولكن ذلك يحتاج إلى متابعة شبه لحظية "من الأقمار الصناعية" حيث أن هذه الأعاصير تغير اتجاهاتها بشكل فجائي وسريع ولا يمكن التنبؤ به، ولكن لحسن الحظ فإن الأقمار الصناعية يمكنها القيام بمهمة المتابعة هذه بشكل دقيق، ويعمل الاستشعار عن بعد في هذا المجال على:

أ- تحديد حركة الغيوم ونوعها وسمكها ودرجة حرارتها.

ب- رصد المتغيرات المناخية مثل درجة حرارة سطح الأرض والمسطحات المائية والجبال الجليدية.

ج- إمكانية تحديد كمية الأمطار المتوقع هطولها .

د- دراسة تلوث الهواء.

هـ تساعد على إصدار تنبؤات جوية أكثر دقة حيث يتم بواسطتها تحديد مواقع وحركة المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية والأعاصير.

استفادت خدمات الأرصاد الجوية من التقدم العلمي الذي حدث أخيرا حيث بدأ تطوير وسائل جديدة لمراقبة تطورات الغلاف الجوي واستخدمت البالونات والطائرات في الحصول على معلومات عن طبقات الجو المختلفة وفي الوقت نفسه

أنشئ نظام عالمي متكامل من المحطات الأرضية والسفن البحرية لمراقبة الجو وتبادل المعلومات. وقد قامت منظمة الأرصاد العالمية (WMO) بإنشاء نظام مراقبة للجو على المستوى العالمي وتساهم فيه جميع الدول وبدخول الأقمار الصناعية والرادار أضيف عنصران جديدان وتقنية جديدة إلى وسائل مراقبة الجو.

والآن فإن الأقمار الصناعية والرادارات برؤيتها الشاملة أصبحت جزءاً رئيسياً في نظام الأرصاد الجوية العالمي مكملةً بذلك سلسلة من التطورات التقنية التي تمكن الإنسان من السيطرة على الطقس والتعامل معه وتجنب كوارثه والتخفيف من آثاره السيئة.

التنبؤ بالتغيرات الجوية من معلومات الأقمار الصناعية:

يعتبر هذا التطبيق من أهم تطبيقات الأقمار الصناعية المخصصة للأرصاد الجوية، إذ يمكن بواسطتها توقع حالة الجو بجميع متغيراته مثل الأعاصير والعواصف الرعدية، وعواصف البرد والأعاصير المدارية ... ، ولقد أجريت دراسات وأبحاث وتجارب على أغلب الظواهر الجوية للتعرف عليها بواسطة الصور المرئية وصور الأشعة تحت الحمراء التي تبثها الأقمار الصناعية إلى محطات الاستقبال الأرضية، وثبت - على سبيل المثال - أن استعمال صور الأشعة تحت الحمراء تبين مقدار انتقال الحرارة بالحمل في اتجاه رأسي، وكذلك ثبت أن العواصف الرعدية تتكون عندما تكون درجة حرارة قمة السحاب باردة جداً، ويمكن التنبؤ بكمية سقوط المطر باستخدام بعض المعادلات الرياضية من الصور المرئية وصور الأشعة تحت الحمراء بالاعتماد على درجة نصوع السحاب ودرجة حرارة قمته التي يمكن متابعتها بواسطة صور الأشعة تحت الحمراء التي تفسر فرصة سقوط المطر.

كذلك يمكن تحديد سرعة الرياح واتجاهها بعد الإطلاع على البيانات المرسلة من الأقمار الصناعية ، ويتم ذلك عن طريق تحليل خط انسياب الرياح الذي يمكن أن يستنتج من متابعة سحابة بذاتها في صورتين متتابعتين مأخوذتين في فترتين مختلفتين .

خامساً: مجال رسم الخرائط :

الاستشعار عن بُعد هو العلم والفن الذي يُستخدم للحصول على معلومات حول هدفٍ ما، أو منطقة أو ظاهرة معينة من خلال تحليل المعلومات التي حُصل عليها بواسطة جهاز استشعار لا يلامس هذه الأهداف المراد التحقق منها. وقد عُرفَ الاستشعار عن بُعد كمصدر معلومات مهم يُستخدم في تحديث الخرائط. والآن مع التقدم التقني الإلكتروني والثورة الكبرى للحاسب الآلي التي بدورها تساهم في معالجة الصور الفضائية أصبح تحديث الخرائط أمراً سهلاً وممكناً، خصوصاً أن

الصور الفضائية تُخزن رقمياً Digital وبذلك تكون سهلة المعالجة والتخزين والاستعادة وعرض المعلومات.

