

Discrimination Features by Wavelet Transformation

Faten A. Mustafa Turkan A. Khalil Almas A. Khalil
Remote Sensivity Center College of Engineering College of Basic Education
University of Mosul

Received on: 18/02/2008

Accepted on: 03/09/2008

ABSTRACT

Recently, techniques and applications in space data processing it's and study characteristics in different areas and applications such as remote sensing study of land use, land cover and geological applications are increased.

The research contained study and application of technical wavelet transformation to highlight information packages statement space for Mosul Dam and extracting ground obvious manifestations of this region by applying the classification on the wave beam generated.

The results showed that the classification of images resulting from the wavelet transformation was accurate and of high amount (%96.715) compared to the results of the classification of non-original images using the improved wavelet transformation, with the accuracy of the classification (%92.652) and to obtain a clear picture parameters for the study of high quality. especially when discrimination features such as terrestrial lake, the body of dams and residential areas in addition to discrimination agricultural areas, the classification algorithm, which was used in this study, is an algorithm of Mahalanobis Distance.

Keywords: Discrimination Features, Wavelet Transformation, Algorithm of Mahalanobis Distance.

تميز المظاهر الأرضية باستخدام التحويل المويجي

فاتن عزيز مصطفى تور كان احمد خليل الماس احمد خليل
مركز التحسس النائي كلية الهندسة كلية التربية الأساسية
جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2008/9/3

تاريخ استلام البحث: 2008/2/18

الملخص

ترايدت في الأونة الأخيرة التقنيات والتطبيقات المتعددة في معالجة البيانات الفضائية ودراسة خصائصها في مختلف مجالات التحسس النائي وتطبيقاته مثل دراسة استخدام الأراضي والغطاء الأرضي والتطبيقات الجيولوجية.

تضمن البحث الحالي دراسة تقنية التحويل المويجي وتطبيقه في إبراز معلومات حزم البيان الفضائي لمنطقة سد الموصل واستخراج المظاهر الأرضية الواضحة لهذه المنطقة بتطبيق آلية التصنيف الموجه على الحزم الناتجة.

إذ أظهرت نتائج التصنيف للصور الناتجة من مرحلة التحويل المويجي دقة عالية للصورة مقدارها (96.715%) مقارنة بنتائج التصنيف للصور الأصلية غير المحسنة باستخدام التحويل المويجي، إذ كانت دقة التصنيف (92.652%) والحصول على صورة واضحة المعالم لمنطقة الدراسة ذات جودة عالية. خاصة عندما تم تمييز المظاهر الأرضية مثل البحيرة وجسم السدود والمناطق السكنية فضلاً عن تمييز المناطق الزراعية ، وخوارزمية التصنيف التي تم استخدامها في هذه الدراسة هي خوارزمية Mahalanobis Distance.

الكلمات المفتاحية: تمييز المظاهر، التحويل المويجي، خوارزمية مسافة Mahalanobis.
المقدمة:

تعد طرائق المعالجة الرقمية من الطرائق المهمة في تحسين الصور وإظهار المعلومات بشكل أفضل، وذلك عن طريق تحسينها واستخلاص المعلومات منها، وتتنوع هذه الطرائق حسب الغرض والهدف من تطبيقها (Richards and Jia, 2006)، ولكن مهما تكن الأهداف فإنها في النهاية تستهدف في تسهيل المعلومات من الصورة واستخلاصها.

وتعتمد طرائق المعالجة الرقمية لمعطيات التحسس النائي على متطلبات العمل والهدف من الدراسة، فمثلاً في الدراسات التي تختص بتصنيف استخدامات الغطاء الأرضي تستخدم خوارزميات التصنيف الآلي (Jensen, 2005) (Stein et al., 2002). والغرض من خوارزميات التصنيف هي تقسيم الصورة إلى عدد من الفئات (classes) تمثل كل فئة منها ظاهرة محددة من سطح الأرض (Stein et al., 2002). ويقصد بتحديد الفئات المطلوبة تحديد عدد من ظواهر سطح الأرض المطلوب اشتقاقها من المرئية الفضائية.

