

تصحيح الصور الفضائية بالاعتماد على التحويل المويجي

فاتن عزيز مصطفى العاني*

الملخص

في الحالات الاعتيادية تكون الصورة الفضائية غير مطابقة للخارطة الطبوغرافية، والسبب يعود إلى أن الأرض بطبيعتها كروية فيحدث إزاحة للصورة الملتقطة بالقمر الصناعي. إذ يحدث اختلاف في المساقط ما بين الصورة والخارطة، لذلك يجب تصحيح هذه المساقط والإحداثيات. وهنالك نوعان من إجراءات التصحيح، الأول ما بين صورة وخارطة (map-to-image) والثاني ما بين صورة وصورة (image-to-image)، اعتمد البحث دراسة النوع الأول من التصحيح بالاعتماد على تقنية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين (2D-discreat wavelet transform)، إذ أثبتت هذه التقنية ميزة وكفاءة عالية في معظم مجالات تطبيقات المعالجة الرقمية وفي تطبيقات التحسس النائي المختلفة، لما لها من خاصية عالية في التحليل المتعدد التفاصيل لمعلومات الصورة .

تمت الدراسة بتطبيق تقنية التحويل المويجي على صورة فضائية لمنطقة جبل سنجار الواقعة غرب مدينة الموصل والمأخوذة بواسطة المتحسس الحراري (Thematic Mapper(TM)) وفي الحزمة الخامسة منه تحديداً، لإجراء معالجة تصحيح الصورة الفضائية طبقاً لإحداثيات الخارطة الطبوغرافية للمنطقة نفسها. وبعد إجراء العمليات الإحصائية في كل من الصورة والخارطة على نقاط السيطرة (control points) المختارة وحساب نسبة الخطأ (Mean Square Error(MSE)) لهذه النقاط وفقاً لقيمة العتبة المعيارية المقدرة (threshold value)، وقد تم الحصول على نتائج البحث عن طريق تصميم برنامج يقرأ

*مدرس مساعد/مركز التحسس النائي/جامعة الموصل.

الصورة المذكورة ويعالجها باستخدام نظام matlab 7.0 والاستعانة بوسائل المعالجة الرقمية (image processing tool box) التي يحويها النظام.

Rectification of Satellite Images by Using Wavelet Transform

ABSTRACT

In the normal cases satellite images are not identical to the topographical map and the reason behind that is , with its spherical nature that will make a removal to the satellite image captured by the satellite .This may bring some differences in the projection between the image and the map , so these projections and coordinations must be corrected .

There are two types of correction measures , first between (map- to- image), second between an (image –to- image). The research depends on studying the second correction relying on the 2D – Discreat wavelet transform technology, this technology proved a high performance and quality in most digital application fields and in the applications of different remote sensing in that it has a high quality in the multi-detailed analysis which is used to treat images .

The study applied the wavelet transform technology on a satellite image for Singar mountain region located west of Mosul city that captured by (TM) exactly in the fifth band, to treat the satellite image correction according to the topographical map coordinates for the same region. After making statistical process on the chosen ground control points (GCPs) in each (the image and the map) and accounting the estimated value of (MSE) for points according to the threshold value.

These results of the research gained by designing a program which reads and processes the stated image by using matlab 7.0 and using digital image processing measures (image processing tool box) which is contained with the system .

المقدمة

إن طبيعة الأرض الكروية تسببت في جعل الصورة الفضائية غير مطابقة للخارطة الطبوغرافية، مما يؤدي إلى ضرورة تصحيح الصورة قبل إجراء أي معالجة رقمية عليها .

تعتبر طريقة التصحيح خارطة إلى صورة (map-to-image) التي تم الاعتماد عليها في هذه الدراسة أفضل من طريقة التصحيح صورة إلى صورة (image-to-image) في معظم تطبيقات التحسس النائي وذلك لأن مختلف التطبيقات تستند إلى تحليل البيانات التي تصحح بالاستناد إلى الخارطة (Jensen,1986) .

