جامعة جنوب الوادي قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب بقنا

# محاضرات في
# البرمجيات الكارتوجرافية

إعداد

**أ.م.د حمدان سعد نجار**

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية ونظم

المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد المساعد

قنا

## فهرس المحتويات


| | | |
|---|---|---|
| الفصل الأول | الكارتوجرافيا بين النشأة والحداثة | |
| الفصل الثاني | المساقط واستخدام البرمجيات الحديثة في الكارتوجرافيا | |
| الفصل الثالث | استخدام طرق المعالجة والإنتاج الرقمي للخرائط | |
| الفصل الرابع | الكارتوجرافيا ونظم المعلومات الجغرافية | |
| الفصل الخامس | الخرائط الموضوعية بين الطرق التقليدية وبرامج نظم المعلومات الجغرافية | |
| الفصل السادس | الجزء العملي من مادة البرمجيات الكارتوجرافية | |
| المصادر والمراجع | | |

الفصل
الأول
الكارتوجرافيا بين النشأة
والحداثة

## مقدمة.

تطور العلم تطوراً كبيراً فاق كل المراحل الزمنية السابقة، فبعد أن كان الإنسان يستخدم الطرق التقليدية في رسم الخرائط أصبح يستخدم أجهزة الحاسب الآلي للرسم، وتخزين، ومعالجة البيانات، وإنتاج الخرائط المتنوعة بسرعة ودقة عاليتين مهدتا الطريق لاستخدام الكثير من العمليات المعقدة والتي لا يمكن تنفيذها يدوياً، وبذلك أصبحت النتائج التي يحصل عليها الإنسان أكثر دقة بكثير من السابق وأصبح بإمكانه تنفيذ الكثير من الواجبات الإضافية، وهذا بدوره ساعد علي تطور العلوم التي استخدم فيها الحاسب الآلي خاصة الكارتوجرافيا.

الكارتوجرافيا أحد العلوم التي استطاعت أن تستغل أجهزة وبرامج الحاسب الآلي لتلبية احتياجات الإنسان وتوفير الكثير من المشاق التي كان يعاني منها في السابق من أجل رسم الخرائط، وقد فتح استخدام الحاسب الآلي في علم الكارتوجرافيا الطريق لتنفيذ كافة المهام التي كان الإنسان يجد صعوبات كبيرة في تنفيذها، مثل رسم وتحليل الخرائط المختلفة، وإنتاج الخرائط التي تغطي كل الدول والمدن والقرى في العالم مع كافة التفاصيل والمعلومات لتوفير قاعدة بيانات يعتمد عليها المختصين والباحثين والمهتمين بالعلوم الجغرافية والمخططين، وتوفير كذلك الخرائط ثلاثية الأبعاد، وإجراء أعمال المسح لمساحات واسعة من الأرض بالإضافة إلى إمكانية إجراء عمليات معالجة على البيانات المرتبطة بالخرائط وتطبيق المعادلات المعقدة وحساب النتائج.

## الخرائط والكارتوجرافيا

### أولاً: الخرائط Maps

كلمة "خريطة Map" هي في الأصل كلمة لاتينية Mappa تعني قطعة قماش في حجم منديل اليد. وتعرف الخريطة بأنها تمثيل اصطلاحي أو رمزي, صغير المقاس, لتفاصيل

سطح الأرض الكروي, أو جزء منها, كما تري من أعلى, على لوحات مسطحة من الورق.

## تعريف الخريطة

الخريطة هي عبارة عن تمثيل لسطح الكرة الأرضية أو لجزء منه، ويشمل توضيح الظاهرات الطبيعية والبشرية التي تبرز على الخريطة من حيث توزيعها الجغرافي والصفات التي تميز بعضها عن بعض وهي صورة مصغرة من سطح الأرض، ذات بعدين، ومسقط أفقي، والخريطة بها قدر من التشويه بسبب كروية الأرض، ولأن الخريطة مسطحة وبالتالي نفقد بعض من خصائصها، وبها قدر من التعميم؛ والتعميم هو أن الخريطة لا يمكن أن تُظهر كل الظواهر على سطح الأرض بسبب نسبة التصغير بالرسم بالتالي نفقد بعض المعالم الصغيرة.

## خصائص الخرائط:

- أنها أصغر مساحة بكثير من المساحة الحقيقية التي تمثلها على سطح الأرض.
- أنها ترسم بمقياس رسم Scale يحدد النسبة بين أي مسافة على الخريطة, ونفس المسافة على الطبيعة، وأي رسم ليس بمقياس رسم, لا يعد خريطة, بل رسماً كروكياً أو بيانياً.
- أنها ترسم على سطح مستوي Plane, يمثل بعدين فقط, هما العرض والطول. ولأن سطح الأرض مقوس والخريطة مستوية, لذا فالخريطة ليست تمثيلاً صحيحاً لسطح الأرض, والكرة الأرضية هى التمثيل الصحيح لسطح الأرض.
- أنها تمثيل اصطلاحي Conventional أو رمزي لأنماط سطح الأرض, حيث نعبر عن ظاهرات سطح الأرض برموز مصطلحات (متف) عليها, فالمربع يعني عاصمة الدولة. ومن ثم فإن أي خريطة لاتشمل على الرموز المتفق عليها, لا تعد خريطة بالمعنى الصحيح.

- أنها تختلف عن الصورة الفوتوغرافية, ففي الصورة الفوتوغرافية العادية, يقل حجم الأشياء أو الظاهرات كلما بعدت المسافة عن آلة التصوير, أما في الخريطة فإن كل الأشياء تظهر بنسق واحد مهما بعدت المسافة. ولذا فالخريطة هي تمثيل لسطح الأرض كما ننظر إليها من أعلى, فنتمكن من رؤية منطقة كبيرة من أعلى, أكثر مما لو نظرنا إليها من أحد الجوانب.

## ثانياً: الكارتوجرافيا Cartography

يعتقد البعض أن علم الكارتوجرافيا فرعاً من فروع الجغرافيا, وهذا غير صحيح, لأن علم الكارتوجرافيا يختلف في طبيعته ومنهجه عن علم الجغرافيا, كما أن الكارتوجرافي يحتاج إلى إعداد خاص يختلف عن إعداد الجغرافي. صحيح أن الكارتوجرافي يفضل أن يكون لديه خلفية جغرافية, ولكن ذلك ليس شرطاً.

كلمة كارتوجرافيا هي في الأصل كلمة يونانية تتكون من مقطعين هما: كلمة chartes وتعني لوحة الورق, وكلمة Graphein وتعني يكتب أو يصور بالرسم.

## تعريف الكارتوجرافيا

تعرّف الكارتوجرافيا علي أنها علم وفن رسم الخرائط, وهي في حد ذاتها لغة للتعبير عن العلاقات المكانية، ويتجلى فن الكارتوجرافيا ليس فقط من خلال مرحلة تصميم الخرائط، بل ومن خلال عمليات استخدام الرموز والألوان والنصوص التي تعتبر في غاية الأهمية في الكارتوجرافيا الموضوعية الجغرافية، وعلى ذلك فعلم الكارتوجرافيا هو العلم الذي يهتم بعمليات رسم الخرائط وصناعتها, بدءاً من عملية المساحة الحقيقية على الأرض وحتى عملية طبع الخرائط على ورق، وتقدم البرمجيات

الكارتوجرافية ما عندها من قوائم الرموز الخطية والنقطية والمساحية ما يؤدي الغرض الذي أنشأت من أجله.

كان يشتمل علم الكارتوجرافيا قديماً على عمليات عديدة تبدأ من عمليات المسح الميداني أو الجوي, وحتى عمليات رسم الخريطة على ورق, وتتطلب عملية الرسم أساليب أخري لتحديد مقياس الرسم والأطوال علي الخرائط وكل ذلك يحتاج إلي عمليات حسابية معقدة يجب علي الكارتوجرافي أن يكون ملماً به ا ولكن بعد استخدام الحاسب الآلي أصبح هو الذي يقوم بكل هذه العمليات وبكل دقة وأصبح يعطينا نتائج سريعة ومذهلة.

## الخرائط والكارتوجرافيا بين النشأة والتطور:

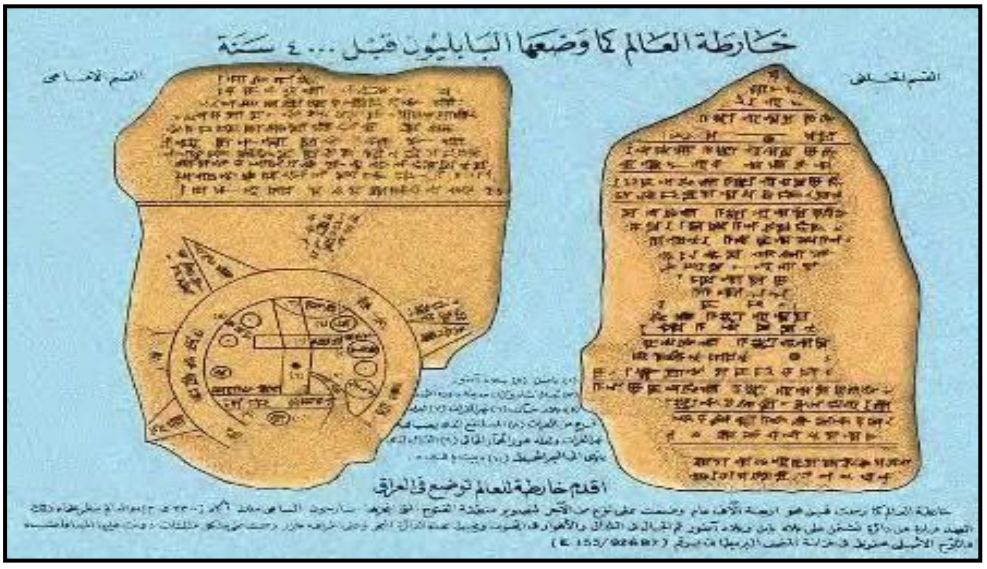
يرتبط تاريخ الخرائط وتطور صناعتها بتاريخ الإنسان وتطوره على سطح الأرض, حيث وجدت الخرائط بوجوده وتطورت بتطوره, وتشير الدلائل والأبحاث على أن الإنسان قد عرف الخرائط قبل معرفته الكتابة, وقد ساقته فطرته إلى تطوير وتمثيل بعض الظاهرات الجغرافية كالجبال والسهول والأنهار الأشجار بصورة بدائية على جدران الكهوف وعلى الرمال

كان أول استخدام للخرائط لتحديد الملكيات في الأراضي الزراعية وكذلك لقنوات الري وشوهدت الكثير من هذه الخرائط في العديد من المناطق الأثرية مثل مصر والعراق وكان التطور كالتالي.

## الخرائط البابلية:

أقدم خريطة للعالم عثر عليها في العراق في مدينة بابل، ويرجع تأريخ الخريطة لأربعة آلاف سنة قبل الميلاد، وكان الغرض منها توضيح شكل العالم أو الوجود، وكذلك مواقع الدول والأنهار، وكما تصوروها في ذلك الزمن، حيث ظنوا أن العالم على شكل قرص دائري تتوسطه بلاد بابل وذلك لمنحها خصوصية بين باقي الدول.

وتحيط الدول الأخرى ببلاد بابل والتي رمزوا لها بالدوائر ويحيط الأرض الدائرية بحر من كل الجهات، وهو الذي يظهر على شكل حلقة، أما المثلثات التي تقع خارجها فهي الجزر التي تقع في البحار والخطين العموديين في وسط الدائرة هما نهري دجلة والفرات، فقد اعتقد البابليون أن هذين النهرين ينبعان من شمال العالم إلى جنوبه، وتم استخدام التسميات لتحديد أسماء المناطق وكذلك استخدام الأشكال الهندسية المختلفة كرموز لكل منطقة ولم يوضع عنوان للخريطة أو السنة التي رسمت بها أو باقي عناصر الخريطة المعروفة.



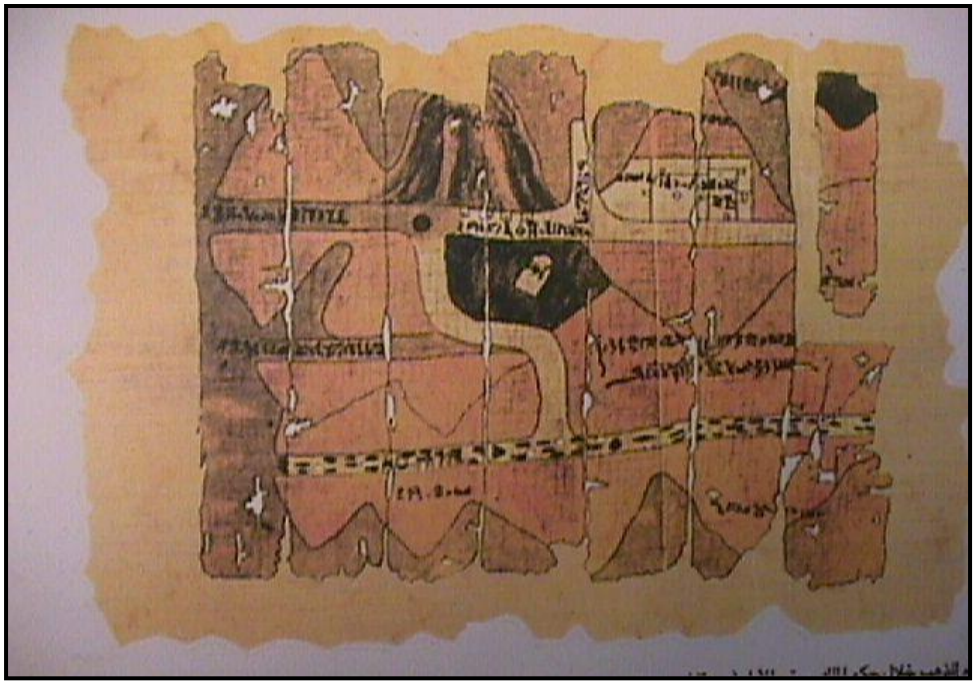

**خريطة العالم كما وضعها البابليون**

## الخرائط المصرية القديمة:

الخرائط المصرية القديمة أقل من البابلية كثيراً بسبب, أنها كانت ترسم على ورق البردي وهي مادة سريعة التلف بعكس البابليين حيث يرجع تاريخ أقدم خريطة مصرية إلى عام ١٣٢٠ ق. م. وهي تبين مواقع الطرق إلى منجم الذهب في صحراء الشرقية وكانت هناك خريطة الكادسترالية (التفصيلية), وذلك عن طريق تقسيم عقارات الأرض غير منتظمة الشكل إلى مثلثات تعلم بأوتاد الأرض والتي تعرف بالمثلثات الشبكية.

## الخرائط الصينية القديمة:

وقد رسم الصينيون خرائط تحدد الأرض الزراعية وتنظيم المياه وتوزيعها ولم يتم العثور على نسخ أصلية من هذه الخرائط بل وجد لها وصفاً في كتابات المؤرخين الصينية والتي يرجع تاريخها إلى سنة ٢٢٧ ق. م .

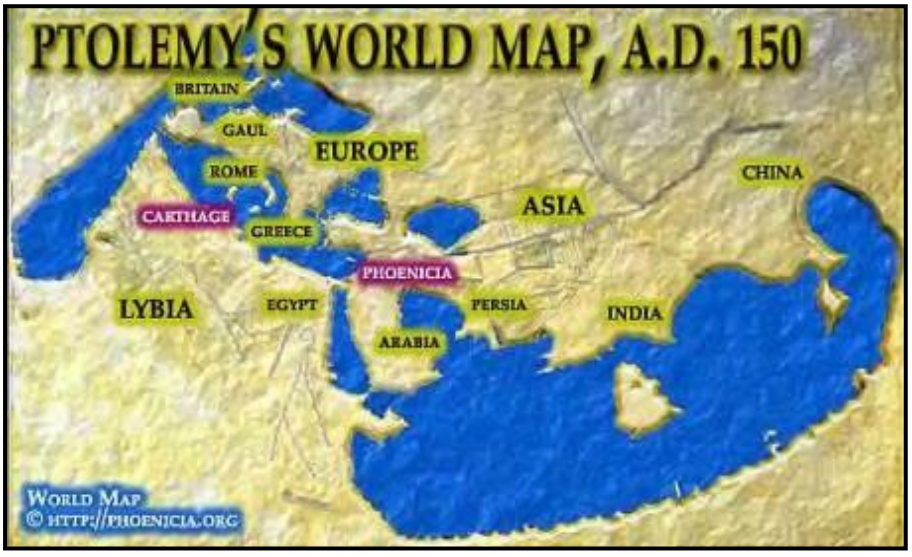


أقدم خريطة مصرية لمناجم الذهب

## الخرائط الإغريقية:

ظهرت عدة خرائط للعالم بعد ذلك، وقد ورث الإغريق صناعة الخرائط من المصريين وقام العالم أوكلاديوس بطليموس برسم خريطة للعالم سنة ١٥٠ بعد الميلاد اعتماداً على أجهزة قياس بدائية وبين نظرة الإغريق لشكل العالم في ذلك الزمن والتي افترضت أن العالم عبارة عن أرض مستوية تحيط بالبحار من كل الجهات، وبواسطة العالم بطليموس ولد علم الجغرافيا، حيث ألف كتاب حمل عنوان الجغرافيا.

ويعد هذا هو أول استعمال لهذا المصطلح، لذلك ربما تعد هذه هي البداية الفعلية لهذا العلم، وقد استعملت خريطة بطليموس لتوضيح شكل الأرض ولم تحتوي على الكثير من المعلومات.




خريطة العالم لبطليموس

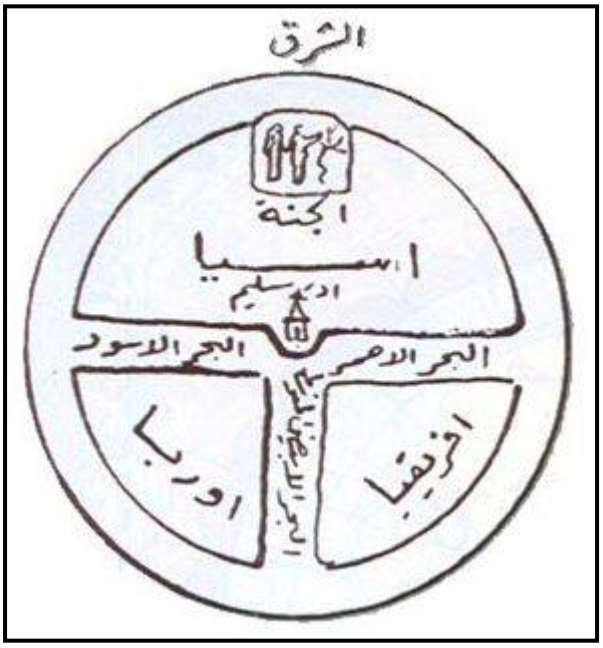
## الخرائط الرومانية:

حيث أخذ الرومان يصورون العالم كما صوره البابليون والصينيون وأوائل الإغريق على شكل قرص من روما مركزاً لهذا القرص كما أهملوا خطوط الطول ودوائر العرض.

خريطة من العصر الروماني

## خرائط العصور الوسطى :

كانت المعلومات الجغرافية متوقعة على العالم الأوروبي في الفترة المبكرة من العصور الوسطى فاستعان صناع الخرائط بالخيال والأساطير, ورسم العلماء المسيحيون خرائط العالم على غرار خريطة العالم الرومانية المستديرة كالقرص وجعلوا من (القدس) تحتل مركز العالم والجنة في أعلى الخريطة, وكان اتجاه الخارجة نحو الشرق في أعلى الخريطة.



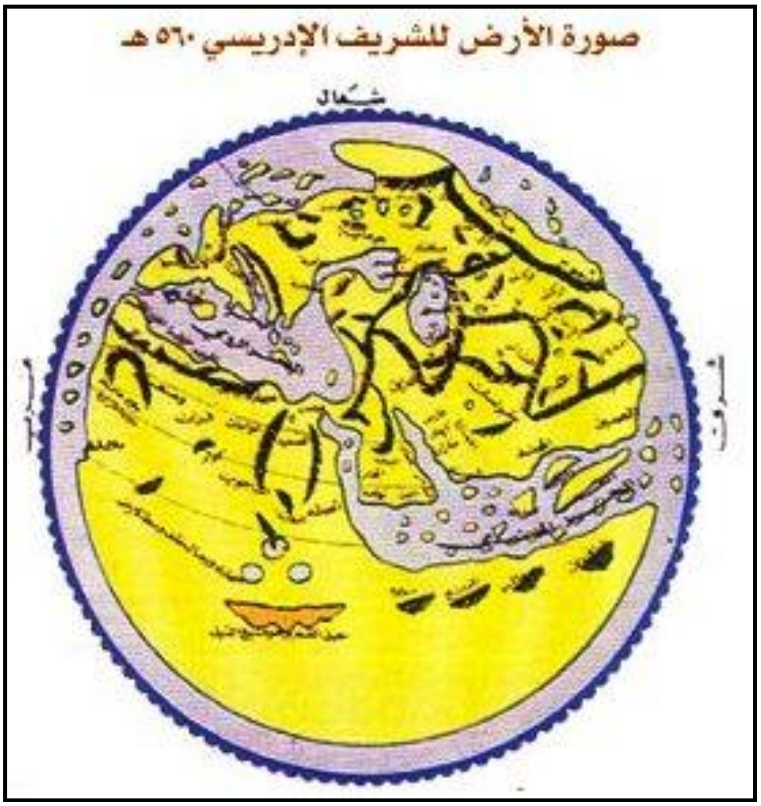

خريطة من العصور الوسطي

## خرائط العصر الإسلامي:

ساهم العرب في تطوير علم الخرائط وفنون صناعتها متأثرين بما وصل إليه الإغريق فقد أعاد العرب حساب طول الدرجة ووصلوا إلى نتائج دقيقة جداً وأنشئوا نماذج للكرات السماوية, ودرسوا مشكلة مساقط الخرائط, فانتقل الدراية بالخرائط من أوروبا إلى المراكز العلمية في بغداد وقرطبة ودمشق , وذلك في القرن السابع والثاني عشر الميلادي , وذلك بسبب دراية العرب

الواسعة بالرياضيات والفلك وحركة الترجمة وخاصة ترجمة كتابات بطليموس .

ويعد الخوارزمي واضع الأساس الأول من القرن التاسع الميلادي, ودرس علم المساحة وحساب المثلثات في الهند , وكان للمسعودي وخارطته عن العالم من أدق الخرائط العربية وكان يعتقد باستدارة الأرض ضمن خريطة خطين متعامدين إحداهما خط الاستواء وأعظم إضافة قدمها العرب إلى الكارتوجرافيا في خريطة الإدريسي للعالم في سنة (١١٤٥) ميلادي.




وقد رسم الإدريسي خرائط أخرى واستخدام الألوان فيها والشيء الملاحظ لخرائط العرب لأنها موجه نحو الجنوب وبذلك يكون في أعلى الخريطة لأن من خلاله يلتفون حول مكة المكرمة وبعد ظهور الإسلام والفتوحات الإسلامية دفعت العرب إلى الاهتمام بدراسة الظاهرات الجغرافية ورسم مصورات الخرائط لها للأسباب الآتية:

١- فرض النظام الإداري الإسلامي الجديد في جميع الضرائب والخراج.
٢- بناء طرق جديدة وتحديد المسافات وظروف السفر.
٣- نشاط حركة التجارة في البر والبحر.
٤- العمل الديني وتنشيط حركة الإسفار وحج البيت .
٥- تشجيع الإسلام بطلب العلم وتشجيع الخلفاء بالعلم والعلماء .
٦- تحديد بدايات الصوم والصلاة والفضل في دراسة الفلك والرياضيات وصناعة الساعات الشمسية وتحديد اتجاه القبلة وأن أول خريطة هي التي أمر بصفها الحجاج بن يوسف الثقفي عام (٨٩) هجري . ومن ثم الخريطة المأمونية ومن ثم أطلس الإسلام.

## عوامل ارتقاء فن الخرائط الإسلامية:

١- ما نقله الجغرافيون المسلمون وغيرهم من دراسات جغرافية وخرائط عن الأمم السابقة ومنهم المسعودي.
٢- تأثير الجداول الفلكية أو كتب الأزياح منهم الخوارزمي والبيروني.
٣- الرحلات الجغرافية في داخل العالم الإسلامي وخارجة منهم ابن بطوطة.
٤- مناهج الجغرافيين المسلمين في رسم الخرائط باعتمادهم على الرؤية والمشاهدة وجمع المعلومات منهم ابن حوقل والمقدسي والإدريسي .
٥- ما استفاد بعض الجغرافيين من علم الملاحة وخاصة الخرائط أو المرشدات البحرية منهم المقدسي.

## مراحل تطور علم الخرائط على أيدي الجغرافيين المسلمين:

ميز ألد وميلي بين ثلاثة عهود مختلفة وهي:

**المرحلة الأولى:** ويمثلها في القرن الثالث الهجري (الخوارزمي) وهذا هو فن الخرائط المنسوب إلى بطليموس .

**المرحلة الثانية:** وهي مرحلة القرن الرابع الهجري, وقد جاءت على خلاف الأولى وكانت مستقلة تماماً في التطور العام والتنفيذ وهي خرائط (أطلس العالم), للبلخي والاصطخري وابن حوقل والمقدسي.

**المرحلة الثالثة:** ويمثلها الإدريسي في القرن السادس على وجه الخصوص, وهنا تأخذ ضروب العناية بالجغرافية الرياضية ويتسع الرسم من جديد فيشمل العالم المعروف.

## تطور الكارتوجرافيا في عصر النهضة:

شهدت الخرائط هذه الفترة نهضة كبرى في أوروبا بعد التدهور الذي مرت في العصور الوسطى , وترجع نهضة الكارتوجرافيا إلى ثلاث أسباب:

١- إحياء جغرافية بطليموس.

٢- استخدام الحفر والطباعة.

٣- الكشوف الجغرافية العظيمة.

ففي عام ١٤٥٠م ترجم كتاب بطليموس (الجغرافيا ) من اليونانية إلى اللاتينية, ظلت جغرافية بطليموس تؤثر في التفكير الكارتوجرافي , ونتيجة لهذه الأسباب نشأت مدارس لرسم الخرائط أثناء عصر النهضة:

### أولاً: المدرسة الإيطالية:

لأنها تتمتع بمركز جغرافي ممتاز وسط العالم . وتقدم الملاحة بها ومشاركة ملاحيها في الكشوف الجغرافية, وتعد خرائط بورتلان البحرية من أشد خرائطها. وطبقت جغرافية بطليموس لأول مرة إيطاليا وفقدت بعدها إيطاليا هذا المركز نتيجة تحول طرق التجارة الأوروبية في البحر المتوسط إلى المحيط الأطلسي وطريق رأس الرجاء الصالح.

### ثانياً: المدرسة الهولندية:

ظهرت فيها مجموعة من أكبر صناع الخرائط العالم, وطرقها ونشرها بعدة لغات أوروبية والسبب هو بروز هولندا كقوة بحركية ومركز تجاري ممتاز في الدور الأوروبية وتكوين مستعمرات لها فيما وراء البحار مما سهل لهم بجمع المعلومات الذهبي للكارتوجرافيا ويعد مركيتور بحث الكارتوجرافيا الهولنديين وبرز شهرته في مسقطه بمسقط مركيتور, وكلمة أطلس ظهرت لأول مرة في هذا العمل, وقصد فيه مجموعة من الخرائط.

**ثالثاً : المدرسة الفرنسية: IGN**

ومؤسسها نقولا سانسون, وقد نشروا مجموعة من خرائط الأطلس والطرق والأنهار في فرنسا.

**رابعاً: المدرسة الإنجليزية :**

بإنتاجهم بأطلس الإمبراطورية البريطانية العظمة طبع ١٤ مرة في نهاية القرن الثامن عشر, وجاء من بعدهم أدموند هالي E.Hall وجاء بخرائطه الميتورولوجية وخرائط الانحراف المغناطيسي .

**خامساً: المدرسة الألمانية:**

ومنهم سبستيان مونستر S.Munster وضع نماذج الكرة الأرضية وخرائط وسط أوربا , واهتموا بالخرائط الطبوغرافية.

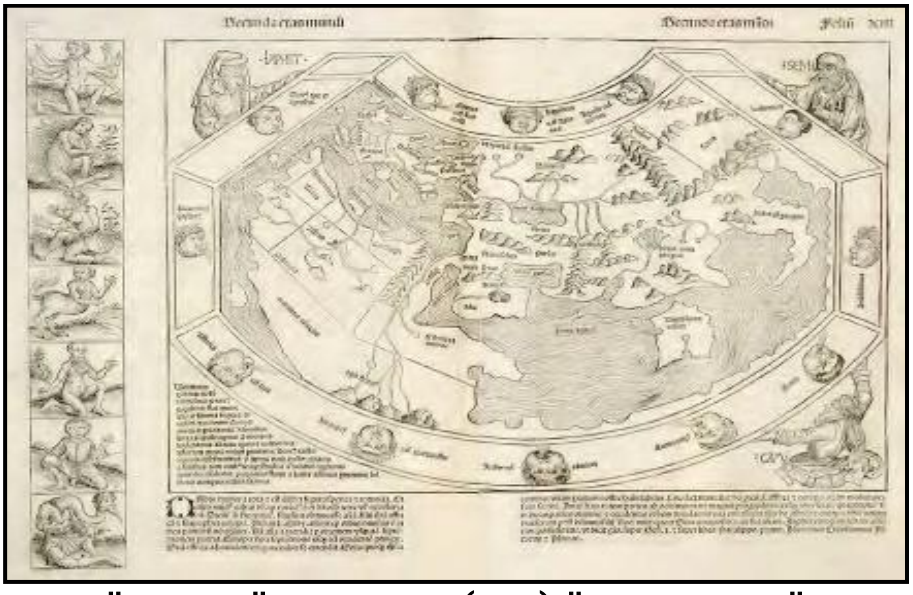
## الكارتوجرافيا في عصر الإصلاح والتجديد:

امتد هذا العصر طوال فترة القرنين الثامن عشر والتاسع عشر وظهر أسلوب التجديد والتغيير وكان دوافع ذلك منها: تطور الأدوات والآلات الملاحة والمساحة والتي أضفت الكثير إلى دقة الخرائط. وكذلك أدت حركة الارتياد والكشف إلى ملء الأجزاء الداخلية من القارات, وقيام القوة البرية وجنون بناء الإمبراطوريات التي أدت إلى الحاجة الملحة لتوفر خرائط دقيقة, وانتقل مركز إنتاج الخرائط من هولندا إلى فرنسا فقاسوا قوس

خط الطول عن طريق المساحة بشبكة المثلثات وإرسال البعثات إلى أمريكا اللاتينية وقياس نصف القطر. القطبي والاستوائي , وقاموا برسم عدة خرائط للعالم ورسم خريطة طبوغرافية دقيقة لفرنسا في ١٨٢ لوحة, وبعدها ظهرت الكارتوجرافيا الإنكليزية وأصبحت لندن مصنعاً لإنتاج الخرائط.

كثرت المعلومات في خرائط القرون اللاحقة لخريطة بطليموس ففي خريطة رسمت سنة ١٤٩٣م وضعت رموز لمكونات سطح الأرض من جبال وبحار وأنهار وكذلك أسماء المناطق.

من المشكلات التي واجهت علم رسم الخرائط (الكارتوجرافيا) هو مكان وضع نقطة الأصل لسطح الأرض والتي يتم من خلالها تحديد موقع كل جسم على سطح الأرض.



"هارتمان شيدل" (١٤٩٣) قطع خشبية "نورمبرغ"

وقد أُختيرت مدينة لندن لهذا الغرض حيث نلاحظ إننا إذا اعتمدنا هذا الخيار فأن كل القارات تظهر غير مقسمة فإذا ما غيرنا مكان نقطة الأصل فإننا إما سنقطع جزء من قارة أمريكا أو سنقطع جزء من قارة أسيا، لذا يمر خط الطول رقم صفر (خط الزوال) بمدينة غرينتش الإنجليزية (Greenwich).

**خريطة مارتن فالدسيمولر ١٥٠٧ بعد اكتشاف الأمريكتين**

أما خط العرض رقم صفر فهو خط الاستواء المعروف وهكذا بدأت الخرائط تتوحد في شكلها بعد أن اتُفق على مكان نقطة الأصل لسطح الأرض.

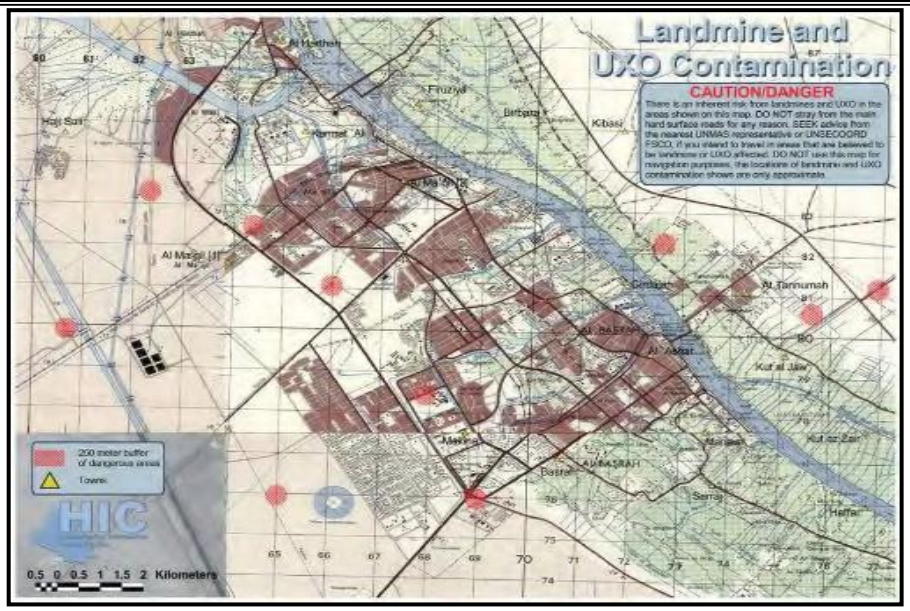
**خريطة توماس واندروس، بوسطن ١٧٩٦**

في الشكل السابق خريطة رسمت عام ١٧٩٦م يوجد بها أغلب متطلبات الخرائط مثل: عنوان الخريطة وسنة الرسم وشريط المقياس، إضافة إلى أسماء المناطق واستخدمت هذه الخرائط في السفر لتحديد الاتجاهات.

## الكارتوجرافيا في القرن العشرين:

تطورت صناعة الخرائط (الكارتوجرافيا) واستقلت عن علم الجغرافيا، وقد ظهرت الكثير من الاكتشافات التي زادت من تعقيد عملية رسم الخرائط، ومع نمو المدن واستخدام شبكات الماء والمجاري والشوارع والاهتمام بمناطق السكن، وكيفية انتشارها وحمايتها من المؤثرات الخارجية زادت الحاجة إلى استخدام الخرائط لحفظ تلك المعلومات، وهنا ظهرت مشكلة صعوبة خزن كميات كبيرة من البيانات والخرائط والتي نحتاجها لتغطية كل المدن.

يعرض الشكل التالي معلومات بسيطة للمناطق السكنية وشبكات الشوارع، إضافة إلى بعض البيانات الأخرى فإننا نقوم برسم لوحة خاصة بذلك تعتمد مساحتها على الدقة التي نريد وتزداد المساحة كلما أردنا عرض تفاصيل أكثر ولو أردنا لوحة تعرض أنابيب الماء وخطوط الهاتف وبدقة مناسبة فسنحتاج إلى مساحة كبيرة جداً فلو افترضنا أن المدينة مساحتها ١٠٠ كم مربع ورسمنا بمقياس رسم مناسب مثل١:٢٠٠ فإننا سنحتاج إلى لوحة مساحتها بحدود ٥٠ متر مربع مما يضطرنا إلى تقسيم اللوحة إلى أجزاء أصغر وهذه المشكلة جعلت استخدام الخرائط محدود بسبب حاجتها إلى خبراء من ذوي الاختصاص لرسمها، إضافة إلى تكلفتها العالية وصعوبة الحفاظ عليها من التلف.




**خريطة طبوغرافية حديثة**

**حظيت الكارتوجرافيا في هذا العصر بخطوات كبيرة وذلك للأسباب التالية:**

١- نشأة عمليات المساحة المنظمة التي تشرف عليها حكومات كالهند واليابان وأمريكا وكندا ثم مصر, وبخاصة بظهور أجهزة التيودوليت التي تستخدم لقياس الزوايا الأفقية بين نقطتين مرئيتين مساحياً قياسياً دقيقاً , وقياس الزوايا الرأسية.

٢- ابتكار طرق جديدة للطباعة وإصدار الخرائط كالطباعة على الحجر باستخدام عديدة من الألوان وعلى الأوراق وعلى النحاس.

٣- توحيد القياس وهو إنشاء النظام المتري وتحديده بنسبة أو كسر بياني مثلا ١: ٢٥٠٠.

٤- إنتاج الخرائط الطبوغرافية مكن الكثير من جهات الأرض إلى تصغير هذه الخرائط وإصدارها في شكل أطالس.

٥- تطور العلم وتفرعه في كافة الميادين مثل الجيولوجيا, الزراعة الاقتصاد .. الخ, وفي الولايات المتحدة الأمريكية إضافة الأمريكيون للكارتوجرافيا تمثلت الخريطة التي عرفت (الخريطة الفيزيوغرافية), والذي أنشأها وليم ديفز وطورها روبك ورايز

وربنسون. رغم الحربين العالميين أحدثنا ثورة في صناعة الخرائط, ظهرت مشاريع كبيرة في ميدان التخطيط والإقليمي وخرائط استخدامات الأرض, ومشروع خريطة العالم الدولية بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ .

**أما أهم العوامل التي أدت إلى تقدم الكارتوجرافيا في القرن العشرين وهي:**

١- تطور طرق طبع ونشر الخرائط منها: الطبع الفيزوجرافي، وطريقة الحفر.

٢- تطور المساحة الفوتوجرامترية أي علم القياس من الصور الجوية (أي إنشاء خرائط الطبوغرافية من الصور الجوية المأخوذة رأسياً من طائرة متحركة) .

٣- تطور أساليب البحث العلمي وتطور نظم الحكم والإدارة والتخطيط العلمي.

٤- ظهور نظم المعلومات الجغرافية وخرائط الحاسب ونظم GPS وتطورها.

## التقنيات الكارتوجرافية الحديثة في رسم الخرائط

شهد علم الخرائط تطوراً سريعاً خلال القرن العشرين، وذلك نتيجة عوامل عديدة منها قيام الحربين العالميتين وتقدم العلوم الطبيعية والاجتماعية التي تعني بالظاهرات المختلفة وبأنماط توزيعها على سطح الأرض، مثل علوم الجيولوجيا والبحار والتربة والمناخ والجغرافيا والاقتصاد والسكان والسياسة وغيرها. فقد تطلبت العمليات الحربية، وكذلك العلوم المختلفة تنوعاً عظيماً في استعمال الخرائط الدقيقة؛ الأمر الذي حث على تغيير أساليب الخرائط نفسها وتطوير الطرق الفنية في رسمها مثل انتشار طرق التصوير الجوي في العمليات المساحية، وتطور أساليب طباعة ونشر الخرائط، وكذلك تطور الأدوات والأساليب الفنية المستخدمة سواء في عمليات المساحة أو الرسم.

ومع هذا التقدم العظيم تفرع علم الخرائط إلى فروع وتخصصات مختلفة؛ أهمها الفروع التي تتخصص في عمليات المساحة وإنشاء الخرائط الطبوغرافية والبحرية والخرائط العسكرية بصفة عامة، وهذه يقوم بها علماء خرائط (كارتوجرافيون) يعملون في أقسام المساحة سواء كانت تابعة لمصالح مدنية أو عسكرية في الدول المختلفة.

وهناك أيضا علماء خرائط يتخصصون في أنواع مختلفة من الخرائط الخاصة (أو الخرائط الموضوعية) التي تصمم لتمثيل خصائص توزيع ظاهرة أو ظاهرات معينة في منطقة من المناطق؛ مثل خرائط استخدام الأرض أو خرائط المناخ أو خرائط الظاهرات الاقتصادية والسكانية والعمرانية بكل أنواعها، وهذه كلها خرائط مفيدة في تحليل مشكلات وإمكانات المناطق المختلفة، ويهتم بهذا النوع من الخرائط مختلف الدارسين في العلوم الطبيعية والاجتماعية، ومنهم الجغرافيون بالطبع، فالدارسون في مثل هذه العلوم يتناولون الخرائط الأساسية (مثل الخرائط الطبوغرافية )، ويضيفون عليها علاقات جديدة وبيانات خاصة، ومن ثم يصممون ما اصطلح على تسميته بشكل عام ''خرائط التوزيعات'' وهي الخرائط التي تعينهم خلال دراستهم العلمية على فهم وتفسير المركب الطبيعي والاجتماعي على سطح الأرض.

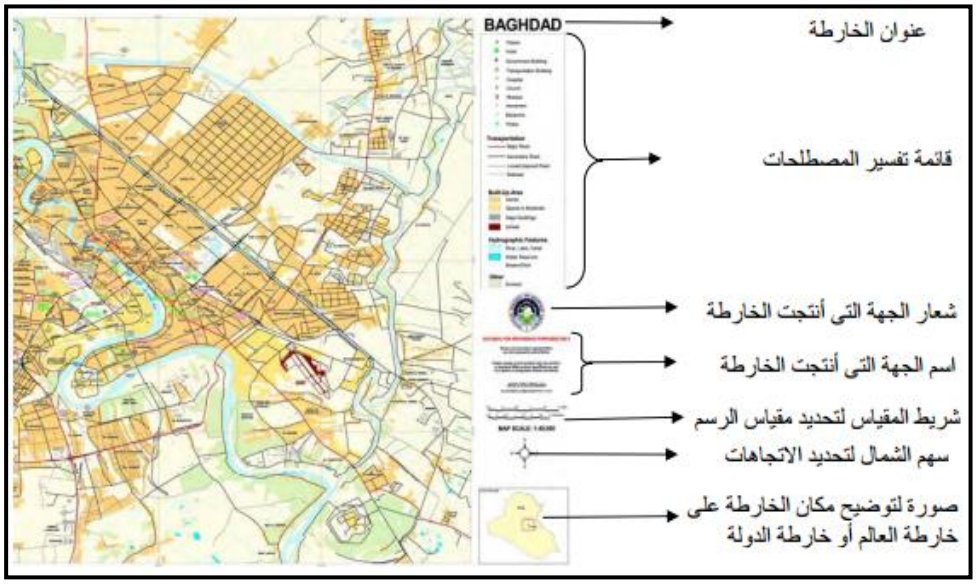
وقد اهتمت دول العالم المختلفة خلال القرنين الماضيين برسم الخرائط لأراضيها، وكان هذا الاهتمام يختلف من دولة لأخرى على حسب تقدم عمليات وطرق المساحة في كل منها. ومما تجدر الإشارة إليه أن الحكومات في الدول هي الهيئات الوحيدة التي تقوم بنشر وإصدار الخرائط، أي أن رسم الخرائط يعتبر عملاً رسمياً تقوم به الحكومات دون الأفراد، ففي مصر مثلاً يوجد جهتين لرسم وإصدار الخرائط أولهما: الهيئة المصرية العامة للمساحة، وثانيتهما: الهيئة الجيولوجية المصرية، إضافة إلي وحدة نظم المعلومات الجغرافية بمركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

بإشراف من هيئة المساحة المصرية وأيضاً هيئة المساحة العسكرية تصدر الخرائط.

## الأساسيات الكارتوجرافية الحديثة للخريطة Map basics

لكل خريطة ترسم أساسيات إذا وجدت كانت الخريطة كاملة ومفيدة، وإذا غاب بعض هذه الأساسيات أو كلها أصبحت الخريطة قليلة الجدوى أو عديمة الفائدة، وتمثل هذه الأساسيات العمود الفقري للخريطة وهذه الأسس هي:

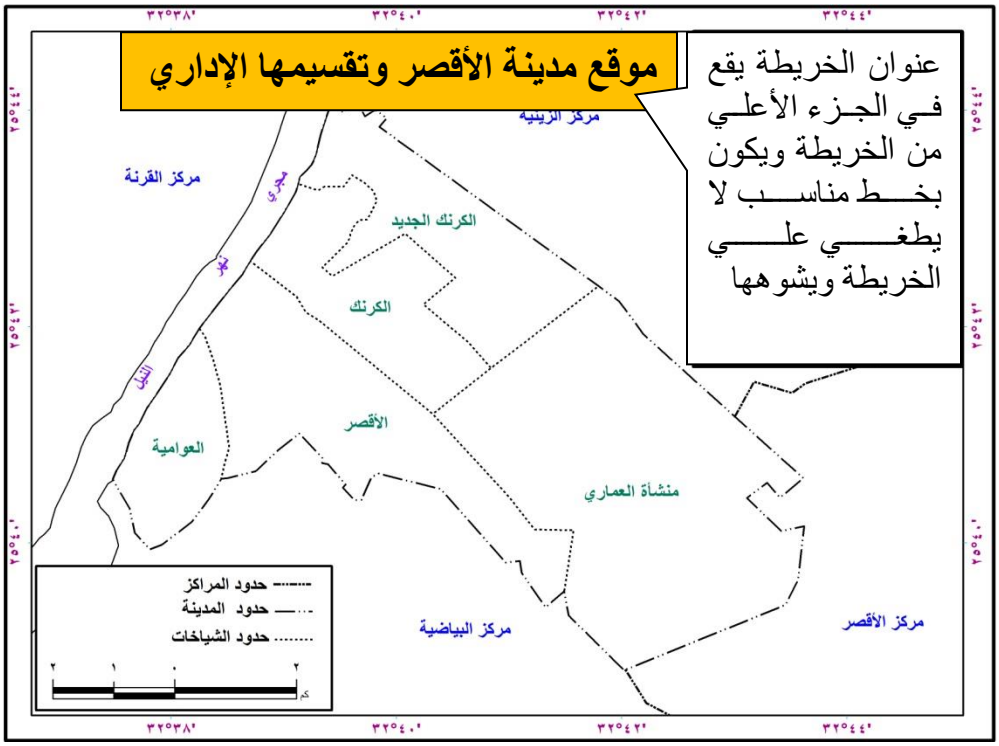
١- عنوان الخريطة.
٢- مقياس الرسم.
٣- إطار الخريطة.
٤- دليل الموقع.
٥- الإحداثيات الجغرافية وخلفية الخريطة.
٦- مفتاح أو دليل الخريطة.
٧- الاتجاه.
٨- الملحق.