يعتبر التحويل المويجي من التحويلات الحديثة التي استخدمها الباحثون استخداماً كبيراً في مجال معالجة معطيات التحسس النائي (Idaho, 2006)، واستحوذ على الاهتمام لملاءمته لعدد كبير من التطبيقات وعمليات معالجة الصور الرقمية، لخاصيته المعتمدة على أسلوب التحليل المتعدد التفاصيل (Multi Resolution Analysis)، حيث انه يتعامل مع الصور من خلال التفاصيل التي تنتج عن تحليل الصورة إلى عدة مستويات (Al-Ani, 2005)، كما أن له ميزة في ملاءمته للتطبيق العملي على الحاسوب الرقمي (Qub'a, 2001).

تم في هذا البحث استخدام تقنية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين على الحزم الفضائية، مما أدى إلى الحصول على نتائج جيدة في إخراج دقة عالية في عملية التصنيف للمنطقة بشكل واضح.

تضمن البحث دراسة المظاهر الأرضية واستكشافها حول منطقة سد الموصل بأخذ الحزم الفضائية بواسطة المتحسس الحراري (TM) المحمول على القمر الصناعي لاندسات (Landsat 5). إذ شملت الدراسة جميع الحزم الفضائية ماعدا الحزمة السادسة وذلك لاختلاف قدرة التمييز المكانية.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى زيادة نسبة تمييز المظاهر الأرضية للصور المتعددة الأطياف المأخوذة بالمتحسس (TM) لمنطقة سد الموصل باستخدام التحويل المويجي المقطع ذي البعدين. وتحسين المعالم الأرضية وإبرازها حول منطقة الدراسة بشكل واضح، وتهيئتها لمرحلة التصنيف باستخدام إحدى أفضل طرائق التصنيف الموجه وهي خوارزمية Mahalanobis Distance (Griguob, 1999)، (Khaleel, 2007).

وتحديد مناطق التدريب ومن ثم تقييم كفاءة التصنيف عن طريق حساب دقة تصنيف كل صنف (accuracy) والدقة الكلية (overall accuracy) (Tso and Mather, 2001). وإجراء عملية التصنيف للحصول على صورة تمثل إبراز معالم الغطاء الأرضي (Land Cover) لمنطقة الدراسة.

متطلبات العمل:

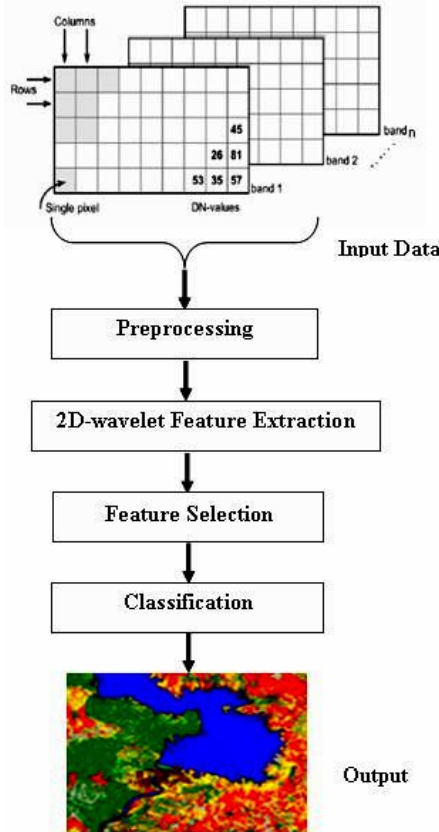
عند إجراء أية دراسة من الضروري توفير المستلزمات الضرورية واللازمة للتطبيق العملي، ففي مجالات التحسس النائي تعد كل من الصور الجوية والمرئيات الفضائية من أهم مصادر المعلومات الواجب توافرها عند إجراء أية دراسة للبيانات (Richards and Jia, 2006). إذ أن لكل نوع من هذه المصادر خصائص وميزات تستخدم في تطبيقات متعددة وحسب الغرض، وإن الاختلاف في الحزم الطيفية يعطي نتائج أفضل. فلو استخدمت جميع هذه الحزم الطيفية المتنوعة في دراسات مثل استخدام الأراضي وتصنيف الغطاء الأرضي لأعطت أدق مما لو استخدمت كل حزمة على حدة وذلك لأن تنوع الحزم يعطي معلومات طيفية أكثر عن الغطاء الأرضي (Xu and Gong, 2007). فالمعلومات التي نحصل عليها من كل حزمة على حدة من المتحسسات المختلفة تشكل جزءاً بسيطاً من المعلومات الحقيقية الموجودة على سطح الأرض.