تناول البحث تصحيح الصورة الفضائية لمنطقة جبل سنجار بالاستناد إلى الخارطة التابعة للمنطقة، وبتطبيق تقنية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين (2D-Discreat wavelet transform (dwt2)) الذي يعد أحد الأنواع المهمة للتحويلات المويجية واستخدام خاصيته في التحليل المتعدد التفاصيل في تحليل الصورة بشكل هرمي وإلى عدة مستويات (Al-Ani,2005)، (Valens,2004). الأمر الذي أدى إلى سهولة انتقاء أزواج من نقاط السيطرة (ground control points GCPs)، والتي تعتبر أهم خطوة في تنفيذ ودراسة البحث وذلك من خلال إبراز المعالم الواضحة في كل من الصورة والخارطة كالطرق الرئيسية والجسور والمطارات وغيرها. وتوجد ثلاثة طرائق أساسية تبين كيفية اختيار هذه النقاط الأولى اليدوية، الثانية نصف أوتوماتيكية، والطريقة الثالثة الأوتوماتيكية (J.L.Strack, 1998)، (manual, semi-automatic, and automatic).

وقد تم الاعتماد على الطريقة الأولى (manual) في اختيار نقاط السيطرة وتحديد يدوياً في كل من الخارطة والصورة بحيث أن كل نقطة مختارة في الخارطة تقابلها نقطة في الصورة لها الموقع نفسه. وبإجراء التحليل الإحصائي لهذه النقاط باستخدام طريقة المربعات الصغرى (LSM) least square (method)، (الرواي، 1987) لإيجاد مدى ميكانيكية التطابق ما بين أزواج النقاط

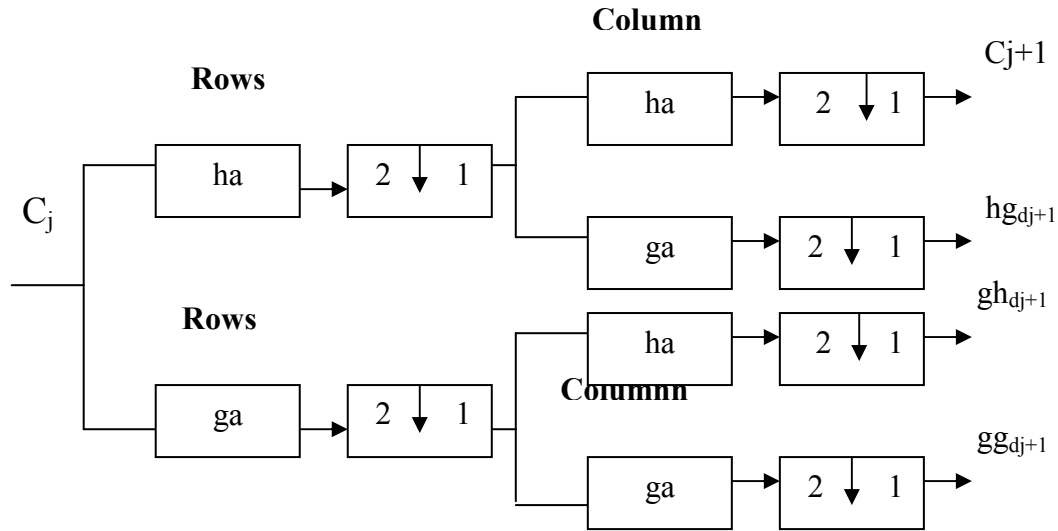
في كل من الخارطة والصورة مع اختلاف الإحداثيات وبأقل نسبة خطأ ممكنة بالاعتماد على قيمة العتبة المعيارية المنتخبة والمقدرة (0.5) .