وسيتم في هذا الجزء تناول هذه الأسس بصورة عامة.

### عنوان الخريطة : Map Title

يعد بمثابة أسم لها يميزها عن غيرها ويسهل على القارئ معرفة الهدف الذي رسمت من أجله، ولو وقع نظر أي منا على خريطة لا عنوان لها فإنه يصعب عليه الاستفادة منها، وكثيراً ما يختار أسم الخريطة قبل رسمها، ولذا فأن من يقوم بأعدادها ورسمها يكون على بينه منذ البداية بالأشياء التي توضحها الخريطة.




يبدأ قارئ الخريطة قبل كل شيء بملاحظة عنوانها أو اسمها، فالعنوان هو مرآة الخريطة يعكس بصدق محتواها، فمثلا الخريطة التي عنوانها توزيع السكان في العالم تدل على أن الظاهرة التي توضحها هذه الخريطة خاصة بتوزيع السكان في جميع جهات العالم، هذا بالنسبة لكل الخرائط تقريباً باستثناء الخرائط الطبوغرافية. فهذه الأخيرة يحمل عنوانها اسم الإقليم الذي تغطيه الخريطة كالقاهرة، أو الدلتا، أو الإسكندرية مثلا، وذلك لأن محتوى الخرائط الطبوغرافية لا يتغير وإنما الذي يتغير هو المكان فقط.

عنوان الخريطة يجب أن يوضح معلومتين أساسيتين الأولى اسم المنطقة التي تعرضها الخريطة أما المعلومة الثانية فهي نوع البيانات التي تعرضها الخريطة مثل خريطة البنية التحتية لمدينة قنا أو خريطة الشوارع الرئيسية لمدينة قنا أما إذا كانت الخريطة تحوي أنواع مختلفة من البيانات فيفضل وضع اسم المنطقة لوحده كعنوان للخريطة.

يعتمد وضع قواعد أساسية لشكل عنوان الخريطة على؛ نوع الخريطة، وموضوعها، والغرض منها، ولكن هناك بعض الملاحظات التي يجب مراعاتها عند كتابة عنوان الخريطة من أهمها:

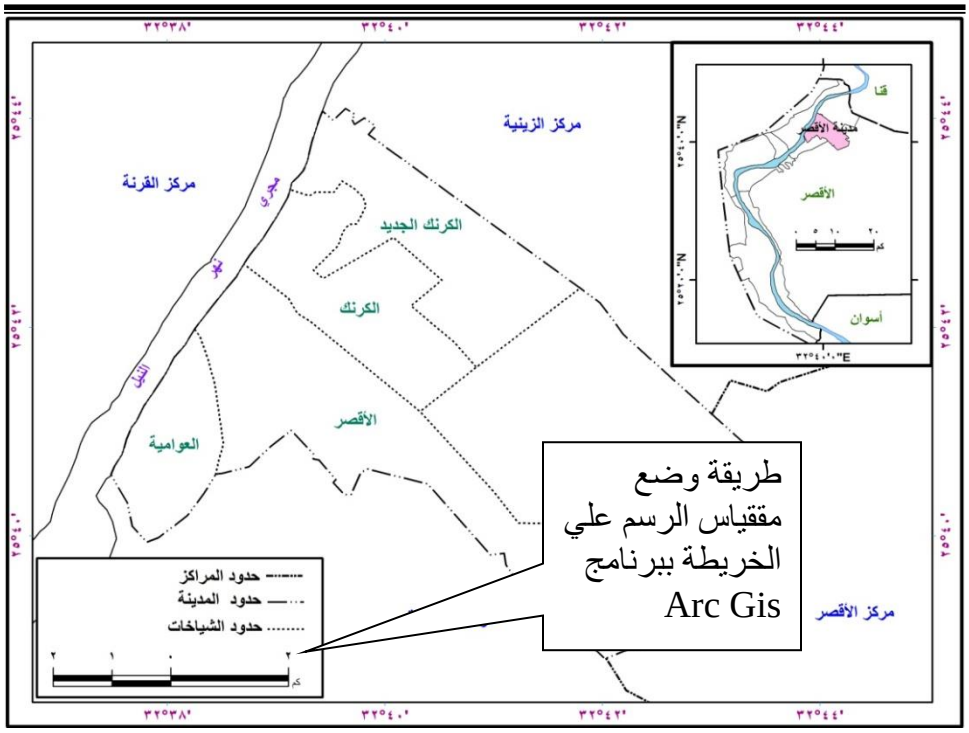
١- أن العنوان يجب أن يوضح الغرض الذي من أجله أنشأت الخريطة.

٢- يجب أن يكون من البروز بدرجة تلفت النظر عند قراءة الخريطة، وذلك من حيث نوع الخط وحجمه بحيث يتلاءم حجم العنوان مع حجم الخريطة. فيجب ألا يكون صغيراً جداً بحيث تصعب قراءته ولا كبيراً جداً بحيث يطغى على الخريطة فيشوه منظرها.

٣- يستحسن أن يكتب العنوان في وسط الجهة العليا من الخريطة.

## **مقياس الرسم**: Scale

الخريطة أداة ضرورية لتزويد الإنسان بالمعرفة الجغرافية، ولما كان العالم الحقيقي أكبر من أن تستوعبه ورقة الرسم فقد عرفت الخرائط دائما على اختلاف أنواعها بأنها صورة مصغرة للواقع، إذ يستحيل رسم أي موقع على سطح الأرض الكروي بنفس أبعاده على مساحة متماثلة من الورق، ومن هنا كانت الحاجة إلى تصغير المساحة المرسومة وذلك بإيجاد نسبة بين ما يرسم على الورقة وبين ما يمثله على سطح الأرض، وهذه النسبة تسمى مقياس الرسم.




وبشكل عام يمكن القول: إن مقياس رسم الخريطة يكون كبيراً إذا كانت النسبة بينه وبين ما يمثله على سطح الأرض صغيرة مثل مقاييس ١ : ٢٥٠٠٠، ١ : ٢٥٠٠، ١ : ٥٠٠، إلى أن نصل إلى ١:١٠٠ وهو أكبر أنواع المقاييس المستخدمة في معظم دول العالم ويكون المقياس صغيراً كلما كبرت النسبة مثل مقياس ١:١٠٠٠٠٠، ١:٢٥٠٠٠٠، ١:٤٠٠٠٠٠، ١: ١٠٠٠٠٠ .

ومعنى أن نقول إن مقياس رسم هذه الخريطة هو ١:١٠٠٠ مثلاً فذلك يعني أن كل وحدة على الخريطة يقابلها ١٠٠٠ وحدة مماثلة على الطبيعة، أي أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ١٠٠٠ سم في الطبيعة. وترجع أهمية وجود المقياس على الخريطة إلى أنه الأساس الذي يمكن الاعتماد عليه في معرفة أي مسافة أو مساحة على الخريطة، وبالتالي في الطبيعة، فعلى سبيل المثال إذا كانت المسافة بين مدينتين على لخريطة هي ٨,٤ سم وكان مقياس رسم هذه الخريطة هو ١:١٠٠٠٠٠ لكان معنى ذلك أن المسافة بين المدينتين على الطبيعة هي ٨٤ كم، (بعد التحويل من السنتيمتر

إلى الكيلومتر)، حيث إن مقياس الخريطة هنا يعني أن كل اسم عليها يقابله ١٠كم في الطبيعة.

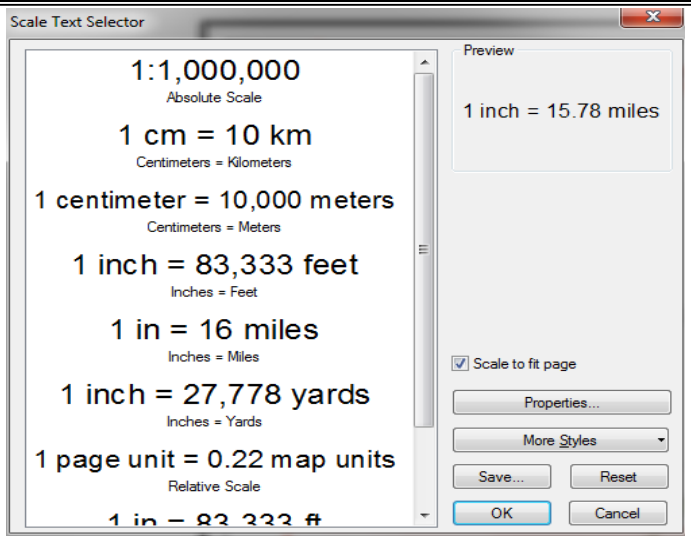
وعلى الرغم من أهمية وجود مقياس الرسم كأساس من أسس الخريطة إلا أنه ينبغي أن يستخدم بحذر عند قياس المسافات، وخاصة إذا كانت الخريطة ذات مقياس صغير، وذلك انطلاقا من أن قياس المسافة أفقيا على المستوي (ورقة الرسم) يختلف عن قياس المسافة على الشكل المقوس ( شكل سطح الأرض)، ومن هنا كان مقياس الرسم في الخرائط ذات المقياس الصغير أقل دقة من مقياس الرسم في الخرائط ذات المقياس الكبير حيث تمثل مساحة صغيرة من سطح الأرض، وبالتالي يكون فيها التقوس محدود.

وهناك شبه اتفاق على تصنيف مقاييس الرسم من حيث الشكل إلى نوعين هما:

## ١ ـ المقاييس الكتابية.

استخدمت المقاييس الكتابية قديماً على الخرائط ويصعب مع هذا النوع من المقاييس معرفة الأبعاد الحقيقية بين الظاهرات في الطبيعة بشكل مباشر، كما أنها تتأثر بعمليات التكبير والتصغير التي تجرى للخرائط أحيانا، وتتخذ هذه المقاييس أشكالا عديدة منها:

أ ) المقياس الكتابي: وفي هذا النوع من المقاييس يلجأ المصمم إلى أسلوب الكتابة على الخريطة بشكل مباشر وتوضح الكتابة هنا نسبة التصغير، فمثلا نقول أن مقياس الخريطة هو سنتيمتر لكل كيلومتر.



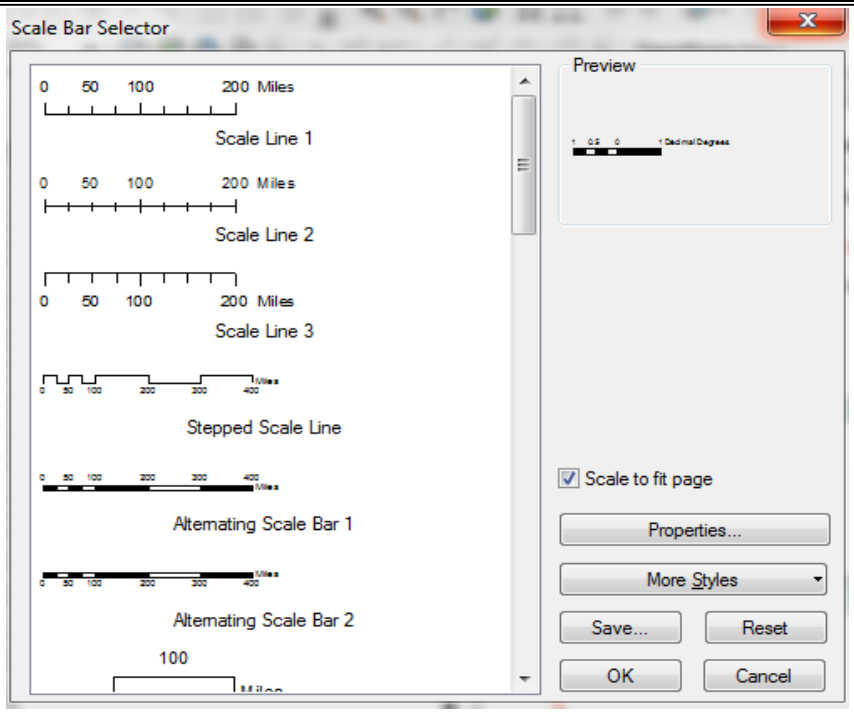

**تصميم المقياس الكتابي علي برنامج Arc Gis**

ويزيد من صعوبة هذا المقياس أن تستعمل إحدى الدول بعض وحدات القياس غير المألوفة عالميا فيصعب إدراك قيم المقياس وهذه تعد صعوبة أخرى تضاف إلى الصعوبة الكبرى والمتمثلة في خطأ القياس مع هذا النوع من المقاييس بعد إجراء عمليات التكبير والتصغير.

ب) مقياس الكسر البياني ويسمى أحيانا المقياس العددي ويكتب في صورة كسر بياني أو صورة نسبة ١: ١٠٠٠، أي كل وحدة قياسية على الخريطة تقابلها ١٠٠٠ وحدة على الطبيعة.

## ٢ ـ المقاييس الخطية:

ويبدو فيها مقياس الرسم في شكل مرسوم ومكتوب وهذا النوع من المقاييس تتفوق في وظيفتها عن النوع الأول، وذلك انطلاقا من تغلبها على بعض صعوبات استخدام المقاييس الكتابية، فهي على سبيل المثال لا تتطلب إجراء القياس المباشر عند الاستخدام، إذ يستطيع المستخدم لهذا القياس أن يتعرف على الأبعاد الحقيقية من خلال وضع المسافة المطلوب قياسها على المقياس المرسوم نفسه ومن ثم قراءة الأرقام الواقعة يعني سهولة القراءة واستخلاص المعلومة.




**تصميم المقياس الخطي علي برنامج Arc Gis**

لا تتأثر عمليات القياس بالمقاييس الخطية بعد إتمام عمليات التكبير والتصغير لكونها مرسومة، أي أن أي تكبير أو تصغير سيتم معه تصغير أو تكبير خط المقياس المرسوم نفسه وبالتالي فلن يكون هناك أدنى تشويه أو أخطاء في معرفة الأبعاد على الخرائط ومن ثم في الطبيعة.

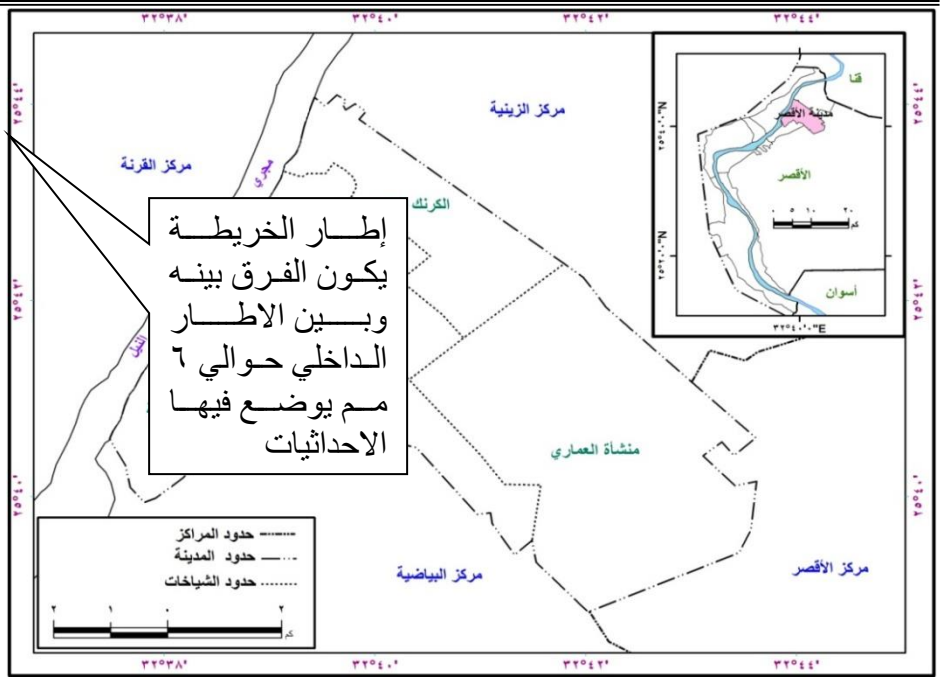
وليس هناك طول محدد لرسم المقياس الخطي بل يتوقف ذلك على حجم الخريطة، وأيضا مقدار مساحة اللوحة الممثل عليها الخريطة، فالأمر إذن يعتمد على مدى التناسب بين طول خط المقياس وأبعاد الخريطة نفسها، فإذا كان حجم الخريطة كبيرا يستحسن استعمال مقياس خطي طويل نسبيا ؛ من ٦ إلى ١٠ سم كأقصى حد. أما إذا كان حجم الخريطة صغيرا فيستحسن استعمال مقياس خطي يتناسب مع هذا الحجم ؛ ٢ أو ٤ سم، حسب الحالات. ولكن على الرغم من عدم الاتفاق على الطول المثالي لخط المقياس

إلا أن هناك شبه اتفاق على بعض القواعد التي ينبغي مراعاتها في تصميم المقياس الخطي وهي كالتالي:

- ☒ أن تقاس وحدات القياس بالسنتيمتر لتعبر عن الأبعاد على الخريطة بينما تكتب أعلى الخط قيم المقياس في الطبيعة سواء بالمتر إذا كان المقياس كبيرا جدا أو بالتحويل إلى وحدة قياسية أكبر وهي الكيلومتر إذا كان المقياس صغيرا، وذلك للتخلص من العدد الكبير من الأصفار.
- ☒ لسهولة قراءة المقياس يفضل أن يصمم خطين متوازيين لا يزيد الفرق بينهما عن ١ مم على أن تلون بعض وحدات المقياس بالأسود وتترك الأخرى بيضاء وذلك لتسهيل القراءة.
- ☒ في حالة المقاييس الكبيرة، يستحسن أن يحتوي المقياس الخطي على وحدة تقع على الطرف الأيمن للمقياس تكون مقسمة إلى أجزاء السنتيمتر، وهذه الطريقة تفيد في قياس الأجزاء الدقيقة من القياس، مثل ١.٥ سم أو ٢.٨ سم أو ٥.٢ سم الخ..
- ☒ في حالة تزاحم وتداخل الأرقام رغم تحويلها يستحسن أن يكون الترقيم لكل ٢ سم بدلاً من ١ سم.

## إطار الخريطة: Map Frame

توضع معظم الخرائط داخل إطارات مستطيلة الشكل تتكون في أبسط صورها من خط واحد بسيط. وقد يرسم الإطار في شكل خطين متوازيين. وإذا استخدم في الإطار خطان متوازيان فالمسافة المناسبة بينهما تكون ٦ ملليمترا وذلك حتى يمكن كتابة أرقام خطوط الطول ودوائر العرض. وفي بعض الأحيان يقطع الخط الداخلي للإطار وتكتب خلاله الأرقام ولكن يجب أن يكون الخط الخارجي للإطار سميكا نسبياً ومتصلا دون أي قطع. ويمكن أيضا أن يكون الإطار الداخلي للخريطة ملفتا للنظر بأن يلون باللون الأبيض والأسود حسب درجات الطول والعرض.




**شكل يوضح إطار الخريطة**

يلاحظ في الوقت الحالي أن الاتجاه السائد يتسم بالبعد عن الزركشة وتبني البساطة في رسم إطارات الخرائط.

يعتقد البعض أن الإطار للخريطة شئ كمالي ولكن للإطار أهمية كبيرة نوضحها فيما يلي:

١- تحديد امتداد الجزء الذي تمثله الخريطة من الطبيعة.

٢- تسهيل وضع شبكة خطوط الطول ودوائر العرض على الخريطة.

٣- تحديد الأماكن التي تخصص لكل من عنوان الخريطة ومصطلحاتها.

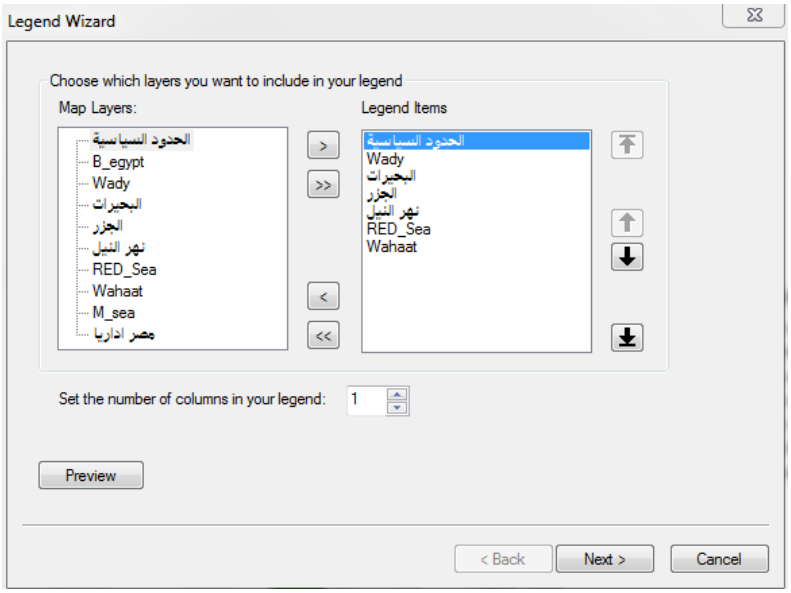
٤- في حالة عدم رسم خطوط الطول ودوائر العرض يكتفي برسم شرطات صغيرة علي حواف الإطار الداخلي للخريطة ومن ثم كتابة تلك الخطوط والدوائر بحيث يمكن قراءتها بسهولة.

٥- في حالة وضع الخريطة ضمن كتاب فإنه يسهل وضع رقم الصفحة خارج إطار الخريطة لكي يسهل الإشارة إليها في الصفحة الخاصة بخرائط الكتاب وأشكاله.

## مفتاح الخريطة( دليل ): Map Legend

يعرّف مفتاح الخريطة بأنه عبارة عن دليل يضم المصطلحات والرموز التي تمثل جميع الظاهرات الموجودة على الخريطة.

يعتبر مفتاح أو دليل الخريطة من الأساسيات التي لا يمكن إغفالها عند رسم الخرائط وذلك لأنه يشرح ما تمثله الرموز والعلامات الاصطلاحية المختلفة في رسم الخريطة وهناك قاعدة أساسية يتبعها مصممو الخرائط وهي عدم استخدام أي رمز في الخريطة إلا إذا تم تفسيره في المفتاح بنفس الشكل الموجود به على الخريطة.




تجدر الإشارة هنا إلى أن تأكيد أو تقليل أهمية إطار مفتاح الخريطة تكمن في طريقة تغيير شكله أو حجمه أو علاقته بخلفية الخريطة، وفي الوقت الماضي كان يحدد بمفتاح الخريطة إطارات مزخرفة لدرجة أنها كانت تجذب الكثير من الانتباه. أما في الوقت الحاضر فمن المسلم به عموماً أن محتويات المفتاح أكثر أهمية من شكل إطارها ولهذا فإن هذه الإطارات ترسم عادة بشكل بسيط.

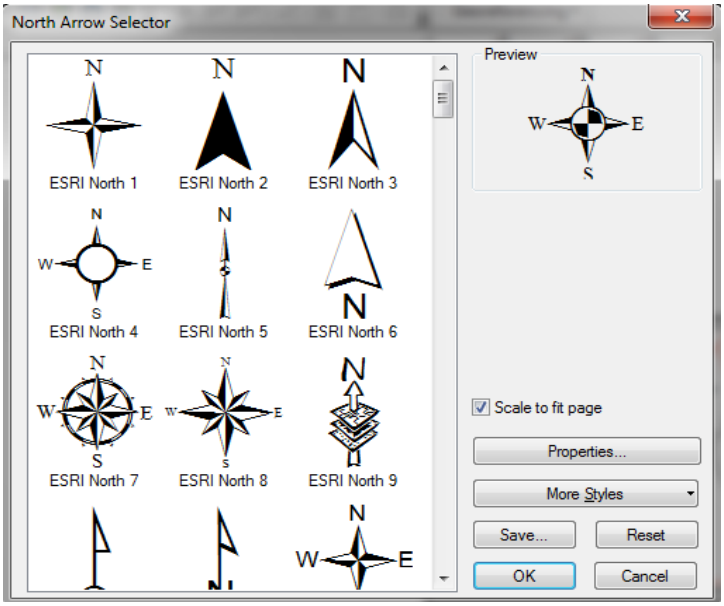
والرمز في الخريطة قد يكون خط أو لون أو شكل هندسي أو نقطة للدلالة على ما هو موجود على أرض الواقع فجرت العادة على تمثيل التي تغطيها المياه كالبحار والبحيرات باستعمال اللون الأزرق، فأصبح هذا اللون بدرجاته المختلفة ((مصطلحاً))يعبر عن المساحات المائية. أما اليابس من الأرض فيمثل على الخرائط بألوان متعددة بحسب ارتفاعه عن مستوى سطح البحر فالأقسام القريبة من هذا المستوى تلون عادة باللون الأخضر بدرجاته المختلفة،أما الأراضي المرتفعة كالتلال والهضاب والجبال، فتلون باللون البني وبمختلف درجاته.

وترسم الأنهار على الخريطة بخطوط زرقاء متعرجة، وترسم الطرق المعبدة بخطوط حمراء مختلفة السمك حسب أهمية الطريق.

## اتجاه الخريطة: Map Direction

تبين عادة خطوط الطول ودوائر العرض اتجاه الخريطة، فخطوط الطول تعين الاتجاه الشمالي بينما تعين دوائر العرض الاتجاه الشرقي الغربي، وقد يرسم سهم على الخريطة ليشير إلى اتجاه الشمال الجغرافي(الشمال الحقيقي) وأحيانا قد يرسم سهمان: أحدهما يشير إلى الشمال الجغرافي، والآخر يشير إلى الشمال المغناطيسي ولا يوجد هذا الازدواج عادة سوى في الخرائط الطبوغرافية.

وعلى الرغم من أن الخرائط ترسم وهي موجهة تلقائيا نحو الشمال الجغرافي (أي القطب الشمالي) وبالتالي يمكن الاستغناء عن وضع سهم يشير إلى الاتجاه الجغرافي إلا أنه في بعض الحالات كالاضطرار لرسم خريطة غير موجهة نحو الشمال الجغرافي (اعتمادا على الصور الجوية مثلا). أو تغيير وضعية الخريطة لإصدارها في كتاب الخ... وفي الخرائط ذات المقياس الكبير يبين الاتجاه الشمالي الجغرافي بواسطة خط عليه شكل نجم بينما يبين الشمال المغناطيسي بواسطة نصف سهم، كما تبين على هذه الخرائط زاوية الاختلاف المغناطيسي.

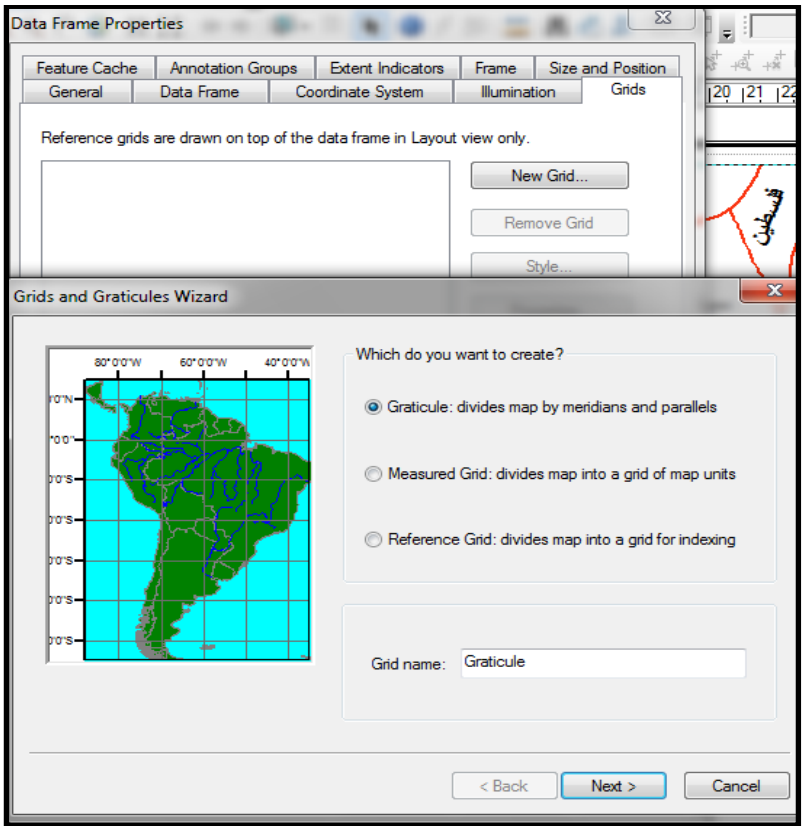



كيفية رسم اتجاه الشمال علي برنامج Arc Gis

## خلفية الخريطة وشبكة الإحداثيات: Map Background.

ويقصد بها كل المعالم الأساسية التي تساعد مصمم الخريطة على وضع الظاهرات الجغرافية في أماكنها الصحيحة. فمدينة قنا مثلا لها موقع محدد بكل دقة لا يمكن أن تكون في غيره، ولكي نضع هذه المدينة في مكانها الصحيح على الخريطة نحتاج إلى معالم تبين لنا ذلك الموقع. وأهم هذه المعالم على الإطلاق هي خطوط الطول والعرض أو ما يسمى بالإحداثيات

الجغرافية. فمدينة قنا التي تقع على خط طول ٣٢° شرقاً وخط عرض ٢٦° شمالاً يجب أن توضع في الخريطة عند تقاطع هذين الخطين، ولولاهما لما تمكنا من تحديد موقع هذه المدينة. فشبكة خطوط الطول ودوائر العرض ليست في غالب الأحيان الموضوع الرئيسي للخريطة وإنما هي عبارة عن عامل مساعد فقط نتمكن من خلالها من وضع الظاهرات الجغرافية، سواء كانت طبيعية أو بشرية، في أماكنها الصحيحة.




كيفية وضع الإحداثيات الجغرافية علي برنامج Arc Gis

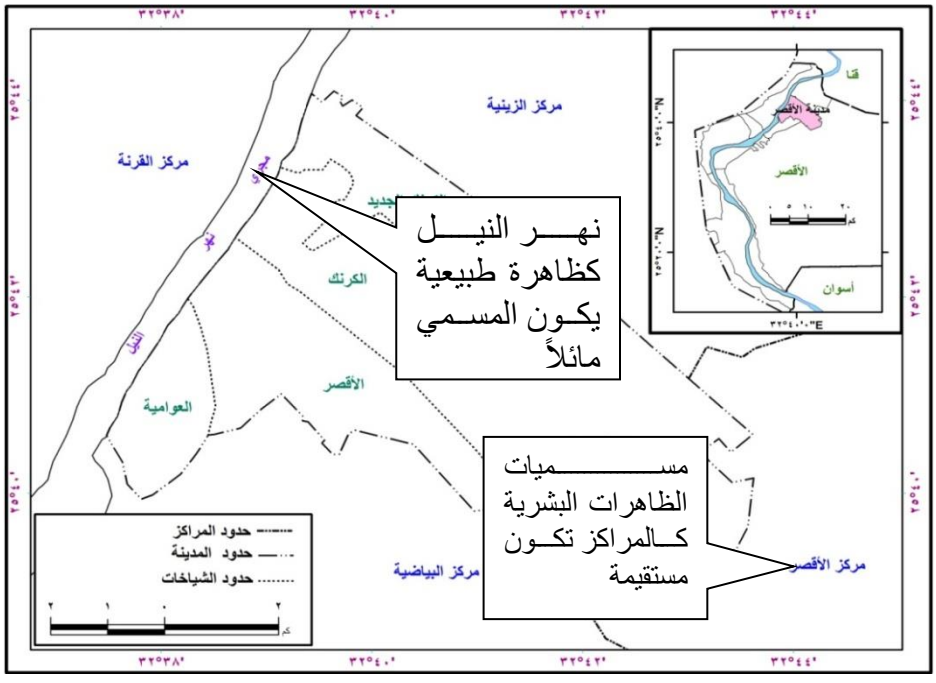
لا تقتصر خلفية الخريطة على شبكة خطوط الطول ودوائر العرض فقط، بل يمكن اعتبار أي معلم آخر يؤدي نفس الوظيفة بمثابة خلفية للخريطة. فشبكة الطرق مثلا يمكن الاعتماد عليها لتعيين مواقع بعض المدن، كما يمكن الاعتماد على شبكة شوارع المدينة لتحديد مواقع الأحياء السكنية. بل ويمكن اعتبار الحدود

الإدارية والسياسية أيضا خلفية للخريطة ما دامت تساعدنا على رسم بعض الظاهرات الجغرافية في أماكنها المناسبة مثل الكثافة السكانية أو معدل البطالة..الخ.

## التسمية Label

ويقصد بها أسماء الأماكن سواء كانت لظواهر طبيعية كالجبال أو الأودية أو لظواهر بشرية كالشوارع أو المدن أو القرى ..الخ. فالخرائط لا يمكن أن تخلو من الأسماء وإلا لكانت صماء. وتكتب الأسماء على الخرائط بشكلين مختلفين

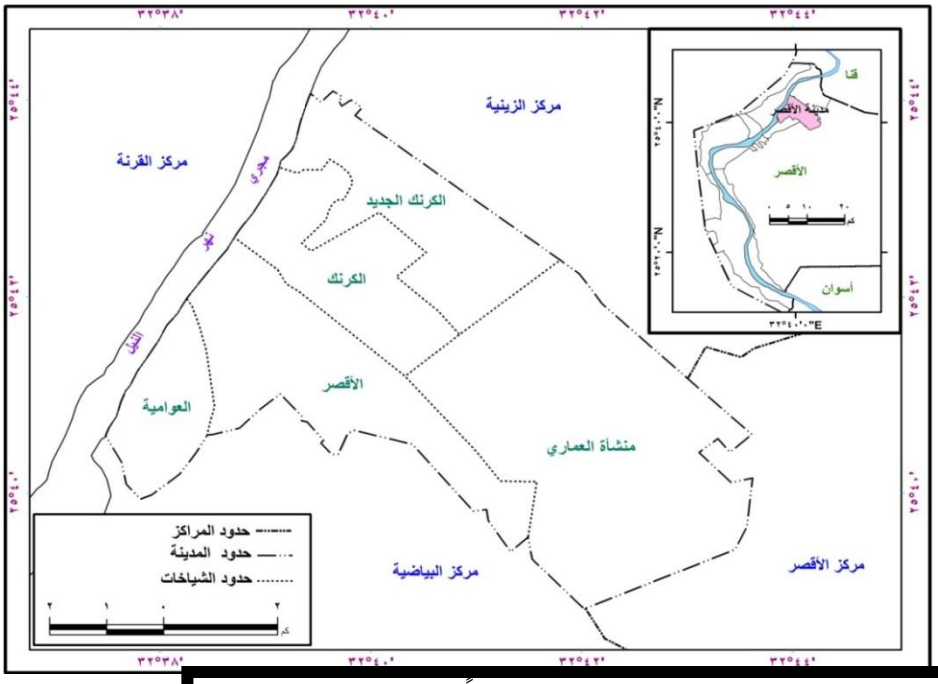
- ☒ إذا كانت هذه الأسماء تدل على ظواهر طبيعية فتكتب مائلة باتجاه ميل تلك الظاهرة الطبيعية.(أنظر الخريطة رقم ٢).
- ☒ أما إذا كانت الأسماء تدل على ظواهر بشرية فتكتب بشكل أفقي مستقيم. وفي هذه الحالة يختلف سمك الكتابة تبعا لأهمية المكان ؛ فاسم القرية مثلا يكون بسمك رفيع واسم المركز بسمك أكبر واسم المحافظة بسمك خشن.




كيفية وضع المسميات علي الخرائط

**المصدر**: Sorce.

يقصد به اسم الشخص أو اسم الهيئة التي قامت بإنجاز الخريطة، وكذلك السنة التي صدرت فيها الخريطة. ويستحسن أن يكتب المصدر في الركن السفلي الأيسر للخريطة قريبا من الإطار.



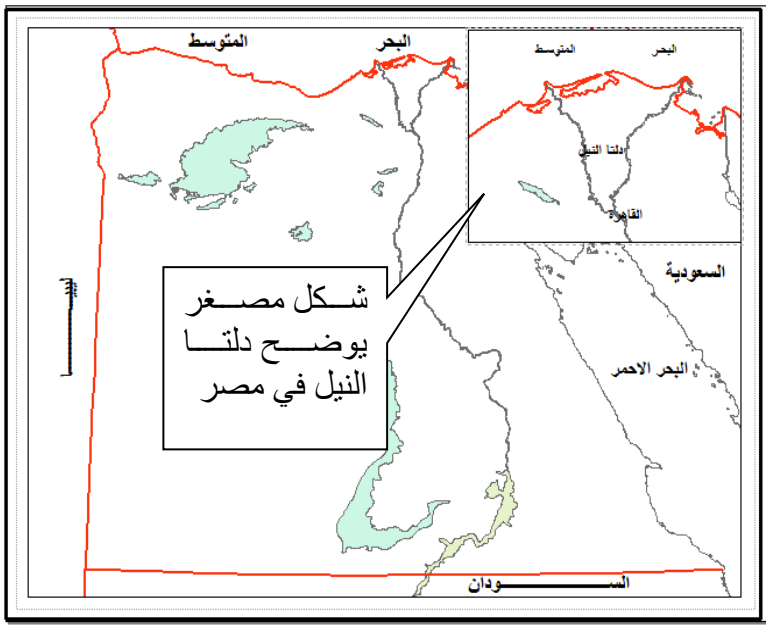

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠

**كيفية كتابة المصدر أسفل إطار الخريطة**

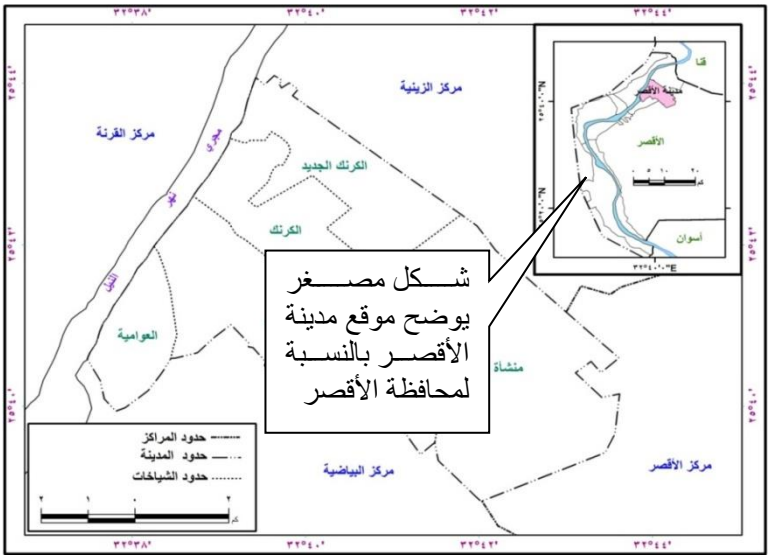
**الملحق**:Annex map

قد لا تكون بعض الظاهرات الجغرافية واضحة، خاصة عندما تكون الخريطة ذات مقياس صغير، وبالتالي تحتاج إلى تكبير حتى تظهر بشكل أوضح، فدلتا النيل في مصر مثلا قد تظهر بشكل صغير وغير واضح علي خريطة مقياسها ١: ٠٠٠ ٠٠٠ ١، فإذا أردنا إظهارها بشكل أوضح بحيث يتسنى لنا رؤية محافظاتها لا بد من تغيير مقياسها الأصلي واختيار مقياس أكبر منه بكثير.

وبما أن الخريطة الواحدة لا يمكن أن يكون لها مقياسان مختلفان فنلجأ عند هذه الحالة إلى رسم إطار مربع أو مستطيل الشكل، حسب الحالات، في إحدى الجهات الشاغرة من الخريطة الأصلية ونرسم بداخله الدلتا المصرية بشكل أكبر مع وضع مقياس جديد يتناسب مع كبر هذه الخريطة الجديدة.




خريطة توضح الشكل المصغر (الملحق) لدلتا النيل في مصر



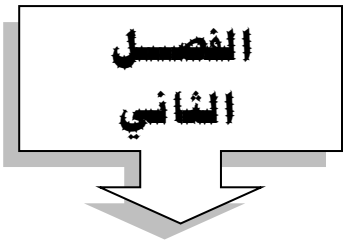
ويمكن إجراء عملية عكسية في بعض الحالات، أي تصغير المقياس عوض تكبيره. مثل توضيح موقع مدينة الأقصر مثلاً في خريطة محافظة الأقصر يتطلب رسم إطار إضافي في إحدى جوانب الخريطة الأصلية ورسم محافظة الأقصر بشكل مصغر مع وضع المقياس الجديد الذي يتناسب مع هذا التصغير كما بالشكل.

## مشكلات ما قبل الحاسوب:

يمكن أن نلخص أسباب تضائل استخدام الورق في رسم الخرائط أو حفظ البيانات بالنقاط التالية:

- ☒ عدم القدرة على حفظ كميات كبيرة من البيانات على الورق.
- ☒ صعوبة إنتاج الخرائط ويتم الاعتماد دوماً على الخبراء في هذا المجال.
- ☒ سهولة تلف الخرائط والجداول الورقية مما يؤدي إلى ضياع البيانات.
- ☒ عدم القدرة على إجراء أي عملية حسابية أو منطقية على البيانات حيث نلجأ لعملها يدوياً وهذا يسبب الكثير من الأخطاء.
- ☒ عدم القدرة على إجراء أي عملية على الخرائط مثل الكتابة أو الرسم.
- ☒ صعوبة نقل الخرائط والبيانات من مكان إلى أخر بسبب ضخامتها.

لهذا قل الاهتمام باستخدام الخرائط في عرض البيانات واستمر الحال هكذا لحين ظهور أجهزة الحاسوب ودخولها في نواحي الحياة ومنها علم رسم الخرائط.




# المساقط واستخدام البرمجيات الحديثة في الكارتوجرافيا

## نظام الإحداثيات الجغرافية ( Geographic Coordinate System)

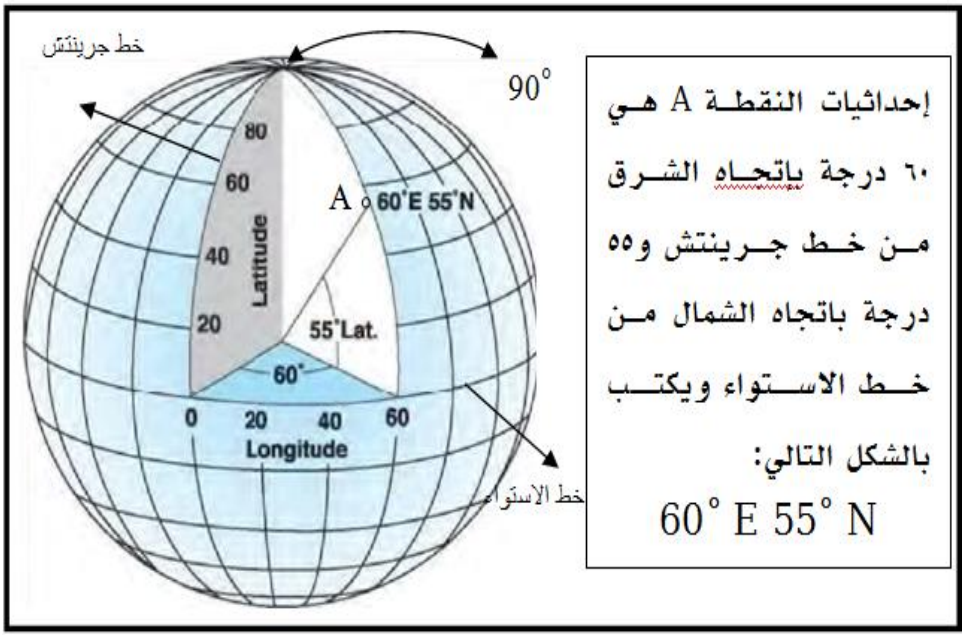
هو النظام الذي نستعمله لتحديد موقع كل جسم على سطح الأرض، وقد لاحظنا من خلال استعراض تاريخ الخرائط كيف أضيفت خطوط الطول والعرض والتي استخدمت لتحديد موقع الأجسام وبعد أن اكتشفت كروية الأرض (حيث اعتقد إن الأرض كروية الشكل ولها نصف قطر ثابت)، تم استخدام نظام الدرجات الستينية لأنه يتلاءم مع السطح الكروي المنتظم وسمي هذا النظام بنظام الإحداثيات الجغرافي، حيث تم تقسيم خط الاستواء إلى مائة وثمانون درجة بالاتجاه الشرقي من خط جرينتش ومائة وثمانون درجة بالاتجاه الغربي من خط جرينتش.

إذا أردنا تحديد موقع نقطة من خط جرينتش نحدد عدد الدرجات، وكذلك الاتجاه فإذا كان إلى الشرق من خط جرينتش نلحق عدد الدرجات بالحرف E إشارة إلى الكلمة East أي شرق، أما إذا كان إلى الغرب فنلحق الرقم بالحرفW إشارة للكلمة West أي الغرب، أما خط الطول فقد قسم إلى تسعون درجة إلى الشمال من خط الاستواء وتسعون درجة إلى الجنوب من خط الاستواء، ونطبق نفس الخطوات المشروحة سابقاً لتحديد موقع النقطة من خط الاستواء.

