

المحاضرة الثانية: الإرجاع الجغرافي Georeferencing

يعتبر الإرجاع الجغرافي (Georeferencing) لأي خريطة من أهم الخطوات الأساسية في نظم المعلومات الجغرافية ،حيث يجب إرجاع الخريطة المراد استخدامها إلى مكانها الصحيح جغرافيا بناء على المعلومات المرفقة بالخريطة .و يمكن تعريف الإرجاع الجغرافي بأنه إيجاد نقاط ربط محددة بدقة على الخريطة و معلومة الإحداثيات على الطبيعة بناء على المسقط والمرجع الخاص بالخريطة ،حيث تستخدم هذه النقاط المعلومة كنقاط ربط بين الطبيعة والخريطة ولكي تصبح الخريطة مطابقة في مكانها الصحيح مع الطبيعة.

أهداف التمرين:-

١. استدعاء (إضافة) صورة خريطة ممسوحة ضوئيا الى البرنامج.
٢. عمل الإرجاع الجغرافي لهذه الصورة لتحديد موقعها الجغرافي الحقيقي.
٣. تقييم عملية الإرجاع الجغرافي وتحديد مدى جودتها (دقتها).
٤. حفظ بيانات الإرجاع الجغرافي في ملف نصي.
٥. تقويم الصورة الأصلية وإنتاج نسخة جديدة منها تكون مرجعة جغرافيا.

1- برنامج Arc Map 10.2

يتكون Arc GIS من عدد من البرامج تشمل:

1. برنامج Arc Map لتحرير البيانات والتحليل ورسم الخرائط.
2. برنامج Arc Catalogue لإدارة الملفات من نسخ وحذف وإنشاء....الخ وايضا في البرمجة والنمذجة Modeling.
3. برنامج Arc Toolbox الذي يضم ادوات تحليل ومعالجة البيانات وعمل التحليلات الاحصائية والمكانية وادوات تخصيص في كافة التخصصات مثل اسقاط الخرائط و نظم الاحداثيات والهيدروولوجي ومعالجة المرئيات.
4. برنامج Arc Object للبرمجة Programming واعداد ادوات جديدة داخل Arc GIS باستخدام لغة (Visual Basic Application) VBA .
5. برنامج Arc Globe لعرض البيانات العالمية ثلاثية الابعاد (الضخمة) على المستوى العالمي.

6. برنامج Arc Scene للعرض التفاعلي المتحرك للبيانات مثل الطيران التخيلي فوق منطقة معلوم لها ابعادها الثلاثية 3D Animation.

المكونات الثلاثة الاولى هي مكونات البرنامج الاساسية والتي سنستخدمها (فقط)

نبدأ تشغيل برنامج Arc Map من مجموعة Arc GIS في قائمة البرامج المثبتة على الكمبيوتر على ال Desktop او من قائمة Start

تتكون شاشة Arc Map من:

- مجموعة من شرائط الادوات ستختلف شكلها من مستخدم لآخر (لان البرنامج به مجموعة كبيرة من الشرائط ولا يمكن فتحها جميعا معا ، لذلك يقوم كل مستخدم بفتح شرائط الادوات التي يحتاجها في هذه اللحظة او هذه الخريطة) ، بما فيها شريط العنوان بأعلى الشاشة.
- رأسياً تنقسم الشاشة (الجزء الابيض) الى جزأين:
 - * قائمة المحتويات على يسار الشاشة : بها يتم عرض اسماء وخصائص الطبقات او الصور التي يتكون منها المشروع الحالي.
 - * نافذة عرض الخريطة على يمين الشاشة : بها يتم عرض المحتوى الجغرافي (المعالم المكانية) لكل ملف من الملفات الموجودة في قائمة المحتويات.
- في شريط الادوات الاخير بأسفل الشاشة توجد احداثيات المشروع او احداثيات الخريطة الحالية ، وبالطبع فهي الان احداثيات وهمية يبدأ فيها البرنامج طالما اننا لم نحدد بعد الاحداثيات الحقيقية ، نلاحظ ايضا ان البرنامج يكتب بجوار الاحداثيات كلمة Unknown Units اي ان وحدات الاحداثيات غير معلومة ، اذا تحركنا بالماوس داخل نافذة عرض الخريطة سنجد ان قيم الاحداثيات (في شريط الادوات) تتغير باستمرار ، حيث ان البرنامج يعرض في هذا الشريط احداثيات موقع الماوس على الخريطة.



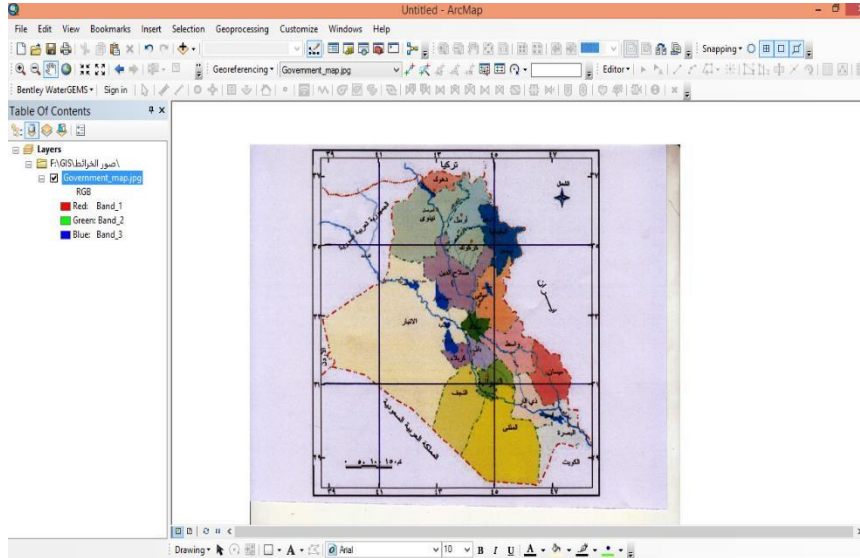
2- اضافة بيانات الى مشروع Arc Map

في اول خطوة سنضيف صورة الخريطة (الممسوحة ضوئيا) الى المشروع الحالي من خلال ايقونة Add Data  والتي تستخدم لاضافة البيانات (صور او طبقات او ملفات) الى المشروع (من اهم خصائص برنامج Arc GIS انه يعطي اسم الايقونة بمجرد الوقوف عليها بالماوس مما يسهل للمستخدم المبتدئ للبرنامج معرفة وظيفة كل ايقونة.)

