------ المجلة العراقية لعلوم الارض، المجلد 5، العدد 2، ص 64-77، 2005 ------

مقارنة نتائج طرائق التصنيف الرقمي ودقتها في تصنيف الغطاء الارضي لجزء من مدينة الموصل

ريان غازي ذنون البناء
مركز التحسس النائي
جامعة الموصل

(تاريخ القبول 2005/1/2 ، تاريخ القبول 2005/6/9)

الملخص

تم وضع وتنفيذ مخطط كفوء لطرائق التصنيف الرقمي يمكن تطبيقه على اية منطقة بشرط توفر مرئيات وصور متعددة الحزم الطيفية. تم تطبيق المخطط على صور جوية ملونة لجزء من مدينة الموصل وذلك لاستغلال قدرة التحليل المكاني الجيدة التي توفرها هذه الصور مقارنة بقدرة التحليل المكاني للمرئيات الفضائية المتوفرة. اثبتت النتائج كفاءة التصنيف الهجيني مقارنة بالتصنيف الموجه مما يدل على ضرورة الاهتمام باختيار النماذج الاولية للاصناف، كما بين المخطط اهمية كلا من التفسير البصري والتصنيف غير الموجه في عملية تعديل النماذج.

Comparison of Digital Classification Products and Its Accuracy in Land Cover Classification of a Part of Mosul City

Rayan Gh. Al-Banaa
Remote Sensing Center
Mosul University

ABSTRACT

An efficient scheme of digital classification methods was executed and implemented. The scheme can be applied to any area which contains multispectral images. The application of this scheme is depended on a colored aerial photograph of a part of Mosul City, due to the good spatial resolution of this type of data compared to the available satellite images. The results have proven the efficiency of hybrid classification compared to supervised classification. The study has also shown the importance of visual interpretation and the unsupervised classification in modifying the selected training areas.

المقدمة

يعد التصنيف الرقمي لمعطيات التحسس النائي من التقنيات الحديثة المعتمدة على الحاسوب، والتي تساهم في دراسة الغطاء الارضي من خلال تصنيفه، اعتمادا على دلائل خصائصه الطيفية بغية الوصول الى اعداد خرائط غرضية (Thematic maps). بدات هذه التقنية مع توافر المتحسسات المتعددة الاطياف (Multispectral Scanners System)المحمولة على متن الاقمار الاصطناعية في بداية السبعينات من القرن الماضي، اذ ان هذه المتحسسات لها القدرة على تصوير الأرض باكثر من حزمة طيفية لتنتج مايسمى بالمرئيات الفضائية، التي اقتصر التصنيف الرقمي عليها في تلك الفترة بسبب الصيغة الرقمية (Digital Format) التي تتمتع بها هذه المرئيات (Steinnocher, 2002).

ان عدم تطبيق التصنيف الرقمي على الصور الجوية في العقود الماضية يعود الى عدة اسباب اهمها الطبيعة غير الرقمية للصور الجوية وعدم توافر اجهزة الماسح الضوئي المتطورة والتي من خلالها يتم بسهولة تحويل الصور الجوية الورقية الى صور جوية مرقمة وبدقة مقبولة. ان معظم انواع هذه الاجهزة كانت من النوع اليدوي (Hand Held Scanners) التي تؤدي الى تشوهات هندسية في الصورة الناتجة الى جانب عدم توافر الصور الجوية الملونة بشكل دائم.

وفي الوقت الحاضر، تتوافر الكاميرات الملونة (الوان حقيقية او تحت حمراء) والمحمولة جوا والتي تنتج صورا جوية بقوة تمييز بصرية عالية وبالتالي تمكن المستخدمين من الوصول الى زيادة كبيرة في قوة التحليل المكاني لمظاهر سطح الارض مقارنتا بما تقدمه مرئيات الاقمار الاصطناعية الحالية. فضلا عن ان انتاج الصور الملونة الكاذبة والحقيقية من خلال هذه الكاميرات جاء متزامنا مع ظهور اجهزة الماسح الضوئي من نوع (Flat Bed Scanners) الامر الذي جعل تطبيق تقنيات التصنيف الرقمي على هذه الصور امرا ممكنا ومهما في الوقت ذاته. فبالرغم من اقتصار الصور الجوية الملونة على ثلاث حزم طيفية الا انها تتميز عن مرئيات الاقمار الاصطناعية نوع (Landsat و Spot) بكون قوة تحليلها المكاني تصل في بعض الاحيان الى (5) امتار وهذا يؤدي الى انتاج خرائط غرضية عالية الدقة اذا ما اخذ بنظر الاعتبار قوة التمييز المكاني للمرئيات الفضائية المتوفرة في مركز التحسس النائي والتي كانت تصل في افضل الاحوال الى (30 او 10) مترا. وفضلا عن اهمية خصائص الصور المستخدمة في وضع الخرائط الغرضية ذات الدقة العالية فان التصنيف الرقمي ايضا له تاثير فعال على دقة هذه الخرائط، كما ان مدى توافر المعطيات الاولية للاصناف الداخلة في التصنيف ودقة هذه المعطيات لها تاثير على دقة التصنيف وبالتالي على دقة الخرائط الغرضية.

تهدف الدراسة الحالية الى الاعتماد على وسائل المعالجة الرقمية في تفسير الصور الجوية من خلال استخدام عدة طرائق للتصنيف ومناقشة النتائج في كل طريقة بغية الوصول الى طريقة مثلى تكون بمثابة خطوات عمل يحتذى بها عند تطبيق عمليات التصنيف الرقمي على معطيات التحسس النائي.