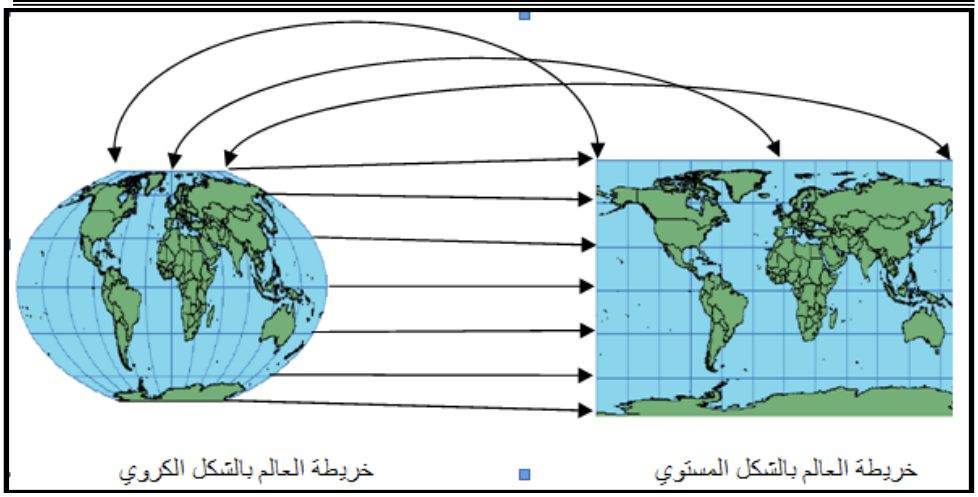
بدأ الإنسان يهتم بعملية تسقيط الخرائط وتحويلها من السطح الكروي إلى السطح المستوي بعد أن ازدادت الحاجة إلى استخدام الخرائط في مختلف المواضيع التي تتعلق بحياة الإنسان وكذلك الحاجة إلى إدراج الخرائط في الكتب لإيصال المعلومات بشكل أوضح وأسهل من الكلمات، وللتمكن من إدخالها في الكتب والمجلدات

وقد تمت هذه العملية منذ اليوم الأول في تأريخ الخرائط كما نذكر حيث أن كل الخرائط القديمة رسمت على سطح

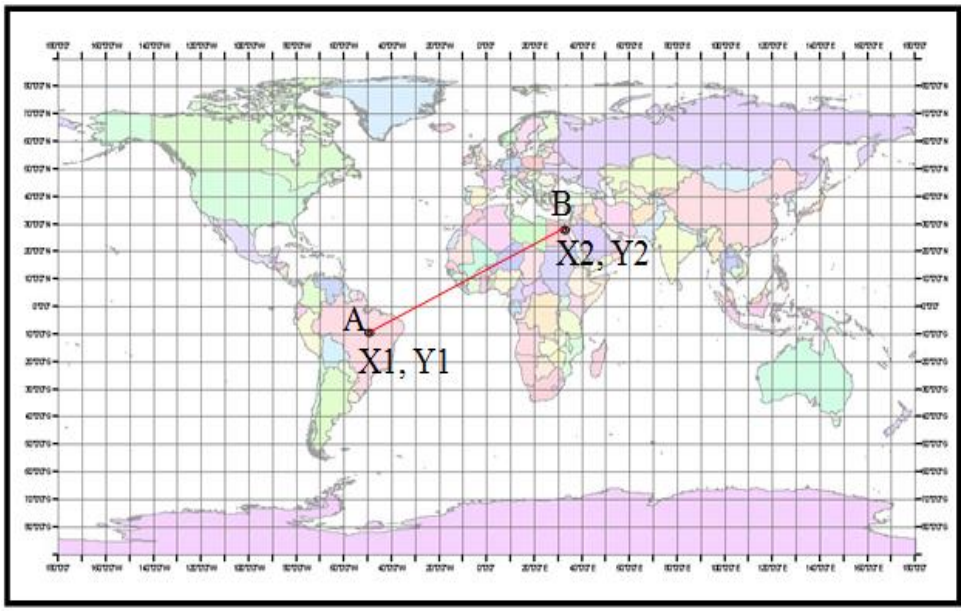
مستوي ولكن عملية التسقيط هذه لم تتقيد بأي نظرية، بل أهملت كروية الأرض لعدم معرفتهم بها في ذلك الزمن، وبذلك تكون هذه الخرائط غير مفيدة في تحديد مواقع الأجسام التي تظهرها.




مع اكتشاف كروية الأرض وبعد تحديد النظام الجغرافي والذي يستخدم الدرجات أصبح بالإمكان رسم خريطة العالم على سطح مستوي من خلال معرفة إحداثيات كل نقطة على سطح الأرض وتسقيطها على السطح المستوي والذي يتم تقسيمه إلى خطوط طول وعرض مشابهة لخطوط الطول والعرض لسطح الأرض وكما مبين في الشكل التالي، وسمي تحويل شكل سطح الأرض من الكروي إلى المستوي بهذه الطريقة تسقيط الخرائط (Map Projection) وكانت هذه الطريقة هي أول أسلوب أُتبع لتسقيط الخرائط بالاعتماد على الإحداثيات الجغرافية، بعد أن أصبحت الخرائط ترسم على سطح مستوي ظهر نظام إحداثيات جديد سمي نظام الإحداثيات المسقط ( Projected Coordinate System) والذي استخدم وحدات قياس الطول مثل المتر أو القدم بدل من الدرجات، كما بالشكل التالي، وبهذا أصبح بالإمكان قياس المسافات بين النقاط على الخريطة بالإضافة




إلى مواقع النقاط بعد أن كان استخدام الخرائط ينحصر بإيجاد مواقع النقاط فقط.




إحداثيات النقطة A ( X1, Y1) والنقطة B (X2, Y2) بوحدات الطول(متر، قدم، ميل الخ) لذا يمكن استخدام المعادلة التالية لحساب المسافة بين النقطتين وكما مبين أدناه:

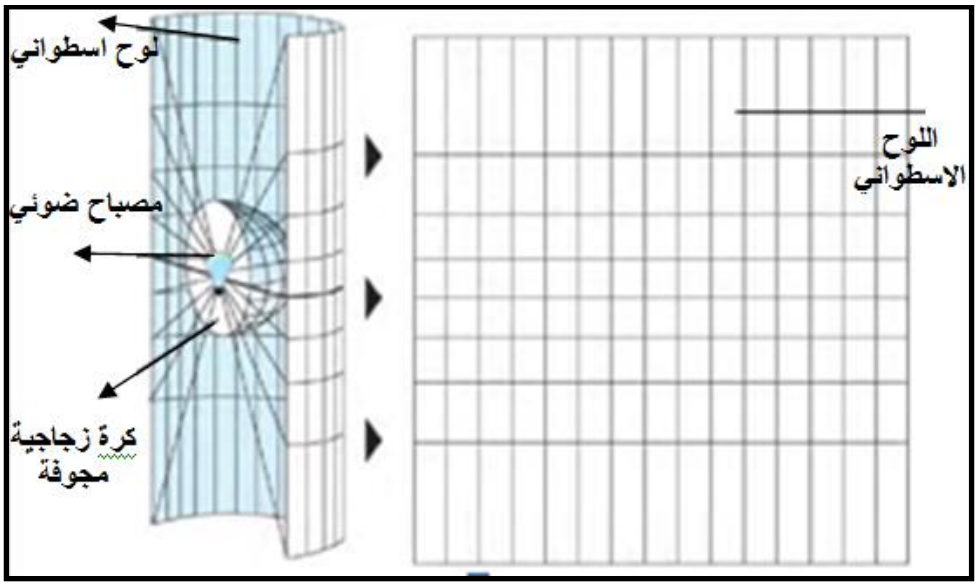
$$\text{Distance} = \sqrt{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2}$$

إن ناتج هذه المعادلة لا يساوي البعد الحقيقي بين النقطتين على سطح الأرض لان المعادلة أعلاه تفترض أن السطح مستوي وتقل نسبة الخطأ كلما كانت المسافة التي نقيسها أقل.

كان معنى نظام الإحداثيات هو فقط الوحدات المستعملة لتقسيم سطح الأرض فإذا كانت بالدرجات فإننا نقول أن نظام الإحداثيات هو النظام الجغرافي، أما إذا كانت الوحدات هي وحدات طول مثل المتر فإننا سنقول إن نظام الإحداثيات هو المسقط، وفي المستقبل ستظهر اكتشافات جديدة تزيد من تعقيد هذا المصطلح.

## تسقيط الخرائط (Map Projection):

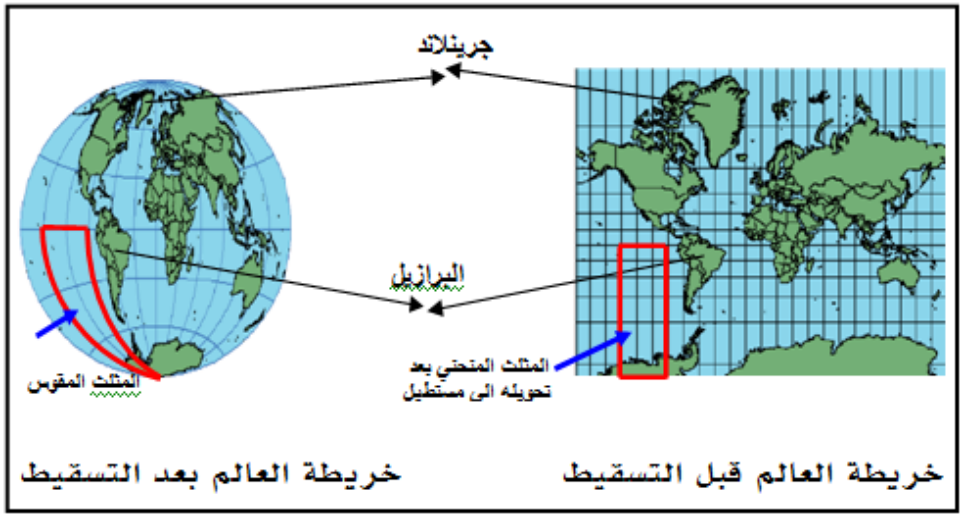
يمكن فهم معنى تسقيط الخرائط من خلال تخيل وضع مصباح ضوئي داخل كرة زجاجية مجوفة ترسم على غشائها الخارجي خريطة العالم، وتوضع هذه الكرة داخل لوح اسطواني وبعد تشغيل المصباح سنلاحظ ظهور خريطة العالم على الجدار الداخلي للوح الاسطواني، وبذلك يمكن رسمها ومن ثم نفتح اللوح الاسطواني ليصبح مستويا وكما مبين في الشكل التالي وهذه العملية نفس ما تم عمله عندما استخدمنا نظام الإحداثيات الجغرافي لتسقيط النقاط اعتماداً على إحداثياتها والذي شُرح في الموضوع السابق.




مع تطور العلوم ازدادت حاجة الإنسان إلى تحديد أمور أكثر تعقيدا مثل الشكل والمساحة والمسافات والاتجاه لكل جسم على

الخريطة، إضافة إلى موقع الجسم وبصورة دقيقة أكثر من السابق وبهذا بدأ التركيز يزداد على نظام تسقيط الخريطة المتبع ولم تتمكن أي من نظريات التسقيط من الحفاظ على المواصفات الأربع الخاصة بالخرائط وهي الشكل، المساحة، المسافة، والاتجاه، حيث أن كل نظام إحداثيات يعمل على ضبط بعض هذه المواصفات وهذا يؤدي إلى تشوه المواصفات الأخرى.

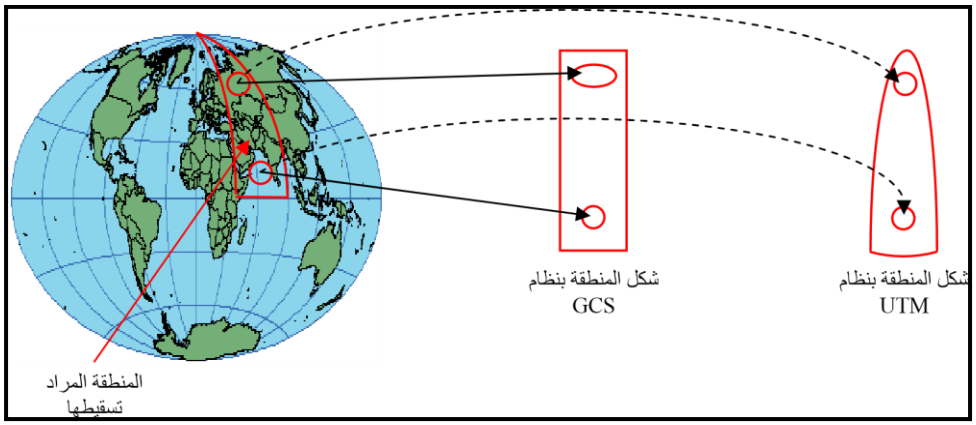
فمثلا في النظام الجغرافي GCS نلاحظ أن الشكل والمساحة والمسافة بالقرب من القطبين قد تشوهت بالكامل حيث نلاحظ أن مساحة جزيرة غرينلاند تظهر أكبر من مساحة البرازيل وهذا غير صحيح لان مساحة البرازيل أكبر بكثير من مساحة غرينلاند، وكما مبين في الشكل التالي، وسبب ذلك إننا لو تخيلنا أن الكرة الأرضية عبارة عن مثلثات مقوسة قاعدتها على خط الاستواء ورأسها على احد القطبين فان نظام GCS يقوم بتحويل كل مثلث إلى مستطيل من خلال فتح رأس المثلث مع تثبيت طول قاعدته، لذا كلما فتحنا رأس مثلث ازداد حجم الأجسام التي تقع بالقرب منه مثل جزيرة غرينلاند بينما الأجسام القريبة من قاعدة المثلث أي خط الاستواء فإنها تبقى على نفس الحجم تقريبا مثل البرازيل.



يجب أن نعلم إننا لا نتمكن من ضبط كل المواصفات في وقت واحد إلا إذا استعملنا مجسم كروي يطابق شكل الأرض يتم رسم خريطة العالم عليه، وبسبب استحالة استخدام الشكل الكروي في الكتب والمجلدات أو الاستخدامات اليومية للخرائط فإننا نضطر لتحويلها إلى الشكل المستوي وبغض النظر عن الأخطاء الحاصلة جراء ذلك.

## نظام ميركاتور (UTM)

تعد نظرية ميركاتور للتحويل العالمي (UTM) (Universe Transverse Mercator) أحدث نظرية لتسقيط الخرائط سميت بذلك نسبة للعالم الشهير ميركاتور، والتي اعتمدت على المعادلات الرياضية المعقدة، ويتم من خلالها تقسيم العالم إلى مناطق(Zones) كل منها على شكل مثلث منحني قاعدته على خط الاستواء طولها ستة درجات ورأس المثلث على أحد القطبين وكل منطقة يتم تحويلها إلى سطح مستوي بشكل مستقل، ولا تحول إلى مستطيل مثل نظام GCS ولكن إلى شكل أشبه بالمثلث وبهذا ستكون نسبة الخطأ في تلك المنطقة أقل ما يمكن لذلك يتم تطبيق هذا النظام في مختلف المشاريع الحديثة في نظام GIS، لاحظ الشكل التالي والذي يبين تأثير كلا النظامين على دائرتين الأولى قريبة من خط الاستواء والثانية قريبة من القطب الشمالي.



قام بعض المساحين الأميركيين عام ١٩٢٧ بمسح لسطح الأرض لرسم خريطة العالم وتحديد حجم وشكل الأرض من خلال حساب طول خط الاستواء (أي محيط الأرض الأفقي) وكذلك طول خط جرينتش (محيط الأرض العمودي) وقد استخدموا لذلك أجهزة قياس بصرية لإيجاد الاتجاهات والمسافات وداروا حول الأرض وقاموا بجمع البيانات ومن ثم باشروا بالحسابات مستخدمين علم "الجيوديسيا" وهو أحد فروع علم الرياضيات يختص بدراسة الأسطح البيضاوية ومعادلاتها.

أيدت النتائج صحة الشكل البيضاوي للأرض خلافاً للاعتقاد السائد سابقاً وهو أن الأرض كروية، وبهذا قاموا برسم خريطة العالم على أساس تلك النتائج وقد اعتبرت هذه الخريطة من أدق خرائط العالم في ذلك الوقت، لهذا استخدمت دول كثيرة نفس النتائج التي حصل عليها الأمريكان لرسم خرائطهم وكانوا يضعون عبارة (NAD27) على تلك الخرائط وهي اختصار لـ North American Datum 1927 للدلالة على النظام المستخدم لتحديد شكل وحجم الأرض البيضاوي وليفهم المستخدم إن هذه الخريطة رسمت بالاعتماد على نتائج المساحين الأمريكان لعام ١٩٢٧.

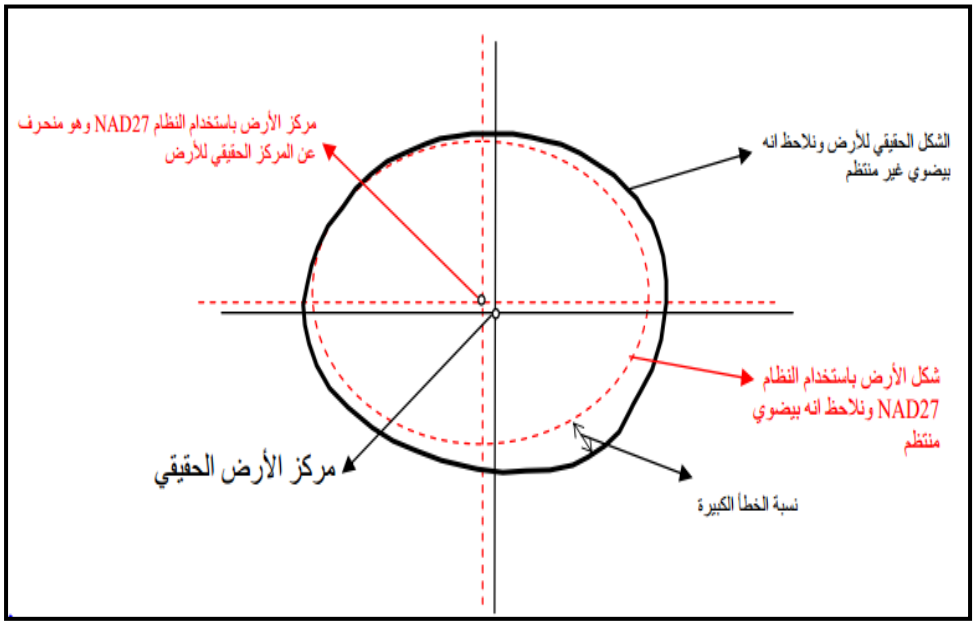
صار ألان نظام الإحداثيات يتكون من مصطلحين الأول نظام التسقيط المتبع وهو إما GCS أو UTM أو أي نوع أخر والذي يقوم بتحويل الشكل البيضاوي للأرض إلى شكل مسطح وكذلك النظام الجيوديسي والذي يقوم بتحديد شكل وحجم الأرض وهو على عدة أنواع منهاNAD27، وعلى سبيل المثال إذا قرأت العبارة التالية UTM NAD27 على أي خريطة فان ذلك يعني إن هذه الخريطة رسمت بنظام التسقيط المسمىUTM وقد استخدم الرسام النظام الجيوديسي المسمىNAD27 فإذا كان لديك إحداثيات بنفس هذا النظام فيمكنك تسقيطها على الخريطة مباشرة أما إذا لم يتطابق النظامان فلا يمكن عمل شيء وهكذا يتم تحديد

نظام الإحداثيات مع آل خريطة ليتمكن م ستخدم الخريطة منفهم البيانات التي يراها ويحللها.

بعد تطور أجهزة القياس الالكترونية واستخدامها في الأقمار الصناعية اكتشف العلماء أن شكل الأرض ليس بيضاوياً منتظما بل بيضاوياً غير منتظم حيث يكون محدب في مناطق ومقعر في مناطق أخرى ولا نقصد بذلك تضاريس سطح الأرض من جبال ووديان بل نقصد عموم سطح الأرض وكذلك وجد أن المحيط المتجمد الجنوبي أقرب إلى مركز الأرض من المحيط المتجمد الشمالي وبهذا زادت صعوبة رسم خريطة مستوية للأرض أي إن استخدامنا لعلم الجيوديسيا غير جائز فشكل الأرض ليس بيضاوياً منتظما والنتائج التي حصل عليها الأمريكان عام ١٩٢٧م غير دقيقة ولكن رغم ذلك وللحاجة الماسة لرسم الخرائط على سطح مستوي نغض النظر عن هذا الخطأ أيضا وبذلك ولدت مشكلة جديدة وهي تحويل الشكل البيضاوي الغير منتظم وهو الشكل الحقيقي للأرض إلى شكل بيضاوي منتظم وبهذا صار النظام الجيوديسي يشير إلى طريقة تحويل شكل الأرض الغير منتظم إلى منتظم وكذلك تحديد شكل وحجم الأرض.

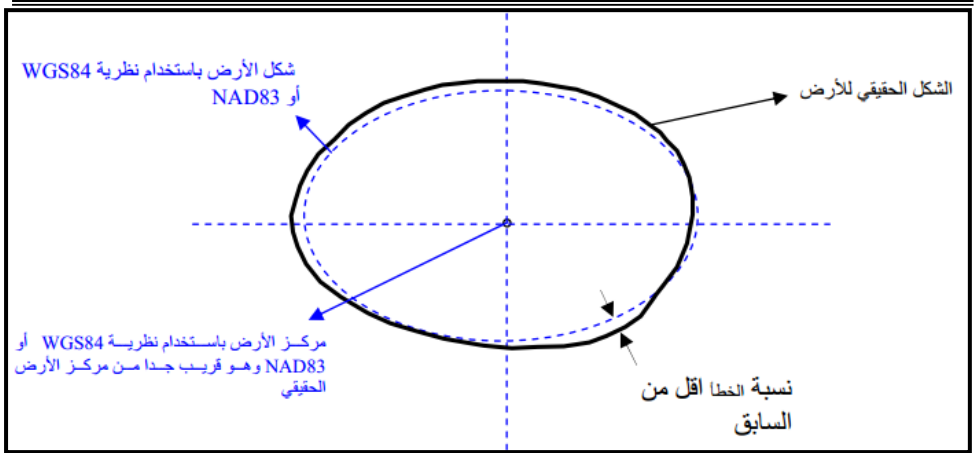
مثلما قلنا سابقاً بعد اكتشاف حقيقة أن الأرض غير منتظمة الشكل صار النظام الجيوديسي يشير إلى عملية تحويل سطح الأرض من البيضاوي الغير منتظم إلى البيضاوي المنتظم وكذلك تحديد شكل وحجم الأرض وسأستخدم مصطلح نظام التحويل بدل من النظام الجيوديسي لأنه اقرب للواقع، وبذلك فإن ما قام به الأمريكان عام ١٩٢٧م كان إهمال عملية التحويل ومن ثم قاموا مباشرة بتحديد شكل وحجم الأرض وهذا ولد نسبة خطأ أولية وبسبب أجهزة القياس القديمة والحسابات اليدوية حصلت نسبة خطأ أخرى كان نتيجتها أن تقلص حجم العالم بشكل كبير، لهذا السبب كانت نسبة الخطأ في هذا النظام كبيرة وكما نلاحظ

ذلك في الشكل التالي، حيث يظهر واضحاً المقدار الذي تقلص به حجم الأرض.

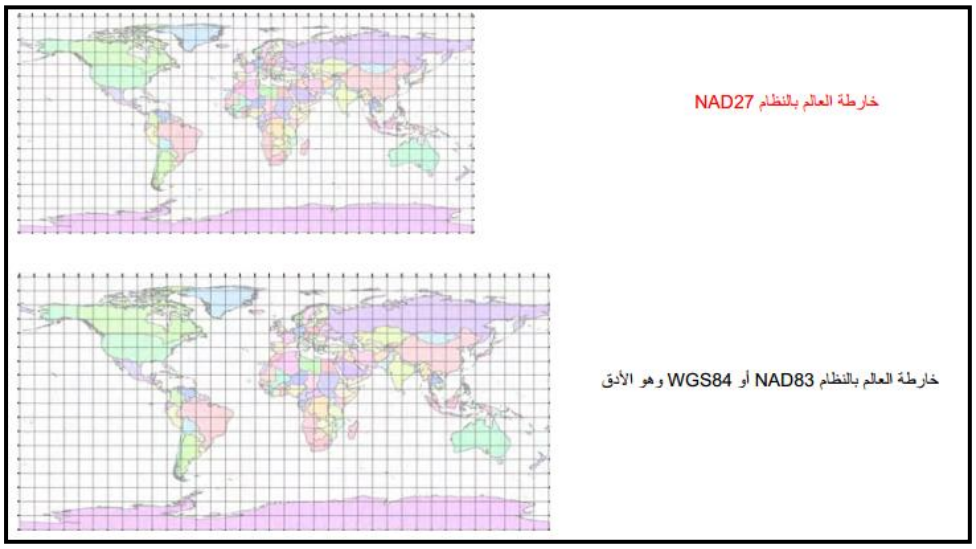



المركز الحقيقي للأرض

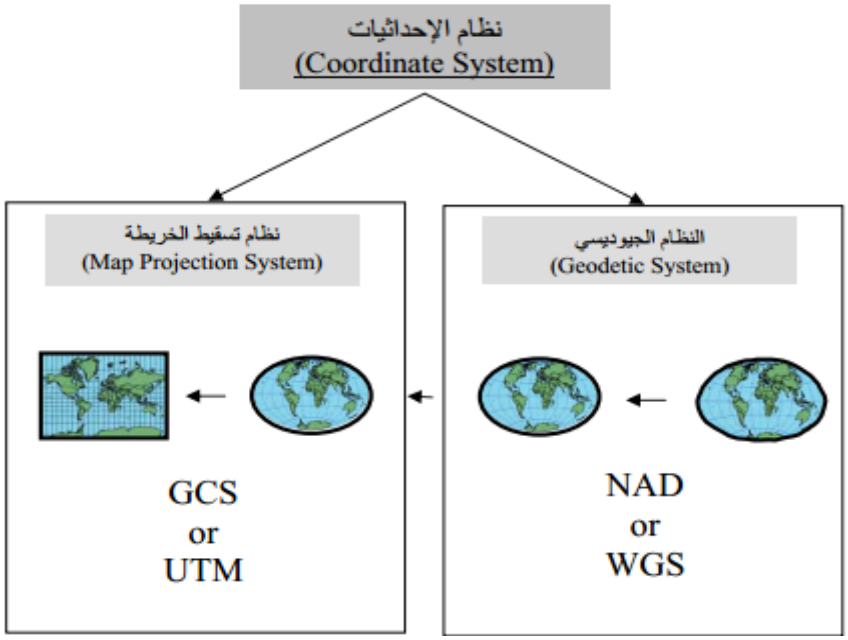
مع تطور الأقمار الصناعية قامت الولايات المتحدة الأمريكية بتصوير سطح الأرض رادارياً للحصول على صورة ثلاثية الأبعاد دقيقة جداً، ومن ثم قاموا باستخدام أجهزة حاسوب متطورة ومن خلال برامج تقوم بتحويل شكل الأرض الغير منتظم إلى أفضل شكل منتظم مستخدما معادلات رياضية معقدة (Curve fitting) ولد الجيل الجديد من أنظمة التحويل والتي خفضت نسبة الخطأ إلى اقل مقدار ممكن وهذا هو أساس النظامين North American Datum1983 (NAD83) و World Geodetic System 1984) WGS84)، حيث يتم في هذين النظامين الأخذ بنظر الاعتبار تحويل شكل الأرض إلى أفضل شكل منتظم ومن ثم تحديد شكل وحجم الأرض البيضاوي باستخدام علم الجيوديسيا كما مبين في الشكل التالي.



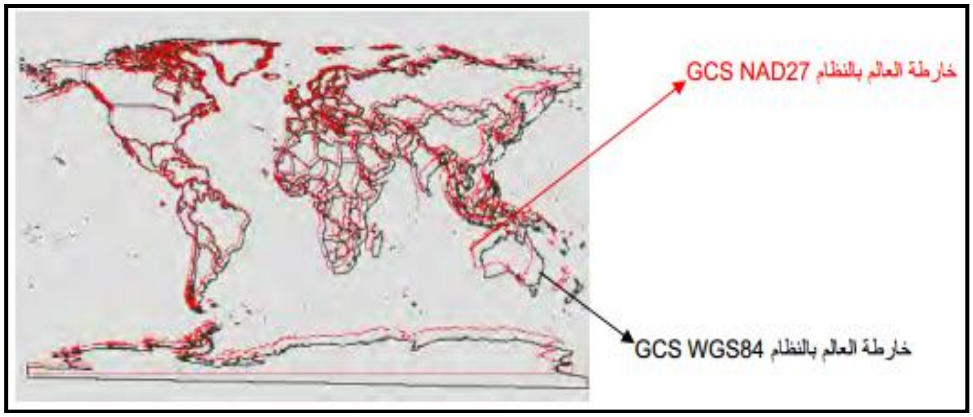

والآن لنتمكن من فهم الفرق بين النظامين ننتقل إلى الشكل التالي وفيه نلاحظ خريطة العالم باستخدام النظامين وبعد تسقيطهما على الورق.



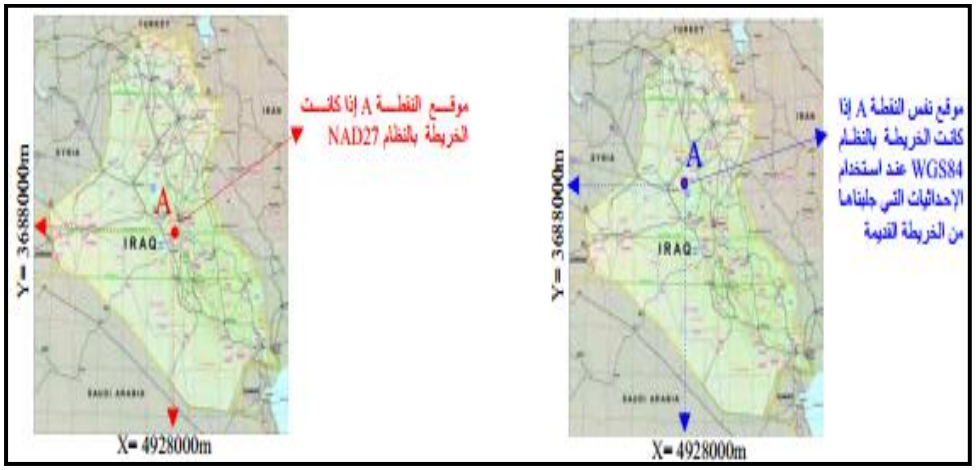

أصبح نظام الإحداثيات ألان يشير إلى نظام التحويل (النظام الجيوديسي) ونظام التسقيط ولكل من هذين النظامين يوجد مجموعة من النظريات القديمة والحديثة لذلك يجب إدراج نوع نظام الإحداثيات على الخريطة ليفهم المستخدم كيف رسمت تلك الخريطة لاحظ الشكل التالي.




إن المشكلة الحقيقية التي تواجهنا أثناء تنفيذ مشاريع الـ GIS هي عند محاولة استخدام خريطة ورقية قديمة والتي تستعمل نظام إحداثيات قديم مع الخرائط الجديدة أو الصور الفضائية التي تستخدم الأنظمة الحديثة حيث سنلاحظ اختلافا بين الاثنين إذا كان مقياس الرسم متساوي للاثنين، لاحظ الشكل التالي، لذا يفضل إعادة رسم الخرائط القديمة عند الحاجة إليها بنظام إحداثيات حديث،علما إننا أحيانا يمكن أن نعالج الخريطة القديمة ببرامج Arc GIS ونحولها من نظام إحداثيات إلى أخر.

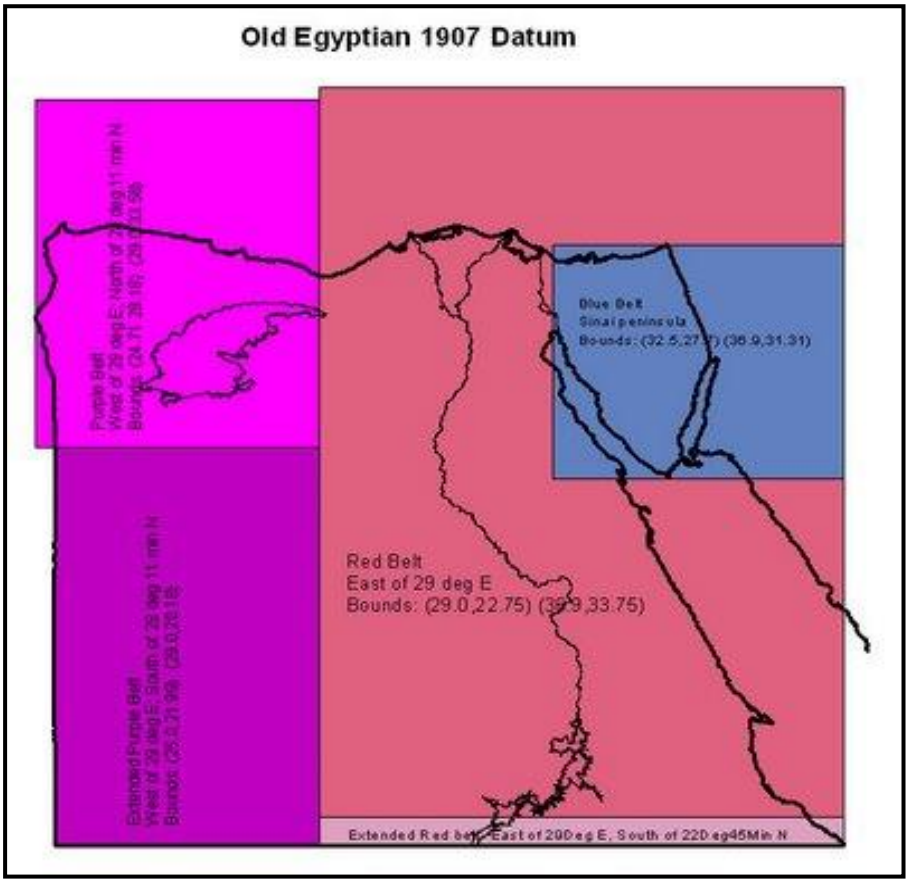


مثال بسيط على تأثير اختلاف نظم الإحداثيات بين خارطتين فإذا كانت إحداثيات النقطة A وهي مدينة بغداد على خريطة قديمة بالنظام NAD27 مثلا تساوي ( X = 4928000m ,Y = 3688000m ) وأردنا استخدام هذه القيم على خريطة حديثة بالنظام UTM WGS84 سنلاحظ أن موقع مدينة بغداد تحرك قليلا في الخريطة الحديثة إلى الشمال الغربي وكما نلاحظ ذلك في الشكل التالي، وسبب ذلك بسيط وهو إن الخريطة الحديثة قد كبرت فكل الأجسام زحفت باتجاه الجنوب الشرقي لذلك لو أخذنا إحداثيات نقطة من الخريطة القديمة وسقطناها على الخريطة الحديثة سنلاحظ إنها لا تظهر في مكانها الأصلي وإنما زاحفة باتجاه الشمال الغربي.



## نظام الإحداثيات المصرية ETM

يتكون نظام إحداثيات الخرائط المصرية من أربعة مناطق Zones وتسمي عاده باسم أحزمة (Belts3 أحزمة). المرجع الجيوديسي Geodetic Datum المستخدم في خرائط الهيئة المصرية العامة للمساحة هو المرجع العالمي هيلمرت ١٩٠٦ Helmert 1906 Ellipsoid




نظام إسقاط الخرائط المستخدم في مصر يسمي نظام ميركيتور المستعرض المصري Egyptian Transverse Mercator وعادة يرمز له اختصاراً باسم ETM وهو نسخة خاصة من نظام ميركيتور المستعرض العالمي لكن مع عناصر خاصة بمصر. وتتغير قيم هذه العناصر مع كل حزام (منطقة) من الخرائط المصرية كالآتي:

## ١- الحزام الأحمر Red Belt:

يغطي هذا الحزام المنطقة الوسطي من مصر وذلك من خط طول ٢٩ شرقاً إلي خط طول ٣٣ شرقاً. وتكون قيم عناصر نظام ETM في هذا الحزام هي:

| الإحداثي الشرقي المفترض False Easting | الاحداثي الشمالي المفترض False Northing | دائرة العرض Latitude | خط الطول Longitude | معامل مقياس الرسم Scale on central Meridian | عرض المنطقة Zone width |
|---|---|---|---|---|---|
| 615 000 m | 810 000 m | 30° | 31° | 1.00 | 4° |

## ٢- الحزام الأزرق Blue Belt:

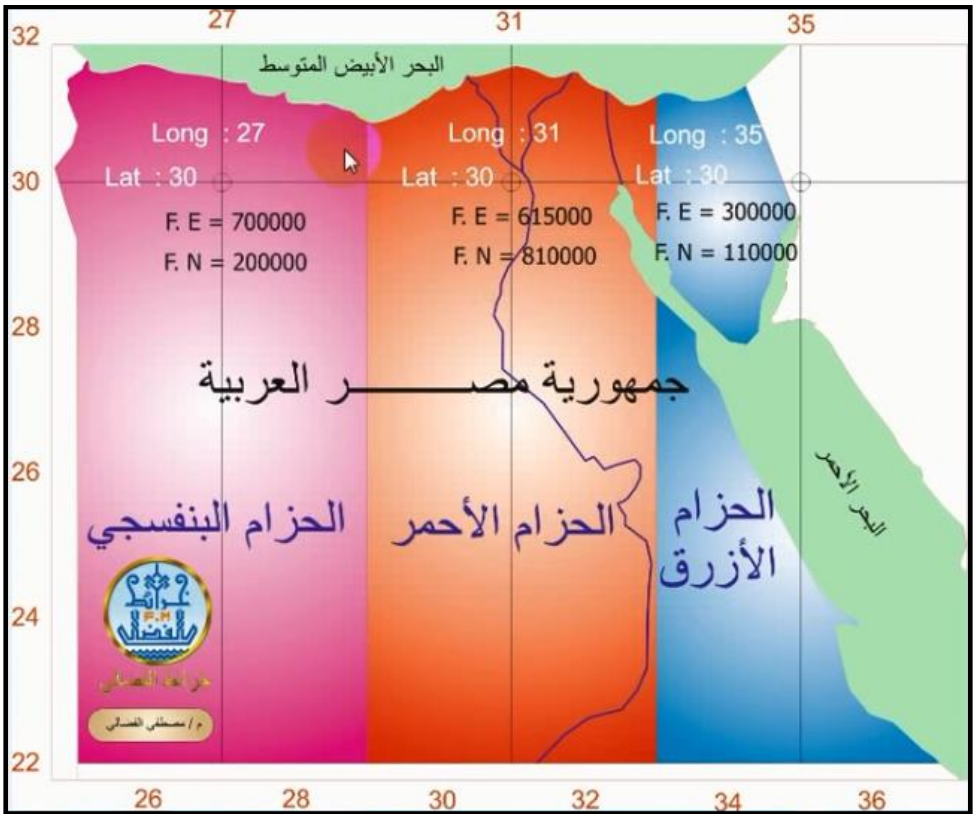
يغطي هذا الحزام المنطقة الشرقية من مصر وذلك من خط طول ٣٣ شرقاً إلي خط طول ٣٧ شرقاً. وتكون قيم عناصر نظام ETM في هذا الحزام هي:

| الاحداثي الشرقي المفترض False Easting | الاحداثي الشمالي المفترض False Northing | دائرة العرض Latitude | خط الطول Longitude | معامل مقياس الرسم Scale on central Meridian | عرض المنطقة Zone width |
|---|---|---|---|---|---|
| 300 000 m | 110 000 m | 30° | 35° | 1.00 | 4° |

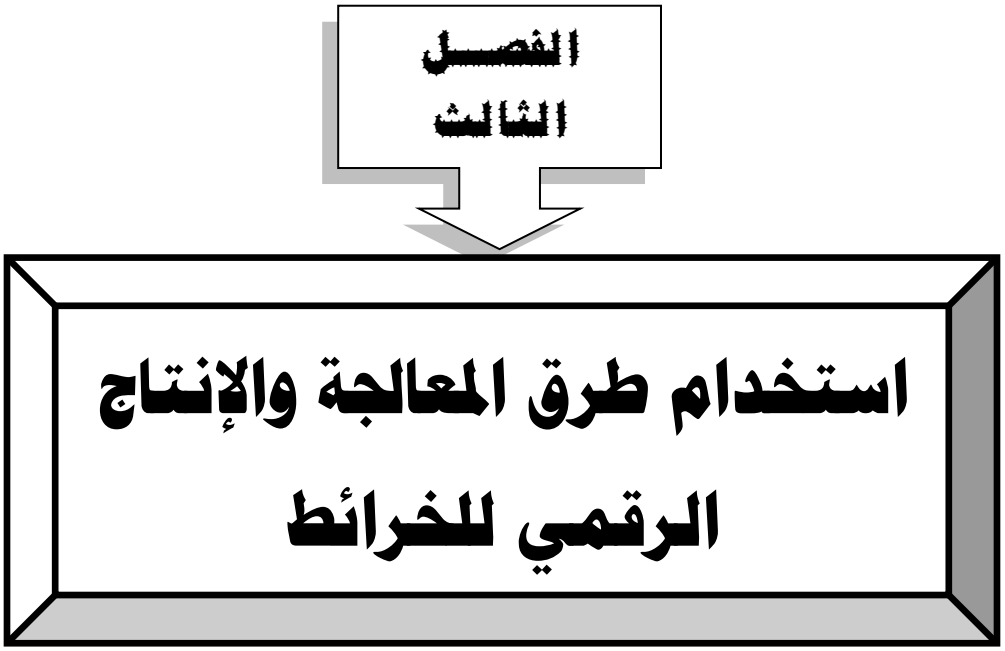
## ٣- الحزام البنفسجي Purple Belt:

يغطي هذا الحزام المنطقة الغربية في مصر وذلك من خط طول ٢٥ شرقا إلي خط طول ٢٩ شرقا. وتكون قيم عناصر نظام ETM في هذا الحزام هي:

| الاحداثي الشرقي المفترض False Easting | الاحداثي الشمالي المفترض False Northing | دائرة العرض Latitude | خط الطول Longitude | معامل مقياس الرسم Scale on central Meridian | عرض المنطقة Zone width |
|---|---|---|---|---|---|
| 700 000 m | 200 000 m | 30° | 27° | 1.00 | 4° |




نظام الإحداثيات المصري الحديث


الفصل
الثالث
استخدام طرق المعالجة والإنتاج
الرقمي للخرائط

**مقدمة**:

تغير مصطلح علم الخرائط منذ عام ١٩٩٠ والذي كان يعرف بشكل عام بـ (علم صناعة الخرائط ) وأصبح علم الخرائط حسب تعريف تويلر(TAYLOR1991) (تنظيم, تقديم, اتصال, وانتفاع لمعلومات الجغرافية في رسم البياني الرقمي أو الشكل الملموس)، وتغير هذا المفهوم عن السابق بسبب تحول في حقل اتصال العلوم والتطور في استخدام الحاسوب الإلكتروني, وأصبح اليوم علم الخرائط ليس صناعة الخرائط فحسب ولكن كيفية استخدامها من قبل المستخدمين، وأصبح مصطلح الكارتوجرافيا (المفهوم الذي يجمع بين الدراسات والعمليات العلمية والفنية والتقنية متداخلة فيما بينها وابتداء من نتائج الملاحظة, وطرق عمليات إنتاجها ونشرها وكذلك في إمكانية استخدامها لأغراض التطبيقية).

تركزت الأبحاث العلمية في العقدين الآخرين في مجال الكارتوجرافيا على أن مفهوم الاتصال الكارتوجرافيا (cartography communication) كهدف كيميائي لعلم الخرائط الذي أصبح ينظر إلى الخريطة باعتبارها إشارة signal أما , تستقبل جيداً وإما أن تتعرض إلى التشويش noise (بسبب عدم الترميز الجيد بالبيانات المستخدمة في إعداد الخريطة أو بسبب عدم قدرة قارئ الخريطة ..) .

ومع استخدام الحاسب الألي شهد علم الخرائط نقلة كبيرة نظراً لعوامل عدة منها:

١- استخدام نظم المعلومات الجغرافية GLS وتطبيقاتها المكانية.

٢- استخدام نظم (GPS) ( GLOBAL POSITIONING SYSTEM) نظام الموقع الكوني الجديد باعتماده على الأقمار الصناعية لتحديد محاور المكان على الأرض من نقطة مرجعية بشكل دقيق على مدارات السوائل (نافستار NAVISTAR) لتحديد موقع المكان في الحيز الفضائي بأبعاده الثنائية والثلاثية.

وبعد استخدام البرمجيات ونظم المعلومات الجغرافية في الخرائط تضمن علم الكارتوجرافيا أربعة فروع هي :

### ١- الكارتوجرافيا العامة:

تتناول بحث ودراسة علم الخرائط بشكل عام, صفاتها, تصنيفها , عناصرها, مكوناتها, وطرق التمثيل , وأسس تقيمها وتحليلها, ودراسة نشأتها ومراحل تطويرها.

### ٢- الكارتوجرافيا الرياضية:

تبحث في العناصر الرياضية والهندسية للخريطة, كمقياس الرسم والمساقط والوسائل الرياضية للمتمثل الكارتوجرافيا, وبرمجة الحاسبات للأغراض الخرائط.

### ٣- الكارتوجرافيا العملية:

تبحث في صيغ التوجيه العلمي – التقني لتصميم وإعداد الخرائط ورسمها ثم عمليات إنتاجها أشكال الرموز وأنواع التظليل وإنجاز الفعاليات الكارتوجرافية الإنتاجية.

### ٤- الكارتوجرافيا المعاصرة :

تبحث عن استخدام تقنيات الحاسوب والمساحة الجوية كأساس في بناء نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وخرائط الحاسب باستخدام لغة كراجفية في التحليلات الجغرافية التي تعتمد عليها أنظمة المعلومات الجغرافية, كمصدر للبيانات بالإضافة على استخدام نظم (GPS) الأنفة الذكر.