نذهب للمجلد الموجود به ملف الصورة المطلوبة (بنفس خطوات التجول داخل ملفات الوندوز) ونختار الصورة ثم نضغط Add :



الان سيظهر المحتوى الجغرافي (معالم) صورة الخريطة في نافذة العرض (يمين الشاشة) بينما سيظهر اسم ملف صورة الخريطة نفسها في نافذة قائمة المحتويات على يسار الشاشة:



الان نريد ان نستكشف تفاصيل هذه الصورة (فهي مجرد صورة خريطة وليست خريطة في حد ذاتها) فنستخدم الايقونات التالية – على القارئ استخدام هذه الايقونات بنفسه والتدريب عليها :

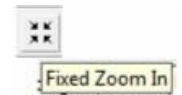
تكبير جزء (مستطيل) محدد من الخريطة نحدده بالماوس.



تصغير جزء (مستطيل) محدد من الخريطة نحدده بالماوس.



تكبير الخريطة بنسبة محددة (دون تدخل المستخدم لتحديد



جزء معين).



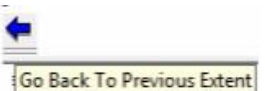
تصغير الخريطة بنسبة محددة



تحريك الخريطة في اتجاه معين بالماوس.



عرض كامل الخريطة بكل معالمها.

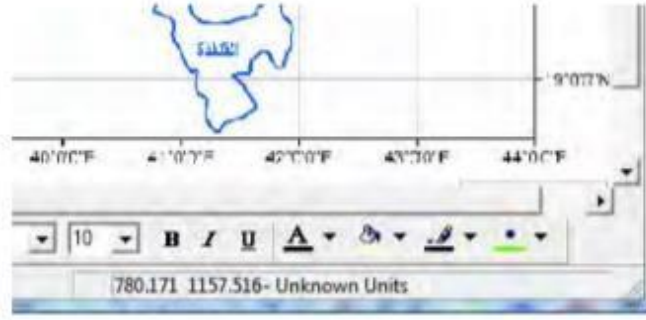


التقدم للشاشة التالية



الرجوع للشاشة السابقة.

نلاحظ ان الاحداثيات الظاهرة في شريط الادوات باسفل الشاشة ما زالت احداثيات وهمية (ارقام غير منطقية) ومكتوب بجوارها Unknown Units اي وحدات مجهولة:



3- خطوات الارجاع الجغرافي لصورة

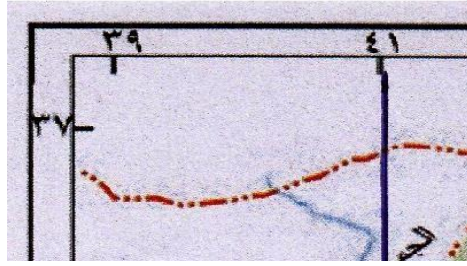
يدل ذلك على ان البرنامج يتعامل الان مع هذه الصورة دون ان يعرف المنطقة الجغرافية التي تمثلها (هذه الاحداثيات هي احداثيات جهاز الماسح الضوئي SCANNER عند مسح الخريطة الاصلية ضوئيا) بناء على ذلك فان اولى الخطوات المطلوبة الان هي : تعريف برنامج Arc Map بحدود المنطقة الجغرافية للصورة باحداثياتها الجغرافية الحقيقية ، وهذه العملية هي ما يطلق عليها اسم "الارجاع الجغرافي Georeferencing".

تتم عملية الارجاع الجغرافي للصورة من خلال تحديد عدد 4 نقاط (على الاقل) على الصورة وادخال قيم الاحداثيات الجغرافية الحقيقية لهذه النقاط:

- الحد الادنى لعدد نقاط الارجاع الجغرافي يساوي 4 .
- من الافضل ان يزيد عدد نقاط الارجاع عن 4 وكلما زاد هذا العدد كلما كانت عملية الارجاع ادق وافضل.
- يجب ان تكون نقاط الارجاع الجغرافي موزعة توزيعا جيدا على انحاء الصورة ، والافضل
- في حالة الاكتفاء بربع نقاط فقط – ان تكون هذه النقاط في الاركان الاربعة للصورة.
- للبدء في عملية الارجاع الجغرافي يجب ان يكون شريط الادوات الخاص بالارجاع نشطا في شاشة Arc Map ، فان لم يكون موجودا – على الشاشة – فيمكن تفعيله بالضغط بالماوس الايمن على اي جزء من اعلى الشاشة (الجزء الرمادي اللون) فتنسد قائمة بها جميع شرائط ادوات Arc Map حيث تكون الشرائط النشطة امامها علامة (صح) ، نبحث عن اسم شريط ادوات Georeferencing ونضغط بالماوس لتفعيله.

