

دمج تقنية عامل الدليل الأمثل مع طريقة تصنيف شجرة القرار في معالجة الصور الفضائية عالية الدقة للمسح السريع في إعداد الخرائط الغرضية واستعمالات الأراضي

د. م ناصر طراف إبراهيم⁽¹⁾

د. مناع أحمد عيسى⁽²⁾

الملخص

تسهم تقنية التصنيف الرقمي في الحصر السريع لاستعمالات الأراضي وإعداد الخرائط الغرضية، وكلما زادت دقة منهجية التصنيف الرقمي زادت دقة الخرائط الغرضية الموضوعية بدقة مكانية أعلى. قَدَمَ البحث منهجية في التصنيف الرقمي للصورة الفضائية تقوم على دمج عملية التحليل الإحصائي لتقنية عامل الدليل الأمثل (OIF) مع طريقة تصنيف شجرة القرار (DTC) في استخدام العتبات الحدية الطيفية المعيارية لفصل السمات عن بعضها في برامج معالجة الصورة الفضائية، وذلك للفصل بين الأهداف، وتحديد مساحتها، وانتشارها من الصور الفضائية. اختبرت دقة هذه المنهجية من خلال المقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيقها، ونتائج التصنيف المراقب للصورة الفضائية وفق قنواتها الأصلية، وأخرى وفق قنواتها المركبة حسب عامل الدليل الأمثل. أعطت المقارنة المقترحة المطبقة بشكل موجه على مدينة شهباء والمنطقة المحيطة بها من صور التابع الصناعي Quick Bird دقة تصنيف بلغت 97.13% مقارنة مع 89.43% بالتصنيف المراقب للصورة المركبة بقنوات/أدلة محددة بعامل الدليل الأمثل بينما كانت 86.72% مع التصنيف المراقب لقنوات الصورة الأساسية، ويعود ذلك إلى دقة هذه المقارنة في الفصل بين الأهداف خاصة المتشابهة طيفياً في الصورة الفضائية مثل التكتشات البازلتية وطرق المواصلات، والاستعمالات العمرانية التي يصعب فصلها بطرائق المعالجة، والتصنيف الأخرى.

الكلمات المفتاحية: معالجة صور فضائية، عامل الدليل الأمثل، تصنيف شجرة القرار، استعمالات الأراضي، خرائط غرضية.

(1) مدير بحوث، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق.

(2) قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية الثانية، جامعة دمشق.

Fusion an Optimum Index Factor (OIF) technique with Decision Tree Classification (DTC) Method in processing high resolution images For quick surveying of land use and thematic maps

Dr. Nasser Tarraf Ibrahim⁽¹⁾

Dr. Manna Ahmad Esaa⁽²⁾

Abstract

Digital classification techniques provide quick surveying of land use and preparing the thematic maps. More accuracy of the digital classification methodology lead to more accuracy of the thematic maps with high resolution. An approach of statical analysis depending on Optimum Index Factor (OIF) technique were fused with Decision Tree Classification (DTC) method in determine the spectral critical value for separation the features by image processing programs. The architecture of this approach is designed for accuracy extracting the area and distribution from space image. Accuracy assessment of that approach is tested by comparing the supervised classification results for these feature from both the original bands of image and synthetical bands/indices of the image upon OIF value. Applied results of the approach on Shahba sub district by Quick Bird image showed the accuracy of: 97.13% for the suggested approach opposite 89.43% for supervised classification method of the synthetical bands image and 86.72% for original bands image. Accuracy of the approach come from the exact separation of urban feature than similar spectrally objects in the image as basalt exposures and roads, where achievement of the other processing methods are less.

Keywords: Image Space Processing, Optimum Index Factor, Decision Tree Classification, Land use, Thematic maps.

⁽¹⁾Director of Researches, General Organization Of Remote Sensing, Damascus.

⁽²⁾Department of Geography, Faculty of Arts and Humanities, Damascus University.

المقدمة:

والمساحات الخضراء ورسمها بدقة عالية (العلان وزملاؤه 2013 وبرايم 2015)، ومع ذلك تحتاج السمات الهندسية والعمرانية إلى دقة مكانية أعلى من ذلك لا تؤمنها الصور الفضائية فائقة الدقة الطيفية ذات الميز المكاني 25 متراً؛ لذلك استخدمت الصور الفضائية ذات الدقة المكانية العالية (عدة سنتيمترات) المناسبة للمسوحات الهندسية والعمرانية والبيئية كلها.. التي تستخدم كخرائط أساس في مرحلة البناء والإعمار والتي تحتاج من أجل الوصول إلى تلك النتائج بدقة عالية إلى مقاربات برمجية متطورة ودقيقة في عملية المعالجة الرقمية للصور الفضائية ترفع من دقة تصنيف الأهداف وتقوم بمسح استعمالات الأراضي مع إنتاج خرائط غرضية نوعية بدقة عالية.

تحتاج عملية البناء والإعمار في الجمهورية العربية السورية إلى قاعدة بيانات علمية دقيقة تقوم على وصف الواقع الحالي بدقة لاستخدامها في التخطيط للمستقبل، والنهوض في عملية إعادة الإعمار، وهنا تظهر خريطة استعمالات الأراضي بوصفها جزءاً مهماً وأساسياً في قاعدة البيانات التي يمكن إعدادها بسرعة وموثوقية عالية بالاعتماد على التصنيف الآلي للصور الفضائية، إذ تقدم التتابع الصناعية حالياً صوراً دورية بدقة طيفية ومكانية عالية، يمكن استخدامها في إعداد خرائط استعمالات الأراضي، كما يمكن الاعتماد على صور عالية الدقة المكانية في معرفة التغيرات التي حصلت خلال مدة زمنية محددة بما يساعد في حصر الأضرار الناجمة عن الأزمة في الجمهورية العربية السورية وتقديرها.