١- تحديث الخرائط الطبوغرافية:

أصبحت الحاجة للخرائط الطبوغرافية في الدول النامية ضرورية جداً وتهتم بها كثير من مراكز البحوث وذلك لأن المختصين والمخططين من أصحاب القرار في قطاع الدولة يحتاجون لتحديث الخرائط الطبوغرافية من أجل التخطيط لإنشاء شبكة المواصلات من طرق سريعةHighways وغيرها وأيضاً لتطوير المصادر الطبيعية وحماية ومراقبة البيئة وكذلك لقطاع السياحة. وتبقى الخرائط الطبوغرافية وسيلة ضرورية ومهمة للدوائر الحكومية والبحوث العلمية والقطاعات الصناعية وأيضاً مهمة للقطاع العسكري في المهمات السلمية لأغراض التدريب أو في حالة الحروب أو الإرهاب.

المشكلة التي تواجه المختصين هي كيفية تحديث الخرائط الطبوغرافية في الدول الكبيرة من حيث المساحة أو الدول التي تتطور بسرعة لأنها تحتاج إلى الكثير من الوقت والجهد والمال. والمملكة العربية السعودية إحدى هذه الدول لاسيما أن حوالي ٨٥% من الخرائط الطبوغرافية ذات المقاييس ١:٢٥,٠٠٠ و١:٥٠,٠٠٠ و١:١٠٠,٠٠٠ غير محدثة وإن وجدت فتكون لمناطق محدودة.

الهدف من تحديث الخرائط هو إضافة التغيُّرات الجديدة في المنطقة لكي تساعد المخططين في أعمالهم. وبالطبع فإن تحديثها باستمرار بالطرق التقليدية يعتبر مهمة مستحيلة وتتطلب مصادر معلومات كبيرة أكثر من العادة وحتى أيضاً في استخدام وسائل التخريط الحديثة في الدول المتقدمة، فالكثير من الدول النامية شُغلها الشاغل هو كيفية تغطية مناطِقها بالخرائط الطبوغرافية. ومع التقدم العلمي أصبح تحديث الخرائط له أولوية ومهماً جداً وبذلك تغيرت الطرق والتقنية في تحديث الخرائط الطبوغرافية وغيرها فقد كانت في السابق تستخدم الطرق التقليدية وكان الوضع يتطلب وقتاً طويلاً وأموالاً طائلة لذلك أتت فكرة الاستعانة بالاستشعار عن بُعد في تحديث الخرائط وفي بعض الأحيان قد يتعدى إلى إنتاج هذه الخرائط.

ومنذ أن توافرت صور الأقمار الصناعية فإن هناك دولاً حاولت أن تستخدم هذه التقنية في تحديث الخرائط الطبوغرافية، ومثل هذه الاستخدامات بدأت باستخدام صور الأقمار الصناعية متعددة الأطياف ومتعددة درجات الوضوح خلال العشرين سنة الماضية .

وتوافر مصادر المعلومات من الأقمار الصناعية مثل (لاندسات وسبوت وغيرهما) قد أعطى فوائد كثيرة لتحديث الخرائط الطبوغرافية. فمثلاً استُخدم لاندسات (LANDSAT TM) لتحديث خرائط طبوغرافية بمقياس ١: مليون في أستراليا (Payne. et al 1984). وهناك أيضاً المعهد الجغرافي الوطني الفرنسي الذي استخدم سبوت SPOT في تحديث خرائط ذات مقياس ١:١٠٠,٠٠٠

