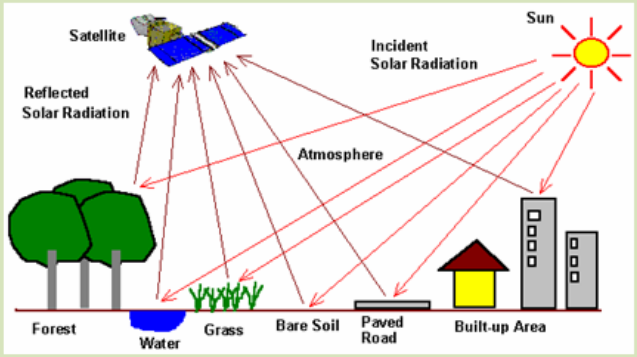
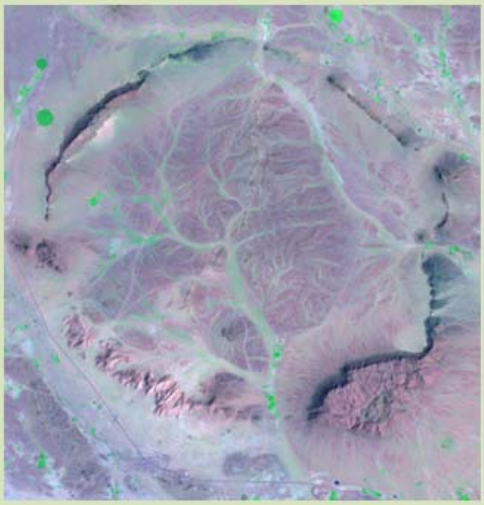
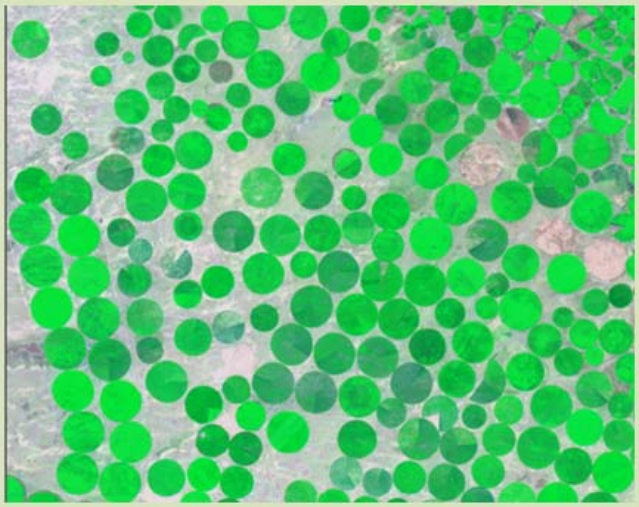
معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية
باستخدام برنامج الويس ILWIS







أ.د. محمد بن عبد الله بن محمد الصالح

قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود
الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٣١هـ / ٢٠١٠م

معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية باستخدام برنامج الويس ILWIS

أ.د. محمد بن عبدالله بن محمد الصالح

قسم الجغرافيا
كلية الآداب
جامعة الملك سعود
الرياض، المملكة العربية السعودية

١٤٣١هـ ـ ٢٠١٠م

ⓒ محمد عبدالله محمد الصالح، ١٤٣١هـ / ٢٠١٠م

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الصالح، محمد عبد الله محمد
معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية باستخدام برنامج الويس ILWIS. / محمد عبدالله محمد الصالح، الرياض، ١٤٣١هـ

١٦١ ص ؛ ٢١سم × ٢٩,٧سم

ردمك: ٥-٥٣٣١-٠٠-٦٠٣-٩٧٨

١- الاستشعار عن بعد أ. العنوان

ديوي ٥٢٦,٩٨٢٣ ١٤٣١/٤٨٩٤

رقم الإيداع: ١٤٣١/٤٨٩٤

ردمك: ٥-٥٣٣١-٠٠-٦٠٣-٩٧٨

حقوق النشر محفوظة للمؤلف حيث لا يسمح للمؤسسات والشركات والمكتبات التجارية بنسخه وتوزيعه وبيعة أو استخدامه إلا بموافقة خطية من المؤلف تنص على السماح بنسخه وتوزيعه وبيعه وتحدد نوع الاستخدام ومدته.

المحتويـــات

الموضوع	الصفحة
تقديم	
مقدمة	١
مفهوم الاستشعار عن بُعد	٢
نظام الاستشعار عن بُعد	٣
مصادر الأشعة الكهرومغناطيسية (الطاقة)	٤
تأثير مواد الغلاف الجوي على الأشعة الكهرومغناطيسية	٥
تأثير مواد سطح الأرض على الأشعة الكهرومغناطيسية	٥
منصات الاستشعار عن بُعد	٦
أجهزة الاستشعار عن بُعد	٩
مخرجات أجهزة الاستشعار عن بُعد	١٠
معالجة وتفسير وتحليل صور الاستشعار عن بُعد	١١
المستخدمون (تطبيقات الاستشعار عن بُعد)	١٢
الجغرافيا والاستشعار عن بُعد	١٣
مشكلة تعريب مصطلحات الاستشعار عن بُعد	١٤
الحصول على برنامج الويس ILWIS وتحميله وتشغيله على الحاسب الآلي	١٥
مصادر صور الاستشعار عن بُعد	١٨
العمليات الرئيسية لمعالجة صورة الاستشعار عن بُعد الرقمية	٣٠
عمليات المعالجة الأولية لتجهيز ملفات الصور	٣٠
تصحيح الصورة	٣١
تحسين الصورة	٣٢
تصنيف الصورة	٣٣
معالجة الصور متعددة التواريخ	٣٣
استيراد Import بيانات صور الاستشعار عن بُعد ببرنامج الويس ILWIS	٣٤
خطوات عرض الصور على الشاشة	٣٦
اقتطاع جزء من الصورة	٣٨
إعداد مصفوفة الصور الرقمية	٤١
التصحيح الهندسي لصور الاستشعار عن بُعد	٤٣
إحداثيات النقاط والمسقط ومجسم الأرض والمرجع الأفقي	٤٦
التصحيح الهندسي باستخدام صورة مصححة أو خريطة رقمية	٥٣
التصحيح الهندسي باستخدام خريطة ورقية أو جهاز GPS	٦١
نشر بيانات الصور الرقمية لزيادة التباين	٨٢
إعداد صورة مركب الألوان	٨٥
مركب الألوان الحقيقية (الطبيعية)	٨٦
مركب الألوان الخاطئة (الزائفة)	٩٢

الموضوع	الصفحة
الألوان بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون (IHS)	٩٩
تحسين الألوان في النطاقات عالية الارتباط Decorrelation Stretching	١٠٠
الترشيح المكاني للصور	١٠٥
دمج نطاقات الصور	١٠٨
دمج الصور بأسلوب تحليل المركبات الرئيسية	١٠٨
دمج الصور بأسلوب الضرب	١٠٩
دمج الصور بأسلوب Brovey	١٠٩
دمج الصور بأسلوب شدة وتدرج وتشبع اللون IHS	١١٠
نسب نطاقات الصور	١١٤
جمع نطاقات الصور	١١٩
مؤشرات النبات	١٢٣
تحليل المركبات الرئيسية	١٢٨
التصنيف المراقب (الموجه)	١٣٤
التصنيف بأسلوب الاحتمالية العظمى	١٣٥
التصنيف بأسلوب متوازي السطوح (الصندوق)	١٣٦
التصنيف بأسلوب أقصر مسافة من الوسط	١٣٦
التصنيف بأسلوب Mahalanobis	١٣٦
التصنيف غير المراقب (غير الموجه)	١٤٩
التصنيف بنظام الألوان الرئيسية RGB	١٥٠
التصنيف بأسلوب تنظيم البيانات ذاتيا من خلال الإعادة ISODATA	١٥٠
كشف التغير	١٥٤
المراجع العربية	١٥٨
المراجع الإنجليزية	١٥٩
مواقع انترنت	١٦٠

تقديم

لقد قمت في عام ١٩٨٥م بمعالجة صور الاستشعار عن بُعد المستخدمة في رسالتي للدكتوراه على برنامج GEMS المتوافر في ذلك الوقت في مؤسسة الطيران الملكية في مدينة فارنبرا ببريطانيا .Royal Aircraft Establishment, Farnborough, U.K. ومنذ عودتي من البعثة الدراسية عام ١٩٨٨م قمت بتدريس مقررات الاستشعار عن بُعد في مرحلتي البكالوريوس والدكتوراه بقسم الجغرافيا في جامعة الملك سعود وقمت بتدريب الطلاب على برنامج ايرداس ERDAS لمعالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية. وكما هو معروف برنامج ايرداس برنامج ضخم وفعال وهو من أفضل برامج معالجة صور الاستشعار عن بُعد إن لم يكن أفضلها. ولكن هذا البرنامج يتوفر فقط في الجامعات والمؤسسات والشركات الكبيرة لأن رخص استخدامه غالية الثمن نسبيا.

بعد أن أصبح برنامج ILWIS لمعالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية متاح بدون مقابل مالي جاءتني فكرة إعداد دليل مبسط باللغة العربية ليسهل عملية استخدامه في الوطن العربي. وعلى الرغم من أنه ليس لدي أدنى خبرة في استخدام برنامج ILWIS إلا أنني اعتمادا على مرشد المستخدم ILWIS 3.0 User's Guide المكتوب باللغة الانجليزية، وعلى المعلومات المتوفرة في أمر Help بالبرنامج، حاولت جاهدا أن أتعلم تطبيق طرق وأساليب معالجة صور الاستشعار عن بُعد على هذا البرنامج. ولا أدعي أنني قد أتقنت تطبيق جميع عمليات وطرق المعالجة بهذا البرنامج، ولكن أعتقد انني قد توصلت إلى درجة مقبولة من المعرفة في هذا الشأن سمحت لي بكتابة هذا العمل العلمي المتواضع.

ونظرا لأن هذا الكتاب بالدرجة الأولى كتاب إرشادي وأيضا لكثرة الأشكال التوضيحية فيه، لذا لم تطبق الطريقة المعتادة لترقيم الجداول والأشكال، كما أنه لم يقسم إلى فصول. إضافة إلى ذلك قد يلاحظ المتخصصين في الاستشعار عن بُعد شيء من التكرار وذلك لأن القارئ المستهدف بالدرجة الرئيسة هو الطالب المبتدأ وقليل الخبرة في الاستشعار عن بُعد. ومن جهة أخرى، وعلى الرغم من أنني طبقت أكثر من مرة خطوات تطبيق طرق المعالجة الواردة في هذا الكتاب، إلا أنه من المتوقع أن ترد بعض الأخطاء العلمية واللغوية وأن تظهر لأصحاب الخبرة في برنامج الويس ILWIS بعض جوانب القصور أو الضعف في هذا العمل. وعليه آمل ممن تكون له ملاحظة تتعلق بخطأ أو نقص مخل أو عنده اقتراح يسهم في تحسين رفع مستوى هذا العمل أن يتكرم بتزويدي بها على بريدي الالكتروني أو على عنواني ليتسنى لي تصحيح الأخطاء واستيفاء النواقص المخلة في الطبعات القادمة.

وحيث أن برنامج الويس ILWIS أعد ليحقق هدفين أحدهما معالجة صور الاستشعار عن بُعد والهدف الآخر يتعلق بعمليات نظم المعلومات الجغرافية GIS، ونظرا لمحدودية معرفتي في نظم المعلومات الجغرافية فإنني آمل من المختصين في نظم المعلومات الجغرافية بأن يتطوع أحدهم ويقوم بإعداد كتاب إرشادي لتطبيق

عمليات وطرق نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج ILWIS لتكون الاستفادة من هذا البرنامج أوسع في الوطن العربي.

وانطلاقا من مبدأ استفادة أكبر عدد ممكن على مستوى الوطن العربي من هذا الكتاب، ومن مبدأ تسهيل عملية الحصول عليه، سوف يكون هذا الكتاب متوفرا في هيئة رقمية وبدون مقابل (ما عدا للأغراض التجارية) على شبكة الانترنت في موقعي بجامعة الملك سعود وذلك على الرابط التالي:

http://faculty.ksu.edu.sa/geography-alsaleh/default.aspx

وأخيرا وليس آخرا، فإن حقوق النشر محفوظة للمؤلف حيث لا يسمح للمؤسسات والشركات والمكتبات التجارية بنسخه وتوزيعه وبيعة أو استخدامه إلا بموافقة خطية من المؤلف تنص على السماح بنسخه وتوزيعه وبيعه وتحدد نوع الاستخدام ومدته، وأسأل الله أن ينفع به المتخصصين والمهتمين بالاستشعار عن بُعد في الوطن العربي.

العنوان البريدي:
أ.د. محمد بن عبدالله بن محمد الصالح
قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعة الملك سعود
ص ب ٢٤٥٦
الرياض ١١٤٥١
المملكة العربية السعودية

الفاكس: ٤٦٧٥٣٦٦ ١ ٩٦٦+

البريد الإلكتروني:
masaleh@ksu.edu.sa
masaleh@windowslive.com

مقدمة

تصنف صور الاستشعار عن بُعد حسب مخرجات أجهزة التصوير إلى نوعين هما الصورة الرقمية (المرئية الرقمية) digital image وهي الأكثر شيوعا في الوقت الحاضر، أما النوع الثاني فهو الصورة الفوتوغرافية photograph التي تكون في الأصل مصورة باستخدام فيلم film ثم تطبع على ورق أو على شفافيات بلاستيكية ومعظم الصور الجوية التقليدية من هذا النوع. ولقد أصبح بالإمكان وبسرعة وسهولة تحويل الصور الفوتوغرافية إلى صور رقمية وذلك من خلال الماسحات الضوئية scanners، الأمر الذي يمكن من معالجتها باستخدام الحاسب الآلي لجعلها تتطابق مع مصادر المعلومات الرقمية الأخرى (الصور الرقمية والخرائط الرقمية) التي تغطي المنطقة نفسها.

يتم تخرين القيم الرقمية في الصورة بنظام raster على شكل أعمدة columns وصفوف rows، حيث تتكون الصورة الرقمية من مناطق صغيرة متساوية المساحة تسمى عناصر الصورة Picture Elements أو خلايا Pixels الصورة. وتمثل كل خلية من خلايا الصورة منطقة جغرافية معينة قد تكون صغيرة أو كبيرة وفقا للوضوح المكاني فيها. ولكل خلية في الصورة قيمة رقمية Digital Number (DN) تمثل كمية الأشعة الكهرومغناطيسية التي سجلها جهاز الاستشعار عن بُعد للمنطقة التي تمثلها. وتكون الصورة الرقمية إما بانكروماتيكية Panchromatic تتكون من نطاق واحد واسع نسبيا أو تكون متعددة الأطياف Multi-spectral حيث تتكون الصورة من عدة صور وفقا لعدد النطاقات المستخدمة في التصوير.

ولقد أعدت برامج حاسب آلي ضخمة وفعالة وسهلة الاستخدام لمعالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية من أشهرها برنامج ايرداس ERDAS وبرنامج الويس ILWIS وبرنامج ادريسي IDRISI وبرنامج PCI Geomatica وبرنامج TNTmips وغيرها من البرامج. وغالبا تتوافر هذه البرامج المتخصصة في الجامعات والمؤسسات المهتمة بصور الاستشعار عن بُعد، ولكن يصعب على الأفراد اقتنائها لأنها غالية نسبيا. وعليه تبرز أهمية برنامج الويس ILWIS للأفراد والمؤسسات الصغيرة حيث أصبح منذ منتصف عام ٢٠٠٧م مجانيا. والويس ILWIS (Integrated Land and Water Information System) برنامج تكاملي مزدوج الأهداف يتضمن أوامر خاصة بمعالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية وأوامر أخرى لعمليات نظم المعلومات الجغرافية GIS، وهذا البرنامج من أقدم برامج معالجة الصور الرقمية حيث طور في الأصل بالمعهد الدولي للمساحة الجوية وعلوم الأرض International Institute for Areospace Survey and Earth Sciences (ITC) في هولندا عام ١٩٨٨م، ومع التطورات الحديثة في التقنيات الجغرافية تغير اسم المعهد وأصبح International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). وفي يناير من عام ٢٠١٠م انظم المعهد إلى جامعة University of Twente وأصبح اسمه Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). الجدير بالذكر أن المعهد العالمي للمحافظة والبيئة World Institute for Conservation and Environment (WICE) منذ عام ٢٠٠٧م يتولي توزيعه (مجانا) والمحافظة عليه وذلك من خلال موقع على

الشبكة العنكبوتية (انترنت)، ويعمل هذا المعهد على تحديثه باستمرار إذ أنه في شهر مارس من عام ٢٠١٠م تم إصدار نسخة Version 3.7.

ونظرا لأهمية وضرورة معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية في التطبيقات الجغرافية ولفعالية وكفاءة برنامج الويس ILWIS المجاني في إتمام عمليات المعالجة، فإن هذه الدراسة تهدف إلى تقديم شرح مختصر لطرق وأساليب عمليات معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية. وتهدف أيضا إلى إعداد خطوات مبسطة لتطبيق طرق وأساليب المعالجة باستخدام برنامج الويس ILWIS المجاني.

مفهوم الاستشعار عن بُعد

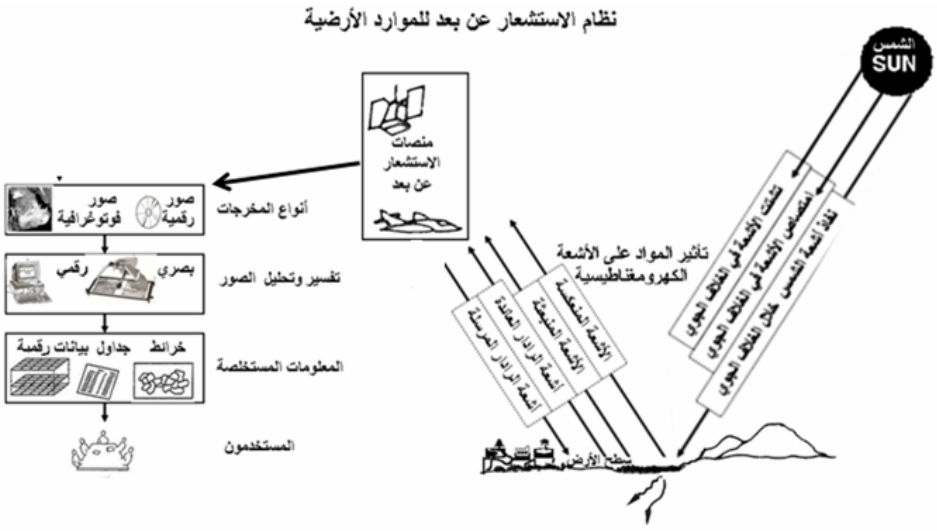
يعد أعضاء شعبة الجغرافيا في مكتب الأبحاث البحرية Office of Naval Research (ONR) بالولايات المتحدة الأمريكية أول من استخدم مصطلح الاستشعار عن بُعد Remote Sensing في الورقة التي قدموها للجنة الجغرافية Committee on Geography وذلك في أوائل الستينات من القرن العشرين الميلادي. وقد قدم العديد من التعاريف لهذا العلم، ولكن حتى الآن لا يوجد تعريف موحد ومختصر متفق عليه عالميا (Rees, 1999, Campbell, 2002). حتى أن بعض المتخصصين في هذا الحقل لا يرون ضرورة لتعريفه، لأن الاستشعار عن بُعد بالنسبة لهم هو ما يعمله العلماء المتخصصين فيه (Fussell, et al., 1986).

يعرف الاستشعار عن بُعد بأوسع معانيه على أنه علم يستخدم مجموعة من الأساليب التقنية techniques لجمع المعلومات عن الأجسام objects والمعالم features والمناطق areas دون ملامستها وذلك من مسافات قد تكون قريبة أو بعيدة. ومن هذا التعريف يمكن القول أن مفهوم الاستشعار عن بُعد يتضمن عمليات جمع المعلومات بقياس الصدى sonar والمغناطيسية الأرضية geomagnetic والأمواج الصوتية الزلزالية (السزمية) seismic sounding والتصوير الطبي medical imaging (Rees, 1999). ولكن معظم ما كتب تحت عنوان الاستشعار عن بُعد يدل على أن مفهوم هذا العلم أقل اتساعا وأكثر تحديدا مما ورد في التعريف السابق. فهو في الحقيقة علم يعنى بعمليات جمع المعلومات عن الأجسام والظواهر والمناطق الأرضية باستخدام أجهزة تصوير sensors تسجل الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة reflected أو المنبعثة emitted أو العائدة (المرتدة) backscattered منها وتحمل غالبا على الطائرات أو على الأقمار الصناعية، وتعطي هذه الأجهزة معلومات مرئية تتمثل بشكل رئيس في الصور الفوتوغرافية photographs أو الصور الرقمية (مرئيات) digital images؛ ويهتم هذا العلم أيضا بعمليات معالجة processing وتفسير interpretation وتحليل analysis الصور لتكون جاهزة للاستخدام في فروع المعرفة المختلفة مثل الجغرافيا والجيولوجيا وعلوم الأرصاد الجوية والهندسة المدنية والزراعة والغابات والتخطيط والمياه والآثار وغيرها. وعليه فإن الاستشعار عن بُعد بأبسط معانيه علم تصوير الظواهر الأرضية باستخدام أجهزة تسجل الأشعة الكهرومغناطيسية تحمل غالبا على الطائرات أو على الأقمار الصناعية وتعطي معلومات مرئية تستخدم في بعض فروع المعرفة.

نظام الاستشعار

يمكن الحصول على صورة ذهنية عامة ومبسطة عن علم الاستشعار عن بُعد للموارد الأرضية باستعراض مختصر وشامل لمكونات نظامه الأساسية. فهو في الواقع يتكون من عمليتين رئيسيتين، هما عملية جمع البيانات Data Acquisition، وعملية تحليل البيانات Data Analysis كما في الشكل التالي. وتشتمل هاتان العمليتان على العناصر الرئيسة التالية:

١) مصادر الأشعة الكهرومغناطيسية (الطاقة).
٢) تأثير مواد الغلاف الجوي على الأشعة الكهرومغناطيسية.
٣) تأثير مواد سطح الأرض على الأشعة الكهرومغناطيسية.
٤) منصات الاستشعار عن بُعد.
٥) أجهزة الاستشعار عن بُعد.
٦) مخرجات أجهزة الاستشعار عن بُعد.
٧) معالجة وتفسير وتحليل صور الاستشعار عن بُعد.
٨) المستخدمون (تطبيقات الاستشعار عن بُعد).

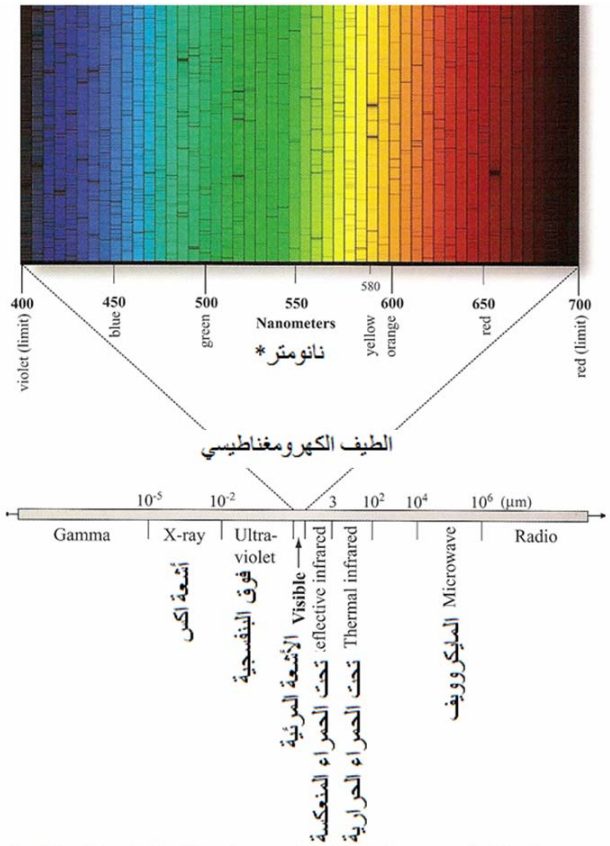


يتضح من العناصر السابقة أن علم الاستشعار عن بُعد يرتبط ارتباطا وثيقا بعلوم كثيرة؛ فهو في الواقع يعتمد على بعض العلوم وفي الوقت نفسه يخدم علوم أخرى. ولهذا السبب فأن المتخصصين في الاستشعار عن بُعد غالبا يجمعون بين التخصص في هذا العلم والتخصص في أحد العلوم الأخرى التي تخدم هذا العلم أو تستفيد منه، ولا شك أن هذه الحقيقة أدت إلى تنوع واختلاف الخلفيات العلمية للمتخصصين في الاستشعار عن بُعد. فمن جهة، ينتمي معظم المتخصصين في الاستشعار عن بُعد الذين يكون تركيزهم على عملية جمع البيانات إلى علوم الفيزياء وعلوم الهندسة. وفي المقابل ينتمي معظم المتخصصين في الاستشعار عن بُعد الذين يكون تركيزهم على عملية تحليل البيانات إلى حقول المعرفة التي تستخدم بيانات

الاستشعار عن بُعد مثل الجغرافيا والجيولوجيا والهندسة المدنية والعلوم الزراعية وغيرها. وفي ما يلي شرح مختصر لعناصر نظام الاستشعار عن بُعد.

مصادر الأشعة الكهرومغناطيسية (الطاقة):

يمكن تعريف الأشعة الكهرومغناطيسية بأنها طاقة تسير بسرعة الضوء (٣×١٠^١٠ سم/ث) في موجات مختلفة الأطوال. وتحدث الأشعة الكهرومغناطيسية على شكل موجات بأطوال مختلفة يتناقص ترددها بزيادة طول الموجه. وتتكون كل موجة من موجاتها من مجال قوة كهربائي (رأسي)، ومجال قوة مغناطيسي (أفقي) عموديان بعضهما على بعض. وتصنف الموجات في الطيف الكهرومغناطيسي حسب أطوالها إلى نطاقات Bands ابتداء من الأشعة الكونية Cosmic Rays القصيرة إلى موجات الراديو والتلفـزيون الطويلة كما في الشكل التالي. والنطاق هو جزء محدد من الطيف الكهرومغناطيسي قد يكون واسعا أو يكون ضيقا. ومصادر الأشعة الكهرومغناطيسية التي تسجلها أجهزة الاستشعار عن بُعد إما أن تكون طبيعية مثل أشعة الشمس أو الأشعة تحت الحمراء الحرارية المنبعثة من الأرض، أو أن تكون من عمل الإنسان (صناعية) مثل أشعة الرادار. ويعد فهم الأشعة الكهرومغناطيسية وتفاعلاتها مع مواد سطح الأرض المفتاح لتفسير صور الاستشعار عن بُعد؛ وذلك لأنها هي الأساس في جمع المعلومات عن الأجسام والظواهر الأرضية.



* تجب ملاحظة أن وحدة قياس أطوال موجات الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء غالبا تكون الميكرومتر MICROMETER وأحيانا النانومتر NANOMETER حيث أن ١مم = ١٠٠٠ ميكرومتر و١ ميكرومتر = ١٠٠٠ نانومتر.

تأثير مواد الغلاف الجوي على الأشعة الكهرومغناطيسية:

يحتوي الغلاف الجوي على غازات كثيرة من أهمها الأوكسجين، والنيتروجين، والأوزون، وثاني أكسيد الكربون. وبالإضافة إلى ذلك يحتوي على جزيئات بخار الماء والغبار والدخان. وتؤثر جزيئات هذه المواد على بعض موجات الأشعة الكهرومغناطيسية أثناء مرورها في الغلاف الجوي، فتؤدي إلى تشتيتها scattering أو امتصاصها absorption. وتختلف درجة تشتت الأشعة الكهرومغناطيسية تبعا لاختلاف طول موجاتها؛ حيث أن معدل التشتت يتناقص بزيادة طول موجة الأشعة؛ ولذا فان عملية التشتت تؤثر بشكل رئيسي في موجات الأشعة المرئية خاصة موجات الأشعة الزرقاء، وعليه فان زرقة السماء ناتجة عن تشتت معظم الأشعة الزرقاء (Curran, 1985; Lo, 1986; Gibson, 2000). ومن جهة أخرى، تودي عملية الامتصاص إلى فقدان جزء كبير من الأشعة الكهرومغناطيسية. فجزيئات بعض الغازات الموجودة في الغلاف الجوي تمتص الأشعة الكهرومغناطيسية لموجات معينة. ويعد بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والأوزون والأوكسجين أهم الغازات التي تمتص الأشعة الكهرومغناطيسية (Curran, 1985). فعلى سبيل المثال، ألموجات التي طولها ألموجي أقل من ٠,٣ ميكرومتر (الأشعة فوق البنفسجية) تمتصها طبقة غاز الأوزون الموجودة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي، وكذلك الموجات التي تقل أطوالها عن ٣مم تمتصها وتشتتها جزيئات الماء في السحب (Lo, 1986). ونتيجة لعمليات التشتت والامتصاص فان جزءا من الطيف الكهرومغناطيسي لا يمكن استخدامه في الاستشعار عن بُعد؛ وذلك لأن الأشعة لا تستطيع أن تنفذ من خلال مواد الغلاف الجوي. ونطاقات الأشعة التي تسمح مواد الغلاف الجوي بمرورها يطلق عليها نوافذ الغلاف الجوي Atmospheric Windows، وهي التي يمكن استخدامها لجمع المعلومات عن الظواهر بواسطة أجهزة الاستشعار عن بُعد. وتعد موجات الأشعة المرئية وموجات الأشعة تحت الحمراء Infrared القريبة والمتوسطة وموجات الأشعة تحت الحمراء الحرارية وموجات أشعة الرادار (الميكروويف) هي أفضل الموجات لجمع المعلومات بتقنية الاستشعار عن بُعد. مع ملاحظة أن تشتت الأشعة الزرقاء يحد من استخدامها في التصوير من الفضاء.

