خطوات التصحيح الهندسي لصور الاستشعار عن بعد الرقمية باستخدام برنامج ايرداس2010 اعتمادا على خريطة ورقية

أ.د. محمد بن عبدالله الصالح
قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود – الرياض

تؤدي حركة منصات platforms وأجهزة الاستشعار sensors عن بعد أثناء عملية التصوير ودوران الأرض وتقوس سطحها وأسباب أخرى إلى حدوث تشوهات في العلاقات المكانية بين الظواهر الأرضية على صور الاستشعار عن بعد غير المعالجة، الأمر الذي يجعل مواقعها في الصورة لا تتوافق تماما مع مواقعها في الطبيعة. وإزالة التشوهات المرتبط بالعلاقات المكانية بين الظواهر الأرضية على الصورة يسمى بالتصحيح الهندسي Geometric correction (rectification) ويطلق عليه أيضا geo-coding، إذ أنه بمفهومه الدقيق يتمثل في عمليات تحويل بيانات الصورة إلى نظام إحداثيات بمسقط projection معين لجعلها مماثلة للخريطة وذلك بإعادة حساب Resampling قيم عناصر الصورة pixels بأحد الأساليب الإحصائية مثل Nearest neighbor أوBilinear أوCubic convolution. ويمكن القيام بالتصحيح الهندسي لصور الاستشعار عن بعد إذا توفرت الإحداثيات الجغرافية لعدد من النقاط في الصورة، والتي يمكن الحصول عليها إما من صورة لنفس المنطقة مصححة هندسيا أو من الخرائط الرقمية أو الورقية أو ميدانيا باستخدام أجهزة نظام التحديد المكاني GPS. ويجب أن تكون الظواهر الجغرافية الثابتة التي تستخدم إحداثياتها في التصحيح (نقاط الضبط GCP/ النقاط المرجعية Reference points) صغيرة وواضحة مثل تقاطع طريقين أو التقاء واديين أو تل (جبل) منفرد أو جسر على طريق أو أي معلم جغرافي صغير وواضح. وفي ما يلي خطوات التصحيح الهندسي لصور الاستشعار عن بعد الرقمية باستخدام برنامج ايرداس_2010 اعتمادا على خريطة ورقية:

1) إذا توفرت خرائط بمقياس كبير أو متوسط ومعدة وفق مسقط معين للمنطقة التي تغطيها الصورة يمكن استخدامها للحصول على الإحداثيات الجغرافية للظواهر. ولا شك أن المعرفة المسبقة بالمنطقة التي تغطيها الخريطة والصورة تسهل عمليه اختيار المواقع الجغرافية لتكون نقاط ضبط أرضية GCP (نقاط مرجعية Reference points).
2) بالنظر إلى الصورة المراد تصحيحها والخريطة التي تغطي المنطقة نفسها يتم اختيار وتحديد عدد من المواقع الجغرافية التي تظهر عليهما لتستخدم كنقاط مرجعية وتكون موزعة بشكل جيد على الصورة. وعند اختيار الرتبة الأولى لنموذج polynomial يكون الحد الأدنى 4 نقاط، ولكن ينصح أن لا يقل العدد الكلي للنقاط عن 6 نقاط. مع ملاحظة أنه يجب أن تكون الثلاث الأولى من النقاط المرجعية المختارة موزعة على الصورة لتشكل مثلث كبير ولا ينبغي أن تكون على خط واحد.
3) بعد اختيار النقاط المرجعية يتم تحديد الإحداثيات الجغرافية (خطوط الطول ودوائر العرض) لها بدقة من الخريطة المتوافرة وذلك على النحو التالي:

أ- يجب أن نتذكر أن المسافة على الخريطة لكل دقيقة طول أو دقيقة عرض تختلف باختلاف المقياس وبالابتعاد عن خط الاستواء.

ب- يتم تحديد مسافة كل دقيقة طول ودقيقة عرض على الخريطة المستخدمة، فعلى سبيل المثال مسافة كل دقيقة طول على خريطة الرياض مقياس 1:50000 = 3.4سم ومسافة كل دقيقة عرض على خريطة الرياض مقياس 1:50000 = 3.7سم.

ج- يتم قياس مسافة النقطة من أقرب خط طول إلى الغرب منها يكون معلوما على الخريطة.

د- تقسم هذه المسافة على 3.4 للحصول على قيمة دقائق الطول.

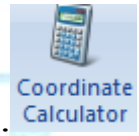
هـ- تضاف النتيجة إلى خط الطول الذي بدأ منه القياس للحصول على خط الطول للنقطة.

و- يتم قياس مسافة النقطة من أقرب دائرة عرض إلى الجنوب من النقطة تكون معلومة على الخريطة.

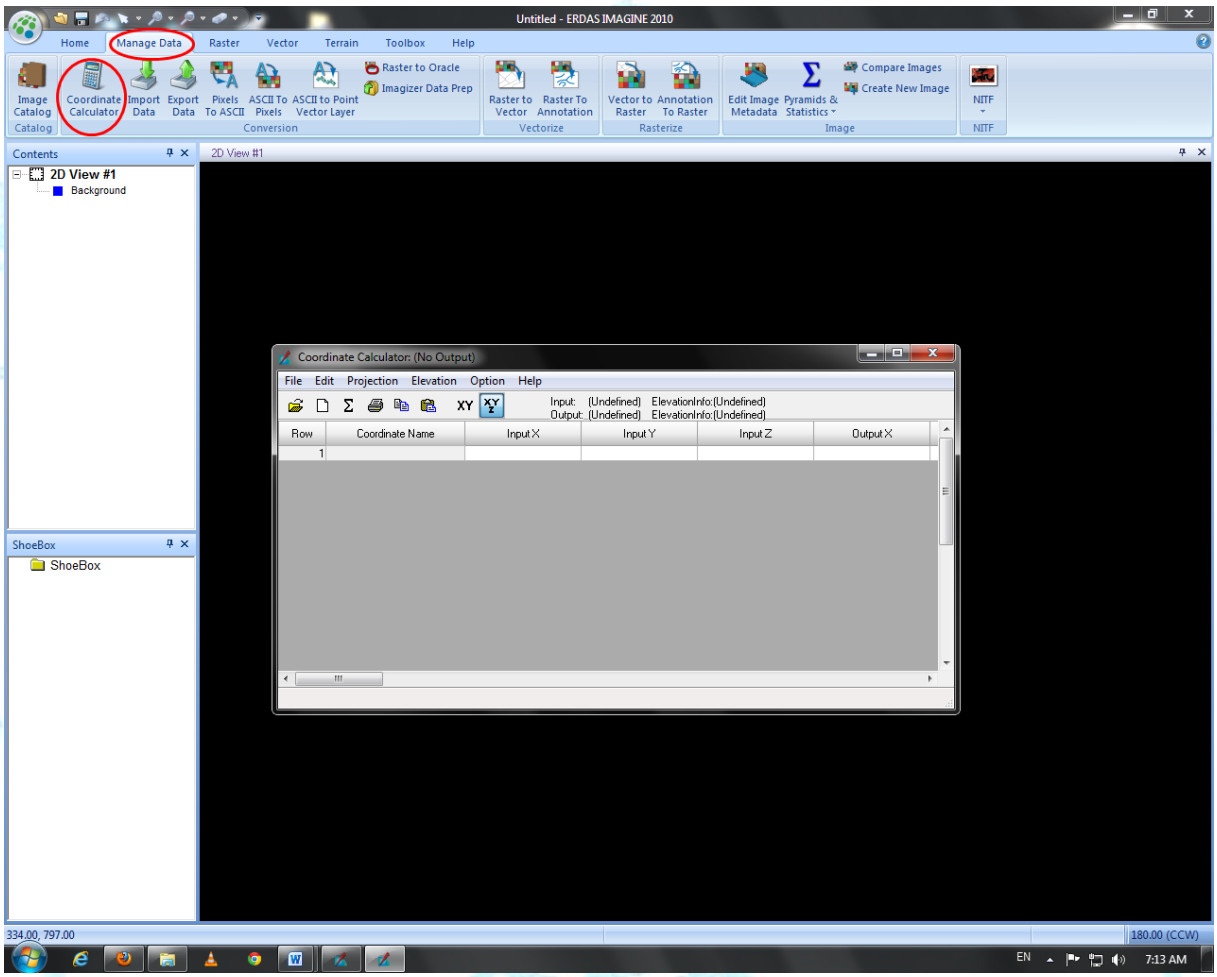
ز- تقسم هذه المسافة على 3.7 للحصول على قيمة دقائق العرض.