مفهوم التصنيف الرقمي

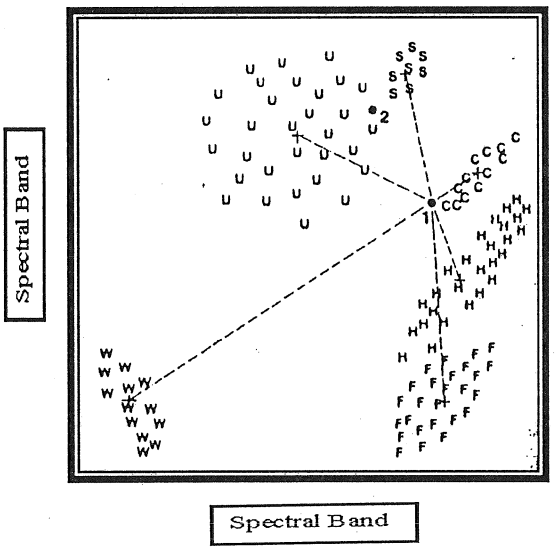
التصنيف الرقمي لمجموعة من المعطيات بمفهومه العام يعني تقسيم هذه المعطيات الى اصناف اعتمادا على درجة التقارب او التشابه بينها (Kemenade et al., 1999). بالنسبة للمرئيات الفضائية او الصور الجوية المرقمة لسطح الارض، يمكن تمثيل كل خلية صورية (Pixel) من هذه المرئيات او الصور الجوية المرقمة بنمط اتجاهي يسمى (Pattern Vector). وعليه فان عناصر هذا النمط تمثل انعكاسية السطح في الحزم الطيفية للمتحسس او الكاميرا المستخدمة في تصوير المشهد اذ تسمى هذه الانعكاسية بالبصمة الطيفية (Spectral Signature)، لذا فان التصنيف الرقمي لمعطيات التحسس النائي بمفهومه الخاص يعني تقسيم الانماط الاتجاهية الى اصناف اعتمادا على درجة تشابه او اختلاف البصمات الطيفية لاغطية سطح الارض (Al-Shumam, 2001).

يتم استخلاص التصنيف الرقمي لمعطيات التحسس النائي من خلال ثلاث طرائق. الاولى باخذ نماذج تمثل الاصناف المعروفة مسبقا ومن ثم مقارنة الانماط الاتجاهية بهذه النماذج ويسمى حينئذ بالتصنيف الموجه. وفي الطريقة الثانية يتم تقسيم الانماط الاتجاهية على اساس درجة تعنقدها (Clustering)حول بعضها في الفضاء المتعدد الابعاد دون تحديد مسبق لهوية الاصناف او نماذج هذه الاصناف ويسمى حينئذ بالتصنيف غير الموجه. وفي الطريقة الثالثة يتم استخدام الطريقتين الاولى والثانية بشكل متعاقب وذلك لتعديل وتصحيح نماذج الاصناف ومن ثم يتم اعادة الطريقة الاولى (التصنيف الموجه) باستخدام النماذج المصححة، ويطلق على هذه الطريقة بالتصنيف الهجيني. وفيما يلي توضيحا لكل من الطرائق الثلاثة من حيث مزايا ومساوئ وظروف تطبيق كل منها قبل مناقشة نتائج تطبيقها على منطقة الدراسة الحالية:

اولا :التصنيف الموجه:

يتطلب هذا النوع من التصنيف، معرفة مسبقة للمنطقة المطلوب تصنيفها لكي يتم اختيار مواقع عينات ممثلة لنمط معروف من غطاء الاراضي تدعى مناطق التدريب (Training areas) وذلك لوضع دليل تفسير عددي للمصنف المستخدم لكي يقوم بتصنيف الخصائص الطيفية لكل نمط من انماط المعالم المدروسة. اذ يمكن الحصول على مثل هذه المعلومات من مواقع معينة في المنطقة ذات نقاط دلالة لبعض الشواهد، اضافة الى ان الاعمال الحقلية او المصادر الاخرى كخرائط الاساس (Base map) تقوم بالمساعدة على اتمام عملية التصنيف الموجه (Mather, 1987). هنالك عدة طرائق للتصنيف الموجه تتحدد كفاءة كل منها من خلال حساب دقة التصنيف الناتج ووقت التنفيذ، ومن هذه الطرائق طريقة التصنيف باقصر مسافة عن المعدل (Minimum distance–to mean) اذ تمتاز هذه الطريقة بكونها لا تاخذ وقتا طويلا في العمليات التنفيذية فضلا على انها تتمتع بكفاءة جيدة من ناحية الدقة. يتم في هذه الطريقة حساب المتجه الوسطي (Mean vector) الذي يمثل المركز الهندسي (مركز ثقل) الاصناف

المـــراد تمييزهـــا، أي يـــتم تحديـــد المتجـــه الوســـطي لكـــل صـــنف فـــي المجـــال الطيفـــي (Lillesand and Kiefer,1987). يمكن توضيح هذه الطريقة تخطيطيا من خلال (الشكل 1) الذي يفرض وجود ستة اصناف مختلفة تم تحديد المتجه الوسطي الذي يمثل المركز لكل صنف من هذه الاصناف وقد اشير له بالرمز (+). اذا تم اعتبار ان قيمة كل وحدة صورية داخل الاصـــناف (U,S,C,H,F,W) هـــي عبارة عن نقطة احداثيات في المجال الطيفي والتي تمثل انعكاسية السطح في الحزم الطيفية المســـتخدمة، فبالتالي سوف يصبح من السهولة تصنيف أي وحدة صورية مجهولة الصنف الذي تنتمي اليه من خـــلال حساب المسافة بين قيمة هذه الوحدة الصورية وبين وسطي كل فئة من هذه الاصناف. يلاحظ من خـــلال (الشكل 1) انه لو تم اختيار وحدة صورية مجهولة يرمز لها بالرقم (1) وتم ايضا تحديد المسافة (الخطوط المتقطعة) بين قيمة هذه الوحدة الصورية وبين قيمة متوسط كل صنف من الاصناف الستة الموجودة، فعند حساب المسافات يتم الحاق الوحدة الصورية المجهولة بالصنف الاقرب وهو في هذه الحالة الصنف (C). ان مساوئ هذا النوع من التصنيف انه غير حساس لكثافة الصنف أي انه لاياخذ فـــي نظـــر الاعتبـــار الخصائص الاحصائية الاخرى للصنف مثل مصفوفة التباين ولهذا فان النمط الاتجاهي (2) في الشكل (1) سوف ينتمي الى الصنف (S) بالرغم من انه يقع ضمن المساحة التي يغطيها الصنف (U).