تأثير مواد سطح الأرض على الأشعة الكهرومغناطيسية:

يحدث تغيير في طبيعة الأشعة الكهرومغناطيسية بعد ما تصل إلى سطح الأرض حيث أن مواد السطح تعكس جزءا من الأشعة وتمتص جزءا، والباقي ينفذ من خلالها. وتعتمد نسبة الأشعة المنعكسة أو أشعة الرادار المرتدة (العائدة) واتجاهاتها بالدرجة الرئيسية على خصائص الظواهر الأرضية وطبيعة موادها وعلى طول موجة الأشعة، ولذا فإن كمية الأشعة المنعكسة في الموجات المرئية وتحت الحمراء أو أشعة الرادار العائدة تختلف باختلاف الظواهر مما يجعلها تظهر على الصور بدرجات مختلفة من اللون الرمادي الأمر الذي يمكن من التمييز بين الظواهر المختلفة. وتحكم كميات الأشعة التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بُعد درجات اللون للأجسام والمعالم والمناطق في صورة الاستشعار عن بُعد، إذ انه كلما

انخفضت كمية الأشعة المسجلة للظاهرة كلما كان لونها على الصورة داكنا (قاتما) dark والعكس صحيح.

منصات الاستشعار عن بُعد:

يتم جمع بيانات data صور الاستشعار عن بُعد بواسطة أجهزة التصوير sensors التي تركب على منصات platforms قد تكون ثابتة أو متحركة وقد تكون بسيطة أو معقدة. والمنصة هي الوسيلة التي تحمل جهاز الاستشعار عن بُعد وتتضمن المنصات الأرضية مثل الإنسان عندما يحمل جهاز الاستشعار عن بُعد بيده والمنصات الجوية مثل الطائرات والمنصات الفضائية مثل الأقمار الصناعية كما في الشكل التالي. وتجب الإشارة إلى أن صور الاستشعار عن بُعد التي تستخدم لدراسة المعالم والظواهر والمناطق الجغرافية يتم تصويرها غالبا من الجو بواسطة الطائرات أو من الفضاء بواسطة الأقمار الصناعية. ففي منتصف القرن العشرين الميلادي خلال الحرب العالمية الثانية تقدم التصوير الجوي تقدما كبيرا لتحقيق الأهداف العسكرية، وبعدها زاد استخدام الصور الجوية للأغراض المدنية وخصوصا في إعداد الخرائط الطبوغرافية (Drury1993). أما التصوير من الفضاء للأغراض المدنية فقد ظهر في أواخر الخمسينيات وبداية الستينيات من القرن العشرين الميلادي مرافقا لسباق الفضاء بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي (سابقا)، حيث استخدمت بعض الأقمار الصناعية الحاملة للإنسان Manned Satellites لحمل أجهزة الاستشعار عن بعد.

وعلى العكس من التصوير الفضائي، عمليات التصوير الجوي تخضع لحدود الدول السياسية الأمر الذي يجعل التصوير الجوي لأي دولة أو أي جزء منها يتم من خلال مؤسساتها أو من خلال شركات تتعاقد معها وتشرف عليها فقط. كما أن التصوير الجوي ليس عملية شاملة ومستمرة، فالمؤسسات المعنية بالتصوير في أي دولة تصمم مشروع أو مشاريع للتصوير الجوي حسب حاجاتها وحسب إمكاناتها ليتم إنجازها في فترة زمنية معينة. وقد يكون المشروع كبيرا يغطي كامل أجزاء الدولة أو صغيرا يغطي جزاء محددا منها. وعليه فإن توافر الصور الجوية يختلف من دولة إلى أخرى، ويختلف في الدولة نفسها من منطقة إلى أخرى وذلك فيما يتعلق بأنواعها وبمقاييسها وبتواريخها. فما هو متوفر في الدول المتقدمة يختلف عن ما هو متوفر في الدول النامية، وما هو متوفر في الدول الغنية يختلف عن ما هو متوفر في الدول الفقيرة.

من جهة أخرى، تعد الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية من المنصات الرئيسة للاستشعار عن بُعد. فمنذ أوائل الستينات الميلادية من القرن الماضي والأقمار الصناعية الأوتوماتيكية تستخدم لتصوير الظواهر الأرضية للأغراض المدنية. فلقد كان القمر الصناعي الأمريكي Television and Infrared Observation Satellite (TIROS (1- الذي أطلق في أبريل من عام ١٩٦٠م أول قمر صناعي أوتوماتيكي لجمع المعلومات المرئية عن سطح الأرض للأغراض المدنية وكان يحمل آلتي تصوير تلفزيونية لمراقبة الطقس (Drury, 1993) . ومنذ ذلك الوقت وعمليات جمع المعلومات

المرئية عن الظواهر الأرضية بالأقمار الصناعية مستمرة من خلال برامج صممت لهذا الهدف في بلدان العالم المختلفة. ولا شك أن نجاح برنامج لاندسات Landsat الأمريكي في توفير صورا متعددة النطاقات bands بنوعية جيدة وبوضوح مكاني spatial resolution جيد وبشكل دوري ومنتظم وشامل للظواهر الجغرافية على سطح الكرة الأرضية شجع الدول الأخرى على القيام ببرامج مماثلة للتصوير من الفضاء. كما أنه أعطى دفعة قوية للشركات التجارية العالمية لأن التصوير من الفضاء لا يخضع للحدود السياسية. وقد أطلقت في العقود الثلاثة الماضية العديد من الأقمار الصناعية التي تحمل أنواع مختلفة من أجهزة الاستشعار عن بُعد وذلك ضمن برامج تصوير تتبع لمؤسسات حكومية أو لشركات خاصة في العديد من الدول ومنها الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا وفرنسا وكندا واليابان والهند وغيرها.

والجدير بالذكر أن من أشهر المنصات الفضائية لاستشعار الموارد الأرضية في موجات الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء سلسلة الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات Landsat الأمريكي التي بدأت في التصوير المتكرر الشامل منذ عام ١٩٧٢م، وأيضا سلسلة الأقمار الصناعية في برنامج سبوت Spot الفرنسي التي بدأت في التصوير المتكرر الشامل منذ عام ١٩٨٦م. ومن جهة أخرى تعد سلسلة الأقمار الصناعية في برنامج رادارسات Radarsat الكندي التي بدأت في التصوير المتكرر الشامل منذ عام ١٩٩٥م من أشهر المنصات الفضائية لاستشعار الموارد الأرضية في موجات الرادار. أما أشهر المنصات الفضائية لاستشعار الموارد الأرضية بوضوح مكاني عالي High Spatial Resolution في موجات الأشعة المرئية وتحت الحمراء تتمثل في سلسلة الأقمار الصناعية التابعة لشركة GeoEye الأمريكية والتي بدأت في التصوير المتكرر الشامل منذ عام ١٩٩٩م بالقمر الصناعي ايكونوس IKONOS ثم في ٢٠٠٨م أطلقت الشركة GeoEye-1. وتجب الإشارة إلى أن لكل قمر صناعي نظام مرجعي Image Referencing System خاص به يستخدم لتحديد المواقع الجغرافية لصور أجهزة الاستشعار عن بُعد التي يحملها. وهذا النظام يسمى أحيانا بالنظام المرجعي العالمي Worldwide Referencing System (WRS) ويسمى أحيانا بالنظام المرجعي الشبكي Grid Reference System (GRS). ويتكون هذا النظام من شبكة تتمثل في الممرات الأرضية paths التي تغطي كامل الأرض ومراكز الصور فيها nominal scene center التي تعطي عددا من الصفوف rows. فعلى سبيل المثال أرقام الممرات في النظام المرجعي العالمي للاندسات تبدأ من وسط المحيط الأطلسي وتزداد باتجاه الغرب. أما الصفوف فيه تبدأ من الشمال وتزداد باتجاه الجنوب. ويختلف النظام المرجعي للأقمار الصناعية في الجيل الأول (لاندسات-١ إلى لاندسات-٣) عنه في الجيل الثاني (لاندسات-٤ إلى لاندسات-٧). فعلى سبيل المثال، مدينة الرياض تغطيها صورة الماسح الموضوعي TM المحمول على لاندسات-٤ ولاندسات-٥ التي يكون صفها رقم ٠٤٣ وممرها رقم ١٦٥كما في الخريطة التالية. ويمكن الحصول على خريطة النظام المرجعي للجيل الأول في لاندسات WRS I وللجيل الثاني فيه WRS II من الرابط التالي:

http://35.8.163.122/ortho

المصدر: Gibson, P.J., (2000).

أجهزة الاستشعار عن بُعد:

تتنوع أجهزة الاستشعار عن بُعد ولكل نوع خصائصه وميزاته. وتعمل أكثر أجهزة الاستشعار عن بُعد شيوعا لتصوير الأجسام والظواهر الأرضية بنظام التصوير الفوتوغرافي photographic system أو بنظام المسح الخطي line-scanning system (across-track or whiskbroom) أو بنظام الصف الخطي linear array system (along-track or pushbroom) أو بنظام الرادار radar system. وتصمم أجهزة الاستشعار عن بُعد لتكون قادرة على تسجيل قيم رقمية للأشعة المنعكسة أو المنبعثة أو المرتدة (العائدة) لتكون كل قيمة منها تمثل منطقة جغرافية معينة قد تكون صغيرة (أبعادها ١م×١م) كما في صور القمر الصناعي الأمريكي إكونوس IKONOS أو كبيرة (أبعادها ١كم×١كم) كما في الأقمار الصناعية لمراقبة الطقس. وحيث أن أجهزة الاستشعار عن بُعد تختلف في طريقة تسجيلها لهذه القيم، لذا تبرز ثلاثة أسئلة هامة هي: ما هو نطاق أو نطاقات الأشعة التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بُعد؟ وكم عدد درجات المقياس الرمادي التي صمم الجهاز ليسجل فيها؟ وما هي أبعاد (حجم) المنطقة الجغرافية التي تمثلها قيمة رقمية واحدة على الصورة؟ وللإجابة على هذه الأسئلة فإن الأمر يتطلب التعرف على ثلاثة مفاهيم أساسية هي الوضوح الطيفي spectral resolution والوضوح الراديومتري radiometric resolution والوضوح المكاني spatial resolution. فالوضوح الطيفي في جهاز الاستشعار عن بُعد يرتبط باتساع وعدد النطاقات الطيفية التي صمم ليسجل الأشعة فيها. وتعد النطاقات الطيفية الضيقة أفضل في التمييز بين الظواهر التي تكون الفروق في أطيافها قليلة لأن هذه الفروق البسيطة قد تختفي بأخذ متوسط الأشعة في النطاق الواسع. كما أن استخدام الصور متعددة النطاقات أفضل للتمييز بين الظواهر من استخدام صورة نطاق واحد

(Mather, 1999). بينما يرتبط الوضوح الراديومتري في جهاز الاستشعار عن بُعد بعدد درجات المقياس الرمادي التي صمم ليسجل فيها الأشعة التي تصل إليه من الأجسام الأرضية حسب كثافتها (شدتها). ويعبر عن الوضوح الراديومتري بما يسمى بالأرقام الثنائية binary digits (bits). فعلى سبيل المثال إذا يكون الوضوح الراديومتري 1-bit فإن المقياس الرمادي يتكون من درجتين فقط ($٢^{١}=٢$) هما الأسود وقيمته صفر والأبيض وقيمته واحد. أما إذا يكون الوضوح الراديومتري 8-bit فإن المقياس الرمادي يتكون من ٢٥٦ درجة ($٢^{٨}=٢٥٦$) تكون قيمة الأسود فيه صفر والأبيض ٢٥٥ وما بينهما درجات مختلفة من اللون الرمادي تزداد دكانة باتجاه الصفر (Mather, 1999; Gibson, 2000). وتجب الإشارة هنا إلى أن معظم صور الاستشعار عن بُعد يكون الوضوح الراديومتري فيها 8-bit. ومن ناحية أخرى يقصد بالوضوح المكاني قدرة جهاز الاستشعار عن بُعد على تسجيل تفاصيل الأجسام والظواهر ليمكن رؤيتها وتمييزها على الصورة. ويستخدم في الغالب حقل الرؤية اللحظي instantaneous field of view (IFOV) لتحديد الوضوح المكاني في الصورة الرقمية. ويمكن تعريف حقل الرؤية اللحظي بأنه منطقة جغرافية –في الغالب مربعة الشكل- يسجل جهاز الاستشعار عن بُعد في آن واحد متوسط الأشعة التي تصل إليه من الأجسام فيها؛ ويمثل هذه المنطقة الجغرافية في الصورة خلية pixel واحدة لها قيمة رقمية معينة ترتبط بإحدى درجات المقياس الرمادي، وتحدد قيمتها كمية الأشعة التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بُعد. وعليه فإن أبعاد حقل الرؤية اللحظي تحدد مقدار الوضوح المكاني؛ فمثلا إذا يكون طول ضلع المنطقة الجغرافية لحقل الرؤية اللحظي ٣٠م فإن الوضوح المكاني في الصورة يساوي ٣٠م. وبناء على ذلك فإنه كلما تكون قيمة الوضوح المكاني صغيرة كلما يكون الوضوح المكاني عالي وكلما تزداد القدرة على تمييز الظواهر الصغيرة والعكس صحيح.

مخرجات أجهزة الاستشعار عن بُعد:

نظرا لاختلاف خصائص أجهزة الاستشعار عن بُعد التي تركب وتثبت على منصات التصوير، فإن صورها تختلف أيضا. فأجهزة الاستشعار عن بُعد تعطي معلومات مرئية تتمثل في نوعين رئيسيين من الصور هما الصور الفوتوغرافية photographs والصور الرقمية (المرئيات الرقمية) digital images. ولكن قد تسمى صور هذين النوعين بمسميات أخرى وفقا لتصنيفات معينة. فعلى سبيل المثال، الصور الرقمية يمكن أن تكون صور جوية أو صور فضائية أو أن تكون صور أشعة مرئية أو صور أشعة تحت حمراء أو صور رادارية أو أن تكون ملونة وغير ملونة أو أن تكون مصححة وغير مصححة وهكذا. كما أن جميع صور الاستشعار عن بُعد بنوعيها الفوتوغرافي photographic والرقمي digital تسمى بالمرئيات images (imageries). فالصورة الفوتوغرافية مصطلح يطلق على الصورة التي تسجل الأشعة الكهرومغناطيسية فيها على فيلم Film مباشرة، أما الصور الرقمية فهي الصورة التي تسجل الأشعة الكهرومغناطيسية فيها أولا على شكل قيم رقمية. ولا

تدخل المخرجات النهائية للصور الرقمية تحت مفهوم الصور الفوتوغرافية حتى وإن استخدمت الأفلام لإنتاجها.

معالجة وتفسير وتحليل صور الاستشعار عن بُعد:

يتم التعامل مع الصور الرقمية بالحاسب الآلي من خلال برامج خاصة أعدت لمعالجتها. ودائما تتم معالجة بيانات الصور الرقمية قبل استخدامها وذلك للحصول على أكبر قدر ممكن من المعلومات الدقيقة. ويمكن تقسيم عمليات معالجة الصور الرقمية إلى خمسة أنواع رئيسية حسب الغرض منها، وهي: عمليات المعالجة الأولية لتجهيز ملفات الصورة وتصحيح الصورة Image Correction وتحسين الصورة Image Enhancement وتصنيف الصورة Image Classification ومعالجة الصور متعددة التواريخ multi-temporal images لكشف التغير Change Detection في المناطق الجغرافية. ويجب التذكير بأن معظم أجزاء هذا الكتاب تتناول الطرق والأساليب لمعالجة صور الاستشعار عن بعد.

من ناحية أخرى، تسمى عمليات استخلاص المعلومات النوعية qualitative والكمية quantitative من صورة الاستشعار عن بُعد بتفسير الصورة image (photo) interpretation، ويتضمن تفسير الصورة بمفهومه الواسع ثلاث عمليات هي: عملية قراءة الصورة image reading وعملية أخذ القياس من الصورة image measurement وعملية تحليل الصورة image analysis، فالمقصود بقراءة الصورة هو عملية فحصها بصريا للتعرف على الظواهر فيها، وتتعلق العملية الثانية باستخلاص المعلومات الكمية مثل قياس الأطوال وقياس المساحات وقياس الارتفاعات وقياس الحرارة وغيرها، أما عملية تحليل الصورة فإنها تتجاوز تحديد وتعريف الظواهر وفقا لخصائصها على الصورة حيث يرتبط التفسير في هذه العملية بمستوى أكثر عمقا يتم من خلاله فهم العلاقات المعقدة بين الظواهر على سطح الأرض مما يساعد على استنتاج التأثير المتبادل بينها (Bhatta, 2008).

ويتم استخلاص المعلومات من صورة الاستشعار عن بُعد إما بصريا للصور المطبوعة (على ورق أو على شفافيات بلاستيكية) وللصور الرقمية المعروضة على شاشة الحاسب الآلي أو آليا للصور الرقمية أو بالجمع بين الطريقتين، ولكن يجب التذكير بأن مفهوم تفسير الصورة يتجسد في طريقة التفسير البصري، أما الطرق الآلية فهي بلا شك تساعد وتسهل عمليه استخلاص المعلومات النوعية والكمية ولكنها في الغالب لا تأخذ هذا المسمى، وعليه يعرف التفسير البصري للصورة بأنه عملية فحص الصورة بصريا بهدف تحديد وتعريف المعالم والظواهر الأرضية الطبيعية منها والبشرية، وفهم علاقاتها المكانية وأنماطها (Estes and Simonett, 1975). فعملية التفسير البصري للصورة تبدأ بفحص منظم ومتأن وشامل لجميع أجزاء الصورة التي تغطي المنطقة الجغرافية المراد دراستها وذلك لاكتشاف وتعريف الظواهر التي يمكن رؤيتها مباشرة من على الصورة، ثم استخدام هذه الظواهر للتعرف على ظواهر أخرى وتحديد مواقعها، يلي ذلك عملية تصنيف الظواهر، إذ أن ترتيبها حسب نظام معين سيعطي أنماطا تساعد على فهم العلاقات

المكانية بين الظواهر. والجدير بالذكر أن تفاصيل المعلومات الممكن استخلاصها (الحصول عليها) من صورة الاستشعار عن بُعد يعتمد من جهة على خصائص صورة الاستشعار عن بعد، ومن جهة أخرى يعتمد على الخلفية العلمية لمفسر الصورة ومعرفته بخصائص المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصورة وعلى خبرته وقدراته ومهاراته وقوة ملاحظته وانتباهه للمعوقات في الخطوات التي يطبقها.

لا شك أن تحديد وتعريف الظواهر الأرضية على الصورة يعد عملية متخصصة تتطلب معرفة مسبقة بأساسيات الموضوع المراد تحقيق هدفه من خلال صور الاستشعار عن بُعد. فعلى سبيل المثال إذا يكون الهدف هو استخلاص معلومات عن أنواع النباتات فإن الأمر يتطلب من المفسر أن تكون خلفيته العلمية كافية لتحقيق هذا الهدف. وهذا يعني أن الشخص الذي لديه خلفية علمية جيدة عن الظواهر الأرضية يكون قادرا على استخلاص معلومات من الصورة أكثر دقة وتفاصيل من المعلومات التي يحصل عليها شخص آخر بخلفية علمية ضعيفة. إضافة إلى ذلك، يعد فحص الخرائط ومراجعة الدراسات السابقة والزيارات الميدانية الاستطلاعية قبل الشروع في تفسير الصورة أمرا ضروريا لأنه يعطي المفسر فكرة عامة وقدرا جيدا من المعرفة بخصائص الظواهر في المنطقة. كما أن المهارة في استخلاص المعلومة من الصورة تتطور مع الخبرة وذلك لأن الشخص بممارسة عملية التفسير يتمكن من بناء مكتبة ذهنية mental library تمكنه من إنجاز هذه المهمة بنجاح وبسرعة.

على الرغم من أن عملية التفسير تتأثر بهدف مستخدم الصورة إلا أن جميع المستخدمين لصور الاستشعار عن بُعد المختلفة يستدلون على الظواهر الأرضية بالتعرف على العناصر الأساسية لخصائصها على الصورة، مثل درجة اللون Tone/color والنمط Pattern والشكل Shape والحجم Size والظل Shadow وغيرها. ويراعون أيضا عدة عوامل أثناء عملية التفسير، مثل مقياس الصورة والوضوح المكاني Spatial Resolution ونسبة الغيوم، ومقدار الميل عن المحور الرأسي. وبالإضافة إلى ذلك يستعين مستخدمو صور الاستشعار عن بعد ببعض الطرق لتسهيل عملية التفسير، وذلك مثل طريقة التجسيم Stereoscoping التي تسمح برؤية الأجسام بأبعادها الثلاثة، وأيضا طريقة إعداد الموزايك (مصفوفة الصور) Images Mosaic التي تلعب دورا رئيسيا في عملية التفسير للمناطق الكبيرة. وأخيرا يمكن للمفسر أن يحصل على نتائج جيدة ويحد من حدوث الخطأ في التفسير باستخدام عدة أنواع من صور الاستشعار عن بعد multiple images مثل الصور متعددة المقاييس multi-scale والصور متعددة التواريخ multi-temporal والصور متعددة الأطياف multi-spectral والصور متعددة التحسين multi-enhanced وغيرها، وذلك لأنه ينظر إلى أن كل نوع منها يكمل الآخر وليس بديلا عنه.

المستخدمون (تطبيقات الاستشعار عن بُعد):

تعطي الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية التي تحمل أجهزة استشعار عن بُعد صورا متعددة النطاقات ومتعددة التواريخ تغطي كامل الكرة الأرضية. وباستثناء

الصور المائلة، يكون المقياس في الغالب موحد في الصورة لأنها صورت بنظرة رأسية قادرة على أن تحافظ على العلاقات المكانية بين الظواهر فيها. فالأقمار الصناعية التي تحمل أجهزة استشعار لمراقبة الموارد الأرضية تعطي صورا تغطي كامل الكرة الأرضية وبشكل مستمر ودوري ومنتظم؛ كما أن صورها تتوافر في موجات الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء والأشعة تحت الحمراء الحرارية وفي موجات الميكروويف (الرادار)؛ وبالإضافة إلى ذلك تتصف بجودة نوعيتها وسهولة الحصول عليها بدون أية قيود سياسية وبسعر معقول، بل إن بعضها أصبح مجانا مثل صور لاندسات Landsat. وعليه تعد صورة الاستشعار عن بُعد سجلا تاريخيا مرئيا للخصائص المكانية في المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصورة وذلك في الفترة الزمنية التي أخذت فيها. وهذه الميزات تعطي الاستشعار عن بُعد أهمية خاصة كوسيلة للبحث وكمصدر للمعلومات الجغرافية، الأمر الذي جعل استخدام صور الاستشعار عن بُعد واسع الانتشار في البحث الجغرافي، لأنها تمكن من دراسة الظواهر الجغرافية من حيث مراقبتها وتتبع تطورها والتغيرات فيها (نموها أو انكماشها اتجاهات ومعدلات النمو أو الانكماش) وإعداد خرائط دقيقة تبين توزيعها والعلاقات المكانية بينها حتى في المناطق النائية أو التي يصعب الوصول إليها. وعليه فإن تطبيقات الاستشعار عن بُعد لتحقيق الأهداف في الدراسات الجغرافية كثيرة. وكما هو معروف يتطلب استخدام صور الاستشعار عن بُعد لتحقيق هدف في موضع معين خلفية تخصصية جيدة في ذلك الموضوع ويتطلب أيضا خلفية جيدة في أساسيات الاستشعار عن بُعد، ولذا فأن اتساع مجالات الجغرافيا وتنوع وكثرة التخصصات فيها أمر يجعل مجهود وقدرات الفرد الواحد قاصرة عن تقديم مناقشة عميقة وجيدة لتطبيقات الاستشعار عن بُعد في جميع فروع الجغرافيا. ولكن توجد عناصر تطبيق مشتركة يوظفها كثير من الجغرافيين وغيرهم عند استخدام صور الاستشعار عن بُعد لتحقيق أهداف دراساتهم ومن أهما ما يلي:

١) إعداد خرائط توزيع الظواهر الجغرافية.
٢) كشف وتتبع التغيرات في الظواهر الجغرافية.
٣) أخذ القياسات (الخصائص الكمية) وبناء النماذج التقديرية للمتغيرات الجغرافية.

الجغرافيا والاستشعار عن بُعد

الحقيقة التي يجب إدراكها ومعرفتها هي أن جميع الأجسام objects والمعالم features والمناطق areas الأرضية التي تظهر على صورة الاستشعار عن بُعد كبيرها وصغيرها سواء كانت طبيعية أو مرتبطة بأنشطة الإنسان تعد ظواهر جغرافية لأنها توجد في مواقع جغرافية محددة بخطوط طول ودوائر عرض (الإحداثيات الجغرافية)، كما أن لها علاقات مكانية مع بعضها البعض يحددها بالدرجة الرئيسية الاتجاه والمسافة والارتفاع عن سطح البحر. والجغرافيا علم يهتم بدراسة الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية خاصة توزيعها وطبيعتها وعمليات تكوينها وعلاقاتها

المكانية وتأثير بعضها على بعض وتأثير الإنسان عليها وتأثيرها على الإنسان وتغيراتها السريعة والبطيئة. وحيث أن الظواهر الجغرافية متنوعة على سطح الأرض فقد تعددت فروع الجغرافيا التخصصية سواء الطبيعية أو البشرية منها، والتي تتضمن الجيومورفولوجيا والمناخ وجغرافية المياه وجغرافية التربة والجغرافيا الحيوية وجغرافية العمران وجغرافية السكان وجغرافية الصناعة والجغرافيا الزراعية والجغرافيا السياسية وجغرافية النقل وغيرها. وهذا يعني أن الجغرافيا علم يتصف بأنه شامل وواسع الحدود وفي الوقت نفسه تخصصي. فجميع الجغرافيين يهتمون بالنظرة الشمولية في الجغرافيا الإقليمية ولكن يتخصص كل واحد منهم في فرع معين من فروع الجغرافيا يكون هو مجال تركيزه البحثي والتدريسي.

في المقابل، الحقيقة الأخرى التي يجب إدراكها ومعرفتها هي أن دراسة الظواهر الجغرافية على سطح الأرض مجال اهتمام كثير من المتخصصين في بعض فروع العلوم الطبيعية والعلوم الهندسية وعلوم الأحياء والعلوم الزراعية والعلوم الاقتصادية والإدارية والعلوم الاجتماعية والعلوم الصحية. ليس هذا فقط بل إن بعض علوم المعلومات الجغرافية Geographic Information Sciences تقليديا مرتبط بالهندسة المدنية أكثر من ارتباطه بالجغرافيا مثل علم المساحة Surveying وعلم المساحة التصويرية Photogrammetry. وتجب الإشارة إلى أن علوم المعلومات الجغرافية التي تتضمن علم الخرائط Cartography وعلم المساحة Surveying وعلم المساحة التصويرية Photogrammetry وعلم الاستشعار عن بعد Remote Sensing وعلم نظم المعلومات الجغرافية GIS وعلم نظم التحديد المكاني GPS تعنى بالدرجة الرئيسية بجمع وتنظيم وعرض وتمثيل وتحليل المعلومات والبيانات الجغرافية الكمية والنوعية. وعليه فإن المتخصصين فيها ينتمون إلى العلوم المختلفة التي تهتم بدراسة الظواهر الجغرافية. ولا شك أن الاهتمام المشترك بين المتخصصين في فروع المعرفة المختلفة يدل على التداخل والتكامل بين العلوم (Jensen, 2007).

مشكلة تعريب مصطلحات الاستشعار عن بُعد

الاستشعار عن بُعد علم حديث نسبيا وغني بالمصطلحات العلمية، وقد كتب باللغة الإنجليزية لأنه نشأ في الدول المتقدمة خاصة الدول الغربية. ولذا فإن الدراسات السابقة لهذا العلم المكتوبة باللغة الإنجليزية تعد المراجع الرئيسة عند كتابة الأبحاث والكتب باللغة العربية. ويعد البحث عن مصطلحات عربية تقابل بشكل دقيق المصطلحات الانجليزية هدف هام عند نقل العلوم إلى اللغة العربية. ولكن عدم وجود أو عدم نشاط لجان متخصصة على مستوى الوطن العربي تقوم بإعداد وتحديث معاجم وقواميس المصطلحات العلمية أدى إلى ترك المجال للاجتهادات الفردية؛ ولا شك أن الأفراد مهما بذلوا من جهد ومهما قضوا من وقت ومهما حاولوا التجرد لن تكون ترجمتهم للمصطلحات إلا انعكاس لقدراتهم اللغوية والعلمية ولتفكيرهم الخاص ولتفضيلهم الشخصي ولنزعاتهم الإقليمية. ونتيجة لذلك توجد مشكلة يجب التنبيه إليها والتي تتمثل في أن ترجمة بعض المصطلحات العلمية إلى العربية غير موحدة في ما

كتب عن هذا العلم باللغة العربية. ألأمر الذي غالبا يؤدي إلى حدوث لبس وربكة عند القارئ خاصة طلاب المرحلة الجامعية وطلاب الدراسات العليا وذلك لأنهم في الغالب غير متمكنين من معرفة المصطلحات باللغة الإنجليزية. ويمكن إدراك حجم المشكلة بإعطاء ثلاثة أمثلة فقط تتمثل في ترجمة مصطلح band ومصطلح image ومصطلح spatial resolution في كتب الاستشعار عن بُعد المكتوبة باللغة العربية.

