

مفاهيم أساسية في معالجة صور الأقمار الصناعية (المرئيات الفضائية).

خالد صالح عبد الله دحيدح¹، ميلود زيدان الشريف².

1- كلية العلوم غريان قسم الجيولوجيا / جامعة الجبل الغربي ، 2- المعهد العالي للمهن الشاملة غريان .

Abstract:

The main objective of digital image processing is to extract information from them and which are not easily phenomenon or that it is not available in the original visible shape. . And it is being studied and analyzed and interpreted through the use of computers to extract quantitative information as a kind of application areas of earth sciences. Digital visual processing system is a group of computer components and software visual material handling. Takes the use of computers in the space corresponding measures and many areas and extensive treatment can summarize the four cases are:

- 1- Preprocessing of Satellite Digital Data.
- 2- Image Enhancement.
- 3- Image Classification.
- 4-Dynamic Link of Information Layers.

الخلاصة :

إن الهدف الرئيسي للمعالجة الرقمية الفضائية هو استخلاص المعلومات منها والتي لا تكون ظاهرة بسهولة أو أنها غير متوفرة في الشكل الأصلي للمرئية. . ويتم دراستها و تحليلها و تفسيرها عن طريق استخدام الحاسوب لاستخراج المعلومات الكمية كنوع من التطبيق بمجالات العلوم الارضية. يكون نظام معالجة المرئية الرقمية مجموعة مؤلفة من مكونات الحاسوب المادية وبرمجيات معالجة المرئية. يأخذ استعمال الحواسيب في معالجة المناظر الفضائية إجراءات و مجالات عديدة و واسعة يمكن أن تلخص باربع حالات هي : المعالجات الأولية للبيانات

الرقمية لمناظر الأقمار الصناعية، تحسين المرئية، معالجات تصنيف الصورة الفضائية ، ربط طبقات المعلومات.
الكلمات المفتاحية: المرئية الرقمية ، إستخلاص المعلومات ، العلوم الأرضية، المعالجات الأولية ، تحسين المرئية ، تصنيف الصورة.

المقدمة :

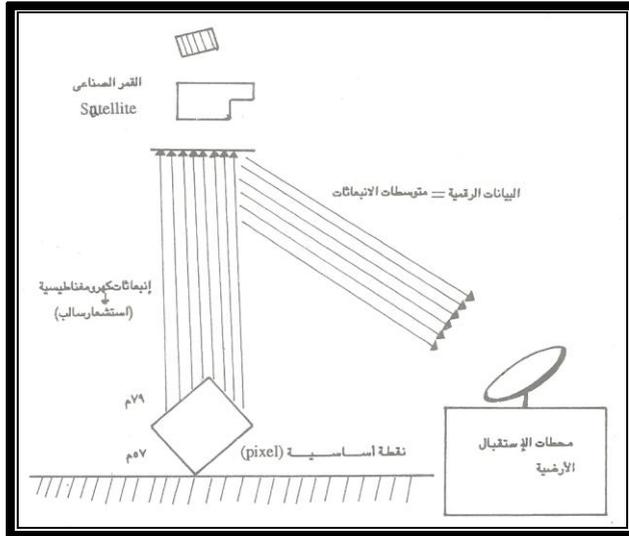
إن الهدف الرئيسي للمعالجة الرقمية الفضائية هو استخلاص المعلومات منها والتي لا تكون ظاهرة بسهولة أو أنها غير متوفرة في الشكل الأصلي للمرئية. ويتم دراستها و تحليلها و تفسيرها عن طريق استخدام الحاسوب لاستخراج المعلومات الكمية كنوع من التطبيق بمجالات العلوم الارضية. تختلف الخطوات المتبعة في معالجة المرئيات من مرئية إلى أخرى لأسباب عديدة والتي تتضمن الحالة الأولية للمرئية ، المعلومات ذات الاهتمام (التكوينات الجيولوجية مقابل غطاء الارض) ، تركيب عناصر المشهد ، الشكل ، وأسباب أخرى . لقد استخدم أسلوب المعالجة الرقمية Digital Processing لأول مرة في الستينات من القرن التاسع عشر إلا أن التطبيق الفعلي لها كان في السبعينات أي بعد البدء بإطلاق سلسلة اقمار Land Sat الأمريكية الخاصة بدراسة الموارد الارضية مما أتاح توفر المناظر الفضائية بشكل واسع ، إن البيانات الفضائية بصورة عامة المتحصل عليها من الأقمار الصناعية تكون بنوعين هي:

بيانات مستمرة .

بيانات غير مستمرة .