## استخدام الطرق الآلية في رسم الخرائط

يعد الحاسب الآلي أداة جديدة ذات طاقة ومرونة عاليتين، وقد أضيفت إلى الورق والحبر والقلم ( المواد التقليدية ) التي استخدمها راسم الخريطة منذ أجيال خلت . فالحاسبات لها القابلية على تحسين دور الكارتوجرافيا بعدة مجالات إذ تستخدم لتنفيذ مهام أكثر صعوبة وملاً في تصميم الخرائط، إذ يصبح

الكارتوجرافيا حراً في استغلال وقته في الأمور الخلاقة الأخرى المتعلقة بتطوير هذا العلم.

لقد أخذت طرق المعالجة الرقمية لإنتاج الخرائط مكانته في سلسلة تطور الوسائل التقنية المستخدمة في علم الخرائط وأحدث هذا التطور جانبين الأول سلبي نسبياً إذ قد استغنى عن أيدي عاملة فنية كثيرة، والثاني إيجابي أضفى الدقة العالية والسرعة، وإمكان تصحيح الأخطاء بسهولة، ومراجعة العمل و(تحديث) أو ( تزمين ) الخريطة أو أي إضافة إلى العمل.

لقد بدأ الدافع للتغيير والتحول إلى استخدام الحاسب في عمل الخرائط في وسطين هما:

١. العلماء الراغبون في عمل خرائط بسرعة لرؤية نتائج النمذجة، أو لعرض البيانات من أرشيفات كبيرة بسهولة في شكل رقمي، مثل جداول التعداد، وهنا لم يكن الاهتمام بالنوعية كبيراً .
٢. علماء الخرائط الباحثون عن تقليل كلفة ووقت إنتاج الخرائط ونشرها .

يهدف استخدام الحاسب والطرق الرقمية في علم الخرائط إلى الإسراع في إنتاج الخرائط وزيادة دقتها وخفض تكاليفها ومرونتها، أي استخدام الإمكانات التحليلية للبرمجيات. فالآلية تدخل في كثير من مراحل إنتاج الخرائط حتى في النظم التقليدية لإنتاجها.

وبهذا فان استخدام تقنية الحاسب الآلي مكنت رسم الخرائط بشكل آلي وسريع من خلال معالجة البيانات الرقمية وبشكل سهل مع تضمنه القيام بعمليات رياضية أو إحصائية ضرورية فضلاً عن إمكانية اختيار الرموز المناسبة وإسقاطها بشكل سهل وسريع مما يشجع على اختبار عدة تصاميم للوصول إلى التصميم الأفضل.

## مفهوم خرائط الحاسب الآلي

تعرف خرائط الحاسب الآلي Computer assisted cartography بأنها النظام الذي يتم بموجبه إنجاز بعض المهام الكارتوجرافية بالاستعانة بالحاسب الآلي عن طريق الإدخال والإخراج لمساعدة الإنسان على اتخاذ القرارات، ونظراً للطبيعة البيانية لعلم الخرائط فان هذا النظام يحتوي دائماً على نظام لرسام آلي.

وتعرف بأنها الخرائط التي ترسم بواسطة الحاسب الآلي من خلال أحد البرامج سواء انتهى عرض هذه الخرائط على شاشة أو وقعت على الورق من خلال الطابعة.

ويمكن أن نصوغ تعريفها بالشكل الآتي : بأنها الخرائط التي يقوم بتصميمها الكارتوجرافيا من خلال استخدام أجهزة الحاسب وبرمجياته في إدخال الخريطة ثم استخدام أحد برامج الرسم بواسطة الحاسب الآلي بشرط توفر الشروط العلمية والفنية في رسم الخرائط ويمكن عرضها وخزنها ثم طبعها في أي وقت مع إمكانية تعديلها وتحديثها في المستقبل .

## إيجابيات الحاسب الآلي وسلبياته في تصميم الخرائط

يمكن أن نبرز أهم الإيجابيات التي أدخلها الحاسب الآلي على تصميم ورسم الخرائط بالنقاط الآتية :

١- دقة متناهية في العمل وكذلك نظافة تامة .

٢- سرعة في الإنجاز و توفير الوقت الذي يصرف على مهام يدوية رتيبة وخاصة فيما يتعلق بالرسم من الفنيين ورفع مستوى إبداعهم بالجمع بين تطوير الرسم الكارتوجرافيا وتطوير التقنية .

٣- تلافي الأخطاء، إذ يمكن إنجاز أعمال خالية من الأخطاء ببرمجة كاملة لها القابلية على الحذف والإضافة والاستبدال بحيث يمكن اختبارها قبل البدء بالرسم النهائي .

٤- سهولة تحديث الخريطة أو أي جزء منها وجعله مواكب للزمن الحاضر ( معاصر ) Updated وكل ما يطرأ من تغيرات تضاف إلى الخريطة .

٥- مرونة في العمل وسهولة في تغيير الخريطة من شكل إلى آخر ( تغيير مقياس الرسم أو تغيير المسقط أو تغيير نوع المحتوى لها ) فمثلاً يمكن إخراجها على ورق أبيض عادي أو فلم شفاف ( للعرض في عارضة الرأس أو عمل السلايدات لها ) أو تكبير أو تصغير جزء منها أو تسجيلها على شريط فيديو لعرضها في محاضرة أو لدراستها أكثر من الباحثين وإخراج الخرائط والرسوم البيانية.

٦- من الممكن تداول المعلومات أو نقل العمل بصورته النهائية من محل إلى آخر بواسطة شبكة الاتصالات لنقل المعلومات من والى جهات مختلفة ولاستعمالات مختلفة أو متشابهة . بحيث تتاح الفرصة للجميع الاطلاع عليها وعلى بياناتها المتوفرة في أماكن متعددة .

٧- عملية حفظ الخرائط وكميات كبيرة من البيانات بطريقة منظمة ومرتبة يسهل التعامل معها . والحفاظ عليها من الضياع والتلف .

٨- زيادة حجم المعلومات الممثلة على الخرائط وإظهارها بمستويات مختلفة من الدقة حسب الحاجة . والتغلب على مشكلة الحاجة لرسم عدد كبير من الخرائط بتفاصيل متباينة .

٩- مساعدة الباحث الجغرافي غير الكارتوجرافيا وغير المتخصص بالحاسب الآلي من إنجاز بحثه والاستعانة بتلك الخرائط والقيام بتحليلها بسهولة .

١٠- متابعة التغيرات الزمنية لأية ظاهرة بسهولة ومرونة عالية .

١١- سهولة الدمج والمزاوجة بين أكثر من خريطة .

١٢- استعادة البيانات المخزونة وإجراء الإضافة والتحديث أو الحذف للخرائط .

## سلبيات استخدام الحاسب الآلي في الخرائط

تعد اقل نوعاً ما مقارنة بالايجابيات ويمكن أن نوضح أهم السلبيات بالآتي:

١- عدم الاستخدام الأمثل للبرمجيات، يؤدي إلى هدر الأموال من حيث التشغيل والصيانة.

٢- تعرض أجهزة الحاسب الآلي والبرمجيات إلى فيروسات خاصة بها مما يؤدي إلى عرقلة عملها أو توقفه وفقدان الكثير .

٣- عدم تمكن بعض البرمجيات المهمة في رسم الخرائط من تمثيل جميع عناصر الخريطة بالشكل المطلوب كارتوجرافياً ووضع بعض العناصر بأشكال تتجاوز القواعد الكارتوجرافية فضلاً عن عدم تمكن بعض البرمجيات من استخدام الكتابة باللغة العربية على خرائطها . أو إجراء بعض التعديلات التي يريدها المصمم .

## أجهزة إدخال الخرائط إلى الحاسب الآلي.

إن عملية استخدام الحاسب الآلي في تصميم الخرائط والتعامل معه يجب أن تتم من خلال إدخال خريطة إلى الحاسب الآلي، فنحن نعرف أن الحاسب الآلي يتكون من أجزاء صلبة(مادية) وبرامج، بالنسبة لأجزاء الحاسب الآلي الأساسية هي معروفة تتكون من الحاسبة وما بداخلها من مكونات وأجهزة خزن، فضلاً عن الشاشة ولوحة المفاتيح والماوس، والطابعة لأغراض الطبع، أما في حال استخدامها من الكارتوجرافيا للعمل عليها في مجال الخرائط فيتطلب أجهزة إضافية لإدخال الخرائط أو الصور الجوية أو الفضائية، وعند توفر هذه الأجهزة يتم إدخال الخريطة الأساس إلى الحاسب الآلي ويتم التعامل معها من خلال أحد البرامج الخاصة بها. ويمكن أن نوضح أجهزة إدخال الخرائط إلى الحاسب الآلي بالأجهزة الآتية:

### ١- جهاز الترقيم الإلكتروني Digitizer:

وهو وسيلة إدخال إلكترونية تنقل تفاصيل الخريطة المطلوب رسمها بواسطة إحداثيات سينية وصادية للنقاط الراسمة للخط أو المحددة لأي موقع على الخريطة . وتتركب من لوحة إلكترونية عليها معظم أوامر البرنامج، وقلم خاص أو جهاز صغير للترقيم، ووظيفة هذه الوسيلة مهمة للغاية، إذ يمكن إدخال أي خريطة على شاشة الحاسب الآلي من خلال تمرير القلم أو الجهاز الصغير والضغط عليه باستمرار لتسجل على الشاشة.

تعتمد الدقة في إدخال الخريطة وتفاصيلها على حركة يد الكارتوجرافيا الذي يدخل الخريطة فأن الارتجاجات أو عدم انتظام اليد يؤدي إلى تشوهات في الخريطة يضعفها علمياً وكذلك عدد النقاط التي يرسمها، وهذا الأمر يتعلق بالكارتوجرافيا لا بالحاسب الآلي الذي يضع البعض أخطاءه عليه لأن الأخطاء هي نتيجة تغذية الإنسان إليه.

### ٢- الماسح الالكتروني أو الضوئي Scanner:

وهو جهاز يرتبط مع الحاسب الآلي ويتوفر بأحجام مختلفة للخرائط حالياً ابتداءً من ( A0 , A1 , A2 , A3 , A4 ) يحتوي على زجاجة شفافة يتم وضع الخريطة الأساس أو الصورة الجوية عليها وبسرعة عالية ستظهر الخريطة أو الصورة على شاشة الحاسبة من خلال إحدى البرامج ثم يتم خزنها والتعامل معها .

وتأتي أهمية الماسحات الضوئية في تمكين المستخدمين من تحويل الوثائق والصور إلى ملفات يتعامل معها الحاسب الآلي ليتم معالجتها وحفظها وطباعتها أو نشرها على الإنترنت، وتعد الماسحات الضوئية من الأجهزة التي تحول المعلومات التناظرية analog إلى رقمية digital. وتتفاوت الماسحات الضوئية فيما بينها من حيث درجة نقاء الصورة ووضوحها. والحد الأدنى لنقاء

الصورة في أغلب أجهزة المسح الضوئي هو ٣٠٠ نقطة في (البكسل)، وهو ما يتحدد بعدد المجسات في الصف الواحد.

ويكون الماسح الضوئي على أنواع متعددة وهي:

أ- الماسح الضوئي المسطح Flatbed scanners

وهذا النوع الأكثر استخداماً ويعمل من خلال تثبيت الورقة المراد تغذيتها للحاسب الآلي داخل الماسح وتبقى ثابتة مكانها ويمسح ضوء الماسح الورقة، وسنركز علي هذا النوع في الشرح.

ب- الماسح الضوئي ذو التغذية اليدوية Sheet-fed scanners:

وهو يعمل من خلال سحب الورقة داخل الماسح لتتعرض لمصدر ضوئي ثابت وتتميز بصغر حجمها وتستخدم مع الحاسب الآلي المحمول.

ج- الماسح الضوئي اليدوي Handheld scanners:

وهو الأصغر حجما ويقوم بالمسح بطريقة يدوية. هذا النوع من الماسحات لا يعطي صورة عالية الجودة مثل تلك التي توفرها الماسحات المسطحة، إلا أنه يكون ذا جدوى في المسح السريع للنصوص.

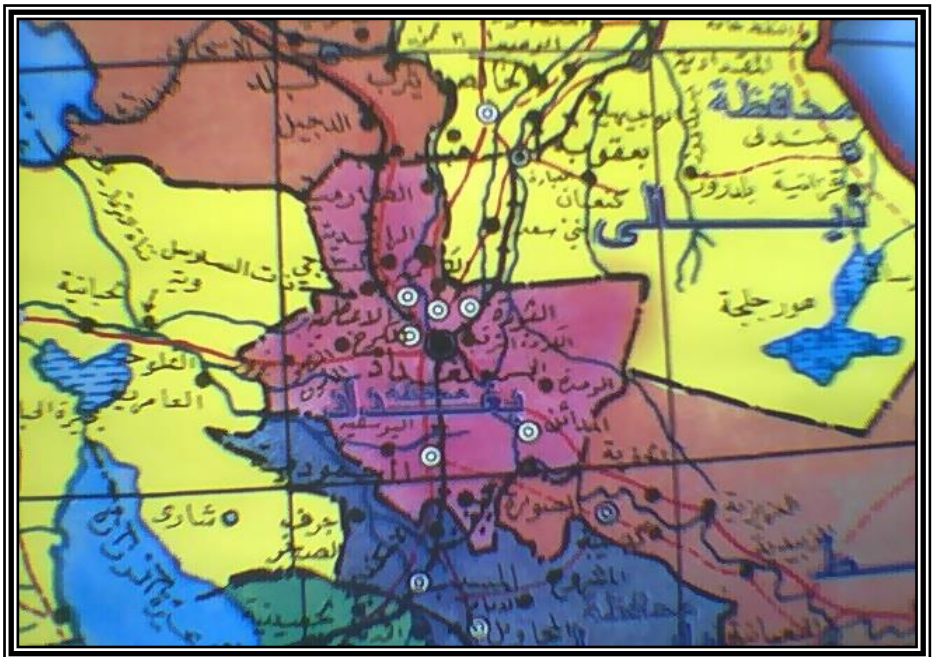
د- الماسح الضوئي الاسطواني Drum scanners:

يستخدم في مؤسسات النشر وتفوق دقته كل الأنواع السابقة الذكر وتختلف فكرة عمله عن الماسحات الضوئية، حيث تثبت الورقة على اسطوانة زجاجية ويسطع ضوء من داخل الاسطوانة ليضئ الورقة ويقوم جهاز حساس للضوء يسمى أنبوبة تكبير الفوتونات photomultiplier tube ويرمز له PMT ليحول الضوء المنعكس إلى تيار كهربائي.

٣- الكاميرا الرقمية Digital Camera :

تتعدد أنواعها ومواصفاتها وتقوم بالتقاط الصور المتعددة ويمكن اخذ صورة لخريطة الأساس وإدخالها إلى الحاسب الآلي، ولكن الصورة التي تأخذها لا تكون بدقة ووضوح الماسح الآلي،

ويوضح الشكل التالي صورة خريطة تم التقاطها بكاميرا رقمية نوع (SiPix) مما يقلل من استخدامها في مجال توقيع الخرائط بواسطتها.




صورة خريطة التقطت بكاميرا رقمية

وهناك أجهزة أخرى لتوقيع الخرائط ولكن هي الآن اقل استعمالاً بسبب صعوبة إدخال الخرائط فيها كالقلم المضيء، والماوس الذي يساعد في بعض الأحيان في توقيع الخرائط.

## أهم برمجيات الحاسب الآلي لرسم الخرائط وتطورها التاريخي

ترسم الخرائط من قبل الكارتوجرافيا بواسطة أحد البرامج المخزنة في الجهاز أصلاً، فلا يصلح للحاسب الآلي رسم الخرائط إذا لم يغذِ الجهاز بأحد هذه البرمجيات، وقد بدأت هذه البرمجيات في الظهور مع بداية الستينات، ومنذ تلك المدة تطورت البرامج تطوراً كبيراً حتى بات من الصعب متابعتها. ومن بين هذه البرامج: السايماب SYMAP واللاينماب LINMAP والكولماب COLMAP والمابت MAPIT وكذلك جيمس GIMMS وكالفورم CALFORM، وغيرها مما يصعب تتبعه، وتعتمد هذه

البرامج على عدة أساليب في رسم الخرائط، فهي تسمح مثلاً لراسم الخريطة بترجمة خطوطها وكل تفاصيلها بواسطة إحداثيات رقمية، وتسمى هذه العملية بالتوقيع الإحداثي الرقمي Digitizing.

إن جميع البرامج تمتلك إمكانية الرسم حتى لو كانت برامج لها استخدامات أخرى فهي تمتلك إمكانية الرسم فبرنامج الـ Basic الذي استخدم كثيراً في مرحلة الثمانينيات في العراق وحتى بداية التسعينيات في الجامعات العراقية كان له إمكانية برمجته بشكل للرسم الذي يعتمد على الإحداثيات النقطة (X , Y) والخط يرسم على نقطتين وهكذا رسمت به خريطة العراق والوطن العربي والعالم. فقد رسم نظام عرب بلغة البيسك العربي على حاسبة نوع وركاء ٦٠٠١، وهو نظام معلومات جغرافي متخصص بالوطن العربي يقوم بتمثيل (١٠١) ظاهرة بشرية واقتصادية وطبوغرافية على خارطتي الوطن العربي البيانية والعامة ويسمح كذلك بتمثيل أية ظاهرة يرغب المستفيد في تمثيلها على شكل خريطة تظليل للوطن العربي.

ومع تطور البرامج استمر رسم الخرائط على الحاسب الآلي ورفع درجة التمثيل الكارتوجرافي نتيجة إمكانات البرامج المعاصرة وما توفره من إمكانات للكارتوجرافي وتسرع من عمله في تصميم الخرائط .

إن برامج الرسم نوعان، المتجهي والنقطي فالرسم المتجهي مثل برنامج Corel Draw يعني تخزين الرسومات بطريقة وصفية (دائرة هناك ومستطيل هنا) وليس نقطة مما يعطي إمكانية أكبر في تعديل الرسومات فيما بعد وإمكانية تكبير الصور بشكل غير محدود مما يجعله مفضلاً لرسم الشعارات والرسومات التي تظهر على أنها رسومات ( وليس صوراً فوتوغرافيةً ) لأن الصور الفوتوغرافية يصعب تمثيلها على شكل دوائر ومستطيلات، أما بالنسبة للرسم النقطي فيقوم البرنامج بعمل خريطة تمثل النقاط

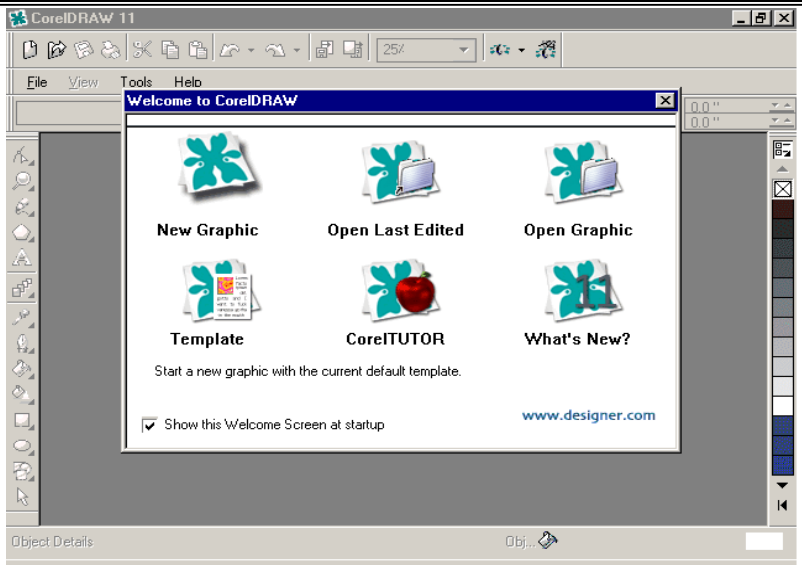
في الصورة عند تكبير الصورة تظهر هذه النقاط مربعات مزعجة وعند وضع نقطة يطمس ما تحتها و تناسب هذه الطريقة الصور الفوتوغرافية.

## ومن أهم البرامج المعروفة:

## برنامج Corel Draw

يعد هذا البرنامج من أهم وأقوى برامج الجرافيك التي تستطيع من خلالها القيام بأعمال التصميم المختلفة، لما لهذا البرنامج من أدوات رسم تتمتع بالسهولة واليسر والعديد من الأشكال والرسوم والحروف الجاهزة والمتعدد بالخطوط العربية مما يمكنك من إعداد الوثائق والرسوم سواء كانت البسيطة أو المعقدة من خلال اقتنائك المهارات الأساسية والمهارات الاحترافية لاستخدام الأدوات المختلفة الموجودة داخل البرنامج.

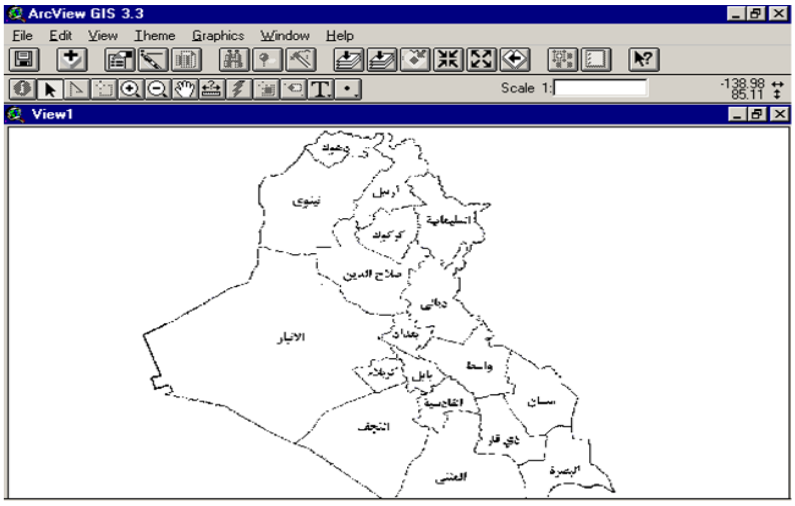
لا ينتمي هذا البرنامج إلى برامج نظم المعلومات الجغرافية، إلا انه من البرامج السهلة والمتمكنة في رسم الخرائط بالحاسب الآلي في الوقت الحاضر وهو متوفر بإصداراته المختلفة ( 12 , 11 , 10 , 9 , 8 ) وغير ذي كلفة ولا يأخذ حيزاً واسعاً من الحاسب فيمكن تنصيبه على أبسط الحاسبات مما لا يكلف الكارتوجرافي كثيراً من الناحية المادية من جهة ويسهل العمل عليه كارتوجرافياً من جهة أخرى وبسرعة في الإنجاز، يقدم هذا البرنامج إمكانات كبيرة في تصميم الأشكال والرموز المتعددة وكتابة الأسماء عليها باللغة العربية والتي لا يمكن عملها في برامج نظم المعلومات الجغرافية، يبين الشكل التالي واجهة برنامج كورال درو ١١ عند بداية الدخول عليه.




واجهة برنامج كورال درو

## برنامج Arc Gis

وهو برنامج نظم المعلومات الجغرافية المكتبي وهو أيضا منتج من قبل معهد (ESRI) له إصدارات عديدة أحدثها الإصدار(10.5)، ولهذا البرنامج إمكانات كبيرة جداً في تصميم وعرض الخرائط، وهو بشكل عام يتصف بقدرة واسعة على الإظهار،




واجهة استخدام برنامج ARC View 3.3

والعرض الجيد للخرائط في صورتها النهائية سواء على شاشة الحاسب الآلي أو على الورق بعد طباعتها، ويستخدمه الجغرافيون

وغيرهم في تطبيقاتهم لنظم المعلومات الجغرافية، ويبين الشكل التالي إحدى واجهات استخدام هذا البرنامج القديمة.

يوفر برنامج Arc Gis مجموعة كبيرة من الأدوات التي تظهر على نافذة التطبيق التي تظهر مباشرة عند تشغيل هذا البرنامج باستخدام نظام تشغيل النوافذ . ويظهر البرنامج المعلومات الوصفية الخاصة بالخرائط على شكل جداول Spread Sheets في حين يتم تمثيل المعلومات المكانية على خريطة أو خرائط بشكل منفصل على نافذة أخرى. إذ تظهر المعلومات المكانية ممثلة بالنقاط والخطوط والمساحات، اعتماداً على مفتاح الخريطة الذي يظهر في أحد زواياها. ومن خلال هذا البرنامج يتم تعديل ومعالجة البيانات المكانية والوصفية.

يتميز برنامج Arc Gis باحتوائه على مجموعة كبيرة من الرموز والألوان التي يمكن استخدامها في وضع الخرائط الإحصائية ومنها الخرائط السكانية . ويمكن أن نبرز مميزات هذا البرنامج في الخرائط بالآتي :

١- يحتوي على أدوات وعناصر رسم متنوعة الرموز والألوان وأنماط متنوعة من الخطوط، ويقدم عدة نماذج لرسم الخرائط مثل النقاط والدوائر والأعمدة التي تستخدم كثيراً في الخرائط السكانية.
٢- يمكن تغيير أبعاد الرموز وأنواعها بسهولة من خلال القوائم.
٣- إمكانية إظهار كل جزء من الخريطة على حدة على الشاشة وتغيير ما يمكن تغييره مباشرة.
٤- يتيح التجريب وإعادة الرسم وتعديل الخرائط بسهولة من خلال تفعيل قاعدة البيانات .

**يتكون هذا النظام كنظام كتكامل من ثلاث أجزاء رئيسية وهي:**

١- Arc SDE:

وهو عبارة عن واجهة لإدارة قواعد البيانات الجغرافية .

٢- Arc IMS :

وهو عبارة عن برنامج نظام معلومات جغرافية خاص ليعمل على الشبكة العنكبوتية ( الانترنيت ).

٣- Arc GIS Desktop:

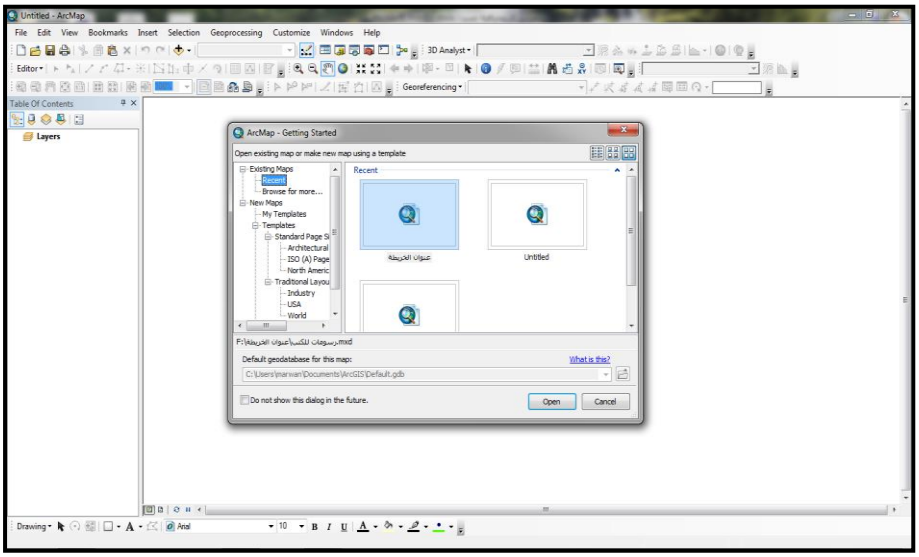
وهي النسخة المكتبية لنظم المعلومات الجغرافية وهي عبارة عن مجموعة متكاملة لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

## ١- Arc GIS Desktop

يتألف من ثلاث أجزاء يمكن من خلالها تطبيق أي مهمة متعلقة بنظم المعلومات الجغرافية وهذه الثلاث أجزاء هي:

أ- برنامج (Arc Map):

ويعتبر البرنامج المركزي لنظام Arc GIS Desktop ويقوم بوظائف عديدة منها العمل على الخرائط وتحريرها وعرضها وعرض بياناتها الرقمية والتعامل مع الطبقات وإضافة بعض العناصر للخرائط مثل مقياس الرسم ومفتاح الخريطة.




واجهة برنامج Arc Map 10.3

ب- برنامج (Arc Catalog).

وهو برنامج يساعد على تنظيم وإدارة بيانات نظم المعلومات الجغرافية كما تحتوي على أدوات للتصفح والبحث عن المعلومات

الجغرافية ويقوم بتسجيل وعرض المعلومات التوثيقية الخاصة بملفات نظم المعلومات الجغرافية .

ج- برنامج (Arc Toolbox).

وهو برنامج بسيط يحتوي على أدوات نظم المعلومات الجغرافية ويقوم هذا البرنامج بالتحويل بين الأنساق المختلفة لملفات نظم المعلومات الجغرافية ويوجد نسختين من هذا البرنامج الأولى تدعم تحويل ١٥٠ نسق من هذه الملفات ويأتي هذا البرنامج مع نظام (Arc Info ) والبرنامج الأخر يدعم تحويل ٣٠ نوع من هذه الملفات ويأتي مع برنامج (Arc View).

هذه الثلاث برامج مصممة للتعامل مع بعضها البعض لتقوم بتطبيق جميع مهام نظم المعلومات الجغرافية فمثلا يمكن البحث عن ملف نظام معلومات جغرافية باستخدام برنامج Arc Catalog تم فتح هذا الملف ومشاهدته وتحليله في برنامج Arc Map وذلك بالنقر المزدوج على الملف ومن ثم تحرير وتحسين هذا الملف من خلال الأدوات المتوفرة في برنامج Arc Map تم يمكن استخدام برنامج Arc Toolbox لتصدير هذا الملف لنوع آخر.

## إصدارات نظام (Arc GIS Desktop )

### هناك ثلاث إصدارات مختلفة من هذا النظام وهي كالتالي :

☒ نظام (Arc View):

وهو عبارة عن برنامج شامل لأعمال الخرائط وأدوات التحليل مع تزويده ببعض الأدوات البسيطة لتحرير الأعمال الجغرافية .

☒ نظام (Arc Editor):

وهو عبارة عن برنامج يحتوي على جميع المميزات الموجودة في البرنامج السابق مع بعض الإمكانات المتقدمة في تحرير قواعد البيانات الجغرافية.

☒ نظام (Arc Info):

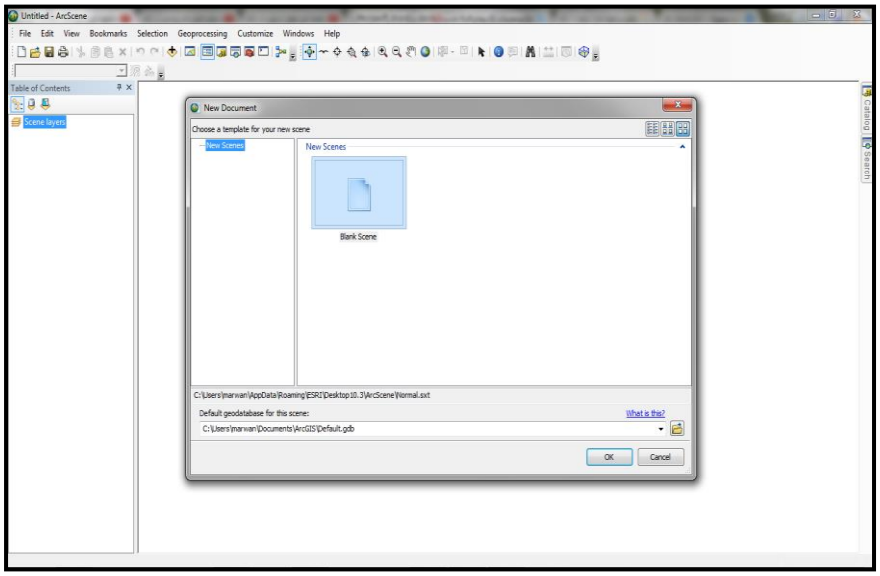
وهو عبارة عن برنامج يحتوي على جميع المميزات الموجودة في البرنامج السابق مع بعض الإمكانات المتقدمة وبعض البرامج المساعدة مثل برنامج (Arc Plot) وبرنامج ( Arc Edit) وغيرهما.

وتتشارك هذه الإصدارات الثلاثة في الخصائص العامة فيما بينها حيث يمكن لأي مستخدم من تبادل الملفات من إي إصدار إلي آخر كما يمكن تثبيت أيا من الإضافات (Extensions) على أيا من الإصدارات الثلاثة.

ويعتبر النظام الأول (Arc View) هو الوحيد المتوفر للعمل على جهاز وحيد (Single user) وعلى نظام الشبكات متعدد المستخدمين بينما بقية النظامين لا تتوفر نسخ للعمل على جهاز وحيد وإنما للشبكات فقط.

## ARC scene

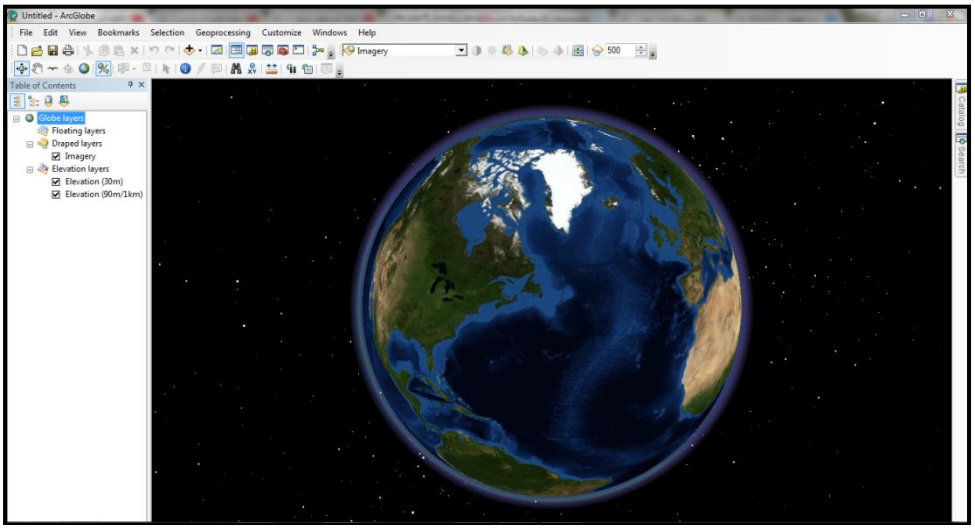
برنامج مهم يستخدم لعرض الملفات ثلاثية الأبعاد مثل تضاريس سطح الأرض ويحوي أدوات التعامل مع هكذا بيانات مثل عمل الخرائط الكنتورية مناسب النقاط على مسار خطي ..... الخ




واجهة برنامج Arc scane

## ARC Globe

يستخدم هذا البرنامج لعرض الخرائط على كرة تشبه الكرة الأرضية وليس على سطح ويمكن عرض الملفات ثلاثية الأبعاد مثل البيانات كما يمكن إجراء بعض عمليات المعالجة على البيانات.




واجهة برنامج Arc Globe

وبالرغم من وجود هذه المميزات إلا انه هناك مشاكل وسلبيات لهذا البرنامج التي تتمثل بعدم وجود النسخة العربية من البرنامج وهذا يحتم الكتابة في الجداول والخرائط باللغة الانكليزية مما يتطلب ترجمة هذه الكتابات، فضلاً عن عدم وضوح النقاط (خاصة إذا كانت كثيرة في الخريطة) وخصوصاً عند طبع الخرائط بمقياس يتلاءم مع حجم ورقة الطبع A4 وكذلك مع حجم A3، إذ تلتصق النقاط مع بعضها وبذلك لا تعطي وضوحاً كافياً.

فضلاً عن ذلك فان شكل النقطة يأخذ الشكل المربع أو القريب من المربع وهو بذلك لا يمثل الشكل الحقيقي للنقطة وهذا يمثل خطأ في تمثيل الرموز الكارتوجرافية يجب الانتباه له وتلافيه عند استخدام هذا البرنامج .

## نظم الألوان المستخدمة في الحاسب الآلي

تقسم نظم الألوان المستخدمة في الحاسب الآلي من حيث الحد الأقصى لعدد الألوان الذي يوفره كل نظام إلى الآتي:

- ☒ نظم تقوم على فكرة حبس الضوء: مثل نظام CMYK وهذه الأحرف اختصار لـ cyan, magenta, yellow, and black (سمائي، بنفسجي، أصفر، وأسود)، تستخدم في طباعة الألوان. شدة اللون في هذا النظام هي ٤ بايت ويسمح هذا النظام بتخزين ٤,٢٩٤,٩٦٧,٢٩٦ لوناً.
- ☒ نظم تقوم على فكرة إطلاق الضوء: مثل نظام RGB وهي اختصار لـred, green, and blue، تستخدم كنظام ألوان أساسي في التلفاز وفي الشاشات. شدة اللون في هذا النظام هي ٣ بايت ويسمح هذا النظام بتخزين ١٦,٧٧٧,٢١٦لوناً، وتقاس دقة اللون في كلا النظامين بجهاز يسمى colorimeter وهو يحاكي استجابة الإنسان للألوان ويُعنى بقياس كثافة الضوء.
- ☒ نظام اللون HLS ( تدرج اللون، والاشراقة، والتشبع ) وقد تطور هذا النظام أصلا في سنة ١٩٧٠ من قبل Tektronix. فألوان HLS المصمتة عبارة عن مخروط ثنائي كما في نظام الألوان الطبيعية، ولكن استخدام كنه اللون واشراقته وتشبعه(والاثنان الأخيران يتشابهان في القيمة والشدة) يجعلها اقرب إلى نظام منسل [1]، لكن زيادة الكنه والإضاءة والتشبع ليست متماثلة بصرياً.

وعلى الرغم من الإمكانية للحاسب الآلي في استخدام عدد كبير من الألوان وبتدرج كبير لكل لون يصل في بعضها إلى ما

---

[1]() نظام منسل هو من أكثر أنظمة الألوان انتشاراً في العالم، وهو يعتمد على إدراك الإنسان وتميزه بين الألوان، ويقوم على وضع مقياس للعناصر المدركة للون وهي ( قياس كنه اللون وقد نظمها على شكل دائرة مقسمة على ١٠٠ كنه، مقياس القيمة وقد قسم فيها درجة وجود اللون الأبيض إلى درجات رئيسة تتراوح بين الصفر حيث السواد الكامل و ١٠ حيث البياض الكامل، مقياس شدة اللون فقد وضع تدرجاً يتراوح بين صفر – ١٦ لقياس شدة اللون وتشبعه ) .

يقارب ١٠٠٠ تدرج لوني إلا أن هذا لا يمكن الاستفادة منه من الناحية التطبيقية في تصميم الخرائط لأن تمييز التدرج اللوني في أي لون من الألوان لا يمكن لعين الإنسان أن تميز أكثر من ١٠ قيم متدرجة للون واحد في الخريطة الواحدة، ويبقى هنا الدور الأساس على مصمم الخريطة الذي يمكن ان يتحكم باستخدام الألوان وتدريجاتها من خلال مساحة الخريطة الممثلة والأجزاء المراد تلوينها فيها بحيث يعطي التدرج اللوني إدراكاً واضحاً .

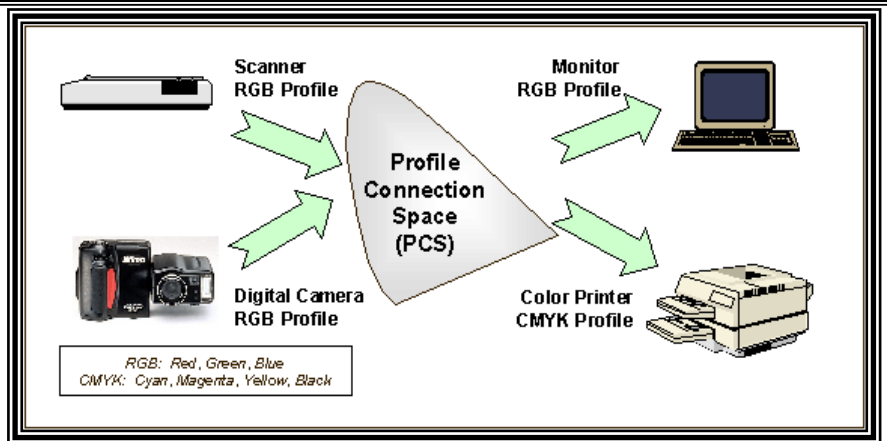
**نظم الألوان والأجهزة المساعدة** :Device-Dependent Color

تعتمد نظم ألوان محددة لكل جهاز طرفي، وفيما يأتي تحديد لنظامي التلوين المستخدمة في كل جهاز:

أ- يعتمد نظام الألوان RGB في الشاشات وأجهزة المسح الضوئية والكاميرات الرقمية . الشكل ( ٨ )، كما أن جميع البرامج تقريباً وبلا استثناء تستخدم هذا النظام، فتشير الأحرف الثلاث RGB اختصار Red, Green & Blue إلى نظام الألوان المستخدم في عرض الحاسب الآلي، تخلط هذه الألوان الثلاثة بنسب مختلفة للحصول على أي لون من ألوان الطيف الضوئي، ولكل لون نطاق يبدأ من الصفر ويصل إلى إلي ٢٥٥(بمعنى ٢٥٦ حالة لكل لون)، وهو يقابل :

- ☒ نطاق عشري Floating يبدأ من ٠و٠ ويصل إلى ١و٠ .
- ☒ نطاق ثنائي Binary يبدأ من ٠٠٠٠٠٠٠٠ إلى ١١١١١١١١.
- ☒ والذي يقابل في النظام السادس عشر نطاق يبدأ من ٠٠ويصل إلىFF، وعدد الألوان المتاحة في هذا النظام هي ٢٥٦×٢٥٦×٢٥٦ وتساوي ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون.

ب- يعتمد نظام الألوان CMYK في الطابعات.




نظم الألوان حسب أجهزة الحاسب الآلي

## الفروق بين النظم الآلية والكارتوجرافيا اليدوية:

تم تصميم نظم المعلومات الجغرافية مع الأخذ بعين الاعتبار مختلف القواعد والنظريات الكارتوجرافية أي المنبثقة من علم الخرائط، في هذه الأثناء وعلى سبيل التذكير لا الحصر فإن هناك عدد من الفروق الجوهرية بين نظم المعلومات الجغرافية والكارتوجرافيا اليدوية أدت في المرحلة الأولى " التي نعيش بها الآن " إلى الهجر الخاطئ للكارتوجرافيا اليدوية والتوجيه مباشرة نحو " الآلة " أي نحو الاستخدام المباشر لنظم المعلومات الجغرافية ... وهذه الفروق هي:

- ☒ يتم بناء أي عمل كارتوجرافي بشكل مسبق على الورق وباستخدام الأقلام العادية لتصميم المنهجية الكارتوجرافية والتعرف على طرق التمثيل التي ستستخدم، قبل الشروع في الجلوس مطولا على الموائد المعدة للعمل الكارتوجرافي للتنفيذ.
- ☒ يقوم تصميم الطبقة أو "layer" في نظم المعلومات الجغرافية أو إنشاء "layer" على نوعية العنصر الكارتوجرافي المستخدم أي: النقطة، الخط، أو متعدد الضلوع "Polygon" – أي أن "layer" الواحد يجب أن تكون عناصره جميعاً مكونه من عناصر كارتوجرافية ترسم بالنقطة أو بالخط أو بالمضلع

الذي يحدد المساحات، ولا يمكن ل "layer" ما أن يجمع بين عناصر كارتوجرافية ترسم بالنقطة أو بالخط مثلاً. خلافاً عن ذلك يقوم تصميم ال "layer" في الكارتوجرافيا اليدوية على اللون وبالتالي فإنه يخصص "layer" واحد لكل لون وهنا يتم تمثيل كافة العناصر الكارتوجرافية ذات اللون الواحد على "layer" اللون الخاص بها.

- ☒ توفير الزمن بشكل كبير : يلاحظ بان الباحث المتمكن يستطيع تنفيذ عمله بواسطة النظم بخلال ساعات من العمل بعد الانتهاء من تصميم قواعد البيانات، بينما كان يتطلب تنفيذ عمل كارتوجرافي أياما بل أشهراً بالإضافة إلى ضرورة تدرب الباحث على استخدام المعدات المهنية الأصلية الخاصة بكل جزئية من جزئيات العمل الكارتوجرافي وليس قلم " الرابيدوغراف" المعروف والمستخدم على نطاق واسع في الوقت الحاضر، مما يعني تخلي الباحث عن الدقة في التنفيذ.
- ☒ استخدام اللون كان اختيارياً وحسب طبيعة ونوعية العمل المطلوب إنجازه في الكارتوجرافيا اليدوية – أما في نظم المعلومات الجغرافية فاللون أصبح من الأسس الكارتوجرافية أو من ركائز الترميز التلقائي.
- ☒ تطور الاعتماد على " الترميز الآلي أو التلقائي " أي قبول النتائج الأولية للمعالجة الكارتوجرافية التي يقدمها النظام من قبل الباحث كما هو عليه دون تغيير يذكر! بينما في الكارتوجرافيا اليدوية فإن الترميز يعتبر عالماً قائماً بذاته يتبع له أكثر من ٨٠٪ من النظريات والقواعد الكارتوجرافية – إضافة إلي ضرورات تطويع الباحث لنظريات وقواعد استخدام الألوان حسب طبيعة المتغيرات والعناصر الكارتوجرافية وعلاقاتها المكانية مع الحيز الكارتوجرافي لأساس الخريطة.
- ☒ الاعتماد الخاطئ على الترميز الآلي لا يسمح بتقديم عمل علمي جيد ويعبر عن عدم تمكن المستخدم وعن خلفيته الكارتوجرافية

الضعيفة والجهل بأن الترميز الآلي وجد لأنه ليس للكمبيوتر قدرة على التفكير والمحاكمة والمناقشة!.