ح- تضاف النتيجة إلى دائرة العرض التي بدأ منها القياس للحصول على دائرة العرض للنقطة.

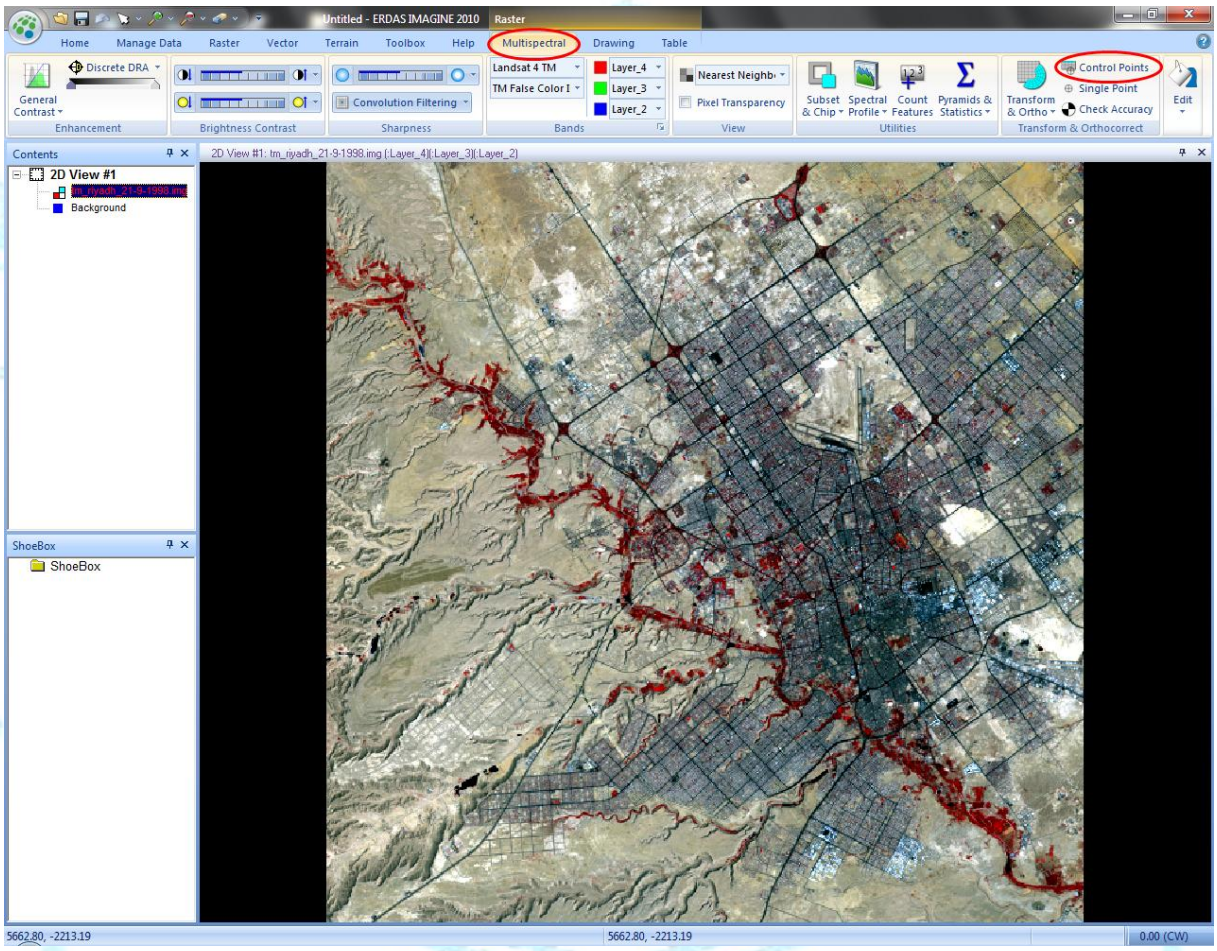
ط- تكرر العمليات السابقة على جميع النقاط المرجعية التي تم اختيارها لتصحيح الصورة.