بالنسبة للنوع الأول تكون البيانات مستمرة و غير مقسمة إلى وحدات بنائية Pixels و تظهر البيانات كصورة واحدة يمكن تفسيرها تفسيراً بصرياً مباشراً ، في حين أن النوع الثاني هي بيانات مقسمة إلى وحدات بنائية Pixels و تسمى بالبيانات الرقمية Digital data (العزاوي ، 1996) . هذا النوع من البيانات هي التي تكون قابلة للمعالجة الرقمية و لإدراك المقصود من ذلك بالنسبة لمناظر الأقمار الصناعية فان كل منظر يتكون من كم هائل من الوحدات البنائية Pixels و كل وحدة بنائية تمثل مساحة أرضية معينة و تختلف هذه المساحة من قمر صناعي إلى آخر فهي على سبيل المثال تكون (57× 79) متر في الجيل الأول

من سلسلة Land Sat و تكون (10 × 10) متر أو (20 × 20) متر في القمر الصناعي الفرنسي SPOT و كل مساحة ارضية يصدر منها انبعاث كهرو مغناطيسي Electromagnetic Emission يلتقط بواسطة مستشعرات أو أجهزة إحساس الاقمار الصناعية التي بدورها ترسل متوسطات هذه الانبعاثات الى محطات الاستلام الأرضية Station Ground Reception (Lillesand & Kiefer , 1994). كما موضح بالشكل (1).



الشكل (1) النقاط الأساسية (Pixels) وبياناتها الرقمية Digital data (الجيل الأول من أقمار لاندسات الأمريكية).

و يتوقف عدد المتوسطات المستلمة من البيانات الرقمية لأي وحدة بنائية Pixel على عدد القنوات أو الحزم الطيفية التي يستقبل عليها الانبعاث أو الانعكاس الطيفي. (Sabine , 1978). إن هذا النوع من البيانات الرقمية تمثله مرئيات الأقمار الصناعية الأمريكية Land Sat بجميع أجيالها الحاملة للمستشعرات TM و MSS حيث لكل وحدة بنائية في مناظر المستشعر MSS قيمة معينة من الانبعاث الكهرومغناطيسي تتراوح ما بين (0 - 64) أي 65 قيمة رقمية بينما في مناظر

TM تتراوح القيم الرقمية لكل وحدة بنائية ما بين (0 - 255) بمعنى أنها تمثل 256 احتمالاً لقيم شدة الانبعاث الكهرومغناطيسي من سطح الأرض و الأجسام التي عليه و زيادة مدى القيم الرقمية للمستشعر TM وفر وضوح و دقة أكثر لمعالم سطح الأرض حيث تمثل القيمة (0) تلك الأجسام التي تمتص الأشعة بشكل كامل ، أما القيمة (255) فتتمثل الاجسام التي تعكس الأشعة بشكل كامل و بقية الأجسام ياخذ قيم لشدة الانبعاث الكهرومغناطيسي تتراوح ما بين (0 - 255) قيمة رقمية . و كمثال على الكم الهائل من البيانات الفضائية فإن المنظر الفضائي للمستشعر TM يحتوي على (40) مليون ميغا بايت مما يجعل التعامل معها عن طريق الحواسيب أسرع و أفضل لتعمم على مستوى إقليمي (Lillesand & Kiefer , 1978 ; Sabine , 1979).

نظام معالجة المرئية الرقمية:

يكون نظام معالجة المرئية الرقمية مجموعة مؤلفة من مكونات الحاسوب المادية وبرمجيات معالجة المرئية.

مكونات الحاسوب المادية الأساسية لمعالجة المرئية الرقمية :

ينجز محلو المرئية معالجة المرئية الرقمية على أنظمة حاسوب كبير (Mainframe) ، محطات عمل ، (Workstation) ، أو حواسيب شخصية (Russ, 1992). يكون الفارق كبيراً في السرعة التي يعالج بها الحاسوب ملايين التعليمات في الثانية (MIPS).

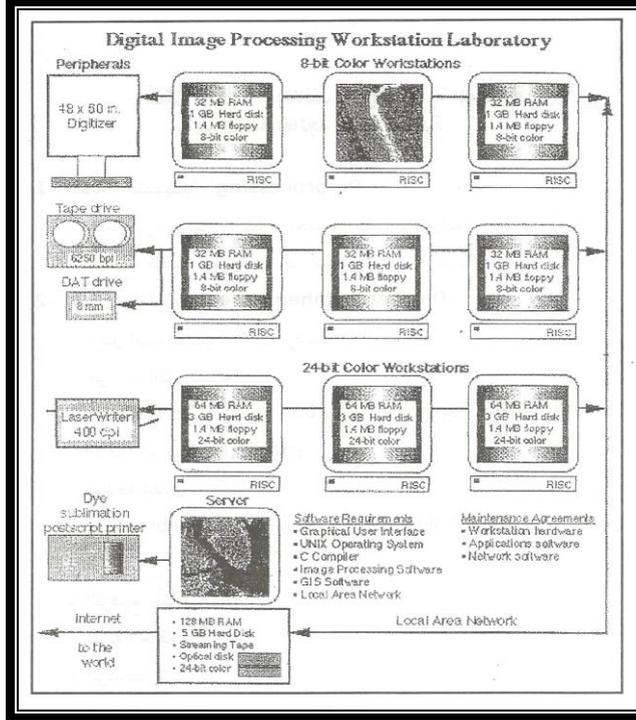
الحاسوب الكبير :

يستخدم نظام الحاسوب الكبير (وحدة المعالجة المركزية أكبر من 32 بت) عادة بشكل تفاعلي، محطات طرفية حرفية - رقمية. تكمن فائدة نظام الحاسوب الكبير في سرعة إنجازه العالية في المعالجة الروتينية.