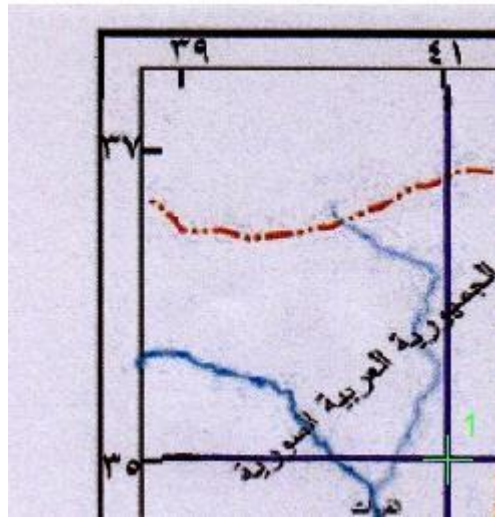
فيظهر لنا شريط الادوات على الشاشة:

قبل ان نبدا في تحديد نقطة الارجاع الاولى نستخدم ايقونة التكبير  لتكبير الجزء العلوي على اليسار من صورة الخريطة:

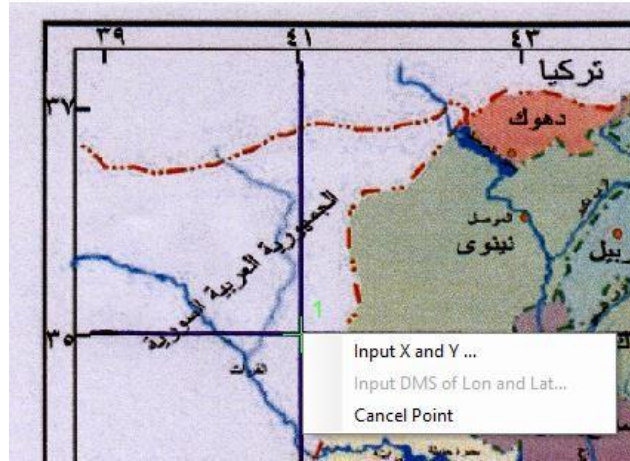


من شريط ادوات الارجاع نختار ايقونة "اضافة نقطة تحكم Add control point" لتحديد موقع نقطة الارجاع على الصورة ، ونلاحظ ان مؤشر الماوس قد تغير شكله الان ليصبح مثل علامة + حتى يسهل على المستخدم تحديد موقع نقطة الارجاع بدقة.

بالنظر لصورة الخريطة (في المثال الحالي) نجد ان النقطة المعلوم لها الاحداثيين (خط الطول ودائرة العرض) هي تقاطع خط الطول 41 شرقا مع دائرة العرض 35 شمالا:



باستخدام الماوس الايسر نحدد موقع نقطة الارجاع (بكل دقة) ثم نضغط الماوس الايمن فنتفتح نافذة بها امر Input X and Y لادخال قيم الاحداثيين X , Y الحقيقيين لهذه النقطة:



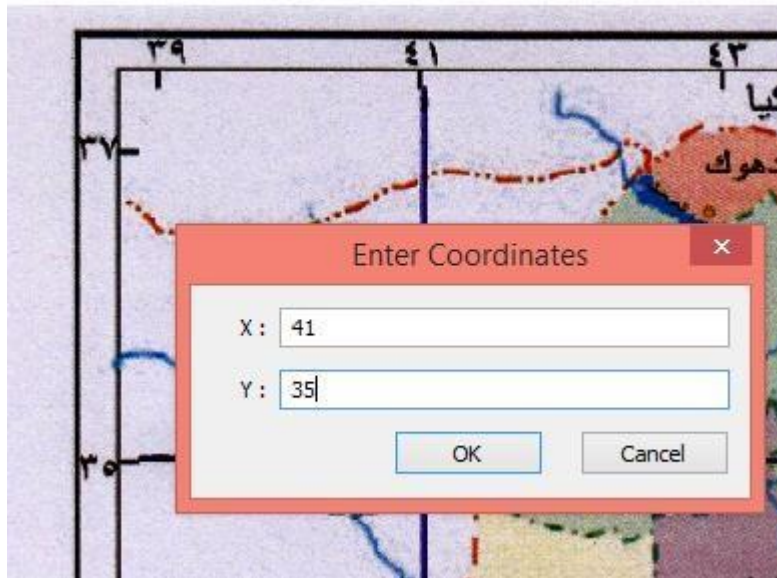
برنامج Arc Map يتعامل مع الاحداثيات باستخدام :

- محور X في اتجاه الشرق.

- محور Y في اتجاه الشمال.