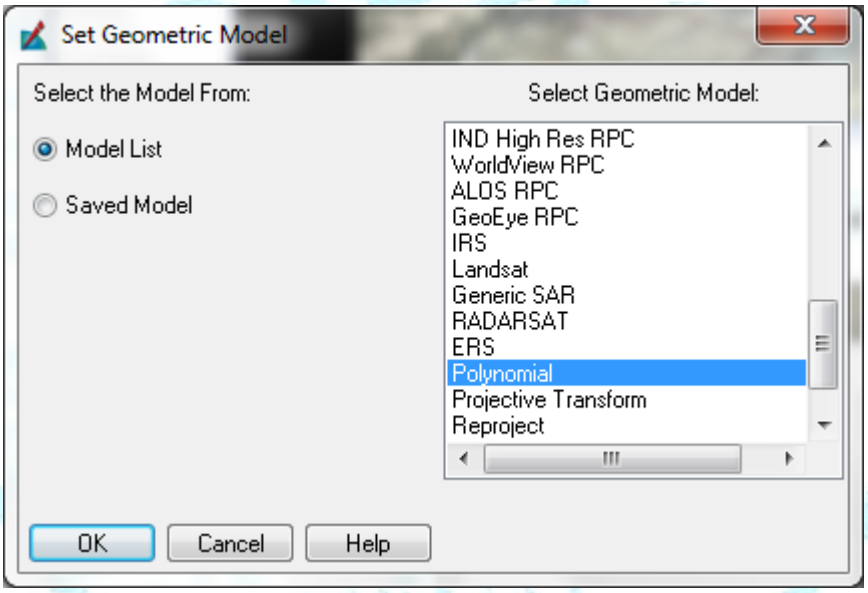
** يجب ملاحظة أن الإحداثيات التي يمكن الحصول عليها مباشرة من الخرائط تكون في بعض الأحيان بالدرجات وأجزائها، وعليه إذا تكون الخرائط الطبوغرافية المتوافرة للإقليم أو المنطقة التي تغطيها الصورة معدة وفقا لمسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM كما هو الحال بالنسبة لمناطق المملكة العربية السعودية فإن الأمر قد يتطلب تحويل الإحداثيات الجغرافية من درجات إلى إحداثيات سينية وصادية بالأمتار. وتتم عملية تحويل الإحداثيات باستخدام أمر Manage Data من الأوامر الرئيسية لبرنامج ايرداس2010، حيث يتم اختيار الأمر الفرعي 

.

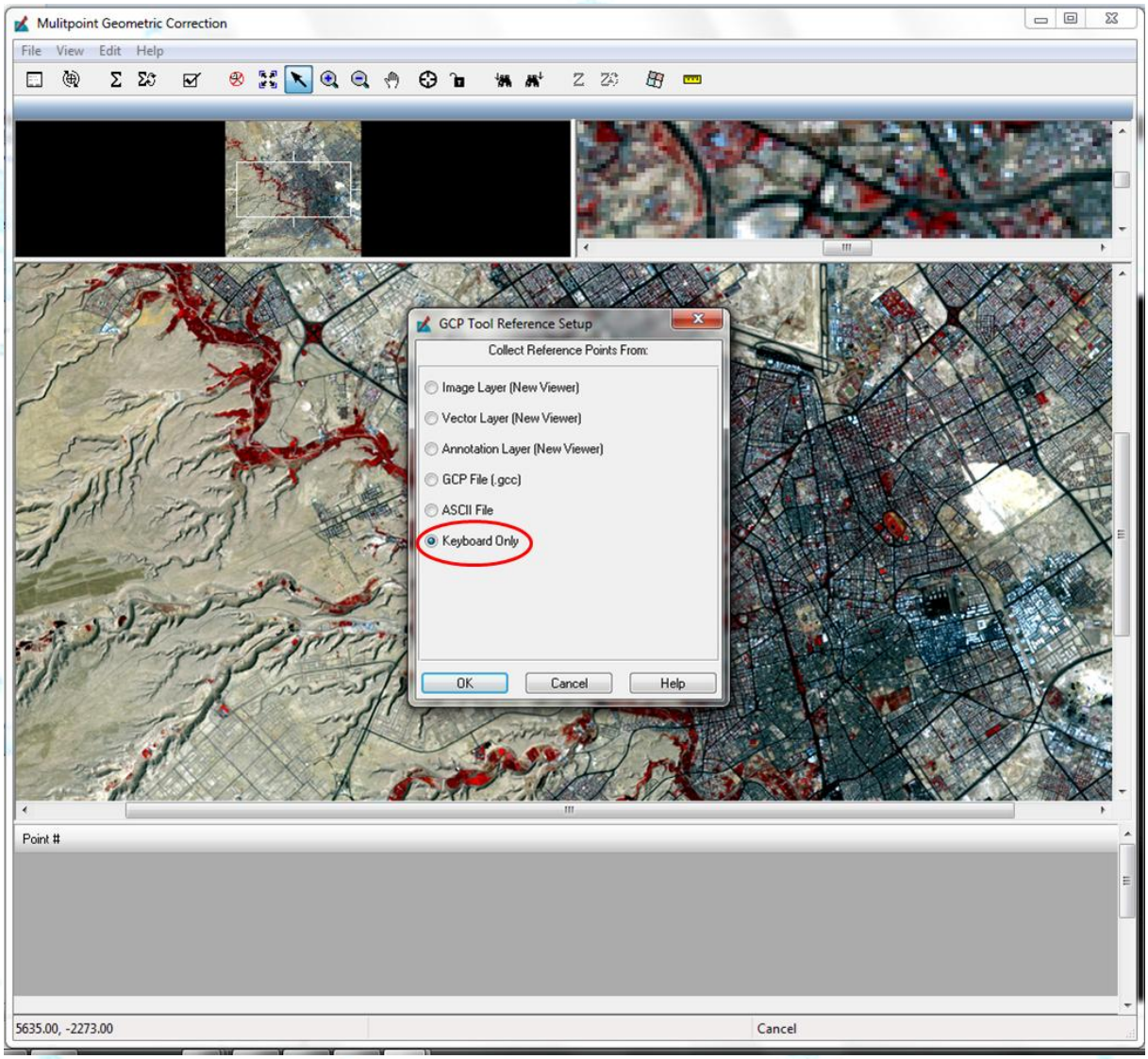


4) بعد اختيار النقاط المرجعية وقياس إحداثياتها بدقة من الخريطة (وتحويلها بما يتناسب مع المسقط إذا كان الأمر يتطلب ذلك) تعرض الصورة المراد تصحيحها على الشاشة. ويتم اختيار الأمر الرئيسي Multispectral وبعد ذلك اختيار الأمر الفرعي Control Points وستظهر نافذة (مربع حوار) Set Geometric Model.

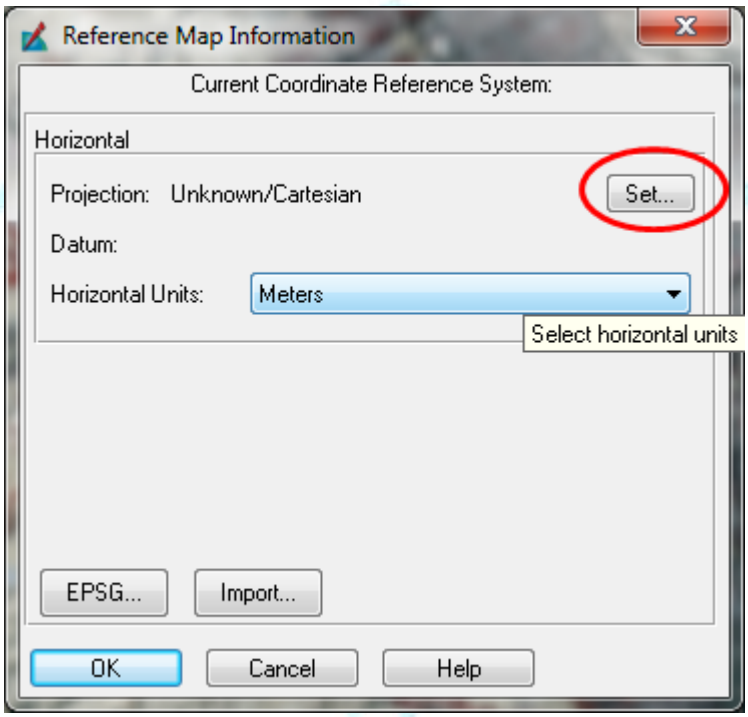




5) من نافذة set geometric model يتم اختيار نموذج polynomial ثم يضغط على OK وستظهر نافذة Mulitpoint Geometric Correction وفي وسطها نافذة (مربع حوار) GCP Tool Reference Setup.