محطة العمل :

تكون محطات العمل (732-bit CPU) غير مكلفة نسبياً وتتألف بصورة عامة من حاسوب مجموعة تعليمات مختزلة (RISC) معقدة ترتبط بجهاز عرض ملون عالي الوضوح. يمكن ان تربط محطات عمل (RISC) إلى محطات أخرى أو إلى

خادم - ملف (File-Server) الذي يحتوي على برمجيات معالجة المرئية وبيانات الاستشعار عن بعد. يوضح الشكل (2) مختبر محطة عمل لمعالجة المرئية الفضائية



الشكل (2) مختبر محطة عمل لمعالجة المرئية الرقمية.

الحاسوب الشخصي:

تتجز الحواسيب الشخصية (CPU من 16 الى 32 بت) مع برمجيات ملائمة لمعالجة معقدة نسبياً للمرئية الرقمية.

أنواع المعالجات الرقمية:

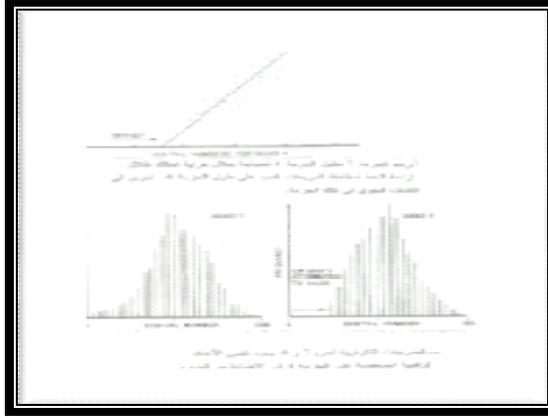
يأخذ استعمال الحواسيب في معالجة المناظر الفضائية إجراءات و مجالات عديدة و واسعة يمكن أن تلخص بأربع حالات هي :

1 - المعالجات الأولية للبيانات الرقمية لمناظر الأقمار الصناعية:

هذه المعالجات لا بد من القيام بها قبل الشروع في أي نوع من المعالجات الأخرى ، حيث يرى المختصون أن نظام الاستشعار عن بعد المتوفر حالياً لم يصل بعد إلى المرحلة المطلوبة من التطور بالإضافة الى ذلك فإن طبيعة سطح الأرض و المسطحات المائية لا تساعد على استشعارها و أخذ بياناتها الرقمية بطريقة دقيقة الامر الذي يؤدي إلى تدهور نوعية البيانات التي تجمعها أجهزة الاستشعار (Nezry , 1996 ; Teillet , 1982) و لغرض ترميم و تقويم هذه البيانات يتم اجراء مثل هذه المعالجات في محاولة للوصول إلى أصدق تمثيل للمنظر الفضائي الأصلي قبل ان يتم تناوله من قبل جمهور الباحثين و الدارسين و تهدف هذه المعالجات التي تجري في محطات الاستقبال الأرضية إلى إزالة تأثير كل من الغلاف الجوي و الاختلاف الطبوغرافي عن قيم البيانات الرقمية حيث يؤثر الغلاف الجوي على الخواص الهندسية لانتقال الموجات خلاله كما أن الاختلاف الطبوغرافي لسطح الأرض يسبب في اختلاف المسافة بين سطح الأرض و جهاز الاستشعار و تزداد اهمية إجراء مثل هذه المعالجات في حال دراسة مناظر فضائية ذات تواريخ مختلفة وهناك نوعين من هذه المعالجات الأولية.

تصحيح التشننت (الاستطارة) الجوي :