يعرّف مصطلح band في الاستشعار عن بُعد بأنه جزء من الطيف الكهرومغناطيسي يمتد بين موجتين بطولين محددين وقد يكون المدى بينهما واسعا أو ضيقا. ويترجم هذا المصطلح إلى العربية على أنه "نطاق" (العنقري ١٩٨٦م؛ المركز الوطني للاستشعار عن بعد ١٩٨٦؛ الصالح ١٩٩٢م، الجعيدي ٢٠٠٩م) أو "مجال" (البنا، ١٩٨٣؛ خاروف ١٩٩٤م؛ صيام ١٩٩٤م) أو "موجة" (سلوم وآخرون ١٩٨٥م) أو "قناة" (عبدالهادي ١٩٩٢م؛ الداغستاني ٢٠٠٣م) أو "حزمة" (أبو ريشة ١٩٩٣م؛ السعدوني وآخرون ١٩٩٥م). من جهة أخرى، يقصد بمصطلح image في الاستشعار عن بُعد الصور التي تصور في الأصل على شكل قيم رقمية. وقد ترجم هذا المصطلح إلى العربية بأكثر من ترجمة منها "منظر" (العنقري ١٩٨٦م؛ الشاعر ١٩٩٣م؛ عبدالهادي ١٩٩٢م) ومنها "مرئية" (الصالح ١٩٩٢م؛ خاروف ١٩٩٤م؛ عبداللاه ٢٠٠٥م، الجعيدي ٢٠٠٩م) ومنها "خيالة" (السعدوني وآخرون ١٩٩٥م) ومنها "تمثيل مرئي" (المركز الوطني للاستشعار عن بعد ١٩٨٦م) ومنها "بيان" (الداغستاني ٢٠٠٣م). وأخيرا، يستخدم مصطلح spatial resolution للتعبير عن قدرة جهاز الاستشعار عن بُعد على إظهار تفاصيل الأجسام والظواهر الأرضية على الصورة لتكون رؤيتها وتمييزها أمراً ممكناً. ولم يتفق أيضا على تعريب هذا المصطلح حيث ورد في أدبيات الاستشعار عن بُعد باللغة العربية بأكثر من ترجمة منها "التحلل المكاني" (العنقري ١٩٨٦م) ومنها "الوضوح المكاني" (الصالح ١٩٩٢م، الجعيدي ٢٠٠٩م) ومنها "ميز ارضي" (خاروف ١٩٩٤م) ومنها "الدقة الفضائية" (عبدالهادي ١٩٩٢م) ومنها "دقة التمييز" (السعدوني وآخرون ١٩٩٥م) ومنها "قدرة التفريق" (الداغستاني ٢٠٠٣م) ومنها "قوة التفريق" أو "درجة الوضوح الأرضي" (عبداللاه ٢٠٠٥م). وبهدف التخفيف من هذه المشكلة عند كتابة هذا الكتاب، فقد تم الاجتهاد في اختيار الترجمة الأدق في التعبير عن المصطلح مع مراعاة أن تكتب المصطلحات باللغة الإنجليزية خاصة عندما ترد فيه لأول مرة.

الحصول على برنامج الويس ILWIS وتحميله وتشغيله على الحاسب الآلي

منذ شهر يوليه من عام ٢٠٠٧م أصبح برنامج الويس ILWIS مجانيا وفقا لرخصة General Public License وأخذ مسمى الويس المفتوح ILWIS Open. ويتولي المعهد العالمي للمحافظة والبيئة World Institute for Conservation and Environment (WICE) توزيعه وتحديثه والمحافظة عليه وذلك من خلال موقع على الشبكة

العنكبوتية (انترنت)، وعليه ينصح بمتابعة أخبار الويس ILWIS على موقع http://www.ilwis.org/ وتنزيل الإصدارات الحديثة منه. وفي ما يلي خطوات تحميل وتشغيل برنامج الويس:

١) يمكن الحصول مجانا على برنامج الويس ILWIS من رابط الشبكة العنكبوتية (انترنت) التالي:
http://www.ilwis.org/open_source_gis_ilwis_download.htm

٢) من هذا الرابط يتم تنزيل download ملف مضغوط للبرنامج (من نوع WinRAR ZIP).

٣) يفتح الملف المضغوط ببرنامج WinRAR archiver وسينتج عن ذلك ملف من نوع تطبيق setup_ilwis_37.

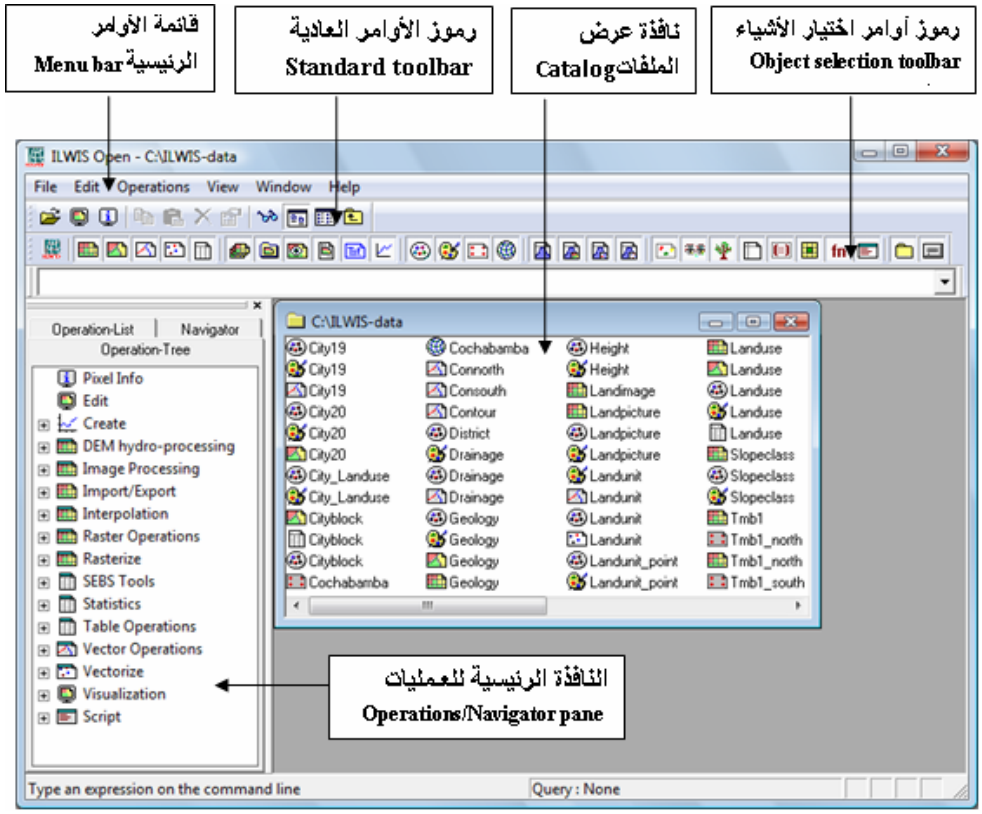
٤) يتم تثبيت وتحميل installation البرنامج في الحاسب الآلي بفتح ملف setup_ilwis_37 وأخذ الخيارات التلقائية لتثبيته.

٥) بعد الانتهاء من تثبيت وتحميل البرنامج ستكون ملفات البرنامج مخزنة في مجلد باسم N52 وذلك في مجلد ملفات البرامج Program Files على القرص الصلب c وسيظهر مجلد Ilwis في قائمة البرامج من أمر "ابدأ".

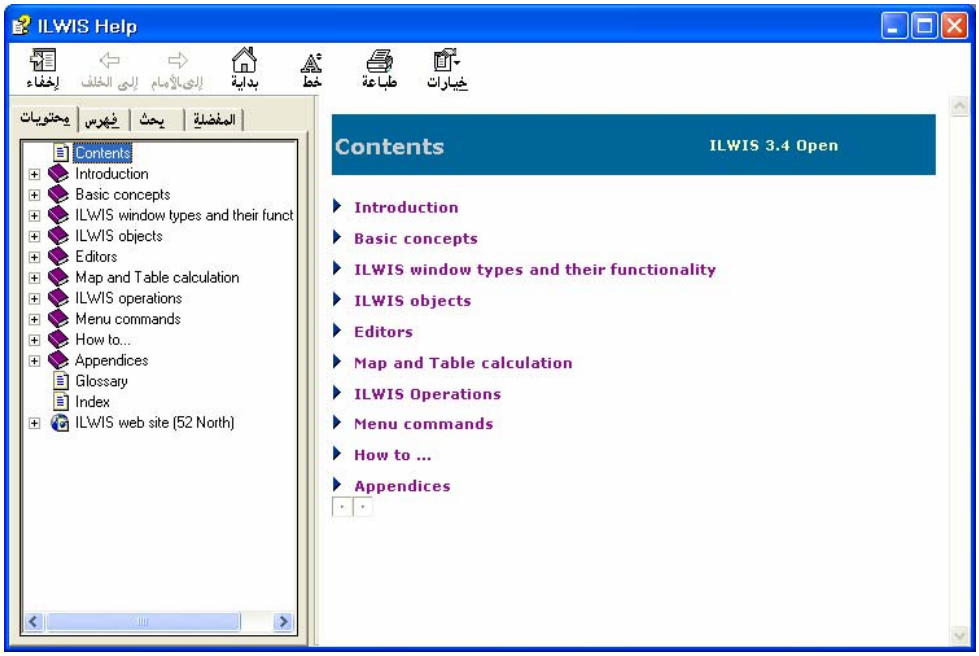
٦) بوضع المؤشر على مجلد Ilwis في قائمة البرامج من أمر "ابدأ" ستظهر عدة أوامر يختار منها أمر Ilwis لتشغيل البرنامج.

٧) ويمكن إنشاء اختصار (رابط) لملف تشغيل البرنامج ilwis على سطح المكتب بنسخه ولصقه عليه. وبهذا سيظهر رمز رابط تشغيل البرنامج على سطح المكتب والذي يمكن استخدامه لتشغيل برنامج ILWIS من سطح المكتب.

٨) عند تشغيل البرنامج بضغطتين متتابعتين على رمز رابط ملف تشغيل البرنامج الظاهر على سطح المكتب ستظهر واجهة تطبيق البرنامج على الشاشة، مع ملاحظة أن الأوامر فيها تكون باللغة الإنجليزية كما في الشكل التالي:



٩) يمكن الحصول على معلومات تفصيلية باللغة الانجليزية عن عمليات وخصائص برنامج الويس ILWIS وذلك من خلال أمر المساعدة Help في قائمة الأوامر الرئيسية حيث تظهر النافذة التالية:



مصادر صور الاستشعار عن بُعد

تتوافر صور الاستشعار عن بُعد بنوعيها الجوية والفضائية لدى مؤسسات حكومية أو تجارية تعنى بشؤون الاستشعار عن بُعد في العديد من دول العالم. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه على العكس من التصوير الفضائي، التصوير الجوي لأي دولة أو أي جزء منها يتم من خلال مؤسساتها أو من خلال شركات تتعاقد معها وتشرف عليها فقط. ولذا فإن الحصول على صور الاستشعار عن بُعد الجوية يتم من خلال المؤسسات الرسمية المعنية بالتصوير الجوي أو وكلائها. فعلى سبيل المثال، في المملكة العربية السعودية يمكن للأكاديميين والباحثين الحصول على الصور الجوية مجانا من الهيئة العامة للمساحة. وتجب الإشارة إلى أن الحصول، بشكل عام، على صور الاستشعار عن بُعد الجوية في الدول النامية أمر في غاية الصعوبة إما لعدم توفرها أو لاعتبارها معلومات سرية.

في المقابل صور الاستشعار عن بُعد الفضائية تتوافر تجاريا وبدون أية قيود. ويمكن الحصول على أنواع مختلفة من صور الاستشعار عن بُعد الفضائية في المملكة العربية السعودية من المكتب التجاري بمعهد بحوث الفضاء في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. وتجب الإشارة إلى أن مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية تقدم للباحثين في السعودية من أكاديميين وطلاب صور الاستشعار عن بُعد الفضائية مجانا. كما يمكن بسهولة الحصول على صور الاستشعار عن بُعد الفضائية التي تغطي المملكة العربية السعودية أو أي منطقة في العالم من المؤسسات التجارية العالمية والمراكز المتخصصة وذلك من خلال روابط مواقعها على الشبكة العنكبوتية (شبكة الانترنت) مثل:

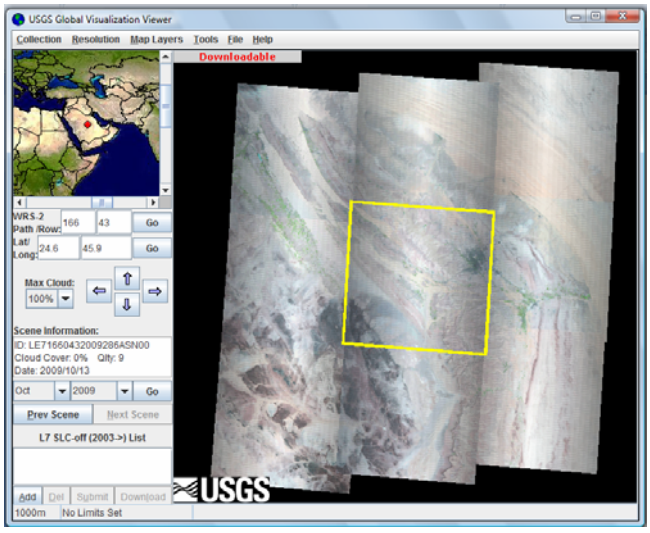
http://www.spaceimagingme.com
http://www.digitalglobe.com
http://www.resmap.com/services.html
/http://www.cartographic.com
http://216.241.101.9/MapmartOrdering/Map.aspx

وتجدر الإشارة هنا إلى أن صور أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة على الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات الأمريكي أصبحت مجانية منذ شهر مارس من عام ٢٠٠٩م، ويمكن تنزيلها بسهولة من موقع على شبكة الانترنت هو http://glovis.usgs.gov يتبع للمساحة الجيولوجية الأمريكية USGS. وعليه فإن الصور المجانية من برنامج لاندسات الذي بدأ في التصوير المستمر بانتظام منذ عام ١٩٧٢م حتى الوقت الحاضر تمثل سلسلة زمنية وسجل مرئي لخصائص الظواهر الجغرافية في جميع مناطق العالم، الأمر الذي يجعل من صورة التي تمتد لفترة زمنية طويلة نسبيا تزيد على ٣٧ سنة مصدرا هاما لا مثيل له لدراسة وتتبع تغير استخدامات وغطاءات الأرض لأي منطقة في العالم.

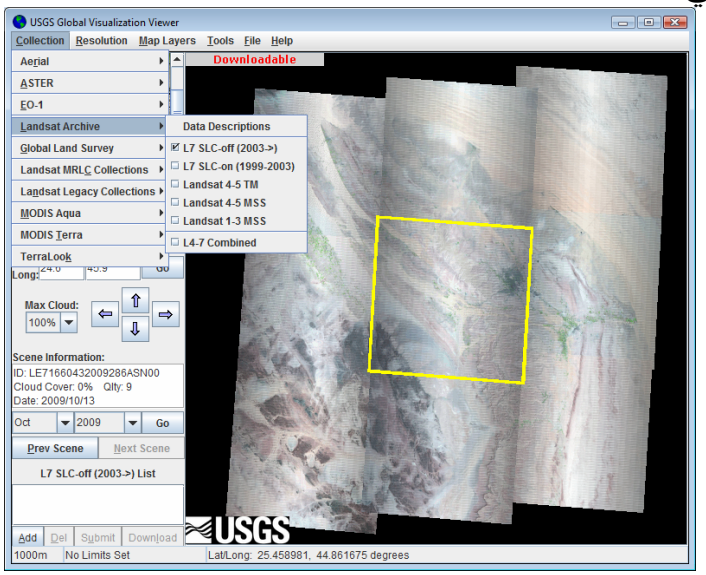
وفي ما يلي خطوات تنزيل صور أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة على الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS على شبكة الانترنت:

١) فتح موقع تنزيل الصور http://glovis.usgs.gov على الانترنت وستكون الصفحة كما في الشكل التالي:

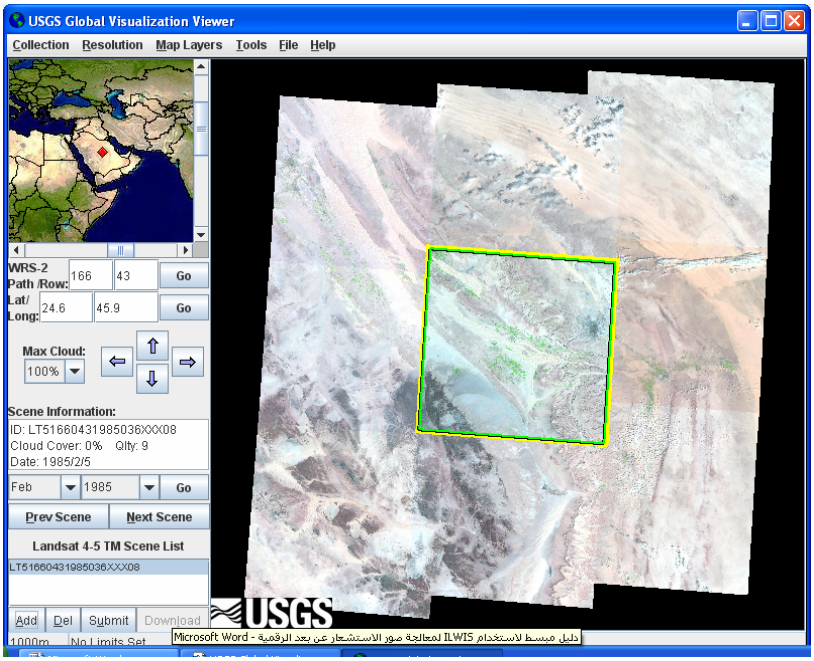
٢) على الخريطة الظاهرة في الشاشة يوضع المؤشر في موقع المنطقة المراد الحصول على صور لها ثم يضغط الزر الأيسر في الفارة وستظهر له نافذة عرض الصور USGS Global Visualization Viewer حيث تتضمن الصورة المحددة المحاطة بإطار أصفر والصور المجاورة لها ويظهر فيها أيضا رقم مسار path وصف row الصورة والإحداثيات الجغرافية لمركزها وتاريخها وغيرها من المعلومات، ويلاحظ في أعلى النافذة بالخط الأحمر أنه يمكن تنزيلها مباشرة downloadable. ويجب أن ننبه إلى أن العرض التلقائي في هذه النافذة يكون لصور الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ بعد تعرضه لمشكلة ميكانيكية عام ٢٠٠٣م List (2003->) L7SLC-off كما في الشكل التالي:



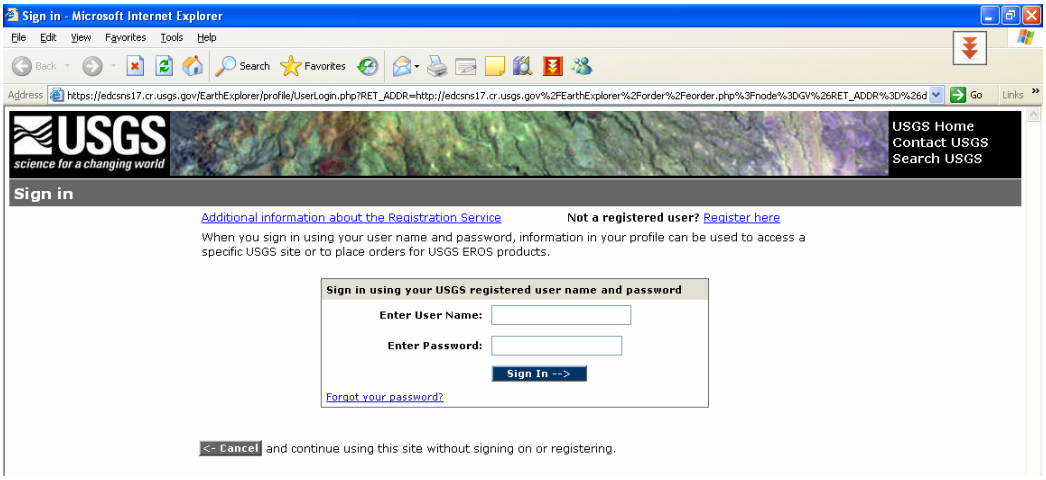
٣) ويمكن تحديد صور لاندسات للفترات الأخرى بالضغط على أمر Collection في أعلى نافذة عرض الصور ومن قائمة الأوامر فيه يتم اختيار أمر Landsat Archive لتظهر منسدلة بالأوامر الفرعية يمكن اختيار أحدها وذلك كما في الشكل التالي:

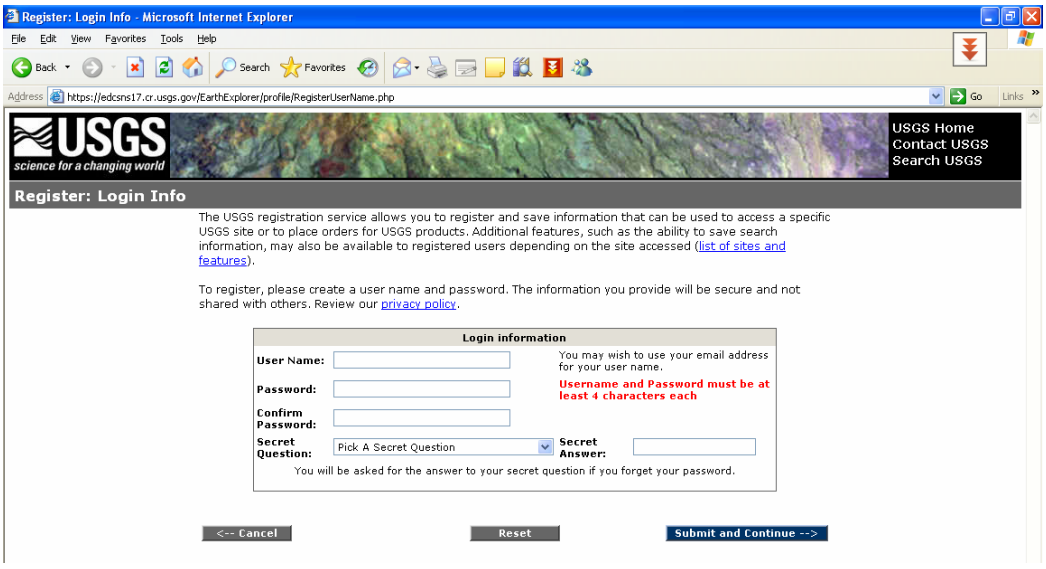


٤) الصورة المحددة المحاطة بإطار أصفر تكون قابلة للتنزيل مباشرة إذ ظهر في أعلى النافذة كتابة downloadable بالخط الأحمر. أما إذا لم تظهر كتابة downloadable فإنه يمكن طلبها بالضغط على أمر Add في الركن الأسفل الأيسر من النافذة، وهذا سيؤدي إلى تنشيط أمر Submit في الجزء الأسفل الأيسر من النافذة وسيحيط بالصورة إطار آخر لونه أخضر فاتح كما في الشكل التالي:

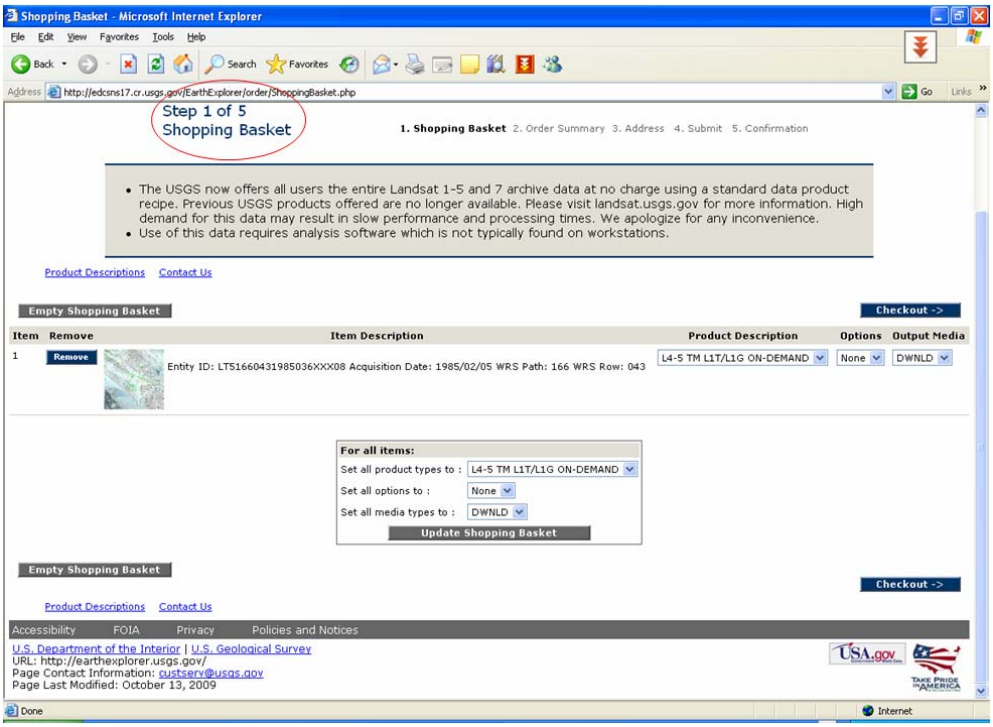


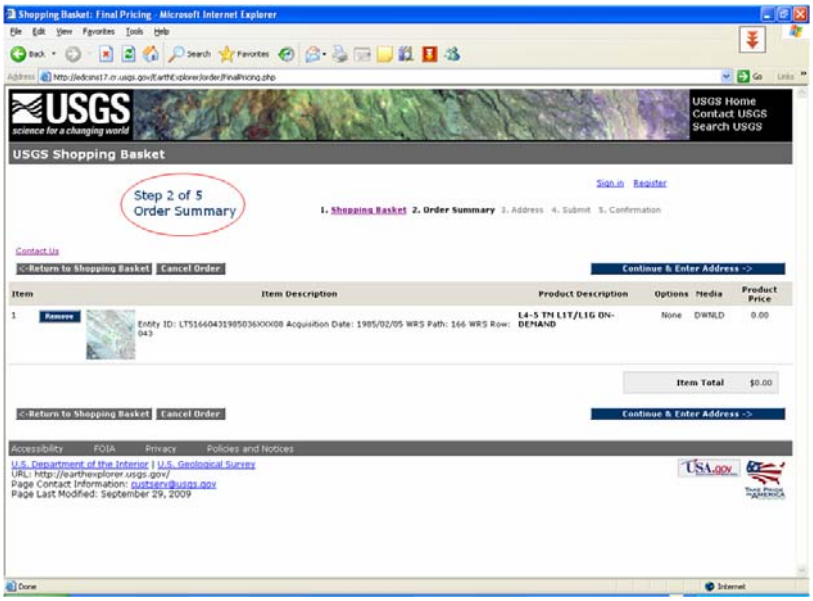
٥) لطلب الصورة المحددة يضغط على أمر Submit لتظهر نافذة توقيع الدخول Sign in، ويدخل فيها اسم المستخدم وكلمة السر إذا كان مسجلا من قبل، وإذا كان لم يسجل من قبل يضغط على أمر التسجيل Register here ليكمل إجراءات التسجيل.