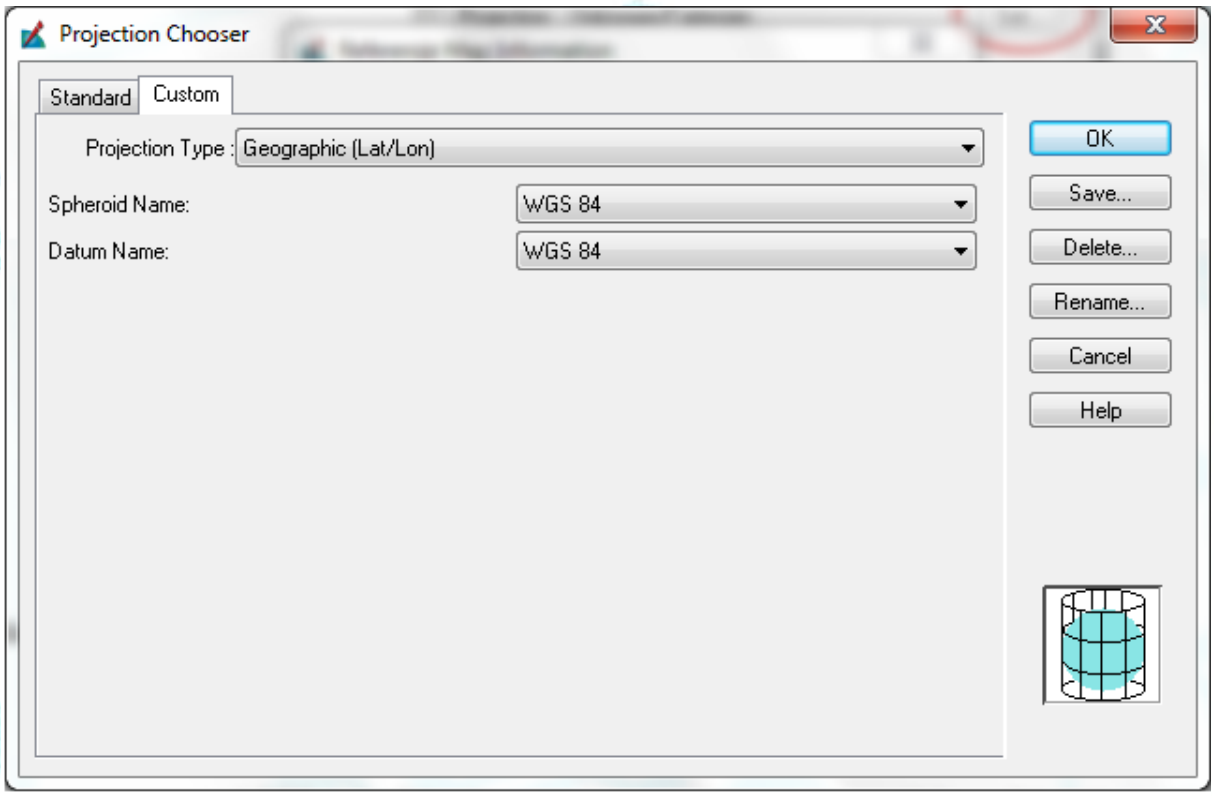


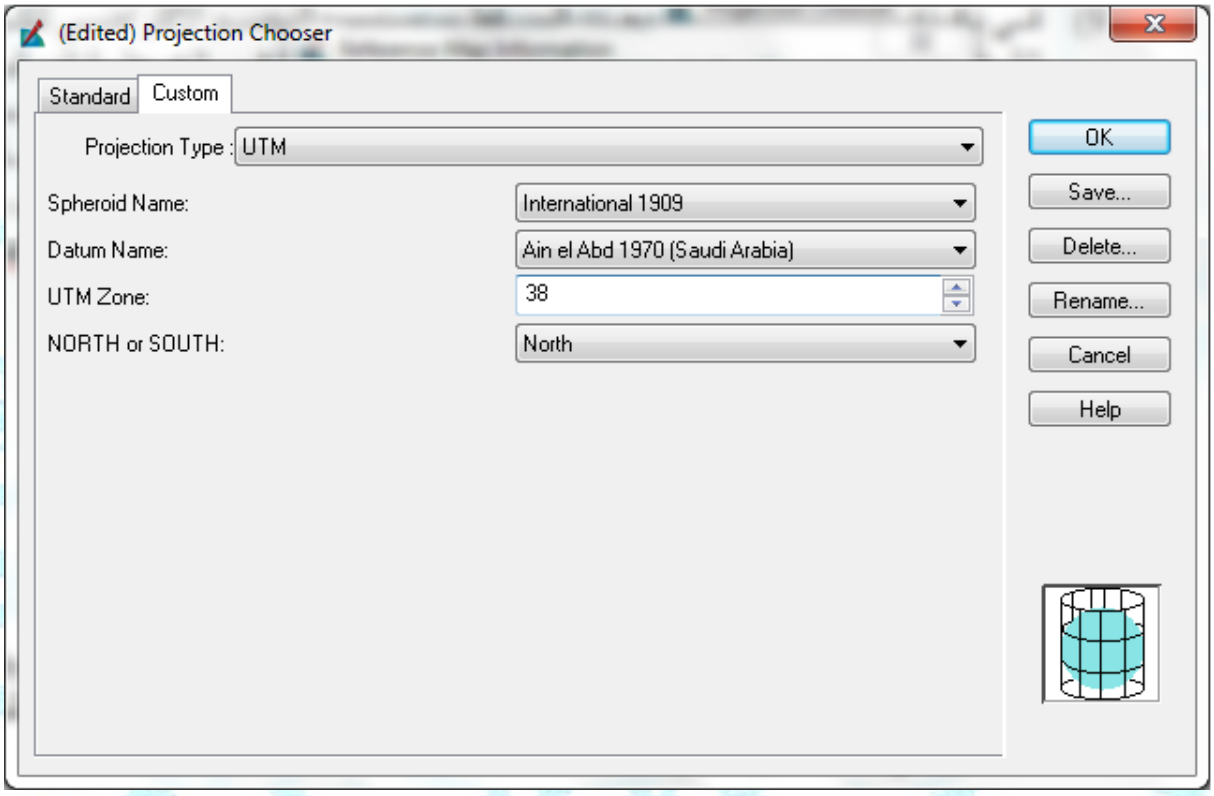
6) مـن نافـذة GCP Tool Reference Setup ينشـط خيـار Keyboard Only ويضـغط علـى أمـر OK وستظهر نافذة Reference Map Information.