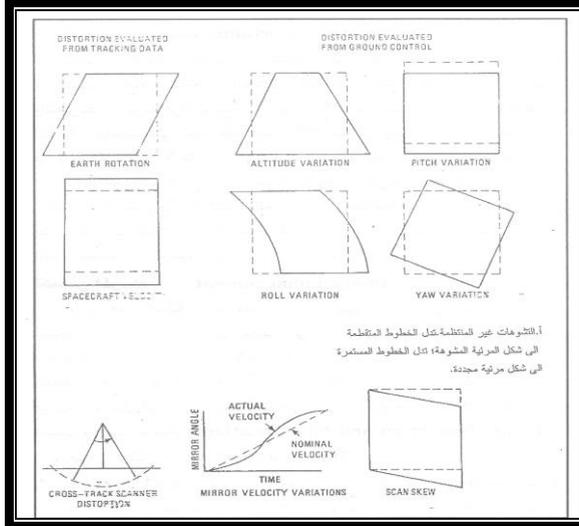
تهدف هذه التصحيحات إلى إزالة الأخطاء الناجمة عن التأثيرات الجوية و عن عدم التشغيل الصحيح لجهاز الاستشعار. إن الغلاف الجوي يشننت بصورة انتقائية الأطوال الموجية للضوء. لمريئات الماسح المتعدد الأطياف لأقمار لاندسات ، تمتلك الحزمة 4 (0.5 الى 0.6 ميكرومتر) المركبة الأعلى من الضوء المشننت، وتمتلك الحزمة 7 (0.8 الى 1.1 ميكرومتر) المركبة الأقل. ينتج التشننت الجوي غيماً أو ضباباً يفضي إلى فارق منخفض للمريئية ، تحسن نسبة الفارق للمريئية بالتصحيح لهذا التأثير ، كما هو موضح بالشكل (3).



الشكل (3) طرق تحديد التصحيحات الجوية على حزم منفردة لـ MSS لانديسات (Sabins).

تصحيح التشوهات الهندسية :

من خلال عملية المسح، يُدخل عددٌ من التشوهات الهندسية إلى بيانات مرئيات الماسح المتعدد الاطراف MSS والماسح الموضوعي TM. تصحح هذه التشوهات من خلال إنتاج المرئيات الأم (Master). والتصحيحات الهندسية يجب أن تطبق قبل رسم المرئيات. تكون التشوهات الهندسية على نوعين كما هو موضح بالشكل (4).



الشكل (4) التشوهات الهندسية على مرئيات لانديسات.

2. تحسين المرئية :

تعرف هذه العملية بأنها تبديل مظهر المرئية لكي يتمكن المفسر من استخلاص معلومات أكثر من المرئية. هناك عدد من المعالجات مرتبطة باصطلاح زيادة إيضاح الصورة عن طريق زيادة الفوارق البصرية بين معالم الصورة و منها:

* تحسين الفارق :

هناك مشكلة شائعة في الاستشعار عن بعد وهي أن قيم الانعكاسية التي يتم تجميعها بمجس ما ربما لا تتطابق مع إمكانيات الفلم أو شاشة العرض الملون. تعكس المواد على سطح الأرض وتبعث كميات من الطاقة. ربما يسجل مجساً ما كمية من الطاقة من مادة واحدة في طول موجي معين بينما تسجل مادة أخرى كمية أقل من الطاقة بنفس الطول الموجي. إن استخدام تكتيكات تحسين المرئية يجعل منها أكثر سهولة للتحليل والتفسير. يشار إلى مدى قيم اللعان الموجودة على مرئية بالفارق (Contrast). تؤدي عملية تحسين المرئية إلى جعل ظواهر المرئية بارزة بشكل واضح وذلك بالاستفادة المثلى من الألوان المتوفرة على جهاز العرض أو الإخراج. تتضمن معالجات الفارق تغيير مدى القيم في مرئية وذلك لزيادة الفارق. فعلى سبيل المثال ، مرئية ما تبدأ بمدى قيم بين 30، 90 ، عندما يوسع هذا المدى إلى مدى من 0 الى 255 فإن الفوارق بين الظواهر سوف تبرز أو تؤكد. لسوء الحظ وفي أحيان كثيرة تعكس ظواهر مختلفة كميات متشابهة من الطاقة في كل جزء من الطيف الكهرومغناطيسي، وينجم عن ذلك مرئية بفارق واطيء نسبياً. علاوة على مميزات الفارق الواطيء الواضحة للمواد البايوفيزيائية (Bio Physical) ، توجد عوامل ثقافية (Cultural) عند العمل. فعلى سبيل المثال كثيراً ما يستخدم سكان البلدان النامية مواد بناء طبيعية مثل (الخشب والتربة) في بناء المناطق الحضرية (Hacc, et al., 1995) وينتج عن هذا مرئيات استشعار عن بعد بفارق أكثر انخفاضاً مقارنة بالمناطق الحضرية في البلدان المتقدمة والتي ربما تكون الخرسانة ، الإسفلت والنبات الأخضر المخصب أكثر غلبة (Jensen, 1996). وهكذا يكون من المهم أن نهتم بكل من المركبات البايوفيزيائية والبشرية عند تقوية مرئية ما الى أقصى فارق. تكون حساسية المجس عامل آخر يؤخذ في الاعتبار عند