و١:٢٥٠,٠٠٠ (Planques, 1984)) وهناك تجربة في دولة السودان استخدم فيها صور فضائية مختلفة مثل Landsat MSS, RBV and TM sensors, the MOMS Scanner) لتحديث خرائط طبوغرافية ذات مقياس ١:١٠٠,٠٠٠ (Petrie and El Niweiri, 1992). واستخدمت الصور الفضائية للقمر الصناعي SPOT دقة (20 m) في دولة أوغندة لتحديث الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس ١:٥٠,٠٠٠ (Petrie, 1997).) أيضا هناك معهد المسح الأرضي القومي في السويد والشركة السويدية للفضاء قاموا بعمل مشترك باستخدام صور القمر الصناعي SPOT في تحديث الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس ١:٥٠,٠٠٠ (Malmstrom and Engbreg,1992). وهناك تجارب أخرى لبلدان كثيرة نتناول فيما يلي إحداها بالتفصيل وهي عن مدينة الدمام في المملكة العربية السعودية.

٢- مشروع تحديث الخريطة الطبوغرافية لمدينة الدمام:

في هذا المشروع تم تحديث الخريطة الطبوغرافية لمدينة الدمام ١٩٨٢ وذلك باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد (Alshammari, 2000) باستخدام صور الأقمار الصناعية التالية:

١- صورة القمر الصناعي الفرنسي سبوت ١٩٩٩م (ابيض واسود) SPOT Panchromatic (PAN) image ودرجة الوضوح ١٠ أمتار.

٢- صورة القمر الصناعي الفرنسي أكسس ١٩٩٩م (متعدد الأطياف) SPOT XS spectral resolution images ودرجة الوضوح ٢٠ متراً.

قبل البدئ في شرح الطريقة التي استخدمت في هذه الدراسة يجب أن أعطي القارئ معلومات من الواجب معرفتها لفهم بعض الخطوات.

جميع الصور السابقة قد صححت هندسياً ويكون هناك مرجع إحداثي واحد Coordinate Systems ويكون هذا المرجع هو صورة القمر الصناعي سبوت المصحح بواسطة مدينة الملك عبد العزيز التقنية - معهد علوم الفضاء وذلك بأخذ نقاط الضبط الأرضي Ground Control Points (GCPS) وسبب تصحيح هذه الصور يرجع إلى أنها تدمج مع بعضها لاستفادة من إضافة الصور ذات الأطياف المتعددة التي درجة وضوحها غير عالية إلى الصور الأبيض والأسود ذات درجة الوضوح العالية لكي يستفاد من الوضوح والألوان التي تبرز المعلومات بشكل أوضح وهذا الدمج يسمى Data Fusion Techniques.

٣- الطريقة المستخدمة في تحديث خريطة الدمام

أول هذه الخطوات تحويل الخريطة الطبوغرافية مقياس ١:٥٠,٠٠٠ من الحالة الورقيةHardcopy إلى الحالة الرقمية Digital Form لكي يسهل بعد ذلك التعامل معها وبالطبع يجب أن يأخذ في عين الاعتبار درجة الوضوح التي لا تقل

عن ٢٥٠ نقطة في البوصة. وبعد ذلك تصحح الخريطة هندسيا وتكون بنفس نظام الإحداثيات الجغرافية للصور السابقة.

وبعد أن تكون الصور في نظام إحداثي واحد فإنه من السهل العمل على استخلاص أو إضافة معلومات لها. فبعد الخطوة الأولى وهي التصحيح الهندسي بمرجع واحد فإن الخطوة الثانية هي دمج الصور مع بعضها البعض لكي يستفاد من التعدد الطيفي الوضوح، وطبعا هناك عمليات رياضية معقدة لها فهناك طرق كثيرة مثل Brovey HPF, and IHS لا يمكن شرحها الآن.

تدمج الصور مع بعضها البعض وهو صورة القمر الصناعي سبوت ابيض واسود ودرجة الوضوح ١٠ أمتار، و صورة القمر الصناعي أيضاً سبوت ولكن متعدد الأطياف وبدرجة وضوح ٢٠ متراً، فإن الصورتين قد دمجتا مع بعضهما البعض وبذلك فإن استخلاص المعلومات وإمكانية معرفة الظواهر الطبيعية والبشرية أصبح سهلا وممكناً. وبعد جاهزية الصور الفضائية تاريخ ١٩٩٩م تركب الخريطة الطبوغرافية الرقمية ١٩٨٢م على هذه الصور ومن ثم تصبح إضافة المعلومات الجديدة إلى الخريطة أكثر سهولة بالتحليل النظري للصور ويشتمل على الظواهر الطبوغرافية مثل اليابسة والطرق والمناطق العمرانية والمباني المنفردة والسكك الحديدية وغيرها.