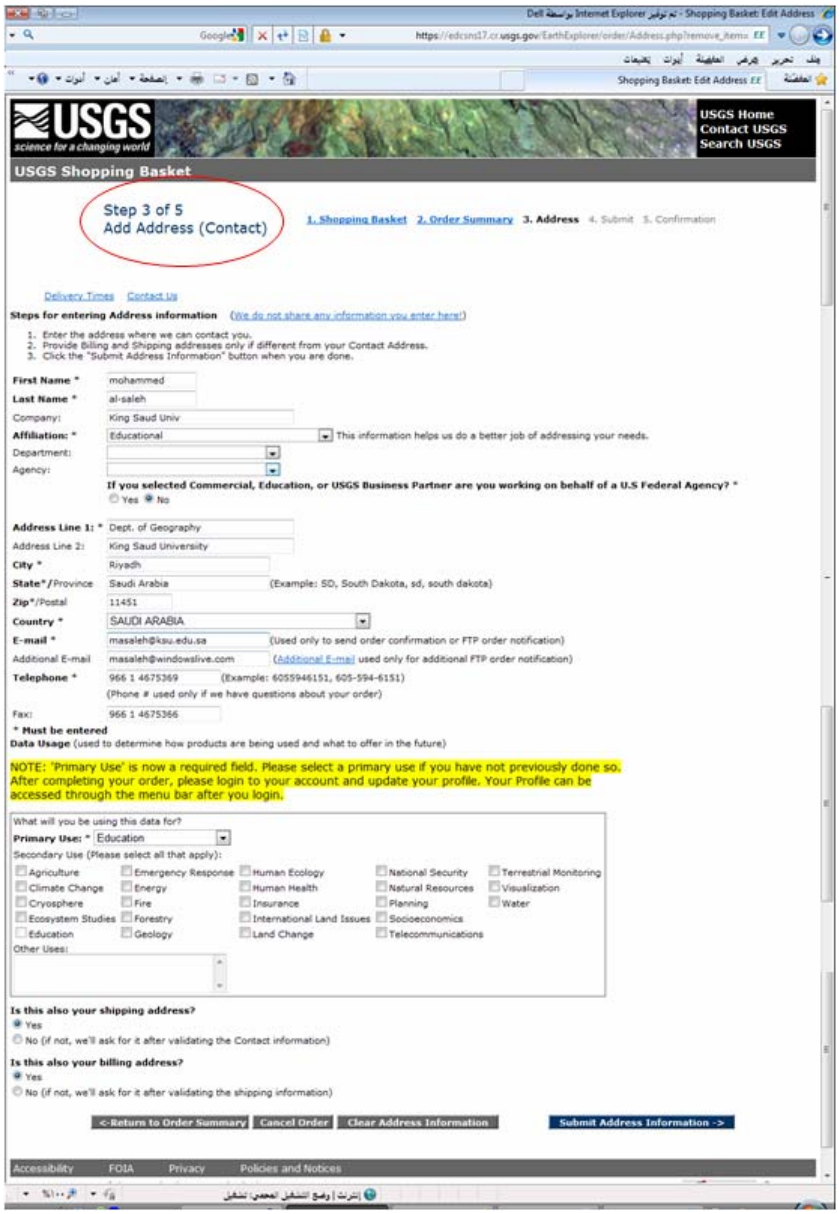


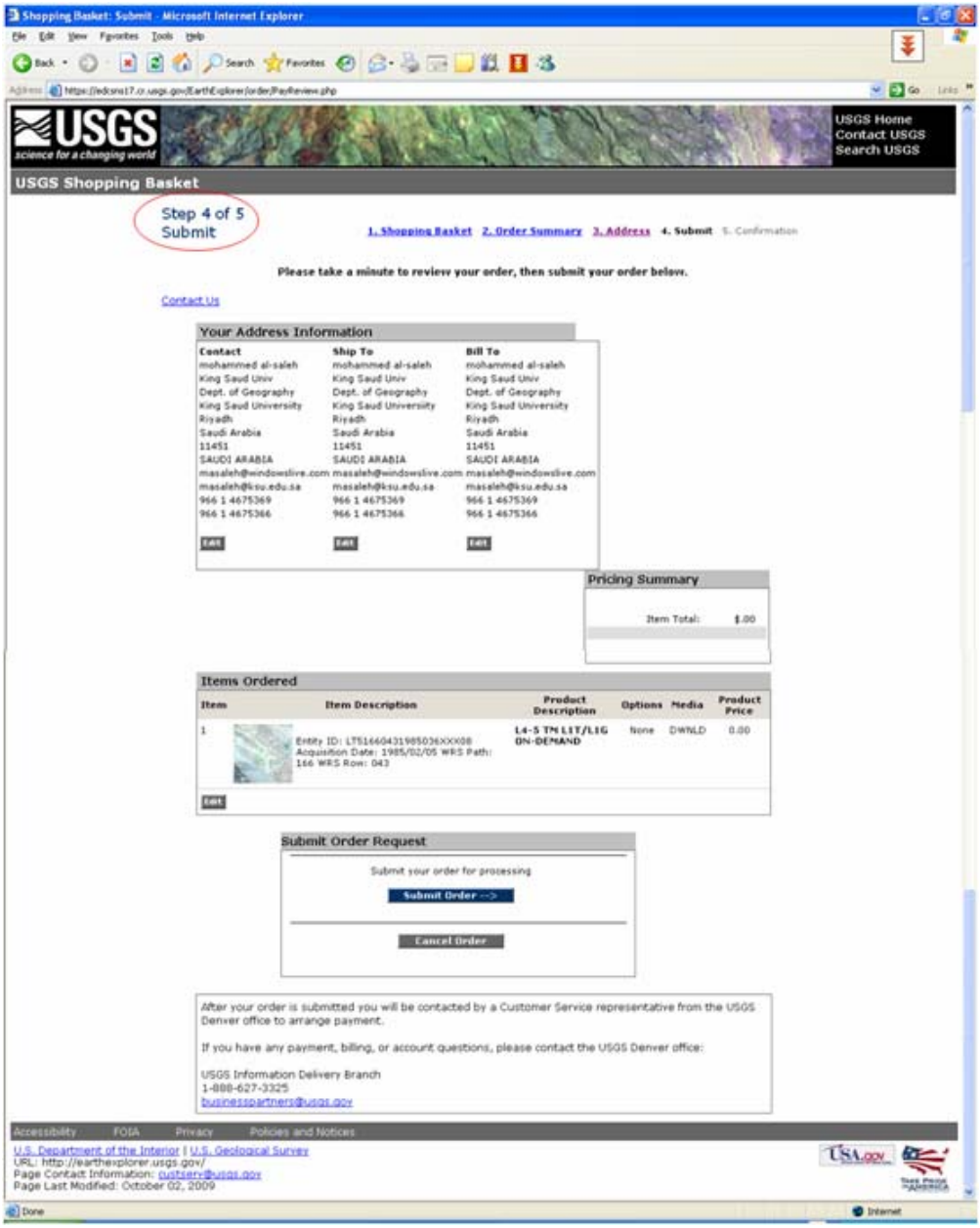


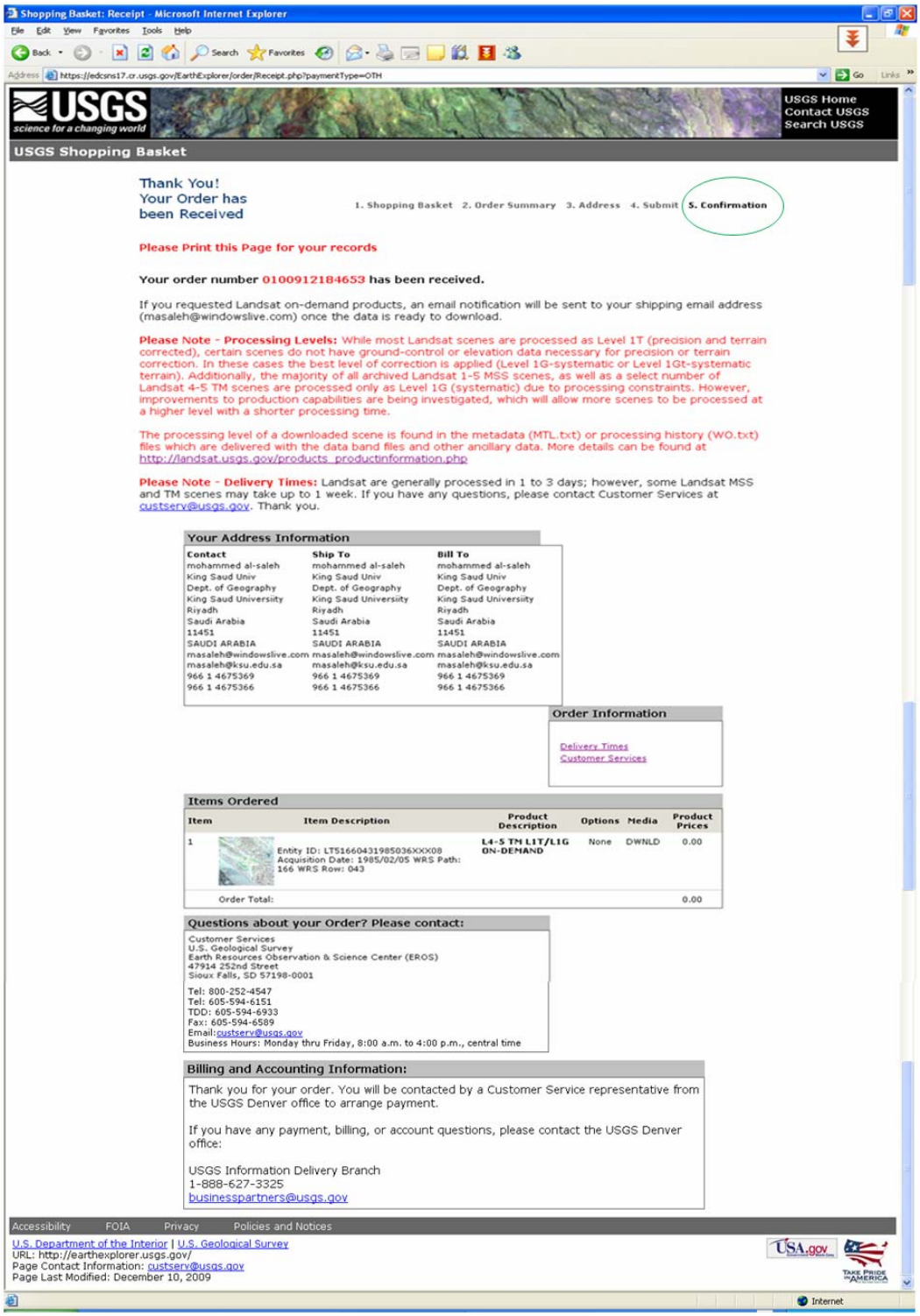
٦) وبإدخال اسم المستخدم وكلمة السر والضغط على أمر Sign In ستظهر نافذة تبين معلومات عن الصورة المطلوبة وهي الخطوة الأولى من ٥ خطوات وبالضغط على أمر Checkout -> فيها تظهر نافذة الخطوة الثانية تبين ملخص الطلب وبالضغط على أمر Continue & Enter Address -> تظهر نافذة الخطوة الثالثة المتعلقة بالعنوان وبإكمالها ومن ثم الضغط على Submit Address Information -> وهكذا لبقية الخطوات كما في الأشكال التالية:


Shopping Basket - Microsoft Internet Explorer
Step 1 of 5
Shopping Basket
1. Shopping Basket 2. Order Summary 3. Address 4. Submit 5. Confirmation
The USGS now offers all users the entire Landsat 1-5 and 7 archive data at no charge using a standard data product recipe. Previous USGS products offered are no longer available. Please visit landsat.usgs.gov for more information. High demand for this data may result in slow performance and processing times. We apologize for any inconvenience.
Use of this data requires analysis software which is not typically found on workstations.
Product Descriptions
Contact Us
Empty Shopping Basket
Checkout ->
Item
Remove
Item Description
Product Description
Options
Output Media
Remove
Entity ID: LT51660431985036XXX08 Acquisition Date: 1985/02/05 WRS Path: 166 WRS Row: 043
L4-5 TM L1T/L1G ON-DEMAND
None
DWNLD
For all items:
Set all product types to :
Set all options to :
Set all media types to :
Update Shopping Basket
Accessibility
FOIA
Privacy
Policies and Notices
U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey
URL: http://earthexplorer.usgs.gov/
Page Contact Information: custserv@usgs.gov
Page Last Modified: October 13, 2009
Done
Internet

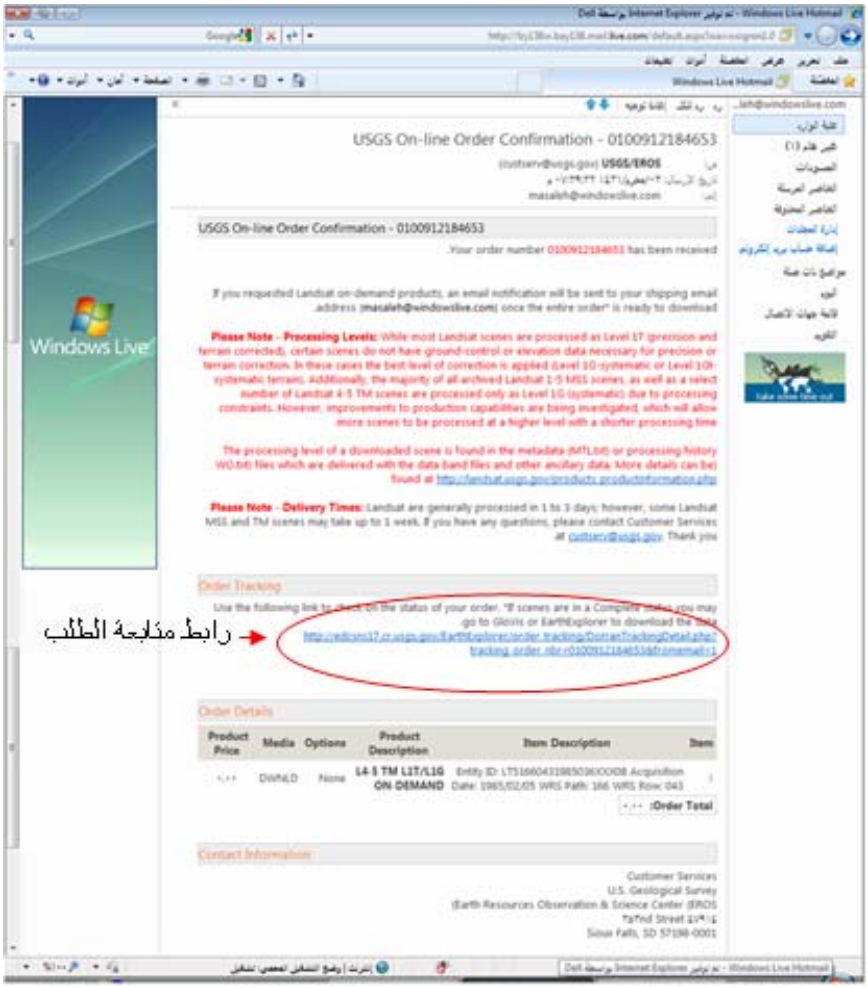

Shopping Basket: Final Pricing - Microsoft Internet Explorer
USGS
science for a changing world
USGS Home
Contact USGS
Search USGS
USGS Shopping Basket
Step 2 of 5
Order Summary
Sign in
Register
1. Shopping Basket 2. Order Summary 3. Address 4. Submit 5. Confirmation
Contact Us
<-Return to Shopping Basket
Cancel Order
Continue & Enter Address ->
Item
Item Description
Product Description
Options
Media
Product Price
Remove
Entity ID: LT51660431985036XXX08 Acquisition Date: 1985/02/05 WRS Path: 166 WRS Row: 043
L4-5 TM L1T/L1G ON-DEMAND
None
DWNLD
0.00
Item Total
$0.00
Accessibility
FOIA
Privacy
Policies and Notices
U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey
URL: http://earthexplorer.usgs.gov/
Page Contact Information: custserv@usgs.gov
Page Last Modified: September 29, 2009
Done
Internet


USGS
science for a changing world
USGS Home
Contact USGS
Search USGS
USGS Shopping Basket
Step 3 of 5
Add Address (Contact)
1. Shopping Basket 2. Order Summary 3. Address 4. Submit 5. Confirmation
Delivery Times Contact Us
Steps for entering Address information (We do not share any information you enter here!)
1. Enter the address where we can contact you.
2. Provide Billing and Shipping addresses only if different from your Contact Address.
3. Click the "Submit Address Information" button when you are done.
First Name * mohammed
Last Name * al-saleh
Company: King Saud Univ
Affiliation: * Educational
This information helps us do a better job of addressing your needs.
Department:
Agency:
If you selected Commercial, Education, or USGS Business Partner are you working on behalf of a U.S Federal Agency? *
Yes No
Address Line 1: * Dept. of Geography
Address Line 2: King Saud University
City * Riyadh
State*/Province Saudi Arabia (Example: SD, South Dakota, sd, south dakota)
Zip*/Postal 11451
Country * SAUDI ARABIA
E-mail * masaleh@ksu.edu.sa (Used only to send order confirmation or FTP order notification)
Additional E-mail masaleh@windowslive.com (Additional E-mail used only for additional FTP order notification)
Telephone * 966 1 4675369 (Example: 6055946151, 605-594-6151)
(Phone # used only if we have questions about your order)
Fax: 966 1 4675366
* Must be entered
Data Usage (used to determine how products are being used and what to offer in the future)
NOTE: 'Primary Use' is now a required field. Please select a primary use if you have not previously done so. After completing your order, please login to your account and update your profile. Your Profile can be accessed through the menu bar after you login.
What will you be using this data for?
Primary Use: * Education
Secondary Use (Please select all that apply):
Agriculture
Climate Change
Cryosphere
Ecosystem Studies
Education
Emergency Response
Energy
Fire
Forestry
Geology
Human Ecology
Human Health
Insurance
International Land Issues
Land Change
National Security
Natural Resources
Planning
Socioeconomics
Telecommunications
Terrestrial Monitoring
Visualization
Water
Other Uses:
Is this also your shipping address?
Yes
No (if not, we'll ask for it after validating the Contact information)
Is this also your billing address?
Yes
No (if not, we'll ask for it after validating the shipping information)
<-Return to Order Summary
Cancel Order
Clear Address Information
Submit Address Information ->
Accessibility
FOIA
Privacy
Policies and Notices


Shopping Basket: Submit - Microsoft Internet Explorer
USGS
science for a changing world
USGS Home
Contact USGS
Search USGS
USGS Shopping Basket
Step 4 of 5
Submit
1. Shopping Basket 2. Order Summary 3. Address 4. Submit 5. Confirmation
Please take a minute to review your order, then submit your order below.
Contact Us
Your Address Information
Contact
mohammed al-saleh
King Saud Univ
Dept. of Geography
King Saud University
Riyadh
Saudi Arabia
11451
SAUDI ARABIA
masaleh@windowslive.com
masaleh@ksu.edu.sa
966 1 4675369
966 1 4675366
Ship To
mohammed al-saleh
King Saud Univ
Dept. of Geography
King Saud University
Riyadh
Saudi Arabia
11451
SAUDI ARABIA
masaleh@windowslive.com
masaleh@ksu.edu.sa
966 1 4675369
966 1 4675366
Bill To
mohammed al-saleh
King Saud Univ
Dept. of Geography
King Saud University
Riyadh
Saudi Arabia
11451
SAUDI ARABIA
masaleh@windowslive.com
masaleh@ksu.edu.sa
966 1 4675369
966 1 4675366
Edit
Edit
Edit
Pricing Summary
Item Total: $.00
Items Ordered
Item
Item Description
Product Description
Options
Media
Product Price
1
Entity ID: LT51660431985036XXX08
Acquisition Date: 1985/02/05 WRS Path: 166 WRS Row: 043
L4-5 TM L1T/L1G ON-DEMAND
None
DWNLD
0.00
Edit
Submit Order Request
Submit your order for processing
Submit Order -->
Cancel Order
After your order is submitted you will be contacted by a Customer Service representative from the USGS Denver office to arrange payment.
If you have any payment, billing, or account questions, please contact the USGS Denver office:
USGS Information Delivery Branch
1-888-627-3325
businesspartners@usgs.gov
Accessibility FOIA Privacy Policies and Notices
U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey
URL: http://earthexplorer.usgs.gov/
Page Contact Information: custserv@usgs.gov
Page Last Modified: October 02, 2009
Done
Internet

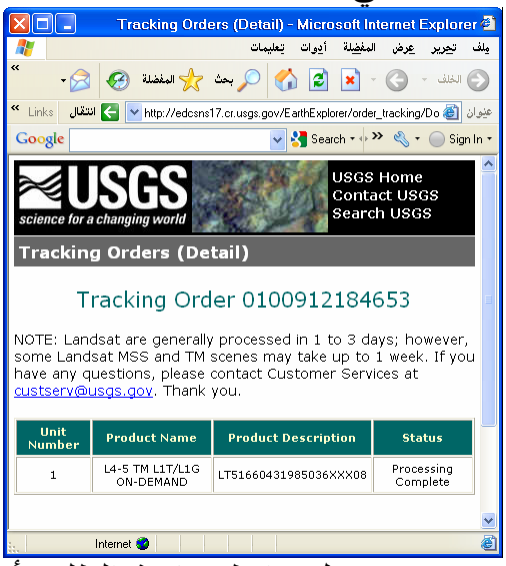


٧) بعد فترة قصيرة سترسل المساحة الجيولوجية على بريدك الالكتروني رسالة تؤكد طلبك، وتتضمن هذه الرسالة رابط متابعة الطلب كما في الشكل التالي:



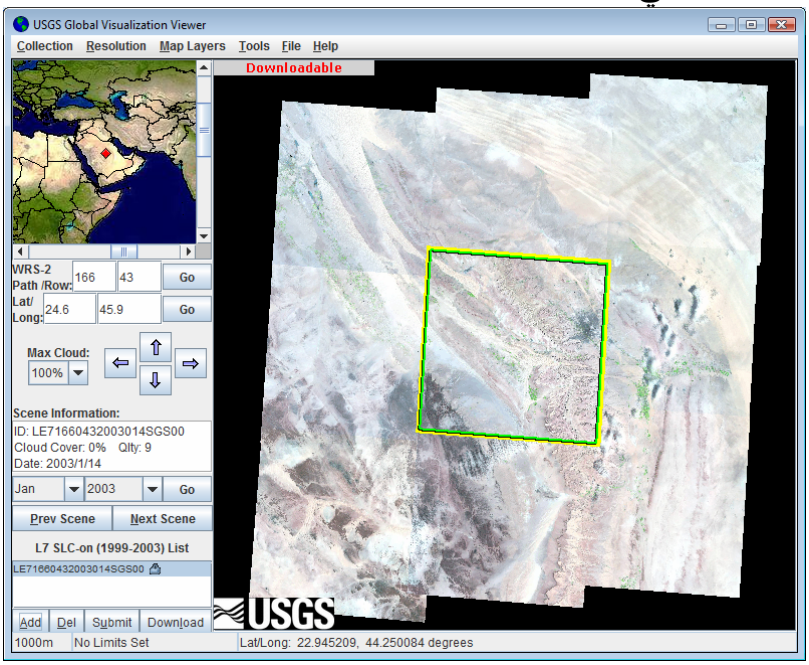
٨) بالضغط على رابط متابعة الطلب سيفتح صفحة تبين حالة الطلب حيث سيظهر في حقل الحالة Status أن الصورة المطلوبة في مرحلة التنفيذ In Process، كما في الشكل التالي:

٩) غالبا يتم إنجاز الطلب في فترة زمنية قصيرة تتراوح ما بين يوم إلى ثلاثة أيام ولكن في بعض الأحيان يتطلب إنجاز الطلب أسبوعين أو أكثر. وعند اكتمال العمل يتضح من خلال رابط متابعة الطلب أن المطلوب تم إنجازه Processing Complete كما في الشكل التالي:

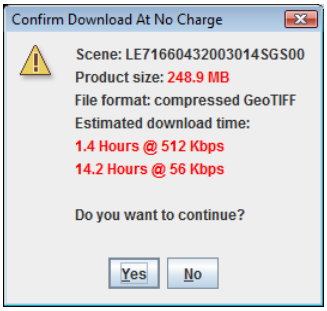


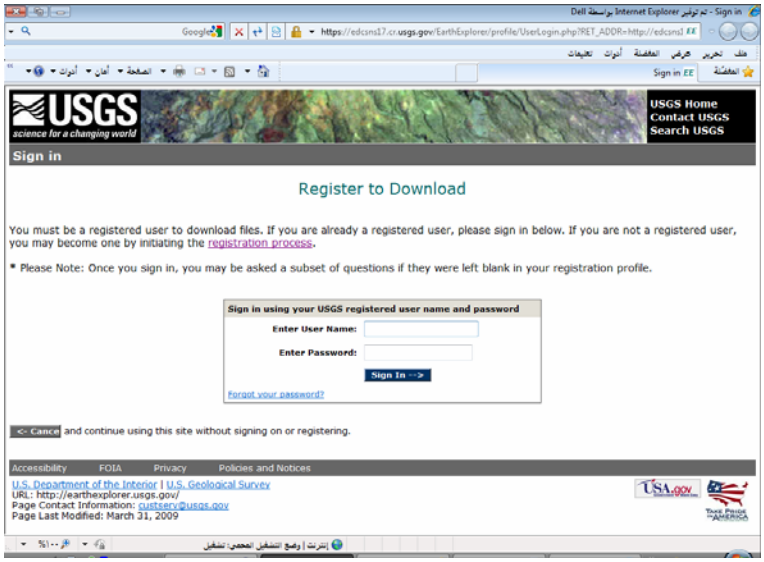
١٠) وبعد أن يتبين من خلال رابط متابعة الطلب أن المطلوب تم إنجازه Processing Complete تكون الصورة المطلوبة قابلة للتنزيل من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS على شبكة الانترنت الخاص بتنزيل صور لاندسات.

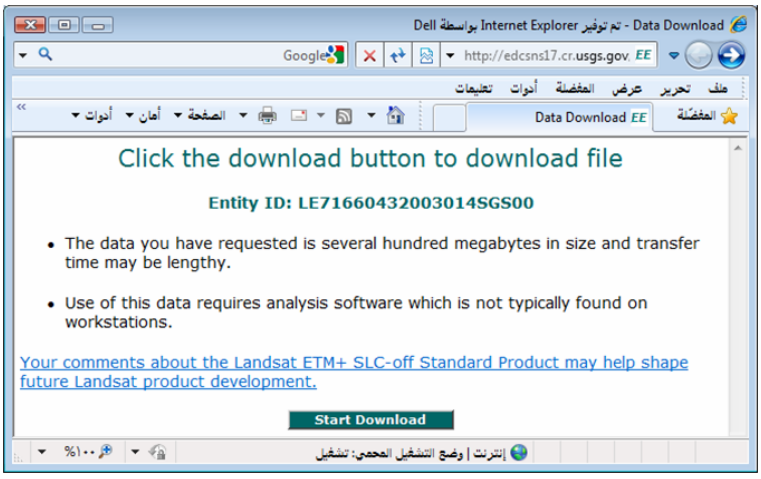
١١) ولتنزيل الصورة القابلة للتنزيل downloadable والمحددة على نافذة عرض الصور USGS Global Visualization Viewer يضغط على أمر Add في الركن الأسفل الأيسر من النافذة، وهذا سيؤدي إلى تنشيط أمر Download في الجزء الأسفل الأيسر من النافذة وسيحيط بالصورة إطار آخر لونه أخضر فاتح كما في الشكل التالي:

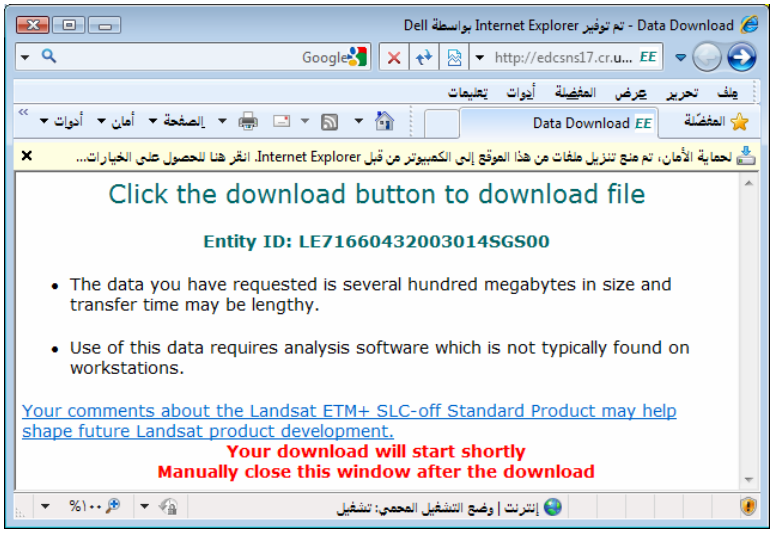


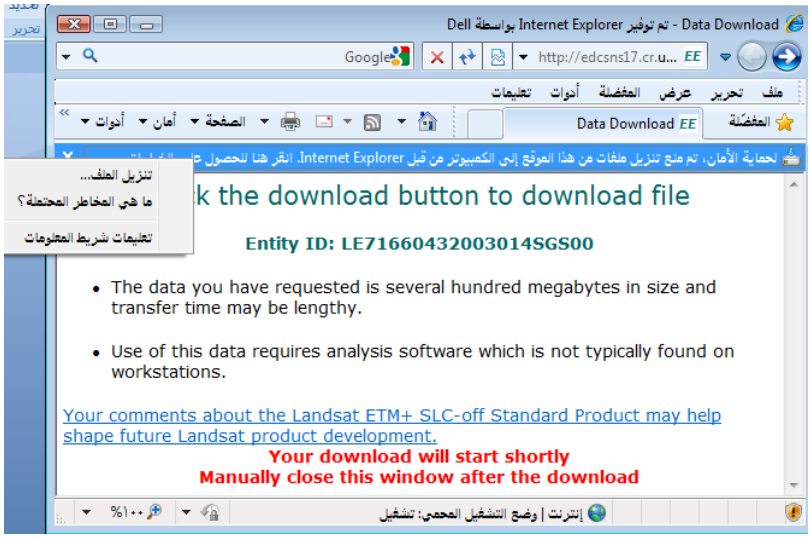
١٢) يضغط على أمر Download في الجزء الأسفل الأيسر من النافذة يظهر مربع حوار تأكيد تنزيل الصورة بدون رسوم وبالضغط على أمر Yes فيه يفتح إطار جديد لنافذة توقيع الدخول Sign in ليُدخل فيها اسم المستخدم وكلمة السر ومن ثم يضغط على أمر Sign In --> ليفتح إطار جديد هو نافذة Data Download ولبدء عملية تنزيل بيانات الصورة يضغط على أمر Start Download فيها، مع ملاحظة أن برامج الحماية في بعض الحاسبات تمنع عملية التنزيل إلا بعد الضغط على أمر تنزيل الملف.