خلق مرئية استشعار عن بعد بفارق واطىء. تزود أغلب المجسات اليوم بكواشف تصمم لتسجيل مدى واسع نسبياً من قيم لمعان المشهد غير المشبع مثل (0 الى 255). عندما تصبح مرئية ما مشبعة (Saturated) فإن الحساسية الراديومترية للكاشف تكون غير كافية لتسجيل المدى الكامل من شدات الطاقة المنعكسة أو المنبعثة والمنطلقة من المشهد. تمتلك المواد الطبيعية على الأرض مدى واسع من الخواص الطيفية. يجب أن تكون كواشف الأقمار الاصطناعية حساسة لمواد الانعكاسية الواطئة مثل (البازلت البركاني الغامق) بالإضافة إلى المواد الانعكاسية المرتفعة مثل (حقول الجليد). ومع ذلك فهناك مشاهد قليلة تتألف من قيم لمعان والتي تستفيد من مدى الحساسية الكامل لكواشف الأقمار الاصطناعية. تكون هذه المشاهد ذات فارق واطىء نسبياً مع قيم لمعان تتراوح من 0 الى 100.

* المعالجات بالتلوين الكاذب :

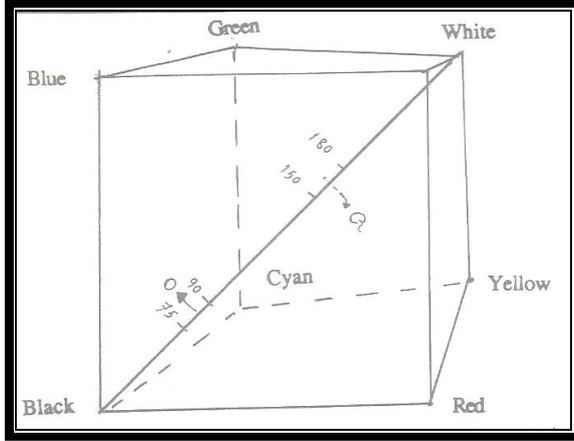
في هذا الأسلوب يتم تحويل الصورة أبيض - أسود إلى أخرى ذات ألوان كاذبة colours image false وترجع أهمية هذا الأسلوب إلى أن قدرة العين البشرية على تمييز الاختلافات اللونية ودرجة تشبع كل لون أعلى من قدرتها على الإحساس بالاختلافات في درجة الفتاحية والفتامة tonal variation (في حالة الصورة أبيض - أسود). ويتبع هذا الأسلوب ثلاث طرق هي:

أ - معالجات شرائح الكثافة:

طريقة قطع الكثافة أو تجزئة البيانات المستمرة إلى فترات، او مسافات متباعدة ويطلق على كل منها اسم slice أو interval فترة فمثلاً إذا كان مدى البيانات الرقمية (صفر إلى 255) فإن: slices أو الفترات interval هي : صفر - 10 - 11 - 20 - 21 - 30 وهكذا ومنتصف الفترات الرقمية 5،15،25 وهكذا.

وبتوقيع قيم منتصف الفترات الرقمية على مجسم الألوان RGB أزرق = B Blue = واخضر Green = G وأحمر Red = R الشكل ، نحصل على نقاط قيم منتصف الفترات الرقمية O ، Q ، ولكل منها إحدثيات لونية ثلاثة (RGB) ، وتأخذ كل فترة

رقمية لوناً معيناً طبقاً لقيم هذه الإحداثيات ، وعادة ما تتم هذه الطريقة دون تدخل الباحث كما هو موضح بالشكل (5).



الشكل (5) طريقة قطع وتجزئة البيانات المستمرة إلى فقرات ومسافات متباعدة موقعة على مجسم الألوان (Mather 1987).

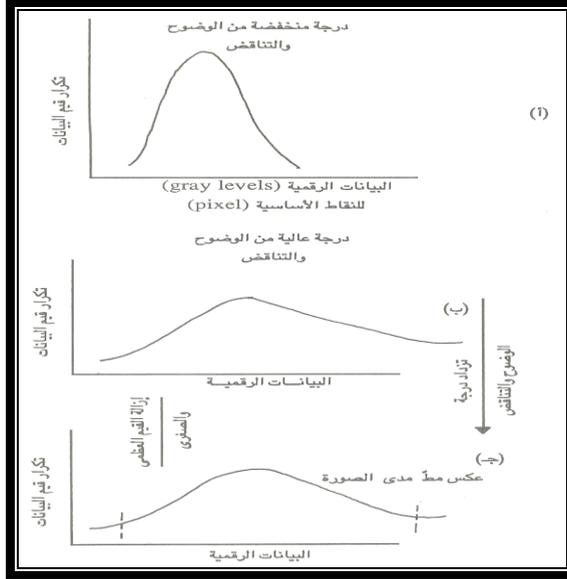
ب - التحول اللوني الكاذب:

في الصورة أبيض - أسود ، تشترك الألوان الرئيسية الثلاثة (الأحمر - الأزرق - الأخضر) بنسب متساوية في تكوين الألوان بمعنى أنه: إذا كانت هناك نقطة أساسية (Pixel) ذات قيمة رقمية 45 grey scale، فإن الإحداثيات اللونية الثلاثة RGB لها تكون 30 لكل منها (صورة أبيض - أسود) ، أي أن $R = G = B = 30$ ولتحويل هذه فإن : $R \# G \# B \# 30$ ، وهذا ما تكون عليه الحال في معظم القيم الرقمية.