يجري العمل حالياً بعد التطور الكبير في رفع الدقة المكانية للتتابع الصناعية على تطوير طرائق ومنهجيات جديدة من خلال استخدام معادلات وخوارزميات رياضية

تعدّ خريطة استعمالات الأراضي من الضرورات الأساسية في عمليات التخطيط، فهي الأساس لأي شكل من أشكال التنظيم للمستقبل، وهي من المرتكزات المهمة التي يُعتمد عليها في هذا المجال، فمن الضروري دراسة الاستعمالات الحالية للأرض وتحليل خصائصها، من أجل ترشيد استعمالها وتحقيق الفائدة القصوى منها، والوصول إلى الاستعمال الأمثل لها، بما يلبي حاجات الإنسان ويحقق التنمية المُستدامة.

تطورت طرائق إعداد خرائط استعمالات الأراضي وآلياتها مع تطور الإنسان، فهي وإن بدأت باستخدام طرائق تقليدية تقوم على المسح الميداني لاستعمالات الأراضي، إلا أنها الآن تستخدم طرائق حديثة خاصة بعد ظهور تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، فهناك عمل دؤوب ومستمر بهدف تطوير طرائق وآليات جديدة لوضع خرائط استعمالات الأراضي بشكل آلي بما يحقق السرعة في إنجازها، والدقة في المعلومات التي تقدمها بحيث يمكن الوثوق فيها عند استخدامها في عملية التخطيط للمستقبل.

مع أنه قد تم تصنيف خوارزميات إجراءات الكشف وتقويمها وتعرف الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد (الأمين وزملاؤه 2007)، وكذلك تطوير طرائق تحديد السمات العمرانية (Prakash et al. 2015) من بيانات الصور الفضائية متعددة الأطياف متوسطة الدقة المكانية (15-30 متر) بما يخفض دقة المنتج الممسوح تصنيفاً ومساحةً للسمات الأرضية ولاسيما الهندسية كالعمران؛ لكن البحوث الحديثة في عملية التصنيف الرقمي قد استدركت الدقة المكانية بالإفادة من بيانات الصور الفضائية فائقة الدقة الطيفية في تصنيف حدود عديد من السمات الأرضية

منهجية البحث ومواده

1: منهجية البحث

طبقت المنهجية الآتية في تصنيف استعمالات الأراضي، وحساب مساحتها من الصورة الفضائية (الشكل 1):

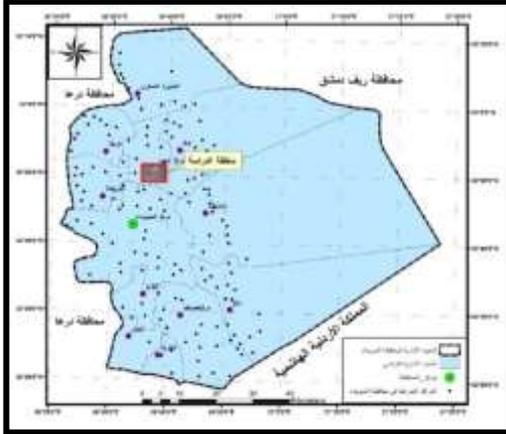
- ❖ تسجيل القراءات الراديومترية الحقلية للأهداف المختلفة.
- ❖ المعالجة الأولية للمعطيات الراديومترية، وإعداد المكتبة الطيفية.
- ❖ معالجة الصورة الفضائية، وتصحيحها هندسياً، ومعايرتها راديومترياً.
- ❖ استخراج البصمة الطيفية للأهداف من الصورة الفضائية المُعايرة راديومترياً.
- ❖ حساب الأدلة الطيفية الممكنة حسب القنوات الطيفية.
- ❖ تطبيق عامل التفضيل الأمثل OIF لتحديد القنوات الفضلى لاستخدامها في تحضير صورة مركبة، واستخدامها في عملية تصنيف استعمالات الأراضي.
- ❖ بناء شجرة القرار وفقاً للعتبات الحديثة التي قدمتها عملية التحليل الإحصائي وتحولها إلى نموذج رياضي.
- ❖ إجراء عملية التصنيف وفق ثلاث طرائق: التصنيف المراقب للصورة بقنواتها الأساسية، والتصنيف المراقب للصورة الجديدة المركبة وفقاً لعامل التفضيل الأمثل OIF، وتصنيف الصورة المركبة باستخدام شجرة القرار والموديل الرياضي.
- ❖ تدقيق النتائج والمقارنة بين طرائق التصنيف الثلاث.

معقدة، وتحليلات إحصائية، وقياسات طيفية ضمن نماذج معالجة الصور الفضائية لزيادة السرعة والدقة في تحديد مساحة استعمالات وغطاءات الأراضي وتوزعها وتتبع التغيرات التي تطرأ عليها عبر الزمن بشكل مبرمج وقابل للتحديث اللحظي.

تظهر أهمية البحث من خلال تقديم منهجية جديدة متكاملة يمكن من خلالها إعداد خرائط استعمالات الأراضي بسرعة ودقة عالية، بما يساعد في تقدير الأضرار الناجمة عن الأزمة في الجمهورية العربية السورية، في كثير من القطاعات الاقتصادية وذلك من خلال المقارنة بين خرائط أعدت بالاعتماد على صور فضائية ذات دقة مكانية عالية للمنطقة التقطت في تواريخ سابقة، وخرائط بالاعتماد على صور حديثة، ومن ثم يمكن المقارنة ومعرفة التغيرات في استعمالات الأرض وغطاءاتها، وتحديد مقدار الأضرار الناجمة عن الأزمة بما يساعد أصحاب القرار في التخطيط للمستقبل والنهوض في عملية إعادة الإعمار بالاعتماد على قاعدة بيانات دقيقة وموثوق بها.