7) في نافذة Reference Map Information يضغط على أمر Set... لتظهر نافذة Projection Chooser.

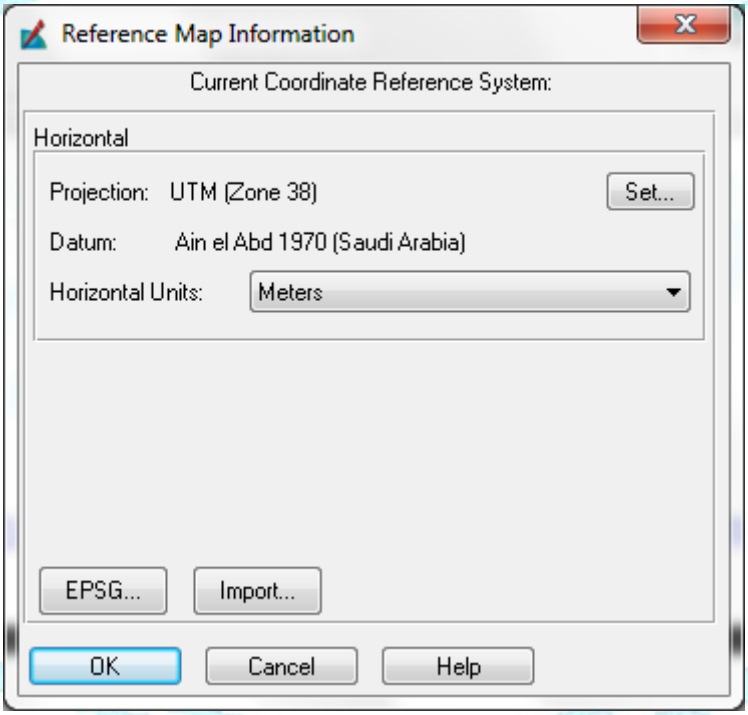
8) في نافذة Projection Chooser يحدد المسقط projection والمجسم الافتراضي للأرض spheroid والمرجع datum المناسبة (المماثلة لما في الخريطة الورقية المستخدمة في الحصول على إحداثيات النقاط المرجعية للتصحيح). فمثلا اذا استخدمت الخرائط الطبوغرافية مقياس 50000:1 للمملكة العربية السعودية يتم اختيار مسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM والمجسم الافتراضي للأرض المسمى International 1909 والمرجع هو Ain el Abd 1970، ويحدد في النافذة أيضا منطقة مسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM Zone حيث تكون في مدينة الرياض وما حولها 38.

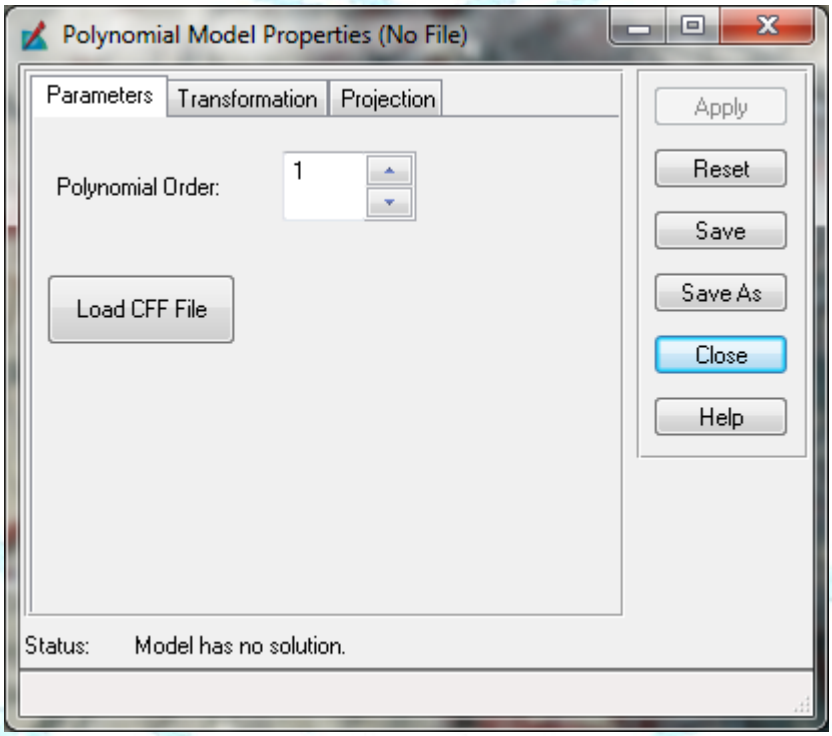




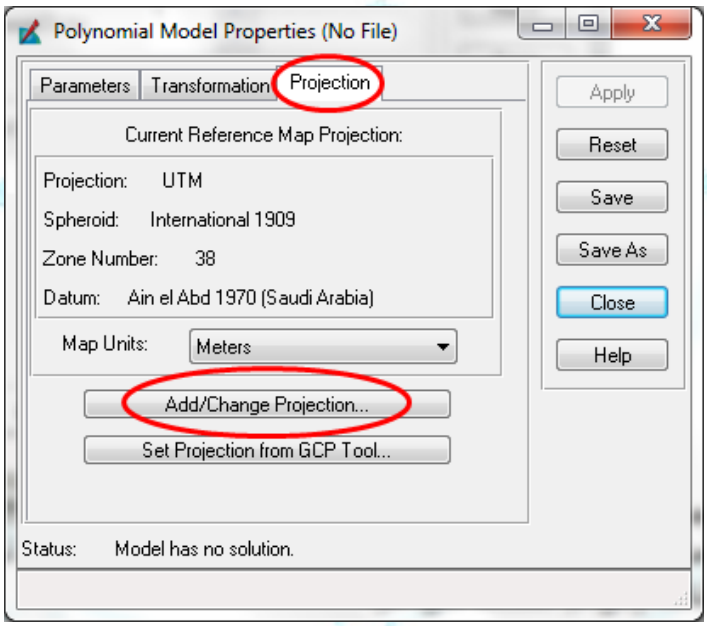
9) بعد تعبئة الحقول في نافذة Projection Chooser يضغط على أمر OK لتظهر نافذة Reference Map Information التي تبين المسقط والمرجع ووحدة القياس لتصحيح الصورة، وبعد التأكد من صحة المعلومات يضغط على أمر OK لتظهر نافذة Polynomial Model Properties (No File) ويلاحظ أن الرتبة الأولى Polynomial Order تظهر

تلقائيا عليها، وتترك هذه الرتبة كما هي وذلك لسهولة استخدامها ولأنها تتطلب عدد قليل من نقاط الضبط الأرضية، وتغلق النافذة بالضغط على أمر close فيها.