تضمن البحث الحالي دراسة الصورة الفضائية المتعددة الأطياف المأخوذة لمنطقة سد الموصل المأخوذة عن طريق المتحسس (TM) المحمول على القمر الصناعي Landsat والتي تضم سبعة أطوال موجية مختلفة وبدقة تمييز 30م (عدا الحزمة الحرارية TM6 وبتميز 120م) والذي تم استبعاده في هذا البحث لاختلاف دقة تمييزه عن باقي الأطوال الموجية). تم تنفيذ خوارزمية العمل المقترحة وبرمجتها باستخدام كل من برمجيات (Matlab7.0) ولغة مايكروسوفت فيجول C++ (Visual C++ 6.0)، إذ تعتبر البرامج المذكورة من أفضل اللغات البرمجية لمعالجة الصور الرقمية وخاصة برنامج matlab 7.0. لما يمتلكه هذا البرنامج من إمكانيات قوية لتكوين برامج ذات ميزة GUI (Graphical User Interface) فضلا عن ذلك الدوال الكثيرة التي يتضمنها وقابليته في ربط البرامج الخاصة بالتصنيف التي تمت برمجتها بلغة Visual C++ 6.0. فالأجزاء التي تتعلق بعملية تحليل الصور بتطبيق تقنية التحويل المويجي تمت برمجتها باستخدام برنامج MatLab7.0، حيث تضمن برنامج التصنيف قراءة الصور الداخلة واختيار مناطق التدريب وتقييم كفاءة التصنيف. والشكل (1) يوضح بعض شاشات البرامج المستخدمة في هذا البحث.

مراحل التطبيق العملي للدراسة:

تم في هذا البحث اعتماد مراحل متسلسلة لبيان التطبيق العملي المعتمد لدراسة البحث،

وكما موضح في الشكل (1).



الشكل (1): مراحل التطبيق العملي

فيما يلي توضيح تطبيق كل مرحلة من المراحل التطبيق العملي:

1-المرحلة الأولى: (إدخال البيانات) Input Data

تمت في هذه المرحلة قراءة المرئيات الخاصة لمنطقة الدراسة والتي تمثل منطقة سد الموصل. والمرئيات هي صور متعددة الأطياف ملتقطة عن طريق المتحسس (TM Thematic Mapper) المحمول على القمر الصناعي Landsat-5. والجدول (1) يمثل خصائص الصور المستخدمة في هذا البحث.

وقد تم استخدام الحزم (1,2,3,4,5,7) واستثناء الحزمة السادسة لاختلاف دقة تمييزها. وبأحجام متساوية (512×411) وحدة صورية ومن نوع (BMP). والشكل (2) يبين حزم البيانات الفضائية المستخدمة.

الجدول (1): خصائص المرئيات الفضائية TM

رقم الحزمة (Band)	طول الموجة (Wavelength μm)	اسم المحل الطيفي (Nominal Spectral location)	دقة التمييز (IFOV)
1	0.45-0.52	Blue	30m
2	0.52-0.60	Green	30m
3	0.63-0.69	Red	30m
4	0.76-0.90	Infrared	30m
5	1.55-1.75	Near-Infrared	30m
7	2.08-2.35	Mid-Infrared	30m



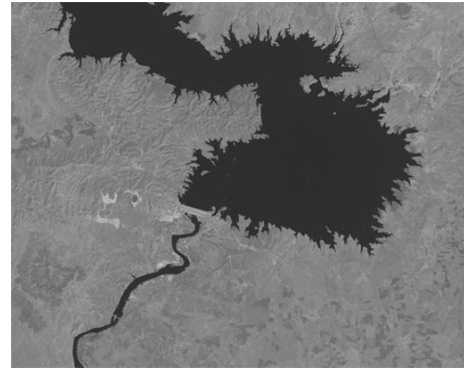
TM1



TM2



TM3



TM4



TM5



TM7

الشكل (2): البيانات الفضائية لمنطقة الدراسة

Preprocessing

2-المرحلة الثانية: (المعالجة الأولية)