هدف البحث إلى تصميم منهجية مقارنة في وضع خرائط استعمالات الأراضي، وتحديد مساحتها، وتوزعها من بيانات الصور الفضائية، القائمة على دمج أسلوب التحليل الإحصائي في تحديد عامل الدليل الأمثل OIF مع أسلوب العتبات الحديثة في شجرة القرار المبنية على القيم الطيفية المباشرة والمعايرة في الصورة الفضائية. ثم مقارنة نتائجها بطريقتي التصنيف المراقب للصورة الفضائية قبل تطبيق طريقة التحليل الإحصائي وبعدها في اختيار القنوات/ الأدلة الطيفية في تركيب الصورة الفضائية.

التشابه وأعقدها بين السمات يعدّ نجاحاً يُمكن تعميمه على ظروف أخرى لمناطق دراسة قد تكون أقلّ تعقيداً في مظهر السطح.

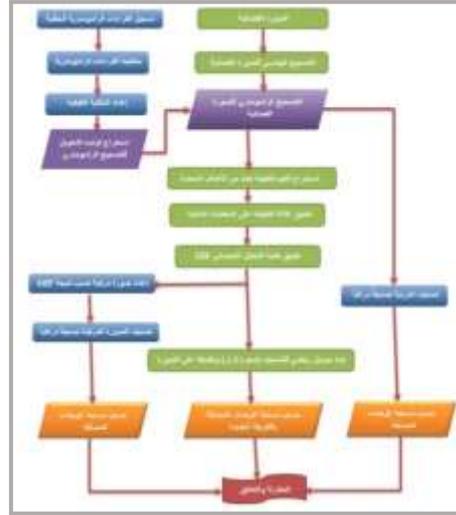


الشكل (2). موقع منطقة الدراسة

من محافظة السويداء

3: المعطيات الفضائية:

صورة فضائية متعدّدة الأطياف بدقة تمييز مكانية 61 سم مأخوذة بالماسح المحمول على التابع الصناعي الأمريكي Quick Bird. (الشكل 3)، أُطلق هذا التابع من قبل وكالة مراقبة الأرض الأمريكية NASA عام 2001 م على ارتفاع 470 كم، يُكمل دورته حول الأرض كل 20 يوماً، يحمل ماسحاً يقوم بتسجيل الأشعة في مجال طيفي يراوح بين 0.45 - 0.90 ميكرومتراً ضمن أربعة نطاقات طيفية، والخامس بانكروماتك (Quick Bird Imagery Products-2006).



الشكل (1): المخطط النهجي لخطوات الدراسة

2: منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من محافظة السويداء - جنوب الجمهورية العربية السورية بين خطي طول (30° . 35° . 36° . 45° . 39° . 36°) شرق غرينتش، وخطي عرض (0° . 49° . 32° . 45° . 51° . 32°) شمال خط الاستواء. وتمتدّ بعرض 5.076 km شمال - جنوب، وطول 6.556 km شرق - غرب بمساحة 33.3 km²، تضمّ المنطقة بعض السمات العمرانية (مدينة شهباء، وقرية مردك) فضلاً عن السمات الأرضية الأخرى (تكشّفات بازلتية، وتربة حمراء محروثة، وبساتين زيتون، وغطاء نباتي أخضر... وغيرها) الشكل (2).

اختيرت هذه المنطقة لما تتمتع به من مميزات وجود السكن العمراني مع الكتل والصبّات البازلتية وغطاءات واستعمالات أخرى في حيّز مكاني صغير نسبياً، ممّا يشكل تحدياً رئيساً في عملية الفصل بينها على الصور الفضائية لتقارب البصمة الطيفية لهما خاصة في الصور الفضائية ذات الميز الطيفي المرئي العادي (R G B) ومن ثمّ فإنّ نجاح المنهجية المقترحة في أدق حالات



الشكل (4): آلية أخذ القراءات للأهداف المدروسة

5: البرمجيات المستخدمة:

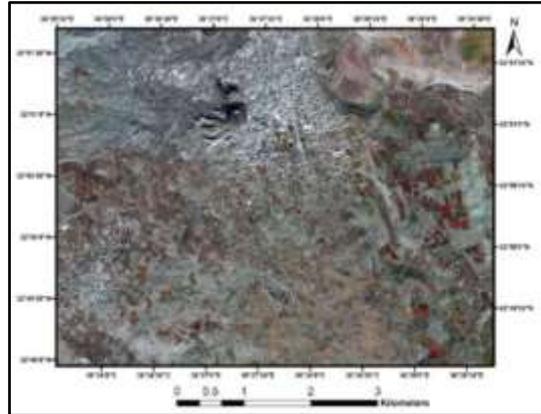
استخدم البحث مجموعة برمجيات خلال مراحلها إذ استخدم برنامج View Spec Pero لتحويل القراءات الراديومترية إلى ملفات بصيغة Data، ثم استخدم برنامج Excel في إعداد المكتبة الطيفية للأهداف المدروسة، وتطبيق الأدلة الطيفية واستخراج عامل الدليل الأمثل OIF، بالإضافة إلى استخدام برنامج Erdas imagine 2014 في تحويل شجرة القرار إلى موديل رياضي بهدف تصنيف الصورة الفضائية، كما استخدم برنامج ARC 10.4 GIS في حساب مساحة استعمالات الأراضي الناتجة عن التصنيف وإعداد الخرائط الغرضية.

النتائج والمناقشة

1: المعالجة والتحليل:

1.1: معالجة البيانات الطيفية الحقلية:

عولجت البيانات الطيفية الحقلية المسجلة باستخدام برنامج View Spec Pero، وأعدت المكتبة الطيفية لاستخدامها في الصورة الفضائية بعد أن صُحِّحَتْ كما في (الجدول 1).