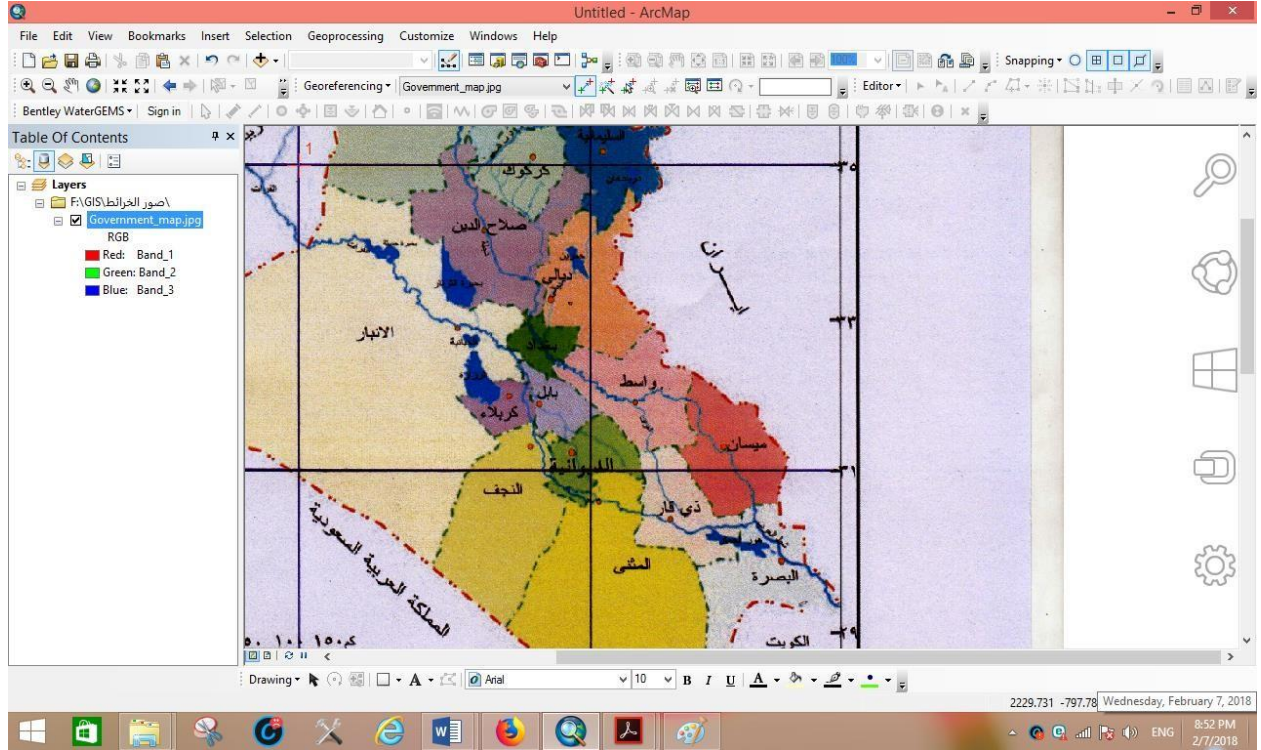
اي ان في الاحداثيات الجغرافية : خط الطول سيكون هو المحدد X ودائرة العرض ستكون هي المحور Y ، بذلك فان قيمة الاحداثي X لنقطة الارجاع الاولى (انظر صورة الخريطة) ستساوي 41 وقيمة الاحداثي Y لها ستساوي 35 .

نضغط بالماوس على امر Add X and Y ثم نكتب قيم الاحداثيات الحقيقية لنقطة الارجاع الاولى:



ثم نضغط OK .

ربما نلاحظ ان الجزء (من الصورة) المعروض على الشاشة قد تغير فجأة الان ، والسبب في ذلك ان برنامج Arc Map قد حرك الصورة قليلا لكي تقع نقطة الارجاع الاولى في موقعها الذي قمنا بادخاله.



الان نريد ان نكرر نفس الخطوات لنقطة الارجاع الثانية والتي ستكون في اقصى يمين الجزء العلوي من الصورة ، توجد عدة وسائل للوصول لهذا الجزء (باستخدام الايقونات المختلفة من شريط ادوات Tools) لكن يمكن – على سبيل المثال – استخدام ايقونة الامتداد الكلي Full Extent  لغرض كامل الصورة ثم استخدام ايقونة التكبير لتكبير  الجزء المطلوب من الصورة:

ونحدد موقع النقطة التي سنستخدمها كنقطة ارجاع (تقاطع خط طول 45 شرقا مع دائرة عرض 35 شمالا).

نكرر الان نفس الخطوات كما تم في نقطة الارجاع الاولى : باستخدام الماوس الايسر نحدد موقع نقطة الارجاع (بكل دقة) ثم نضغط الماوس الايمن فنتفتح نافذة بها امر Input X and Y لادخال قيم الاحداثيين X , Y الحقيقيين لهذه النقطة.

ثم ندخل قيم الاحداثيات الحقيقية (الجغرافية) لهذه النقطة.

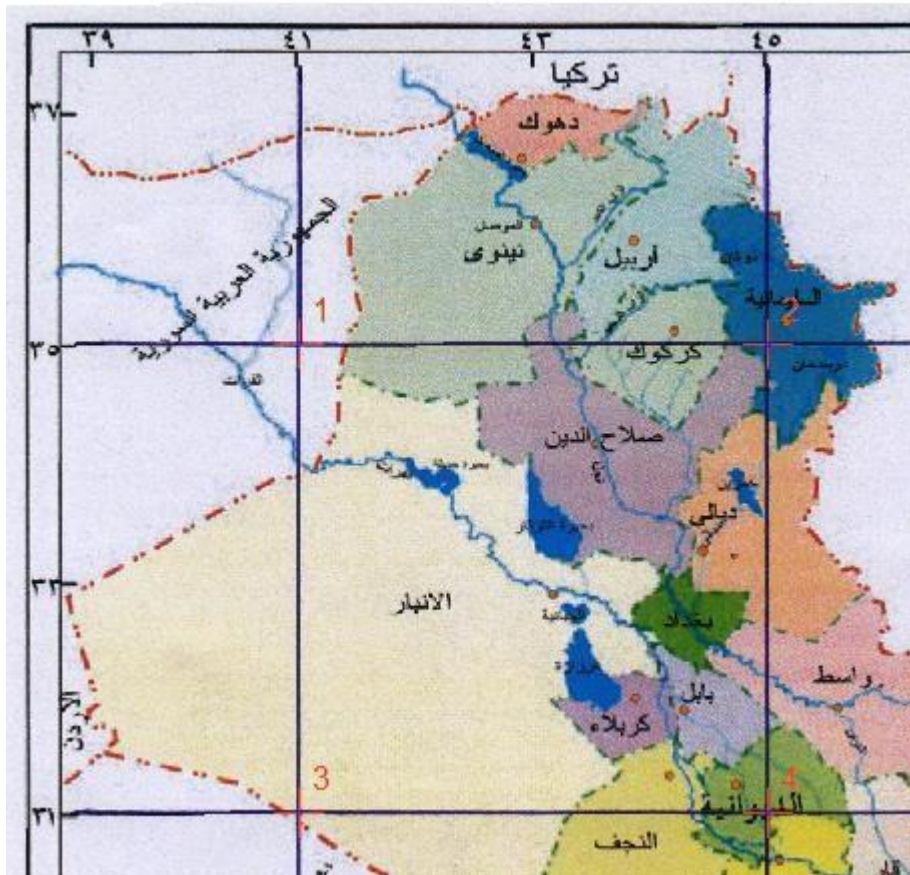
ثم نضغط OK .