1- التحويل المويجي

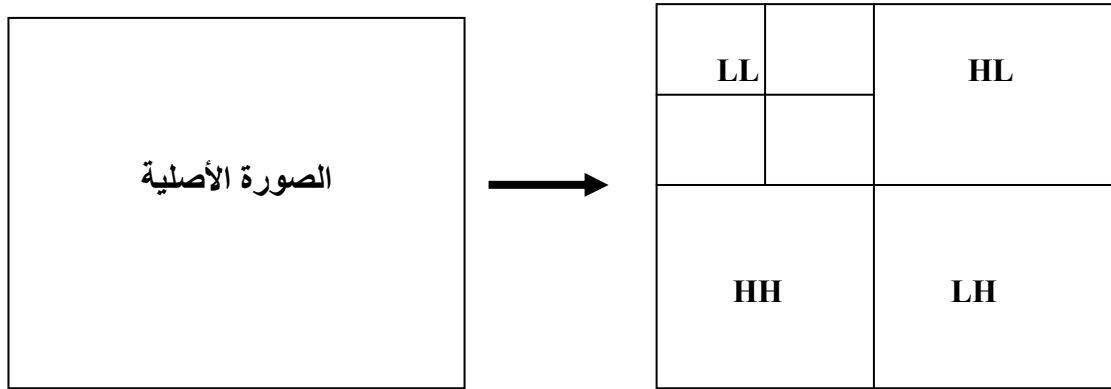
يعد التحويل المويجي من التحويلات الحديثة والمهمة التي استخدمها الباحثون في كثير من التطبيقات لما له من مزايا وخواص تعتمد على التخمينات الاحصائية التي تؤدي دوراً كبيراً في المعالجة الرقمية، كما أن خاصيته في كونه يحلل الإشارة أو الصورة إلى مستويات متعددة التفاصيل وفي كلا المجالين الزمني والتردد، من أهم الخصائص التي استخدمت في مجال معطيات الأقمار الصناعية وبياناتها (Al-Ani, 2005)، (B.salehi, 2004).

تضمن البحث دراسة وتطبيق أحد أهم أنواع التحويلات المويجية (dwt2)، إذ يتم بواسطته تحليل الإشارة الصورية (الصورة الرقمية الداخلة)، بإدخال كل صف من صفوف الصورة إلى مرشحي التحليل، المرشح الواطيء (Low Pass Filter) والمرشح العالي (High Pass Filter) اللذين يرمز لهما بـ (ha) و (ga)، المخطط رقم (1). ومن ثم تم إجراء عملية التنقيص الثنائي التي تشمل حذف الأعمدة ذات التسلسل الفردي على نواتج المرشحين المذكورين، فتنتج عن ذلك حزمتان من الصور كل منها يحوي نصف عدد القيم في صفوف الصورة الأصلية الداخلة (قبل التحليل). وإدخال كل عمود من أعمدة الصور الناتجة إلى المرشحين نفسيهما (ha,ga) وإجراء عملية التنقيص الثنائي مرة ثانية، ولكن على صفوف الحزمتين الناتجتين، إذ يتم حذف الصفوف ذات التسلسل الفردي، وتم اعتماد مرشح هار (db1) في الدراسة.

ينتج عن عملية التحليل مخطط (1)، تقسيم حزمة الإشارة الصورية إلى عدة مستويات (levels) وكل مستوى يقسم إلى أربع حزم فرعية (sub images) بحيث يكون حجم كل حزمة مساوياً لربع حجم الصورة الأصلية في المستوى الأول من التحليل، الشكل (1) (S.Own,2006)، (Quba,2001)، (Mallat,1989).