يُستدل من هذه النقطة الأخيرة بأن لنظم المعلومات الجغرافية شروط قواعد للاستخدام ويأتي على رأسها أن يكون للمستخدم خلفية علمية كبيرة بشروط وقواعد الترميز واستخدام الألوان وبشروط وقواعد وأصول المعالجة الكارتوجرافية للبيانات بعد قولبتها داخل القواعد الخاصة بالنظم، وتعتبر أخيراً قواعد تصميم الخرائط وخاصة فيما يتعلق "بأساس الخريطة" وطرق تمثيل المتغيرات من الضرورات الملحة التي يجب أن يتمرس عليها مستخدم النظم بشكل مسبق.

## سلبيات الترميز الآلي أو التلقائي:

- ☒ لا يمتلك الحاسب الآلي قدرة التفكير وهو دائماً يطرح الأسئلة الكثيرة من خلال نوافذه من أجل أن يتمكن من تنفيذ ما هو مطلوب ...! الكارتوجرافيا هي علم وفن ... ! ويتجلى فن الكارتوجرافيا ليس فقط من خلال مرحلة تصميم الخرائط، بل ومن خلال عمليات استخدام الرموز والألوان والنصوص التي تعتبر في غاية الأهمية في الكارتوجرافيا الموضوعية الجغرافية.
- ☒ تقدم نظم المعلومات الجغرافية ما عندها من قوائم الرموز الخطية والنقطية والمساحية ومعظم هذه الرموز يؤدي الغرض الذي أنشأت من أجله أساساً أي ترميز العناصر الفنية وعناصر البنية التحتية، وغالباً فيما يتعلق بالعمل الجغرافي أي بالعمل القاضي بترميز المتغيرات الجغرافية الطبيعية والبشرية والاقتصادية فإن مجموعة الرموز المتوفرة داخل القوائم لا تفي بالغرض( مثال الرموز المستخدمة في الجيومورفولوجيا وكذلك رموز خرائط الأرصاد الجوية...الخ) إذا رغبنا التقيد بقواعد استخدام الرموز أو بقواعد الترميز التي تعتبر لها المكانة الأولى في العمل الكارتوجرافي العلمي الفني الجيد.

- تعد الكارتوجرافيا في حد ذاتها لغة للتعبير عن العلاقات المكانية حسب أنماط الانتظام داخل المجالات الحضرية- البشرية أو الريفية- الطبيعية، ولا يجب الخطأ في استخدام قواعد هذه اللغة – هو كمن يخطئ في استخدام قواعد لغته الأم – وبالتالي لا مجال لتطويع الكارتوجرافيا وأصولها وقواعدها ونظرياتها وغض النظر عنها بحجة الاستخدام العاجل لنظم المعلومات الجغرافية – خاصة وأن لهذه النظم إمكانات داخلية تسمح لمستخدمها بإنشاء وتطوير رموز جديدة غير متوفرة أساساً داخل النظم لكي يتم بموجبها تصميم رمز جديد أو اشتقاق رمز آخر عن طريق دمج رمزين متوفرين أو أكثر مع بعضها أو عن طريق اشتقاق جزئية من رمز متاح. وهنا نفهم بأن العارف بالأصول الكارتوجرافية أي المتمرس قادر على تطويع النظم لقواعد وأصول الكارتوجرافيا ونظرياتها وليس العكس.
- إمكانية تفادي سلبيات الترميز الآلي أو التلقائي تفرض على المستخدم العلمي وليس على المستخدم الفني للنظم وتتطلب من المستخدم العلمي أن يتمتع بخلفية علمية كبيرة تتعلق بأصول وقواعد علم الكارتوجرافيا وأن يكون ضالعاً في عمليات تصميم الخرائط الموضوعية الخاصة بمختلف العلوم الجغرافية أو على الأقل للعلم الجغرافي الذي تخصص به.

يفترض أنه بالإضافة إلى ضرورات الدراسة المسبقة لعلم الكارتوجرافيا بشكل معمق قبل استخدام النظم فإن على المستخدم العلمي لهذه النظم أن يكون عارفاً " بالمنهجيات الكارتوجرافية " الحديثة الخاصة بمجموعة العلوم التي تخصص بها : العلوم الجغرافية إن كان جغرافياً، العلوم الجيولوجية إن كان جيولوجي، علوم البيئة إن كان متخصصا بعلم البيئة ... وهكذا.

## المنهجية الكارتوجرافية بين الطرق التقليدية والآلية

تعّرف "المنهجية الكارتوجرافية ": بعبقرية استخدام مختلف الطرق الكارتوجرافية لتمثيل المتغيرات الخاصة بموضوع

خرائطي ما، وهنا وبالاعتماد على هذا التعريف نستطيع أن نتخيل الدور الذي ستقوم به الخلفية الكارتوجرافية لدارس الكارتوجرافيا في مساعدته على تطوير عمل كارتوجرافي متطور وفني وأصيل باستخدام النظم الحالية التي أصبح الجميع يتغنى بها لإنتاج أعمال ما زلنا نرى بها البساطة.

يجب أن يبني علم الكارتوجرافيا علي خلفية المتخصص بكافة علوم الأرض المذكورة سابقا وليس فقط خلفية الجغرافي، من أجل أن يتمكن في النهاية من تصميم وتنفيذ خرائط موضوعية لتخصصه الدقيق ذات مستوى عال من الدقة العلمية والذوق، وهنا نؤكد ضرورة أن تبني المعرفة الكارتوجرافية لمختلف الدارسين لعلوم الأرض حول <u>النقاط الرئيسية التالية:</u>

أ- طرق التمثيل الكارتوجرافي.

ب- طرق وقواعد استخدام الألوان.

ج- طرق وقواعد الترميز وهي:

- ☒ قواعد واستخدام الرموز المساحية الكمية أو رموز النسبة المئوية.
- ☒ قواعد واستخدام الرموز المساحية النوعية حسب تصنيفها الدولي.
- ☒ قواعد استخدام الرموز الموضعية الكمية " الدائرة، المربع،المستطيل، المثلث ... الخ
- ☒ قواعد استخدام الرموز الموضعية النوعية حسب تصنيفها الدولي.
- ☒ قواعد استخدام الرموز الخطية الكمية.
- ☒ قواعد استخدام الرموز الخطية النوعية.
- ☒ أصول استخدام النقطة الكارتوجرافية أو النقطة الكمية الكارتوجرافية.

يرتبط بمجموع هذه النقاط مجموعة الأصول والقواعد الخاصة بإنشاء وتصميم أسس الخرائط وقواعد تصميم الطبقات أو

"layer"، حيث بات واضحاً أن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لعمل علمي كارتوجرافي جغرافي دقيق يتطلب التوجه نحو مفهوم الكارتوجرافيا التركيبية أي الكارتوجرافيا غير العنصرية أو الكارتوجرافيا التي تؤدي إلى تصميم خرائط تحمل عددا" من المتغيرات الرئيسة التي يسمح تمثيلها كارتوجرافياً" إظهار تفاعلاتها البينية المشتركة حسب علاقاتها المكانية وضرورة الأخذ بها والابتعاد عن مفهوم الكارتوجرافيا البسيطة أو العنصرية اللا علمي، ويمكن أن نكرر تقديم تعريف أكثر بساطة لنوعي الكارتوجرافيا كما يلي:

## الكارتوجرافيا المركبة:

تتمثل بالعمل الكارتوجرافي الذي يستخدم الألوان بالضرورة ويقوم على تمثيل أكثر من متغير رئيسي على أساس كارتوجرافي ونجد واضحاً في بنية هذا العمل مفهوم متغير الأساس والمتغير المساعد والمتغير البساطي.

## الكارتوجرافيا البسيطة:

أي عمل كارتوجرافي أولي يمثل متغيراً واحداً على أساس كارتوجرافي وهو بالضرورة عملاً ضعيفاً بأحداثه العلمية على مستوى الاستثمار البحثي.

ومنذ زمن ليس ببعيد كنا نؤمن بان على كافة المتخصصين في العلوم الأصولية إتقان علم وفن الكارتوجرافيا، خاصة منهم المتخصص في العلوم الجغرافية " لا جغرافية دون خريطة "! ولان الجغرافية علم للعلاقات المكانية كان علم الكارتوجرافيا علما مساعدا من الطراز الأول لبيان وتشخيص هذه العلاقات المكانية، وأدى ذلك إلى جعله علماً يهتم به كافة المتخصصين في كافة الفروع الجغرافية. وهنا تتأكد أهمية علم الكارتوجرافيا التي لا يجب نتخطاها لأساليب أخرى لإنتاج الخرائط ترتكز ارتكازاً كبيراً على قواعد وأصول الكارتوجرافيا وهي نظم المعلومات

الجغرافية. – وفي هذه الحالة ليس المطلوب أن نطور "عارفا" بتشغيل نظام المعلومات الجغرافية بقدر ما هو مطلوب أن نطور متخصصاً قادراً على استخدام هذه النظم بشكل علمي وفعّال بالمعنى الحقيقي للكلمة. وهكذا نستطيع إطلاق برامج قادرة على الاستغلال الأمثل للنظم والبدء بتطوير مشاريع يعمل عليها عددا من الأقسام الجغرافية داخل أراضي المملكة العربية السعودية كمشروع الخريطة المناخية، أو مشروع الخريطة السكانية، أو مشروع خريطة استخدام الأراضي، أو مشروع خريطة الطرق والمواصلات ... الخ

يعني أصول التدرب على استخدام نظم المعلومات الجغرافية أولاً وأساسا القبول بأن هذه النظم هي أداة وبأن استخدامها يجب أن يرتكز على أصول وقواعد ونظريات علم الكارتوجرافيا الذي أبدعه رجال الجغرافيا، وكما أن العمود الفقري للعلوم الجغرافية وبشكل أوسع لعلوم الأرض هو الخريطة فإن العمود الفقري لنظم المعلومات الجغرافية هو الكارتوجرافيا من ألفها إلى يائها .

الدعوة إذن باتت واضحة وهي أن يتم وضع النقاط على الحروف ونعلم بعد هذه الفترة الثرية من حمى النظم التي اعترت مختلف أقسام الجغرافية خاصة في الوطن العربي بأن النظم ما هي إلا أداة يتطلب الإبداع في استخدامها أن نكون متمسكين بأصول علومنا وأن نتدرب أساساً على تصميم الخرائط وقواعد بياناتها قبل أن نتدرب على التنفيذ .

ولا نهدف من خلال هذا العمل شرح مختلف القواعد والأصول المتعلقة باستخدام الرموز بالقدر الذي نهدف به توسيع مدارك المستخدم للنظم وضرورة استخدام هذه الإمكانات في ميدان الترميز.

## تصميم الخرائط اليدوآلية

بالرغم من التطور الكبير الذي شهدناه نتيجة استخدام الحاسب الآلي في علم الخرائط، إلا أننا نجد في يومنا هذا ونتيجة وجود بعض السلبيات من جهة في استخدام الحاسب الآلي في تصميم الخرائط فضلاً عن ضعف بعض المصممين في استخدام البرمجيات المعاصرة بكامل طاقتها من جهة أخرى، أدى إلى ظهور أو تصميم بعض الخرائط بطريقة يدوآلية، أو يمكن أن نسميها النصف آلية، وهذه الخرائط يمكن أن يصممها الكارتوجرافي باستخدام الحاسب الآلي أولاً ثم يكمل الباقي منها بيده أو بالعكس، ولكن في الواقع تطبق الحالة الأولى أكثر، إذ يتم تصميم الخريطة بالحاسب الآلي والعناصر المتبقية التي لم يستطع إكمالها لسبب أو آخر بالحاسب الآلي يكملها بيده.

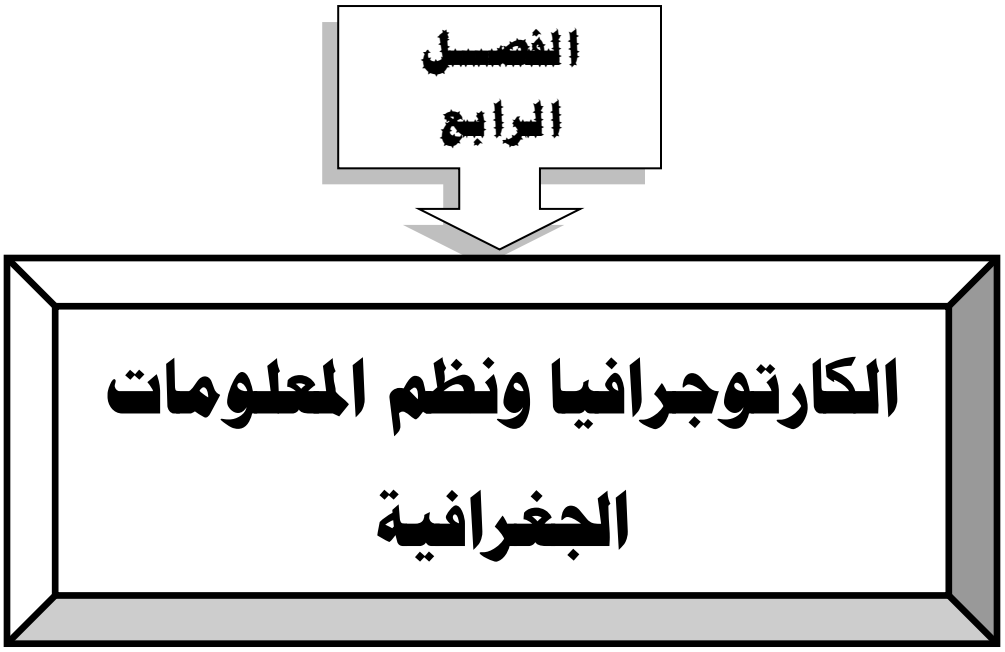
ويمكن أن نحدد بعض الحالات التي يضطر فيها مصمم الخريطة إلى المزاوجة بين الحاسب الآلي والطريقة اليدوية (التقليدية) وصولاً إلى تحقيق أعلى قدر ممكن من الدقة والوضوح والبساطة مع التقيد بالتحديدات العلمية والتقيد بالأسس الكارتوجرافية الفنية والعمل على الموازنة بين السرعة والكلفة والدقة والجمالية وغيرها من العناصر، إن هذه الحالات التي سيتم ذكرها قد نجدها مطبقة من بعض مصممي الخرائط في البحوث والدراسات الجغرافية بشكل يخدم هدف بحثهم ويمكنهم من إنجاز خرائطهم وفق الإمكانات المتاحة مادياً ومعنوياً، وأبرز هذه الحالات هي:

- ☒ إن برامج نظم المعلومات الجغرافية كبرنامج (Arc Map) إصداراته الأولي كانت نسخها باللغة الانكليزية وخطوط الكتابة المتوفرة فيها فقط باللغة الانكليزية فلا يمكن كتابة الأسماء على الخريطة باللغة العربية، فيلجأ البعض بعد طباعة الخريطة إلى استخدام اليد في خط الأسماء عليها باللغة العربية، أو طباعة المطلوب ببرنامج آخر وعلى ورقة أخرى وقصها ولصقها

على الخريطة في مكانها المطلوب، ولكن في الإصدارات الأخيرة تم التغلب علي هذه المشكلة وأمكن كتابة الأسماء باللغة العربية.

- ☒ يتم تصميم العناصر الأساسية للخريطة بالحاسب الآلي كإطار الخريطة ومقياس رسمها واتجاه الشمال والمكان المخصص لمفتاح الخريطة وحدود الخريطة ورسمها، أي رسم الخريطة صماء بدون أي ترميز ثم يطبع عليها مجموعة من النسخ بالحاسب الآلي حتى تكون سريعة من جهة وأقل كلفة من جهة أخرى إذا كان العدد المطلوب إنجازه من الخرائط كبيراً، ثم بعدها يبدأ باستخدام كل نسخة لظاهرة جغرافية معينة لتمثيلها، خاصةً بالنسبة لخرائط السكان التي تحتاج إلى خرائط كثيرة لتمثيل البيانات السكانية بواسطة الرموز ثم يتم وضع العنوان لكل خريطة في المكان المخصص له، وبذلك يضمن الكارتوجرافيا التغلب على مشكلة السرعة في التصميم وإعادته باستمرار لكل خريطة فضلاً عن إمكانية خزنه إذا ما احتاج إلى الخريطة الصماء نفسها مستقبلاً، وكذلك يتمكن الكارتوجرافيا أيضاً من وضع لمساته الفنية البارزة على الخريطة لأنه هو من صمم رموزها في داخل كل خريطة وبذلك يضفي طابع الجمالية وإبداعه الفني والعلمي في كل خريطة
- ☒ إمكانية رسم الخرائط بشكل عام وخرائط السكان بشكل خاص وتوقيع الظواهر والرموز عليها واستكمال جميع عناصرها، ماعدا الألوان إذا ما كانت الخريطة بحاجة إلى ألوان والطابعة التي يمتلكها غير ملونة أو نتيجة التكاليف الباهظة للطباعة الملونة بالحاسب الآلي مقارنة بالطابعة الاعتيادية (إذ تصل كلفة طباعة النسخة ملونة في الحاسب الآلي خمس أضعاف النسخة الاعتيادية في الحاسب الآلي) فيضطر الكارتوجرافي إلى القيام ببعض عمليات التلوين التي تحتاجها بعض الخرائط يدوياً واستكمال الخريطة.

- وجود مجموعة كبيرة من الأطالس الجغرافية المخزونة على الحاسب الآلي أو على قرص CD تضم العالم كله أو لبعض الدول فمن الممكن بسهولة طباعة ما يحتاجه عن أي دولة وبسرعة كبيرة وحسب حاجة بحثه الجغرافي، ولكن يبقى بعض النقص في بعض العناصر أو تحديث بعض مكونات الخريطة وقد يكون الكارتوجرافي غير ملم باستخدام الحاسب الآلي في مجال الرسم عليه أو قد تكون بعض من هذه الخرائط لا يمكن التغيير عليها، فيضطر إلى القيام بطباعتها كما هي ثم يقوم يدوياً بإدخال ما ينقصها واستكمالها بالشكل المطلوب.
- إمكانية إنجاز الخريطة يدوياً بأدوات وأجهزة الرسم التقليدية ثم إدخالها إلى الحاسب الآلي لتنظيفها وتعديلها أو حذف بعض الزوائد منها أو إضافة بعض الأشكال المعقدة التي لا يمكن تنفيذها بسهولة يدوياً.


الفصل
الرابع
الكارتوجرافيا ونظم المعلومات
الجغرافية

## علاقة الخرائط بنظم المعلومات الجغرافية

يعود تاريخ العرض بين الخرائط والبرمجيات الحديثة إلى بداية السبعينيات من القرن الماضي أي مع ظهور البرامج المساعدة على إنجاز الخرائط، وكان الحاسوب يقوم بعملية الإسقاطات ثم يسجل الأوامر، وكانت المعلومات رقمية أو مساحية، ثم تحول إلى رسوم بيانية وتصاميم أو خرائط.

إن المفاهيم الكارتوجرافية التقليدية المستخدمة في رصد المعلومة وبنائها هي الأساس الذي لا يمكن إغفاله عند بناء الخرائط على نظم المعلومات الجغرافية، وان استخدام نظم المعلومات الجغرافية لا يلغي القواعد التقليدية التي يتم بواسطتها تمثيل ما على سطح الأرض من ظواهر طبيعية أو بشرية ورؤيتها على الخرائط، ولكنه يساعد على تحويلها إلى هيئة رقمية يسهل التعامل معها وإدارتها وقياسها وتحليلها مع سهولة الحذف والإضافة والتخزين والتحديث وإمكانية عرضها من زوايا متعددة خلال وقت قصير.

عرف مجال الكارتوجرافيا اهتماما كبيراً خاصة بعد ظهور برامج متخصصة في رسم الخرائط الآلية، حيث أصبح تسيير وتعيين المعلومات الرقمية وتوظيفها في تحاليل معقدة نظراً لوظائف التحليل المجالي، وتتم المعالجة على مستوى معطيات مهمة مما سيجعلنا نتحدث عن الخرائط في المرحلة الأولى من الخرائط الآلية، مقاربة رسم وإنجاز الخرائط، إلى المرحلة الثانية وهي نشر عام للمعلومات واستغلال المعلومات الجغرافية من أجل التسيير والتحليل وهو ما يسمى بنظام المعلومات الجغرافية.

تلعب الكارتوجرافيا دوراً مهماً في إنجاح نظم المعلومات الجغرافية, حيث بيّنت مؤسسة ERIS الشهيرة في منشوراتها الخاصة برنامج ARIC/INFO أن نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على ثلاثة محاور علمية هي: الجغرافيا والكارتوجرافيا وعلوم

الحاسب, وهذا ما يوضح أن الكارتوجرافيا عنصر علمي هام في هذا المجال المتطوّر.

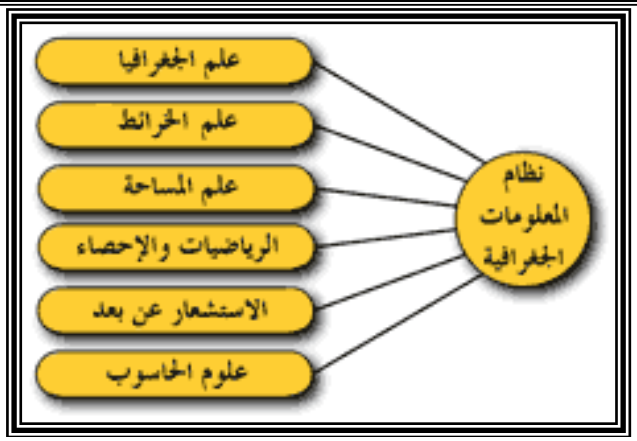
يشكل علم الخرائط والكارتوجرافيا دوراً بارزاً في إنجاح نظم المعلومات الجغرافية من خلال النقاط الآتية:

- ☒ إن المعلومات المكانية (النقط، والخطوط، والمساحات) تخضع إلى أساليب فنية خاصة من حيث السمك والحجم والشكل واللون وطريقة الرسم وقواعد التوقيع المكاني بما يتفق مع محتويات الخريطة وهي من اهتمام علم الخرائط التي يجب الاهتمام والإلمام بها في مجال تنفيذ مشروع في نظم المعلومات الجغرافية.
- ☒ يقدم علم الخرائط جانباً مهماً في مجال تصميم قواعد البيانات الجغرافية، وهي مساقط الخرائط، إذ توضح أنواع المساقط وطرق رسمها وأسس اختيارها، فالمسقط هو الشكل المستوي لسطح الأرض أو جزء منه، لذلك لابد من الاعتماد على أحد المساقط للحصول على خريطة مستوية لإقليم الدراسة تتيح إمكانية توقيع البيانات عليها.
- ☒ يعد موضوع كيفية اختيار مقياس الرسم للخريطة من الموضوعات الأساسية التي يهتم بها علم الخرائط، فقد يواجه محلل نظم المعلومات الجغرافية صعوبات عندما يريد اختيار مقياس رسم مناسب مع مساحة الإقليم وحجم الورق وكثافة المعلومات المطلوب عرضها أو إخراجها من الحاسب الآلي، خاصةً، إذا كان يفتقد إلى الخبرة الكارتوجرافية الأساسية اللازمة كإحدى أساسيات التأهيل في نظم المعلومات الجغرافية، وعلم الخرائط يقدم حلولاً لمعالجة قضية اختيار مقياس الرسم المناسب، وطرق رسمه، وإخراجه الفني، هذا إلى جانب عمليات التصغير والتكبير وما يترتب عليها من ضرورة أجراء التعميم أو التبسيط لعناصر الخريطة حتى تتفق كثافة المعلومات مع مساحة الخريطة.

- تعد قضية الألوان من أهم متطلبات عرض البيانات في نظم المعلومات الجغرافية، فعلم الخرائط يتيح القواعد المناسبة لاختيار الألوان بما يتفق مع الموضوع بحيث يتوفر لدى اللون إمكانية التعبير عن الظاهرة أو الموضوع ويمكن تحديد أهم قواعد اختيار الألوان للخرائط من خلال المدلول الطبيعي للألوان، وحساسية الألوان، ودرجة اللون.
- يهتم علم الخرائط بقواعد الإخراج الفني للخرائط وتحديد الشكل الأنسب لمفتاح الخريطة ومكانه الصحيح، وأيضاً شكل ومكان مقياس الرسم وقواعد توجيه الخريطة نحو الشمال الجغرافي الحقيقي، وشكل الإطار الخارجي والداخلي للخريطة، والموقع الأفضل لعنوان الخريطة، وهذه القواعد الفنية تعد من أهم متطلبات عرض المعلومات الكارتوجرافية في نظم المعلومات الجغرافية.
- تعد الرموز من أهم عناصر الخريطة وخصوصاً في مجال تمثيل خرائط التوزيعات للخرائط الموضوعية، وهي ما يهتم بها الكارتوجرافي، ولذلك فأن نظم المعلومات الجغرافية تستمد أسس اختيار ورسم الرموز من علم الخرائط.

ويفهم البعض بان نظم المعلومات الجغرافية هي فقط خاصة برسم الخرائط وتصميمها أي هي تطور طرأ على علم الخرائط المعاصر، إلا أن نظم المعلومات الجغرافية لا تعني فقط لعلم الخرائط، ويوضح ذلك الشكل التالي الذي يبين ان علم الخرائط هو واحد من ست تخصصات تصب في نظم المعلومات الجغرافية.

سيتم توضيح ماهية نظم المعلومات الجغرافية ووظائفها من خلال تعريفنا لنظم المعلومات الجغرافية التي من بين تلك الوظائف تصميم الخرائط، علماً بأنه في السنوات الأخيرة قد ظهرت تعريفات كثيرة لنظم المعلومات الجغرافية بسبب كثرة الاختصاصات التي تستخدم نظم المعلوم الجغرافية وزيادة الإقبال على استخدامه بشكل أوسع.




نظام المعلومات الجغرافي وتخصصات مختلفة

## نظم المعلومات الجغرافية GIS والنظم المساعدة

نظام معلومات جغرافية مجموعة منظمة من الحواسيب والعتاد والبرمجيات والبيانات الجغرافية والموظفين، مصممة لالتقاط وتخزين وتحديث ومعالجة وتحليل وعرض البيانات ذات الأساس الجغرافي.

ويُعرّف نظام المعلومات الجغرافية ( Geographic Information System GIS) بأنه نظام حاسبي لجمع وإدارة ومعالجة وتحليل البيانات ذات الطبيعة المكانية. ويُقصد بكلمة مكانية spatial أن تصف هذه البيانات معالم (features) جغرافية على سطح الأرض، سواء أكانت هذه المعالم طبيعية كالغابات والأنهار أم اصطناعية كالمباني والطرق والجسور والسدود.

ويعرف أيضاً بأنه النظام الذي يحتوي على طرائق عديدة في رسم وتصميم الخرائط ونظم الملكيات ونظم البيئة ونظم التخطيط ونظم الاستشعار عن بعد، ومع توفر جميع الأجهزة والبرامج المطلوبة لإدخال ومعالجة وتحليل واستخراج وعرض جميع المعلومات البيانية والجغرافية ذات المرجع الأرضي لتحقيق جميع العمليات والتحليلات الجغرافية المعرفة والمحددة من المستخدمين.

### نظام تحديد المواقع العالمي GPS

نظام مؤلف من أقمار اصطناعية وأجهزة استقبال، يستخدم لتحديد المواقع على الأرض، وأضاف هذا النظام إمكانية جديدة لتجميع البيانات المتجهة وهو نظام يعتمد على الأقمار الاصطناعية للحصول على إحداثيات النقطة الذي يقف المستخدم عندها بدقة قد تصل إلى أجزاء المتر، مع إمكانية تجميع البيانات الوصفية أو السمات مباشرة، وتخزينها في جداول سابقة التعريف، تنقل هذه الخرائط والجداول فيما بعد إلى الحاسوب، ويمكن تصديرها إلى معظم الهيئات الشائعة في نظام المعلومات الجغرافية.

### نظام التصميم بالحاسوب CAD

نظام مؤتمت لتصميم ورسم وعرض المعلومات ذات الأساس المتجهي.(vector)

## الخلفية العلمية لنظم المعلومات الجغرافية

يستطيع المستخدم المهتم بمختلف علوم الأرض عامة وبالعلوم الجغرافية بوجه خاص التحقق من وجود عدد كبير من نظم المعلومات الجغرافية المنتجة من عدد كبير في الشركات المتخصصة، بالرغم من ذلك فإن برامج شركة ESRI التي طورت سلسلة الـ Arc View وسلسلة الـ Arc Info ما تزال هي الحائزة على رضاء المستخدمين وتنافسهم في تشغيل هذه البرامج والعمل عليها بشكل كبير وملاحظ. وأدى استخدام نظم المعلومات الجغرافية بشكل موسع إلى جعل العلوم الجغرافية أكثر ديمقراطية وجعلت الإنسان العادي يعلم أهمية التوقيعات المكانية ويهتم بالإرجاع الجغرافي للعناصر ولمكونات سطح الأرض المختلفة إن كانت طبيعة أو بشرية أو اقتصادية وباتت عمليات الـ Georeferencing أي العمليات الخاصة بالتعريف الاحداثي المتكامل للعناصر المادية وللأحدث الجارية على سطح الأرض مهما كان زمن حدوثها، من المرتكزات الأساسية بل الجوهرية في تمييز

العمل على نظم المعلومات الجغرافية وخاصة منها نظم الـ Arc view ونظم الـ Arc Info المتقدمة.

## وظائف نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بالخرائط

توفر برمجيات نظام المعلومات الجغرافية عدة وظائف تقليدية لرسم الخرائط ومعالجة وتحليل البيانات المكانية، وهي استرجاع المعلومات، والقياس المكاني، والتراكب، والتوليد المكاني، وإنشاء الحرم (أو الحاجز) والممرات، وتحليل الشبكة، وإسقاط الخريطة، وتحليل نموذج التضاريس الرقمي، وسنلقي في هذه الدراسة نظرة سريعة على كل وظيفة من هذه الوظائف التي توضح أيضاً الأسباب التي جعلت من نظام المعلومات الجغرافية يزداد أهمية، يوم بعد يوم، في مساعدة صانعي القرار على اتخاذ قراراتهم بسرعة وحكمة وأهم هذه الوظائف هي:

☒ **استرجاع المعلومات** (information retrieval):

يستطيع المستخدم الحصول على المعلومات الخاصة بمعلم من معالم الخريطة من نظام إدارة قواعد البيانات الذي يحتفظ بتلك المعلومات، وذلك بالنقر على ذلك المعلم. وما يزيد من أهمية نظام المعلومات الجغرافية قدرته على إنشاء تقارير مخصّصة بالمعلومات التي يسترجعها المستخدم.

☒ **القياس المكاني** (spatial measurement):

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

☒ **التراكب أو التطابق (overlay):**

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

☒ **الاستكمال المكاني (spatial interpolation):**

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

☒ **إنشاء الحاجز والممرات (buffer and corridors):**

يستعمل الحاجز عندما تعتمد عملية التحليل ومعرفة المنطقة التي سيشملها حدث ما على قياس مسافة محددة انطلاقاً من نقطة أو خط أو مضلع. وهكذا يستطيع نظام المعلومات الجغرافية إنشاء دائرة تمثل منطقة التخريب الناجم عن انفجار مصنع كيميائي بمعرفة نصف قطر التخريب ورسم دائرة بحيث يكون ذلك المصنع في مركزها.

☒ **تحليل الشبكة (network analysis):**

يستطيع نظام المعلومات الجغرافية معالجة مشاكل الشبكة المعقدة، مثل تحليل شبكة الطرق، لمعرفة زمن الرحلة بين النقطة أ والنقطة ب على الخريطة عند سلوك طريق ما، أو تحديد الطرق التي يمكن أن تقود إلى النقطة ب انطلاقاً من النقطة أ، ويمكن استخدام تحليل الشبكة في أمور أكثر تعقيداً، مثل تقديم النصيحة إلى شركات النقل بشأن الطريق الذي يجب أن تسلكها الشاحنات عندما تنقل البضائع إلى عدة أمكنة، وتوقيت انطلاقها واستراحتها

وما إلى ذلك، ومن الأمور التي يمكن استخدام تحليل الشبكة فيها إصلاح أعطال شبكة الهاتف والكهرباء والمياه.

☒ **تحليل نموذج التضاريس الرقمي (Digital terrain analysis):**

يستطيع نظام المعلومات الجغرافية بناء نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع الجغرافي عندما يمكن تمثيل طبوغرافية هذا الموقع بنموذج بيانات (إحداثيات) س و ع و ص، يعرف باسم نموذج التضاريس أو الارتفاع الرقمي ( Digital Terrain or Elevation Model)، ويشار إليه اختصاراً بالأحرف DTM أو DEM.

☒ **إسقاط الخريطة (map projection):**

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

☒ **إعداد الخرائط الموضوعية (thematic mapping):**

يستطيع نظام المعلومات الجغرافية إعداد خرائط موضوعية للمعالم الجغرافية، ويعني ذلك إظهار السمات أو البيانات الوصفية في أسلوب رسومي، ويؤدي تغيير مظهر المعالم إلى جعل المعلومات أكثر وضوحاً، بتغيير لون المعلم أو نمط الخط المرسوم به أو ترميزه برمز خاص، أو حتى كتابة إحدى قيم البيانات الوصفية لكل معلم من المعالم على الخريطة، يمكن مثلاً استخدام دوائر أكبر لترميز المدن ذات عدد السكان الأكبر، أو استخدام خطوط عريضة لترميز الطرق ذات الكثافة المرورية العالية، أو استخدام

اللون الأزرق لترميز أنابيب المياه التي مر على تركيبها أكثر من ٢٠ عاماً.

- ☒ **تغيير المقاييس الخاصة بالخريطة** (تكبير أو تصغير)، والحذف والإضافة، وتوقيع مفتاح الخريطة.
- ☒ **إيجاد خرائط جديدة** من خلال طبقات الخرائط المدخلة إذ أن كل خريطة تمثل ظاهرة معينة، فعن طريق دمج خريطتين أو أكثر نحصل على خريطة جديدة تكون لعدة ظواهر وتعكس حالة معينة جديدة.

ومما تقدم من وظائف نظم المعلومات الجغرافية نجد أن ما يتعلق بالخرائط قد جاء في النقاط الأربعة الأخيرة من الوظائف، فمن ذلك نعرف بأن نظم المعلومات الجغرافية تستخدم لأغراض متعددة ومنها الخرائط، فإذا كان الكارتوجرافي متمكناً من استخدامها يتم استخدامها لأغراض تصميم الخرائط مع حساب كلفة البرنامج المستخدم إذ أن معظم برامج نظم المعلومات الجغرافية تكون كلفتها أكبر من باقي البرامج، إن ميزة نظم المعلومات الجغرافية في الخرائط هو بناء قاعدة بيانات متصلة مع الخريطة، وهذا ما يفيدنا للمستقبل في التحديث أو الاستخدام لمرة ثانية أو لتصميم خرائط جديدة فهو يوفر علينا الوقت والجهد في عدم إدخال البيانات المطلوبة ثانية.

أما إذا أردنا تصميم خريطة بدون قاعدة بيانات فهناك عدد كبير من البرامج يمكن استخدامها لأداء أفضل التصاميم وبتكلفة وجهد أقل ومرونة عالية ضمن الحاسب الآلي، ولعل ابسط برامج الرسم التي تكون مع كل حاسبة الآن وهو الـ Paint الموجود ضمن برنامج الويندوز في كل حاسبة فضلاً عن برنامج ACD See وهو برنامج خاص بالصور والتلوين والرسوم أيضا يمكن أن يستخدم في تصميم الخرائط على الحاسب الآلي بالنسبة للمبتدئين وحتى المحترفين لإنتاج أفضل الخرائط.

من المهم أن يستغل الكارتوجرافي جميع إمكانات الحاسب الآلي في تصميم الخرائط حتى لو كانت كلفة الحاسب مع برنامجه لا تتعدى ربع كلفة جهاز وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية، المهم في علم الخرائط هو تصميم خريطة تمتاز بالجودة وتتحقق فيها كل عناصر الخريطة.

## تاريخ تطور نظم المعلومات الجغرافية

بنظرة تاريخية خاطفة نجد أن نظم المعلومات الجغرافية بدأت في كندا عام ١٩٦٤ على يد روجر تومنلسون ويلقب أحيانا بأب نظم المعلومات الجغرافية وخلال فترة السبعينيات زاد عدد الشركات المتخصصة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وشهدت فترة الثمانينات زيادة في الميزانية المرصودة للهيئات الحكومية والشركات الخاصة لنظم المعلومات الجغرافية, وكذلك زيادة في عدد المتخصصين وانخفاض في أسعار أجهزة الحاسوب والبرمجيات، وشهدت حقبة التسعينيات تحسن في البرمجيات وإمكانية برنامج واحد القيام بأعمال كانت في الماضي تحتاج لأكثر من برنامج.

بتطور أجهزة الحاسوب خلال الألفية الثالثة بدأ استخدام الوسائط المتعددة وشبكة الانترنت وسوف تشهد الفترة القادمة ثورة في استخدام الخرائط المتحركة وذلك بفضل التحسن الملحوظ في أجهزة الحاسوب المحمولة يدويا ((Palm PC, الانترنت, والاتصال اللاسلكي(WAP).

في ١٨٥٤، قام جون سنو بتصوير انتشار وباء الكوليرا في لندن باستعمال نقاط لتمثيل مواقع بعض الحالات الانفرادية، قادت دراسته عن توزيع الكوليرا إلى مصدر الوباء، وفي ١٩٥٨ ظهرت نسخة مثيلة لخريطة جون سنو أظهرت التكتلات لحالات وباء كوليرا ١٨٥٤ في لندن.

شهدت أوائل القرن العشرين تطورات ملحوظة في تصوير الخرائط بفصلها إلى طبقات (بالإنجليزية: Layers). كما أدت

الأبحاث النووية إلى تسريع تطوير عتاد الحاسب مما ساعد على إنشاء تطبيقات خرائط عامة باستخدام الحاسب عام ١٩٦٠.

وقد نشأت نظم المعلومات الجغرافية جنباً إلي جنب مع مجموعة من أنظمة التخريط التي يستعان بالحاسوب ونظم حاسوبية أخرى في استعمالها ومنها:

- التخريط المُمَيْكنْ (Automated Mapping, A.M.)
- التخريط باستخدام الحواسيب (Computer Aided Mapping, CAM).
- الرسم الحاسوبي (Computer Aided Drafting, CAD)
- الرسم والتصميم الحاسوبي (Computer Aided Drafting and Design, CADD)
- التخريط المُمَيْكنْ وإدارة الإمكانيات (AM/FM) (Automated Mapping/ Management Facility) المعروف بـ (Land Information System, LIS)

نظم المعلومات الأرضية-

في عام ١٩٦٢ تم تطوير أول نظام جي آي إس (بالإنجليزية: GIS) فعلي في أوتاوا، أونتاريو، بكندا داعما مقاييس رسم أرضية، ١:٥٠,٠٠٠ وبالتالي أصبح نظام المعلومات الكندي CGIS أول نظام معلومات جغرافي عملي. أدى هذا إلى إنشاء جمعية نظم المعلومات الحضرية والإقليمية -URISA في الولايات المتحدة الأمريكية.

وبعد ذلك ساهم المعمارى الأمريكي "هوارد فيشر" في نهاية عام ١٩٦٤ في جامعة "هارفارد" من إنتاج النسخة الأولى من برنامج (SYMAP) لإنتاج خرائط بواسطة الحاسب الآلي وساهم معمل جامعة "هارفارد" في تدريب العديد من الطلاب المهتمين بنظم المعلومات الجغرافية.

وبعد ذلك ظهر نظام استخدام الأراضي وإدارة الموارد الطبيعية في ولاية نيويورك عام ١٩٦٧م ونظام ولاية مينيسوتا الأمريكية لإدارة الأراضي عام ١٩٦٩م. ظلت هذه المشاريع في تلك

الأيام عالية التكلفة، بحيث لا يستطيع الإنفاق عليها غير الإدارات الكبيرة في الولايات المتحدة الأمريكية، كندا، أستراليا، وبريطانيا وغيرها من الدول المتقدمة الأوروبية.

في منتصف السبعينات تم الاتفاق على تسمية هذه النظم "نظم المعلومات الجغرافية" أو (بالإنجليزية: Geographic Information System) نظراً لكثرة أسماء النظم والبرامج المستخدمة في هذا المجال. في أوائل الثمانينات ظهرت العديد من برامج GIS الناجحة وبمزايا إضافية جمعت الجيلين الأول والثاني متمثلة في اتساع القاعدة العريضة للمستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية وتطوير مجال الاتصال المباشر بين رواد ومستخدمي نظم المعلومات الجغرافية عن طريق شبكات الاتصال العالمية والشبكات المتخصصة في إعطاء الجديد في هذا المجال مباشرة. كما صدرت العديد من المجلاّت والندوات والمؤتمرات العلمية والدورات المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية خلال هذه الفترة.

وفي التسعينات من هذا القرن ازداد اهتمام الحكومات والمؤسسات بنظم المعلومات الجغرافية والاستفادة من هذه التكنولوجية في مجال الدراسات الطبيعية وحماية البيئة البرية والبحرية والتي تعتمد على بيانات متعددة متشابكة وفي عام ١٩٧٠ تم عقد أول مؤتمر دولي في نظم المعلومات الجغرافية بتنظيم من الاتحاد الدولي للجغرافيين وبدعم من اليونسكو.

بدأت العديد من الجامعات بتنظيم محاضرات وتقديم دروس وأبحاث علمية في نظم المعلومات الجغرافية مما ساعد على زيادة القاعدة الأساسية لنجاح انتشار نظم المعلومات الجغرافية، ثم بدء عدد من الشركات التجارية الخاصة بتطوير برامج خاصة بها لنظم المعلومات الجغرافية والرسم بالحاسب الآلي و معالجة الصور وأدى دخول الشركات الخاصة في تطوير البرامج والنظم إلى وجود نظم

ضخمة ومتعددة الوظائف واحتوائها على عدد كبير من العمليات التحليلية.

مع دخول القرن ٢١ تتطور المستشعرات الموجودة على الأقمار الصناعية مما أدى إلى توفير معلومات تفصيلية ودقة ممتازة وبسرعة عالية.

وبتطور الحواسيب خلال العقد الأول من الألفية الثالثة كثر استخدام الوسائط المتعددة وشبكة الإنترنت وشهت هذه الفترة ثورة في استخدام الخرائط الحاسوبية بشكل عام، وذلك بفضل التحسن الملحوظ في الحواسيب بما فيها الحواسيب المحمولة يدوياً وانتشار شبكة الإنترنت والاتصال اللاسلكي وكذلك بفضل جهود شركة (ESRI)، عملاق نظم المعلومات الجغرافية، وظهرت العشرات من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بأسعار منخفضة مقارنه بالأسعار في السنوات السابقة بالإضافة إلى إمكانية استعمالها على جميع أنواع الحواسيب الثابتة والمحمولة ومحطات العمل وإمكانية تبادل وتحويل المعلومات من نظام إلى آخر وتنفيذ تطبيقات مركبة باستخدام نماذج تحليلية وتطبيقية.

قدمت شركة (ESRI) خلال العقد الأول من هذا القرن سلسلة أنظمة (Arc Gis) كانت النسخة الأولى ( Arc Gis 8.1) عام 2001 احتوت الكثير من البرمجيات بسمات متخصصة زادتها قوة ومقدرة وآخرها النسخة (Arc Gis 10)، ومن أهم التطورات التي طرأت على نظم المعلومات الجغرافية في هذه الفترة ما يأتي:

- ظهور نظم جديدة من بين نظم الرسم ومعالجة البيانات للحصول على نتائج أفضل.
- إضافة وظائف جديدة إلى نظم المعلومات الجغرافية المتوفرة.
- زيادة الاهتمام بتدريس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات والمعاهد العلمية.

ويمكن تحديد أهم الأسباب بشكل عام التي ساعدت في التطور الكبير لنظم المعلومات الجغرافية بداية من ثمانينيات القرن الماضي وحتى نهاية العقد الأول من القرن الحالي في النقاط الآتية:

- ☒ بدأت قاعدة مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية تتسع في العالم خاصة في الدول المتقدمة, فقد امتد توسعها وانتشارها في هذه الفترة لتشمل دول أوروبا بلا استثناء بما فيها دول شرق أوروبا والاتحاد السوفيتي سابقاً إلى جانب الصين واليابان ووصلت إلى معظم الدول الأفريقية والأسيوية والعربية.
- ☒ شهدت هذه الفترة سلسلة منتظمة من المؤتمرات والندوات في مجال نظم المعلومات الجغرافية.
- ☒ تعتبر الفترة البادئة من ثمانينيات القرن الماضي بداية للثورة المعلوماتية التي نشهدها الآن . كما تعتبر مرحلة التغيير الهام في تقانة نظم المعلومات بشكل عام.
- ☒ توفر البيانات والمعلومات المكانية بشكل كبير.
- ☒ التقدم السريع في علم الخرائط وأساليب رسم الخرائط.
- ☒ تقدم مجال الاتصال المباشر بين رواد ومستخدمي نظم المعلومات الجغرافية عن طريق شبكات الاتصال العالمية والشبكات المحلية.
- ☒ صدور العديد من المجلاتّ العلمية والدورات المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية.

يجب عدم الخلط بين النظم الحاسوبية ونظم المعلومات الجغرافية، فمثلا بالنسبة لنظم الرسم الحاسوبي (CAD)، وبالرغم من مقدرتها العالية في رسم وتصميم المخططات سواء في بعدين أو ثلاثة أبعاد. وبالرغم من أنها تعتبر وسيلة مهمة لإدخال وإعداد الرسومات إلى نمج إلا أن ليس لديها القدرة على ربط البيانات المكانية ببيانات وصفية كما ليس لديها القدرة التحليلية للبيانات المكانية أو الوصفية ولا تتعامل مع البيانات

التي هي في شكل مساحي التي تشغل خلايا (بيانات شبكية Raster Data) كما في نظم المعلومات الجغرافية.