أ- **اليابسة Landform**

بما أن مدينة الدمام تعتبر العاصمة البترولية للمملكة العربية السعودية ومركز الثقل الاقتصادي فإن التغيرات تعتبر تغيرات كبيرة على اليابسة وعلى حساب السواحل البحرية في الردم المستمر لها واستخدامها للمشاريع السكنية والتجارية وقد ساعد في ذلك الردم ضحالة المياه خاصة في الخليج العربي.

ب-**شبكة الطرق:**

شبكة الطرق تشمل الطرق المعبدة والسكك الحديدية. وجميع هذه الظواهر استخلصت من صور الأقمار الصناعية مباشرة باستخدام أدوات الطبقات الخطية المتوافرة في برنامج MapInfo في هذا البرنامج يعطيك الفرصة لكي تتبع الطرق والخطوط الأخرى وتحولها إلى خريطة مصورة وبعد أن أعطينا بعض التغيرات التي حصلت في أجزاء من المنطقة المراد تحديثها فإن الخطوة الأخيرة هي إنتاج الخريطة النهائية.

سادساً: دراسة البحار والمحيطات

من أهم تطبيقات الاستشعار عن بعد دراسة المياه في البحار والمحيطات، بوصفها عنصراً مكملاً مع اليابسة من عناصر منظومة كوكب الأرض. ويبلغ

مجموع المساحات المائية على الأرض حوالي ١٣٩.٢٩٤ مليون ميل مربع، بينما تقدر مساحة اليابسة بحوالي ٥٧.٦٥٦ مليون ميل مربع.

وتتمثل هذه المساحة المائية بالمحيطات والبحار والبحيرات والأنهار. ولكن مياه المحيطات والبحار تكون حوالي ٩٨% من مجموع ما على الأرض من ماء، وهي مياه مالحة، تصل نسبة الملوحة فيها إلى ٣.٥%، وتتكون غالبا من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم وغيرها .

وحركة المياه في البحار والمحيطات تؤثر تأثيراً بالغاً في مناخ كوكب الأرض، بل إن مناخ الكوكب هو نتاج مباشر لتفاعل هذه الكتلة الهائلة من المياه مع اليابسة، (أنظر صورة موجات المحيط باللون الأحمر). وتنقل الحركة الكبيرة للمياه الحارة من المناطق الاستوائية إلى المناطق القطبية، وتؤثر بذلك في المناخ وفي معدلات ذوبان الثلوج.

١- الأقمار الأولى لدراسة البحار والمحيطات

بدأ علم دراسة المحيطات باستخدام الأقمار الصناعية بداية حقيقية في عام ١٩٧٨م، مع إطلاق الأقمار "تيروس TIROS و"نمبوس Nimbus و"سي سات .Seasat" وهذه الأقمار الثلاثة مزودة بأجهزة لرصد المحيطات. وعندما أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية القمر `NIMBUS-7 للحصول على معلومات تتعلق بالمحيطات والبحار والجو، فإنها حددت مجالات معلوماته بما يلي:

- ألوان المحيطات، والمواد العالقة بالمياه المالحة.
- توزيع الثلوج بالبحار والمحيطات، وتكوين الغلاف الجوي.
- ميزان الطاقة الخاص بسطح الأرض.

وهناك مشروع أمريكي فرنسي لإطلاق أقمار لدراسة المحيطات تحت اسم " توبيكس – بوسيدون Topex-Posidon "، ومشروع إطلاق قمر كندي يسمى "رادار سات". ومن روسيا هناك مجموعة أقمار "أوكيان OKEAN "والمخصص لمراقبة الغطاء الجليدي ورصد التغيرات فيه بدقة ٣٠ كم، وينتظر أن تطلق أقمار أخرى بدقة أعلى في المجموعة نفسها.