مخطط (1): عملية التحليل في التحويل المويجي المقطع ذي البعدين

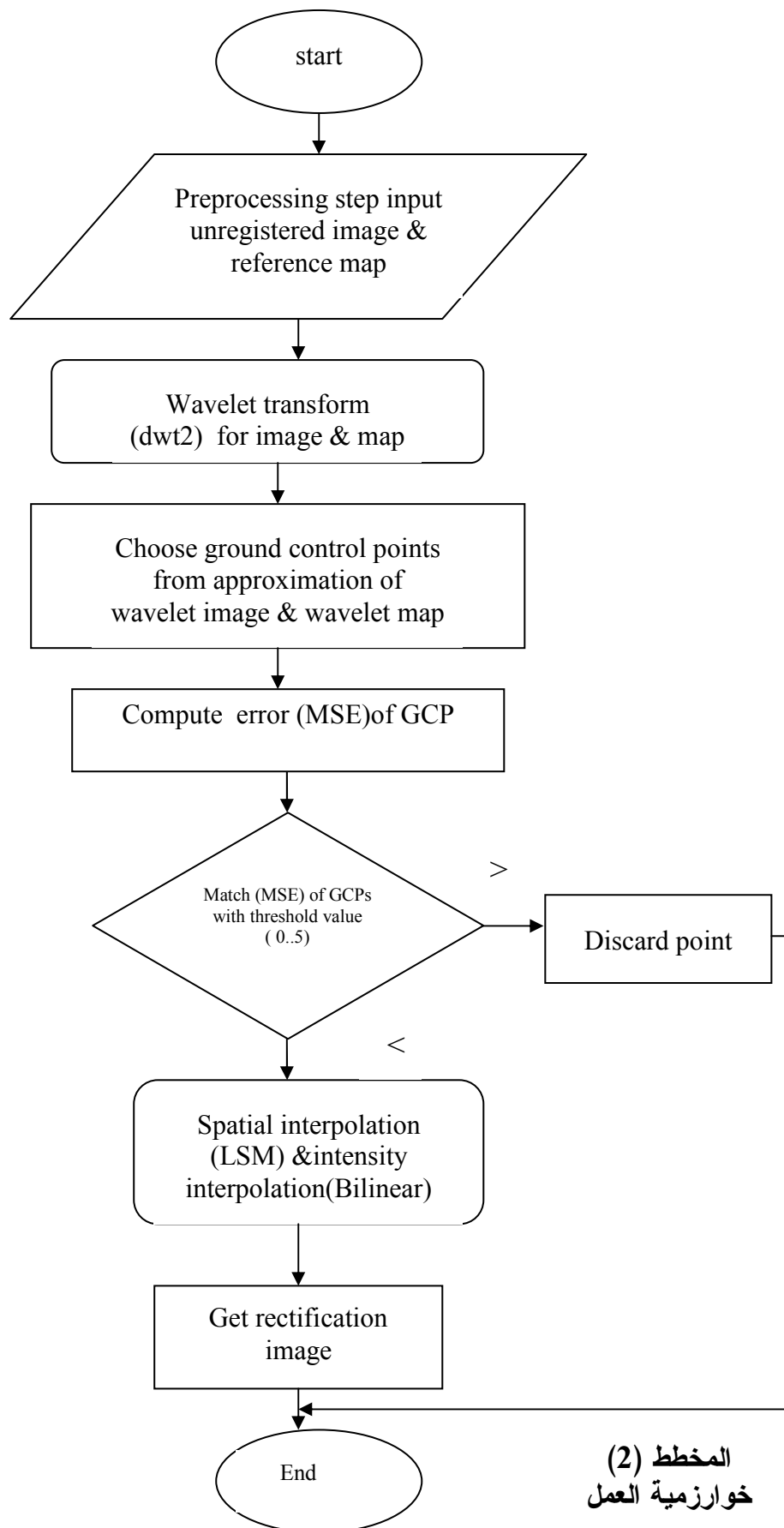


الشكل (1)

حزم التحليل الناتجة عن مرحلة التحليل المويجي لمستوى واحد

2- الخطوات العملية لتنفيذ البحث:

تم في هذه الدراسة عمل برنامج لإجراء المعالجة الرقمية، إذ تم الاستعانة بنظام matlab 7.0 في كتابة وتنفيذ البرنامج لما تمتاز به برمجياته من كفاءة في معالجة الصور الرقمية لاحتوائه على دوال مكتوبة ووسائل معالجة رقمية (image processing tool box) تسهل التطبيق العملي. تضمنت الخطوات العملية لتنفيذ الدراسة المقترحة المراحل الآتية، لاحظ المخطط (2) :



المرحلة الأولى :

تضمنت هذه المرحلة إدخال خارطة جبل سنجار ذات مقياس 1:100000 إلى جهاز الماسح الضوئي (scanner scan mustek) ذي قدرة تمييز (9600 dpi) ليتم معاملتها كصورة رقمية، وإدخال الصورة الفضائية غير المصححة للمنطقة نفسها وقراءتها، مع الأخذ بنظر الاعتبار اختلاف الإحداثيات ما بين الصورة والخارطة، لاحظ الشكل (2).