ج - التحول اللوني طبقاً لاختيار الباحث:

حيث يتم تحديد الإحداثيات اللونية R ، G ، R عن طريق الباحث الجدول يبين إحداثيات R G B واللون الناتج من كل حالة. ويلاحظ انه:

قبل إجراء أي من هذه المعاملات، ينبغي التأكد من عدم وضوح الصورة بدرجة كافية. فإذا كانت الصورة واضحة ، فلا داعي لإجراء أي من هذه العمليات ، ويمكن تقدير درجة وضوح الصورة نفسها ، أو من هستوجرامها كما هو موضح بالشكل (6).



الشكل (6) التعرف على درجة وضوح الصورة من خلال هستوجرامها.

3 - معالجات تصنيف الصورة الفضائية :

يعرف هذا التقسيم بأنه وضع النقاط الأساسية Pixels في مجموعات تسمى (الصفوف الطيفية) ، وذلك بناء على نمطياتها (Patterns) ، وذلك بغرض التعرف على ما تمثله من أشياء أرضية Ground objects ويقصد بنمط Pattern النقطة الأساسية مجموعة البيانات الرقمية لهذه النقطة خلال القنوات المختلفة Channels or bands التي تسمى ملامح features . بناء على ذلك يعرف نمط الاختبار بأنه متوسطات قيم بياناتها الرقمية خلال القنوات المختلفة. ويوضع النقاط الأساسية في مجموعات وتمثيل هذه المجموعات بألوان مختلفة

نتحصل على الخريطة الطيفية التي تعد التمثيل البياني أو الجرافيكي لعملية التقسيم وتعرف الخريطة الطيفية thematic map or multicoloured computerized map وهي توضح الموقع الجغرافي geographical location للأشياء المختلفة المكونة لسطح الأرض.

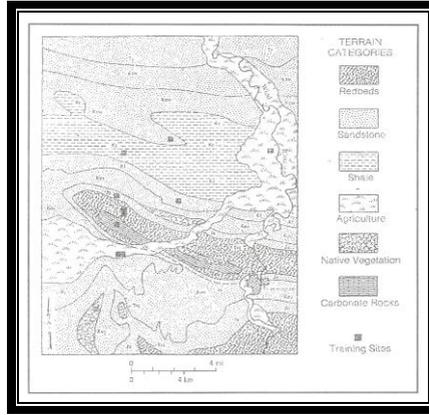
ويوجد نوعان أساسيان لتقسيم البيانات الرقمية هما:

❖ التصنيف الموجه او المحكوم :

هذا التقسيم مبني على معلومات سبق الحصول عليها supervised classification وهو تقسيم قائم على قيم أو حدود تقسيمية تمثل أشياء أرضية محددة ومعروفة وعادة يتم بعد إجراء الدراسات الحقلية أو الميدانية حيث يحدد المحلل على المرئية منطقة صغيرة تسمى موضع التدريب (Training Site) ، ويمكن الحصول على المعلومات اللازمة من خلال الخرائط والدراسات السابقة وتعين القيم التقسيمية باستخدام الراديومتر (radiometer) أو عن طريق تحديد الأشياء الأرضية على شاشة الحاسوب واستخراج قيم النقاط الأساسية وتعرف الصفوف الطيفية الناتجة عن هذا النوع من التقسيم بالصفوف المعلوماتية information classes. وهذه العملية تتضمن الخطوات التالية:

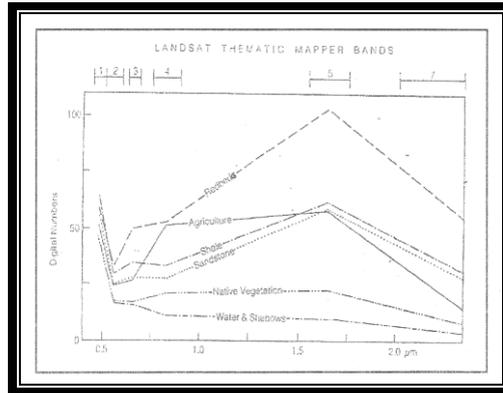
1 - التدريب:

يقوم الباحث بتدريب مصنف الحاسوب على الأصناف المراد فصل الصورة إليها عن طريق اختيار عدد من الفئات الممثلة لكل صنف. يوضح الشكل (7) مواضع التدريب (والتي أشير لها بمستطيلات سوداء) لتصنيف مراقب لمشهد فرعي لمنطقة ثرموبولس وإيمونج الأمريكية.