شكل 1:التصنيف بطريقة اقصر مسافة عن المعدل محور عن (Lillesand and Kiefer, 1987).

ثانيا : التصنيف غير الموجه:

يتم فيه اولا تصنيف معطيات الصورة وذلك بتجميعهـــا فـــي المجموعـــات او العناقيـــد الطيفيـــة (Spectral Clusters) القائمة في المجال الطيفي، ثم يحدد محلل الصورة هوية غطـــاء الارض (مرحلـــة التفسير) لهذه المجموعات الطيفية وذلك بمقارنة معطيات الصورة المصنفة بمعطيات ارضـــية مرجعيـــة (Kemenade et al., 1999). ويتبين مما سبق ان التصنيف غير الموجه لا يحتاج الى معطيـــات اوليـــة للتدريب اساسا للتصنيف كما في التصنيف الموجه وانما يتم فيه تطبيق بعض الخوارزميات التـــي تقـــوم

بتجميع الوحدات الصورية في الصورة بهيئة مجاميع او اصناف اعتمادا على قيم انعكاسها الطيفي. وتكمن اهمية هذا النوع من التصنيف بانه يظهر في بعض الاحيان (او يجلب انتباه المفسر الى) عدم كفاءة النماذج الاولية المستخدمة في التصنيف الموجه وخصوصا اذا كانت مصادر هذه النماذج قديمة بالنسبة الى تاريخ التقاط الصور بمعنى اخر ان التصنيف غير الموجه اذا ما استخدم بشكل صحيح فانه يظهر كفاءة معطيات التحسس النائي بشكل افضل من التصنيف الموجه الذي تعتمد نتائجه الى حد كبير على دقة النماذج الاولية (نماذج التدريب) المستخدمة.

وهنالك العديد من خوارزميات العنقدة واكثرها استخداما في التصنيف غير الموجه هي خوارزمية العقدة المبسطة وخوارزمية اقصى الادنى وخوارزمية معدل K- (K-mean) (Mather, 1987)، وتعد الطريقة الاخيرة (المعتمدة في الدراسة الحالية) الاكثر دقة ولكنها الاكثر استغراقا للوقت اثناء التنفيذ. اذ يتم تحديد عدد الاصناف مسبقا من قبل المفسر وتقوم الخوارزمية بايجاد مراكز العناقيد في المجال الطيفي لتمثل مراكز الاصناف وبعدئذ يتم تصنيف الانماط الاتجاهية على اساس المسافة الاقليدية (Euclidean Distance)، حيث يتم تنسيب النمط الى اقرب مركز صنف.

ان لكل من التصنيف الموجه وغير الموجه خصائصه وظروفه، ففي الغالب يطبق التصنيف الموجه عندما تتوفر معلومات وافية ودقيقة عن عدد وانواع الاصناف التي يتوقع تواجدها في منطقة الدراسة، وبغض النظر عن الخوارزمية المستخدمة في هذا النوع من التصنيف فان دقة نتائجه تعتمد الى حد كبير بدقة النماذج او المعطيات الاولية المستخدمة في التصنيف.

اما التصنيف غير الموجه فيطبق عادة عند عدم توفر او صعوبة توفير معلومات اولية عن انواع الاصناف في منطقة الدراسة ومهما اعتمدت الدقة في تحديد عدد هوية الاصناف في التصنيف الموجه فهذا لايعني بالضرورة بان جميع الاصناف قد شملت في التصنيف وهذا يعود الى سببين رئيسين. السبب الاول التقارب الطبيعي في البصمة الطيفية لبعض الاصناف مما لايسمح للعين البشرية في استلام التباين الضعيف بين الالوان وخصوصا اذا استنبطت النماذج الاولية بطرق التفسير البصري. والسبب الثاني اذا ما اعتمدت الخرائط السابقة في استنباط النماذج الاولية فهذا يعني اهمال التغيرات الطبيعية والبشرية الحاصلة في منطقة الدراسة خصوصا عند تصوير المنطقة. اما في التصنيف غير الموجه فان المشكلة تكمن في تحديد عدد الاصناف فعندما يكون هذا العدد كبيرا ربما تظهر اصناف كاذبة والعكس هو الصحيح عندما يكون هذا العدد قليلا ربما تهمل بعض الاصناف. ولغرض التغلب على هذه السلبيات ظهرت فكرة التصنيف الهجيني والتي تستهدف استغلال مزايا الطريقتين وبالتالي الاستغلال الامثل لمعطيات التحسس النائي.

ثالثا: التصنيف الهجيني:

تتمثل هذه الطريقة في اجراء التصنيف الموجه وغير الموجه بشكل متتالي على ان يكون عدد الاصناف في التصنيف غير الموجه اعلى من عدد الاصناف المحددة في التصنيف الموجه ومن ثم مقارنة نتائج تصنيف الطريقتين وذلك بمتابعة تغيير كل صنف من التصنيف الموجه في التصنيف غير الموجه. او بمعنى اخر يتابع كيف تظهر مناطق الصنف الواحد من التصنيف الموجه في التصنيف غير الموجه، فاذا ظهرت جميع المناطق بلون واحد فهذا يعني ان النماذج الاولية لهذا الصنف والمستخدمة في التصنيف الموجه دقيقة، اما اذا ظهرت مناطق الصنف الواحد من التصنيف الموجه بعدة الوان في التصنيف غير الموجه فيتوجب حينئذ اعادة او تعديل النماذج الاولية لذلك الصنف. أي انه يتم تعديل النمادج الاولية على ضوء نتائج النوعين من التصنيف وفي المرحلة الاخيرة يتم اعادة اجراء التصنيف الموجه باستخدام النماذج الاولية المعدلة.