تحتاج اغلب البيانات الفضائية الملتقطة الى مجموعة معالجات اولية بسبب حدوث خطأ من قبل المتحسس اثناء عملية الالتقاط كأن يكون تشويه (noise) في معالم البيان أوفقدان إحدى مناطق البيان المأخوذ بسبب حدوث عطل في المتحسس خلال عملية مسح البيان الفضائي المأخوذ. بالرغم من أن الصور المستخدمة في هذه الدراسة لاتحتوي على ضوضاء ولكن استخدام نوع خاص من المرشحات مثل مرشح كابور (Gabor Filter) أعطى نتائج أفضل في تحسين و ابراز المعالم الارضية المختلفة والتي تمثل محور الدراسة. إذ تم استخدام مرشح كابور ذي البعدين (2D Gabor Filter) كأحد مرشحات التحويل المويجي والذي له ميزة وكفاءة في تجميع المعلومات المحلية للصورة بشكل مثالي وقابليته في الوصول الى الحد الأدنى لالوجه التشابه مابين الحيز المكاني والحيز الترددي للبيانات الداخلة (Yang and Lishmam, 2003). والمعادلة (1) تمثل دالة كابور ذات البعدين (2D Gabor) (Nixon and Aguado, 2002).

$$g_{w2D}(x, y) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}\right)} e^{-j2\pi f_0((x-x_0)\cos(\theta) + (y-y_0)\sin(\theta))} \quad \dots(1)$$

حيث تمثل كل من :

X_0, Y_0 : نقاط سيطرة .

X, Y : احداثيات الصورة.

f_0, α : السيطرة على التردد

θ : الاتجاه.

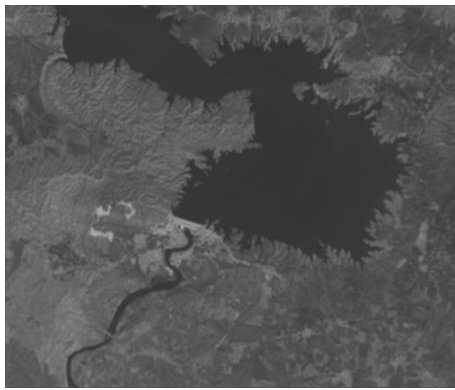
مما سهل الحصول على تمييز واضح للمعالم المختلفة في منطقة الدراسة الشكل رقم(3) يوضح نتائج تطبيق مرشح كابور على المرئيات.



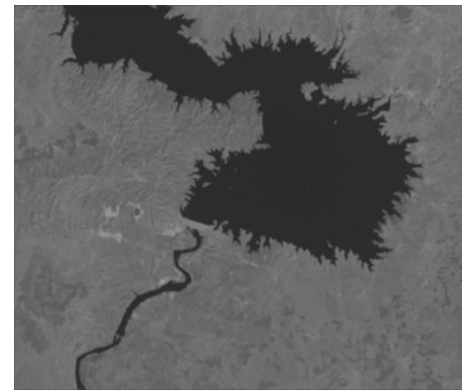
GF1



GF2



GF3



GF4



GF5



GF7

الشكل (3): نتائج تطبيق مرشح كابور على البيانات الفضائية لمنطقة الدراسة

3- المرحلة الثالثة: (التحويل المويجي) Wavelet Transform

تم في هذا البحث تطبيق تقنية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين (2D- Discrete Wavelet Transform) باستخدام مرشح (Sym4)، إذ يساعد هذا المرشح على زيادة تناظر معاملات الصورة مع بعضها وبطريقة بسيطة جداً وحسب الترتيب (N) الممثل هنا بالمرشح الرابع (Matlab Toolbox). وتم تحليل البيانات الداخلة إلى المستوى الثالث من التحليل، ويعتمد اختيار مستوى التحليل على دقة البيانات المطلوب استخلاصها من الصورة. حيث انه كلما زاد مستوى التحليل زادت دقة التمييز (Khaleel, 2007)، وذلك بسبب توزيع المعاملات في الحزم ويتم من خلال ذلك تحديد المعاملات المهمة في حزم الترددات العالية وتمركز الطاقة في حيز (الفضاء-التردد) (Space-Frequency) (Al-Ani, 2005) الأمر الذي يؤدي إلى سهولة مرحلة التصنيف.