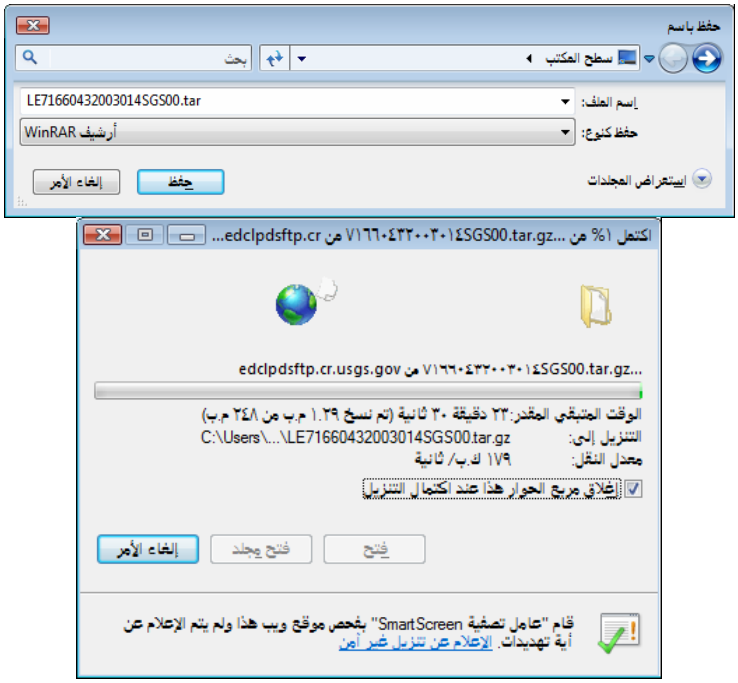








١٣) بالضغط على أمر تنزيل الملف يظهر مربع حوار يتم فيه اختيار أمر حفظ ليتم حفظ الملف على سطح المكتب مع ملاحظة أن عملية التنزيل تستغرق وقت طويل نسبيا تختلف باختلاف خصائص الجهاز وسرعة الانترنت.



١٤) يجب الانتباه إلى أن ملفات الصور مخزونة بنظام TIFF، كما أنها مضغوطة compressed بنظام rar. وعليه عند الرغبة في معالجة الصورة من خلال أحد برامج معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية مثل برنامج ايرداس ERDAS أو برنامج الويس ILWIS المجاني، يجب أولاً أن تستخرج الملفات المضغوطة وبعد ذلك يتم استيرادها من خلال أمر استيراد Import في برنامج معالجة الصور المستخدم.

العمليات الرئيسية لمعالجة صورة الاستشعار عن بُعد الرقمية

تتم دائما معالجة بيانات صورة الاستشعار عن بُعد الرقمية قبل استخدامها وذلك للحصول على أكبر قدر ممكن من المعلومات الدقيقة في التطبيقات المختلفة. ويمكن تقسيم عمليات معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية إلى عدة أنواع حسب الغرض منها، وتتضمن كل عملية مجموعة من الطرق والأساليب التي يمكن تطبيقها على كامل الصورة أو على جزء منها (Extract (subset، وفي ما يلي معلومات مختصرة عن أهم عمليات معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية.

عمليات المعالجة الأولية لتجهيز ملفات الصور:

تتمثل المرحلة الأولى من معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية في عمليات تجهيز ملفات الصور لتكون مناسبة لبرنامج المعالجة المستخدم ولتكون مناسبة للمنطقة الجغرافية المراد معالجة الصور التي تغطيها، وذلك مثل استيراد import الصورة واقتطاع جزء من الصورة subsetting (extracting) وتجميع الصور mosaicking. ولا شك أن الدراسات التي تكون صور الاستشعار عن بُعد مصدرا

رئيسيا لمعلوماتها وتكون الوسيلة الرئيسية لتحقيق أهدافها، ترتبط بمنطقة جغرافية معينة قد تكون صغيرة أو كبيرة. ووفقا لخصائص صور الاستشعار عن بُعد المستخدمة ولمساحة وموقع المنطقة الجغرافية المراد دراستها فإن منطقة الدراسة قد تكون جزء صغير من صورة الاستشعار عن بُعد الكاملة أو أنها قد تمتد على أكثر من صورة. وحيث أنه من الأفضل أن تمثل منطقة الدراسة الجزء الأكبر من الصورة المراد استخلاص المعلومات منها، لذا فإن مستخدم صور الاستشعار عن بُعد الرقمية يلجأ إما إلى اقتطاع extract جزء الصورة الذي يغطي منطقة الدراسة أو إلى تجميع الصور وإعداد مصفوفة الصور الرقمية image mosaic ومن ثم اقتطاع الجزء الذي يغطي منطقة الدراسة.

تصحيح الصورة:

تطبق عمليات تصحيح الصورة Image Correction لإزالة التشوهات المرتبطة بالعلاقات المكانية للظواهر على الصورة وكذلك لإزالة التشوهات المرتبطة بالقيم الرقمية في الصورة. فالبيانات الأولية Raw data لصور الاستشعار عن بُعد الرقمية لا تمثل بشكل جيد المنطقة الجغرافية التي تم تصويرها؛ وذلك لأنها تتعرض لبعض التشويه أثناء عمليات التصوير. فأثناء عمليات التصوير تؤدي بعض العوامل إلى حدوث تشويه راديومتري Radiometric distortion مرتبط بقيم الأشعة التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بُعد، ومن جهة ثانية تؤدي عوامل أخرى إلي حدوث تشويه هندسي Geometric distortions مرتبط بالعلاقات المكانية (الاتجاه والمسافة) بين الظواهر على الصورة. ونتيجة لهذين النوعين من التشوهات فان القيم الرقمية لخلايا pixels الصورة لا تمثل تماما الطاقة المنعكسة أو المنبعثة أو العائدة من الظواهر الأرضية، وكذلك فان مواقع الظواهر الأرضية في الصورة لا تتوافق تماما مع مواقعها في الطبيعة. وعليه فإن إزالة التشوهات المرتبطة بقيم الأشعة التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بُعد يسمى بالتصحيح الراديومتري radiometric correction ويطلق عليه أحيانا "ترميم الصورة" image restoration. مع ملاحظة أن التشوهات الراديومترية لا تمثل مشكلة كبيرة في كثير من تطبيقات الاستشعار عن بُعد في الجغرافيا. ومن ناحية أخرى إزالة التشوهات المرتبط بالعلاقات المكانية بين الظواهر الأرضية على الصورة يسمى بالتصحيح الهندسي Geometric correction، والذي يعد مطلب أساسي لمعظم التطبيقات الجغرافية. وتجب الإشارة إلى أنه ينبغي في بعض الحالات أن تسبق عملية التصنيف عملية التصحيح الهندسي للصورة خاصة عندما يكون هناك حاجة لبقاء الفروق الطيفية البسيطة subtle variations في عملية التصنيف، وذلك لأن عملية التصحيح الهندسي تتطلب استخدام أحدى الطرق الإحصائية مثل (Nearest neighbor or Bilinear or Cubic convolution) لإعادة حساب بيانات الصورة Resampling، ومن المعروف أن تطبيق هذه الطرق (ما عدا طريقة nearest neighbor) قد يحدث تغير في القيم الرقمية للصورة.

تحسين الصورة:

الهدف من تحسين الصورة Image Enhancement هو إظهار تفاصيل الظواهر الجغرافية على الصورة ليسهل تمييزها والتعرف عليها بصريا. ويجب التأكيد على أنه يصعب على عين الإنسان أن تميز على صورة الاستشعار عن بُعد الأصلية (الخام) Raw data الظواهر الجغرافية الصغيرة وكذلك الظواهر التي تكون فيها الفروق الطيفية والراديومترية بسيطة. ولكن يمكن التغلب على هذه المشكلة بتطبيق عمليات تحسين للصورة تعمل على تكبير وتضخيم الفروق الطيفية والراديومترية البسيطة للظواهر لترى بسهولة على الصورة. وعليه يمكن تعريف تحسين الصورة بأنه عملية إعداد صور "جديدة" من الصورة الأصلية تظهر قدرا أكبر من تفاصيل الظواهر الجغرافية ليسهل تمييزها والتعرف عليها بصريا. ويوجد العديد من طرق التحسين التي يمكن تطبيقها على كامل الصورة أو على جزء منها Extract. ولكن لا توجد قواعد ثابتة لإنتاج أفضل صورة لغرض معين، لذا فانه لابد من الاعتماد على طريقة "المحاولة والخطأ" trial and error للحصول على أفضل الصور المحسنة التي تمكن من تحقيق أهداف المستخدم مع الأخذ في الاعتبار تجارب الآخرين في الدراسات السابقة (Lillesand et al., 2004; Mather, 3rd ed, 2004). ولا توجد أيضا طريقة واحدة للتحسين قادرة بمفردها على إظهار جميع التفاصيل المطلوبة. كما أن بعض طرق التحسين التي تساعد على إظهار تفاصيل معينة للظواهر على الصورة قد تخفي أو تطمس في الوقت نفسه بعض التفاصيل منها. ولذا ينظر المستخدمون إلى الصور المحسنة بأنها تكمل بعضها البعض عند استخدامها لدراسة المعالم والظواهر الجغرافية. ويمكن تقسيم طرق تحسين الصور الرقمية إلى أربعة أنواع رئيسية هي: طرق التحسين الأساسية للصور الرقمية والتي من أهمها طريقة نشر البيانات لزيادة التباين contrast stretching في الصورة. ويعد تطبيق طريقة نشر البيانات لزيادة التباين مطلب أساسي لجميع صور الاستشعار عن بُعد المحسنة وغير المحسنة. أما النوع الثاني يتعلق بطرق عرض الصور بالألوان والتي تتضمن طريقة مركب الألوان color composite الرئيسية (الأزرق والأخضر والأحمر RGB) وطريقة عرض الألوان بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون (IHS) intensity-hue-saturation وطريقة تحسين الألوان في النطاقات عالية الارتباط (نشر البيانات بتقليل الارتباط) decorrelation stretching. والفئة الثالثة من الطرق تتعلق بالتحسين المكاني للصور الرقمية ومنها طرق الترشيح المكاني spatial filtering وطريقة دمج الصور image merging (fusion) لتحسين الوضوح المكاني. والقسم الرابع من الطرق يستخدم للتحسين الطيفي في الصور الرقمية، ومن هذه الطرق نسب النطاقات band ratioing (قسمة نطاقات الصورة image division)، وجمع نطاقات الصورة image addition، وطرح نطاقات الصورة image subtraction، وضرب نطاقات الصورة image multiplication، ومؤشرات النبات vegetation indices المبنية وفقا لمعادلات تجريبية، وتحليل المركبات الرئيسية principal components analysis (PCA).

تصنيف الصورة:

يعرف تصنيف الصورة Image Classification بأنه عملية تقسيم الصورة الرقمية إلى عدد من الأقاليم الجغرافية وفقا لتجانس أطياف الظواهر الجغرافية (استخدامات وغطاءات الأرض land use & land covers) فيها. وعليه فالتصنيف عبارة عن عملية آلية لتحويل الصورة الرقمية إلى خريطة موضوعية لاستخدامات وغطاءات الأرض. ويوجد طريقتين لتصنيف الصور الرقمية متعددة الأطياف التي تتكون من نطاقين أو أكثر هما التصنيف المراقب (الموجه) supervised classification والتصنيف غير المراقب (غير الموجه) unsupervised classification. وتزداد دقة التصنيف بشكل عام بزيادة النطاقات المستخدمة فيه، مع ملاحظة أن زيادة النطاقات المستخدمة في التصنيف تؤدي أيضا إلى زيادة الوقت المطلوب لإكمال العمليات الرياضية (Gibson, et al. 2000). والفرق الرئيسي بين الطريقتين هي أن التصنيف المراقب يبنى على معلومات حقيقية عن الظواهر الجغرافية تعطى للحاسب الحالي، في حين أن التصنيف غير المراقب يتم وفقا لمعادلات رياضية تحدد التجمعات clusters وبالتالي فئات التصنيف وذلك وفقا للعلاقة بين القيم الرقمية لنطاقات الصورة. ولا تقتصر عملية التصنيف بمفهومها الواسع على الصور متعددة الأطياف، بل يمكن تحويل الصورة الرقمية التي تتكون من نطاق واحد إلى خريطة موضوعية لاستخدامات وغطاءات الأرض وذلك باستخدام طريقة تشريح الكثافة density slicing. فطريقة تشريح الكثافة لا تأخذ مسمى التصنيف ولكنها تدخل تحت المفهوم الواسع لتصنيف الصور الرقمية. وتعد طريقة شرائح الكثافة لنطاق واحد تصنيفا تقريبي crude classification يعطي نتائج مقبولة إذا تكون المنطقة التي تغطيها الصورة تتضمن ظواهر قليلة وأطيافها متباينة جدا، أما إذا تنوعت الظواهر في الصورة وتقاربت أطيافها فإن نتائج هذه الطريقة قد تكون مضللة. ويمكن إضافة العناصر الأساسية للخريطة مثل المفتاح (دليل الرموز) والمقياس للصورة المصنفة. فبعض برامج معالجة الصور الرقمية تسمح من خلال أوامر وإجراءات معينة بتغيير الألوان وبإضافة بعض الكتابات وبإظهار الإحداثيات الجغرافية وغير ذلك من العناصر الأساسية للخريطة.

معالجة الصور متعددة التواريخ:

كشف التغير Change Detection في المناطق الجغرافية هو أبرز استخدامات الصور متعددة التواريخ multi-temporal images. فالتغير عملية تؤدي إلى حدوث اختلاف إيجابي أو سلبي للخصائص المكانية للظاهرة عبر الزمن أو إلى استبدال ظاهرة بأخرى. فجميع الظواهر الجغرافية سواء كانت الظواهر الطبيعية أو الظواهر البشرية تكون في تغير مستمر مع الزمن، ولكن التغير لبعض الظواهر الطبيعية بطئ جدا حيث لا يمكن إدراكه في عمر الإنسان. ومن المعروف أن هناك تغيرات موسمية لبعض الظواهر الجغرافية ولكن كشف التغير المقصود هنا يرتبط بالتغير الجزئي أو الكلي السريع نسبيا الذي يحدث للظواهر البشرية وبعض الظواهر الطبيعية عبر الزمن. ولقد أصبح تحليل صور الاستشعار عن بُعد الفضائية متعددة التواريخ أفضل

مصدر للمعلومات وأنسب وسيلة لكشف وتتبع تغيرات الخصائص المكانية للظواهر الجغرافية في منطقة معينة وذلك مثل التوزيع الجغرافي لمناطق التوسع و التقلص الزراعي ومثل معدلات واتجاهات النمو في المدن وتغير استخدامات الأرض فيها. ويعود ذلك إلى توفر سلسلة زمنية طويلة نسبيا (تصل إلى ٣٨ سنة) من صور الاستشعار عن بُعد الفضائية التي تمثل كل صورة منها سجلا مرئيا للخصائص المكانية في المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصورة وذلك في التاريخ الذي صورت فيه. فكل برنامج من برامج استشعار الموارد الأرضية مثل برنامج لاندسات الأمريكي يتضمن سلسلة من الأقمار الصناعية التي تحمل أجهزة استشعار عن بُعد تصور كامل الكرة الأرضية بشكل دوري ومنتظم وتعطي صورا متعددة النطاقات وبنوعية جيدة ويسهل الحصول عليها بدون قيود وبسعر معقول.

استيراد بيانات صور الاستشعار ببرنامج الويس ILWIS

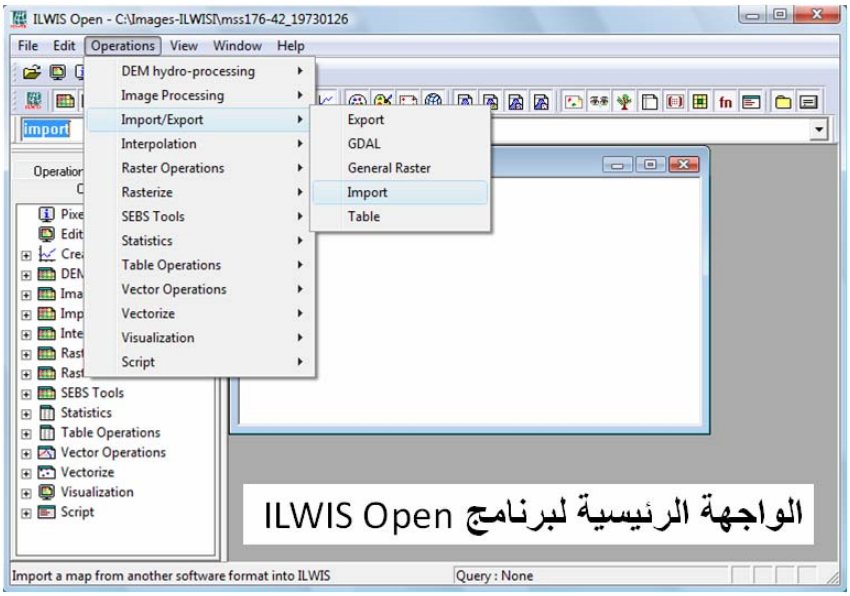
يجب التذكير هنا إلى أنه توجد العديد من طرق تنظيم وتخزين formats البيانات الرقمية في الحاسب الآلي، وأن كل برنامج من برامج معالجة البيانات المكانية الرقمية يتعامل مع بيانات صور الاستشعار عن بُعد وفقا لطريقة أو طرق التنظيم والتخزين formats التي تناسبه، ولذا فإن تجهيز ملفات صور الاستشعار عن بُعد لتناسب البرنامج المستخدم تعد متطلب سابق لمعالجتها. وفي ما يلي خطوات استيراد الصور ببرنامج ILWIS:

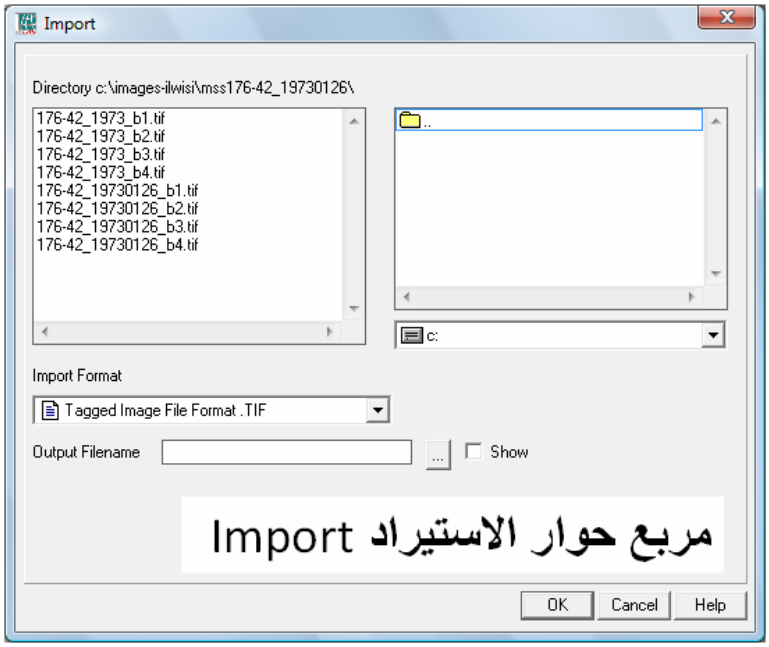
١) تتم علمية تجهيز ملفات الصور في برنامج ILWIS من خلال أمر استيراد Import. وهذا البرنامج قادر على استيراد البيانات المكانية الرقمية لأنواع مختلفة من طرق التنظيم والتخزين formats. وتعد طريقة التخزين بنظام Tagged Image File Format (TIF) من أشهر طرق تنظيم وتخزين البيانات المكانية الرقمية. ويستطيع برنامج ILWIS استيراد هذا النوع من البيانات الرقمية.

٢) يجب أن تكون بيانات الصورة الرقمية المراد استيرادها من نوع TIF أو مخزونة بطريقة format يستطيع برنامج ILWIS أن يقرأها وأن تكون محفوظة في مجلد folder محدد.

٣) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد استيرادها. مع ملاحظة أنه يجب أن تستورد بيانات كل نطاق على حدة في الصور الرقمية متعددة النطاقات لكي يتمكن المستخدم لبرنامج ILWIS من تطبيق طرق المعالجة المختلفة عليها.

٤) من قائمة الأوامر الرئيسية Menu bar في برنامج ILWIS يتم الضغط على أمر Operations لتظهر قائم بالأوامر الفرعية، ومنها يضغط على أمر Import/Export وستظهر أوامر فرعية أخرى ومنها يتم اختيار أمر Import وبذلك ستظهر نافذته (مربع حوار الاستيراد Import dialog box) كما في الشكلين التاليين:





٥) يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Import Format لاختيار نوع الملف المراد استيراده مثلا Tagged Image File Format.TIF وباختيار هذا النوع ستظهر الملفات التي يكون امتدادها (.tif) في حقل عرض الملفات.

٦) لاستيراد أحد ملفات الصور، ينشط الملف بوضع المؤشر علية ومن ثم يضغط ضغطة واحدة وبهذا سيظهر بنفس الاسم في حقل اسم الملف الجديد Output Filename، ويمكن أن يترك بنفس الاسم أو يغير، مع ملاحظة أن اسم الملف لن يظهر في هذا الحقل إلا إذا كان عدد حروفه (مكوناته) أقل من ١٤، وعند كتابة اسم الملف يجب أن يكون باللغة الانجليزية وأن لا تكون العلامات الرياضية مثل علامة الطرح (-) من مكوناته.

٧) بعد تنشيط الملف المراد استيراده وتحديد نوع الملف في حقل Import Format واسم الملف الجديد في حقل Output Filename يضغط على OK في أسفل النافذة (مربع حوار الاستيراد Import dialog box) لتتم عمليه الاستيراد. مع ملاحظة أنه بإكمال عملية الاستيراد قد يظهر مربع حوار يشير إلى أن البرنامج توقف عن العمل وعليه تغلق نافذة مربع الحوار ويغلق برنامج ILWIS ثم يعاد تشغيله.

٨)بعد تشغيل البرنامج مرة أخرى سيظهر ملف (مجلد) الصورة المستوردة في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS وقد يكون بهذا الرمز object collections ويحتوي على عدة ملفات بامتدادات وعلامات (رموز) .csy .grf و .mp# و .mpr مختلفة أو أن تظهر الملفات مباشرة في النافذة.

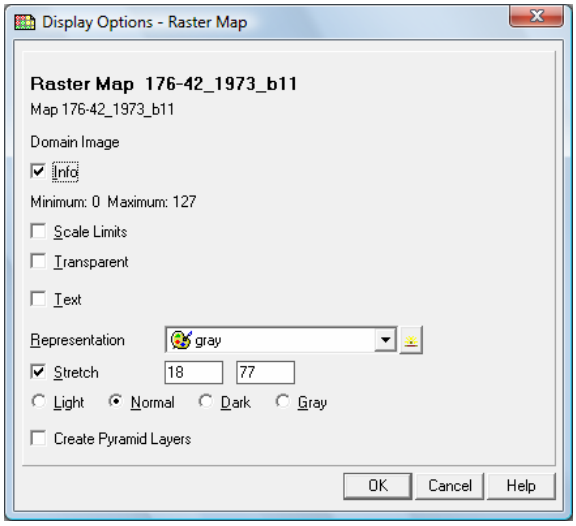
٩)تكرر الخطوات من٤-٨ لاستيراد بقية ملفات الصورة متعددة النطاقات كل على حدة.

خطوات عرض الصور على الشاشة

بعد اكتمال عملية استيراد نطاقات الصورة يمكن عرض صورة أي نطاق من نطاقاتها على الشاشة باللون الأبيض والأسود أو بالألوان غير الحقيقية بنظام PSEUDO، كما يمكن أيضا عرض الصور بعد معالجتها وذلك وفقا للخطوات التالية:

١)إذا كان مجلد ملفات الصور المراد عرضها على الشاشة مفتوح في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS ستظهر أسماء ملفات الصور ومعها علامة (رمز) الصورة أو ستكون ملفات النطاقات من نوع object collections.

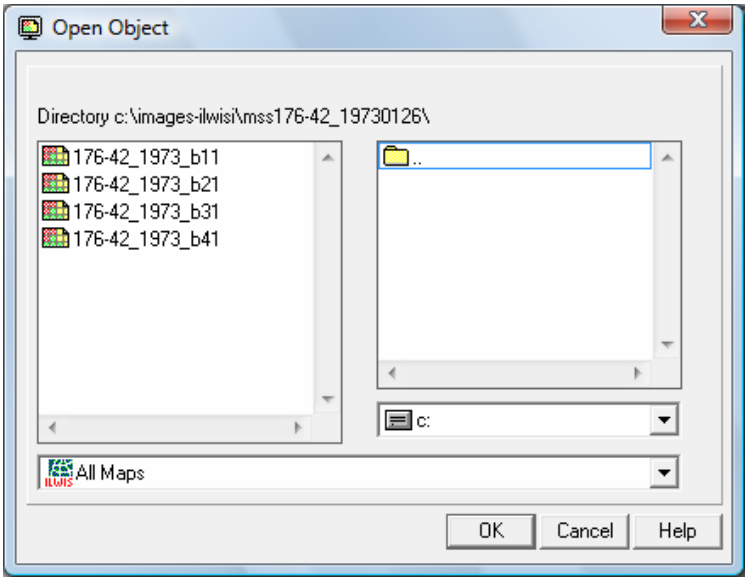
٢)يمكن عرض صورة النطاق بضغطتين متتابعتين على ملفها وستظهر نافذة عرض الصور (مربع حوار عرض الصورة Display Option-Raster Map dialog box) وبالضغط على OK فيها ستظهر الصورة المختارة على الشاشة في نافذة جديدة باللون الأبيض والأسود.

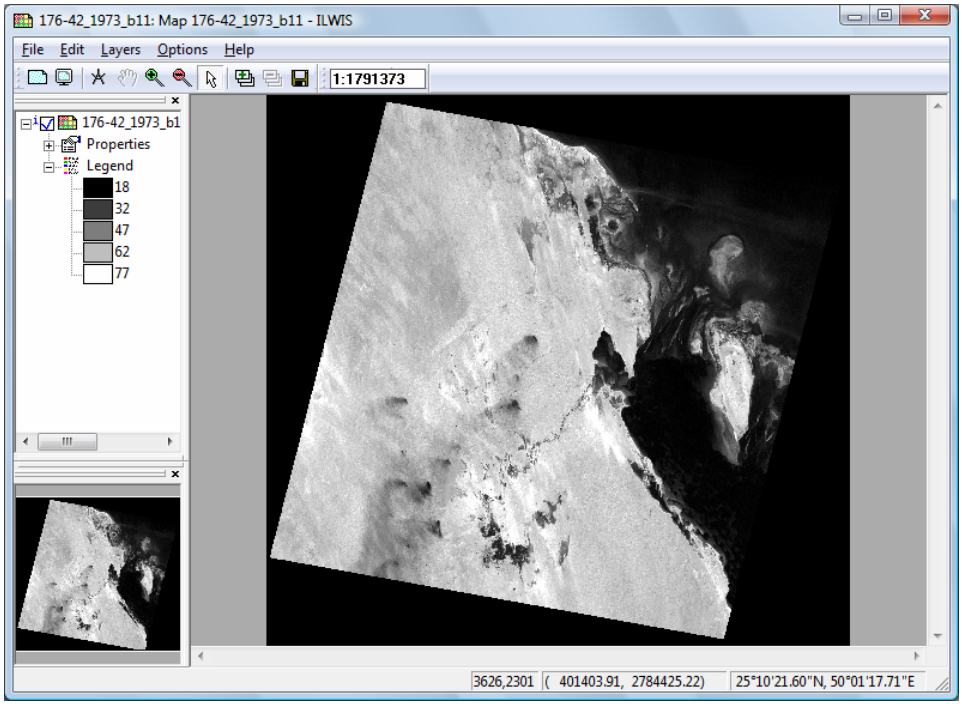


٣) أما عند الرغبة في عرض صورة النطاق المفرد single band بألوان غير حقيقية يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Representation من مربع حوار عرض الصورة Display Option-Raster Map dialog box ويتم اختيار PSEUDO وبالضغط على OK فيها ستظهر الصورة المختارة بألوان غير حقيقية على الشاشة في نافذة جديدة.

٤) إذا كانت الصورة المراد عرضها على الشاشة في مجلد غير مفتوح فيمكن عرضها بالضغط على أمر فتح الصورة في الصف الثاني (رموز الأوامر العادية) من صفوف الأوامر في الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS وبذلك ستظهر نافذته (مربع حوار ملف Open Object dialog box).