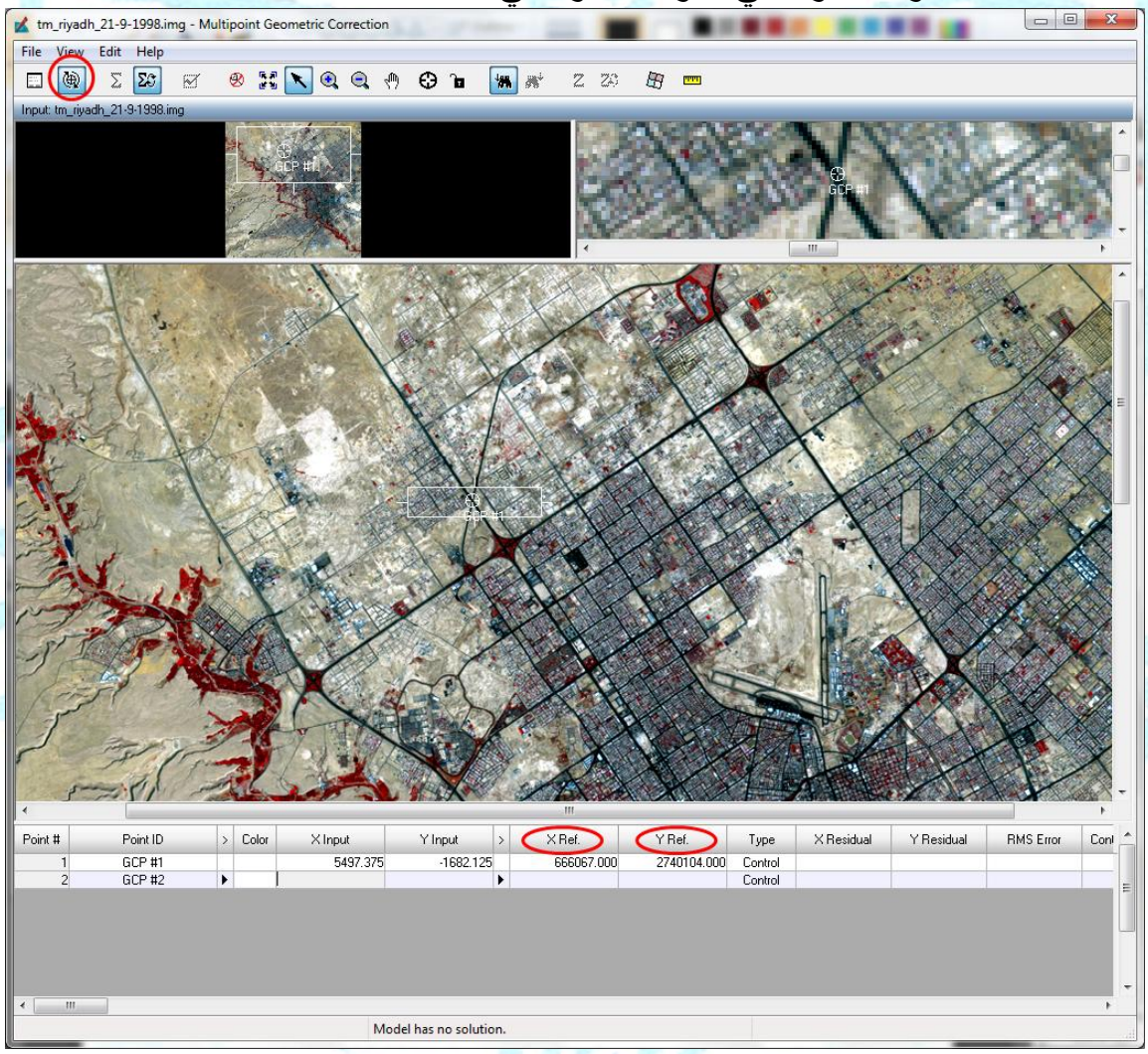




** يجب ملاحظة أنه يمكن من خلال نافذة Polynomial Model Properties (No File) تغيير أو تعديل المسقط والمجسم الافتراضي للأرض والمرجع وذلك بتنشيط أمر Projection في أعلى النافذة ومن ثم الضغط على أمر Add/Change Projection...



10) بعد التأكد من المعلومات وإغلاق نافذة Polynomial Model Properties (No File) تبدأ عملية توقيع نقاط الضبط الأرضية المختارة على الصورة في نافذة Mulitpoint Geometric Correction للصورة المراد تصحيحها، ومن ثم إدخال إحداثيات النقاط المقاسة والمحسوبة في حقول الجدول في أسفل النافذة.



11) في شريط رموز الأوامر بأعلى النافذة يعطل أمر Toggle Fully Automatic GCP Editing Mode.

12) يحدد بدقة على الصورة موقع الظاهرة الجغرافية المختارة كنقطة مرجعية أولى ثم يحرك مربع التكبير بالضغط المستمر على وسطه إلى موقعها.

13) بعد تحديد موقع الظاهرة الجغرافية المختارة كنقطة ضبط أرضية أولى على الصورة يحرك المؤشر إلى الرموز في أعلى النافذة ويضغط على رمز إنشاء نقطة ضبط أرضية create GCP لتنشيطه وبهذا يتحول المؤشر إلى شكل علامة جمع + عند تحريكه في نافذة عرض الصورة.

14) بعد تنشيط إنشاء نقطة ضبط أرضية يحرك المؤشر إلى نافذة العرض التي تعطي تكبيرا لموقع الظاهرة الجغرافية المختارة كنقطة ضبط أرضية أولى، ثم يوضع بدقة عليها ويضغط عليه ليتم توقيع نقطة الضبط الأرضية الأولى على الصورة وستظهر أيضا إحداثياتها في الجدول.

15) بعد توقيع نقطة الضبط الأرضية بدقة على الصورة وظهور إحداثياتها السينية (X) والصادية (Y) كمدخلات input تلقائيا في الجدول بأسفل النافذة، تكتب يدويا في هذه النافذة إحداثياتها المرجعية reference السينية (X) (خطوط الطول) والصادية (Y) (دوائر العرض) التي تم قياسها من الخريطة، إما بالأمتار بالنسبة لمسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM أو بالدرجات عند اختيار ما يسمى بمسقط الإحداثيات الجغرافية Geographic Lat/Lon.