ولا يجب الخلط بين نمج وأنظمة المعلومات الإدارية (Management Information System, MIS) كمثال آخر. فنظم المعلومات الجغرافية تبقى متميزة عن بقية الأنظمة بإمكاناتها المتفوقة في القدرة على الربط بين الطبقات وعلى التحليل المكاني، ولكونها تساعد في اتخاذ القرارات وإيجاد الحلول الاقتصادية في مواضيع كثيرة.

## الكارتوجرافيا والاستشعار عن بعد:

راودت الإنسان فكرة الحصول على المعلومات عن سطح الأرض بطريقة الاستشعار عن بعد منذ منتصف القرن التاسع عشر تقريباً, وهي الفترة التي اكتشفت فيها عملية التصوير, كما أدرك الإنسان أن الصورة على الرغم من إظهارها لكافة تفاصيل سطح الأرض المرئية, إلا أن عليها ليست أبعادها حقيقية, أي كما هي الحال لنظائرها على الطبيعة أو الخريطة، ومع ذلك فتفاصيل سطح الأرض على الصورة واقع قائم, لهذا كان لابد من إتباع منهج جديد لتصحيح المعلومات على الصورة، وكان ذلك مدعاة لظهور علم جديد هو علم (الفوتوجرامتري) Photogrammetric الذي يهتم بكيفية الحصول على مقاييس حقيقة من الصور هدف تحويل هذه الصور إلى خرائط صحيحة.

الفوتوجرامتري (هو فن وعلم وتكنولوجيا الحصول على معلومات وبيانات موثقة عن الظواهر الطبيعية البيئية من خلال تسجيل وقياس وتفسير الصور الجوية والفضائية) بما في ذلك استخدام الصور الجوية في إنتاج المخططات والخرائط الطبوغرافية ويطلق على استخدام الصور الجوية في عملية إنتاج الخرائط اسم (المساحة الجوية Aerial Surfer أو المساحة التصويرية, الذي يهتم بشكل أساسي هندسة الخرائط وإنتاجها باستخدام الصور الجوية.

يقتصر دور المخصص في الفوتوجرامتري على استنباط المعلومات المترية (أي قياس إحداثيات وارتفاعات النفط والمسافات بينها), بالإضافة إلى وضع الخرائط والمخططات الطبوغرافية، وقد طور رواد علم الفوتروجرامتري أساليب جديدة للتوقيع التجسيمي stereo plotting من الصور الجوية إلى الخرائط, فنجحوا بتوقيع خطوط الكنتور والطرق والمباني, وحدود الغابات من الصور إلى خرائط صحيحة، وظهر تخصص قائم بذاته وهو تفسير الصور الجوية interpretation air photo الذي يعين بكيفية التعرف على الظاهرات من الصور، ثم عرضها على الخرائط.

في بداية السبعينات شهدت عمليات التصوير الجوي وإنتاج الخرائط نمطاً جديداً من التصوير وهو التصوير الفضائي, وتقدم هذا المجال تقدماً مذهلاً بعد أن أطلق القمر الصناعي (Land sat thematic mapper) عام ١٩٨٤ والقمر الفرنسي spot عام ١٩٨٦ والقمر الياباني Mos عام ١٩٨٧م, يتضح من ذلك إن كلا النوعين من الصور: الصور الجوية والفضائية يشكلان حالياً أهم مصادر المعلومات للخرائط وإنتاجها لأن المساحة الجوية الفوتوجراماتية تهتم بشكل أساسي بهندسة الخرائط وإنتاجها باستخدام الصور الجوية والعوامل التي تتحكم في نوعية الصور.

## الأهمية الكارتوجرافية والتقنية لنظم المعلومات الجغرافية:

وفيما يلي شرح مبسط عن الأهمية الكارتوجرافية والتقنية لنظم المعلومات الجغرافية:

### ١- حفظ المعلومات آلياً:

من أهم فوائد نظم المعلومات عموماً حفظ المعلومات آلياً وتنسيقها وترتيبها وتبويبها بحيث يسهل الحصول على المعلومات المطلوبة بطريقة آلية سريعة وسهلة، ومن عيوب حفظ المعلومات آلياً فقدانها من ذاكرة الحاسب، وذلك لعطل الذاكرة الصلبة أو تعطيل النظام أو مسح الذاكرة بالخطأ من قبل شخص آخر، ويمكن

التغلب على هذه المشاكل بعمل أكثر من نسخة وحفظها في مكان آمن، وذلك لرخص أسعار الوسائل المستخدمة في ذلك مثل الاسطوانات والأشرطة الممغنطة.

### ٢- استخراج المعلومات آلياً:

استخراج المعلومات بالطرق التقليدية يكلف الكثير نظراً للكم الهائل من الملفات والكتب والوثائق والخرائط إلى أخره، حيث يصل عدد وحجم الخرائط والمصورات الجوية فقط إلى عشرات الآلاف في معظم المدن والإدارات الحكومية والخاصة مما يتطلب توظيف الأيدي العاملة اللازمة لذلك، وحفظ المعلومات رقمياً، أي باستخدام الحاسب الآلي خاصة إذا استخدمت التقنية الحديثة التي ينخفض سعرها يوماً بعد يوم، يؤدي إلى تقليص المساحة وربما التكلفة أيضاً حيث لن تزيد المساحة المطلوبة عن حجم عدة أقراص معدنية، كما يسهل أيضاً استخراج المعلومات الرقمية باستخدام الحاسب الآلي عن استخراجها من المعلومات الورقية حيث يتم إصدار الأوامر اللازمة للجهاز والاطلاع عليها الشاشة وطبعها عند الحاجة لذلك، بينما يكون ذلك إذا تم يدوياً مكلفاً جداً حيث تكون هناك حاجة إلى توظيف المسئولين للقيام بهذا العمل المرهق بالإضافة إلى طول الوقت المطلوب لتنفيذ هذه الأعمال الشاقة.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك بعض المشاكل يمكن توقعها عند استخدام نظم الحاسب الآلي مثل صعوبة الحصول على الفنيين لتشغيل النظام وتنفيذ الأعمال حيث يجب دراسة هذه المشاكل قبل شراء واستخدام النظم المطلوبة خاصة نظم المعلومات الجغرافية نظراً لارتفاع أسعارها وتقنيتها المتطورة.

### ٣- سرعة معالجة المعلومات:

عند الحاجة إلى المعلومة أو الخريطة فإن الحصول على ذلك لا يستغرق سوى ثوان ليقوم النظام بالبحث وعرض المعلومة أو الخريطة المطلوبة على الشاشة، وعند الحاجة أيضاً إلى تلك

المعلومة بشكل مطبوع أو مكتوب لاستخدامها في الأعمال فإنه يمكن الحصول عليها في حالة ورقية أو فيلمية أو تصويرية أو حتى رقمية لاستخدامها في نفس النظام في المستقبل أو في نظام آخر خاصة إذا توفرت إمكانية التحويل من نظام إلى نظام، وتعتمد سرعة معالجة المعلومات كفاءة الأجهزة والبرامج العالية، بينما يكون انجاز هذه المهمة صعباً جداً لطول الوقت والجهد المطلوبين للبحث عن المعلومات أو الخرائط داخل المستودعات والأرشيفات من قبل موظفين متخصصين لهذا العمل.

### ٤- أنجاز عمليات قياس ومطابقة الأطوال والمساحات:

من فوائد نظم المعلومات الجغرافية الحصول على الأطوال والمساحات للخطوط والأشكال الموضحة على الخريطة آلياً وذلك بتحديد أول وأخر نقطة للخط أو تحديد الشكل أو الدائرة للحصول على المساحة وطول المحيط، ومن فوائد هذه النظم أيضاً مطابقة أو إسقاط الخرائط على بعضها البعض للحصول على معلومات وخرائط جديدة .

### ٥- ربط وتحليل المعلومات الجغرافية وغير الجغرافية:

من أهم فوائد نظم المعلومات الجغرافية ربط المعلومات البيانية بالمعلومات الجغرافية للتخطيط واتخاذ القرارات مثل تقديرات التوزيع السكاني في المدينة حيث يتطلب ذلك معرفة عدد السكان لكل مجموعة من قطع الأراضي (بلك) للدراسة والتحليل واتخاذ القرارات اللازمة للتطوير والتنمية.

### ٦- سرعة التحليل والفحص للنماذج:

يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية ليس فقط لدراسة وتحليل المعلومات المتوفرة في قاعدة المعلومات الجغرافية بل أيضاً في دراسة وتحليل المعلومات الناتجة من نماذج تخطيطية وعمرانية وبيئية واستنتاج معلومات جغرافية وبيانية. على سبيل المثال يمكن استخدام برنامج تلوث الهواء (Air Pollution

(Model لحساب نسبة تركيز تلوث الهواء على مسافات مختلفة من مصدر أو مصادر التلوث.

وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية يمكن التعرف على المواقع التي تقع داخل نطاق التلوث وجميع المعلومات التي تكون متوفرة في هذا النطاق مثل عدد السكان والمدارس والمستشفيات وغيرها.

### ٧- تحليل المعلومات في أوقات مختلفة:

يرتبط التحليل الجغرافي بالوقت حيث تتطلب الدراسات التخطيطية والعمرانية والبيئية التعرف على تغير هذه الخطط أو تأثيرها على فترات متعددة، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية يمكن التعرف على المتغيرات التي حدثت مع مرور الوقت، ويمكن توضيح ذلك للتعرف على توسع المدن خلال الخمسين عاماً الماضية .. حيث يلاحظ سرعة واتجاه التوسع في هذه الفترة من الزمن.

### ٨- عرض ورسم المعلومات:

يمكن عرض ورسم العناصر الجغرافية والبيانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بسرعة فائقة وباختيار الأشكال والألوان المناسبة وتغييرها بسرعة حتى يتم الاختيار المناسب. وهذا العمل يوفر الوقت والجهد والمال حيث يتم الاختيار قبل الطباعة لهذه الأشكال والألوان مقارنة بالطرق التقليدية حيث لا يمكن تغيير الأشكال والألوان المختارة بعد طباعة الخرائط والصور خاصة عند حدوث أخطاء فنية أو مطبعية مما يؤدي إلى إعادة العمل من جديد.

## صعوبات استخدام نظم المعلومات الجغرافية

يتضح من الجزء السابق مدى أهمية وفائدة استخدام نظم المعلومات الجغرافية في توفير المعلومات لاتخاذ القرارات المناسبة والفعالة، ولكن يتطلب الحصول على هذه المعلومات جهداً كبيراً وعملاً متواصلاً من التخطيط والدراسة لتفادي الصعوبات التي

يمكن تقسيمها إلى نوعين: النوع الأول قبل شراء وتشغيل النظام، والنوع الثاني بعد شراء وتشغيل النظام. وكلا النوعين من الصعوبات يمثل في الغالب صعوبات إدارية وتنظيمية وفنية. ومن هذه الصعوبات التي تواجه المسئولين قبل شراء وتشغيل النظام ما يلي:

### ١- التخطيط والدراسة:

يلجأ كثير من المستخدمين إلى توصيات الشركات المصنعة لنظم المعلومات الجغرافية حيث تقوم هذه الشركات بعرض أفضل التطبيقات التي يمكن الاستفادة منها عند شراء النظام. ويبدو من الوهلة الأولى قناعة المسئولين بذلك دون الرجوع إلى عمل الدراسات والاستشارات الفنية اللازمة للتعرف على أفضل الأجهزة والبرامج المناسبة للتطبيقات والاستخدامات المطلوبة من القسم أو الإدارة. وبعد أن تتم عملية الشراء يجد المسئولين في القسم أنفسهم أمام صعوبة كبيرة تتلخص في تشغيل واستخدام النظام.

### ٢- تعريف وتحديد التطبيقات المطلوب تنفيذها من النظام:

القصور في التعريف والتحديد الدقيق للتطبيقات المطلوب انجازها من قبل المستخدمين في الإدارة قبل شراء وتشغيل النظام يفاجأ المختصون بعدم إمكانية استخدام النظام بكفاءة علية رغم أن النظام يعمل بنجاح. ويكون في الغالب بعد استنفاذ الوقت والجهد والمال لعمليات التشغيل والتدريب على تشغيل واستخدام النظام.

### ٣- التنظيم الإداري:

يتطلب استخدام نظم المعلومات الجغرافية في كثير من الأحيان تغييراً في التنظيم الإداري مثل تحديد مسئولية القسم وعلاقته بالأقسام الأخرى، بالإضافة إلى تحديد مسئولية حفظ المعلومات وسريتها وتطوير هذه البرامج .. إلى أخره. وعدم التنسيق والتخطيط المسبقين لهذه التغييرات والمسئولات يكون معظم الحالات عائقاً رئيسياً يحول دون تحقيق الأهداف المرجوة.

### ٤- الدعم المالي:

يعتبر عدم توفر الإمكانات المادية من أهم العوائق التي تواجه مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية نظراً لارتفاع تكلفة الشراء وما يتبعها بعد ذلك لتغطية تكليف الصيانة والتطوير. لذلك يجب إجراء الدراسات اللازمة لتحديد المبالغ المطلوبة بكل دقة قبل الشروع في عملية الشراء والتنفيذ لتفادي الصعوبات المترتبة على زيادة الميزانية المطلوبة.

كما يجب ضمان توفير الأموال اللازمة لاستمرارية تطوير واستخدام النظام للتدريب وتصميم قاعدة المعلومات وتطوير البرامج التطبيقية وتوفير المختصين لتشغيل واستخدام النظام على المدى الطويل.

أما الصعوبات التي تواجه مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية بعد شراء وتشغيل النظام تكون صعوبات إدارية وتنظيمية وفنية ناتجة عن استخدام هذه النظم كما هو موضح فيما يلي:

### ١- التخطيط والدراسة:

لا يقتصر التخطيط والدراسة لتنفيذ نظم المعلومات الجغرافية على مرحلة ما قبل الشراء والتشغيل، ولكنه يشمل أيضاً مرحلة ما بعد الشراء والتشغيل. بل يمكن القول إن عملية التخطيط والدراسة تكون هنا أهم من السابق نظراً للمتغيرات التي تحدث أثناء عملية التشغيل والضرورة الملحة إلى تغيير الخطط والدراسات المعدة لذلك لتحقيق المطلوب. ويدخل في هذه المرحلة الكثير من الاعتبارات الفنية والتي يكون لها الأثر الكبير في تنفيذ الخطط والدراسات بنجاح.

### ٢- تعريف وتحديد التطبيقات المطلوب تنفيذها من النظام:

بعد تشغيل النظام يتم تنفيذ التطبيقات التي تم تعريفها وتحديدها مسبقاً، وكذلك تعريف وتحديد التطبيقات نجاحاً للنظام خاصة إذا تمت عملية التطوير من قبل المتخصصين في

القسم والمستخدمين في الأقسام الأخرى أثناء ممارستهم للنظام. وتاتي هذه المرحلة بعد تشغيل النظام والتدريب عليه وتصميم قاعدة المعلومات وتحديد التطبيقات والاستخدامات المطلوب من النظام والقسم تنفيذها.

### ٣- التنظيم الإداري:

مع تطور التطبيقات وزيادة الأعمال وعدد المختصين تبرز الحاجة إلى عمل بعض التغييرات الإدارية في توزيع المسئوليات والمهمات داخل القسم أو الإدارة وخارجها مما يساعد على نجاح استخدام النظام وتطويره. ويكون ذلك بدمج بعض الأقسام مع بعضها البعض أو إنشاء أقسام جديدة للقيام بالأعمال الناتجة من تطور النظام والتطبيقات.

### ٤- الدعم المالي:

يعتبر ضمان استمرارية الدعم المالي نجاحاً لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية. وأثناء فترة التشغيل والتطبيق يكون هذا الدعم أقل من الدعم المطلوب قبل الشراء حيث إن الصيانة والتطوير تكون تكلفتها بسيطة جداً لكنها أيضاً مهمة جداً. ويكون استخدام النظام في بعض الأقسام أو الإدارات مصدر دخل إضافي أو مصدر توفير لمصروفات بعض الأقسام التي تستخدم النظام. أما في حالة تطوير النظام أو تنفيذ بعض المشاريع مثل الحصول على قاعدة معلومات جديدة فربما يحتاج ذلك إلى دعم مالي كبير لإدخال المعلومات وتدقيقها والتدريب على استخدامها، إلا إذا تمكن القسم من عمل ذلك من قبل المختصين فيه واستخدام معلومات رقمية متوفرة في أقسام أو إدارات أخرى.

### ٥- التنسيق بين الأقسام والجهات المعنية:

من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية تتضح الحاجة إلى المعلومات الجغرافية (الخرائط) التي تكون إما متوفرة داخل القسم أو انها من مسئوليات أقسام أخرى مثل أقسام الخرائط أو

المستودعات. ويصعب في بعض الأحيان الحصول على المعلومات أو الخرائط أو المختصين في تطبيقات معينة لتنفيذ بعض التطبيقات في قسم نظم المعلومات الجغرافية. فبذلك يكون التنسيق والتعاون في تبادل المعلومات مهماً جداً في نجاح القسم. ومن عمليات التنسيق والتعاون بين الأقسام تحديد المعلومات وسريتها والمقاييس والمعايير الجغرافية والآلية التي يتم العمل بها حتى لا يحصل المستخدم على معلومات غير متطابقة مع المعلومات المتوفرة في القسم.

### ٦- المعلومات والخرائط:

تكون عملية توفر المعلومات والخرائط من أهم الصعوبات التي تواجه مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية حيث إنه بدون توفر هذه المعلومات لا يتم تنفيذ الدراسات والتطبيقات المطلوبة. ويرجع السبب إلى عدم توفر هذه المعلومات في قسم نظم المعلومات الجغرافية أو عدم التعاون بين هذا القسم والأقسام الأخرى التي تتوفر فيها المعلومات والخرائط المطلوبة. وبعدم توفر المعلومات والخرائط في القسم يتطلب الأمر وقتاً وجهداً وتكلفة كبيرة للحصول على هذه المعلومات ورقية أو رقمية. أما بالنسبة للتنسيق فذلك يحتاج إلى تطوير الهيكل التنظيمي للإدارة مع توفر المعلومات المطلوبة، سواء كانت ورقية أو رقمية، تكون الصعوبات أكثر وأشد تعقيداً إذا لم يتم إدخالها وتحويلها من نظام إلى آخر، باختيار الطرق المناسبة في تصميم قاعدة المعلومات، واختيار مقياس الرسم والدقة المكانية المطلوبة بطريقة مدروسة كما هو موضح في الباب الثالث، الأمر الذي يؤدي إلى فشل النظام وعدم الاستفادة منه في تنفيذ المطلوب وتحقيق الأهداف المرجوة.

### ٧- التدريب:

عادة يشمل عقد الشراء والصيانة توفير المختصين لتدريب الموظفين والمسئولين على تشغيل واستخدام النظام. ويكون السبب

في عدم كفاءة المختصين في هذا المجال هو عدم إلمامهم بالخبرة العملية أو الأكاديمية في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها أو عدم رغبة المتدربين على تعلم النظام وذلك لافتقارهم للخبرة العملية أو الأكاديمية في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها. كل هذه العوامل تؤدي إلى انتهاء فترة التدريب أو انتهاء فترة العقد قبل توفر الخبرات والكفاءات اللازمة ويصبح المسئولين في القسم دون معين في حالة حدوث مشاكل فنية مما يؤدي إلى توقف النظام عن العمل. كذلك إذا اقتصر التدريب على التشغيل دون التعرف على الطرق والخطوات المطلوبة في تنفيذ التطبيقات المنشودة واستخدام النظام، لذلك يكون المسئولين مقيدين لاستخدام النظام لتنفيذ التطبيقات والإعمال المبدئية فقط دون المستوى المتوقع من القسم تنفيذه.

## إمكانات نظم المعلومات الجغرافية الفنية

يتضح من الصعوبات الموضحة أعلاه أهمية توفر الإمكانات الإدارية والتنظيمية والمادية والمعلوماتية والتدريبية لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية. أيضاً يجب توفر الإمكانات الفنية التالية لضمان استخدام هذه النظم بنجاح:

### ١- المقدرة على إدخال واستخراج معلومات من عدة مصادر:

أن يكون النظام لديه المقدرة على قراءة وكتابة وطبع المعلومات من عدة مصادر وأنواع مثل قراءة الخرائط بالمسح الضوئي أو الترقيم الآلي أو إدخالها عن طريق الشاشة، هذا بالإضافة إلى إمكانية قراءة معلومات من نظم آلية أخرى وإخراجها إلى الطبعات أو الراسمات أو برامج نظم معلوماتية جغرافية أخرى أو غيرها من البرامج ذات العلاقة مثل برامج صور الأقمار الصناعية أو البرامج الإحصائية والبيانية.

### ٢- المقدرة على إدخال واستخراج معلومات لعدة عناصر جغرافية:

أن يكون النظام لديه المقدرة على ادخال واستخراج المعلومات الممثلة لجميع العناصر الجغرافية مثل الخطية والشبكية، وذلك عن طريق المعلومات غير الجغرافية أو العكس. وبذلك يكون لدى النظام إمكانية استخدام قاعدة المعلومات ذات العلاقة باستخدام أرقام التعرف التي تربط المعلومات الجغرافية وغير الجغرافية.

٣- المقدرة على التعامل مع النظام:

أن يكون النظام المقترح أو المستخدم ليس فقط سهل التشغيل، بل أيضاً سهل الاستعمال والتطوير، وذلك على سبيل المثال بتوفر البرامج الخاصة لعمل النوافذ التي تسهل الاستعمالات وإمكانية عمل أو حذف نوافذ جديدة لاستعمالات وتطبيقات جديدة خاصة باستخدام اللغة العربية.

٤- مرونة استخدام النظام لعدة تطبيقات ومستخدمين:

تتوفر نظم المعلومات الجغرافية في عدة برامج رئيسية وتطبيقية. ويتم في العادة مبدئياً شراء البرامج الرئيسية لإدخال وتدقيق ورسم الخرائط وشراء البرامج التطبيقية مثل برامج تحليل دراسات الطرق (Transportation Modeling) والدراسات الطبوغرافية والشبكية عند الحاجة لها وتوفر المختصين والمعلومات لاستخدامها.

## تقييم نجاح استخدام نظم المعلومات الجغرافية

من المهم جداً تقييم النظم المستخدمة لتنفيذ التطبيقات والاستخدامات التي يكون القسم مسئولاً عنها، وكذلك توفير المعلومات والخرائط والدراسات لأقسام أخرى داخل الإدارة وخارجها. ونظراً للجهد والعمل الشاق والتكاليف الباهظة المطلوبة لتشغيل واستخدام نظم المعلومات الجغرافية، فإن تقييم هذه النظم يساعد أيضاً على الاستمرار في الإنفاق عليها وتطويرها ودعم المسئولين الدائم لها. وتتركز عملية التقييم المادي على ملاحظة الفوائد الناتجة من الاستخدام ومقارنتها بالمصاريف والجهد المبذول لتحقيق ذلك. ومن المفروض أن تزيد نسبة الفائدة

المحققة عن نسبة المصاريف والجهد وغيره. ويمكن تحديد ذلك باستخدام الطرق المعروفة من قبل المختصين في مجال الحاسب الآلي والتقنية عموماً والمختصين في نظم المعلومات الجغرافية خصوصاً. ومن الأفضل توضيح عملية التقييم بشكل أشمل بمقارنة العناصر التالية كما أوضحها (Guptill. 1988).

١- مدى استخدام المسئولين للنظام:

يتم ذلك بحصر عدد ساعات تشغيل واستخدام النظام، فكلما كان عدد هذه الساعات كبيراً كان النظام مستخدماً بنجاح أكبر، حيث تصل نسبة الاستخدام الأمثل إلى ٨٠٪ من وقت تشغيله. هذا بالإضافة إلى حصر عدد وأنواع الأعمال المنفذة، وتلبية جميع احتياجات المستخدمين بسهولة ويسر ودقة. ويلاحظ أن حصر الأعمال وأنواعها من أصعب المهام التي يقوم بها المختصين الذي يقيم النظام، وذلك يرجع إلى الحاجة للتعرف على أهداف النظام الموضحة في خطة التنفيذ ومقارنتها بالإعمال المنفذة. لذلك يعتبر إنتاج الخرائط وتوفير المعلومات والتطبيقات لجميع المستخدمين في أوقاتها المحددة وبالدقة المطلوبة نجاحاً طيباً لهذا النظام والمسئولين عنه.

٢- تصميم قاعدة المعلومات:

إن اختيار البرامج والطرق المتطورة في تصميم قاعدة المعلومات يدل على نجاح النظام، حيث يساعد ذلك على إضافة وحذف وتغيير المعلومات بكل يسر وسهولة، دون الحاجة إلى إعادة تخزين وتبويب المعلومات من جديد. ويلجأ كثير من المستخدمين إلى ادخال الخرائط الورقية أو الرقمية دون التمييز بين المطلوب والمتوفر، مما يؤدي في النهاية إلى توفر كم هائل من المعلومات، ولكنها غير مفيدة بالدرجة المتوقعة. على سبيل المثال يمكن توفير المعلومات الجغرافية مثل الطرق وحدود المباني وخطوط الارتفاع عن سطح البحر (الخطوط الكنتورية) لعدد كبير من الخرائط، ولكن لا يتم تدقيها وتصحيحها بعد إدخالها في النظام أو تحويلها

من نظام لآخر، هذا بالإضافة إلى عدم توفر المعلومات البيانية التي تصف هذه المعلومات الجغرافية مثل أسماء الطرق أو أرقام المنازل أو قيم الخطوط الكنتورية، مما يجعل هذه المعلومات عديمة الفائدة والاستخدام. فتوفر المعلومات الجغرافية والبيانية المطلوبة بطريقة تطويرية تحقق المتطلبات والأعمال المطلوبة يعتبر ذلك نجاحاً لهذه النظم.

٣- إدخال المعلومات:

إن الطرق المتطورة في إدخال المعلومات البيانية والجغرافية الورقية والرقمية باستخدام الأجهزة والبرامج المتوفرة في النظام يدل أيضاً على نجاح النظام واستخدامه. على سبيل المثال تكون طريقة الترقيم الآلي للخرائط المساحية أو التنظيمية أفضل وأدق وأسرع لإدخال المعلومات الخطية، بينما تكون طريقة المسح الضوئي أفضل وأدق بكثير لإدخال المعلومات الشبكية. أما إذا استخدمت طريقة الترقيم الآلي للخرائط الطبوغرافية فإنها تكون صعبة لمتابعة وتمثيل الخطوط الكنتورية بدقة. لذلك يعتبر ادخال المعلومات وتصميمها بالطرق المناسبة عنصراً من عناصر نجاح النظام. وقد خصص الباب الثالث لتوضيح أهم الطرق المتبعة لإدخال وتصميم قاعدة المعلومات الجغرافية.

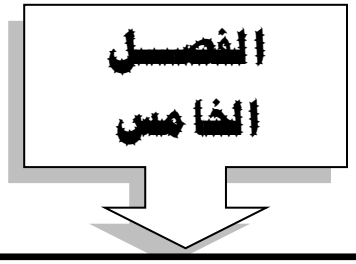
٤- معالجة المعلومات:

بالرغم من توفر الأجهزة والبرامج وقاعدة المعلومات المتطورة والحديثة إلا أن هناك نقصاً في بعض برامج معالجة المعلومات، خاصة عند استخدام برامج جغرافية غير كاملة المواصفات كما هو موضح في الباب الثاني، مما يؤدي إلى عجز في النظام لتنفيذ جميع الأعمال والمهام المطلوب تنفيذها. على سبيل المثال توفر البرامج الخاصة بتحويل المعلومات الجغرافية من نظام إلى آخر، أو برامج تدقيق المعلومات الجغرافية المتطورة يعتبر نجاحاً للنظام واستخدامه. كما أن توفر البرامج الخاصة لرسم وتحليل المعلومات وترابط بعضها ببعض والتخلص من المعلومات والأخطاء

الناتجة من تدقيق وتصحيح وتجميع الخرائط يعتبر نجاحاً كبيراً للنظام أيضاً.

٥- استخراج المعلومات:

أخيراً وبعد توفر جميع الأجهزة والبرامج والمعلومات بالطريقة المطلوبة يأتي دور النظام في استخراج هذه المعلومات وعرضها على المستخدمين والمسئولين. وتكون طريقة العرض هذه إما بطريقة العرض على الشاشات، أو الرسم على أجهزة الرسم الخاصة، أو طبعها على نظم أخرى وحفظها على أشرطة ممغنطة أو غير ذلك. ويعتبر توفر البرامج والأجهزة الضرورية لعرض ورسم وطبع وتخزين المعلومات داخل القسم وخارجه باستخدام الراسمات الملونة والشاشات الكبيرة وأجهزة التخزين من المتطلبات الرئيسية لنجاح النظام.




# الخرائط الموضوعية بين الطرق التقليدية وبرامج نظم المعلومات الجغرافية

**المقدمة**:

تهتم الخرائط الموضوعية بتمثيل الظواهر الطبيعية والبشرية بأسلوب نوعي وآخر كمي على خرائط صغيرة أو متوسطة المقياس . وعند الرغبة في بتمثيل الظواهر الجغرافية على الخرائط الموضوعية فيجب أولاً أن نتعرف على الأساليب المستخدمة في الترميز المستخدم لإبراز تلك الظواهر الطبيعية والبشرية على الخرائط . ويمكن أن يتم ذلك من خلال تصنيف للظواهر الجغرافية الممثلة على الخريطة بناء على الهدف الأساسي المراد رؤيته على الخرائط التي ستتضمنها إي دراسة والأسلوب المناسب لبيان ذلك الهدف.

وهنا نوضح بأن الخرائط الموضوعية تعتمد في تمثيلها للظواهر الجغرافية على كل من اللون لتمثيل الظواهر الجغرافية بأسلوب نوعي وكمي، بالإضافة إلى الرموز الهندسية المختلفة المساحة أو الحجم والمبنية على معايير رياضية بحتة يتم من خلالها بناء الرموز وربط العلاقة بين أرقام المعادلات الخاصة بالفئات اللازم بناؤها لكل ظاهرة جغرافية يراد تمثيلها أو ترميزها على الخرائط الموضوعية بأسلوب الترميز الكمي.

وعلى ذلك سنستخدم كل من اللون والرموز الهندسية المستخدمة لتمثيل الظواهر الجغرافية على الخرائط بأسلوب (نوعي " أسمي " وآخر كمي)، وذلك للمقارنة بين الطرق التقليدية والبرامج الحاسوبية التابعة لنظم المعلومات الجغرافية. التي تستخدم جميعاً الأسس اللازمة لبناء الخريطة الموضوعية وذلك بتطبيق القواعد والق وانين التي تخص كل رمز مستخدم على الخرائط الموضوعية.

وإذا نظرنا إلى الخرائط الموضوعية من مفهوم الرموز المستخدمة في التمثيل على الخرائط والخاصية الإدراكية لكل رمز من خلال تمثيل الظاهرة الجغرافية وقدرة الرمز المستخدم في توصيل المعلومة بسهولة ويسر إلى المستخدم لذلك النوع

من الخرائط، فهل أمكن برمجة كل الطرق التقليدية لتصبح من ضمن الأساليب المتوفرة تقنياً ؟ وكم منها لا يمكن تطبيقه حتى الآن نظراً لطبيعة التمثيل الكارتوجرافي والأسس اللازم تطبيقها عند بناء خريطة مثل " خريطة النقاط أو المثلثات المقسمة أو المربعات المقسمة " . وعلى الرغم من التأكيد بضرورة دراسة كل الرموز، فقد حددنا هنا خرائط النقاط والمثلثات والمربعات لكثرة استخدامها في الخرائط الموضوعية على الأطالس وفي الأبحاث والدراسات . وقد تبين من خلال التطبيق المعملي قصور الجانب التقني في برمجة العديد من الطرق التقليدية على برامج نظم المعلومات الجغرافية والتي سيتم الحديث عنها بعد إلقاء الضوء على مفهوم الخرائط الموضوعية من منظور الرموز الهندسية المستخدمة على الخريطة الموضوعية.

## الرموز الهندسية المستخدمة كمسمى للخرائط الموضوعية:

تعد الخرائط الموضوعية أحد الأساليب العلمية المطبقة لعرض أو لرؤية ما على سطح الأرض من ظواهر بأسلوب الاعتماد على اللون ثم على الرمز الهندسي المختار لعرض الظواهر الجغرافية بأسلوب الرموز الهندسية المختلفة المساحات والموقعة على أقاليم الخرائط الموضوعية.

ونظراً لاعتماد الكثير من الجغرافيين على الفنيين من ذوي الخبرة الخرائط المعتمدة على المهارة الفردية اليدوية التي تتطلب وقتاً ومهارة فنية في تمثيل الظاهرة الجغرافية المطلوبة يدوياً، وعلمياً من حيث تطبيق كل الأسس اللازمة والمعايير المطلوبة لتمثيل الظواهر الجغرافية ذات القيمة الرقمية والمسماة هنا بالطرق التقليدية منها والتقنية في إعداد خرائطهم سواء كانت بحثية أو حتى في شكل مشاريع مثل الأطالس مثلاً، فإن مستخدم الخريطة هو غير مصممها وهذا يقتضي منا أن نلقي الضوء على الأساليب المتوفرة وتحديد أفضلها لعرض الظاهرة الجغرافية

المناسبة وأيها يمكن أو لا يمكن تمثيله عن طريق نظم المعلومات الجغرافية.

لاسيما أن على مستخدم الخريطة أن يتعرف على كيفية قراءة محتوياتها ومعرفة الطرق الأخرى المتوفرة في الساحة الخرائط. وألا يعتمد اعتماداً كلياً على مصمم الخريطة في اختيار وتصميم الخرائط الموضوعية الخاصة بالأبحاث الفردية أو الجماعية أو حتى تلك المرتبطة بالمشاريع، لأن مستخدم الخريطة لن يكون جيداً في قراءة أي خريطة والتعمق في شرح محتوياتها وبيان العلاقات بين عناصر الظاهرة الممثلة على تلك الخريطة الموضوعية إلا إذا كان متمكناً من الأسلوب الكارتوجرافي المستخدم لعرض الظاهرة الجغرافية المدروسة والتأكد من صحة الطريقة المختارة ومدى صلاحيتها لعرض الظاهرة الجغرافية مع الأهمية العليا للخلفية الجغرافية والخرائط لمستخدم الخريطة الموضوعية وقدرته على رؤية محتوى الخريطة الموضوعية وتحديد الهدف من استخدامها والقيام بالتعليل والتحليل والمقارنة، عندها يمكن لمستخدم الخريطة أن يركز على تفسير العلاقات بين عناصر ومحتويات الخريطة وأن يسعى وراء المعلومة أكثر من سعيه وراء تحليل الطريقة العلمية المستخدمة في الترميز أو الرموز الهندسية المستخدمة في نمذجة الظاهرة الجغرافية ( ٢١-( . Dent, 1993 p 12

تركز الخرائط الموضوعية على بيان ظاهرة جغرافية لموضوع معين أما باللون مثل بيان أنواع التربة أو أنواع التركيب الجيولوجي أو الأجناس البشرية أو استخدام الأرض أو الغطاء النباتي أو غيرها من الظواهر التي يغلب عليها بيان الظاهرة بأسلوب نوعي، كما يمكن أن يستخدم اللون لبيان قيم كمية لظواهر جغرافية معينة مثل الكثافة السكانية أو النسبة المئوية للدخل على مستوى دول العالم مثلاً وفي هذه الحالة، فإن اللون في الأسلوب المستخدم في التمثيل النوعي هو عبارة عن لون مختار من قبل

مصمم الخريطة أو منشؤها يظهر على أحد أقاليم الخريطة ليدل على مسمى الظاهرة الجغرافية الخاصة بذلك الإقليم ولمصمم الخريطة في هذه الحالة أن يختار الألوان دون التقيد بأي شرط معين لاستخدام الألوان علي الخريطة كما هو الحال على الخرائط السياسية حيث أن الألوان المستخدمة كخلفية لونية علي الخرائط على دول العالم سياسياً لا تعني أي شيء من الناحية العلمية.

أما على الخرائط الموضوعية الكمية فإن اللون المستخدم في تمثيل القيم الكمية للظواهر الجغرافية يخضع لشروط منها أهمية استخدام التدرج اللوني المتناسق والمدرك بصرياً والذي يتماشى مع التركيبة الفئوية المختارة أو المستخدمة لرؤية الظاهرة الجغرافية على الخرائط، فنرى مثلاً أن النسب المئوية للدخل مثلاً ستمثل بألوان متدرجة ولكن من أصل واحد، فمثلاً يتوزع اللون المختار على أقاليم الخريطة بحيث يغطي كل إقليم نفس اللون ولكن بدرجة لونية لها نسبة ٢٠% وبنفس اللون في الإقليم الذي يليه ولكن بنسبة ٤٠% وهكذا حتى ١٠٠ %.

كما يمكن استخدام الخلط اللوني الذي يسمح لمصمم الخريطة أن يمزج بين لونين ويعطيك تدرج منطقي نسبي أوسع بين الألوان المستخدمة على أقاليم الخريطة والمستخدمة لعرض الظاهرة الجغرافية بأسلوب لوني له تدرج نسبي كالأصفر مثلاً على أن تكون النسبة اللونية هنا مرتبطة بقدرة العين المجردة في رؤية وتمييز الفرق في الدرجة اللونية على أقاليم الخريطة بناء على القدرة الإدراكية البصرية للشخص في تمييز الفرق اللوني المتجاور وليس مرتبطاً بالضرورة بأي معادلات حسابية أخرى.

أما الأسلوب الثاني في التمثيل للظواهر الجغرافية على الخرائط الموضوعية فهو الأسلوب الكمي الذي يركز على استخدام اللون والرموز الهندسية المناسبة لتمثيل الظاهرة الجغرافية على الخرائط الموضوعية مثل الدوائر أو المثلثات أو المربعات أو الأعمدة أو غيرها من الرموز الهندسية، حيث يظهر الرمز المختار

على أقاليم منطقة الدراسة على الخريطة في أحجام ومساحات مختلفة متأثرة بالأساليب الإحصائية المستخدمة في تمثيل هذا النوع من الخرائط الموضوعية، ويسمى ذلك الإجراء بالتمثيل الكمي.

تصنف الخرائط الموضوعية بناء على " الرمز المستخدم في التمثيل"، إلي: خرائط الكوروبلث، أو خرائط الكثافة التي تستخدم اللون في التمثيل، أو خرائط الدوائر، أو خرائط المثلثات، أو خرائط البعد الثالث، أو خرائط الأعمدة أو غيرها من الرموز الهندسية التي يمكن استخدامها على الخريطة لعرض الظواهر الجغرافية المطلوبة بالطريقة المناسبة والهدف الواضح.

وعن طريق نوع الظاهرة الجغرافية الممثلة على تلك الخرائط، فإن التركيز سيكون على تحديد الرمز المناسب لعرض تلك الظاهرة الجغرافية، وتوصيل المعلومة لمستخدمها بأسلوب علمي سهل يتوصل من خلاله مستخدم الخريطة إلى فهم محتوى الخريطة، كما يتمكن مستخدم الخريطة من تحليل الظاهرة الجغرافية المعروضة على الخريطة والوصول إلى معرفة المعلومة الجغرافية من خلال الرمز المستخدم لعرض الظاهرة الجغرافية على برامج نظم المعلومات الجغرافية، تلك النظم التي تمكننا من رؤية الظاهرة الجغرافية بناء على مفاهيم وافتراضات وتساؤلات جغرافية محددة كما تمكننا تلك الرؤى من التحليل والمقارنة والعرض بناء على أي تساؤل مطروح له ارتباط بمكان الدراسة وتواجد المعلومات أو البيانات ذات العلاقة.

كما تتميز تلك النظم بعرض الظواهر الجغرافية ورؤية النتائج على الخرائط بمفهوم العلاقات المكانية التي تربط الظاهرة الجغرافية بالمكان الذي تتواجد فيه في الطبيعة والتعامل معها في شكل خرائط رقمية تمكن مستخدم الخريطة من إجراء التحليل والتعليل والمقارنة . تلك النظم مزودة بالعديد من القدرات التقنية الخرائط المتوفرة في البرنامج لعرض المعلومات ذات

العلاقة بالخرائط الموضوعية بناء على الأهداف المطلوبة وبالرمز المناسبة وبطريقة إلكترونية تساعد في سرعة رؤية الظواهر الجغرافية من زويا متعددة وبأساليب ترميزية متعددة تساعد على تسهيل عرض الظاهرة الجغرافية مع سهولة توصيل المعلومة إلى مستخدم الخريطة بسهولة ويسر وتقديم النتائج لمتخذي أو صانعي القرار.

وبناء على ذلك، سيتم إجراء المقارنة بين وضع الخرائط الموضوعية في المنهج التقليدي وبين وضع الخرائط الموضوعية على برامج نظم المعلومات الجغرافية، وهل هناك تماثل في عدد الطرق المتوفرة لبناء الخرائط الموضوعية بالطرق التقليدية أو عن طريق برامج نظم المعلومات الجغرافية ؟. وما هي السلبيات والإيجابيات في كل طريقة ؟ وهل هناك تطبيق آلي لكل الطرق التقليدية ؟ أم أن هناك طرق لم تبرمج بعد في برامج نظم المعلومات الجغرافية ؟

وبعد توضيح المنظور الكارتوجرافي الذي نسعى من خلاله إلى التعريف بالقديم والتعرف على الحديث، فإن مفهوم الخرائط الموضوعية الذي تبنته تلك الدراسة هو الذي يركز على تسمية الخريطة الموضوعية بالطريقة التي بنيت بها الظاهرة الجغرافية على الخريطة . أملاً من منظور خرائطي في تطوير الطرق الكارتوجرافية التي يمكن استخدامها لتوسيع أساليب التمثيل الخرائطي اللازمة لتمثيل الظواهر الجغرافية على الخرائط الموضوعية.

## أساليب تمثيل الظاهرة الجغرافية على الخرائط الموضوعية:

١- أسلوب يعتمد على استخدام اللون لتمثيل الظواهر الجغرافية نوعياً وكمياً.

٢- أسلوب يعتمد على استخدام الرموز الهندسية كالدوائر والمثلثات والمربعات وغيرها كمياً بمعادلاتها الحسابية لتمثيل

الظواهر الجغرافية برمز واحد مختلف الأحجام بناء على القيم الكمية للظاهرة الجغرافية الموزعة على كل أقاليم الدراسة.

وبناء على ذلك فإن الرموز الهندسية هي الأكثر استخداماً من خلال استعراض العديد من الأطالس والمخططات والخرائط بأنواعها الجغرافية والطبوغرافية ومن خلال استعراض العديد من الخرائط الموضوعية في العديد من الأبحاث والدراسات، فإن الخرائط الموضوعية يمكن وضعها تحت المسميات التالية:

## مسميات الخرائط الموضوعية بناء على الرموز المستخدمة في تمثيل الظاهرة الجغرافية:

تحتوى الخرائط الموضوعية على العديد من الطرق الخرائطية التي يمكن استخدامها لعرض الظواهر الجغرافية، وهذه الطرق هي:

١- خرائط الكوروبلث، خرائط الظلال أو الألوان (كمي، نوعي).
٢- خرائط الدوائر النسبية.
٣- خرائط الدوائر المقسمة.
٤- خرائط الدوائر المنصفة.
٥- خرائط النقاط.
٦- خرائط المثلثات.
٧- خرائط المثلثات المقسمة.
٨- خرائط الكارتوجرام المتصل.
٩- خرائط الكارتوجرام المنفصل.
١٠- خرائط المربعات المقسمة.
١١- خرائط الأعمدة الأحادية.
١٢- خرائط الأعمدة المتعددة.
١٣- خرائط البعد الثالث.
١٤- خرائط الخطوط الانسيابية الأحادية.
١٥- خرائط الخطوط الانسيابية المركبة.
١٦- خرائط المكعبات المجمعة .

**الخرائط الموضوعية قبل ومع برامج نظم المعلومات الجغرافية:**

قبل الثورة التقنية كان هناك إسهامات متعددة في تطوير علم الخرائط بصفة عامة والخرائط الموضوعية بصفة خاصة نظراً لكثرة الإقبال على استخدامها في الأبحاث والدراسات والمشاريع وفي بناء الأطالس وغيرها، ومن وجهة النظر الكارتوجرافية فإن أفضل الطرق لتمثيل الظواهر الجغرافية وعلى الأخص تلك التي لها مصدر معلوماتي رقمي أو إحصائي هي تلك التي تقدم المعلومة للقارئ بسرعة وسهولة وبطريقة علمية متعارف عليها دون اللجوء إلي التعقيد في تمثيل الظواهر على الخريطة.

تبين الفقرة السابقة مسميات الخرائط الموضوعية بناء على الرمز المستخدم على الخريطة في تمثيل الظاهرة الجغرافية، وهى الطرق المستخدمة على كثير من الأطالس وفي العديد من الأبحاث والدراسات والمشاريع والتي تحتويها مناهج التعليم والخاصة بالجغرافيا والخرائط ونظم المعلومات الجغرافية وقد بلغ عددها ١٦ طريقة كما هو موضح أعلاه.

وبعد تبني تقنية نظم المعلومات الجغرافية، أصبح التعامل مع الظواهر الجغرافية تعاملاً مباشراً يمكنك من عرض الظاهرة الجغرافية بناء على الهدف الذي تسعى لمعرفته، كما يمكنك من رؤية نفس الظاهرة الجغرافية بناء على أي تصنيف مختار للقيم الإحصائية الداخلة في التمثيل، أو بناء على أي تساؤل جديد.

هذه الخاصية نقلت علم الخرائط من العلم التقليدي المعملي الذي يعرض الظاهرة الجغرافية على الخرائط بشكل ورقي ثابت Static إلى العلم التقني الذي حقق للخرائط والمتعاملين معها الدقة في البناء بالنسبة للخرائط وكذلك السرعة في رؤية النتائج وعرضها وتغييرها أو خزنها وسهولة التعامل معها.