٥)في هذه النافذة يفتح مجلد الصورة المراد عرضها ثم ينشط ملفها ويضغط على OK أو يضغط على الملف ضغطتين متتابعتين لتظهر نافذة عرض الصور (مربع حوار عرض الصورة Display Option-Raster Map dialog box) وبالضغط على OK فيها ستظهر الصورة المختارة على الشاشة في نافذة جديدة، كما في الشكلين التاليين:





اقتطاع جزء من الصورة

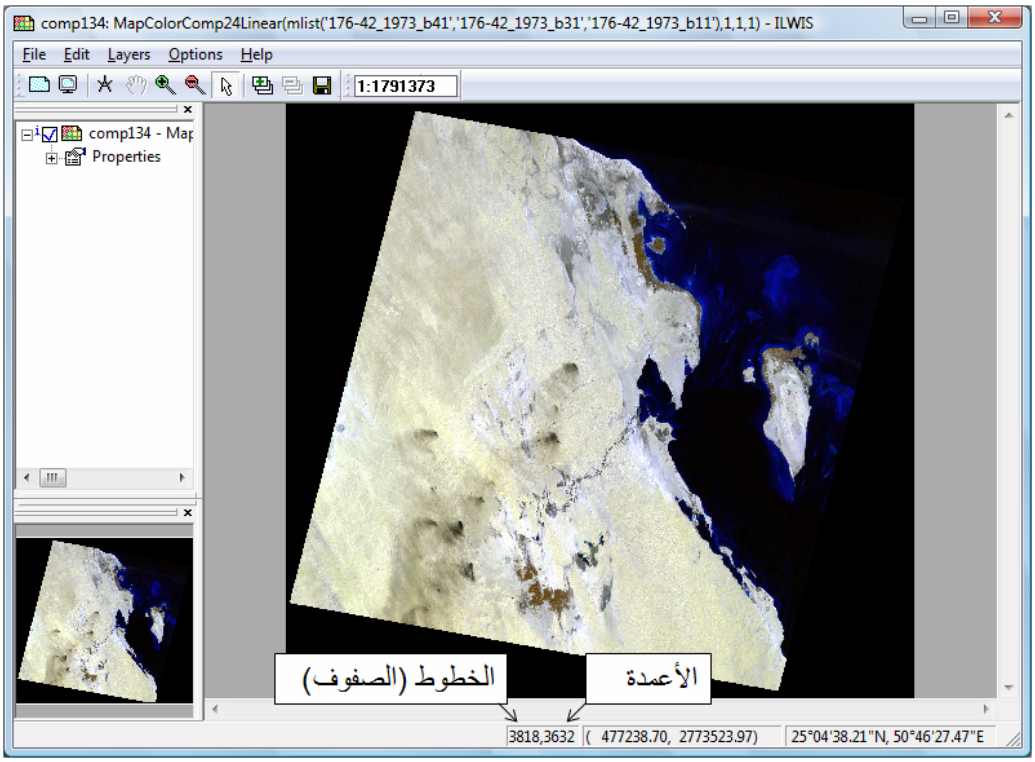
تتكون صورة الاستشعار عن بُعد الكاملة من عدد هائل من القيم الرقمية، ولذلك فإن استخدام صورة الاستشعار عن بُعد كاملة يأخذ حيز كبير من السعة التخزينية للحاسب الآلي ويستغرق وقتا أطول عند القيام بعمليات المعالجة المختلفة. كما أن الوصول إلى منطقة الدراسة على الصورة الكاملة قد يأخذ جهدا أكبر ووقتا أطول وذلك عندما يتم عرض الصورة على شاشة الحاسب الآلي بأكبر مقياس ممكن. ويحكم عدد القيم الرقمية في صورة الاستشعار ثلاثة أمور هي مساحة المنطقة التي تغطيها الصورة والوضوح المكاني فيها وعدد النطاقات المستخدمة في تصويرها. فعلى سبيل المثال، صور الماسح متعدد الأطياف MSS و الماسح الموضعي TM و الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ المحمولة على الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات تغطي الصورة الواحدة منطقة جغرافية شبه مربعة أبعادها حوالي ١٨٥كم × ١٧٢كم، ولكن صورة الماسح متعدد الأطياف MSS تتكون من أربعة نطاقات وبوضوح مكاني قدره ٧٩م مما يعني أن صورة كل نطاق من نطاقاته تتضمن حوالي ٧,٥ مليون قيمة رقمية (حوالي ٣٠ مليون للأربعة نطاقات). بينما صورة الماسح الموضعي TM التي تتكون من سبعة نطاقات والوضوح المكاني في نطاقاتها ٣٠م ماعدا نطاق٦ (١٢٠م) تحتوي جميع النطاقات السبعة فيها على حوالي ٢١٤ مليون قيمة رقمية. في حين يكون عدد القيم الرقمية حوالي ١٤٠ مليون في نطاق ٨ فقط من صورة الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ وذلك لأن الوضوح المكاني في صورة نطاق ٨ حوالي ١٥م.

لاختصار الجهد والوقت ولإتمام عمليات العرض والمعالجة بسرعة في الحاسب الآلي فإن أولى المهام في أي مشروع قبل تطبيق عمليات المعالجة هو

اقتطاع جزء الصورة subsetting (extracting) الذي يغطي المنطقة المراد معالجة صورها. وتجب الإشارة إلى أن برامج معالجة الصور الرقمية، مثل برنامج الويس ILWIS، من خلال أوامر محددة تمكن وبسهولة من اقتطاع جزء من الصورة وتخزينه في ملف خاص به. ويفضل أن يكون لاسم الملف مدلول يسهل التعرف عليه فيما بعد مع تفادي استخدام العلامات الرياضية في مكوناته مثل علامة الطرح (-)، وعليه ينصح بأن يحتوي اسم الملف على اسم المنطقة التي تغطيها الصورة وعلى اسم جهاز أو قمر التصوير وعلى تاريخ الصورة مثل Riyadh_1990_mss. ويتم اقتطاع جزء من الصورة باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وفقا للخطوات التالية:

١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد اقتطاع جزء منها.

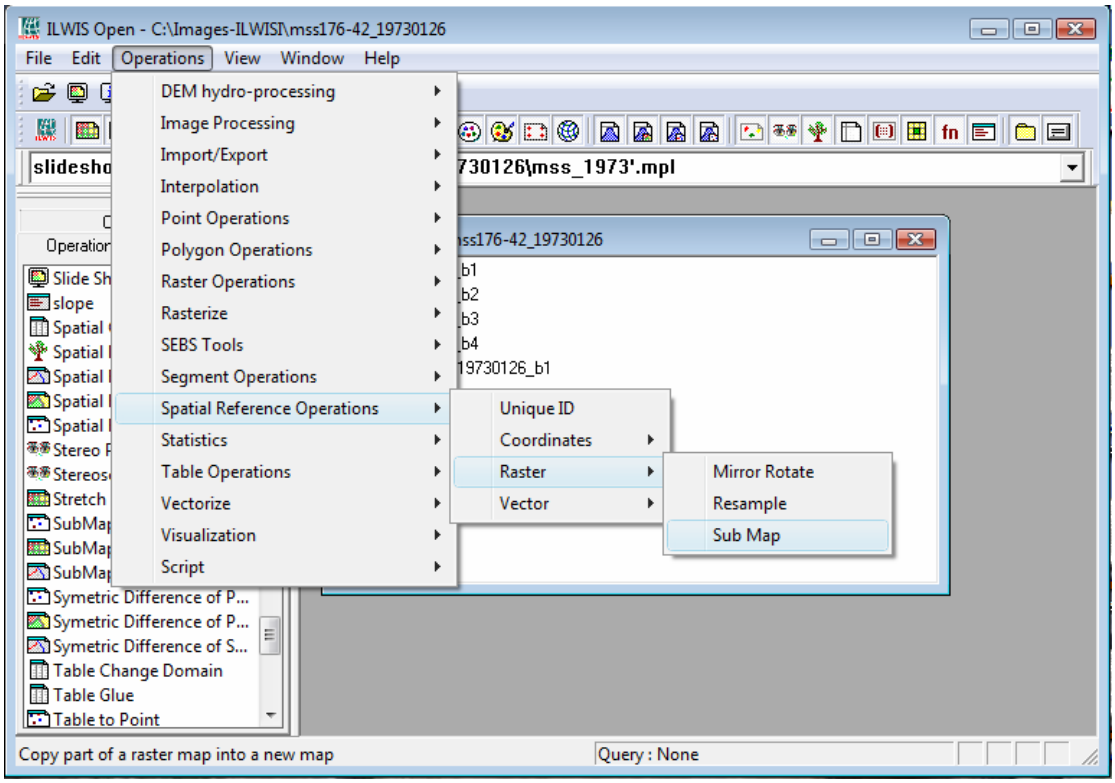
٢) تجب ملاحظة أن المنطقة التي تقتطع بهذه الطريقة ستكون إما مربعة أو مستطيلة الشكل. مع ملاحظة أن عملية الاقتطاع في الصور الرقمية متعددة النطاقات -حسب معرفتي- تتم لكل نطاق على حدة، ولذا يجب أن يتوافق أول خط (صف) First line وأول عمود First column وكذلك عدد الخطوط Number of lines وعدد الأعمدة Number of columns في جميع نطاقات الصورة المقتطعة لكي يتمكن المستخدم لبرنامج ILWIS من تطبيق طرق معالجة الصور متعددة الأطياف عليها.

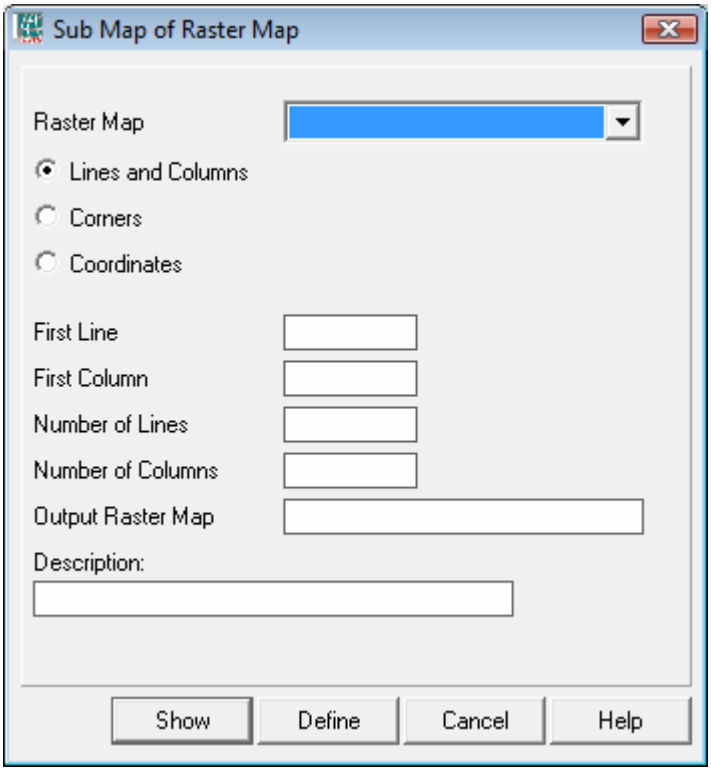


٣) تفتح الصورة المراد اقتطاع جزء منها وتعرض على الشاشة لتحديد أول خط First line وأول عمود First column وكذلك لحساب عدد الخطوط وعدد الأعمدة.

ويتم تحديد قيمتي أول خط وأول عمود بوضع المؤشر في الركن الأعلى الأيسر للجزء المراد اقتطاعة من الصورة. ومن جهة أخري يتطلب حساب عدد الخطوط وعدد الأعمدة تحديد قيمتي آخر خط وآخر عمود ويتم ذلك بوضع المؤشر في الركن الأسفل الأيمن من الجزء المراد اقتطاعة من الصورة. وبطرح قيمة أول خط من قيمة آخر خط عليه يتم الحصول على عدد الخطوط في الصورة المراد اقتطاعها، ويتم أيضا الحصول على عدد الصفوف بطرح قيمة أول صف من قيمة آخر صف. فمثلا إذا كانت قيمة أول خط ١٤٠٠ وقيمة أول عمود ٢٨٠٠ (في الركن الأعلى الأيمن) وكانت قيمة آخر خط ٢٦٥٠ وقيمة آخر عمود ٣٨٠٠ في (الركن الأسفل الأيسر) فإن عدد الخطوط يساوي ١٢٥٠ (٢٦٥٠-١٤٠٠= ١٢٥٠) وعدد الأعمدة يساوي ١٠٠٠ (٣٨٠٠-٢٨٠٠=١٠٠٠).

٤) من قائمة الأوامر الرئيسية Menu bar في برنامج ILWIS يضغط على أمر Operations لتظهر قائمة بالأوامر الفرعية، ومنها يضغط على أمر Spatial Reference Operations وستظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Raster ومن أوامره يتم اختيار أمر Sub Map وبذلك ستظهر نافذته (مربع حوار الاقتطاع Sub Map of Raster Map dialog box).





٥)في نافذة (مربع حوار) Sub Map of Raster Map يضغط على المثلث المقلوب في حقل Raster Map لتظهر قائمة الملفات في المجلد المفتوح ويتم اختيار ملف الصورة المراد اقتطاع جزء منها بالضغط عليه.

٦)وفي هذه النافذة تدخل القيم المحددة والمحسوبة في الخطوة رقم ٣ وذلك في الحقول المتعلقة بأول خط وبأول عمود وبعدد الخطوط وبعدد الأعمدة.

٧)وفي هذه النافذة أيضا يكتب اسم لملف الصورة المقتطعة في حقل Output Raster Map، ثم يضغط على زر (أمر) show في أسفل النافذة لتتم عمليه الاقتطاع.

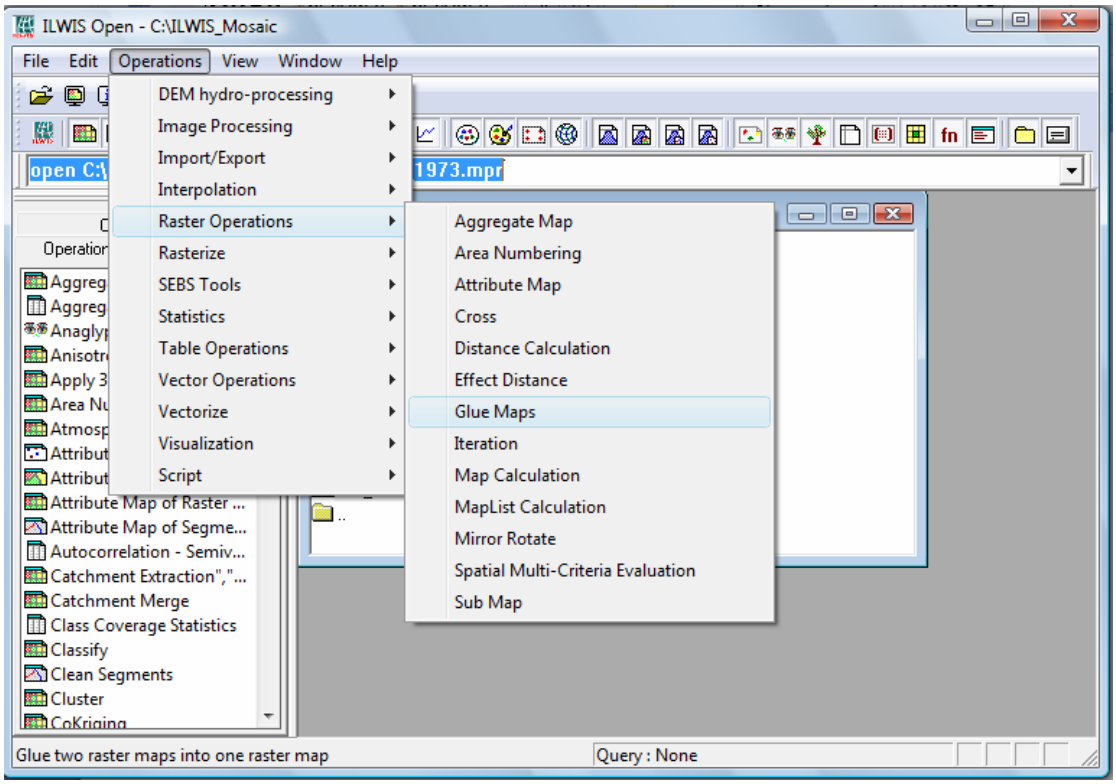
إعداد مصفوفة الصور الرقمية

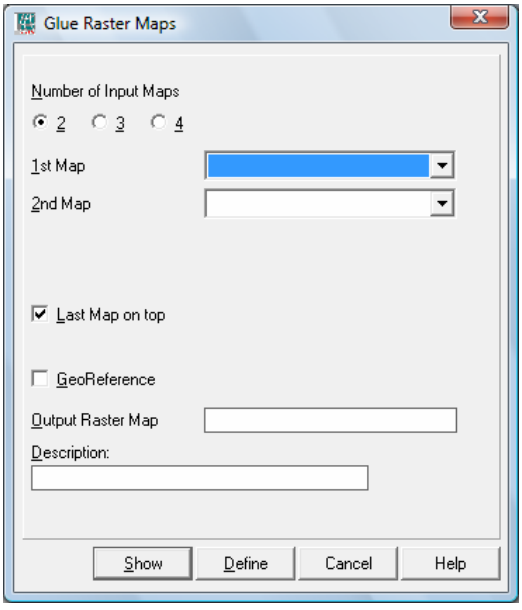
يمكن تعريف مصفوفة الصور الرقمية (الموزايك) image mosaic بأنها عملية وضع ملفات مجموعة من الصور الرقمية المتجاورة في ملف كبير يعطي صورة شاملة تغطي كامل المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصور المفردة المستخدمة. ويتم إعداد مصفوفة الصور الرقمية عندما تمتد منطقة الدراسة أو المشروع على أكثر من صورة. وتجب الإشارة إلى أن القيام بعمليه إعداد مصفوفة الصور الرقمية يتطلب أولا تطبيق طريقة التصحيح الهندسي على الصور المراد تجميعها. ويتم إعداد مصفوفة الصور الرقمية باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وفقا للخطوات التالية:

١)يمكن من خلال برنامج ILWIS إعداد مصفوفة لصورتين أو لأربع صور متجاورة.

٢)في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد إعداد مصفوفة صور منها وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٣)من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Glue Maps وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Glue Raster Maps .



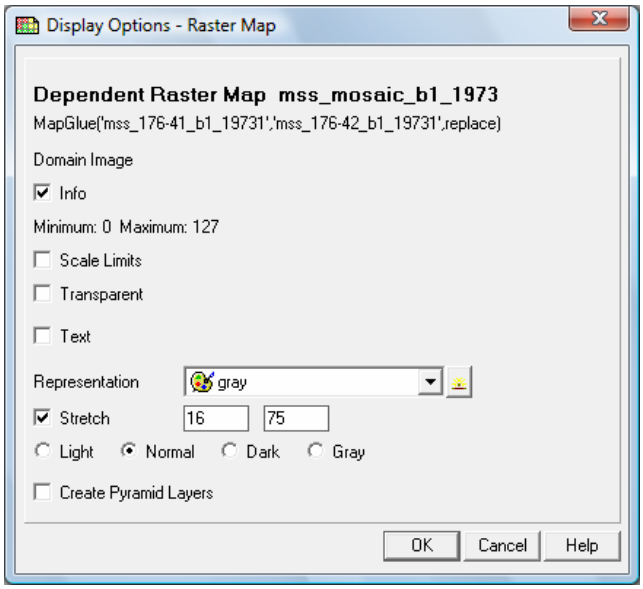


٤)في نافذة (مربع حوار) Glue Raster Maps يكون العدد التلقائي لحقول الصور المراد إعداد مصفوفة منها ٢ وفي حالة الرغبة في إعداد مصفوفة لثلاث صور ينشط رقم ٣ ليظهر حقل إضافي للصورة الثالثة أما في حالة الرغبة في إعداد مصفوفة لأربع صور ينشط رقم ٤ لتصبح حقول صور المصفوفة ٤.

٥)في نافذة (مربع حوار) Glue Raster Maps يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل الصورة الأولى 1st Map ليتم اختيار ملف الصورة الأولى وهكذا لبقية الصور المستخدمة لإعداد المصفوفة.

٦)في هذه النافذة أيضا يكتب اسم ملف صورة المصفوفة في حقل Output Raster Map.

٧) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.



٨) بهذا تكون صورة المصفوفة محفوظة بالاسم الذي حدد لها.

٩) إذا كانت الصور المستخدمة للمصفوفة متعددة النطاقات تطبق الخطوات السابقة على صور بقية النطاقات كل صور نطاق على حدة.

التصحيح الهندسي لصور الاستشعار عن بُعد

إزالة التشويه المرتبط بالعلاقات المكانية بين الظواهر الأرضية على الصورة يسمى بالتصحيح الهندسي Geometric correction (rectification) ويطلق عليه أيضا geo-coding، إذ أنه بمفهومه الدقيق يتمثل في عمليات تحويل بيانات الصورة إلى نظام إحداثيات بمسقط معين لجعلها مماثلة للخريطة وذلك بإعادة حساب قيم عناصر الصورة Resampling بأحد الأساليب الإحصائية مثل Nearest neighbor أوBilinear أوCubic convolution. ويجب أن يميز بين هذا المفهوم ومفاهيم مصطلحات أخرى

ترتبط بالمفهوم الواسع للتصحيح الهندسي مثل مصطلح Geo-referencing الذي يؤدي تطبيقه إلى ربط عناصر الصورة بالإحداثيات الجغرافية دون أي تغيير في شبكة grid الصورة مما يعني أن التشوهات فيها لم تصحح. وينبغي أيضا أن يفرق بين التصحيح الهندسي والتسجيل registration الذي يطبق لجعل صورة ما تتطابق مع صورة أخرى حتى وإن كانت الصورة المرجعية reference image غير مصححة وفقا لنظام إحداثيات جغرافية معين.

تقسم مصادر التشويه الهندسي في صور الاستشعار عن بُعد إلى نوعين هما: مصادر التشويه المعروفة Systematic distortions (التي تحدث بانتظام) ومصادر التشويه العشوائية Random distortions (التي لا تحدث بانتظام). فالتشويه المعروف يحدث من عدة مصادر منها دوران الكرة الأرضية و تقوسها (تحدبها) وحركة أجهزة الاستشعار عن بُعد ووسائل حملها وانحراف مسارات الأقمار الصناعية عن الشمال بما يقارب ٩ درجات. و يمكن تصحيح التشويه المعروف Systematic distortions بسهولة وذلك بتطبيق معادلات رياضية أعدت لهذا الغرض. وفي الغالب يتم تصحيح التشويه المعروف في محطات استقبال ومراكز توزيع صور الاستشعار عن بُعد (مثل المركز السعودي للاستشعار عن بُعد) قبل وصولها للمستخدم. أما التشويه العشوائي فلا يحدث بانتظام وتنتج بشكل رئيس عن التغيرات في مدار القمر الصناعي. وعليه فإن التصحيح الهندسي للتشويه العشوائي يتم باستخدام نقاط الضبط الأرضية Ground Control Points. ونقاط الضبط الأرضية عبارة عن شبكة نقاط سطحية تم اختيارها وتحديد مواقعها وإحداثياتها المتمثلة في خطوط الطول ودوائر العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر بواسطة المسح الميداني من قبل المؤسسات الحكومية المعنية بهذا الأمر. ويظهر الشكل التالي إحدى نقاط الضبط الأرضية بجامعة الملك سعود. وفي حالة عدم توفر نقاط ضبط أرضية (وهذه هي الحال لكثير من الباحثين في المؤسسات الأكاديمية) يمكن استخدام بعض الظواهر الجغرافية الصغيرة كنقاط مرجعية Reference points (Tie-points) (نقاط ضبط أرضية بديلة) والتي يتم الحصول على إحداثياتها إما من الصور المصححة المتوفرة أو من الخرائط المتوفرة (الورقية أو الرقمية) أو ميدانيا باستخدام نظام التحديد المكاني GPS. ويجب أن تكون الظواهر الجغرافية الثابتة التي يمكن اختيارها كنقاط ضبط أرضية صغيرة وواضحة مثل تقاطع طريقين أو التقاء واديين أو تل (جبل) منفرد أو جسر على طريق أو أي معلم جغرافي صغير وواضح، وأن تكون موزعة بشكل جيد على المنطقة التي تغطيها الصورة المراد تصحيحها خاصة في مناطق أطراف الصورة.

لا شك أنه يمكن استخدام صور الاستشعار عن بُعد غير المصححة هندسيا للحصول على معلومات عامة وغير دقيقة عن الظواهر الجغرافية، وذلك مثل استخدامها عند التخطيط للعمل الميداني حيث تمكن من التعرف على أنواع الظواهر الجغرافية الرئيسة وخصائصها العامة وكذلك التعرف على الطرق التي تسهل عملية الوصول إلى أجزاء منطقة الدراسة. ولكن في كثير من الحالات لا يصح استخدام الصور إلا بعد تصحيحها هندسيا أو على الأقل جعلها تتطابق مع بعضها البعض. وفي ما يلي بعض الأمثلة على ذلك:

١) الرغبة في تطبيق بعض طرق التحسين أو طرق كشف التغير باستخدام عدد من الصور تغطي نفس المنطقة ومصورة بتواريخ مختلفة أو بأجهزة مختلفة.
٢) الرغبة في إعداد مصفوفة الصور الرقمية (موزايك image mosaic).
٣) استخدام صور الاستشعار عن بُعد كمصدر للمعلومات لإعداد أو تحديث الخرائط.
٤) استخدام صور الاستشعار عن بُعد كبديل عن الخريطة لقياس المسافات أو المساحات.
٥) الرغبة في تطابق الصورة مع خريطة رقمية.
٦) استخدام الصورة كمصدر للمعلومات عند بناء قاعدة بيانات لنظم المعلومات الجغرافية GIS.

كما أنه يمكن بالماسح الضوئي scanner تحويل الخريطة من هيئة ورقية إلى هيئة رقمية. وبهذه الطريقة يتم تخرين القيم الرقمية بنظام raster على شكل أعمدة columns وصفوف rows وتصبح إحداثيات هذه القيم غير مرتبطة بالإحداثيات الجغرافية. وعليه لتحويلها إلى خريطة رقميه يجب ربط القيم الرقمية فيها بنظام إحداثيات يحدد مواقعها الجغرافية.

ويمكن من خلال برنامج ILWIS إتمام عمليات التصحيح الهندسي لصور الاستشعار عن بُعد الرقمية أو للصور والخرائط الورقية المحولة إلى رقمية بالماسح الضوئي scanner وذلك بتطبيق إحدى الطرق التالية:

١) التصحيح الهندسي باستخدام صورة مصححة.
٢) طريقة التصحيح باستخدام خريطة رقمية.
٣) طريقة التصحيح باستخدام إحداثيات نقاط مرجعية Tie-points يتم الحصول عليها من خريطة ورقية.
٤) طريقة التصحيح باستخدام إحداثيات نقاط مرجعية Tie-points يتم الحصول عليها اعتمادا على جهاز نظام التحديد المكاني GPS.

وحيث أن تطبيق طرق التصحيح الهندسي على صور الاستشعار عن بُعد باستخدام برنامج ILWIS يتطلب معلومات عن إحداثيات النقاط Coordinates والمسقط Projection ومجسم الأرض الافتراضي Ellipsoid or Spheroid والمرجع Datum، لذا فإنه من المناسب هنا تقديم شرح مختصر لهذه المفاهيم قبل الحديث عن خطوات تطبيق طرق التصحيح الهندسي على صور الاستشعار عن بُعد باستخدام برنامج ILWIS.

إحداثيات النقاط والمسقط ومجسم الأرض والمرجع الأفقي

يتم تحديد مواقع النقاط بمعرفة إحداثياتها، ويجب ملاحظة أنه يعبر عن إحداثيات النقاط بنظامين، هما نظام الإحداثيات الجغرافية geographical coordinate system حيث يحدد موقع النقطة بمعرفة خط الطول ودائرة العرض لها، والوحدات المستخدمة في هذا النظام هي الدرجات وأجزائها (الدرجة = ٦٠ دقيقة والدقيقة = ٦٠ ثانية). كما يستخدم نظام شبكي grid system آخر هو نظام الإحداثيات المتعامدة المستوي plane coordinates or rectangular coordinates وذلك لتحديد مواقع الظواهر الجغرافية الممثلة على الخريطة (ورقة مسطحة) المسقطة بهذا النظام، ويُحدد موقع الظاهرة أو النقطة في هذا النظام بمعرفة إحداثياتها السينية (X) والصادية (Y)، وتكون وحدات الإحداثيات فيه هي وحدات قياس المسافات كالأمتار. ومن أشهر الأمثلة على النظم الشبكية المترية المستخدمة في إعداد الخرائط مسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM حيث يكون المتر وحدة القياس الأساسية فيه. ويمكن تحويل إحداثيات الظواهر الجغرافية من درجات إلى أمتار أو العكس من خلال بعض برامج معالجة صور الاستشعار عن بُعد مثل برنامج ايرداس ERDAS، أو من مواقع مجانية على شبكة الانترنت مثل المواقع التالية:

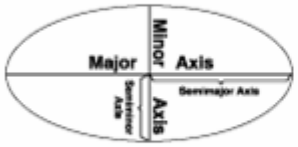
http://www.rcn.montana.edu/resources/tools/coordinates.aspx
http://www.dmap.co.uk/ll2tm.htm
http://www.oasisphoto.com/navigation/convert_form.php
http://www.cellspark.com/UTM.html
http://home.hiwaay.net/~taylorc/toolbox/geography/geoutm.html

تكون الصورة المصححة هندسيا مماثلة للخريطة من حيث العلاقات المكانية بين الظواهر ونظام الإحداثيات فيها. والخريطة عبارة عن تمثيل لظواهر سطح الأرض شبه الكروي على سطح مستوي من خلال عملية الإسقاط. وتوجد العديد من المساقط projections لهذا الغرض. ولكن يجب ملاحظة أنه لا يوجد مسقط يمكن من تمثيل جميع الخصائص والعلاقات الواقعة على الأرض تمثيلا صحيحا، بمعنى أن الخريطة المعدة وفقا لمسقط معين لا يمكن أن تجمع بين خصائص الشكل الصحيح والمساحة الصحيحة والاتجاه الصحيح. فمثلا الخريطة التي تمثل المساحة الصحيحة لا يمكن أن تمثل الشكل الصحيح خاصة إذا كانت تغطي منطقة جغرافية كبيرة (خريطة بمقياس صغير).