الشكل (3): صورة لمنطقة الدراسة ملتقطة

بواسطة الماسح المحمول على التابع Quick Bird

4: المعطيات الطيفية الحقلية:

سجّلت القراءات الراديومترية الحقلية لمجموعة من الأهداف الموجودة في نطاق الصورة الفضائية، باستخدام جهاز السبيكتروراديو متر المحمول حقلياً من نوع Field SpecTM Handheld 2TM لتسجيل الانعكاسات الطيفية بأطوال موجية من 325 إلى 1075 نانومتراً بفواصل طيفي (1) نانومتر، ضمن قناة طيفية بزواوية مسح طيفي قدرها 25 درجة (الشكل 4)، بواقع أربع قراءات للهدف الواحد، إذ شملت القراءات معظم استعمالات الأرض وغطاؤها في منطقة الدراسة، فضلاً عن ذلك سجّلت معلومات عن المنطقة والأهداف التي أُخِذَتْ القراءات لها بتحديد إحداثيات الهدف، وارتفاعه، ونوع الغطاء ضمن استمارة توصيف.

الجدول (1): معطيات الانعكاس الطيفي لبعض الأهداف بعد المعالجة.

زيتون	أعشاب خضراء	طريق اسفلت	أبنية سكنية	تربة حمراء	تكشفات بازلتية	طول الموجة
0.0372	0.0401	0.0639	0.1808	0.0327	0.0473	328
0.0393	0.0407	0.0656	0.1831	0.0374	0.0442	329
0.0313	0.0370	0.0682	0.1843	0.0327	0.0502	330
0.0331	0.0408	0.0602	0.1843	0.0297	0.0469	331
0.0352	0.0407	0.0547	0.1838	0.0261	0.0452	332
0.0311	0.0293	0.0613	0.1832	0.0218	0.0530	333
0.0346	0.0328	0.0631	0.1857	0.0290	0.0527	334
0.0392	0.0418	0.0614	0.1871	0.0371	0.0474	335
0.0262	0.0284	0.0617	0.1776	0.0196	0.0483	336
0.0212	0.0227	0.0662	0.1758	0.0144	0.0467	337
0.0281	0.0304	0.0724	0.1842	0.0276	0.0426	338
0.0279	0.0294	0.0677	0.1886	0.0261	0.0477	339
0.0340	0.0326	0.0693	0.1869	0.0264	0.0523	⋮
0.0349	0.0321	0.0658	0.1917	0.0258	0.0527	⋮
0.0302	0.0293	0.0666	0.1954	0.0234	0.0507	1072
0.0271	0.0272	0.0694	0.1950	0.0218	0.0504	1073
0.0270	0.0279	0.0684	0.1958	0.0228	0.0523	1074
0.0294	0.0300	0.0652	0.1974	0.0257	0.0549	1075

1 - 2 المعالجة الأولية للمعطيات الفضائية:

أ: التصحيح الهندسي:

استخدمت نقاط ضبط أرضية GPS رفعت في أثناء الدراسة الحقلية في عملية التصحيح الهندسي للصورة، وفق نظام الإحداثيات العالمي 84 WGS كسطح مرجعي، ونظام الإسقاط فيها هو: Universal UTM Transverse Mercator والمنطقة Zone: 37 North:

ب: التصحيح الراديومتري:

صححت الصورة الفضائية طيفياً وحولت إلى قيم انعكاسية بالاعتماد على القراءات الراديومترية الحقلية

المُسجَّلة مباشرة لكل هدف مدروس مقابل كل قناة طيفية للصورة الفضائية، وصمّم موديل رياضي باستخدام برنامج Erdas imagine 2014 لتطبيق ثوابت المعايرة على الصورة.

2: تطبيق الأدلة الطيفية على معطيات المكتبة الطيفية

استخدم الدليل الطيفي النسبي من خلال تقسيم شدة الانعكاس في قناة طيفية على ما يقابلها في قناة أخرى لتحسين نوعية الصورة والمعلومات المستخلصة، التي تساعد في تمييز مختلف أنواع الصخور والوحدات الليتولوجية، لأن ذلك يُقلل من تأثير التضاريس في درجة

تُحسب قيمة OIF من خلال تقسيم مجموع الانحرافات المعيارية على مجموع القيم المطلقة لمعامل الارتباط بين كل زوج من القنوات، وفي حال كان لدينا ثلاث قنوات يمكن حساب مؤشر OIF من خلال المعادلة الآتية: (Ehsani & Quiel 2010)

$$OIF = \frac{STD_i + STD_j + STD_k}{|Corr_{i,j}| + |Corr_{j,k}| + |Corr_{i,k}|}$$

إذ: STD_i : الانحراف المعياري للقناة (i)

STD_j : الانحراف المعياري للقناة (j)

STD_k : الانحراف المعياري للقناة (k)

$Corr_{i,j}$: معامل الارتباط بين القناتين (i,j)

$Corr_{j,k}$: معامل الارتباط بين القناتين (j,k)

$Corr_{i,k}$: معامل الارتباط بين القناتين (i, k)

استخرج معامل الارتباط بين كل زوج من القنوات، وأعد مصفوف الارتباط (Correlation matrix) (الجدول 2)، والانحراف المعياري للقنوات (الجدول 3). إن القنوات الطيفية التسع (ND3-ND2-ND1-G/B-R) تحظى بـ 84 احتمالاً لترتيب ثلاثي، (الجدول 4) يبين الاحتمالات التي يقدمها عامل الدليل الأمثل OIF من القنوات التسع، إذ كانت القيمة العليا لتركيبة (B - R/ G - G/B)، ومن ثم استُخدمت هذه القنوات في إعداد صورة لتصنّف لاحقاً.

الإضاءة، ويُعمق من ثم الاختلافات اللونية للصخور والتراب (رقية 2005)، اختيرت ثلاث نسب لإضافتها إلى القنوات الأصلية هي: Red/Blue، Red/Green، Green/ Blue. كما طُبّق الدليل الطيفي المُعدّل للتباين إذ تُستخرج قيم هذا الدليل بنسبة فرق قناتين على جمعهما.

اختيرت ثلاثة تراكيب منها كما في المعادلات الآتية:

$$ND1 = (Red - Green) / (Red + Green)$$

$$ND2 = (Green - blue) / (Green + Blue)$$

$$ND3 = (Red - Blue) / (Red + Blue)$$

طُبِّقَت الأدلة السابقة على معطيات المكتبة الطيفية، لينتج لدينا ست قنوات طيفية جديدة أُضيفت إلى القنوات الأصلية، فيصبح المجموع تسع قنوات طيفية، أُدخلت في عملية التحليل الإحصائي واستخرج معامل التفضيل الأقصى OIF، لتحديد أي ثلاث قنوات متوافقة معاً لإدراجها في عملية التصنيف اللاحقة.