ومن خلال تلك النظم، أصبحت المعلومة الجغرافية عبارة عن قاعدة بيانات تضم العديد من المعلومات ذات العلاقة وكلما اتسعت قاعدة البيانات لِضمِ العديد من المعلومات عن أهم الظواهر

التي تتطلبها بعض الدراسات، كلما أمكن معه القيام بالعديد من التساؤلات والحصول على الإجابة في الحال من خلال الدخول إلى قواعد البيانات في برامج نظم المعلومات الجغرافية والقيام باستعراض المعلومات ذات العلاقة وتغيير استعراضها بناء على عناصر جديدة أو من خلال زوايا افتراضات متعددة.

وفي نهاية المطاف يكون لدينا منظور مدروس ومحسوس من خلال تمثيله كارتوجرافياً على برامج نظم المعلومات الجغرافية وغيرها من البرامج الخرائطية المساعدة أو البرامج المتخصصة مع ضرورة ربط المعلومات بما يخصها من العناصر على خرائط الأساس وبمقاييس مختارة وبالترميز متفق عليه.

## الطرق التقليدية التي يمكن تنفيذها على برامج نظم المعلومات الجغرافية:

تقدم نظم المعلومات الجغرافية جانباً من نظامها يختص بإمكانية التمثيل للبيانات المبنية في قاعدة البيانات بالخرائط الموضوعية بالطرق التالية:

١- خرائط الكوروبلث (استخدام اللون بأسلوب كمي)، خرائط الظلال الألوان (استخدام الألوان بأسلوب كمي، نوعي).
٢- خرائط الدوائر النسبية.
٣- خرائط الدوائر المقسمة.
٤- خرائط المثلث الأحادية.
٥- خرائط المربعات الأحادية.
٦- خرائط الأعمدة الأحادية.
٧- خرائط الأعمدة المتعددة.
٨- خرائط البعد الثالث.

يلاحظ هنا ومن منظور تقسيم الخرائط الموضوعية في هذه الدراسة إلى تقسيم يعتمد على تسمية الخريطة الموضوعية باسم الرمز الكارتوجرافيا المختار في التمثيل بأن هناك ثمان طرق فقط

يمكن تطبيقها باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية أما الباقي من ال ١٥ طريقة والتي يمكن تصميمها وتنفيذها وبناؤها بالطرق التقليدية التي تعتمد على العلم في البناء والإبداع في التخيل والدقة في التنفيذ فإنها لم تظهر من ضمن قدرات طرق العرض لنظم المعلومات الجغرافية المستخدمة حالياً.

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

١- خرائط النقاط.
٢- خرائط المثلثات المقسمة.
٣- خرائط المربعات المقسمة.
٤- خرائط الكارتوجرام المتصل.
٥- خرائط الكارتوجرام المنفصل.
٦- خرائط الخطوط الانسيابية الأحادية.
٧- خرائط الخطوط الانسيابية المركبة.
٨- خرائط المكعبات المجمعة.
٩- خرائط الدوائر المنصفة.

## خرائط النقاط:

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

هذا المطلب لا يمكن تطبيقه بواسطة نظم المعلومات الجغرافية لأن هذا النوع من الخرائط يتطلب تدخلاً بشرياً يحدد مواقع توقيع النقاط في المواقع القريبة من أماكن تواجد الظاهرة الجغرافية الممثلة على الخريطة، وهذا يحتاج إلى القيام ببعض الزيارات الميدانية أو استخدام العديد من وسائط المعلومات مثل

الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية والصور الجوية وغيرها من مصادر المعلومات.

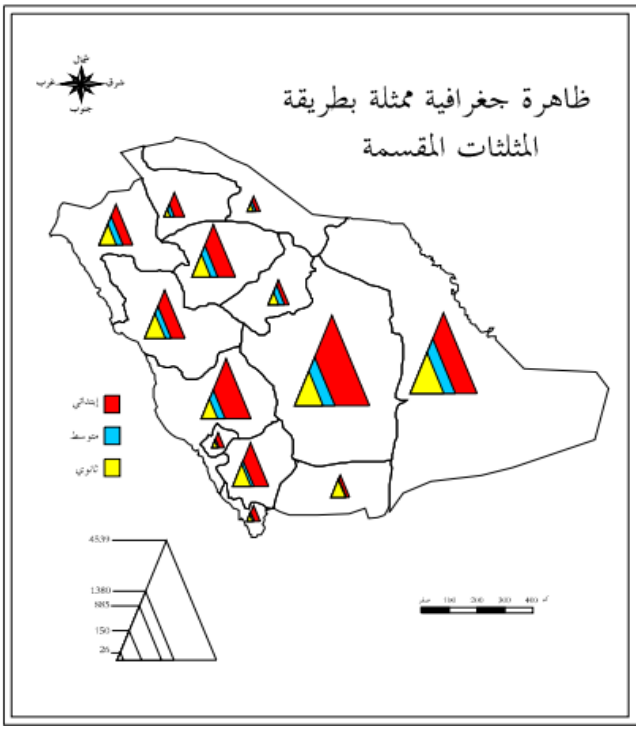
وتحمل نظم المعلومات الجغرافية ذلك النوع من التمثل الكارتوجرافيا (خرائط النقاط) ولكنه لا يركز على توقيع النقاط في أو بالقرب من مواقعها على الخريطة ولكنة ينثر النقاط بأسلوب شبه هندسي أو عشوائي على كل أقاليم الخريطة فيحول فعالية الخريطة من خريطة لبيان الموقع الفعلي أو التقريبي للظاهرة إلى التمثيل العشوائي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

خرائط النقاط

## خرائط المثلثات المقسمة:

تحتوي برامج نظم المعلومات الجغرافية وبعض البرامج الكارتوجرافية المساعدة والمتخصصة على طريقة تمثيل خرائطية تسمى خرائط المثلثات الأحادية، وتستخدم في التمثيل بعض الظواهر الجغرافية ذات المصدر الإحصائي البشري، وتظهر على أقاليم الخريطة بناء على قياسات ومعادلات علمية تستخدم لتحديد ارتفاع كل مثلث في كل إقليم بناء على القيم الإحصائية التي تتبع ذلك الإقليم.

ويظهر المثلث بشكل أحادى أي مثلث واحد فقط في كل إقليم لتمثيل الظاهرة الأحادية التابعة لكل إقليم، أما إذا كان المطلوب استخدام المثلث المقسم الذي يمثل أجزاء الظاهرة الجغرافية في شكل مثلثات متداخلة يقيس كل منها جزء من الظاهرة الممثلة على الخريطة بأسلوب المثلثات المقسمة، كما في الشكل التالي.



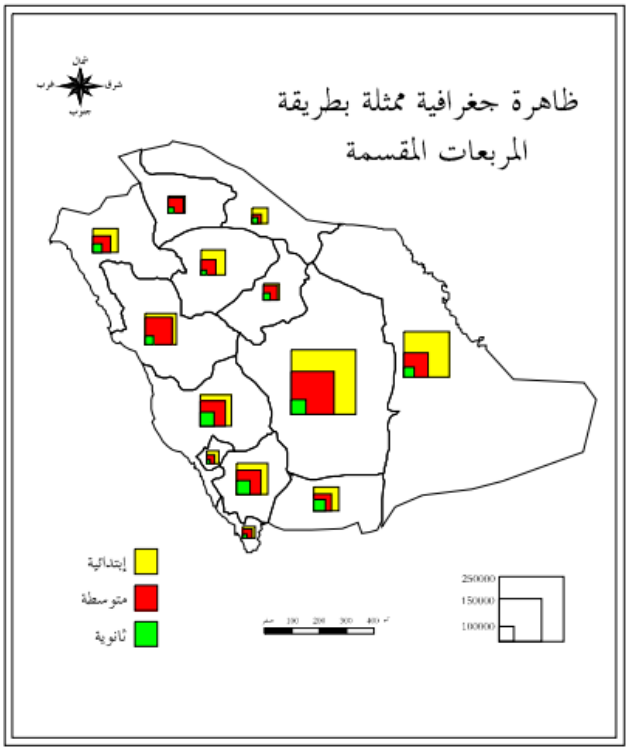

خرائط المثلثات المقسمة

فإن برامج نظم المعلومات الجغرافية لا تحتوي على ذلك النوع من طرق التمثيل الخرائط، أما في الطرق التقليدية فإن خرائط المثلثات المقسمة أفقياً وقاعدياً تنتشر بشكل واسع، كما أن كيفية بناء ذلك النوع من الخرائط قد بين بالتفصيل في الساحة الأدبية لذلك العلم.

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

**خرائط المربعات المقسمة**.

هناك نوع من التشابه بين خرائط المثلثات المقسمة وخرائط المربعات المقسمة من حيث أن رمز المربع قد استخدم على برامج نظم المعلومات الجغرافية والبرامج الخرائط المساعدة كغيره من الرموز مباريا في الاستخدام كل من رمز المثلث والدوائر والأعمدة، ومن الملاحظ أن ذلك الرمز يوجد فقط وبصورة أحادية أي أن تمثيل الظاهرة الجغرافية مرتبط بظاهرة واحدة فقط، أما إذا كان المطلوب هو تمثيل ظاهرة جغرافية عن طريق ما يسمى بالمربعات المقسمة كما في الشكل التالي، فإن لا برامج نظم المعلومات الجغرافية ولا حتى المساعدة قد برمجت مثل ذلك النوع من التمثيل، أما في الطرق التقليدية فقد تم الحديث عن ذلك الرمز وكيفية بناءه.




خرائط المربعات المقسمة

ولهذا السبب فقد استبعدت تلك الطريقة من القائمة الأساسية لعدم تواجدها من ضمن الطرق الخرائط المتوفرة لتمثيل الظواهر الجغرافية ذات المصدر الرقمي على الخرائط الموضوعية في برامج نظم المعلومات الجغرافية، ومع ذلك، فإن تمثيلها بالطرق التقليدية لا يزال نشطاً ويظهر في العديد من الأطالس والأبحاث والدراسات.

## خرائط الكارتوجرام.

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

## خرائط الكارتوجرام المتصل:

يتم في هذا النوع من الخرائط تحويل كل إقليم من أقاليم الخريطة إلى عدد من المربعات بناء على مدلول موحد يتم من خلاله تحديد عدد المربعات التي يجب استخدامها في إعادة رسم كل إقليم.

ويتطلب التمثيل بالكارتوجرام المتصل محاولة إعادة رسم أقاليم الخريطة الأساسية بناء على عدد المربعات التابعة لكل إقليم محافظين بقدر الإمكان عند التمثيل على بقاء العلاقة المكانية لمواقع الظواهر الجغرافية كما هى في الطبيعة مع وجود التشوه في الشكل والمسافات والاتجاهات على الخريطة، ويعود السبب في ذلك إلى أن ذلك النوع من الخرائط لا يهتم أصلاً ببيان المساحات أو المسافات أو الاتجاهات بل يركز على إعادة توزيع وبناء الإقليم الجغرافي بناء على مقدار الظاهرة الجغرافية المراد تمثلها على الخريطة من خلال المدلول المختار، ويمكن رؤية ذلك النوع من التمثيل في الشكل التالي.

الكارتوجرام المتصل

## خرائط الكارتوجرام المنفصل:

تركز خرائط الكارتوجرام المنفصل على المحافظة على شكل الأقاليم المستخدمة كخريطة أساس وذلك بفصل كل إقليم عن الإقليم المجاور له محافظين على الشكل الخارجي للإقليم ولكن بأسلوب التصغير والتكبير لكل إقليم بناء على الظاهرة الجغرافية المراد تمثيلها على الخريطة والمقياس المتبع في عملية التكبير والتصغير للإقليم والذي يعتمد على تطبيق العديد من الإجراءات الحسابية لمعرفة المقياس الخطي الذي يبنى بواسطته الكارتوجرام، ويمكن رؤية ذلك النوع من التمثيل كما هو في الشكل التالي.

**خرائط الكارتوجرام المنفصل**

## خرائط الخطوط الانسيابية الأحادية.

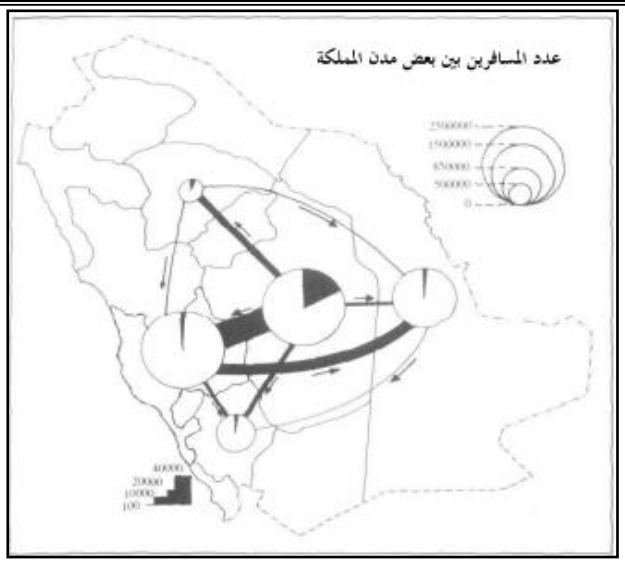
تعرف خرائط الخطوط الانسيابية على أنها خرائط صغيرة أو متوسطة المقياس توزع عليها الظاهرة الجغرافية المتحركة

باستخدام رمز الخطوط المختلفة في السمك التي تظهر على الخريطة للربط بين موقع مختار ومجموعة أخرى من المواقع وتسمى بالخطوط الانسيابية الأحادية كما هو الحال في الشكل التالي.

**خرائط الخطوط الانسيابية الأحادية**

أو بخطوط مختلفة السمك تظهر بين عدد من المواقع المتعددة فيما بينها وتسمى بالخطوط الانسيابية المركبة كما هو الحال في الشكل التالي.

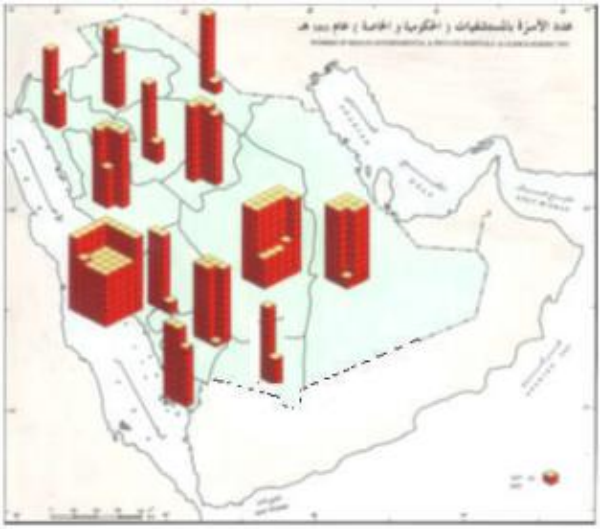
وتسمى الطريقة الأولى بالخطوط الانسيابية الأحادية وتسمى الثانية بالخطوط الانسيابية المركبة . ويستخدم لهذه الخرائط خطوط مختلفة السمك بناء على معادلات ومعايير إحصائية مقننة. وليس من الضروري أن تتبع تلك الخطوط ظاهرة معينة كالطرق مثلاً بل يمكن رسمها بخطوط انسيابية تربط بين المناطق الداخلة في الدراسة كما هو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




خريطة الخطوط الانسيابية المركبة

## المكعبات المجمعة:

يستخدم رمز المكعب على الخرائط الموضوعية لتمثيل الظواهر الإحصائية كبيرة الحجم وهو رمز يساعد على اختزال القيم الإحصائية الكبيرة، ذلك أن المكعب يعكس في نهاية المطاف على الخريطة رقماً محدداً تم تحديده بالطرق الرياضية المعروفة في علم الخرائط الموضوعية معتمداً في ذلك على الإحصائيات التابعة لكل إقليم كما هو الحال في الشكل التالي.

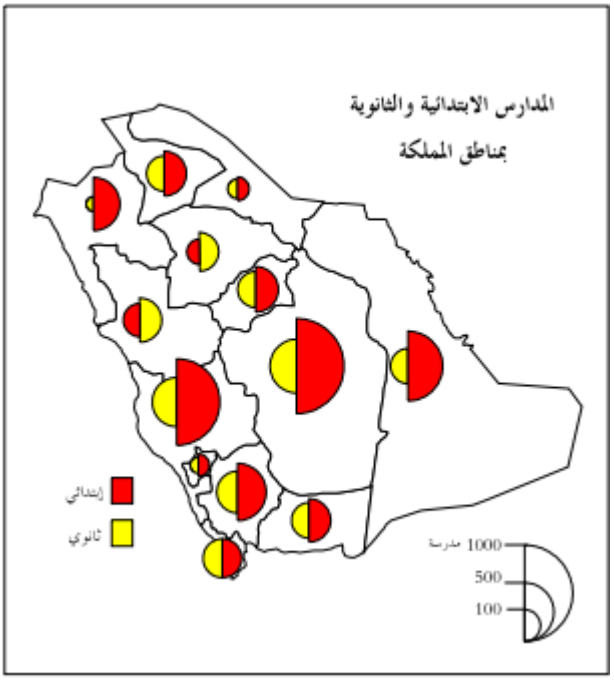


خرائط المكعبات المجمعة .

هذا النوع من التمثيل يتطلب دراية كافية في البناء ويعكس في معظم الأحيان القدرة الفنية والإبداعية لدي مصمم الخريطة.

**الدوائر المنصفة**.

تستخدم الدوائر المنصفة على الخرائط الموضوعية لبيان ظاهرة جغرافية ثنائية تتطلب استقلالية الرمز لكل ظاهرة بدلاً من تقسيم الدائرة الواحدة إلى أقسام داخلية بنسب أو درجات مختارة، وفي هذه الحالة تكون الدوائر مستقلة في التمثيل ومشتركة في المركز مما يعطي في النهاية أنصاف دوائر متجاورة تعكس ظاهرتين ذات علاقة جغرافية معينة مثل: الذكور والإناث أو المواليد والوفيات أو غيرها من الظواهر الجغرافية الثنائية كما هو الحال في الشكل التالي .




خرائط الدوائر المنصفة

وعلى ذلك نجد أن هناك سبعة طرق من طرق التمثيل الخرائط في الجانب التقليدي لا تتواجد من ضمن طرق التمثيل الخرائط التي تحتويها نظم المعلومات الجغرافية، رغم التقدم التقني في عرض الظواهر الجغرافية على الخرائط إلى أن هناك

بعض من طرق التمثيل الخرائط التي تتطلب تدخل الإنسان في البناء الكارتوجرافي أو أن البرامج الجغرافية لم تحتويها بعد.

## مميزات الطرق التقليدية:

تتميز الطرق التقليدية باحتوائها على العديد من طرق التمثيل الخرائط، هذه الطرق بعضها واسع الاستخدام والانتشار والبعض الآخر قليل الانتشار، كما أن الطرق التقليدية تحتوي على العديد من التجارب الإبداعية مع تعدد واسع لأنواع الرموز المستخدمة لعرض الظواهر الجغرافية على الخرائط الموضوعية.

في تلك المرحلة من التقدم العلمي كانت الطرق التقليدية هى المصدر الأساسي لتمثيل الظواهر الجغرافية الموضوعية على صفحات الأطالس والتقارير والأبحاث وأصبحت بذلك المصدر الرئيسي الذي يعتمد على تبنيه وبرمجته على برامج نظم المعلومات الجغرافية.

جدير بالذكر أن الطرق التقليدية هى التي قدمت ذلك النوع من الخرائط للمستخدمين وساعدتهم على تفهم أسلوب بناءها وطرق عرضها كما كانت مجالاً للعديد من الدراسات والأبحاث في الأدبيات الخرائط التي تسعى إلى تطويرها أملاً في إيصال المعلومة إلى المستخدم بسهولة ويسر، وربما تكون هذه الملاحظات العلمية وسيلة جيدة لمعرفة المطلوب والقيام بإضافته أو برمجته وإعداده كوسيلة من وسائل التمثيل الكارتوجرافيا التي يمكن من خلالها أن نرى الظاهرة الجغرافية وأن نستعرضها وأن نتمكن من مداخلتها مع غيرها من الظواهر حتى نتمكن من رؤية الواقع بكل العناصر المطلوبة ومن ثم القيام بصنع القرار وتقديمه في شكل مدعم بالعرض التفصيلي على برامج نظم المعلومات الجغرافية.

## مميزات الطرق التقنية:

☒ كان لنظم المعلومات الجغرافية الفضل الأول في تطوير وتقدم علم الخرائط، فعن طريق تبني نظم المعلومات الجغرافية،

تحولت الخرائط الورقية المعروفة إلى خرائط رقمية Digital Mapping قابلة للتغيير والتحديث والتصحيح والحذف والإضافة والعرض بناء على عناصر محددة، فتحولت المعلومة بذلك إلى قواعد بيانات تظهر فيها عناصر الخريطة في شكل رقمي يمكن تحريكها بناء على معايير تقنية محددة مع ربطها بما يماثلها في الطبيعة عن طريق قواعد من البيانات المتعددة التي يمكن ملؤها بكل المعلومات وفي جميع المجالات حتى أن نظم المعلومات الجغرافية اليوم أصبحت ضرورية لكل تخصص.

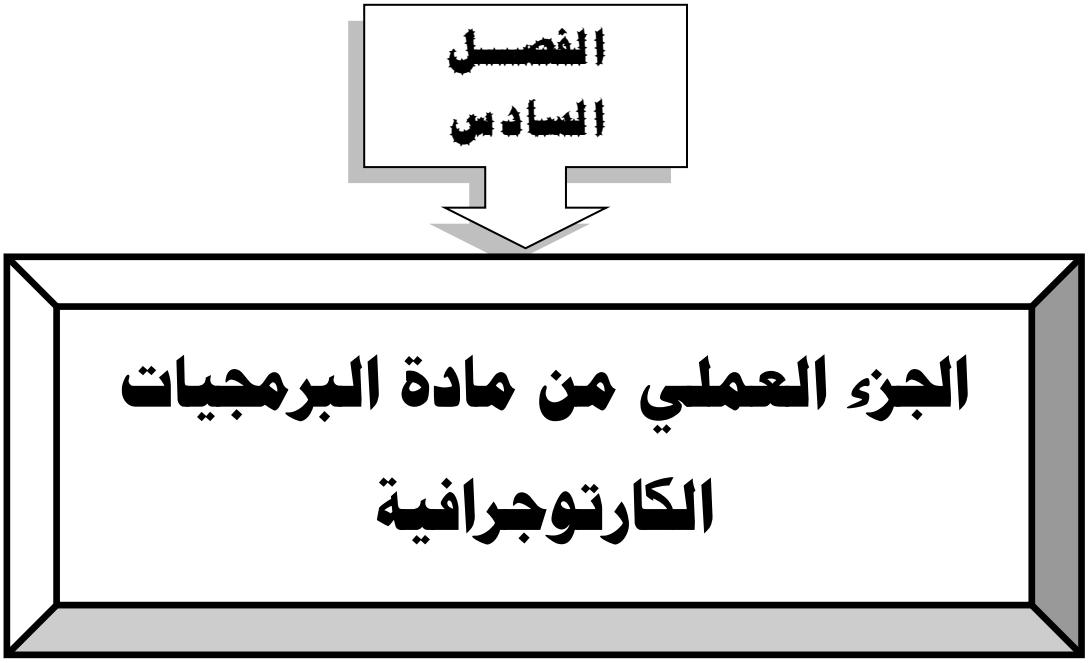
- ☒ تتميز نظم المعلومات الجغرافية بإمكانية رؤية الظواهر الجغرافية بأسلوب متحرك ومن خلال معايير إحصائية مختلفة وبناء على العديد من الافتراضات المحددة والمقاييس المختارة لعرض الظاهرة الجغرافية.
- ☒ تتميز نظم المعلومات الجغرافية بإمكانية إجراء تساؤلات على قواعد البيانات وما تحتويه من بيانات مع إمكانية إجراء العديد من المقارنات بأسلوب التطابق الرأسي Overlay أو رؤية الظواهر الجغرافية بناء على معايير وعلاقات أفقية تعرف باسم Proximity مع القدرة على رؤية النتائج في الحال والاستفادة منها في صنع القرار.
- ☒ كما تتميز نظم المعلومات أيضاً بارتباط رموز الخريطة بصورة مباشرة بقواعد البيانات بحيث تعكس التغير الذي يمكن أن يطرأ على تلك البيانات على خلاف الطرق التقليدية ذات الناتج الأحادي وغير المرتبط بقواعد البيانات وهذا يعني أن التحديث للمعلومات تتطلب إعادة البناء المعملي والتقليدي للحصول على خريطة ينتهي مفعولها بتغير قيم الظاهرة الجغرافية.
- ☒ لم تعد الخريطة تعامل على نظم المعلومات الجغرافية كوعاء لمعلومة ثابتة بل أصبحت ساحة لرؤية المعلومة من زوايا إحصائية أو تحليلية مختلفة وبعرض للنتائج على خرائط موضوعية مختلفة تمكن المستخدم من رؤية الظواهر الجغرافية

في شكل رقمي يمكن المستخدم من رؤية الظاهرة الجغرافية من أي زاوية مختارة وبأي طريقة علمية تصنيفية مناسبة تساعد على عرض النتائج التي توصلت إليها الدراسات بشكل واضح يمكن من بيان الحقيقة المدعمة تقنياً ويساعد في صنع القرار الصحيح.

- ☒ تهيئ نظم المعلومات الجغرافية إمكانية البحث عن أي معلومة في قواعد البيانات حتى وإن كانت المعلومات في طبقات مختلفة، حيث يمكن أن تسأل مثلاً عن الطرق الفرعية التمييز عليها ٥٠٠٠ سيارة في الشهر والتي تخترق أرض ذات تركيبة صخرية معينة والقريبة بمقدار ٥ كم من الأراضي الزراعية، هذه القدرة التقنية على تتبع المطلوب من المعلومات في مواقع مختلفة من قواعد البيانات وتمثيله على الخرائط بالأسلوب الذي يختاره مصمم الخريطة وبسرعة متناهية لا يوجد في الطرق التقليدية.
- ☒ تتفوق نظم المعلومات الجغرافية بعرض الخرائط الموضوعية على خرائط أساس مبنية مسبقاً في قواعد البيانات مما يجعل تغيير تمثيل المعلومات على خرائط الأساس حسب الظاهرة المدروسة والمكان المختار أمراً سهلاً وسريعاً وعلى مقاييس متعددة، على عكس إعداد خرائط الأساس بالطرق التقليدية والتي تتطلب نوعاً من البحث والإنشاء والبناء والرسم والإعداد للطباعة ثم الطباعة.
- ☒ جعلت نظم المعلومات الجغرافية من الخرائط التي يتم تصميمها أكثر دقة سواء في الرسم أو الدقة في تمثيل البيانات الجغرافية بالطرق الموضوعية على الخرائط. كما أن إمكانية الحصول على خرائط ورقة يعد أمراً سهلاً لا يتطلب الحصول عليه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية أكثر من تحديد نوع الورق أو الوسيلة التي يرغب المصمم في استخدامها لعرض النتائج المختارة لدراسة الظاهرة الجغرافية الممثلة.

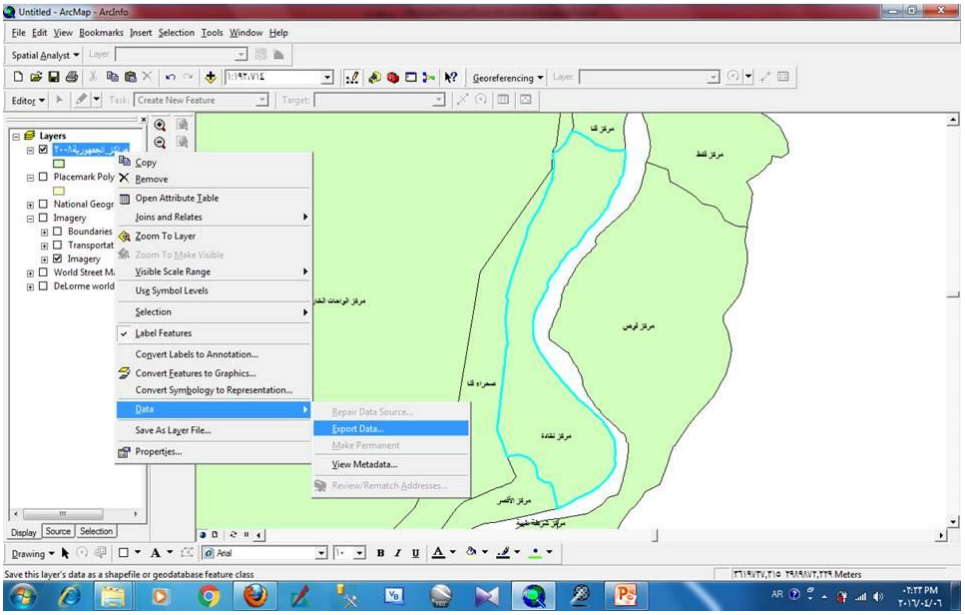
- تتميز نظم المعلومات الجغرافية بقدرتها على إضافة معلومات إضافية على الخريطة وربطها بقواعد البيانات، مثل تحديد المناطق التي تبعد عن الطرق الرئيسية بمقدار ١٠كم أو تحديد مسافة حول المدن في شكل دائرة قطرها ١٠٠كم مثلاً . أي أن هناك إمكانيات هائلة لإضافة العديد من القياسات التي تمكن المستخدم من دراسة الظواهر بناء على فرضيات مختارة تحدد على الخريطة في شكل مساحات أو مسافات حول رموز الخريطة النقطية والخطية والمساحية بناء على أبعاد مختارة.
- سهولة إجراء القياسات للمسافات والمساحات، حيث جهزت برامج نظم المعلومات الجغرافية بأدوات تمكن مستخدم البرامج من القيام بعمليات قياس للأبعاد والمساحات على الخرائط، هذه الخاصية تمكن مستخدم نظم المعلومات الجغرافية من سهولة التعامل مع أو الحصول على المعلومات المطلوبة مما يجعل التقارير النهائية المبنية على نظم المعلومات الجغرافية غاية في الدقة إذا توفرت البيانات المطلوبة في قواعد البيانات ذات العلاقة.
- كما أن سهولة تداول المعلومات، وخزنها، وحفظها، وتصديرها، وتحويلها تعد من المميزات التي تقدمها نظم المعلومات الجغرافية، وتعد تلك الخاصية من الأمور المهمة في متابعة الظواهر الجغرافية على برامج نظم المعلومات الجغرافية.
- تتميز نظم المعلومات الجغرافية أيضاً، بإمكانية عرض المعلومات المدخلة في قواعد البيانات، على خرائط، وكذلك تتميز بقدرتها الدقيقة في رسم، وإخراج ذلك النوع من الخرائط (التي تغطي ٥٠% من طرق التمثيل الخرائط التقليدية) في شكل أطالس، تتميز بدقتها العلمية، والتحليلية، ودقة الرسم، وتطبيق المواصفات المطلوبة في بناء الخرائط وإعدادها للطباعة بصورة متقدمة.
- وتعد نظم المعلومات الجغرافية، وسيلة متقدمة في الاستفادة من مصادر المعلومات الأخرى، كالصور الجوية، والمناظر الفضائية،

والاستخدامات المبنية على أجهزة GPS وغيرها من مصادر المعلومات المختلفة، جعل منها وسيلة سريعة ودقيقة للرصد والمتابعة والعرض وتبادل المعلومات. وتعتبر نظم المعلومات الجغرافية، وسيله مهمة في إدارة المشاريع المختلفة. على أن الضرورة تقتضي، بناء قواعد بيانات تحتوي على معلومات تفصيلية للظواهر الطبيعية والبشرية لكي يتم التمكين من عرضها بوسائل التمثيل المتعددة على الخرائط.

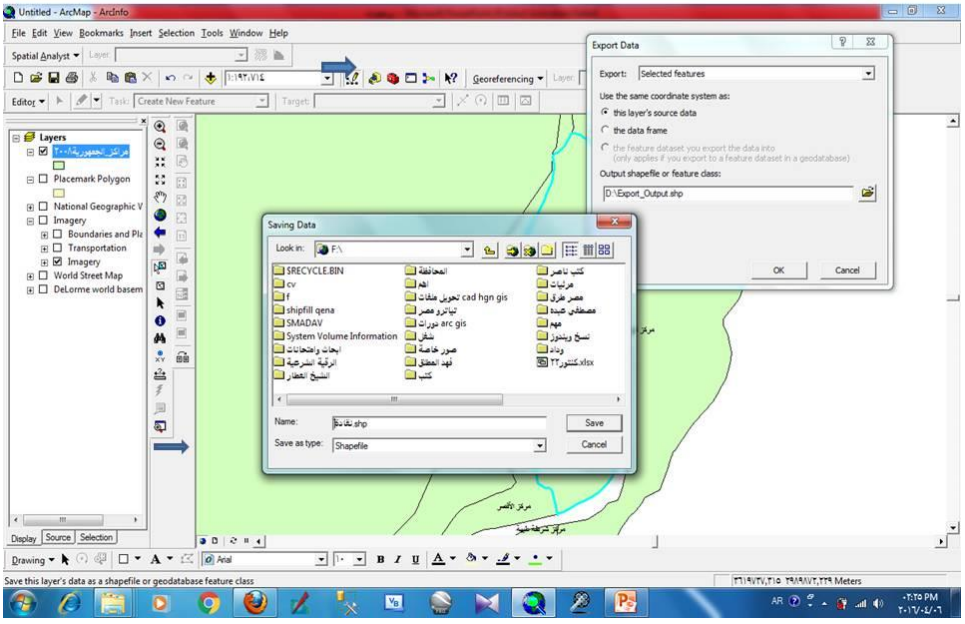

الفصل
السادس
الجزء العملي من مادة البرمجيات
الكارتوجرافية

# تحويل الملفات علي برنامج Arc Map والرسم علي Google Earth

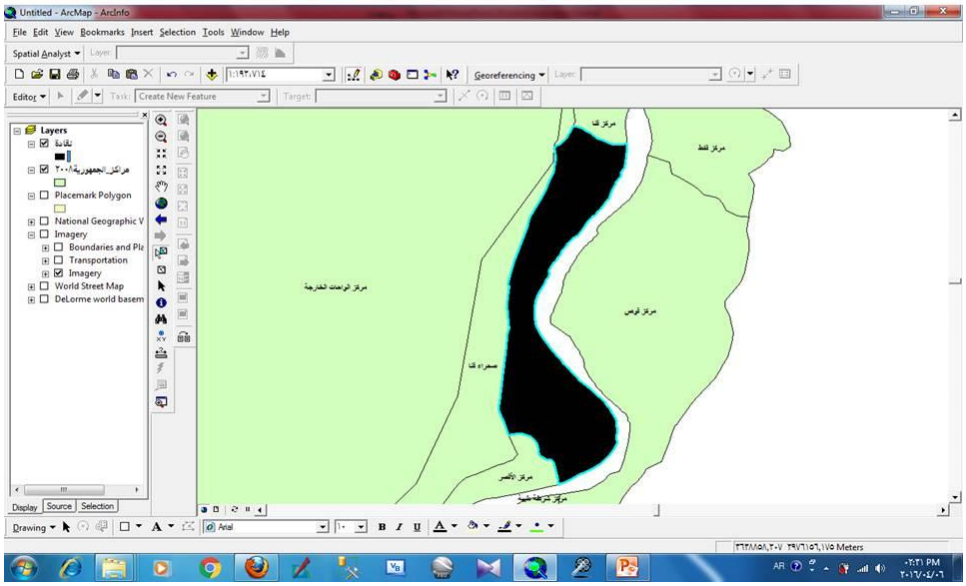
نقوم بعد ذلك بعمل تصدير لما تم تحديده وتحويله لملف منفصل كما بالشكل

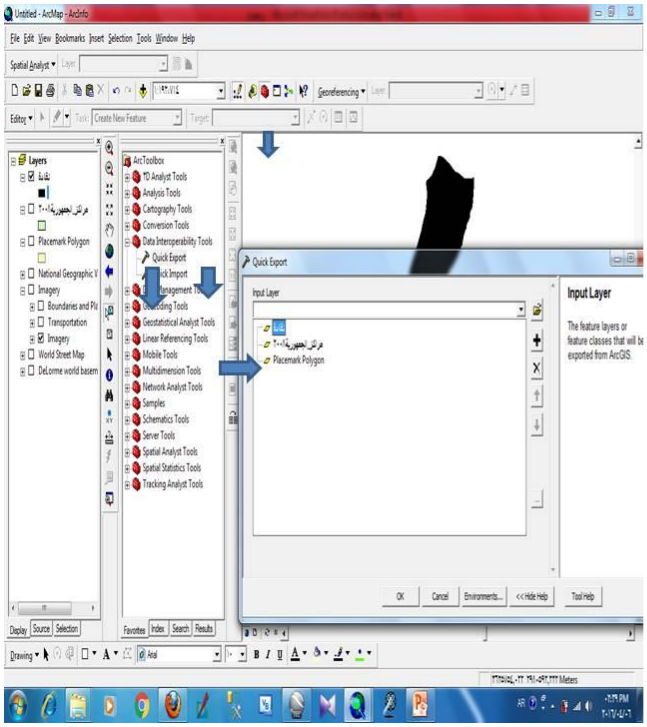



بعد ان تظهر هذه القائمه نلاحظ انه تم اختيار المنطقه المحدده فقط ونترك الخيارات كما هى ثم بعد ذلك نقوم بإختيار مكان الحفظ المراد بصيغة shape file



بهذه الخطوات نكون انهينا المرحلة الاولى وهى تحديد المنطقة المراد رسمها من جديد على برنامج جوجل ايرث واعادة رسمها مرة أخرى، ولا يبقي لنا إلا خطوة واحدة هى تحويل الصيغة إلى kml لكى يتعرف عليها برنامج جوجل ايرث

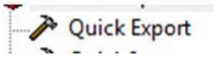



عند تحويل الصيغ يوجد مجموعة من الطرق منها هذه الطريقة وهى من صندوق الادوات

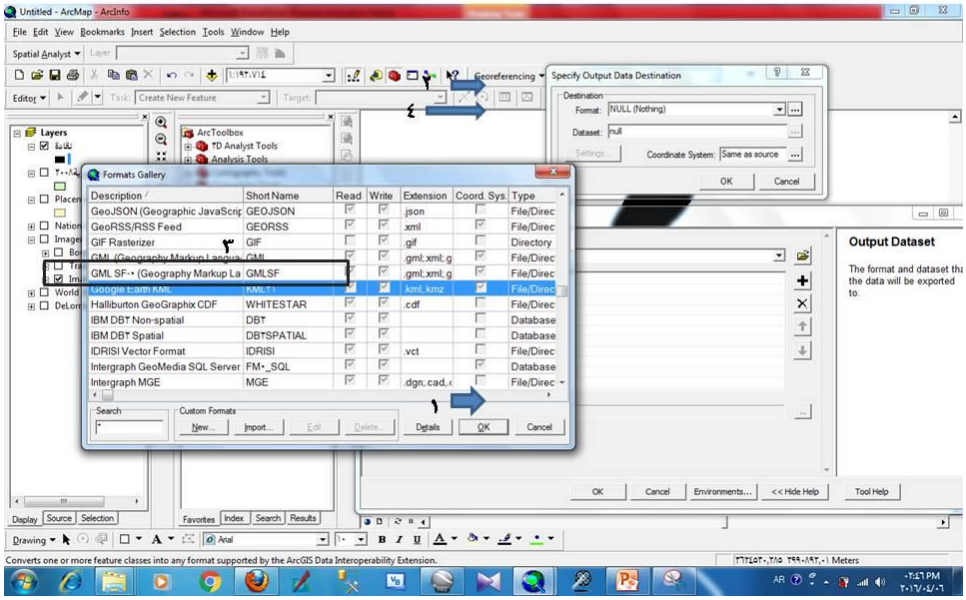
نختار

ثم

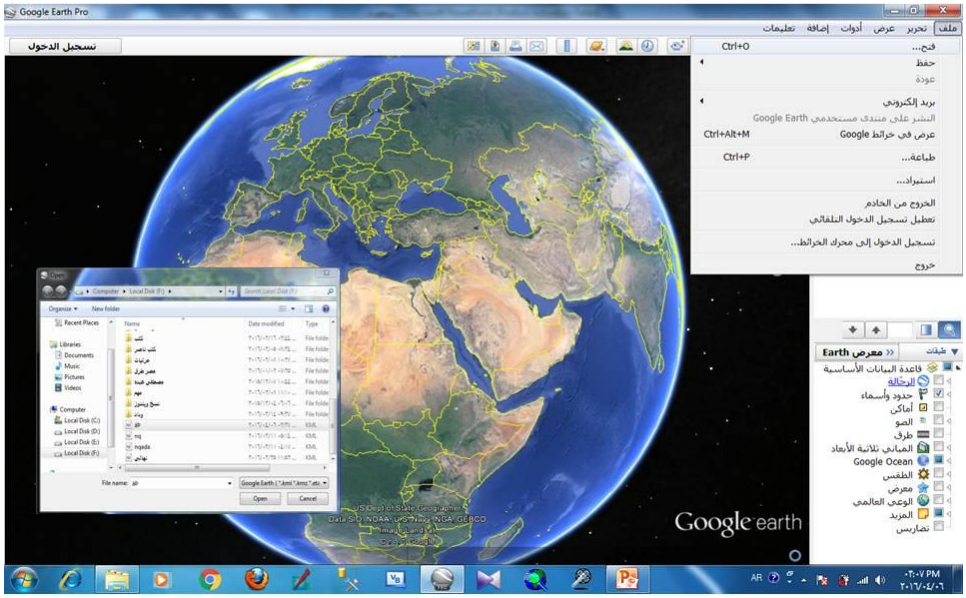



وكما هو موضح بالشكل نختار المنطقة التى يراد تحويلها

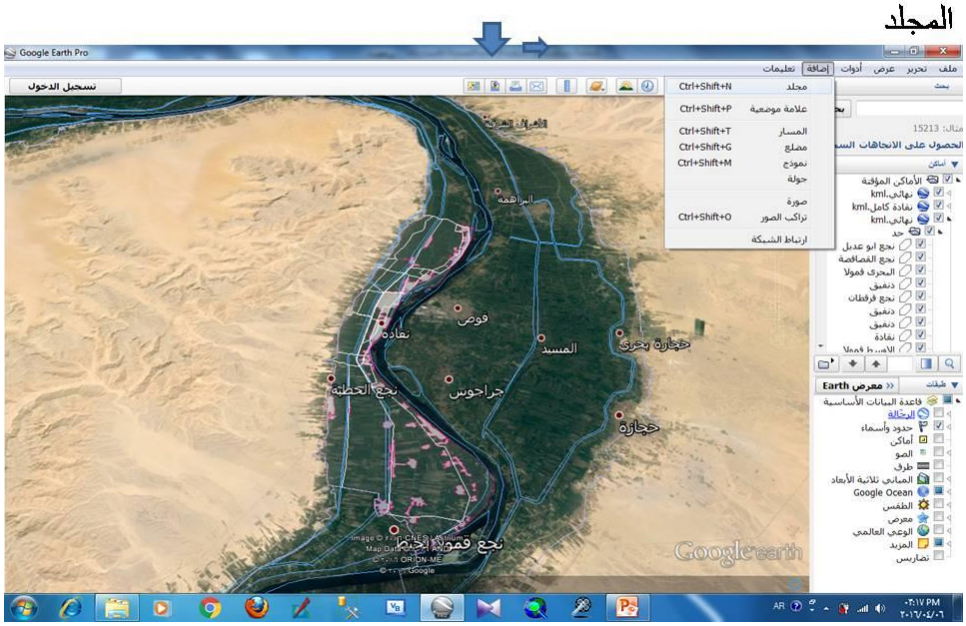
بعد الخطوة السابقة نقوم باتباع الخطوات كما بالشكل لتحديد الصيغة المطلوبة واختيار مكان الحفظ في النهاية



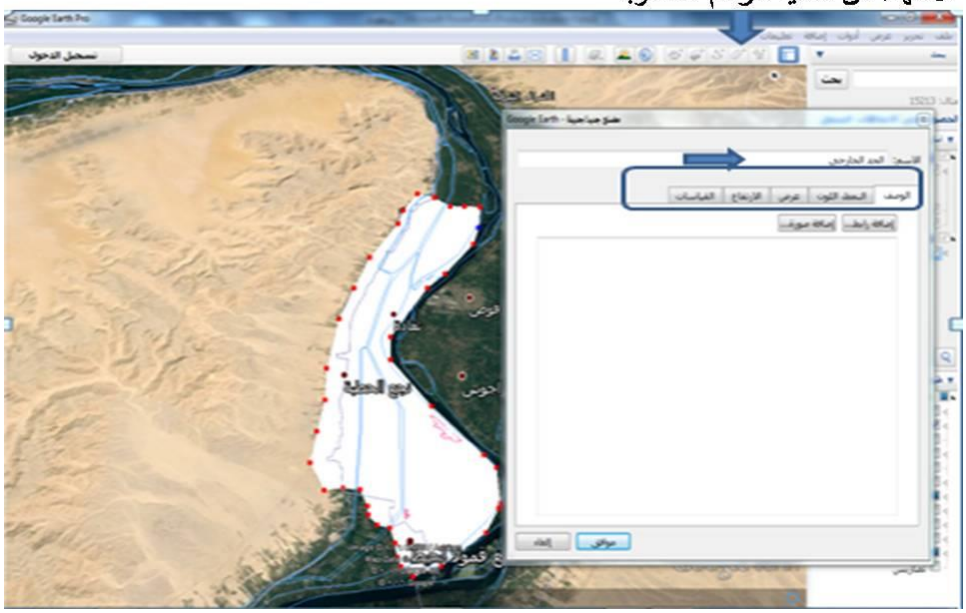

نقوم بفتح برنامج جوجل إيرث ، ونختار ملف ثم فتح ، ونقوم باختيار الملف الراد اعادة رسمة