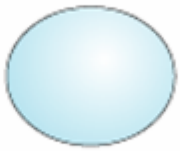
عند اختيار مسقط ما لإعداد خريطة أو تصحيح صورة يجب أن يتم اختيار مجسم افتراضي للأرض (مجسم القَطْع الناقص/ شبه الكروي) Ellipsoid or Spheroid والمرجع الأفقي Horizontal Datum المرتبط به المناسبان للمنطقة الجغرافية التي تغطيها الخريطة أو الصورة لأن استخدام مجسم ومرجع لا تصلح للمنطقة سيعطي نتائج غير دقيقة مع أخطاء في المواقع تصل إلى مئات الأمتار. ويجب التأكيد على أن المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid or Spheroid يعطي الشكل التقريبي لها وأن المرجع Datum يُمَكّن من توقيع الإحداثيات الجغرافية عليه. فتحديد المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid والمرجع Datum المناسبين لمنطقة معينة يعطي نموذجا رياضيا لشكل الأرض التقريبي يمكن من خلاله تنفيذ عملية الإسقاط وحساب وتحديد المواقع الجغرافية بدقة. وبهدف توضيح مفهوم هذين المصطلحين فإن السطور التالية تقدم شرح مبسط لهما بقدر المستطاع.

مجسم القَطْع الناقص (شبه الكروي) Ellipsoid or Spheroid عبارة عن شكل ثلاثي الأبعاد (X, Y, Z) ناتج عن دوران اهليليج (قَطْعٌ ناقص / شبه دائرة) Ellipse له قطرين (محورين) متعامدين غير متساويين، ويكون محورة الأطول هو الرئيسي ومحوره الثانوي هو الأقصر كما في الشكل التالي. وبالنسبة للأرض يكون المحور الرئيسي هو القطر عند خط الاستواء مرورا بمركز الأرض، في حين أن المحور الثانوي فيها هو القطر الممتد بين القطبين مرورا بمركز الأرض. وعليه يكون نصف القطر للمحور الرئيسي هو الخط المستقيم الممتد من خط الاستواء إلى مركز الأرض، ويكون نصف القطر للمحور الثانوي هو الخط المستقيم الممتد من القطب إلى مركز الأرض. وبناء على ذلك يمكن تعريف مجسم الأرض Ellipsoid or Spheroid بأنه الشكل ثلاثي الأبعاد للكرة الأرضية المسطحة قليلا عند القطبين والناتئة قليلا عند خط الاستواء وذلك بسبب دورانها.

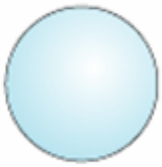
الأجسام الكروية وشبه الكروية



محاور المجسم شبه الكروي
spheroid/Ellipsoid



جسم شبه كروي
spheroid/Ellipsoid

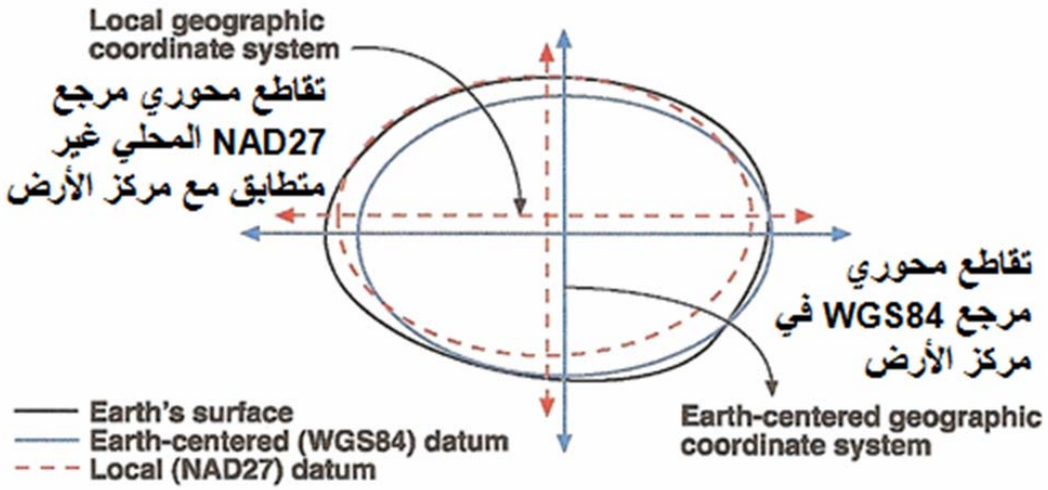


جسم كروي sphere

وبهدف إعداد خرائط دقيقة تم قياس وحساب وتحديد العديد من المجسمات الافتراضية للأرض Ellipsoids للمناطق الجغرافية المختلفة بحيث يكون المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid مناسب لمنطقة جغرافية معينة عندما يتطابق سطحه مع سطح الأرض فيها. والفرق بين مجسم افتراضي للأرض وآخر يتمثل في اختلاف طول نصف القطر للمحور الرئيسي في المجسم وطول نصف القطر للمحور الثانوي فيه. فعلى سبيل المثال المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid الذي تتقاطع محوريه في مركز الأرض والمسمى بالنظام الجيوديسي العالمي WGS84 يساوي نصف القطر لمحوره الرئيسي ٦٣٧٨١٣٧م ويساوي نصف القطر لمحوره الثانوي ٦٣٥٦٧٥٢,٣١٤٢٤٥١٧٩٢٩م. بينما المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid المسمى بالدولي ١٩٠٩ International 1909 يساوي نصف القطر لمحوره الرئيسي ٦٣٧٨٣٨٨م ويساوي نصف القطر لمحوره الثانوي ٦٣٥٦٩١١,٩٤٦١٣م. ويلاحظ هنا اختلاف الأطوال في المجسمين مما يعني أن قيم الإحداثيات لمنطقة معينة قد تتغير وفقا لاختلاف المجسمات الافتراضية للأرض والمراجع Datums المستخدمة في الإسقاط. والمرجع Datum هو نقطة محددة إحداثيات موقعها وفقا لمحاور مجسم افتراضي للأرض Ellipsoid يمكن استخدامها لحساب وتحديد إحداثيات مواقع النقاط الأخرى.

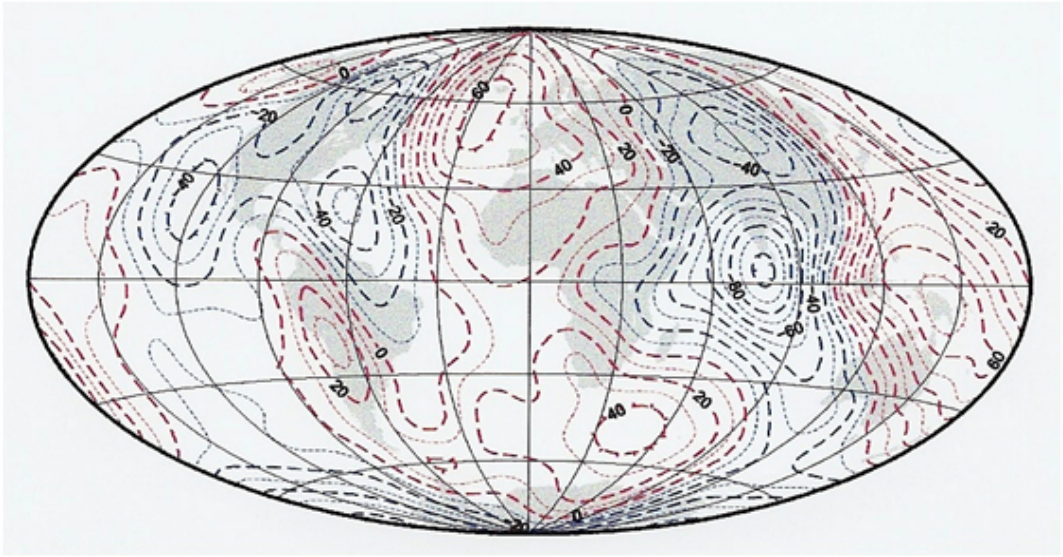
وحيث أن المرجع Datum ضروري لتوقيع الإحداثيات الجغرافية على المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid المناسب لمنطقة جغرافية معينة، لذا حددت العديد من المراجع المحلية الأفقية Local Horizontal Datums. والمرجع المحلي عبارة عن نقطة على السطح محددة الإحداثيات يتطابق عندها سطح المجسم الافتراضي مع سطح الأرض. وتجدر الإشارة إلى أن نقطة الأصل Origin (تقاطع محاور الإحداثيات) لنظام إحداثيات المرجع المحلي لا تتطابق تماما مع مركز الأرض كما في الشكل التالي. وقد حددت المراجع بدقة في الوقت الحاضر نتيجة لتطور تقنية المسح من الفضاء. ويوجد العديد من المراجع المحلية Datums كل واحد منها أعطي اسم معين مثل مرجع عين العبد للمملكة العربية السعودية Ain el Abd 1970 (Saudi Arabia) . وكل منطقة جغرافية معينة لها مرجع محلي يناسبها ولكن يستخدم مرجع النظام الجيوديسي العالمي WGS84 الواقع في مركز الأرض Geocentric Datum كمرجع عام لجميع المناطق الجغرافية. ويظهر الجدول التالي المراجع الأفقية المحلية لبعض الدول والمجسمات الافتراضية للأرض المرتبطة بها.

اختلاف أطوال وتقاطعات محاور المجسمات الافتراضية للأرض



المصدر: موقع http://www.esri.com

اختلافات وتموجات مجسم الأرض Geoid عن المجسم الافتراضي للأرض Spheroid المسمى بالنظام الجيوديسي العالمي WGS84 والتي تكون ١٠٠م زيادة أو نقصان حيث مثلت الزيادة باللون الأحمر والنقص باللون الأزرق



المصدر: http://www.knmi.nl/opera/opera2/OPERA_2005_18_Geodetic_datums_in_georeferencing.pdf

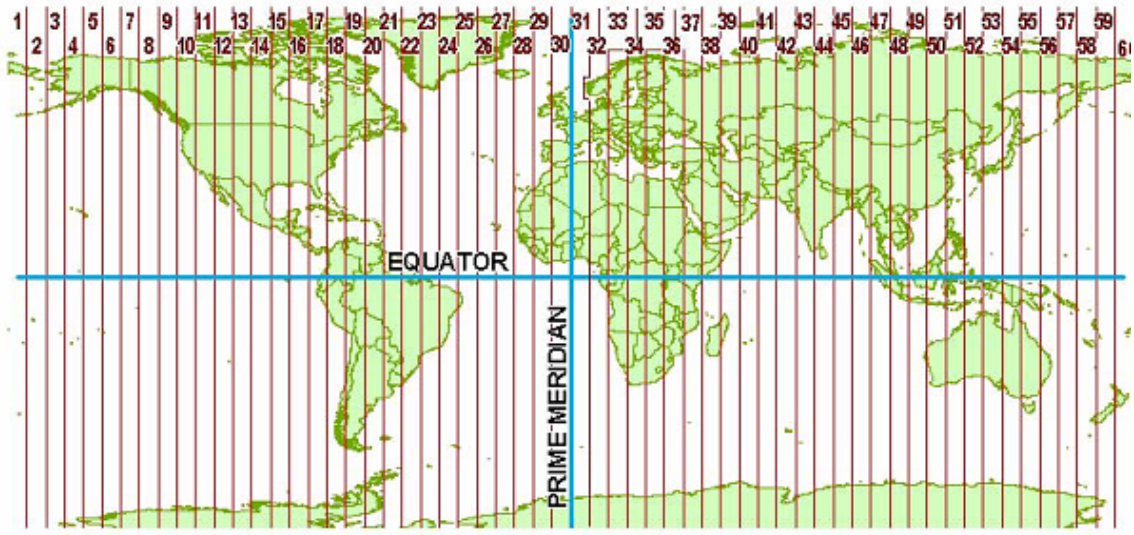
المراجع المحلية ومجسمات الأرض الافتراضية لبعض الدول

Datum المرجع المحلي الأفقي	Spheroid / Ellipsoid مجسم الأرض الافتراضي	Region of use الدولة التي يناسبها
Adindan	Clarke 1880	Ethiopia
Adindan	Clarke 1880	MEAN FOR Ethiopia; Sudan
Adindan	Clarke 1880	Sudan
Afgooye	Krassovsky 1940	Somalia
Ain el Abd 1970	International 1924	Bahrain
Ain el Abd 1970	International 1924	Saudi Arabia
Ayabelle Lighthouse	Clarke 1880	Djibouti
Carthage	Clarke 1880	Tunisia
European 1950	International 1924	Egypt
European 1950	International 1924	Iran
European 1950	International 1924	MEAN FOR Iraq; Israel; Jordan; Lebanon; Kuwait; Saudi Arabia; Syria
European 1950	International 1924	Tunisia
Merchich	Clarke 1880	Morocco
Nahrwan	Clarke 1880	Oman (Masirah Island)
Nahrwan	Clarke 1880	Saudi Arabia
Nahrwan	Clarke 1880	United Arab Emirates
Old Egyptian 1907	Helmert 1906	Egypt
Oman	Clarke 1880	Oman
Qatar National	International 1924	Qatar
Voirol 1960	Clarke 1880	Algeria
WGS 1972	WGS 72	Global Definition
WGS 1984	WGS 84	Global Definition

المصدر: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/datum/datum_f.html

يناسب خرائط المملكة العربية السعودية، على سبيل المثال، المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid المسمى الدولي International والمرجع المحلي Datum المرتبط به هو عين العبد للمملكة العربية السعودية Ain el Abd 1970 (Saudi Arabia). كما يمكن أن يستخدم في المملكة العربية السعودية المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid المسمى بالنظام الجيوديسي العالمي WGS84 ومرجعه في مركز الأرض بنفس الاسم. وتجب الإشارة إلى أن الخرائط الطبوغرافية للمملكة العربية السعودية أعدت وفقا لمسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM باستخدام المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid (المسمى في الخرائط الطبوغرافية للمملكة العربية السعودية بالمجسم الناقص ألدوراني) الدولي International وباستخدام مرجع Datum عين العبد للمملكة العربية السعودية Ain el Abd 1970 (Saudi Arabia). ويتضح من الشكل التالي أن مناطق مسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM من ٣٦ إلى ٣٩ تغطي جميع أجزاء المملكة العربية السعودية. كما أن الجدول التالي يبين امتداد كل منطقة من مناطق مسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM وخط الطول الرئيسي فيها.

أرقام مناطق مسقط مركيتر المستعرض العالمي



المصدر: http://earth-info.nga.mil/GandG/coordsys/grids/utm_ups.pdf

أرقام مناطق مسقط مركيتر المستعرض العالمي وخطوط الطول الرئيسية فيها

Zone	Central Meridian	Range	Zone	Central Meridian	Range
1	177W	180W-174W	31	3E	0-6E
2	171W	174W-168W	32	9E	6E-12E
3	165W	168W-162W	33	15E	12E-18E
4	159W	162W-156W	34	21E	18E-24E
5	153W	156W-150W	35	27E	24E-30E
6	147W	150W-144W	36	33E	30E-36E
7	141W	144W-138W	37	39E	36E-42E
8	135W	138W-132W	38	45E	42E-48E
9	129W	132W-126W	39	51E	48E-54E
10	123W	126W-120W	40	57E	54E-60E
11	117W	120W-114W	41	63E	60E-66E
12	111W	114W-108W	42	69E	66E-72E
13	105W	108W-102W	43	75E	72E-78E
14	99W	102W-96W	44	81E	78E-84E
15	93W	96W-90W	45	87E	84E-90E
16	87W	90W-84W	46	93E	90E-96E
17	81W	84W-78W	47	99E	96E-102E
18	75W	78W-72W	48	105E	102E-108E
19	69W	72W-66W	49	111E	108E-114E
20	63W	66W-60W	50	117E	114E-120E
21	57W	60W-54W	51	123E	120E-126E
22	51W	54W-48W	52	129E	126E-132E
23	45W	48W-42W	53	135E	132E-138E
24	39W	42W-36W	54	141E	138E-144E
25	33W	36W-30W	55	147E	144E-150E
26	27W	30W-24W	56	153E	150E-156E
27	21W	24W-18W	57	159E	156E-162E
28	15W	18W-12W	58	165E	162E-168E
29	9W	12W-6W	59	171E	168E-174E
30	3W	6W-0	60	177E	174E-180E

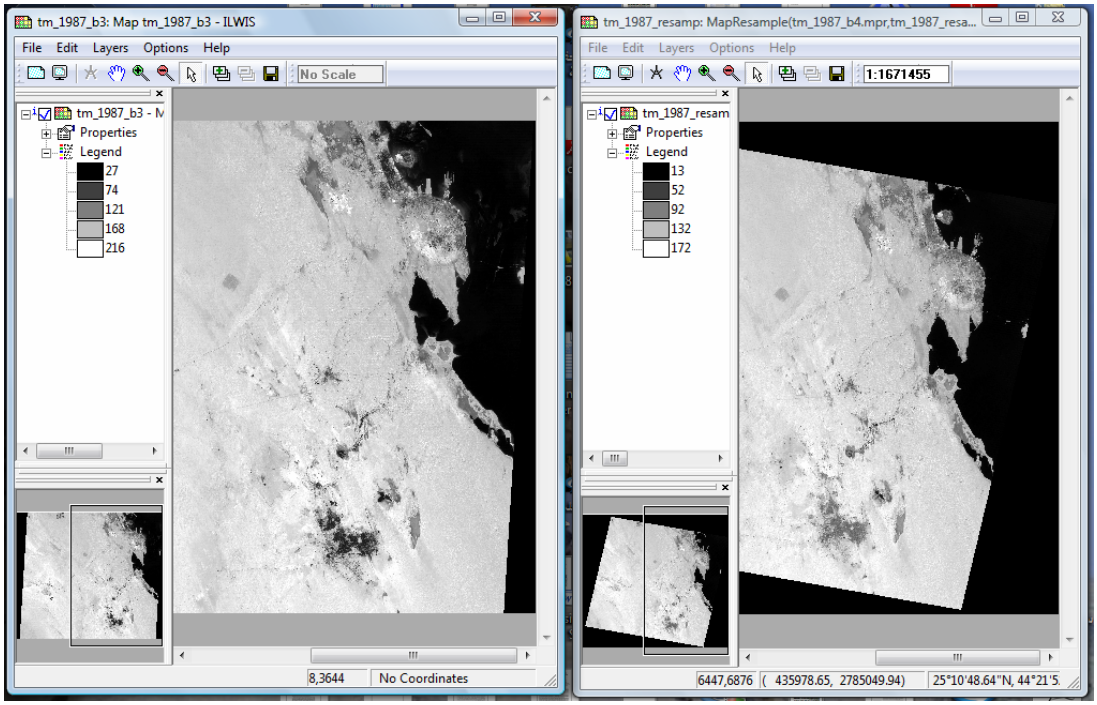
المصدر: ERDAS, (5th ed), (1999), Field Guide, ERDAS, Atlanta, Georgia, p571.

التصحيح الهندسي باستخدام صورة مصححة أو خريطة رقمية:

لتطبيق هذه الطريقة يجب أن تتوفر صورة مصححة هندسيا وفقا لمسقط معين أو خريطة رقمية لتستخدم كمرجع لتصحيح الصورة الأخرى التي تغطي المنطقة نفسها، أما في حالة الرغبة فقط لجعل صورة ما تتطابق مع صورة أخرى (تسجيل الصور registration) فليس بالضرورة أن تكون الصورة المرجعية مصححة هندسيا. وفي ما يلي خطوات تطبيق هذه الطريقة باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

١)في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصورة أو الخريطة المراد تصحيحها وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٢)يتم عرض الصورتين المصححة Reference وغير المصححة Slave على الشاشة، ولتظهر الصورتان متجاورتان على الشاشة يتم صفهما بسحب إحدى نوافذ عرض الصور إلى اليمين والأخرى إلى اليسار.

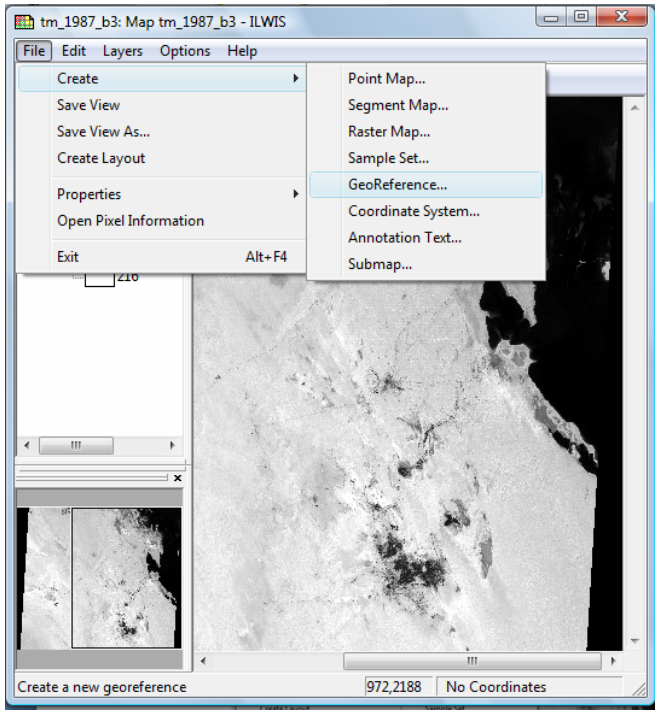


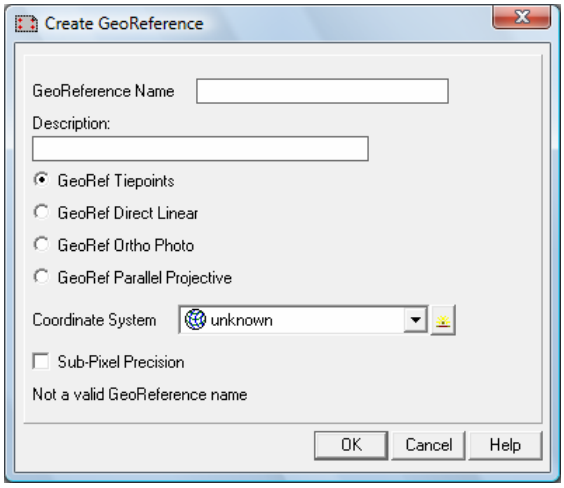
٣)بالنظر إلى الصورتين المصححة Reference وغير المصححة Slave التي تغطي المنطقة نفسها يتم اختيار وتحديد عدد من المواقع الجغرافية تظهر في كلا الصورتين لتكون نقاط ضبط أرضية، ويجب أن تكون الثلاث الأولى من نقاط الضبط الأرضية المختارة موزعة على الصورة لتشكل مثلث كبير ولا ينبغي أن تكون على خط واحد. ويكون الحد الأدنى ٤ نقاط عند اختيار نموذج Affine لعملية التحويل Transformation، ولكن يفضل أن لا يقل العدد الكلي للنقاط عن ٦ نقاط. ويفضل أيضا بل يجب أن تكون الظواهر الجغرافية الثابتة التي يمكن اختيارها كنقاط ضبط أرضية صغيرة وواضحة مثل تقاطع طريقين أو التقاء

واديين أو تل (جبل) منفرد أو جسر على طريق أو أي معلم جغرافي صغير وواضح. مع ملاحظة أنه يجب أن تكون نقاط الضبط الأرضية المختارة موزعة بشكل جيد على المنطقة التي تغطيها الصورة المراد تصحيحها.

٤)في نافذة الصورة غير المصححة يضغط على أمر File لتظهر قائمة بالأوامر الفرعية، ويتم اختيار أمر Create بوضع المؤشر عليه لتظهر قائمة أخرى بالأوامر يتم منها اختيار أمر GeoReference بالضغط عليه لتظهر نافذة (مربع حوار) Create GeoReference.

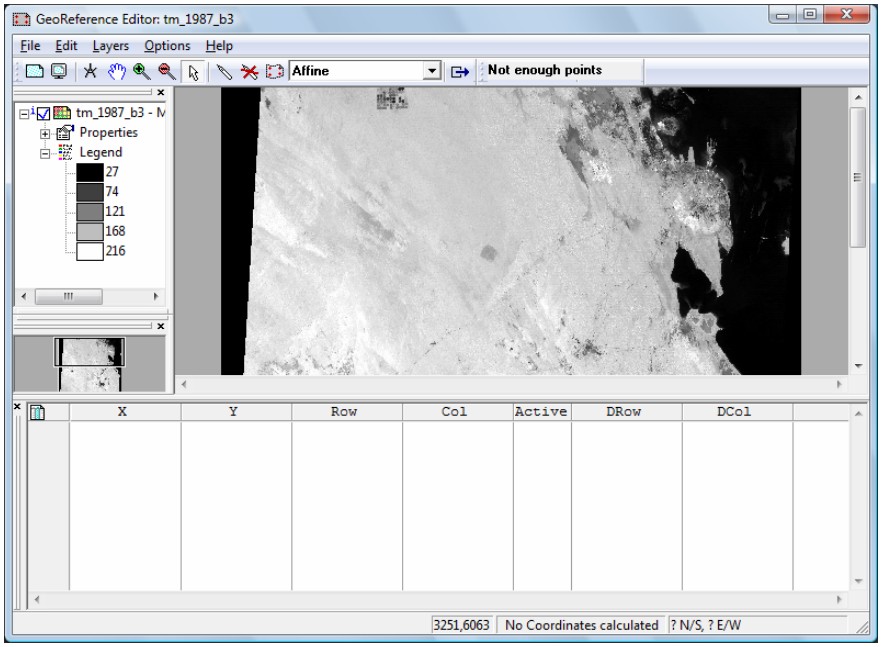
٥)لاحظ أن خيار GeoRef Tiepoints يكون منشط تلقائيا في نافذة مربع حوار Create GeoReference.





٦)في حقل الاسم في أعلى نافذة مربع حوار Create GeoReference يكتب اسم ملف النقاط المرجعية ويفضل أن يعطى اسم مماثل لاسم الصورة أو الخريطة المراد تصحيحها لأن امتداد الملفين مختلف.

٧)في حقل نظام الإحداثيات Coordinate System يتم اختيار نظام إحداثيات الصورة المصححة المستخدمة ثم يضغط على أمر OK وبهذا سيظهر في أسفل الصورة المراد تصحيحها نافذة جدول الإحداثيات.



٨)يلاحظ أن المؤشر يظهر بشكل علامة جمع + عند تحريكه على الصورة وهذا يعني أن أمر توقيع (وضع) نقطة الضبط منشط تلقائيا ولذلك فإنه بالضغط على أي مكان في الصورة سيعتبرها نقطة الضبط الأولى.

٩)عند توقيع نقطة ضبط بالخطأ فإنه يمكن بسهولة حذفها إما من خلال رمز لحذف نقطة ضبط أو من خلال أمر Edit في قائمة الأوامر.

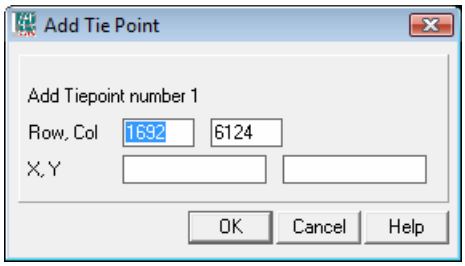
١٠) ولتفادي توقيع نقطة ضبط أرضية في غير مكانها الصحيح ينصح بتعطيل هذا الأمر مؤقتا وذلك بتنشيط علامة تكبير الصورة أو علامة تحريك الصورة إلى أن تكبر الصورة ويحدد مكان نقطة الضبط على الصورة بدقة بعد ذلك ينشط أمر توقيع نقطة الضبط بالضغط على السهم.

١١) تكون الصورتين المصححة وغير المصححة معروضتين جنبا إلى جنب على الشاشة.

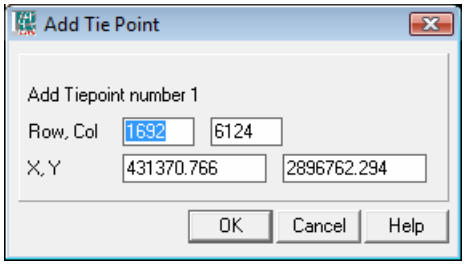
١٢) تكبر الصورتين المرجعية (المصححة) وغير المصححة عند نقطة الضبط الأرضية الأولى حتى تظهر مربعات خلايا (عناصر) الصورة.

١٣) ينشط أمر إنشاء نقطة ضبط أرضية وذلك بالضغط على علامة المؤشر العادية ، وبهذا سيتحول المؤشر إلى شكل علامة جمع + عند تحريكه في نافذة عرض الصورة.

١٤) في الصورة غير المصححة يوضع المؤشر بدقة على النقطة الأولى ثم يضغط عليه وبهذا ستظهر نافذة مربع حوار Add Tie Point وفيها قيمة صف row وقيمة عمود column موقع النقطة على الصورة.



١٥) في الصورة المصححة يوضع المؤشر بدقة على النقطة الأولى ثم يضغط عليه وبهذا ستظهر الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) لموقع النقطة في نافذة مربع حوار Add Tie Point.