3: حساب عامل الدليل الأمثل Optimum

Index Factor OIF

طوّر (Chavez, et al., 1982) و (Chavez, et al.,) عام 1984 تقنية عامل التفضيل الأمثل OIF، وهي عملية تحليل إحصائي تنتج عنها قيمة إحصائية تساعد في اختيار التركيبة الفضلى من ثلاث قنوات طيفية للصورة الفضائية لتشكّل تركيباً لونياً R G B، فالتركيبة الفضلى من ثلاث قنوات تأخذ القيمة العليا في عامل الدليل الأمثل OIF، وتضم الكم الأكبر من المعلومات.

الجدول(2): مصفوفة الارتباط بين القنوات / الأدلة الطيفية.

BAND	RED	GREEN	BLUE	R/G	R/B	G/B	ND1	ND2	ND3
RED	1								
GREEN	0.8830	1							
BLUE	0.8433	0.8950	1						
R/G	0.9185	0.6381	0.6733	1					
R/B	0.9603	0.7768	0.6706	0.9429	1				
G/B	0.5585	0.7272	0.3486	0.3141	0.6063	1			
ND1	-0.9085	-0.6309	-0.6743	-0.9962	-0.9338	-0.2989	1		
ND2	-0.5628	-0.7399	-0.3686	-0.3154	-0.6034	-0.9977	0.3008	1	
ND3	-0.9586	-0.7754	-0.6921	-0.954	-0.9941	-0.5759	0.9522	0.5773	1

الجدول (3): التحليل الإحصائي للقنوات / الأدلة الطيفية.

Standard Deviation	BAND
0.08897	RED
0.06328	GREEN
0.04871	BLUE
0.12736	R/G
0.14426	R/B
0.06874	G/B
0.09179	ND1
0.03566	ND2
0.10569	ND3

الجدول (4): قيم عامل الدليل الأمثل المُطبَّق على القنوات/الأدلة الطيفية.

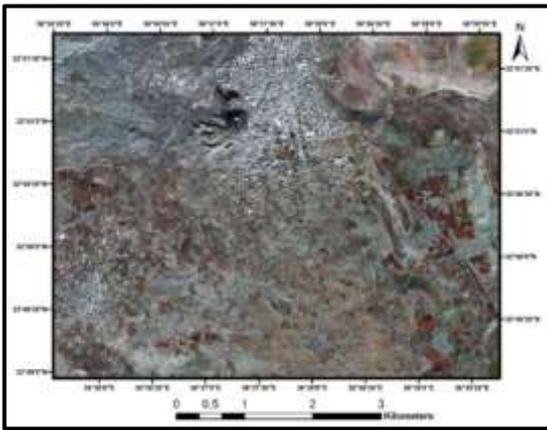
RANKING	BAND1	BAND2	BAND3	OIF	RANKING	BAND1	BAND2	BAND3	OIF
43	R	R/B	ND1	0.11598	1	B	R/G	G/B	0.18324
44	G	R/B	ND2	0.11474	2	R/G	R/B	G/B	0.18267
45	R	G	R/G	0.11461	3	R/G	R/B	ND1	0.17889
46	B	R/G	ND1	0.11429	4	R/G	G/B	ND1	0.17889
47	ND2	B	G	0.114289	5	R/G	G/B	ND3	0.16366
48	G	ND1	ND2	0.11414	6	B	R/B	G/B	0.16100
49	ND3	R	G	0.114135	7	R	R/G	G/B	0.15916
50	R	B	R/B	0.11396	8	B	G/B	ND1	0.15828
51	ND3	B	R	0.113959	9	R/G	R/B	ND2	0.15804
52	R	R/G	ND3	0.11374	10	R/G	ND1	ND2	0.15804
53	ND3	G	B	0.113744	11	B	R/G	ND2	0.15601
54	R	G	R/B	0.11317	12	G	R/G	G/B	0.15444
55	R/G	ND1	ND3	0.11192	13	R/G	R/B	ND3	0.14551
56	G	ND1	ND3	0.11056	14	R/G	ND2	ND3	0.14551
57	R	ND2	ND3	0.10975	15	G/B	ND2	ND3	0.14274
58	G	B	R/B	0.10940	16	R/G	G/B	ND2	0.14244
59	R	R/G	ND1	0.10914	17	R	R/B	G/B	0.14210
60	R	B	R/G	0.10885	18	G	R/G	R/B	0.14204
61	G	B	R/G	0.10849	19	R	G/B	ND1	0.14128
62	B	ND1	ND3	0.10618	20	R	R/G	ND2	0.14026
63	R	G	G/B	0.10190	21	B	R/G	R/B	0.14009
64	R	ND1	ND3	0.10160	22	B	R/B	ND2	0.13920
65	R	G	ND1	0.10074	23	B	G/B	ND3	0.13803
66	ND1	G	B	0.100744	24	G	R/G	ND2	0.13368
67	R	G	ND3	0.09857	25	B	ND1	ND2	0.13110
73	G/B	ND1	ND3	0.09768	31	R	R/B	ND2	0.12646
74	R	B	ND3	0.09758	32	R	G/B	ND3	0.12585
75	R	B	ND1	0.09459	33	G	R/G	ND3	0.12517
76	G	B	ND1	0.09262	34	B	R/B	ND1	0.12497
77	G	B	ND3	0.09214	35	G	R/G	ND1	0.12468
78	G	B	G/B	0.09170	36	G	R/B	ND3	0.12302
79	R	G/B	ND2	0.09126	37	G/B	ND1	ND2	0.12281
80	B	G/B	ND2	0.08929	38	R	ND1	ND2	0.12213
81	R	G	ND2	0.08599	39	B	R/G	ND3	0.12148
82	R	G	B	0.07667	40	R	B	G/B	0.11793
83	ND1	B	G	0.07542	41	R	R/B	ND3	0.11635
84	G	B	ND2	0.07372	42	B	ND2	ND3	0.11604

4: بناء شجرة القرار وتحويلها إلى نموذج رياضي.