فاذا اختفت الصورة من الشاشة فنضغط ايقونة الامتداد الكلي لعرض كامل الصورة مرة اخرى ، نلاحظ ان هناك علامتين + باللون الاحمر موضوعين في مواقع نقطتي الارجاع اللتين قمنا بتحديدهما حتى الان.

بنفس الطريقة نقوم بعمل نقطة الارجاع الثالثة (اقصى يمين اسفل الصورة) ونقطة الارجاع الرابعة (اقصى يسار اسفل الصورة) كما في الخطوات التالية.

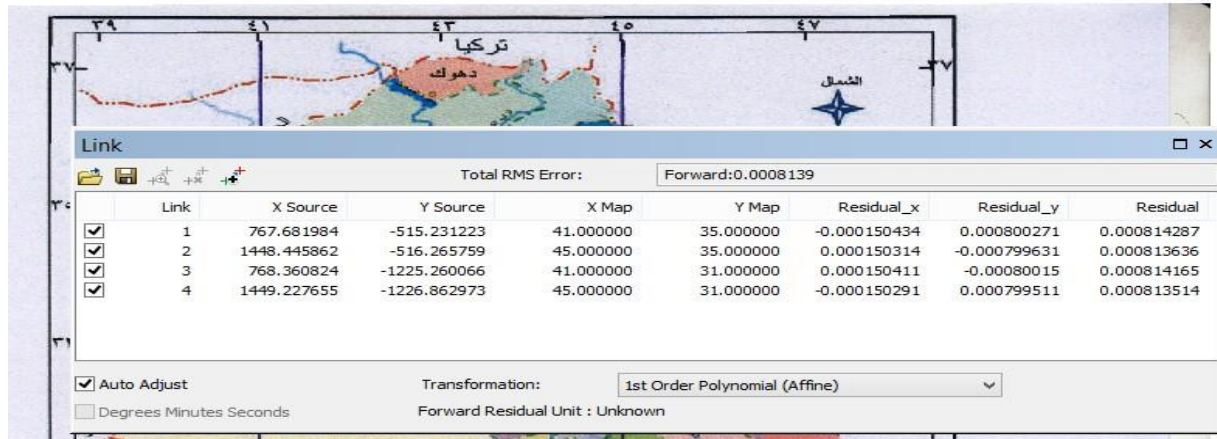
يمكن ملاحظة ان الاحداثيات الظاهرة عند ضغط مفتاح F6 لنقطة الارجاع الثالثة (وايضا الرابعة) ستكون قريبة من الاحداثيات الحقيقية للنقطة ، لان البرنامج من خلال احداثيات اول نقطتي ارجاع يكون قد حدد بالتقريب موقع الخريطة الجغرافي ، لكن يجب ادخال قيم احداثيات النقطة الحقيقية وبكل دقة.

الان نضغط ايقونة الامتداد الكلي فنجد 4 علامات + حمراء في مواقع نقاط الارجاع الجغرافي الاربعة ، وهم موزعين على اركان الصورة كما هو مطلوب حتى تكون عملية الارجاع الجغرافي جيدة.



4- حفظ وتقييم دقة الارجاع الجغرافي لصورة

الان علينا حفظ Save ما قمنا به من خطوات الارجاع لالجغرافي ، وسيتم ذلك باستخدام ايقونة View Link Table او رؤية جدول الارتباط وهي ايقونة  في شريط ادوات الارجاع الجغرافي ، عند الضغط على هذه الايقونة تفتح لنا نافذة كالتالي:



Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	767.681984	-515.231223	41.000000	35.000000	-0.000150434	0.000800271	0.000814287
2	1448.445862	-516.265759	45.000000	35.000000	0.000150314	-0.000799631	0.000813636
3	768.360824	-1225.260066	41.000000	31.000000	0.000150411	-0.00080015	0.000814165
4	1449.227655	-1226.862973	45.000000	31.000000	-0.000150291	0.000799511	0.000813514

Total RMS Error: Forward:0.0008139

Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)

Forward Residual Unit : Unknown

Auto Adjust: ☒ Degrees Minutes Seconds: ☐

في هذه النافذة (او جول الارتباط) :

- عدد السطور = عدد نقاط الارجاع الجغرافي الذي قمنا به (4 نقاط في المثال الحالي).
- اول عمودين من اليسار وهما Y Source , X Source يحددان الاحداثيات Y , X على الصورة الاصلية لكل نقطة من نقاط الارجاع ، اي الاحداثيات التي اتت من جهاز المسح الضوئي Scanner ذاته عندما قمنا بعملية المسح الضوئي للخريطة الاصلية.
- ثاني عمودين وهما Y Map , X Map يحددان الاحداثيات الحقيقية (التي قمنا نحن بادخالها) لكل نقطة من نقاط الارجاع الجغرافي.
- يسمى هذا الجدول باسم جدول الارتباط Link Table لانه يرتبط - عند كل نقطة - قيمة احداثياتها على الصورة واحداثياتها الحقيقية (الجغرافية).
- العمود الاخير في الجدول Residuals يحدد قيمة الخطا المتوقع عند كل نقطة من نقاط الارجاع.
- اسفل الجدول يوجد قيمة Total RMS Error اي قيمة الخطا المتبقي الكلي المتوسط وهو مؤشر متوسط لجودة عملية الارجاع الجغرافي.