تطبيق طرائق التصنيف على الصورة الجوية المرقمة لجزء من مدينة الموصل

لتطبيق طرائق التصنيف الرقمي على الصورة الجوية المرقمة لمدينة الموصل تم وضع مخطط للمراحل المختلفة لهذا التطبيق (الشكل 2). تم تنفيذ المراحل (3-9) باستخدام الحزمة البرمجية إزمك (Integrated Software of Multispectral Image Classification-ISMIC) (Al-Shumam, 2001). بينما تم تنفيذ المرحلة (2) باستخدام الحزمة البرمجية الخاصة بمعالجة الصور الرقمية (Adobe Photoshop).

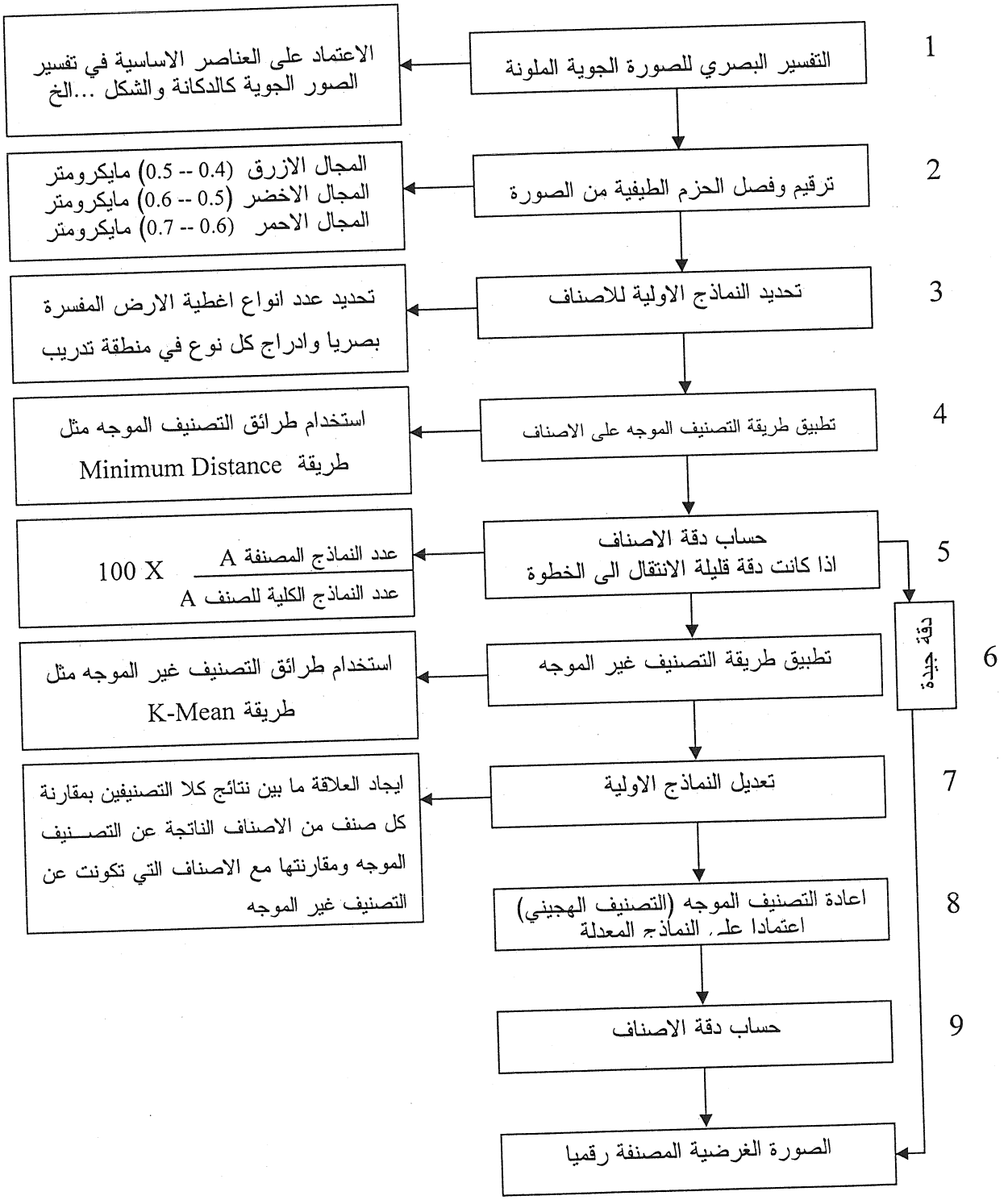
المرحلة الاولى: تفسير الصورة الجوية الملونة:

استخدم التفسير البصري في تفسير الصورة الجوية الملونة اعتمادا على العناصر الاساسية في تفسير معطيات التحسس النائي (Lillesand and Kiefer, 1987)، علما ان هذه الصورة تعد صورة ملونة حقيقية أي ان الالوان الظاهرة في الصورة هي نفس الالوان التي تظهر للعين البشرية في الحقل اللوحة (1). اسفرت نتائج التفسير البصري عن تحديد خمسة اصناف رئيسية وهي: مناطق المياه والمناطق السكنية والمناطق الرطبة ومناطق المواصلات ومناطق الاشجار والشجيرات.

المرحلة الثانية: ترقيم وفصل الحزم من الصورة الجوية الملونة:

تم ترقيم الصورة الملونة باستخدام الماسح الضوئي نوع (A4 Flat bed scanner)، وقد اختيرت قوة تحليل متوافقة مع قوة تحليل الصورة الجوية كما تم اختيار معاملات التحكم والسيطرة التي تؤدي الى الحصول على افضل صورة على الشاشة. حيث ان افضل صورة تمثل اقرب صورة الى الصورة الجوية المستخدمة.