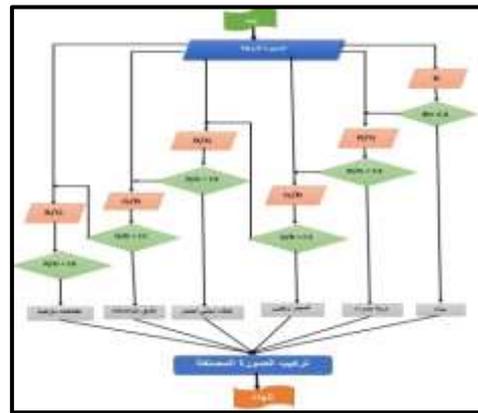
صممت شجرة القرار (الشكل 5) بالاعتماد على عمليات تحليل إحصائي لمعطيات المكتبة الطيفية الناتجة عن تطبيق الأدلة الطيفية على معطيات القياسات الراديومترية الحقلية، وقد تمّ التوصل إلى قيم حدية Critical Value يمكن من خلالها الفصل بين استعمال الأرض وغطاؤها في الصورة الفضائية، وقد حوّلت شجرة القرار إلى موديل رياضي باستخدام برنامج Erdas Imagine 2014 (الشكل 6).

5: التصنيف: Classification

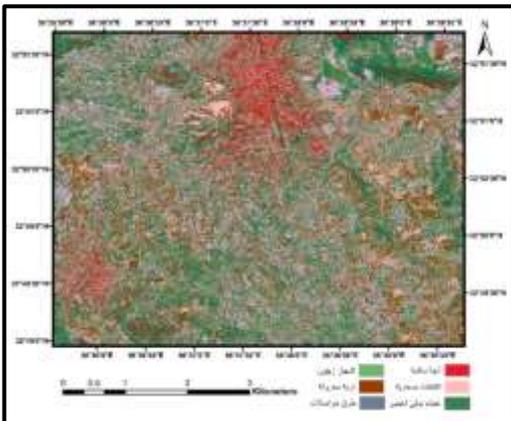
بعد الانتهاء من المعايرة وعملية التحليل الإحصائي OIF، أعدت صورة جديدة مركبة من ثلاث قنوات طيفية تبعاً لنتيجة OIF وهي القنوات (B - R/ G - G/B) أجريت عملية التصنيف وفق ثلاث طرائق هي: تصنيف الصورة الأساسية (الطريقة الأولى): صنفت صورة Quick bird بقنواتها الطيفية الأساسية (R G B) تصنيفاً مراقباً باستخدام تقنية Maximum Likelihood، إذ يبين الشكل (7) الصورة الأساسية في حين يبين الشكل (8) نتيجة التصنيف المراقب المطبق عليها.



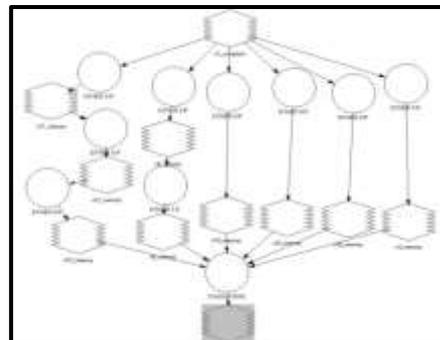
الشكل (7): صورة Quick bird بقنواتها الأساسية



الشكل (5): شجرة القرار المستخدمة في تصنيف الصورة الجديدة المركبة وفقاً لـ OIF

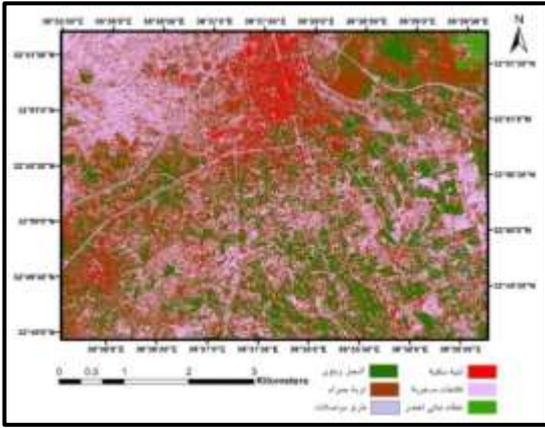


الشكل (8) التصنيف المراقب لصورة Quick bird



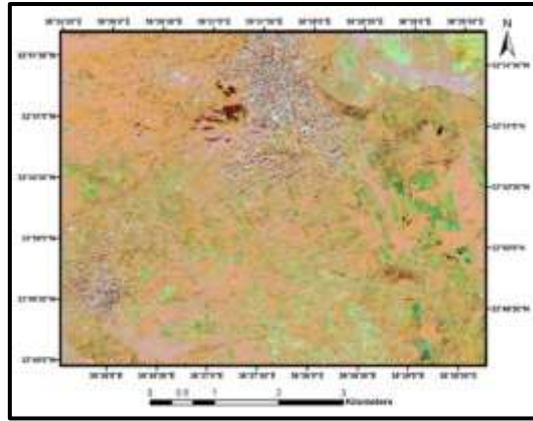
الشكل (6): الموديل الرياضي المستخدم في تصنيف الصورة الجديدة المركبة وفقاً لـ OIF

تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل وشجرة القرار (الطريقة الثالثة): استخدمت شجرة القرار المبنية على العتبات الحدية الطيفية في تصنيف الصورة المركبة من القنوات التي حددها عامل الدليل الأمثل OIF، إذ يبين الشكل (11) نتيجة التصنيف باستخدام شجرة القرار للصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل (الشكل 9).