الصورة الفضائية لجبل سنجار



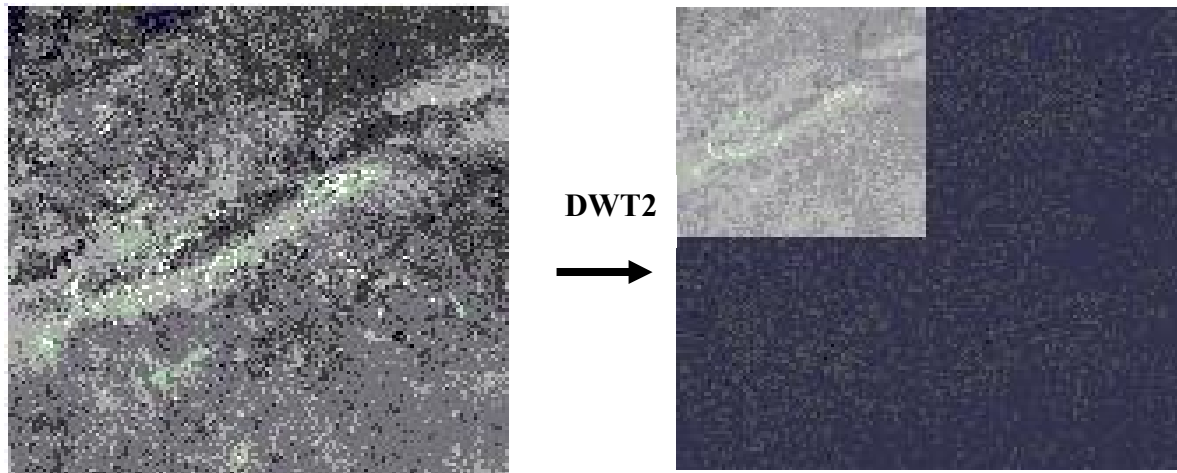
خارطة جبل سنجار

الشكل (2)

الخارطة الطبوغرافية والصورة الفضائية لمنطقة جبل سنجار

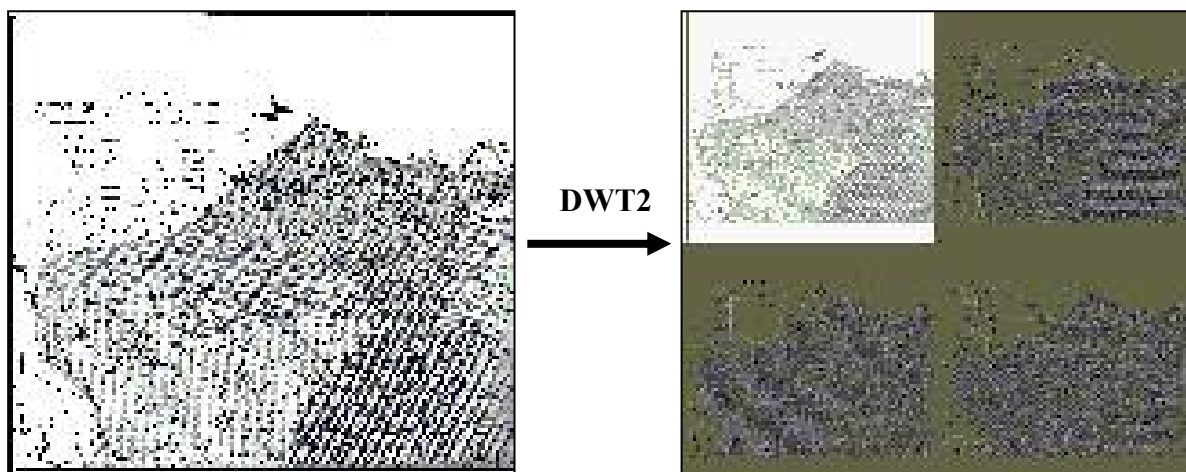
المرحلة الثانية:

تم في هذه المرحلة تطبيق تقنية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين ولمستوى واحد من التحليل على كل من الصورة غير المصححة والخارطة، إذ تمت عملية التحويل المويجي على البيانات الداخلة لمستوى واحد من التحليل، لاحظ الشكلين (3) و (4).