العنصر الاخير Total RMS Error هو اهم معلومة في جدول الارتباط في المثال الحالي فان هذه القيمة = 0008139.0 فهل هي جيدة ام لا ؟ لكن اولا ما هي وحدات هذه القيمة ؟ هل هي بالمتري او بالكيلومتر او بالدرجات؟ اجابة هذا السؤال ترجع لتحديد الوحدات التي ادخلناها في عملية الارجاع الجغرافي نفسها ؟ فعندما اعطينا برنامج Arc Map الاحداثيات الحقيقية لنقطة الارجاع الاولى = 41 ، 35 فهل هذه الاحداثيات بالمتري او بالكيلومتر او بالدرجات ، كانت احداثيات جغرافية (خط الطول ودائرة العرض) في المثال الحالي ، اي انها بالدرجات ، اذن قيمة الخطا سيحسبها البرنامج بنفس الوحدات اي بالدرجات ، اي ان الخطا المتبقي الكلي المتوسط Total RMS Error في المثال الحالي = 0008139.0 درجة ، السؤال الثاني : هل هذه القيمة جيدة ام لا ؟ اذا عرفنا ان الدرجة = تقريبا 108 كيلومتر ، فان قيمة 00178.0 درجة = $0008139.0 \times 108 = 0.08$ كيلومتر ، يمكننا اعتبارها قيمة جيدة .

(لاحظ ان الصورة التي نتعامل معها في المثال الحالي هي لمنطقة جغرافية حوالي 200×200 كيلومتر) مما يجعلنا نقول ان عملية الارجاع الجغرافي التي قمنا بها تعتبر عملية دقيقة او جيدة.

في نافذة جدول الارتباط نضغط ايقونة Save لحفظ بيانات الارجاع الجغرافي ، ونحدد اسم و مكان هذا الملف النصي (text file) من الافضل حفظ هذا الملف في نفس المجلد الموجود به الصورة الاصلية لسهولة الوصول اليه فيما بعد).

ثم نضغط Save .

بذلك نكون انتهينا من اتمام الارجاع الجغرافي لصورة الخريطة ، نقوم الان بغلق برنامج Arc Map واذا سالنا البرنامج هل نريد حفظ هذا المشروع ام لا سنختار **NO في الوقت الحالي !!**

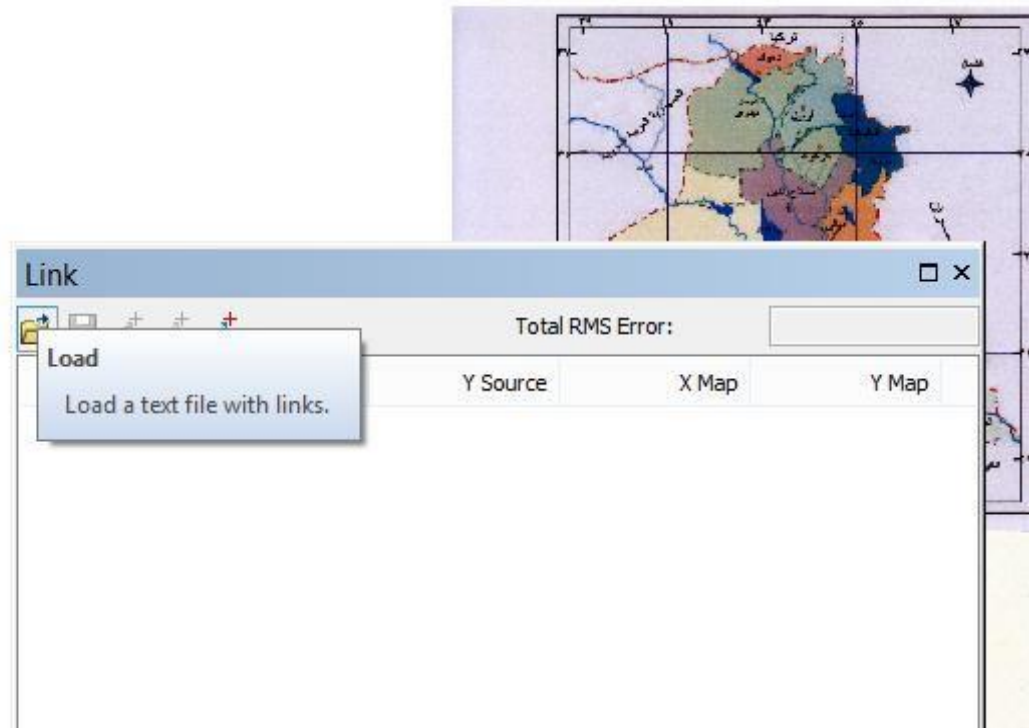
5- تطوير نسخة مرجعة جغرافيا من الصورة الاصلية

سنقوم الان باعادة فتح برنامج Arc Map مرة اخرى من جديد ، وسنختار اول امر A new empty map لفتح مشروع جديد.

ثم نستخدم ايقونة اضافة البيانات add data  لاضافة صورة الخريطة الاولى كما فعلنا في بداية هذا التمرين ، فاذا جاءت شاشة التحذير نضغط OK

اذا دققنا النظر في شريط الادوات الاسفل من شاشة البرنامج سنجد ان الاحداثيات ما زالت احداثيات وهمية وليست هي الاحداثيات الجغرافية الحقيقية لصورة الخريطة:

السبب اننا قمنا باضافة صورة الخريطة (الاصلية) وهي في الاساس لم تكن مرجعة جغرافية ، اما بيانات الارجاع الجغرافي الذي قمنا به فقد حفظناها في ملف اخر ، لاستدعاء هذا الملف (بيانات الارجاع الجغرافي لهذه الصورة) نفتح جدول الارتباط باستخدام ايقونة في شريط ادوات الارجاع الجغرافي.