وتستخدم الأقمار الصناعية المخططة لرصد البحار والمحيطات، بصفة عامة، الإشعاع الكهرومغناطيسي في مناطق مختلفة من الطيف. وللموجات في مناطق الطيف المختلفة خصائص مختلفة يمكن استخدامها للقياس والرصد. فالأشعة تحت الحمراء تنتج عن تغيرات حرارية، والأشعة الضوئية تستخدم في التصوير النهاري العادي، بينما تتمتع الأشعة متناهية القصر ميكروويف Microwaves بخصائص اختراق عالية، ولذلك لا تتأثر بالغلاف الجوي.

سابعاً: الاستشعار عن بعد والدراسات المائية

يمكن استخدام وسائل الاستشعار عن بعد في العديد من الدراسات المائية، خاصة في المناطق النائية من البحار والمحيطات، مثل قياس مساحة المسطحات المائية، وتحديد أعماقها، حيث تسمح بذلك درجة صفاء المياه، وكذلك تسجيل درجة التعكر، ودراسة انتشار الرواسب والفضلات الصلبة وبقع الزيوت الملقاة من السفن، والتيارات الدافئة، وطبقات المياه المتباينة في ملوحتها أو حرارتها، وكذلك دراسة التغيرات التي تحدث في الشواطئ والجزر والحواجز الرملية.

والسفن الكبيرة، مثل ناقلات البترول، إما أن تستخدم التيارات المائية في حركتها أو تجنبها في تخطيطها للمسار الأمثل، توفيرا للوقود والوقت، وبذلك فإن دراسة حركة تيارات المحيط تُعد ضرورة لمثل هذا التخطيط.

ورغم أن هذا النوع من الرصد والدراسة كان موجوداً من قبل عن طريق القياسات التي تجرى باستخدام البالونات، أو نتائج ثانوية لقياسات الأقمار الصناعية الأولى، فإنه أخذ دفعة كبيرة بإطلاق أقمار صناعية متخصصة لدراسة المحيط.

١- دراسة قاع البحار والمحيطات

يمكن للأقمار الصناعية رسم قيعان المحيطات بشكل مباشر، وذلك بعمل قياسات دقيقة لسطح المحيط بواسطة موجات الرادار، التي بواسطتها يستدل الجيوفيزيقيون على طبوغرافيا قاع المحيط، لأن هذه الموجات تستطيع اكتشاف الارتفاعات البسيطة في المياه عن طريق جاذبية الثقل للتضاريس الموجودة في قاع المحيط. فالكتل الكبيرة لجبل من قاع المحيط تجذب المزيد من المياه بالقرب منها، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب سطح البحر فوقها بدرجة كافية لأن يكتشفها الرادار.

وقد قامت سفن المسح والاستطلاع بعمل خرائط مساحية، ورسمت خرائط لنحو ٧% فقط من مساحة قيعان البحار والمحيطات بواسطة أجهزة ارتجاع الصدى[١] "السونار .Sonar "وحتى المناطق التي رسمت لها خرائط جيدة، كان وجود مساحات كبيرة خالية أساسياً فيها، لسير السفن في اتجاهات واحدة محددة، مما أضطر راسمو الخرائط إلى الاعتماد على التخمين والخيال لملء الثغرات في الخرائط التي غالباً ما كانت تمتد لمئات الأميال.

ويذكر أن عمل مسح لقيعان البحار والمحيطات بواسطة أجهزة "السونار" من الأمور المملة، لأن السفينة التي تحمل الأجهزة تغطي مساحة صغيرة، نتيجة لحركتها في مسار واحد للأمام والخلف لمدة تقترب من الشهر.

٢- لون المحيط يشير إلى ما يحتويه

منذ عام ١٩٧٨م طور علماء المحيطات تقنيات تسمح بمعالجة متغيرات ذات أهمية كبرى، ومنها استنتاج الظروف السائدة تحت سطح البحر، حسب تأثيرها في الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من سطح البحر، أو المنعكسة منه.ويستتبع هذا معرفة جيدة بالعمليات الطبيعية الجارية في الطبقات العليا من المحيط.

ومثال ذلك، أن لون البحر، كما يسجله القمر الصناعي، لا يفيد بذاته، ولكن ثمة عوامل مؤثرة في اللون لها بعض الأهمية .فترابط الكلوروفيل مع النباتات المغمورة أو المعلقة في الماء تؤثر في النسبة بين اللونين الأخضر والأزرق.