16) تكرر الخطوات من رقم 12 إلى رقم15 لبقية النقاط المختارة حتى يتم توقيع جميع نقاط الضبط الأرضية بدقة على الصورة. مع ملاحظة أن الإحداثيات المرجعية reference للنقطة الرابعة وما بعدها تظهر بعد توقيعها تلقائيا في الجدول (إذا لم يعطل أمر Toggle Fully Automatic GCP Editing Mode).

17) بعد توقيع جميع نقاط الضبط على الصورة وإدخال إحداثياتها المرجعية ينشط أمر Toggle Fully Automatic GCP Editing Mode لتتم العملية الحسابية للخطأ root mean square error (RMS) في كل نقطة ضبط أرضية والخطأ الكلي total RMS error في التصحيح، ولا شك أن انخفاض قيمة الخطأ تدل على الدقة في التصحيح والعكس صحيح، ولذلك يفضل أن لا يزيد الخطأ الكلي عن 1 خلية pixel.

** في حالة عدم توقيع نقطة الضبط الأرضية على الصورة بدقة في مكانها الصحيح يمكن تعديل ذلك بوضع المؤشر على النقطة الموقعة خطاء وذلك في نافذة العرض المكبرة ومن ثم يضغط عليه، ثم تحرك نقطة الضبط باستخدام الأسهم الأربعة في الاتجاهات المختلفة حتى يتم توقيعها في مكانها الصحيح.

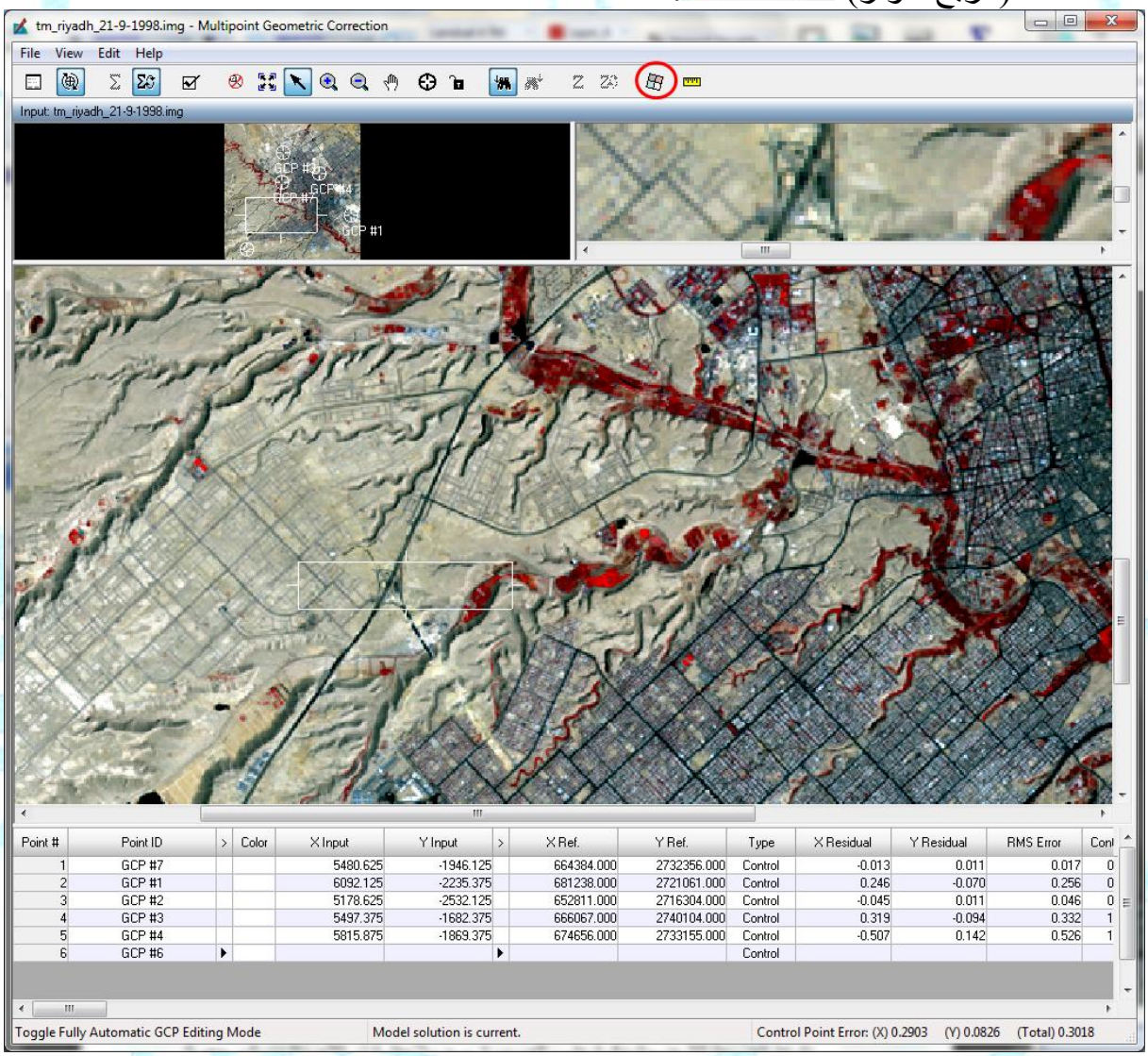
** عند الرغبة في حذف نقطة ضبط أرضية يوضع المؤشر على الرقم التسلسلي لها وذلك في نافذة GCP Tool ومن ثم يضغط عليه لتنشيطها، وبهذا ستظهر معلوماتها مظللة