الشكل (7) فئات الأرض ومواضيع التدريب لتصنيف مراقب لثرموبولس، مشهد فرعي.

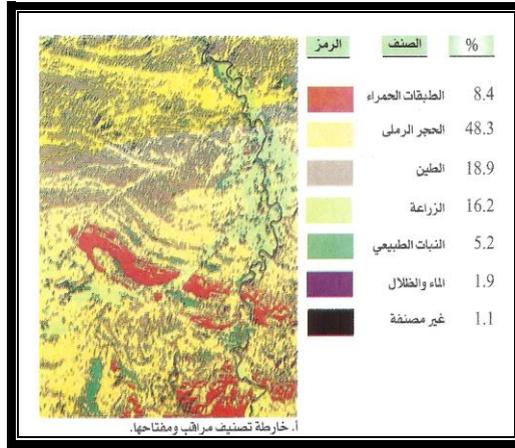
يوضح الشكل (8) طيف الانعكاسية TM لفئات الأرض ومن الشكل نلاحظ أن مدى التغير الطيفي في حزم IR المنعكسة (4، 5، 7) يكون أوسع منه في الحزم المرئية (1، 2، 3).



الشكل (8) طيف الانعكاسية لمواضيع التدريب المستخدمة في التصنيف المراقب للمشهد الفرعي لثرموبولس .

2 - التصنيف :

و هي عملية تمشيط للصورة الفضائية من قبل الحاسوب لغرض حصر الوحدات البنائية Pixels و وضعها ضمن الاصناف المطلوبة و عند وجود وحدات بنائية لا تمثل أي من الأصناف المطلوبة تظهر في مرحلة الإخراج بلون أسود و توصف على أنها وحدات مجهولة . تعرض خارطة التصنيف المراقب في الشكل (9 أ) والتي فيها تمثل الألوان ستة أصناف أرض رئيسية و يدل اللون الأسود على العناصر غير المصنفة.



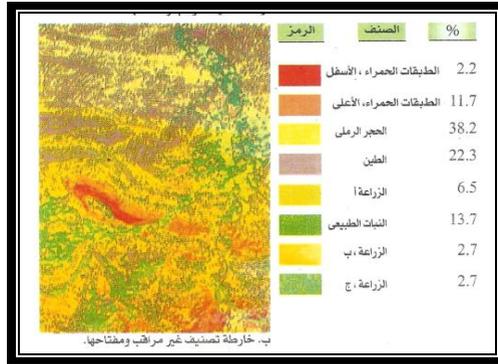
شكل (9 أ) : خارطة تصنيف متعددة الاطياف لبيانات TM لاندسات لثرموبولس، وايمونج، المرئية تغطي عرض 20 كم (Sabins, 1987).

3 - المخرجات :

وفي هذه المرحلة يتم عرض النتائج بعد أن تم فصل الصورة إلى عدد من الاصناف الممثلة لغطاء الارض ، و تكون طريقة عرض النتائج أما على هيئة صور ملونة أو خرائط أو رموز و هذا كله يعتمد على نوعية و كفاءة اجهزة الحاسوب المستخدمة كما يمكن أن تكون النتائج طبقة معلوماتية لنظام GIS للمنطقة الجغرافية التي تمثلها الصورة الفضائية .(Sabin , 1978) ؛ (Lillesand & Kiefer , 1994).

❖ التصنيف غير الموجه أو غير المحكوم:

في هذا التصنيف يفصل الحاسوب العناصر الى أصناف بدون أي توجيه أو إشراف من المحلل، نتائج التصنيف غير الموجه للمشاهد الفرعي لمنطقة ثرموبولس تعرض في خارطة ومفتاح الشكل (9 ب). يعرف هذا البرنامج آلياً 16 صنفاً للمشاهد.



الشكل (9 ب) خارطة تصنيف متعددة الاطراف لبيانات TM لانديسات لثرموبولس، وايمونج، المرئية تغطي عرض 20 كم (Sabins, 1987).

4 - ربط طبقات المعلومات:

تعتبر هذه العملية من المعالجات النهائية حيث يتم دمج البيانات الفضائية لمنطقة جغرافية معينة مع بيانات أخرى تعود لنفس المنطقة الجغرافية و الهدف من عملية الربط هو ضم معلومات تم الحصول عليها عن طريق الاستشعار عن بعد إلى مصادر أخرى من المعلومات في إطار ما يعرف بنظام المعلومات الجغرافية GIS حيث يتم جمع معطيات الصور الفضائية مع معلومات أخرى مثل الطبوغرافية و استخدام الأراضي و الكثافة السكانية و التربة ، (Heywood et al , 2007).