وبعد ترقيم الصورة الملونة تم فصل الحزم الثلاثة باستخدام الحزمة البرمجية الخاصة بمعالجة الصور الرقمية Adobe photoshop من خلال الاختيار (View- Show Channels).



شكل 2: مخطط يوضح الخطوات المقترحة لإنجاز طرائق التصنيف الرقمي بدقة جيدة.

المرحلة الثالثة: تحديد النماذج الاولية للاصناف (مناطق التدريب):

في هذه المرحلة استخدمت الحزمة البرمجية إزمك التي توفر العديد من عمليات معالجة وتصنيف معطيات التحسس النائي وقد تم عرض الصورة الملونة اولا على الشاشة من الاختيار الخاص بعرض الصور (Disply).

اما عملية اختيار مناطق التدريب اللازمة لتنفيذ التصنيف الموجه فقد تم بشكل تفاعلي من خلال الاختيار (Interactive Selection of Training Area) الذي يوفر خيارات التكبير لتسهيل عمليات اختيار النماذج كما يوفر امكانية تحديد اكثر من منطقة لتمثيل النماذج الاولية للصنف الواحد اضافة الى تمتعه بالمرونة في اختيار حجم منطقة التدريب، اذ يمكن اختيار خلية صورية واحدة او اختيار مربع او مستطيل وبحجم متغير يشمل على عدد من مجاميع الخلايا الصورية. وتبعا لنتائج التفسير البصري اختيرت خمسة مناطق تدريب لخمسة اصناف ليتم بعدها خزن البصمة الطيفية للمناطق المختارة في ملف معلومات (Data file).

المرحلة الرابعة : التصنيف الموجه:

تم تنفيذ التصنيف الموجه باستخدام النماذج الاولية المستخلصة من المرحلة السابقة باستخدام اختيار (Supervised Classification- Minimum Distance) المتضمن في الحزمة البرمجية ازمك. اذ يتطلب تنفيذ التصنيف الموجه ادخال الحزم المستخدمة في التصنيف وهي ثلاثة حزم تم استخلاصها من الصورة الجوية الملونة في المرحلة (2). اذ تقوم الحزمة باستخدام ملف المعلومات النماذج الاولية المكونة في المرحلة السابقة، واللوحة (2) تمثل الصورة الغرضية الناتجة حيث ان كل لون يشير الى غطاء ارضي وكما مبين ادناه:

الصنف الاول: حدود نهر دجلة: يمثل مناطق تجمعات المياه، اذ يشكل نهر دجلة الغطاء الارضي الرئيسي لهذا الصنف.

الصنف الثاني: المناطق السكنية اوالحضرية: يمثل المناطق السكنية التي تلاحظ في الاجزاء العليا والسفلى من االصورة.

الصنف الثالث: المناطق الرطبة: يمثل المناطق الرطبة ذي الترب الهشة، وتنتشر هذه المناطق في الطرف السفلي من الصورة لقلة الكثافة السكانية وغالبا ما تمثل أجزاء الحقول الزراعية.

الصنف الرابع: مناطق المواصلات: يمثل الطرق الرئيسية والثانوية والجسور.

الصنف الخامس: الاشجار والشجيرات: يمثل مناطق الاشجار وكذلك مناطق الشجيرات التي تحتل الاجزاء المحاذية للنهر.

المرحلة الخامسة: حساب دقة الاصناف الناتجة في التصنيف الموجه:

يمكن ملاحظة دقة الاصناف الناتجة من خلال الاختيار (Accuracy) المتضمن في الحزمة ازمك. اذ يتم حساب الدقة بتصنيف النماذج الاولية المختارة في المرحلة الثالثة. ليس من الضروري ان تنتمي جميع النماذج المختارة للصنف الواحد الى ذلك الصنف ففي بعض الاحيان تنسب نماذج صنف معين الى صنف اخر بسبب قربه من مركز الصنف الاخر وهذا يعود الى سببين الاول عدم التجانس في البصمة الطيفية للصنف الواحد و السبب الثاني ربما يعود الى عدم الدقة في اختيار منطقة التدريب.

ويتم حساب الدقة (الجدول 1) بحساب النسبة المئوية بين النماذج المنسبة للصنف الواحد والنماذج الكلية المختارة لذلك الصنف، وكالاتي:

$$100 \text{ X } \frac{\text{عدد النماذج المصنفة A}}{\text{عدد النماذج الكلية للصنف A}}$$

جدول 1: يبين دقة نتائج التصنيف الموجه للاصناف الخمسة.

الصنف	نسبة الدقة في التصنيف %
1	78
2	38
3	100
4	16
5	45
معدل الدقة لكل الاصناف%	55

Average 27%

يلاحظ من خلال الجدول ان جميع اصناف اغطية الارض المصنفة (باستثناء الصنف الثالث) اظهرت دقة قليلة، اذ يلاحظ ظهور العديد من التشوهات الحاصلة في عملية فصل الاصناف من خلال اندماج بعض الاصناف في اصناف اخرى ويتبين هذا في الصنف الاول (لوحة 2–1A) المنتشر في الاجزاء العليا والسفلى من الصورة اذ ان من المفروض ان يتركز اللون الاحمر على منطقة نهر دجلة، ويلاحظ اندماج صنف المناطق السكنية في بعض المناطق الواقعة ضمن و محاذاة النهر (لوحة 2–2B). وكذلك اندماج صنف مناطق المواصلات مع مناطق اخرى في الصورة (لوحة 2–4C) خصوصا في الاجزاء السفلى، كما ان هنالك ايضا بعض التشوهات في الصنف الخامس المتمثل بمناطق الغابات والشجيرات من خلال ظهور اللون الازرق في الاجزاء العليا من الصورة (لوحة 2–5D).