الشكل (3)

الصورة الفضائية لجبل سنجار عند مستوى واحد من التحليل

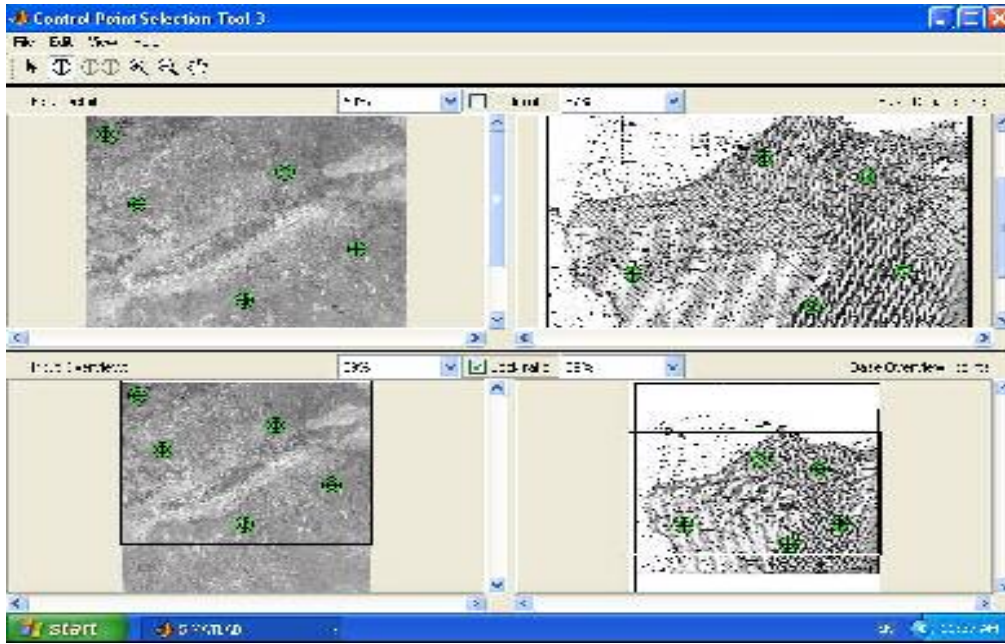


الشكل (4)

خارطة جبل سنجار عند مستوى واحد من التحليل

المرحلة الثالثة:

تضمنت هذه المرحلة اختيار نقاط السيطرة (GCPs) في كل من الخارطة والصورة الناتجتين من المرحلة السابقة، إذ تمت عملية اختيار النقاط تحديداً في الحزمة الأولى من التحليل (LL) التي تتركز فيها المعلومات الواضحة للصورة . تم اختيار (20) زوجاً من النقاط موزعة على كل من أجزاء الخارطة والصورة بحيث تكون كل نقطة في الخارطة مقابلة لمثيلتها في الموقع في الصورة، بالاستعانة بايعازات مكتبة الماتلاب، لاحظ الشكل (5) تم أخذ النقاط من مواقع ثابتة وواضحة المعالم كالطرق الرئيسية والمعالم الواضحة بحيث تكون سهلة التمييز في كل من الصورة والخارطة (Octec,2005)، مما يسهل عملية التصحيح للصورة .



الشكل (5)

آلية اختيار نقاط السيطرة على الصورة والخارطة معاً

المرحلة الرابعة:

تم في هذه المرحلة إجراء نوعين من التحليلات على نقاط السيطرة المختارة، الأول التحليل المكاني (spatial interpolation) والثاني تحليل شدة الكثافة (intensity interpolation) (R. Jensen, 2005). ففي النوع الأول تم إجراء التحليل الإحصائي على النقاط المرشحة وعددها (20) باستخدام طريقة المربعات الصغرى (LSM). إذ تعد هذه الطريقة أفضل أسلوب لتحديد انحراف النقاط عن نموذج الانحدار الخطي البسيط لمعادلة الانحدار إلى أدنى حد ممكن (الراوي، 1987)، إذ تم ترشيح النقاط بحساب نسبة الخطأ لكل نقطة (I.F.R, 2005)، ومقارنة القيمة الناتجة مع قيمة العتبة المنتخبة والمقدرة بـ (0.5)، فإذا كانت كل قيمة لنسبة الخطأ المحسوبة وكما موضح في المعادلة رقم (1) أكبر من 0.5 فإن النقطة المختارة تهمل ولا يتم أخذها بنظر الاعتبار، لأن ذلك يسبب تشويه hW في الصورة ويبعد إمكانية الوصول إلى الدقة المطلوبة من عملية التصحيح لها (R.jenson, 2005)، لاحظ الجدول (1).

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} [(x', y') - (x, y)]} \dots\dots(1)$$

حيث تمثل :

N: العدد الكلي للنقاط المختارة .

(x,y): نقاط الخارطة.

(x',y'): نقاط الصورة المهيأة للتصحيح.

الجدول (1)

مقياس نسبة الخطأ (MSE) لكل النقاط المختارة

No. points	Point1	Point2	Point3	Point4	Point5	Point6	Point7	Point8	Point9	Point10
MSE value	0.58	0.6	0.3	0.22	0.45	0.8	0.4	0.44	0.21	1.3
No. points	Point11	Point12	Point13	Point14	Point15	Point16	Point17	Point18	Point19	Point20
MSE value	0.8	0.15	0.66	1.8	0.14	0.56	1.01	0.12	0.75	0.801

وبما أن الإحداثيات مابين الصورة المراد تصحيحها والخارطة مختلفة ، فقد تم أخذ النقاط التي كانت قيمة نسبة الخطأ المحسوبة لها أقل أو مساوية لقيمة العتبة المنتخبة لتكون هي النقاط المرشحة لعملية التصحيح وقد كان عددها تسع نقاط، الجدول (2). تم تطبيق طريقة المربعات الصغرى لتوحيد إحداثيات النقاط مابين الخارطة والصورة وذلك باستخدام معادلة الانحدار الخطي ليكون الإدخال لها نقاط الصورة مرة بدلالة الاحداثي (x') للصورة وإخراج ما يقابله بالاحداثي (x) للخارطة ومرة أخرى بدلالة الاحداثي (y') للصورة وإخراج ما يقابله بالاحداثي (y) للخارطة (R.jenson,2005) .

الجدول (2)

قيمة نسبة الخطأ المعيارية للنقاط المرشحة للتصحيح

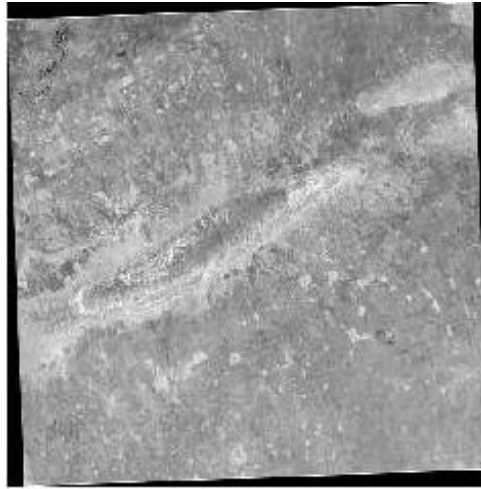
No. points	Point 3	Point 4	Point5	Point7	Point8	Point9	Point12	Point15	Point18
MSE value (<=0.5)	0.3	0.22	0.45	0.4	0.44	0.21	0.15	0.14	0.12

المرحلة الخامسة :

بعد أن تم التحليل الإحصائي بتحديد مواقع النقاط المرشحة للتصحيح في المرحلة السابقة، ولكي تكون النقاط في الموقع والاحداثي الصحيح في الصورة الناتجة (المصححة)، تم في هذه المرحلة إيجاد شدة الإضاءة والمكان المحدد لكل نقطة في الصورة وذلك باستخدام طريقة الـ Bilinear التي تضمنت أخذ أربع نقاط القريبة من مواقع إحداثيات كل نقطة مرشحة (x', y') ومن ثم حساب متغير جديد يحمل شدة إضاءة جديدة للنقطة المذكورة بإيجاد أقرب مسافة مابين أربع نقاط قريبة منها، بحيث تمثل الإحداثيات في الموقع الصحيح للنقطة (x', y') (R.Jenson, 2005).