ثم نضغط ايقونة Load الموجودة باسفل يسار النافذة ، نختار الملف النصي الذي قمنا بحفظه سابقا.

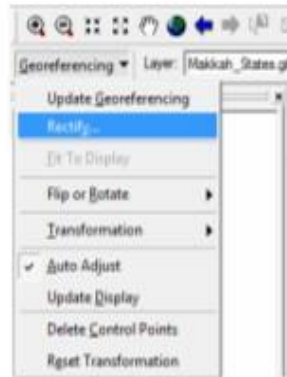
ونضغط open ، فنجد ان صورة الخريطة قد اختفت من الشاشة الحالية بسبب ان برنامج Arc Map قد حركها الى موقعها الجغرافي الصحيح بناءا على قيم الاحداثيات الجغرافية الحقيقية المخزنة في ملف الارتباط ، فاذا ضغطنا ايقونة الامتداد الكلي  سنجد:

١. علامات او مواضع نقاط الارجاع الجغرافي قد ظهرت كأربع علامات + حمراء على الصورة.

٢. الاحداثيات في اسفل شاشة البرنامج قد تغيرت قيمها لتصبح الان الاحداثيات الجغرافية الحقيقية (خط طول ودائرة عرض) للصورة.

من هنا نستنتج ان في كل مرة سنضيف هذه الصورة الى مشروع في برنامج Arc Map فانها ستأتي باحداثياتها الوهمية غير الحقيقية واننا مضطرين لاضافة بيانات الارجاع في خطوة منفصلة حتى نضع الصورة في موقعها الجغرافي الصحيح ، اي انها عملية مكونة من خطوتين في كل مرة.

اما اذا اردنا ان نجعل الصورة (صورة الخريطة) مرجعا جغرافيا ويستطيع برنامج Arc Map ان يعرف موقعها الجغرافي الصحيح من اول مرة فاننا سنستخدم امر " Rectify تقويم "الموجود في شريط ادوات الارجاع الجغرافي تحت كلمة "Georeferencing :



نضغط Rectify ثم في النافذة الجديدة:

- بجوار Name : نحدد اسم الصورة الجديدة (صورة الخريطة التي ستكون المرجعة جغرافيا).
- بجوار Format : نختار صيغة الصورة الجديدة ، نختار صيغة TIFF .
- نضغط Save .



اي ان برنامج Arc Map قد قام بانشاء صورة جديدة (نسخة طبق الاصل من الصورة الاصلية) لكنه خزن داخل نفس الصورة بيانات الموقع الجغرافي الصحيح (الاحداثيات الصحيحة) لهذه الصورة والمنطقة الجغرافية التي تمثلها.

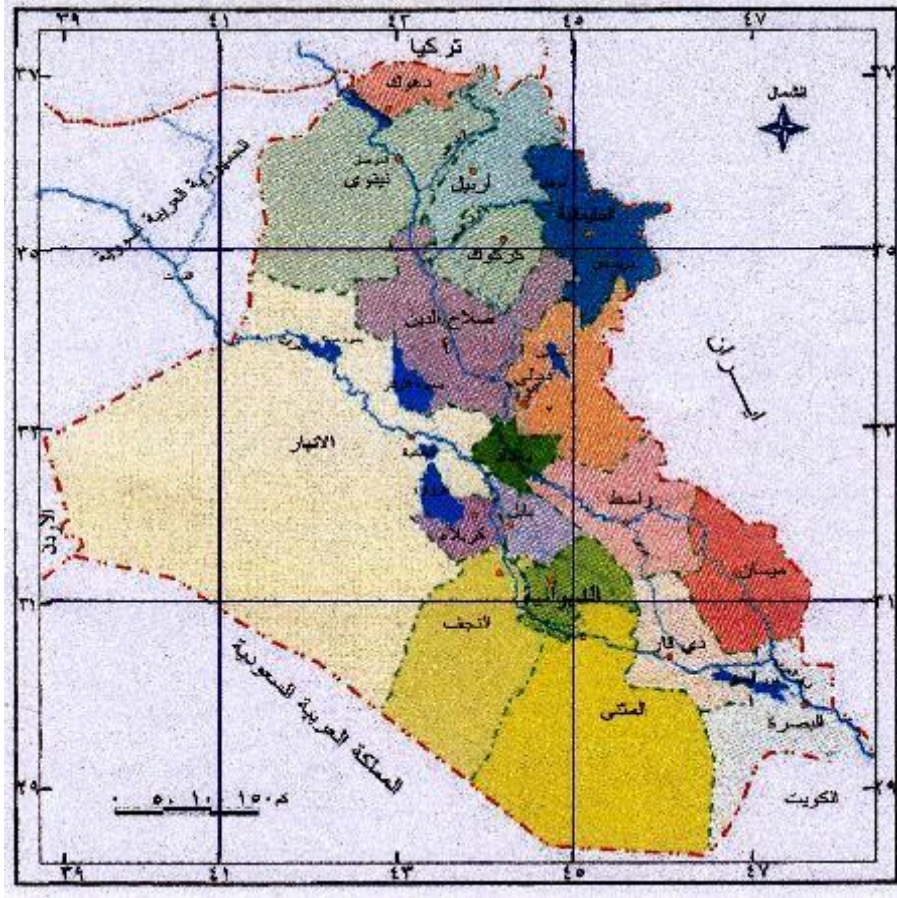
مرة اخرى : نقوم بغلاق برنامج Arc Map واذا سالنا البرنامج هل نريد حفظ هذا المشروع ام لا سنختار **NO في الوقت الحالي !!**