المرحلة السادسة: التصنيف غير الموجه:

استخدم التصنيف غير الموجه للقيام بعملية اختيار الاصناف آليا بهدف مقارنة النتائج المستخلصة منه مع نتائج التصنيف الموجه في المرحلة السابقة وذلك لاستنباط معلومات اكثر عن اصناف غطاء الارض وبالتالي زيادة الدقة في اختيار مناطق التدريب في المرحلة القادمة الخاصة بالتصنيف الهجيني.

ولغرض القيام بعملية التصنيف غير الموجه تم اختيار عدة تركيبات من الاصناف (ستة اصناف وسبعة اصناف ... الخ) وقد اظهرت الصورة ذات العشرة اصناف تجانسا مقبولا في الالوان،اذ كانت النتائج كما يلي (اللوحة 3):

الصنف الاول: المناطق الرطبة (مناطق الحقول الزراعية).

الصنف الثاني: مناطق السكن الكثيف.

الصنف الثالث: حدود نهر دجلة (A).

الصنف الرابع: المناطق ذات التربة الرطبة الخالية من النباتات.

الصنف الخامس: مناطق متوسطة الرطوبة.

الصنف السادس: حدود نهر دجلة (B).

الصنف السابع: حدود نهر دجلة (C).

الصنف الثامن: حدود نهر دجلة (D).

الصنف التاسع: مناطق السكن غير الكثيف ومناطق المواصلات.

الصنف العاشر: مناطق الاشجار والشجيرات.

المرحلة السابعة: مقارنة نتائج التصنيف الموجه مع التصنيف غير الموجه:

في هذه المرحلة تم مقارنة نتائج التصنيف الموجه (اللوحة 2) مع نتائج التصنيف غير الموجه (اللوحة 3). اذ ان تغيير اللون الواحد في التصنيف الموجه الى عدة الوان في التصنيف غير الموجه يشير الى ضرورة تعديل النماذج الاولية.

يلاحظ من خلال مقارنة (اللوحة 1) مع (اللوحة 2) ان الصورة احتوت على كتلة مائية واحدة في التصنيف الموجه متمثلة بالصنف الاول (اللون الاحمر) أي ان استجابتها الطيفية متجانسة على كامل مساحتها وهذا ناتج عن تمثيل هذه الكتلة المائية بمنطقة تدريب واحدة فقط لان العين البشرية لاتستطيع ان تميز عدد كبير من الالوان (خصوصا في التباينات الطيفية القليلة) من خلال عملية التفسير البصري مما يؤدي الى حدوث اختلاف في نتائج عمليات التصنيف الرقمية، وهذا ما تم ملاحظته في التصنيف غير الموجه الذي اظهر الكتلة المائية لنهر دجلة باربعة اصناف وهم: الصنف الثالث (A)، الصنف السادس (B)، الصنف السابع (C) والصنف الثامن (D)، بناءا على ذلك يجب ان يتم تمثيل الكتلة المائية باربعة مناطق تدريب في حال عمل تصنيف موجه اخر لتقليل الدمج الذي يمكن ان ينتج عن هذه الحالة. وهذا ينطبق ايضا على المناطق السكنية التي تجزأت الى صنفين (الصنف التاسع مناطق السكن غير الكثيف ومناطق المواصلات و الصنف الثاني مناطق السكن الكثيف) بدلا من صنف واحد هو الصنف الثاني (المناطق السكنية أو الحضرية) في التصنيف الموجه. وكذلك على المناطق الرطبة التي كانت قد اشتملت على صنف واحد في التصنيف الموجه وثلاثة اصناف في التصنيف غير الموجه وهم: الصنف الاول

المناطق الرطبة (مناطق الحقول الزراعية)، الصنف الرابع المناطق ذات التربة الرطبة الخالية من النباتات والصنف الخامس مناطق متوسطة الرطوبة. وعلى العكس من ذلك فنتيجتاً لتشابه الانعكاسية الطيفية مابين طرق المواصلات ومناطق السكن غير الكثيف والمتمثلين بالصنف التاسع لذا يجب تمثيلهما بمنطقة تدريب واحدة عند عمل تصنيف هجيني.

اعتمادا على ما سبق، يتبين ان بعض الاصناف اظهرت اختلافا واضحا عن ما يمكن ملاحظته على سطح الارض وهذا ما يتمثل بنهر دجلة الذي تجزأ الى اربعة اقسام، اذ ان تقسيم النهر الى عدة اصناف باستخدام طرق التصنيف الرقمية عادة مايمثل احتواء النهر مثلا على الجزرات الوسطية او التباين الكبير في اعماقه او احتواء هذا النهر على الملوثات التي تضيف بدورها قيم اضافية على الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة من سطوح الكتلة المائية. اما في الدراسة الحالية فان اصناف الكتل المائية هذه تكونت نتيجة اسلوب المسح الجوي وذلك من خلال تباين زوايا سقوط الاشعة وانعكاسها بواسطة سطح الكتلة المائية من خلال اختلاف مواقع الطائرة التي تقوم بعملية التصوير على طول هذه الكتلة، وهذا ما يتمثل من خلال ملاحظة اصناف الكتلة المائية في الدراسة الحالية التي لاتعكس نمطا مميزا لمظهر جيومورفولوجي كالجزرات الوسطية او مناطق اعماق وغيرها والتي اثبتت من خلال نتائج التفسير البصري لمجرى النهر.

ان هذه الحالة السابقة تعد احدى سلبيات عمليات التصنيف الرقمية على الصور الجوية المرقمة، وذلك لاضافة اصناف غير موجودة اصلا وهذا مايمكن ان يتم إلغاؤه باستخدام المرئيات الفضائية الملتقطة بوساطة تقنية الاقمار الاصطناعية.