المرحلة السادسة:

تضمنت هذه المرحلة حساب نسبة الخطأ الكلية بين كل من نقاط الصورة الأصلية والصورة الناتجة (المصححة) حسب المعادلة (1)، فكانت قيمة الخطأ المحسوبة مساوية لـ 0.121، لاحظ الشكل (6) .



الشكل (6)

الصورة الفضائية المصححة لمنطقة جبل سنجار بنسبة خطأ 0.121

الاستنتاجات

تم في هذا البحث تطبيق تقنية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين على كل من الصورة الفضائية والخرطة لمنطقة جبل سنجار، وقد تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية عند عملية تنفيذ خوارزمية البحث:

إن تطبيق تقنية التحويل المويجي واحد أنواعه المذكور انفاً يعتبر أداة كفوءة في التنفيذ العملي للخوارزمية، لما له من ميزات تساعد في تسهيل معالجة البيانات الصورية. إذ تتمركز المعلومات المهمة والواضحة للصورة في الحزمة الفرعية الأولى من المستوى الأول من التقسيم وقد تضمن البحث اجراء التحويل المويجي لمستوى واحد من التحليل على الصورة والخرطة مما سهل عملية اختيار نقاط السيطرة .

كما أن اختيار اكبر عدد ممكن من النقاط موزعة على أجزاء الصورة والخرطة كافة ساعد في تكوين النموذج الإحصائي لتحديد الموقع الصحيح للنقاط بعد اجراء التحليل المكاني (spatial interpolation) الذي تمثل في استخدام طريقة المربعات الصغرى كأفضل أسلوب إحصائي لتحديد انحراف النقاط عن نموذج الانحدار الخطي البسيط لمعادلة الانحدار التي عبرت عن النقاط التي مثلت الصورة الناتجة (المصححة) إلى أدنى حد ممكن والذي يرافقه تحليل الكثافة (intensity interpolation) لبيان كثافة شدة الإضاءة للخلية الصورية (pixel).

المصادر العربية

- 1- الرواي، خاشع. 1987. المدخل الى تحليل الانحدار، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل /العراق .
- 2-AL-Ani, Fatin.Aziz, 2005: Image processing by using EZW method. M.Sc.Thesis, college of sciences, university of mosul-74P.
- 3- Salehi و B. and M .J.Valadan Zouj, 2004. Wavelet spectral Analysis for Automatic Reduction of hyper spectral imagery, Technology –Image processing, GIS development.

- 4-I.F.R., 2005. Image fusion research, Image registration, University of Alaska, Arcturus Bioscience Inc.
- 5-J.-L. Strack, F. Murtagh and A.Bijaoui, 1998. Image processing and data analysis, copy right by combridge university, 286 P.
- 6-Mallat .S.G., 1989. Atheroy for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.11, No.7, pp.674-693.
- 7-Octec, 2005: Image mosaic functionality of image processors for real time video image processing, image enhancement conversion handling by image processor Copy Right R, octec. Ltd.
- 8-Quba, Abdul-Rahman.R.A.K, 2001. Multispectral image fusion using wavelet transform. M.Sc. Thesis, computer science Dept., college of science, university of Mosul, 82P.
- 9-R., Jenson, Jhone, 2005: Introductory digital image processing, remote sensing perspective, copy right by prentice-hall, 379P.
- 10-S.Own., Hala, 2006. An efficient image registration algorithm based Q-shift complex wavelet transform (Q-Shift CWT), Available at: <http://www.icgst.com>
- 11-Valens, C., 2004. Embedded zero tree wavelets encoding. Available at: http://www.techonline.com/community/ed_resource/tech_paper/22463.