4- المرحلة الرابعة: (اختيار نماذج التدريب) Selection of Training Area

تعد هذه المرحلة من أهم المراحل التي تسبق التصنيف الموجه (Zheng and He, 2005)، لان نتائج التصنيف تعتمد على كمية المعرفة الأولية لدى المفسر. وهذه المعرفة ممكن أن تكون معلومات حقلية أو خرائط لمنطقة الدراسة. إذ تم تكوين الصورة الملونة الكاذبة (False Color Composite) على الحزم الثلاثة (RGB 7,4,1) بالتعاقب، واختيار نماذج للتدريب المصنف (samples). وقد تم اختيار سبعة أصناف مختلفة توضح الغطاء الأرضي (Land Cover) في منطقة الدراسة. والجدول (2) يوضح الأصناف المختارة، وذلك لأن المعلومات الحقلية لمنطقة الدراسة تشير إلى وجود هذه الأصناف.

الجدول (2): أصناف الغطاء الأرضي المختارة لمنطقة سد الموصل

رقم الصنف (Class No.)	الغطاء الأرضي Land Cover
1	بحيرة السد وقناة نهر دجلة
2	جسم السد ومناطق كونكريتية
3	حقول زراعية
4	مناطق رطبة
5	مكاشف صخرية
6	المنطقة السكنية
7	مناطق زراعية متروكة

5-المرحلة الخامسة:(التصنيف الموجه) Supervised Classification

تم في هذه المرحلة تصنيف الحزم الطيفية المحسنة بالاعتماد على نماذج التدريب المختارة في المرحلة السابقة، وباستخدام المصنف الأكثر استخداماً في مجالات تطبيقات التحسس النائي المختلفة وهو مصنف Mahalanobis Distance (Griguolo, 1999) (Khaleel, 2007). ومن ثم قياس كفاءة التصنيف عن طريق حساب دقة التصنيف لكل صنف ودقة التصنيف الكلية (Tso and Mather, 2001) باستخدام المعادلة (2).

$$D^2 = (X - \mu_c)^T Cov_c^{-1} (X - \mu_c) \quad \dots(2)$$

حيث ان:

D^2 : دالة التمييز (Mahalanobis distance)

c : الصنف (class)

X : قيمة وحدة اللون او الخلية الصورية (Pixel)

μ_c : المعدل

Cov_c : معدل التباين

وقد تم تطبيق خوارزمية التصنيف الموجه على الحزم مرتين، الأولى عند عدم مرورها بمرحلة التحويل الموجي، والثانية بعد مرورها بمرحلة التحويل الموجي. لاجراء مقارنة بين الحالتين وكما موضح في الجدول (3) الذي يوضح دقة الأصناف والدقة الكلية للصور الأصلية والصور التي مرت بمراح التحويل الموجي. حيث يلاحظ ان هنالك اصنافاً فصلت تفصيلاً كاملاً مثل المناطق السكنية التي تم فصلها عن المناطق الزراعية المتروكة، إذ تبين من النتائج المستحصلة من هذا المصنف ان دقة التصنيف في كل صنف ودقة التصنيف النهائية (overall accuracy) (96.715%). مقارنة بدقة التصنيف (92.652%) الناتجة من تطبيق التصنيف الموجه للصور التي لم تمر بمراحل التحويل الموجي، الشكل (6).

الجدول (3) : دقة التصنيف للصور الرئيسية والصورة باستخدام التحويل المويجي

رقم الصنف	دقة التصنيف للصور الأصلية	دقة التصنيف بعد التحويل المويجي
1	99.405	99.777
2	84.746	90.678
3	87.289	93.568
4	80.9071	93.317
5	98.666	99.667
6	98.876	100
7	98.675	100
الدقة الكلية Overall	92.652	96.715

الاستنتاجات:

تبين من الدراسة الحالية للبحث أن تقنية التحويل المويجي أداة فعالة وذات كفاءة في مجالات معالجة الصور الرقمية المختلفة. إذ أن ميزة التحليل المتعدد التفاصيل لهذه التقنية زاد من كفاءة أدائها في هذا البحث، وذلك من خلال تحليل الصور المستخدمة إلى المستوى الثالث، فكلما زاد مستوى التحليل للصورة زادت وضوحية المعالم الأساسية للصور الداخلة إلى عملية التحليل. مما يؤدي إلى سهولة المرحلة الثانية من المعالجة الرقمية التي تلي عملية التحليل وفي هذا البحث تم استخدام طريقة التصنيف الموجه في تمييز المظاهر الأرضية لمنطقة سد الموصل. إذ تبين من النتائج المستحصلة دقة التصنيف لكل صنف ودقة التصنيف النهائية. وتمت ملاحظة ذلك من خلال الجدول (3) قيم دقة التصنيف لكل صنف والدقة الكلية، إذ نلاحظ ان بعض الاصناف فصلت تفصيلاً كاملاً مثل المناطق السكنية التي تم تمييزها تمييزاً كاملاً من المناطق الزراعية المتروكة والمناطق التي تمثل حقولاً زراعية، وقد تضمن البحث مقارنة نتائج دقة التصنيف باستخدام التحويل المويجي مع دقة التصنيف باستخدام البيانات الفضائية الخام. وتبين من الدراسة أن هنالك زيادة عالية في دقة التصنيف عند استخدام التحويل المويجي.

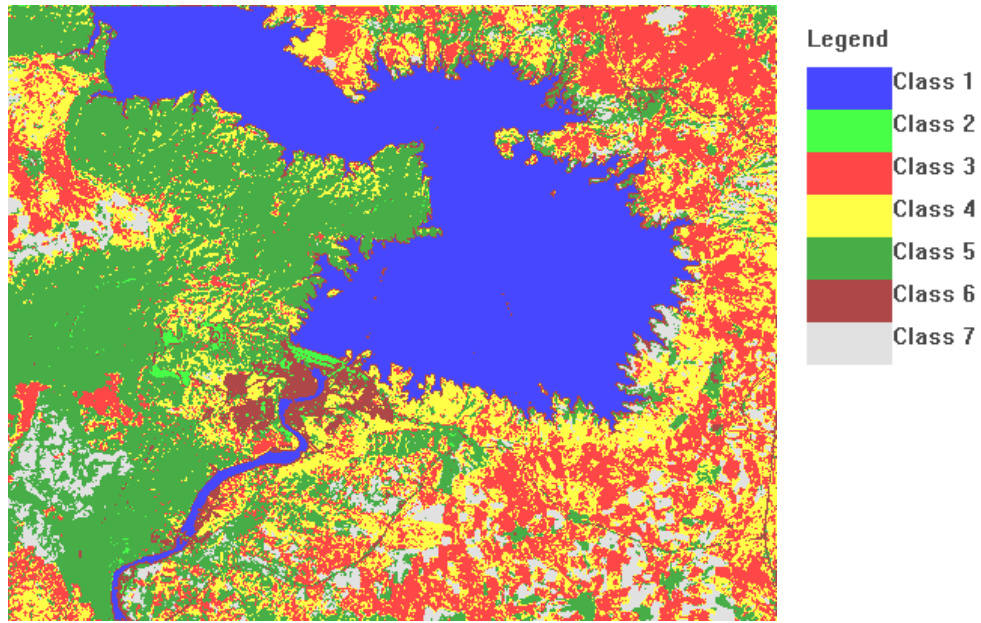
إذ أظهرت النتائج المستحصلة فرقاً واضحاً في نتيجة التصنيف ودقته لكل صنف للصور المستخدمة عند تطبيق عملية التحويل المويجي عليها، حيث كانت دقة التصنيف الكلية (overall accuracy) بمقدار (96.715%). في حين كانت دقة التصنيف الكلية المستحصلة للصور المستخدمة من دون عملية التحويل المويجي بمقدار (92.692%).