الاستنتاج :

بعد هذا الإيضاح الموجز حول عدد من طرق المعالجة الرقمية لصور الأقمار الصناعية خاصة مشاهد سلسلة أقمار Land sat الأمريكية الخاصة بدراسة الموارد الأرضية لا سيما مشاهد المستشعر TM كان لا بد من إعطاء فكرة موجزة عنه حيث بدأ العمل به لأول مرة على الجيل الثاني من أقمار Land sat و بسبع قنوات طيفية و هي على التوالي 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 7 التي تستشعر ضمن الطيف المرئي Visible Band و تحت الحمراء القريبة و المتوسطة Near and Middle Infrared Bands أما القناة 6 فهي تستشعر ضمن نطاق تحت الحمراء الحرارية Thermal Infrared Band و تعتبر القنوات 6 ، 7 هي الأمثل للدراسات الجيولوجية و دراسة المسطحات المائية . و حالياً في الجيل الثالث من سلسلة أقمار Land sat أي Land sat 6 و Land sat 7 تم تحسين نظام الاستشعار TM و ذلك بزيادة قناة طيفية أخرى ليصبح مجموع القنوات التي يعمل بها هذا النظام 8 قنوات طيفية و يعرف هذا النظام الجديد باسم ETM+ و هو اختصار لـ The Enhanced Thematic Mapper Plus . إن إضافة قناة جديدة يجعل الصورة الفضائية أكثر وضوحاً و أكثر قرباً للحقيقة الأرضية لأن فرصة استشعار الانبعاث الكهرومغناطيسي الأرضي سوف تكون أكبر و مع هذا فلا يمكن الاستغناء عن المعالجة الرقمية لأن هذه المعالجات ضرورة حتمية خصوصاً معالجات ما قبل التداول أو ما يعرف بالمعالجات الأولية . أما المعالجات الأخرى فهي حسب الغرض ، و الهدف من الدراسة و البحث فبعض الأبحاث و الدراسات هي التي تفرض نوع المعالجة المطلوبة و طبعاً مخرجات المعالجات Output من حيث دقتها ستكون مرتبطة بالدرجة الأساس بنوعية و كفاءة الأجهزة المستخدمة لغرض المعالجة ثم بعد ذلك تأتي إمكانية الاستفادة من نتائج المعالجة بعد تحقيق الهدف الأساسي منها في دمجها مع معلومات أخرى كمدخل أو قاعدة بيانات لمنطقة جغرافية محددة في إطار ما يعرف بنظام المعلومات الجغرافية GIS و حالياً خاصة في الدول المعروفة بتقدمها في هذا المجال يشكل الاستشعار عن بعد بجميع معطياته و بياناته قاعدة معلومات ضخمة في نظام GIS .

المراجع :

▪ المصادر العربية :

- 1- الصالح محمد عبد الله ، (1992): مرئية الأستشعار عن بعد ، جمع البيانات وتحليلها.
- 2- العنقري ، خالد محمد ، (1986): الإستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية ، الرياض، المريخ.
- 3- الهيتي ، عماد عبد الرحمن، الوحيشي ، عبد السلام احمد ، (2005): الإستشعار عن بعد المباديء والتطبيقات ، جامعة ناصر ، ليبيا ، دار الرواد.
- 4- عبد الهادي ، عبد رب النبي محمد ، (1992): المدخل في علم الإستشعار عن بعد ، معالجة بيانات الأقمار الصناعية ورسم الخرائط ، القاهرة ، الدار العربية للنشر والتوزيع.
- 5- فرحان ، يحي عيسى ، (1987): الإستشعار عن بعد وتطبيقاته ، الجامعة الأردنية ، عمان.

■ المصادر الأجنبية :

- 1- Abd El – Hady , A. M., Abd El – Kader, F.H. and Bahnassy, M, (1997) : Limitation and Potential of Remotely Sensed Soil Surface Mapping Mariut Plain , West Noubaria , Egypt.
- 2- Heywood, I., Cornelius, S., and Carver, S., (2007): Geographical Information Systems,. Prentice – Hall. USA.
- 3- Jensen, J. R. (1997) : Introductory Digital Image Processing :A Remote Sensing Prospective . Prentice – Hall . USA .
- 4- Lillesand, T. M., and Kiefer, r. w., (1979) : Remote Sensing and Image Interpretation . John, Wiely and Jons, Inc. Canada.

- 5- Lillesand, T. M., and Kiefer, r. w., (1994) : Remote Sensing and Image Interpretation . John, Wiely and Jons, Inc. Canada.
- 6- Meijerink, A. M., (1989) : Remote Sensing Application to Water Shed Management Rcs. Series. 50, FAO, Rome.
- 7- Sabine, F. F., (1978): Remote Sensing Principles and Interpretation, Freeman, and Co. San Francisco.
- 8- Ulbricht, K. A., and Teotia, H. S., (1986): Use of Landsat TM Imagery for Soil and Land Use Investigation 20th symp. On Remote Sensing of Environment.Nairobi.