الشكل (11): التصنيف للصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل وشجرة القرار.

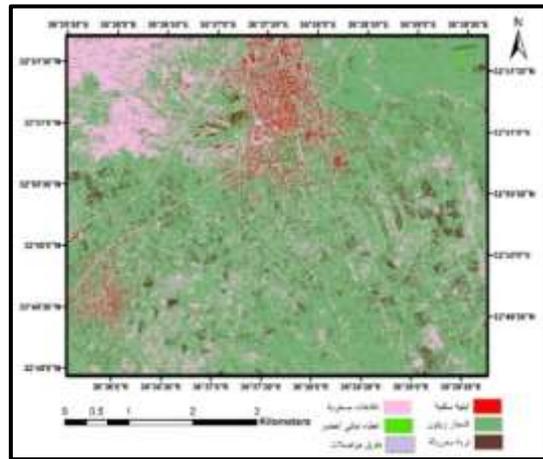
تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل (الطريقة الثانية): تم تصنيف الصورة المركبة الجديدة من ثلاث قنوات طيفية التي حددها عامل الدليل الأمثل B, R/G, G/B تصنيفاً مراقباً، حيث يبين الشكل (9) الصورة المركبة حسب عامل الدليل الأمثل، في حين يبين الشكل (10) نتيجة التصنيف المراقب المطبق عليها.



الشكل (9): الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل.

6: المقارنة والتدقيق

اختيرت ست مناطق اختبارية اختياراً عشوائياً موجهاً لتمثل كامل المنطقة، وزعت 100 نقطة تدقيق في تلك المناطق التي شكلت مساحة مناطقها الست 10% من مساحة منطقة الدراسة. اختيرت دقة التصنيف للطرائق الثلاث التي استخدمت في تصنيف الصورة الفضائية، وقد كانت نتيجة التدقيق والمسح الميداني على النحو الآتي: تصنيف الصورة الأساسية (الطريقة الأولى): اعتمدت في تصنيف الصورة الأصلية للتابع Quick Bird على التصنيف المراقب، إذ بلغت دقة التصنيف الكلية 86.72%، وإن تباينت دقة التصنيف بين استعمال وآخر (الجدول 5).



الشكل (10): التصنيف المراقب للصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل.

المواصلات، مما أدى إلى انخفاض دقة التصنيف في بعض الاستعمالات والغطاءات (الشكل 10).

تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل وشجرة القرار (الطريقة الثالثة): اعتمدت هذه الطريقة على تعزيز الصورة الفضائية بالمعايرة الراديومترية وطريقة التحليل الإحصائي ثم العتبات الطيفية الحديثة ضمن شجرة القرار في تصنيف الصورة، وإعداد خريطة استعمالات الأراضي، وقد بلغت الدقة الكلية لعملية التصنيف وفقاً لهذه الطريقة 97.13%، (الجدول 7).

الجدول (7): مساحة كل استعمال وغطاء ونسبتهما مع دقة التصنيف تبعاً لطريقة تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل وشجرة القرار

دقة التصنيف	النسبة المئوية	المساحة/ متر مربع	الاستعمال/ الغطاء
98.09	19.10	6365921	أشجار زيتون
97.77	22.19	7396713	تربة حمراء محروثة
97.64	33.87	11291067	تكشّفات بازلتية
94.28	15.26	5087654	غطاء نباتي أخضر
99.44	5.13	1708703	أبنية سكنية
95.55	4.46	1486046	طرق مواصلات
97.13	100.00	33336104	مجموع المساحة

زادت دقة التصنيف بوضوح في مختلف الاستعمالات والغطاءات، مما انعكس زيادة في دقة التصنيف الكلية، ويعود ذلك إلى انعكاس التداخلات بين المساحات العمرانية من جهة والتكشّفات الصخرية البازلتية وطرق المواصلات من جهة أخرى، أضف إلى ذلك أنّ الدقة المكانية العالية للصورة، وتطبيق الأدلة الطيفية، والتحليل الإحصائي لتحديد عتبات حديثة ساعد في زيادة دقة التصنيف مقارنة بالطريقتين السابقتين (الشكل 11)، ويظهر ذلك بوضوح خاصة في الاستعمالات العمرانية التي بلغت دقة التصنيف فيها 99.44% (الشكل 12).

الجدول (5): مساحة كل استعمال وغطاء ونسبتهما مع دقة التصنيف تبعاً لطريقة تصنيف الصورة الأساس

دقة التصنيف	النسبة المئوية	المساحة/ متر مربع	الاستعمال/ غطاء
92.32	21.51	7838086	أشجار زيتون
92.00	21.92	7308298	تربة حمراء محروثة
88.77	30.78	10593967	تكشّفات بازلتية
78.54	16.11	5702904	غطاء نباتي أخضر
93.57	5.66	1892759	أبنية سكنية
75.11	4.02	1339687	طرق مواصلات
86.72	100.00	33336014	مجموع المساحة

يعود التذني النسبي في دقة التصنيف إلى التداخل بين التكشّفات الصخرية البازلتية والأبنية السكنية وطرق المواصلات، بسبب التقارب بين القيم الانعكاسية الطيفية لهذه الأهداف (الشكل 8).

تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل (الطريقة الثانية): اعتمدت تصنيف الصورة المركبة من القنوات/ الأدلة (B – R/ G – G/B) تصنيفاً مراقباً، وقد بلغت دقة الكلية وفقاً لهذه الطريقة 89.43%، (الجدول 6).