ان تمثيل مناطق المياه هذه بمناطق تدريب عند عمل تصنيف هجيني يمكن ان يقلل من تاثير انعكاسيات هذه المناطق على باقي اصناف الغطاء الارضي، اذ يمكن ملاحظة هذا التاثير في الصنف الثالث حدود نهر دجلة (A) اللون الازرق الذي يتداخل مع الاجزاء الوسطية في الصورة (لوحة 3–3A).

يلاحظ ايضا اندماج صنف مناطق الاشجار والشجيرات (الصنف 10) اللون الاخضر مع صنف مناطق السكن الكثيف (الصنف 2) (لوحة 3–B 10)، كما ان هنالك اندماج واضح مابين الصنف السادس حدود نهر دجلة (B) و الصنف التاسع مناطق السكن غير الكثيف ومناطق المواصلات (لوحة 3–6C)، وكذلك تداخل الصنف الثامن حدود نهر دجلة (D) مع الاجزاء العليا في الصورة (لوحة 3–8D)، فضلا عن ان هنالك صعوبة في فصل الاغطية الارضية للصورة الجوية المرقمة الناتجة من التصنيف الموجه، وهذا يعود الى التشويه الناجم عن الدمج ما بين الاصناف والذي يقود الى عدم اعطاء صفة لونية مميزة تمكن العين من تحديد حدود الاصناف بدقة.

المرحلة الثامنة: تعديل النماذج الاولية للاصناف:

بعد مقارنة النتائج تم تعديل النماذج الاولية للاصناف باستخدام الحزمة البرمجية ازمك من خلال اعادة المرحلة الثالثة مع الاخذ بنظر الاعتبار المناطق التي تم فيها تغيير الصنف الواحد من التصنيف الموجه. ونتيجة لهذه المقارنة تم تعديل النماذج الممثلة لخمسة اصناف الى نماذج اولية تمثل عشرة اصناف ليتم حفظها في ملف المعلومات.

المرحلة التاسعة: التصنيف الموجه الهجيني باستخدام النماذج المعدلة:

للتغلب عن القصور الناتج عن كل من التصنيف الموجه والتصنيف غير الموجه تم الاعتماد على طريقة التصنيف الهجيني الذي يتم من خلالها تعديل النماذج الاولية المستخدمة في التصنيف الموجه من خلال مقارنتها مع التصنيف غير الموجه ومن ثم عمل تصنيف هجيني على النماذج المعدلة، وتوضح اللوحة (4) تصانيف الاغطية الارضية الناتجة عن طريقة التصنيف الهجيني.

الصنف الاول : حدود نهر دجلة (D).
الصنف الثاني: حدود نهر دجلة (B).
الصنف الثالث: حدود نهر دجلة (A).
الصنف الرابع: حدود نهر دجلة (C).
الصنف الخامس: مناطق السكن الكثيف.
الصنف السادس: السكن غير الكثيف ومناطق المواصلات.
الصنف السابع: المناطق الرطبة (مناطق الحقول الزراعية).
الصنف الثامن: مناطق متوسطة الرطوبة.
الصنف التاسع: مناطق ذات التربة الرطبة الخالية من النباتات.
الصنف العاشر: مناطق الاشجار والشجيرات.

المرحلة العاشرة: حساب دقة نتائج التصنيف الهجيني:

تم حساب دقة الاصناف الناتجة من التصنيف الهجيني بنفس الطريقة السابقة المستخدمة في المرحلة الخامسة (الجدول 2).

جدول 2: يبين دقة نتائج التصنيف الموجه الهجيني للاصناف العشرة.

الصنف	نسبة الدقة في التصنيف %
1	94
2	98
3	90
4	92
5	42
6	74
7	100
8	100
9	91
10	31
معدل الدقة لكل الاصناف%	%74

Average 92%

Average 58%

يلاحظ من خلال الجدول ان اختيار عدة مناطق تدريب لصنف الكتلة المائية ادى الى زيادة في قيمة دقة التصنيف الناتج عن اصناف هذه الكتلة. اذ يلا حظ من الجدول (1) ان اختيار منطقة تدريب واحدة للكتلة المائية والمتمثلة بالصنف (1) قد اعطت دقة قدرها (78%)، في حين ان اختيار عدة مناطق تدريب لهذه الكتلة قد ادى الى اعطاء دقة بمعدل (92%). كما يلاحظ ان مناطق السكن والمواصلات في الجدول (1) اشتملت على دقة مقدارها (27%) في حين ان صنفي السكن في الجدول (2) أعطيا دقة مقدارها (58%). ويلاحظ ايضا ان اجمال فعالية التصنيف في الجدول (1) بلغت (55%)، في حين شكلت فعالية التصنيف في الجدول (2) (74%)، مما يوضح دور التصنيف الهجيني في اعطاء دقة اعلى من التصنيف الموجه العادي وكما ياتي:

1-من خلال ملاحظة اصناف الكتل المائية في (اللوحة 4)، فقد اسفرت عملية التصنيف الهجيني عن تقليل الدمج لاصناف المياه مع الاصناف الاخرى وهذا ما يتوضح في المنطقة الوسطية من الصورة (لوحة 4-10A)، التي كانت قد أظهرت بطريقة التصنيف غير الموجه الصنف الثاني حدود نهر دجلة (B) بصورة كبيرة في هذه الاجزاء.

2-يلاحظ ايضا تحسين دقة التمييز الطيفية ما بين مناطق الاشجار ومناطق السكن والذي لم يتم ملاحظته في نتائج التصنيف الموجه (غير الهجيني).

3-يمكن تحديد حدود الالوان بشكل افضل وادق في (اللوحة 4) للمناطق الحضرية وخاصة المناطق ذات الكثافة السكانية القليلة ومناطق المواصلات (الجسور) التي ظهرت بلون بنفسجي.