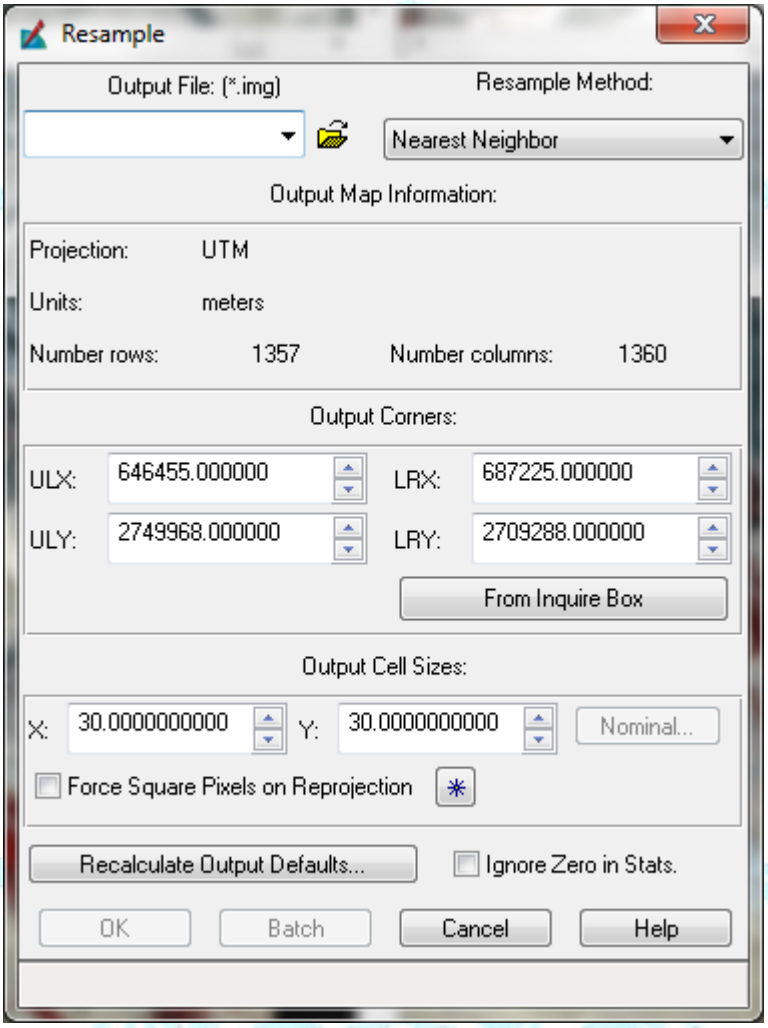
باللون الأزرق، ومن ثم يضغط على المفتاح الأيمن للفارة لتخرج مجموعة أوامر يختار منها أمر Delete Selection.

18) بعد توقيع جميع نقاط الضبط الأرضية بدقة على الصورة وإدخال إحداثياتها المرجعية، يفضل أن يتم تخزين ملف لإحداثيات النقاط على الصورة وملف لإحداثيات النقاط المرجعية لها كل على حدة وذلك للرجوع لها عند الحاجة. بمعنى أن هذه الخطوة تتطلب أولا تخزين الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) لنقاط الصورة كمدخلات input من خلال أمر file والأمر الفرعي save input as، ثم تكرر عملية التخزين لإحداثيات النقاط المرجعية reference، مع ملاحظة انه يفضل أن يضاف إلى اسم الملف حرف i ليدل على أنه خاص بإحداثيات المدخلات ويضاف إليه حرف r ليدل على أنه خاص بالإحداثيات المرجعية، مثلا riyadh-i.gcp و riyadh-r.gcp .

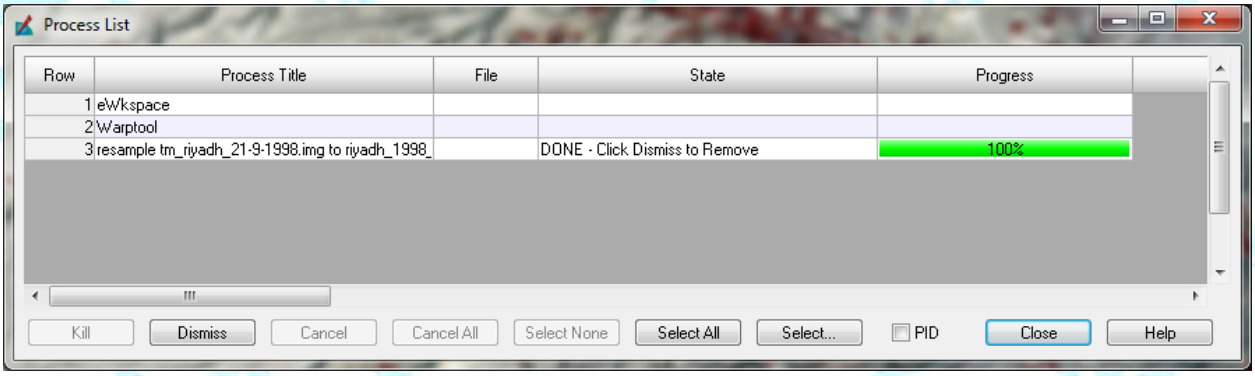
19) لإكمال عملية التصحيح يضغط على أمر Display Resample Image Dialog لتظهر نافذة (مربع حوار)

.





20) في نافذة Resample يجب أن تحدد طريقة إعادة أخذ العينة Resample Method وذلك باختيار أحد النماذج الإحصائية مثل نموذج الجار الأقرب Nearest Neighbor (النموذج التلقائي) أو نموذج Bilinear Interpolation أو نموذج اللف التكعيبي Cubic Convolution، وفي هذه النافذة أيضا يعطى اسم محدد للصورة المصححة Output File ثم يضغط على أمر OK لتخزينها.



21) بإكمال الخطوات السابقة تكون الصورة المصححة بجميع نطاقاتها مخزونة في الملف الذي تم تحديده.

أرقام مناطق مسقط مركيتر المستعرض العالمي وخطوط الطول الرئيسية فيها

Zone	Central Meridian	Range	Zone	Central Meridian	Range
1	177W	180W-174W	31	3E	0-6E
2	171W	174W-168W	32	9E	6E-12E
3	165W	168W-162W	33	15E	12E-18E
4	159W	162W-156W	34	21E	18E-24E
5	153W	156W-150W	35	27E	24E-30E
6	147W	150W-144W	36	33E	30E-36E
7	141W	144W-138W	37	39E	36E-42E
8	135W	138W-132W	38	45E	42E-48E
9	129W	132W-126W	39	51E	48E-54E
10	123W	126W-120W	40	57E	54E-60E
11	117W	120W-114W	41	63E	60E-66E
12	111W	114W-108W	42	69E	66E-72E
13	105W	108W-102W	43	75E	72E-78E
14	99W	102W-96W	44	81E	78E-84E
15	93W	96W-90W	45	87E	84E-90E
16	87W	90W-84W	46	93E	90E-96E
17	81W	84W-78W	47	99E	96E-102E
18	75W	78W-72W	48	105E	102E-108E
19	69W	72W-66W	49	111E	108E-114E
20	63W	66W-60W	50	117E	114E-120E
21	57W	60W-54W	51	123E	120E-126E
22	51W	54W-48W	52	129E	126E-132E
23	45W	48W-42W	53	135E	132E-138E
24	39W	42W-36W	54	141E	138E-144E
25	33W	36W-30W	55	147E	144E-150E
26	27W	30W-24W	56	153E	150E-156E
27	21W	24W-18W	57	159E	156E-162E
28	15W	18W-12W	58	165E	162E-168E
29	9W	12W-6W	59	171E	168E-174E
30	3W	6W-0	60	177E	174E-180E

المصدر: ERDAS, (5th ed), (1999), Field Guide, ERDAS, Atlanta, Georgia, p571.

http://faculty.ksu.edu.sa/geography-alsaleh/default.aspx