المصادر

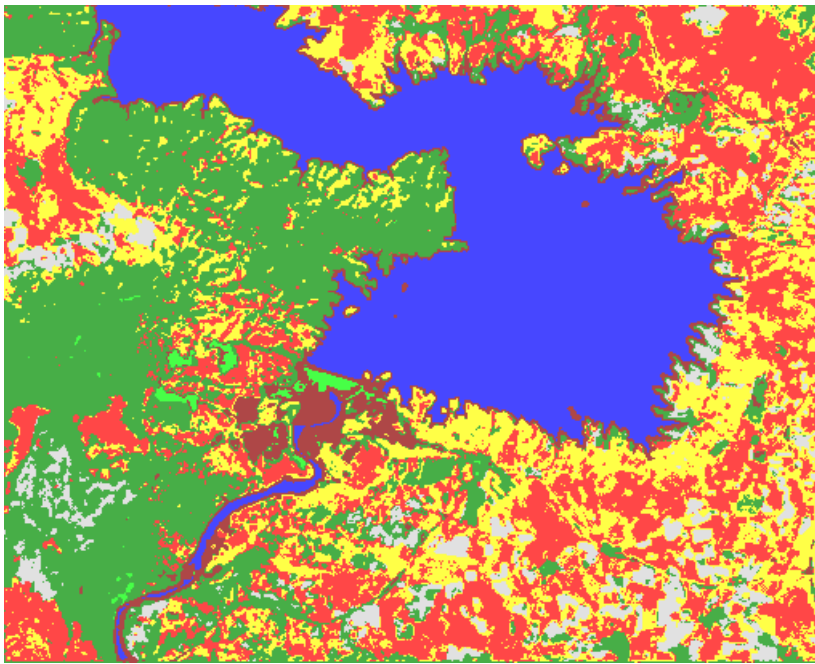
- [1] Al_Ani, F. A. R., 2005. Image Processing by using EZW Method, Unpublished M.Sc. Thesis, University of Msoul, pp.9-15.
- [2] Arora M. K., 2002. Land Cover Classification from Remote Sensing Data, The Asian GIS Magazine, GIS@ development, pp.1-3.
- [3] Griguolo, S., 1999. Land Cover Recognition: an Example of Knowledge-Base Classification, International Symposium on Remote Sensing and Integrated Technologies, ITU-TUBITAK, Istanbul, pp.183-194.
- [4] Jensen, J. R., 2005. Introductory Digital Image Processing. Parson Education, Inc. 526 P.
- [5] Khaleel, T. A., 2007. Land Use Classification Utilizing Thermal Band-Based on Wavelet Transform, research, Department of Computer Engineering, College of Engineering, Mosul University.
- [6] Nixon, M. S. and Aguado, A. S., 2002. Feature Extraction and Image Processing, 1st edition, Linace House, Jordan Hill Oxford OX28DP, pp. 60-62.
- [7] Qub'a A.R., 2001. Multi Spectral Image Fusion Using Wavelet Transform, Unpublished M.Sc. Thesis, University of Msoul, pp.1-85.
- [8] Richards, J. A. and Jia, X., 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction, 4th edition, Springer- Verlay Berlin Heidelberg, pp. 193-208.
- [9] Stein, A., Meer, F. V. D. and Gort, B., 2002. Spatial Statistics for Remote Sensing, Kluwer Academic Publishers, pp. 153-162.
- [10] Tso, B. and Mather P. M., 2001. Classification Methods for Remote Sensed Data, Taylor and Francis Inc. pp. 92-95.
- [11] Xu, B. and Gong, P., 2007. Land-use/Land-cover Classification with Multispectral and Hyperspectral Eo-1 Data, Photogrammetra Engineering & Remote Sensing Vol. 73, No. 8, pp. 955-965.
- [12] Yang, F. and Lishmam, J. R., 2003. Land cover Change Detection Using Gabor Filter Texture, Conference Proceeding of the 3rd International Workshop on Texture Analysis and Synthesis (Nice, Frane).
- [13] Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C. and Baue M.E., 2005. Land Cover Classification and Chang Analysis of the Twin Cities

(Minnesota) Metropolitan Area by Multitemporal Landsat remote Sensing, Remote Sensing of Environment 98, pp. 317-328.

- [14] Zheng, L. and He, X., 2005. Classification Techniques in Pattern Recognition, Conference Processing, ISBN 80-903100-8-7, UNION Agency-Science Pree, pp.1-2.



نتائج تصنيف الصور الأصلية



نتائج تصنيف الصور بعد التحويل المويجي
الشكل (6): نتائج التصنيف لمنطقة الدراسة