الجدول (6): مساحة ونسبة كل استعمال وغطاء مع دقة التصنيف تبعاً لطريقة تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل

دقة التصنيف	النسبة المئوية	المساحة/ متر مربع	الاستعمال/ الغطاء
88.61	28.43	9476934	أشجار زيتون
91.64	21.92	7308298	تربة حمراء محروثة
89.82	16.77	5591067	تكشّفات بازلتية
87.90	22.76	7587654	غطاء نباتي أخضر
96.88	5.39	1795642	أبنية سكنية
81.75	4.73	1576508	طرق مواصلات
89.43	100.00	33336104	مجموع المساحة

وهي دقة جيدة بالمقارنة بالطريقة السابقة، إلا أنّ الصورة المصنّفة والمسح الميداني بيّنا وجود تداخل كبير وانتشار واسع لأشجار الزيتون والغطاء النباتي الأخضر فضلاً عن التداخل بين التكشّفات الصخرية البازلتية وطرق



الشكل (12): دقة استخلاص المساحات العمرانية وحصرها باستخدام عامل الدليل الأمثل وشجرة القرار

إذ تمكّنت الطريقة الجديدة من حصر أشجار الزيتون واستخلاصها بدقة، وذلك على مستوى الشجرة الواحدة وليس الحقل، ممّا انعكس زيادة في دقة تصنيف الزيتون والترتبة معاً، فقد بلغت دقة تصنيف أشجار الزيتون 98.09%، والترتبة 97.77% (الشكل 13).

كما ساعدت عملية إدخال القنوات الأساسية للصورة في أدلة طيفية في دقة حصر الغطاء النباتي، نظراً إلى الحساسية العالية لهذه الأدلة في رصد الغطاء النباتي فضلاً عن الأثر الكبير للعتبات الحدية في الفصل بين الأهداف خاصة، والدقة المكانية للصورة تساعد في ذلك،



الشكل (13): دقة استخلاص أشجار الزيتون وحصرها باستخدام عامل الدليل الأمثل وشجرة القرار

المراجع References

- 1- ابراهيم، ناصر. تقنية الصور الفضائية فائقة الدقة الطيفية في كشف ورسم حدود وكمية السمات الأرضية، المؤتمر الهندسي الأول، 2015، نقابة المهندسين، اللاذقية.
- 2- الأمين، محمد؛ أبو النور، حسن؛ رقية، محمد. تصنيف وتقويم خوارزميات إجراءات الكشف والتعرف على الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، 2007، 23 (1): 101 - 129.
- 3- العلان، نبال؛ العبد الله، محمد؛ و ابراهيم، ناصر. استخدام تقنية الزاوية الطيفية لإنتاج الخرائط (SAM) من الصور الفضائية فائقة الدقة الطيفية في تحديد مساحة وانتشار بعض الأهداف، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، 2013. 29 (1): 405-417.
- 4- رقية، محمد. التحليل الفيزيوجرافي ووضع الخرائط الليتولوجية من الصور الفضائية (حالة دراسية من سورية). مجلة الاستشعار عن بعد، 2005، (18): 5-16.
- 5- Chavez, P.S., Berlin, G.L. and Sowers, L.B. Statistical Method for Selecting Landsat MSS Ratios. Journal of Applied Photographic Engineering. 1982. 8: 23-30.
- 6- Chavez, P.S., Guptill, S.C. and Bowell J.A. Image Processing Techniques for Thematic Mapper Data. Proc. ASPRS-ACSM Tech. Paper. 1984. 2: 728-742.
- 7- Ehsani, A. H. Quiel, F. Efficiency of Landsat ETM+ Thermal Band for Land Cover Classification of the Biosphere Reserve "Eastern Carpathians" (Central Europe) Using SMAP and ML Algorithms. Int. J. Environ. Res., 2010. 4 (4): 741-750.
- 8- Prakash. C. R., Sridevi B, Asra. M, and Dwivedi R. S. Feature Selection for Urban Land-Cover Classification using Landsat-7 ETM+ Data. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS. 2015. 4 (1): 1229-1238.
- 9- Quick Bird Imagery Products – Product Guide, Revision 4, 2006, p5 .

6 - الاستنتاجات والتوصيات

- انخفضت دقة التصنيف المراقب للصورة الفضائية الأساسية (الطريقة الأولى) بسبب التقارب بين القيم الانعكاسية الطيفية للأهداف، مما أدى إلى التداخل فيما بينها في عملية الفصل.

- إن استخدام تقنية التصنيف المراقب نفسها لكن على قنوات / أدلة جديدة مستنبطة في صورة فضائية مركبة بعامل الدليل الأمثل (الطريقة الثانية) يزيد من دقة التصنيف بهذه التقنية خاصة عند الاختيار الأمثل للقنوات، لأنه يقلل بشكل نسبي التداخل بين السمات، إلا أن عملية التصنيف تبقى تحت تأثير التداخل الطيفي، وينعكس ذلك على دقة التصنيف.

- إن استخدام المنهجية المقترحة "تصنيف الصورة المركبة بعامل الدليل الأمثل وشجرة القرار" (الطريقة الثالثة) القائمة على تعديل طريقة التصنيف المراقب إلى طريقة شجرة القرار المبنية على عتبات حدية طيفية معايرة حقلياً لقنوات وأدلة طيفية جديدة مستنبطة بطريقة إحصائية مثلى لحالة التوافق بينها OIF ومركبة في صورة فضائية جديدة يحدد بدقة كبيرة جداً الأهداف المدروسة، وتوزعها، ومساحة انتشارها عن بقية الطرائق، والمنهجيات المعروفة سابقاً.

ومن ثم يوصى باستخدام منهجية البحث في دراسة حصر استعمالات الأراضي وتصنيفها من الصورة الفضائية لتحديثها باستمرار والقائمة على دقة المعايرة الطيفية للصورة الفضائية ثم استخدام التحليل الإحصائي لتحديد الأدلة/ القنوات الطيفية المثلى المستنبطة في عملية الفصل، ثم إدخالها في شجرة قرار لكل هدف بعتباته الطيفية الحدية، فهي طريقة علمية تسهم في إعداد الخرائط الغرضية لاستعمالات الأرض وغطاءاتها بدقة عالية بحيث يمكنها الحصر السريع لاستعمالات الأراضي وتؤمن قاعدة بيانات دقيقة تساعد في حصر الأضرار الناتجة عن الأزمة في الجمهورية العربية السورية وتقديرها.