وهكذا، فبالجمع بين الرؤية النظرية، والتجارب المتقنة، أمكن استخدام عمليات تتيح الربط بين لون المحيط وبين مقدار الكلوروفيل على عمق بضعة أمتار. وبالمثل، ولكن بدرجة أقل من الثقة، يمكن أن يشير اللون إلى ما يحتويه البحر من رواسب، كما يمكن، في المياه الضحلة، أن يدل اللون على عمق البحر.

٣- القمر "جيوسات"

في عام ١٩٨٥م أصبح من الممكن النظر بشكل مختلف إلى عالم أحواض المحيط، وذلك عندما أطلقت البحرية الأمريكية ومعمل "جون هوبكنز" للفيزياء التطبيقية قمراً صناعياً سمي "جيوسات Geosat "يحمل راداراً وجهازاً لقياس الارتفاعات، وذلك لعمل قياسات سطح البحر طبوغرافيا، حيث أظهرت انعكاسات الرادار الأرض الوعرة، والتضاريس الكبيرة في قاع المحيط.

وقد سمح بنشر المعلومات التي تم الحصول عليها بواسطة هذا القمر، وذلك استجابة للالتماس الذي قدمه العلماء، غير العسكريين، ولكن أغلب المعلومات ظلت سرية لأهميتها للبحرية الأمريكية. ثم سمحت البحرية الأمريكية بعد ذلك بنشر كل المعلومات، وذلك بعد شهور قليلة من قيام القمر الصناعي ERS-1 التابع لوكالة الفضاء الأوروبية بالتوصل إلى مسح مشابه للبحر، مما سمح للمرة الأولى، بعدم بقاء المعلومات سرية، وإعطاء صورة مفصلة عن كل أحواض المحيط.

وقد زودت المعلومات التي وفرتها هذه الأقمار الصناعية العلماء بتحليل غير عادى لمجال جاذبية الأرض عبر المحيطات. وأتاح تدفق المعلومات الجديدة مواجهة مجموعة من الأسئلة الجوهرية حول طبوغرافيا قاع البحار والمحيطات.

٤- مسح أعماق المحيط بأجهزة السونار

من المعروف أنه في الخمسينيات، أجري أول استطلاع سريع ودقيق لمسح أعماق المحيط بأجهزة "السونار". وكانت النتائج مفاجئة بالنسبة لعلماء المحيطات، فأرضية المحيط، التي تخيلوها أراضى مسطحة، بلا معالم أو سمات،

اكتشفوا أن بها تضاريس أكثر وعورة من الموجودة فوق سطح الأرض. فهي تحتوي على جبال أكثر ارتفاعاً وامتداداً من جبال الأرض، كما يوجد تحت سطح البحر سلسلة من البراكين التي تحيط بالأرض.

٥- طبوغرافية قاع المحيط

أدرك الجيولوجيون الاختلافات في طبوغرافيا سلسلة جبال وسط المحيط منذ بداية السبعينيات، ولكنهم لم يكونوا قادرين على إيجاد تفسير مناسب لها. فالانتقال من نمط من أنماط التضاريس إلى النمط الآخر، كان يحدث بشكل تدريجي، ويظهر عندما تزداد معدلات الامتداد.

وقد ظلت طبيعة هذا الانتقال غامضة، إلى حد بعيد، وذلك لأن أغلب سلسلة الجبال وسط المحيط، التي امتدت بمعدلات متوسطة، استقرت بعيداً في جنوب المحيط حول القارة الجنوبية، فظلت غير مكتشفة بشكل فعلي. ولكن سلاسل جبال وسط المحيط من المحيطين الأطلنطي والباسيفيكي ظلت تلقى الاهتمام الأكثر، حيث يظهر فيها مراكز امتداد الطبقات السريعة والبطيئة.

وفي شهر يوليه 1996م سجل قمر صناعي تابع للبحرية الأمريكية، لأول مرة، بصورة واضحة، معالم أحواض المحيط، مما مكّن العلماء من عمل خرائط عديدة لكثير من المناطق البحرية التي كانت مجهولة من قبل، كما أنها ساعدتهم في الوصول إلى فهم أفضل لأرضية البحار والمحيطات.