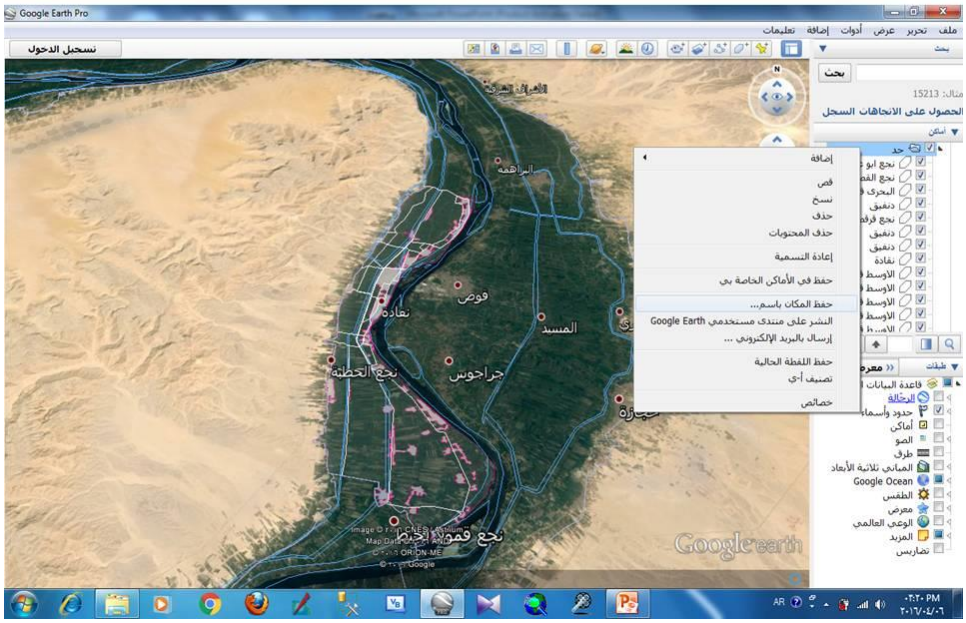
عند رسم مجموعة كبيره من البيانات يفضل وضع البيانات في مجموعة مجلدات لكى يسهل لنا عملية حفظ هذه الملفات بعد الانتهاء منها، وهذه هى طريقة اضافة المجلد



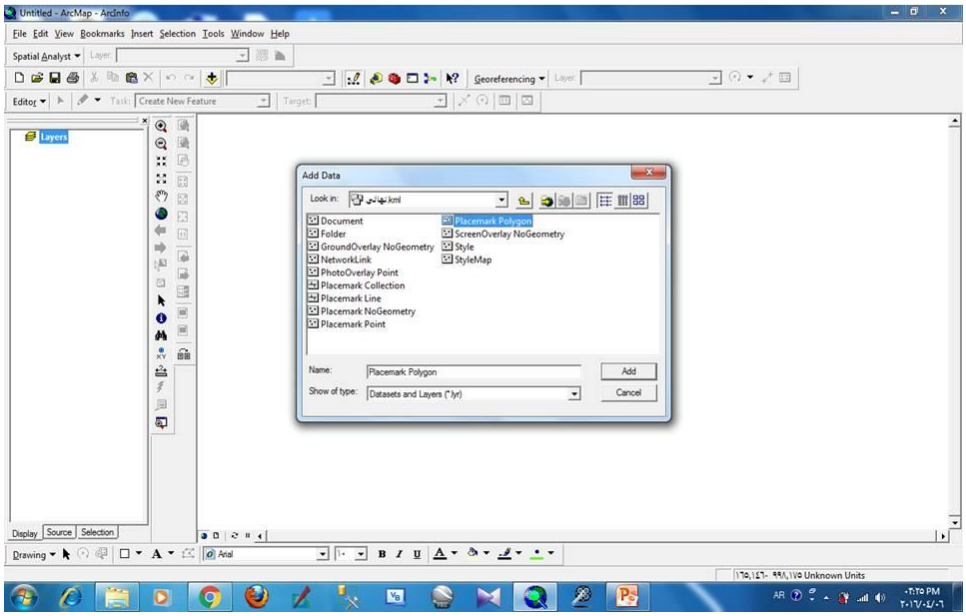

عند بداية الرسم نقوم بإختيار الشكل المراد رسمه سواء مضلع او مسار او نقطة بعد ان نضغط عليه تظهر لنا النافذة كما بالشكل، نقوم بغير خصائصها كما هو مطلوب ولا يتم قفلها إلا عند الانتهاء من عملية الرسم المطلوبة



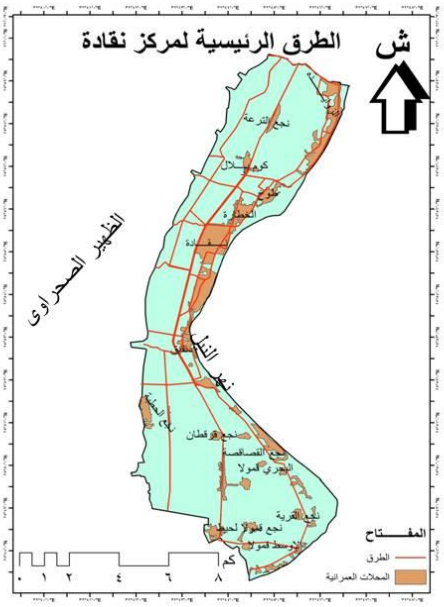
بعد الانتهاء من عملية الرسم نقوم بحفظ الملفات التي تم رسمها كما بالشكل وفتحها داخل برنامج الارك لعمل إخراج لها




**يفضل عندما نريد إضافة الطبقات التى تم رسمها من جوجل ايرث لكى لا نضيف كافة البيانات داخل الشكل وتكون مزدحمة في الشاشة نقوم بإضافة الطبقة المرسومة فقط مثلا اذا كانت مضلع نختار Placemark Polygon إذا كانت خط نختار Placemark line اذا كانت نقطة نختار Placemark point**

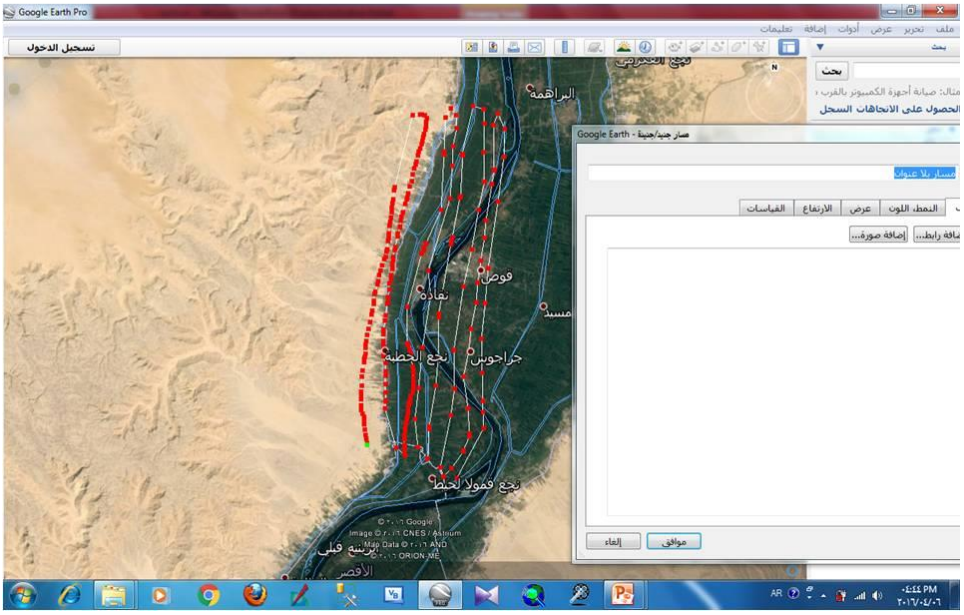


## الشكل النهائي للخريطة بعد إعادة الرسم وعمل اخراج لها

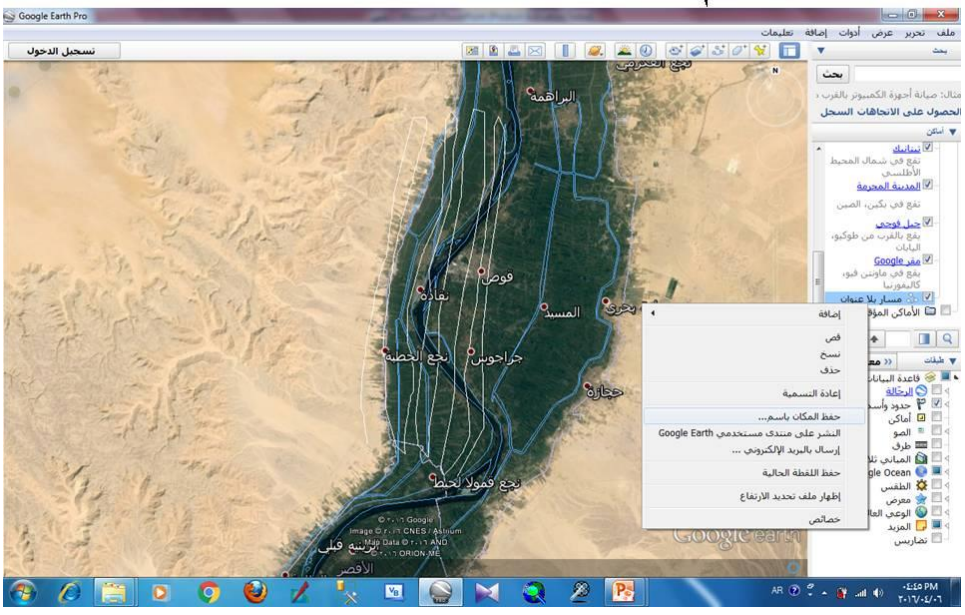


# عمل كنتور من جوجل إيرث
Google Earth

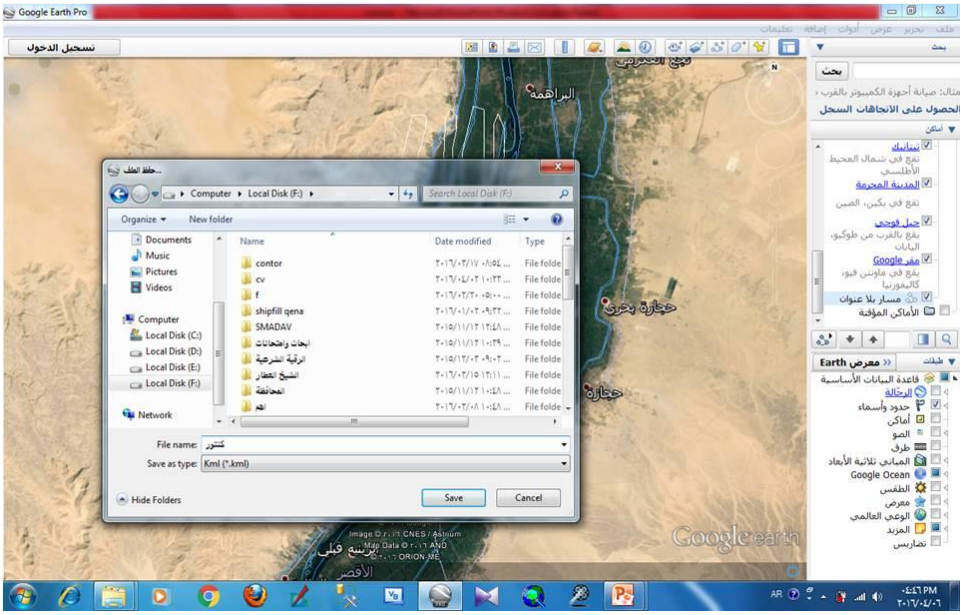
نقوم بتحديد المنطقة المطلوب عمل خطوط كنتور لها ثم من قائمة اضافة نختار اضافة مسار ثم نرسم مسار يغطى المنطقة كاملة ثم نضغط موافق



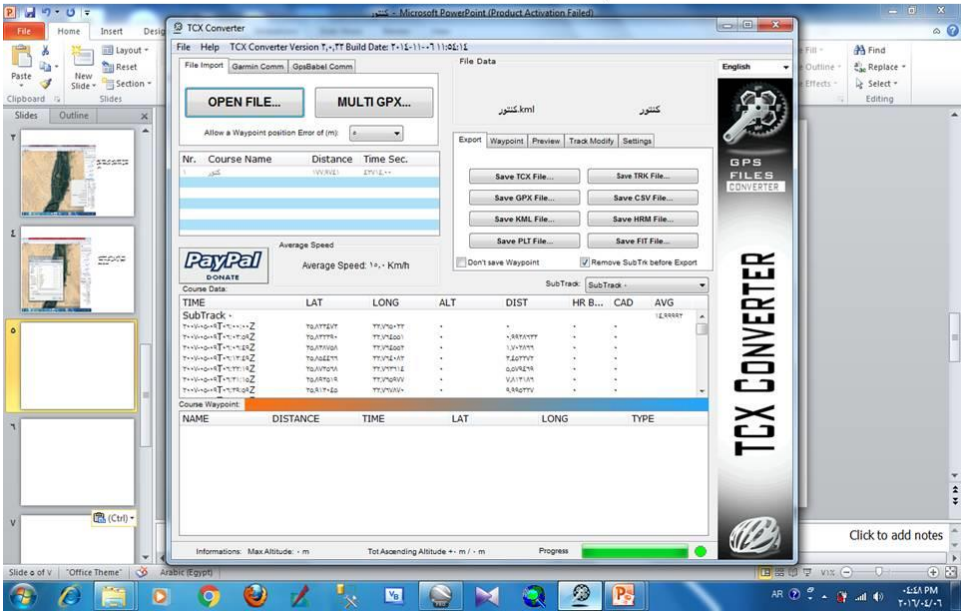

نضغط كليك يمين على ملف الرسم فتظهر نافذة نختار منها حفظ المكان باسم



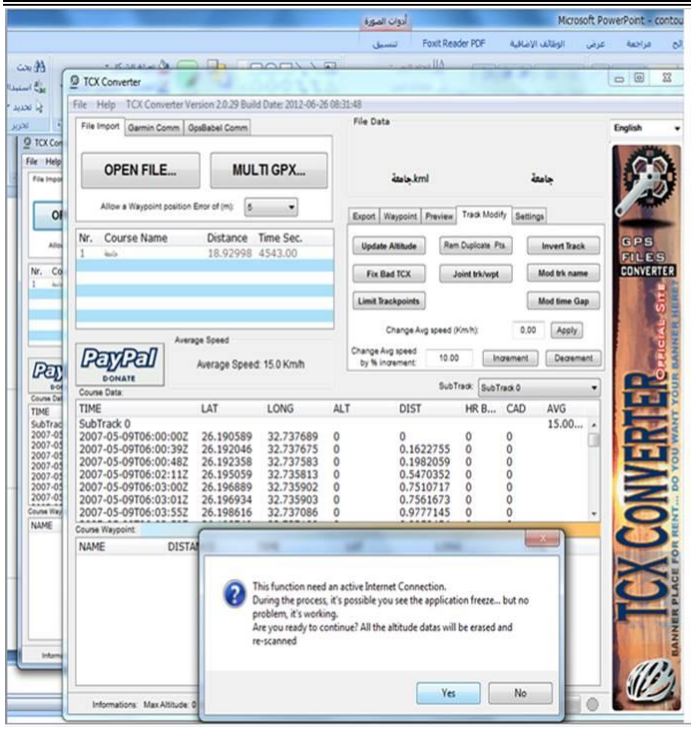
نحدد الاسم ومكان الحفظ على ان تكون صيغة الحفظ kml.ثم نضغط حفظ



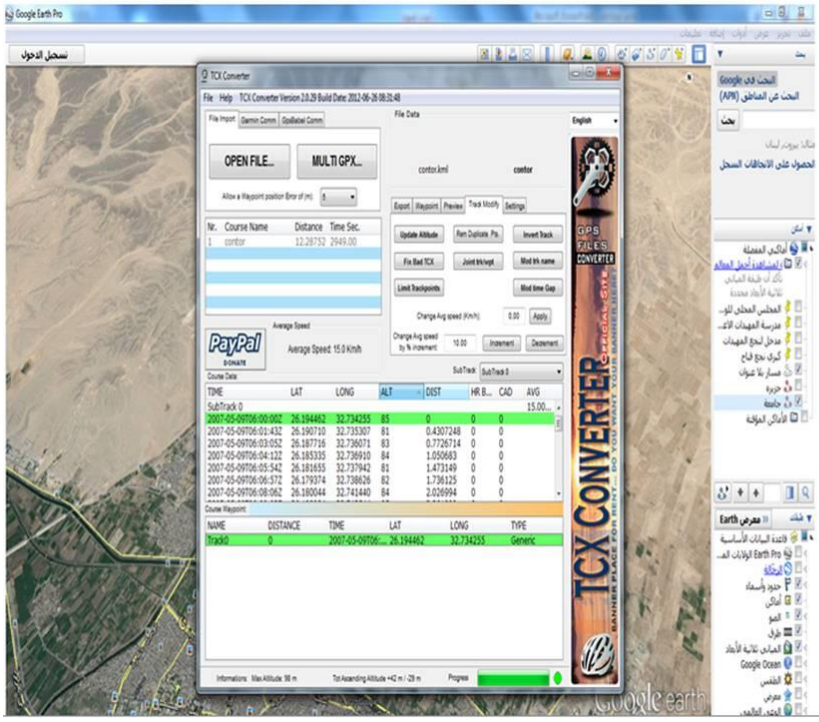

نقوم بتشغيل برنامج tcx converter ثم نضغط على open لإضافة الملف الذى تم رسمه

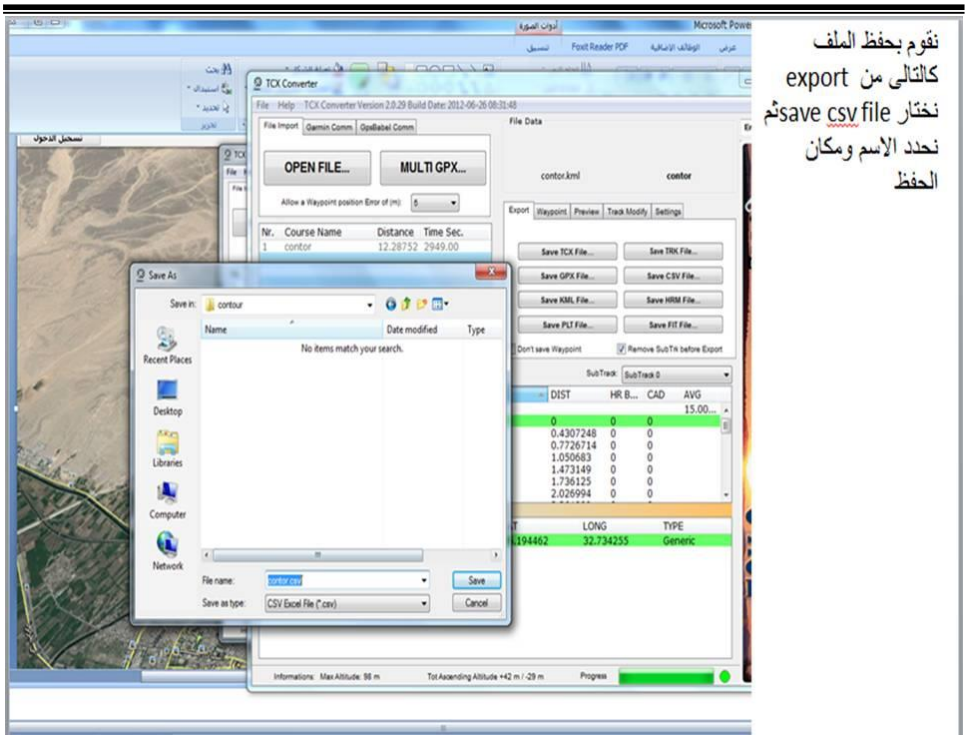


نقوم بإختيار track modify ثم نختار منها update Altitude فتظهر رسالة نضغط على yes كما بالشكل

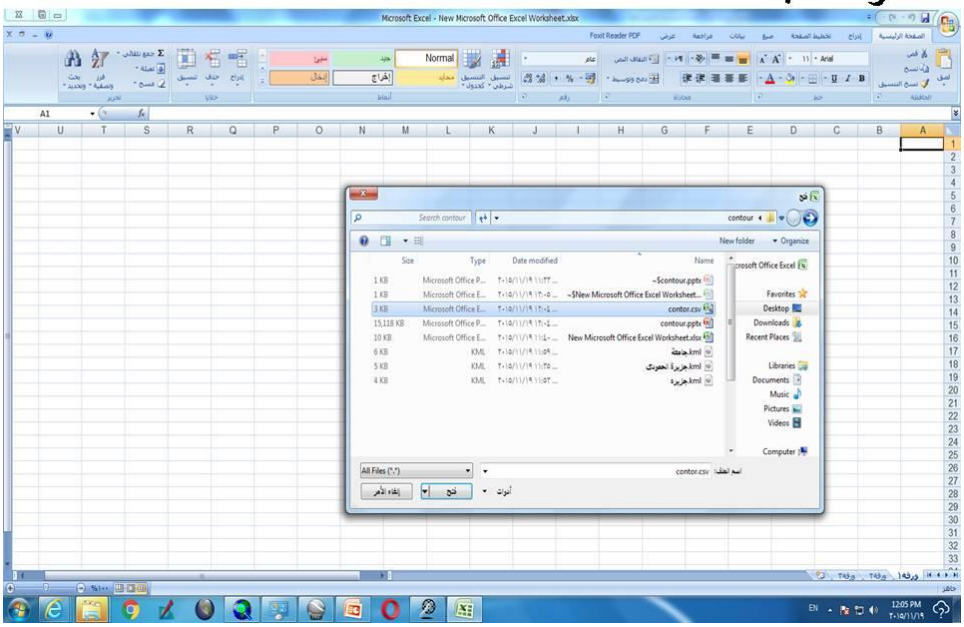



يتم تحميل الارتفاع لكل نقطة كما بالشكل

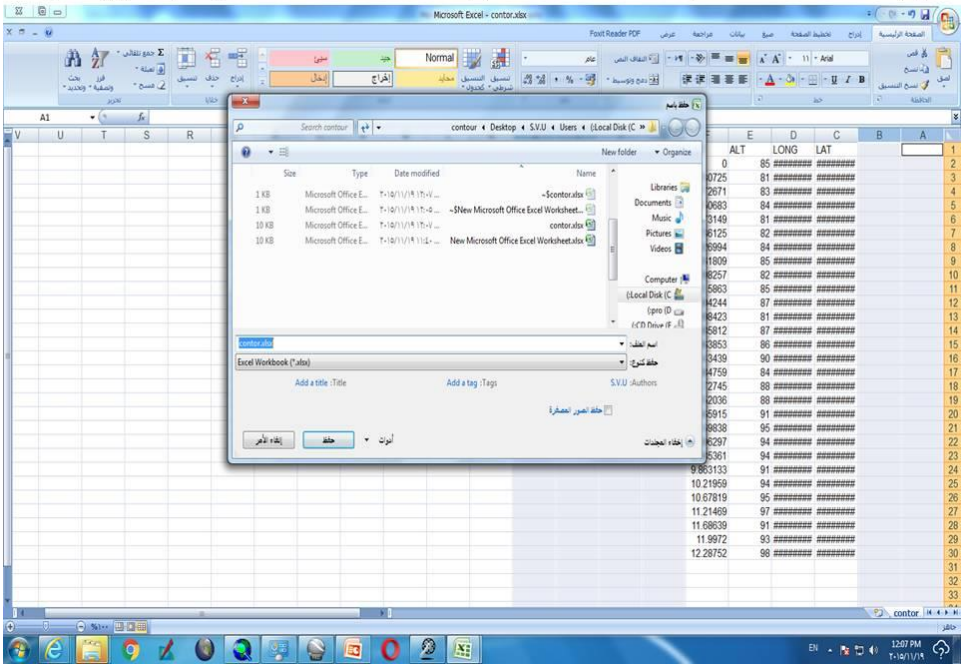




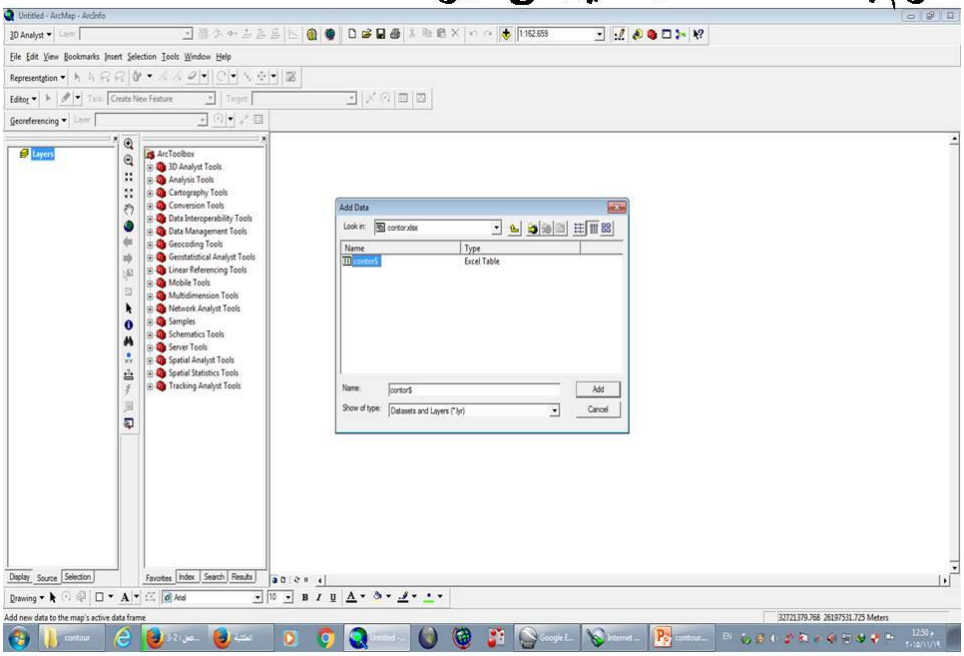

**نقوم بتشغيل الاكسيل ثم نقوم بإضافة ملف النقاط التى قمنا بحفظها فى الخطوة السابقة**



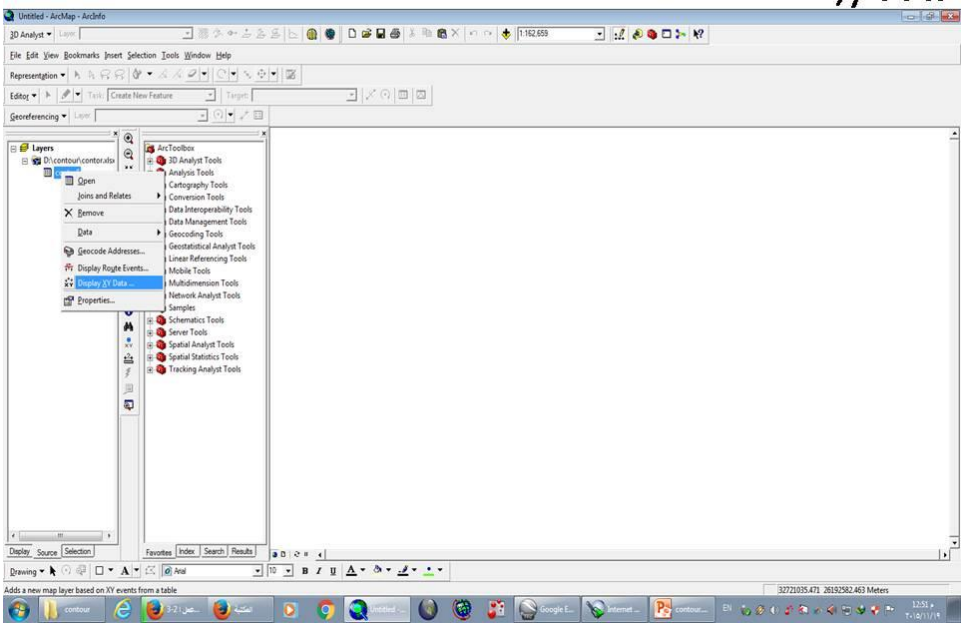
نقوم بحفظ الملف بإمتداد xlsx. حتى يمكن تشغيلها على برنامج الارك



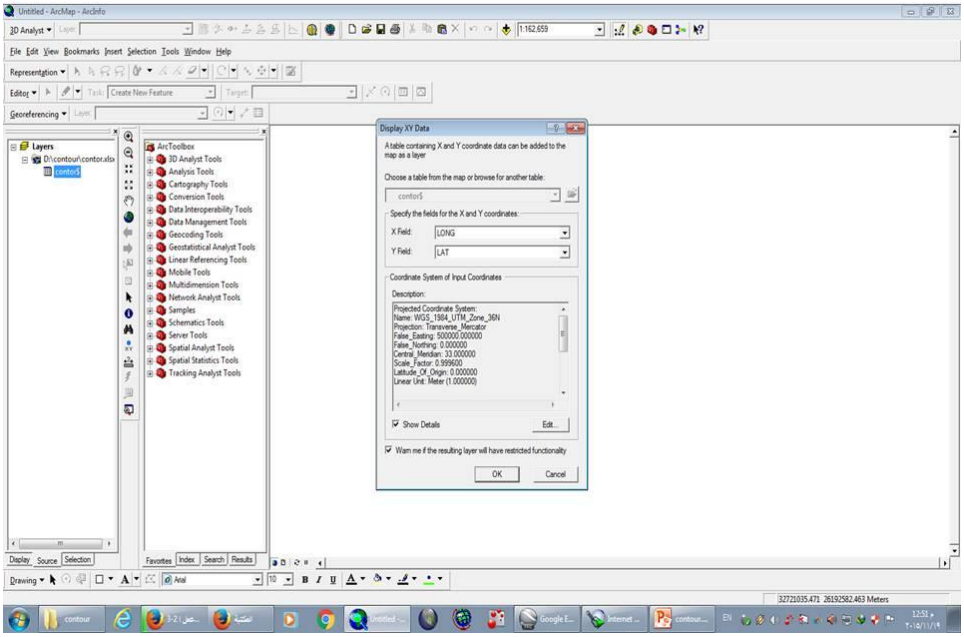
نقوم باضافة ملف الاكسيل فى الارك



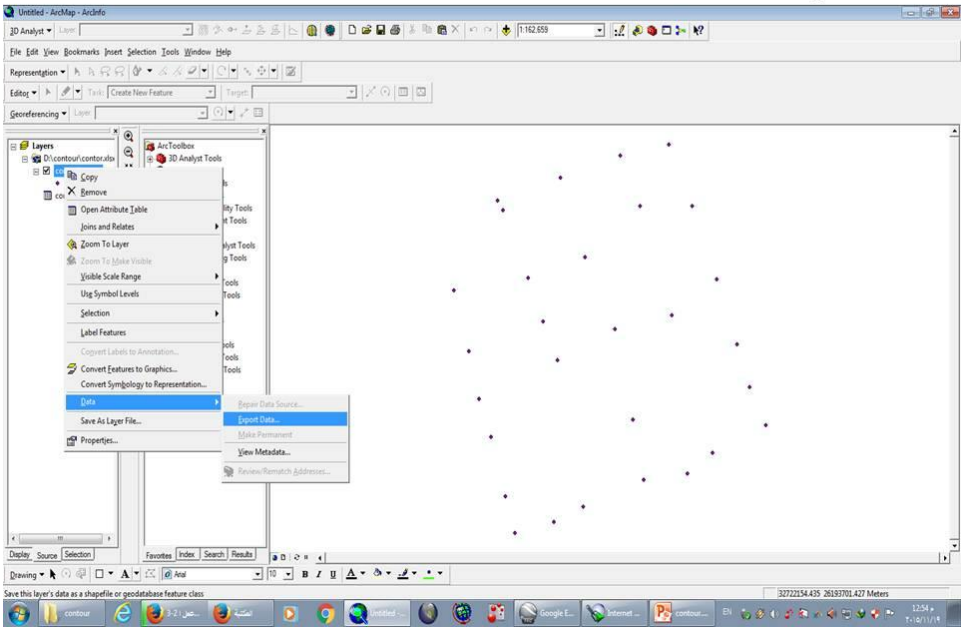
نضغط كليك يمين على ملف الاكسيل فتظهر نافذة نختار منها display x,y data



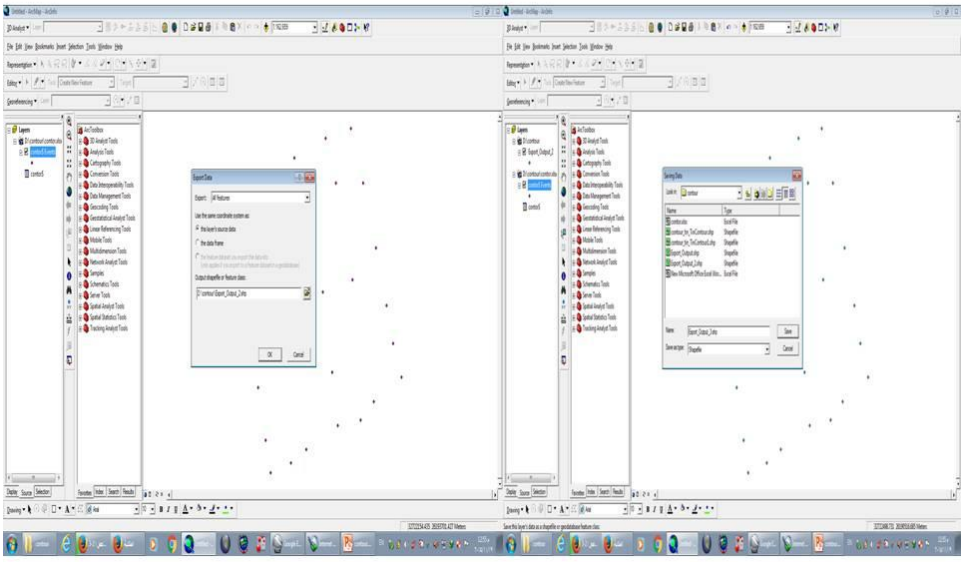

تظهر هذه النافذة فنحدد منها نظام الاحداثيات ثم ok

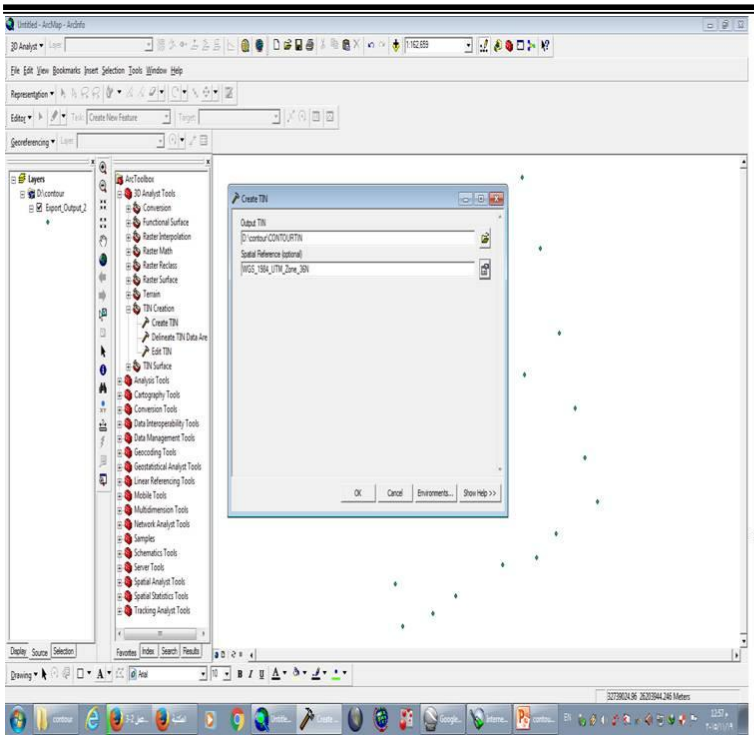


نقوم بضغط كليك يمين على ملف الاكسيل فتظهر نافذة نختار منها data ثم export data كما بالشكل




**تظهر لنا هذه النافذة نحدد منها الاسم ومكان الحفظ بامتداد shp ثم نضغط ok**

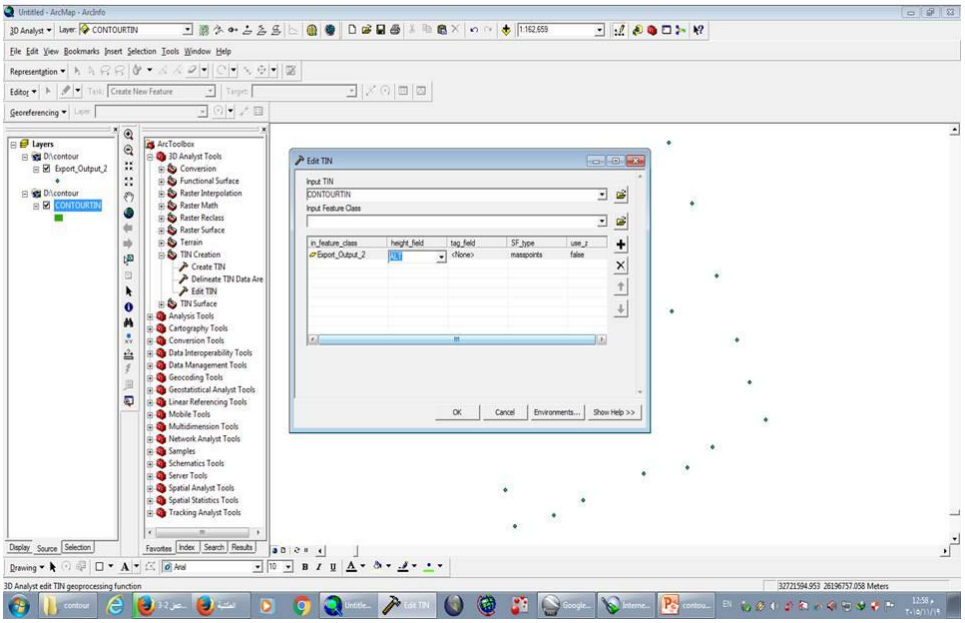




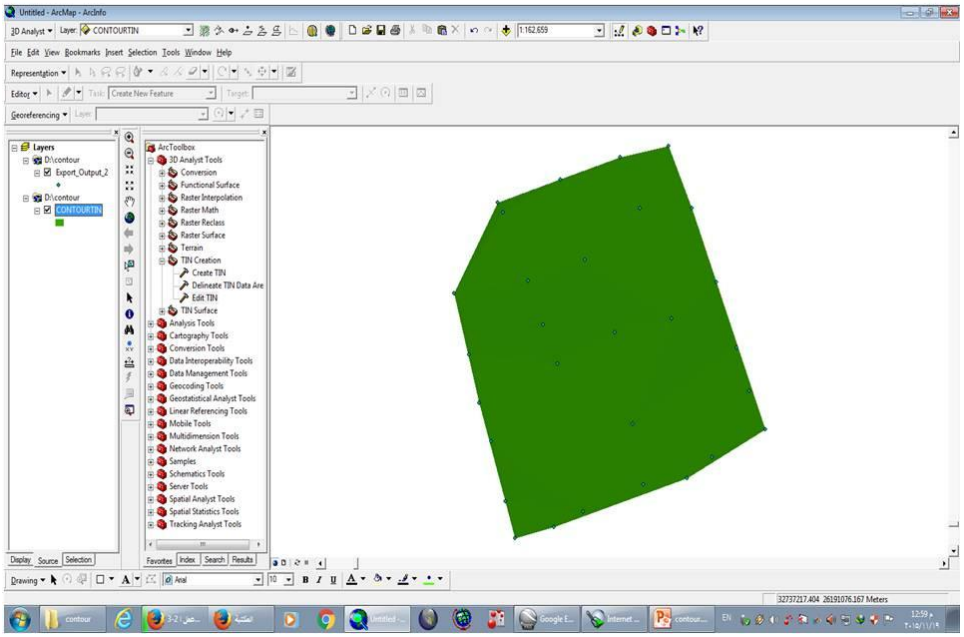
١- من arc tool box نختار 3d analyst tools ثم TIN creation ثم create TIN

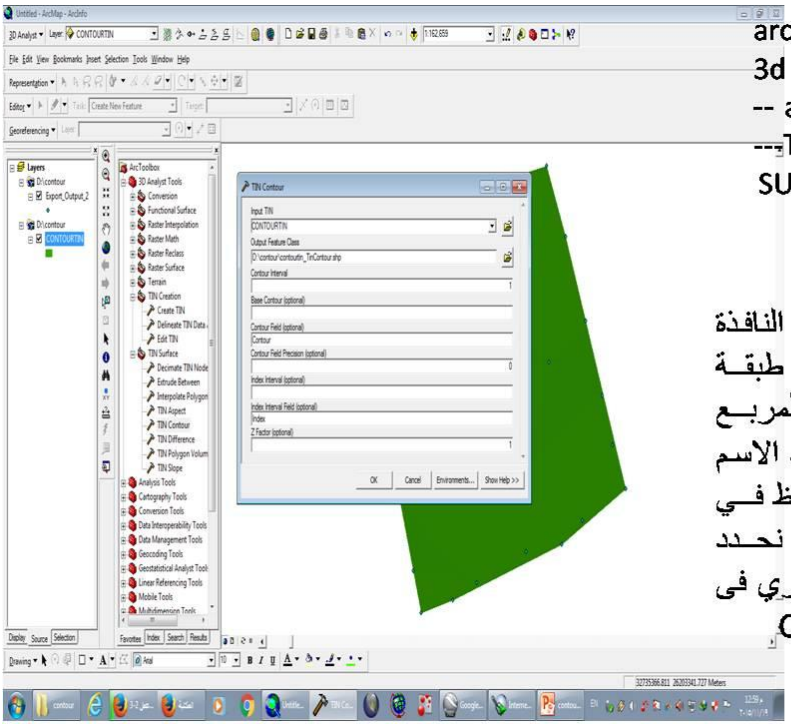
٢- تظهر هذة النافذه نحدد منها الاسم ومكان الحفظ ونظام الاحداثيات ثم نطغط OK

نختار edit TIN فتظهر نافذة نحدد فيها ملف TIN الذى قمنا بإنشاءه ثم نضيف ملف shp ثم نضغط ok



# تظهر طبقة TIN للمنطقة كما بالشكل

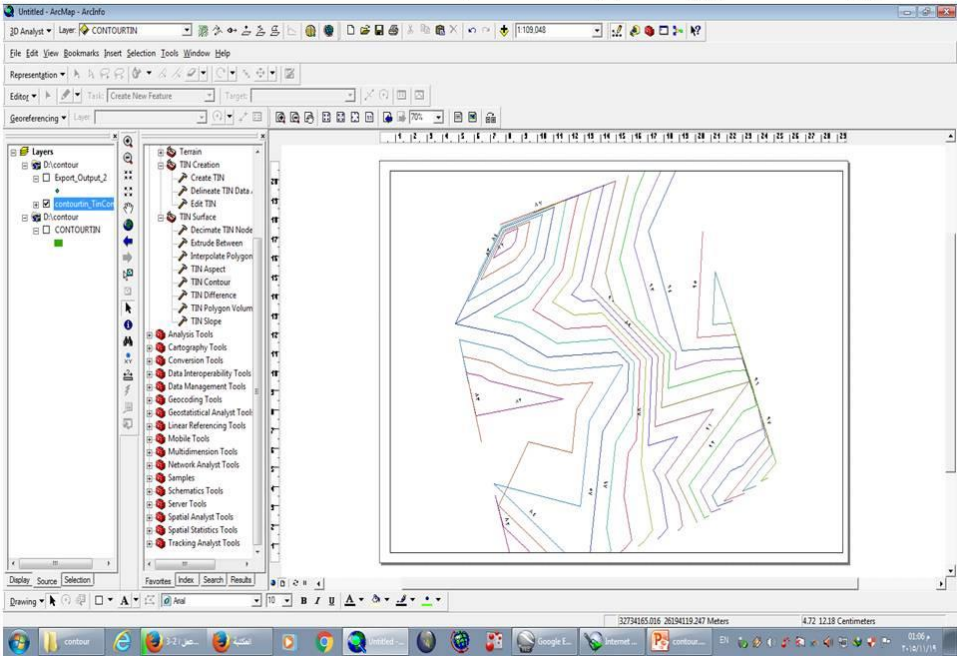




١- من arc tool نختار 3d box -- analyst tools ---TIN - SURFACE---TIN CONTOUR

٢- تظهر هذه النافذة نقوم بإدخال طبقة TIN في المربع الاول ثم نحدد الاسم ومكان الحفظ في المربع ٢ ثم نحدد الفاصل الكنتوري فى المربع٣ ثم OK

# فتظهر لنا الخريطة بهذا الشكل



## المراجع


١- فايز محمد العيسوي (١٩٧٨ )، خرائط التوزيعات البشرية أسس وتطبيقات، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٢- فوزي سعيد عبد الله كباره (١٩٩٧)، مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها الحضرية والبيئية، جدة، دار المعلم.

٣- محمد الخزامى عزيز (١٩٩٨)، نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٤- ـــــــــــــــــــــ(٢٠٠٠)، نظم المعلومات الجغرافية، الرياض، جامعة الملك سعود، ط٢.

٥- ناصر محمد سلمى (١٩٩٥)، خرائط التوزيعات البشرية: مفهومها وطرق إنشائها، مكتبة العبيكان، الرياض.

٦- ـــــــــــــــــــــ (٢٠٠٣)، تمثيل مكونات الظاهرة الجغرافية بمثلثات مقسمة بطريقة قاعدية: أسلوب خرائطي مقترح مع دراسة مقارنة بخرائط المثلثات المقسمة أفقياً، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٢٧٢.

7- Booth, B. and Mitchell, A. 2001 " Getting Started with Arc Gis". ESRI. U.S.A .

8- Cuff, D.J. & Mattson, M.T. 1982 " Thematic Maps ". Methuen, New York .

9- Jones Christopher , "Geographical Information Systems and Computer Cartography " London , Longman , 1998 .