ثم نقوم باعادة فتح برنامج Arc Map مرة اخرى من جديد ، وسنختار اول امر A new empty map لفتح مشروع جديد:



ثم نستخدم ايقونة اضافة البيانات Add data لاضافة الصورة المرجعة (وليس الصورة الاصلية) للخريطة:



نلاحظ ان:

- الصورة المرجعة لا تختلف على الاطلاق (من حيث محتواها الجغرافي) عن الصورة الاصلية فهي نسخة طبق الاصل منها.
- لا توجد علامات الارجاع الاربعة (علامات + الحمراء) على الصورة المرجعة.
- الاحداثيات فياسفل الشاشة هي احداثيات جغرافية حقيقية.

6 - ملاحظات اخرى عن الارجاع الجغرافي

اولا : التعامل مع الدرجات والدقائق والثواني في الاحداثيات الجغرافية:
يمكن للطالب ان يقوم بإتمام عملية الارجاع الجغرافي للخريطتين التعليميتين (الاخيرتين) Oil map map, city map (بنفس الخطوات التي قمنا بها حتى الان).

لتحويل قيمة احداثي مكون من درجات ودقائق وثواني (3 ارقام) الى احداثي مكون من درجات وكسور الدرجات (رقم واحد) فاننا نقسم الدقائق على 60 ونضيفها للدرجات ونقسم الثواني على 3600 ونضيفها للدرجات ، اذا اخذنا مثال الركن الشمالي الغربي من هذه

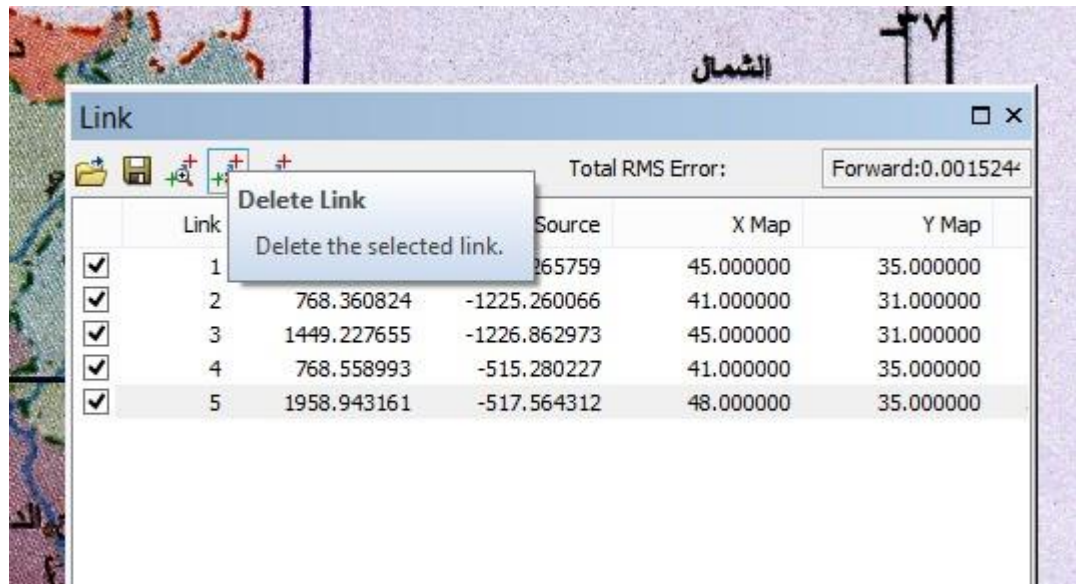
الخريطة (الثالثة) فسنجد ان موقع نقطة الارجاع الاولي هو تقاطع خط الطول 15°15'39 شرقاً مع دائرة العرض 16°23' شمالاً.

$$39^{\circ}15'15'' \text{ (شرقاً)} = 3600 \div 15 + 60 \div 16 + 39 = 254167.39 \text{ درجة.}$$

$$23^{\circ}15' \text{ (شمالاً)} = 3600 \div 15 + 60 \div 0 + 23 = 004167.23 \text{ درجة.}$$

ثانياً : تحديد النقاط السيئة الدقة في الارجاع الجغرافي:

من شروط عملية الارجاع الجغرافي ان العدد الادنى للنقاط لا يقل عن 4 ، لكن من الافضل ان يزيد عن 4 نقاط كلما كان ذلك ممكناً ، يمكن الغاء نقطة من النقاط المختارة في حالة كون الخطأ فيها كبيراً وذلك من خلال Link Table. ويمكن اضافة نقاط أخرى بنفس الطريقة من خلال  فكلما كان Total RMS قليل كلما كانت الدقة أكبر وهكذا الى ان نحصل على اقل خطأ ممكن ثم نقوم بتخزين الجدول بنفس الطريقة السابقة.



Link	Source	X Map	Y Map
1	265759	45.000000	35.000000
2	768.360824	-1225.260066	41.000000
3	1449.227655	-1226.862973	45.000000
4	768.558993	-515.280227	41.000000
5	1958.943161	-517.564312	48.000000

الملاحظة الاخيرة في عملية الارجاع الجغرافي ان المرئيات الفضائية (بعكس الخرائط الممسوحة ضوئياً) لا يكون عليها شبكة احداثيات ، في هذه الحالة نقوم باستخدام اجهزة الجي بي اس لقياس الاحداثيات الجغرافية الحقيقية (في الطبيعة) لبعض المعالم في المرئية ، ثم نستخدم هذه الاحداثيات في اتمام عملية الارجاع الجغرافي للمرئية.