يحصل العلماء على تغطية منتظمة لقاع المحيط بالقمر الصناعي، حيث يمكن مشاهدة شبكة الجبال بشكل متكامل، وإجراء مقارنة مباشرة بين الجبال التي امتدت ببطء أو بمعدل متوسط، وبين التي امتدت بشكل سريع. وما تم اكتشافه كان متعارضاً مع ما كان يعتقد من قبل.

فطبوغرافيا سلسلة الجبال لا تتغير دائما بشكل تدريجي، حينما تزيد معدلات الامتداد. وبينما حركة تباعد الطبقات تزداد في معدل سرعتها، أصبحت الوديان الوسطى العميقة في سلسلة الجبال بطيئة الامتداد ومنبسطة تدريجياً. كما أن أرضية البحر التي نتجت من جراء هذه الأحداث أصبحت، هي الأخرى كذلك.

وفي إحدى مناطق المحيط الهندي الواسعة، والتي أهملت أثناء عمليات البحث بالسفن، قام قمر صناعي بعمل خريطة كشفت عن ثلاث سلاسل جبال مثيرة. فسلسلة جبال وسط المحيط في الجنوب من جزيرة مدغشقر كانت عميقة جداً.

ثامناً: الجيولوجيـــــــا:

تقوم اجهزة الاستشعار باستكشاف الخامات المعدنية والبترولية، حيث يستعان بالصور المعالجة في مجالات التعدين، و ذلك بناءً على أن كل نوع من الصخور أو

المعادن يمتلك درجة امتصاص خاصة به، وهناك محاولات لاستخدام الصور الفضائية في مجال النفط و هي محاولات بحثية، مع العلم أن الصور الفضائية تتعامل مع الظواهر السطحية بينما ترتكز صناعة النفط على التعامل مع الظواهر تحت السطحية، ومن الاستخدامات الجيولوجية مراقبة الحركات الأرضية والزلازل والبراكين وغيره.

إنتاج الخرائط الجيولوجية:

يوفر الاستشعار عن بعد الإطار الشمولي الأول لأي مشروع ذي بعد إقليمي أو معايير إستراتيجية، وذلك من التطبيقات الواسعة للاستشعار عن بعد في المجالات المختلفة، وفيما يلي استعراض لبعض هذه المجالات التي يطبق فيها الاستشعار عن بعد بفعالية ونجاح، مجال الجيولوجية والتنقيب عن النفط والغاز.

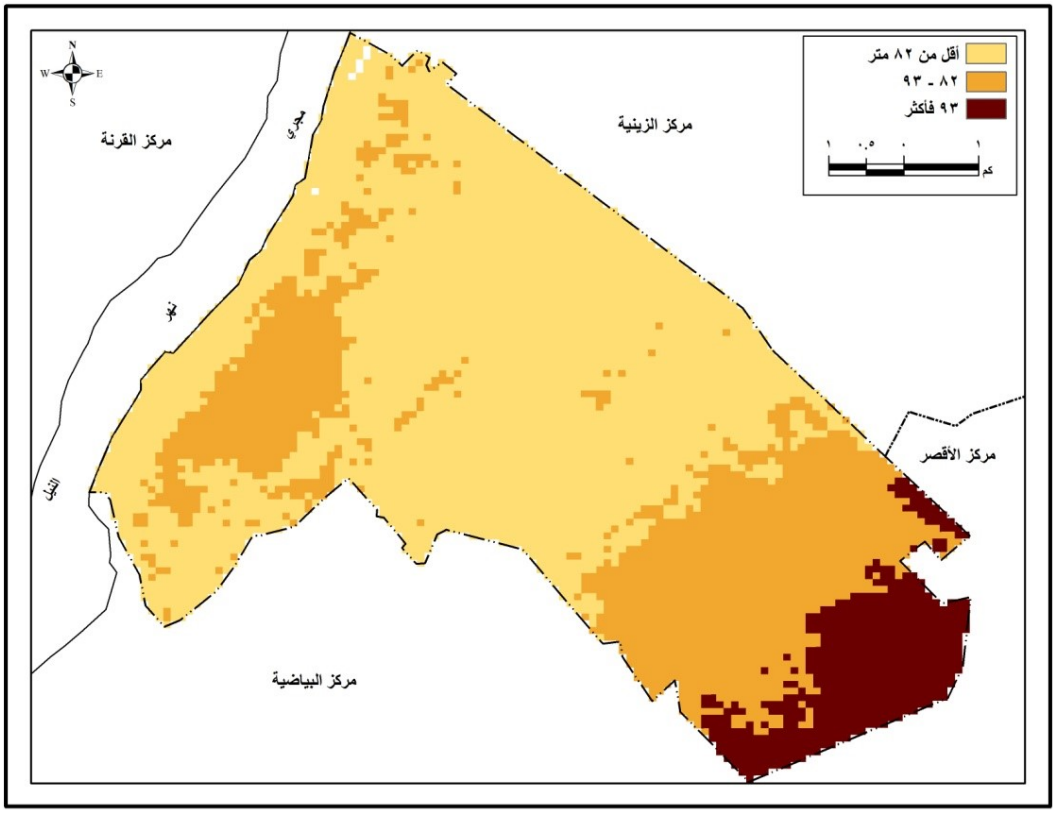
يمكن بواسطة الاستشعار عن بعد وضع الخرائط الشمولية الدقيقة لمناطق التنقيب التي تُظهر صور الأقمار الصناعية، المؤشرات الأولية للمواضع المعدنية والنفطية فيها، ويدرس هنا ما يسمى بالطبقية أو البنيوية الخطية التي توضح معالم الهيئة الجيولوجية لمنطقة الدراسة، وتوفر المقارنة بينها وبين مناطق تعدينية أخرى معروفة. وتظهر الصور الفضائية رموزاً خاصة تشير على نحو شبه مؤكد إلى وجود مادة خام معينة.