4-يلاحظ بقاء بعض التشوهات وخاصة في الصنف الاول حدود نهر دجلة (D) الذي يتداخل مع الاجزاء العليا في الصورة (لوحة 4-1D). وللتغلب على مثل هذه المشاكل في الدراسات المستقبلية يفضل اللجوء الى استخدام مرئيات الاقمار الاصطناعية للتخلص من التشوهات الناجمة عن التباينات في زوايا سقوط الاشعة وانعكاسها بواسطة سطوح الكتل المائية. يتبين مما سبق ان تحديد اصناف اغطية

الارض يعتمد بشكل اساسي على اختيار مناطق التدريب التي تلعب دورا كبيرا في تحديد دقة الاصناف التي تشتمل عليها المنطقة.

الاستنتاج

ان استخدام طريقة التصنيف الهجيني تبدو اكثر فاعلية لغرض تمييز انماط الاغطية الارضية من معطيات التحسس النائي مقارنتا بالتصنيف الموجه وهذا واضح من خلال نتائج حسابات دقة الاصناف.

اثبت المخطط المقترح عن امكانية الحصول على نتائج ادق في عمليات التصنيف الرقمي بغية الوصول التى التعريف الصحيح عن اصناف الاغطية الارضية، خصوصا وان المخطط المقترح تم تطبيقه على صور خام، ويمكن الاستفادة من هذا المخطط بتطبيقه على المرئيات متعددة الحزم وخصوصا عندما تكون عدد الحزم اكثر من ثلاثة.

ان طريقة التصنيف الهجيني لا تلغي اسلوب التفسير البصري لمعطيات التحسس النائي لان اختيار مناطق التدريب والتي تشكل الركيزة الاساس للتصنيف الموجه يعتمد اختيارها بشكل كبير على التفسير البصري لمعطيات التحسس النائي لذا فان الاساليب الرقمية والبصرية تتمم بعضها البعض.

المصادر الاجنبية

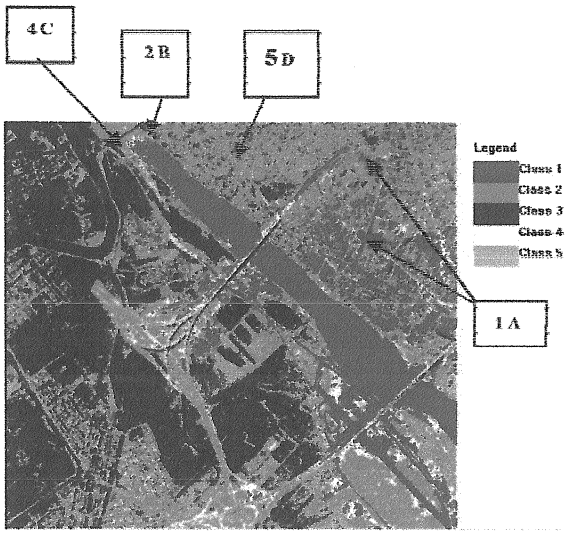
Al-Shumam, T.A.T., 2001. An integrated software for remotely sensed data classification. M.Sc. Thesis, University of Mosul, 102p.

Kemenade, C.H., Poutre, H.L. and Mokken, R.J., 1999. Density-based unsupervised classification for remote sensing. Springer-Verlay Berline, 290p.

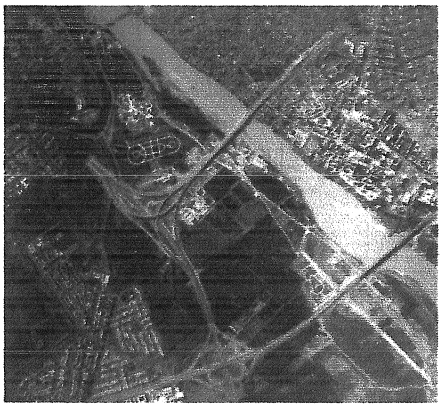
Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 1987. Remote sensing and image interpretation, 2 nd Ed. John Willey and Sons incop., New York, 721p.

Mather, P.M., 1987. Computer processing of remotely sensed images, an international. John Wiley and Sons, 212p.

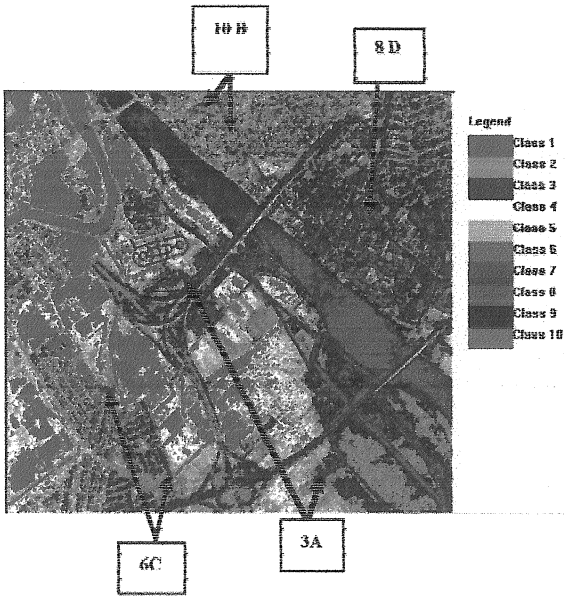
Steinnocher, K.S., 2002. Common remote sensing methods pool. Type of Sensors, Austria.



اللوحة 2



اللوحة 1



اللوحة 3

اللوحة 4

اللوحة 1: الصورة الجوية المرقمة لجزء من مدينة الموصل

اللوحة 2: الصورة الرقمية الفرضية الناتجة عن عملية التصنيف الموجه

اللوحة 3: الصورة الرقمية الفرضية الناتجة عن عملية التصنيف غير الموجه

اللوحة 4: الصورة الرقمية الفرضية الناتجة عن عملية التصنيف الهجيني