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

تاسعاً: مجال الهيدرولوجي

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

الصناعية في معرفة مناسيب سطح الأرض وعمل أحواض التصريف للأودية الجافة ومجاري الأودية، والقطاعات الطولية والعرضية.



المصدر: اعتمادًا علي: المرئية الفضائية للقمر الأمريكي لاندسات، بدقة مكانية ٣٠ متر.

مناسيب سطح الأرض في مدينة الأقصر

الميـــــــاه:

يمكننا مراقبة حركة الأنهار، وجفاف الأراضي والبحيرات، والتعامل مع السيول والفيضانات المتوقعة بمقارنة صور مأخوذة على فترات، بل حتى يمكن البحث عن المياه الجوفية تحت رمال الصحراء عن طريق صور الرادار.

عاشراً: مجال تلوث البيئة وحفظ الطاقة وترشيد استهلاكها

أصبحت المعطيات الاستشعارية مصدراً للمعلومات لا يمكن الاستغناء عنه عند مراقبة التغيرات البيئية، وتحديد المناطق الملوثة وبؤر التلوث وخاصة ما يتعلق بطبقة الأوزون وتلوث المسطحات المائية وانتشار الجفاف، ومراقبة الانفجارات النووية.

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

مجالات أخرى

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

المراجع

- فتحي عبد العزيز أبو راضي (١٩٨٩) التوزيعات المكانية: دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي ،دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية.
- أحمد صالح الشمري، نظم المعلومات الجغرافية من البداية، ٢٠٠٧م.
- الاستشعار عن بعد إعداد الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المؤسسة العامة للتدريب الفني والتقني، المملكة العربية السعودية، ١٤٢٩ه.
- جمعة محمد داود، أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية *GIS*، ٢٠١٢م.
- جمعة محمد داوود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٣.
- محمد صبري محسوب وأحمد الشريعي (١٩٩٦) الخرائط الكنتورية: قراءة وتحليل ، دار الفكر العربي، القاهرة.
- شوقي أبو الغيط علي منصور، نظم المعلومات الجغرافية(الأسس العلمية والمفاهيم التطبيقية) ، دار المعرفة الجامعية، ٢٠١٦م.
- ماجد شعلة وحسام صابر (٢٠١٣): تطبيقات في نظم المعلومات الجغرافية ، دمنهور.
- محمد عبد الله صالح، مرئية الاستشعار عن بعد جمع بياناتها وتحليلها، جامعة الملك سعود، كلية الآداب، مركز البحوث، الرياض، الطبعة الأولي، ١٩٩٢م.
- معوض بدوي معوض، مبادئ الاستشعار عن بعد، القاهرة، ط١، ٢٠٠٨م.