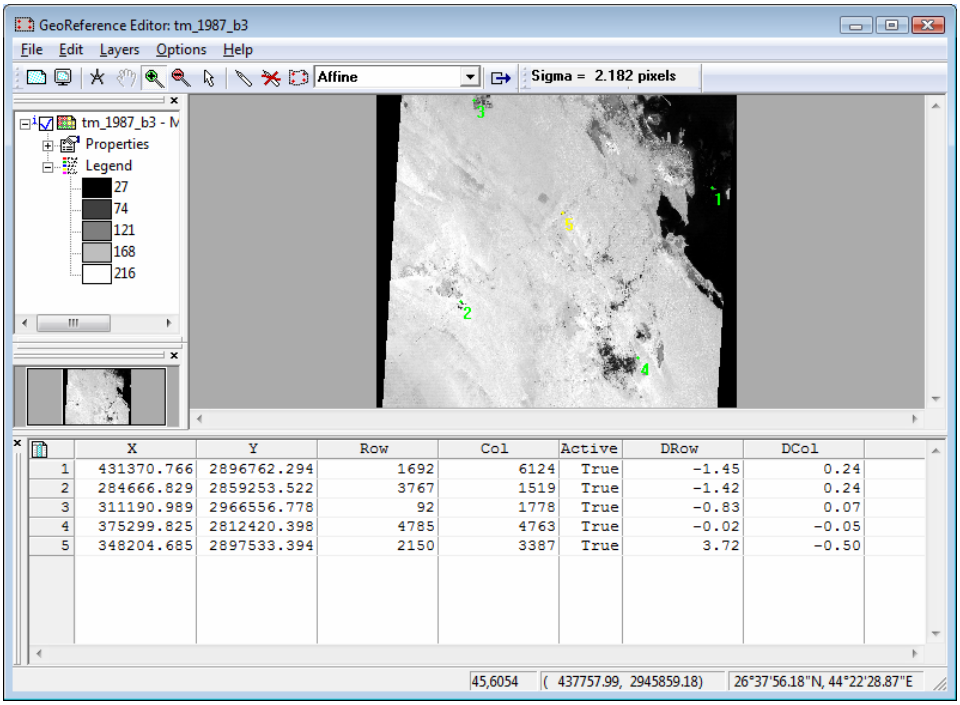
١٦) يضغط على أمر OK في نافذة مربع حوار Add Tie Point وستظهر قيم الإحداثيات وصف وعمود موقع النقطة على الصورة في جدول الإحداثيات.

١٧) تصغر الصورتين المصححة وغير المصححة بالضغط عل أمر عرض كامل الصورة في كل واحدة منهما وينشط أمر تكبير الصورة فيهما.

١٨) تكبر الصورتين المرجعية (المصححة) وغير المصححة عند نقطة الضبط الأرضية الثانية حتى تظهر مربعات خلايا (عناصر) الصورة. وتكرر الخطوات السابقة لإدخال خمس نقاط مرجعية reference points أخرى، مع ملاحظة أنه بعد إدخال أربع نقاط سيتم تلقائيا حساب الخطأ Root Mean Square Error (RMSE) or Sigma وسيظهر في حقله الواقع في وسط أعلى نافذة عرض الصورة وسيتم أيضا حساب البواقي للصفوف وللأعمدة residuals (DRow and DCol) في جدول الإحداثيات.

١٩) ويجب أيضا ملاحظة أنه عند توقيع نقطة الضبط الرابعة في الصورة غير المصححة ستظهر تلقائيا في نافذة مربع حوار Add Tie Point قيمة صف row وقيمة عمود column موقع النقطة على الصورة وستظهر أيضا الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) لموقع النقطة، ولكن عند توقيع النقطة الرابعة في الصورة المصححة ستتغير قيم الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) لموقع النقطة.

٢٠) بعد إدخال جميع النقاط المرجعية ستظهر هذه النقاط على الصورة بألوان وستظهر البواقي للصفوف وللأعمدة residuals (DRow and DCol) في جدول الإحداثيات.



٢١) تكون النقاط التي تظهر باللون الأخضر جيدة والنقاط باللون الأصفر تكون متوسطة والنقاط الخاطئة تظهر باللون الأحمر أما التي تظهر باللون الأزرق تكون غير فعالة passive.

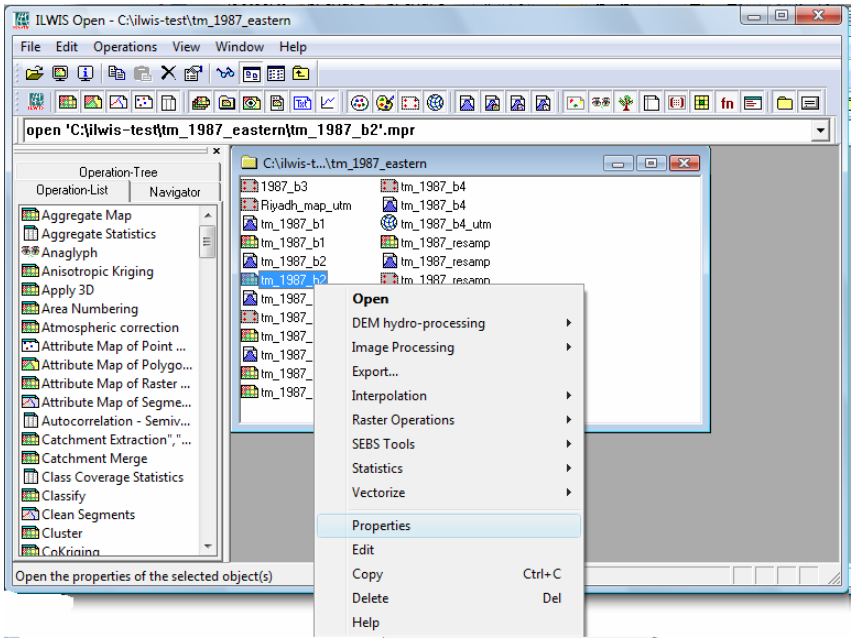
٢٢) وتكون نقاط الضبط جيدة جدا إذا تكون البواقي للصفوف وللأعمدة residuals (DRow and DCol) الظاهرة في جدول الإحداثيات أقل من ٢ خلية.

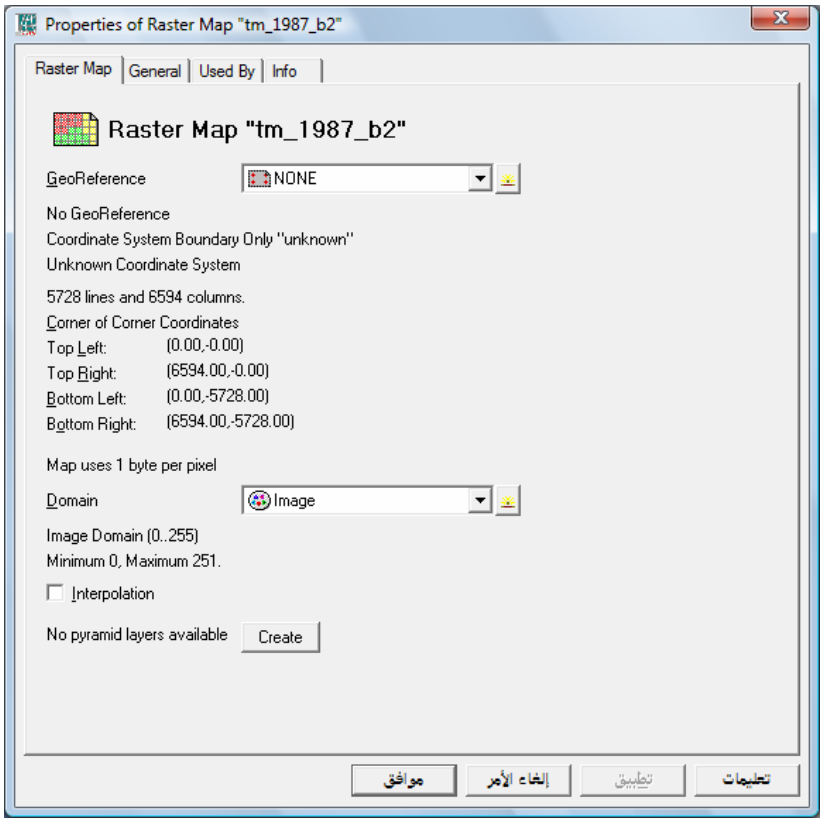
٢٣) إذا ظهرت نقاط باللون الأحمر أو كان الخطأ Sigma كبير يمكن حذف النقاط الخاطئة والنقاط الأخرى المؤثرة سلبا وإضافة نقاط بديلة عنها للوصول إلى نتائج أفضل.

٢٤) تقبل عملية Geo-referencing للصورة إذا تكون نتيجة الخطأ Sigma أقل من ١ خلية ويتم إنهاء العملية بالضغط على أمر الإنهاء وبهذا يكون ملف النقاط المرجعية قد اكتمل.

٢٥) يمكن استخدام ملف النقاط المرجعية الذي تم إعداده لبقية نطاقات الصورة المراد تصحيحها إذا تتكون من عدة نطاقات.

٢٦) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS ينشط ملف أحد نطاقات الصورة المراد تصحيحها ويضغط على الزر الأيمن في الفارة لتظهر قائمة بالأوامر يختار منها أمر Properties بالضغط عليه لتظهر نافذته (مربع حوار) Properties of Raster Map

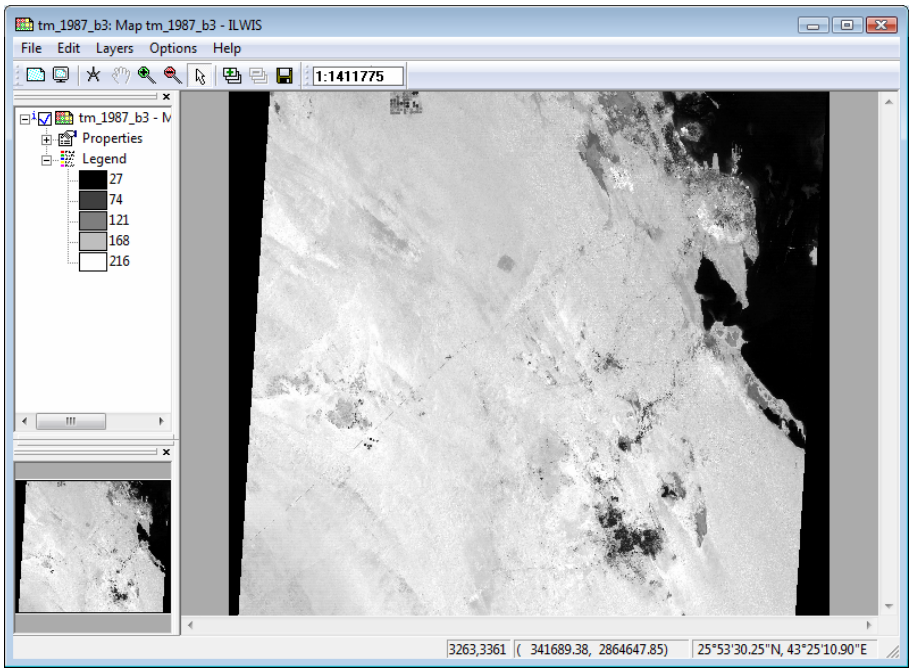




٢٧) في نافذة (مربع حوار) Properties of Raster Map يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل GeoReference ويتم اختيار ملف النقاط المرجعية الذي تم إعداده في الخطوات السابقة لأحد نطاقات الصورة، ثم يضغط على أمر موافق.

٢٨) وهكذا لبقية نطاقات الصورة المراد تصحيحها تطبق الخطوتين السابقتين، وبهذا ستصبح خلايا pixels جميع نطاقات الصورة مرتبطة بالإحداثيات الجغرافية.

٢٩) يجب الانتباه إلى أنه بتطبيق الخطوات السابقة تكتمل فقط عملية Geo-referencing التي تربط خلايا (عناصر) الصورة بالإحداثيات الجغرافية دون أي تغيير في شبكة grid الصورة مما يعني أن تشوهات العلاقات المكانية فيها لم تصحح وأن مواقع الظواهر فيها غير متوافقة مع مواقعها في الصورة المرجعية reference image.



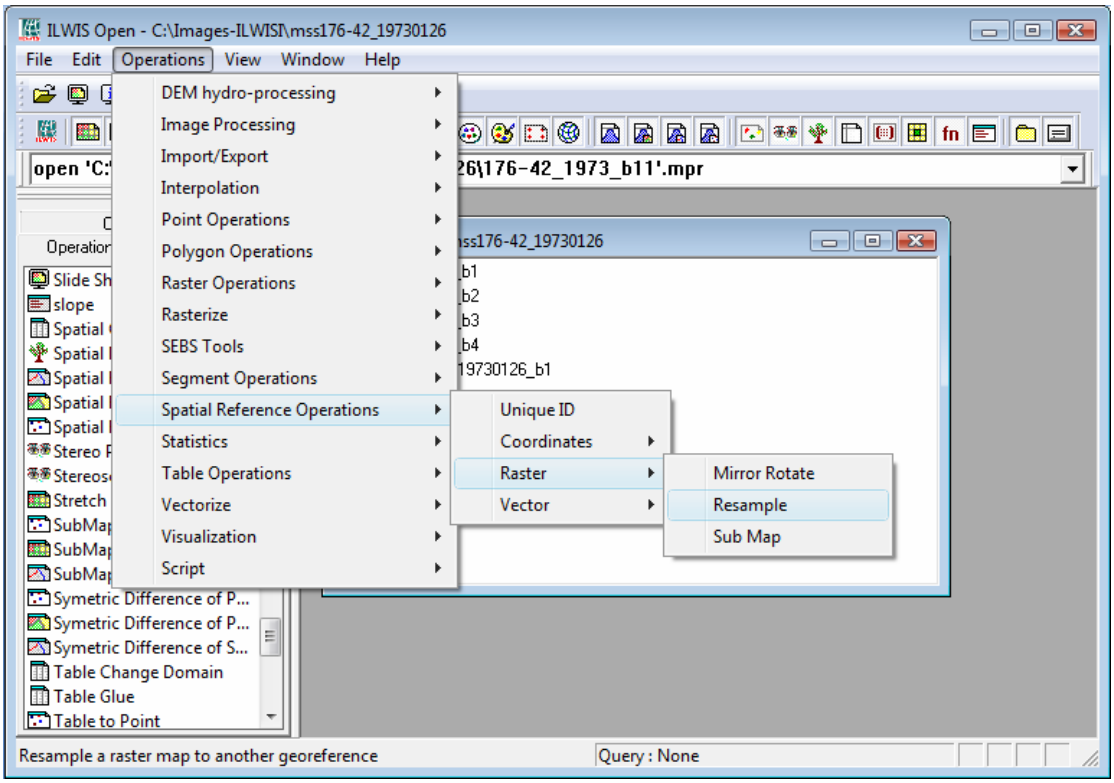
٣٠) لاحظ أن عملية Geo-referencing تكون كافية فقط للصور أو الخرائط التي في الأصل ليس فيها تشوهات هندسية مثل الخرائط الورقية المحولة إلى هيئة رقمية بالماسح الضوئي scanner.

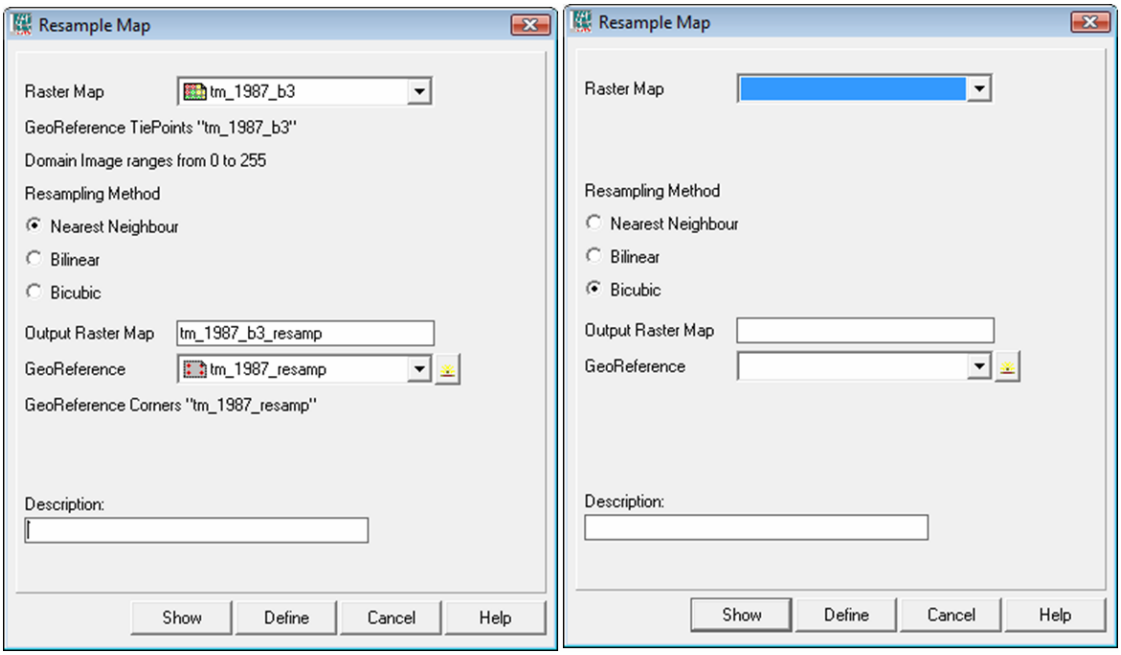
٣١) أما صور الاستشعار عن بُعد الرقمية فهي في الأصل تتضمن تشوهات هندسية ولذا لا يكفي تطبيق عملية Geo-referencing للحصول على قياسات صحيحة منها أو لاستخلاص المعلومات منها لإعداد أو تحديث الخرائط، بل لا بد من إزالة الأخطاء والتشوهات الهندسية فيها وذلك بتطبيق طريقة إعادة حساب القيم الرقمية فيها Resampling.

٣٢) بعد الانتهاء من عملية Geo-referencing تغلق نافذتي الصورتين المصححة وغير المصححة.

٣٣) ولإكمال عملية التصحيح الهندسي بتطبيق طريقة إعادة حساب القيم الرقمية في الصورة Resampling، يتم من الواجهة الرئيسية للبرنامج اختيار أمر Operations لتظهر قائم بالأوامر الفرعية، ومنها يضغط على أمر Spatial Reference Operations وستظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Raster ومن

أوامره يتم اختيار أمر Resampling وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Resample Map.





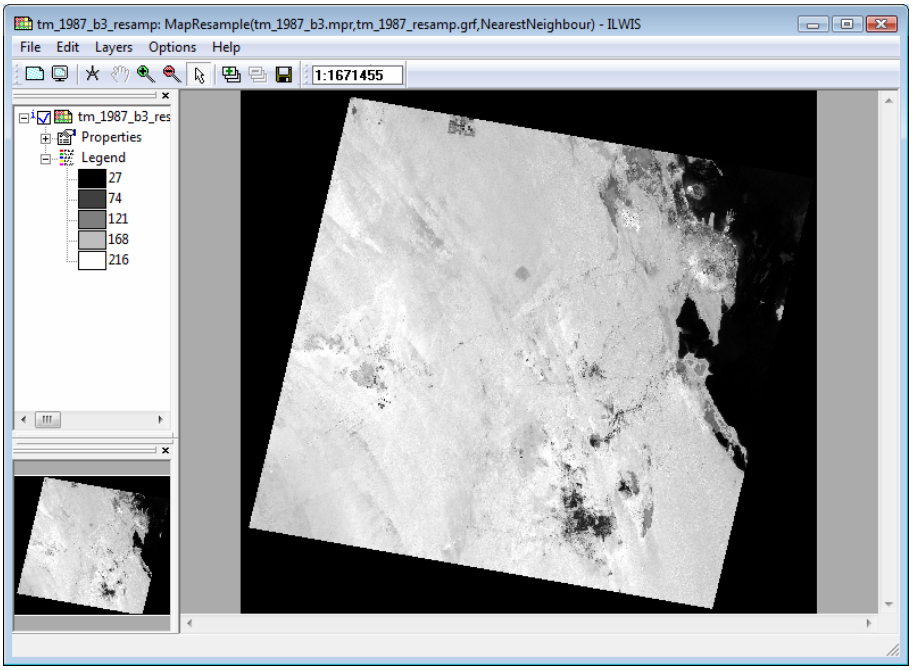
٣٤) في نافذة Resample Map يضغط على المثلث المقلوب في حقل Raster Map لتظهر ملفات الصور ومنها يختار ملف الصورة المراد إعادة حساب القيم الرقمية فيها Resampling.

٣٥) في نافذة Resample Map أيضا تحدد الطريقة الإحصائية لإعادة حساب البيانات Resampling Method مع ملاحظة أن الخيار التلقائي هو Bicubic.

٣٦) في هذه النافذة أيضا يكتب اسم ملف الصورة "الجديدة" المراد إعادة حساب بياناتها Output Raster Map.

٣٧) وفي هذه النافذة أيضا يضغط على المثلث المقلوب في حقل GeoReference ليتم اختيار ملف نقاط الضبط للصورة المستخدمة في التصحيح tm_1987_resamp مثلا.

٣٨) بعد ملئ الحقول السابقة يضغط على أمر Show لإتمام العملية وعرض الصورة التي تم تصحيحها.



٣٩) تطبق عملية إعادة حساب القيم الرقمية في الصورة Resampling على بقية (جميع) نطاقات الصورة متعددة النطاقات.

التصحيح الهندسي باستخدام خريطة ورقية أو جهاز GPS:

يمكن تطبيق عمليه التصحيح الهندسي على صور الاستشعار عن بُعد الرقمية بتوفر معلومات عن إحداثيات مواقع ظواهر جغرافية معينة في المنطقة التي تغطيها الصورة المراد تصحيحها. فالخرائط المتوفرة المعدة وفق مسقط معين للمنطقة التي تغطيها الصورة يمكن استخدامها للحصول على الإحداثيات الجغرافية للظواهر. ويمكن أيضا الحصول على الإحداثيات الجغرافية للظواهر ميدانيا باستخدام جهاز نظام التحديد المكاني GPS. ولا شك أن المعرفة المسبقة بالمنطقة التي تغطيها الصورة تسهل عمليه اختيار المواقع الجغرافية لتكون نقاط ضبط أرضية. وفي ما يلي خطوات تطبيق هذه الطريقة باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

١)بالنظر إلى الصورة المراد تصحيحها يتم اختيار وتحديد عدد من المواقع الجغرافية لتكون نقاط ضبط أرضية، مع مراعاة ظهورها في الصورة وفي الخريطة التي ستستخدم كمصدر للإحداثيات الجغرافية. ويجب أن تكون الثلاث الأولى من نقاط الضبط الأرضية المختارة موزعة على الصورة لتشكل مثلث كبير ولا ينبغي أن تكون على خط واحد. ويكون الحد الأدنى ٤ نقاط عند اختيار نموذج Affine لعملية التحويل Transformation، ولكن يفضل أن لا يقل العدد الكلي للنقاط عن ٦ نقاط. ويفضل أيضا بل يجب أن تكون الظواهر الجغرافية الثابتة التي يمكن اختيارها كنقاط ضبط أرضية صغيرة وواضحة مثل تقاطع طريقين أو التقاء واديين أو تل (جبل) منفرد أو جسر على طريق أو أي معلم جغرافي صغير وواضح. كما ينبغي أن تكون نقاط الضبط الأرضية المختارة موزعة بشكل جيد على المنطقة التي تغطيها الصورة المراد تصحيحها.

٢) عند استخدام الخريطة كمصدر للإحداثيات الجغرافية يجب أن يتم تحديد الإحداثيات الجغرافية (خطوط الطول ودوائر العرض) للنقاط المختارة بدقة منها وذلك على النحو التالي:

أ- يجب أن نتذكر أن المسافة على الخريطة لكل دقيقة طول أو دقيقة عرض تختلف باختلاف المقياس وبالابتعاد عن خط الاستواء.

ب- يتم تحديد مسافة كل دقيقة طول ودقيقة عرض على الخريطة المستخدمة، فعلى سبيل المثال مسافة كل دقيقة طول على خريطة الرياض مقياس ١:٥٠٠٠٠ = ٣,٤سم ومسافة كل دقيقة عرض على خريطة الرياض مقياس ١:٥٠٠٠٠ = ٣,٧سم.

ت- يتم قياس مسافة النقطة من أقرب خط طول إلى الغرب منها يكون معلوما على الخريطة.

ث- تقسم هذه المسافة على ٣,٤ للحصول قيمة دقائق الطول.

ج- تضاف النتيجة إلى خط الطول الذي بدأ منه القياس للحصول على خط الطول للنقطة.

ح- يتم قياس مسافة النقطة من أقرب دائرة عرض إلى الجنوب من النقطة تكون معلومة على الخريطة.

خ- تقسم هذه المسافة على ٣,٧ للحصول قيمة دقائق العرض.

د- تضاف النتيجة إلى دائرة العرض التي بدأ منها القياس للحصول على دائرة العرض للنقطة.

ذ- تكرر العمليات السابقة على جميع نقاط الضبط الأرضية التي تم اختيارها لتصحيح الصورة.

يجب ملاحظة أن الإحداثيات التي يمكن الحصول عليها مباشرة من الخرائط تكون بالدرجات وأجزائها، وعليه إذا تكون الخرائط الطبوغرافية المتوافرة للإقليم أو المنطقة التي تغطيها الصورة معدة وفقا لمسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM كما هو الحال بالنسبة لمناطق المملكة العربية السعودية فإن الأمر قد يتطلب تحويل الإحداثيات الجغرافية من درجات إلى إحداثيات سينية

وصادية بالأمتار. ويمكن تحويل إحداثيات الظواهر الجغرافية من درجات إلى أمتار أو العكس من خلال بعض برامج معالجة صور الاستشعار عن بُعد مثل برنامج ايرداس ERDAS، أو من مواقع مجانية على شبكة الانترنت (انظر إحداثيات النقاط والمسقط ومجسم الأرض والمرجع الأفقي).

٣) في حال استخدام جهاز نظام التحديد المكاني GPS لقياس الإحداثيات الجغرافية فإن الأمر يتطلب، قبل عملية القياس، ضبط إعدادات جهاز نظام التحديد المكاني GPS بطريقة صحيحة، إذ يجب أن يحدد المسقط ومجسم الأرض spheroid والمرجع datum. وحيث أن نموذج المرجع يبنى على قياسات وحسابات مرتبطة بمجسم افتراضي للأرض لذا فإن المطلوب في بعض أجهزة نظام التحديد المكاني GPS هو ضبط المرجع فقط. ويلاحظ أيضا أن الإعدادات التلقائية في أجهزة نظام التحديد المكاني GPS غالبا تكون على النحو التالي:

أ- في حقل Position Format يكون الخيار التلقائي هو خطوط الطول ودوائر العرض بالدرجات والدقائق والثواني Geographic (Lat/Lon) (علما بأنه يمكن اختيار مسقط مركيتر المستعرض العالمي من هذا الحقل UTM).

ب- في حقل Map Datum يكون الخيار التلقائي هو النظام الجيوديسي العالمي WGS84 وهو يستخدم كمرجع عام لجميع المناطق الجغرافية في العالم (كما يمكن اختيار مرجع عين العبد Ain el Abd 1970 من هذا الحقل وهو مناسب للمملكة العربية السعودية والبحرين).

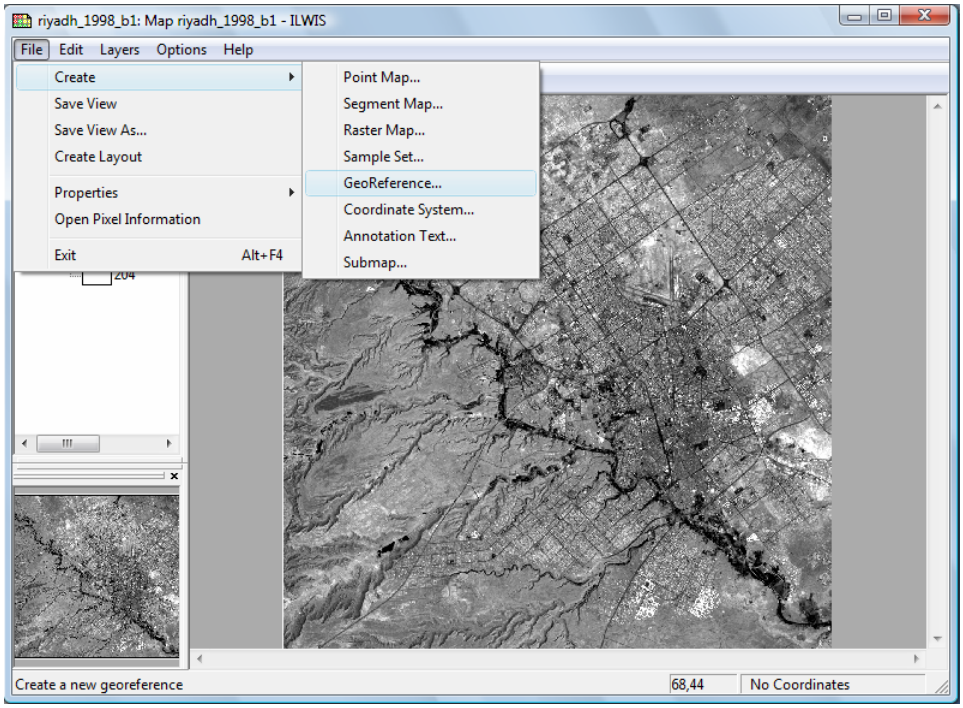
ت- إذا تكون الخرائط المتوافرة للإقليم أو المنطقة التي تغطيها الصورة معدة وفقا لمسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM كما هو الحال بالنسبة لمناطق المملكة العربية السعودية وتوجد رغبة لدى الباحث في أن يتوافق مسقط الصورة المراد تصحيحها مع مسقط الخرائط المتوافرة للمنطقة التي تغطيها، يجب أن تضبط إعدادات جهاز نظام التحديد المكاني GPS بحيث يتوافق مسقط ومرجع الخريطة مع مسقط ومرجع الجهاز.

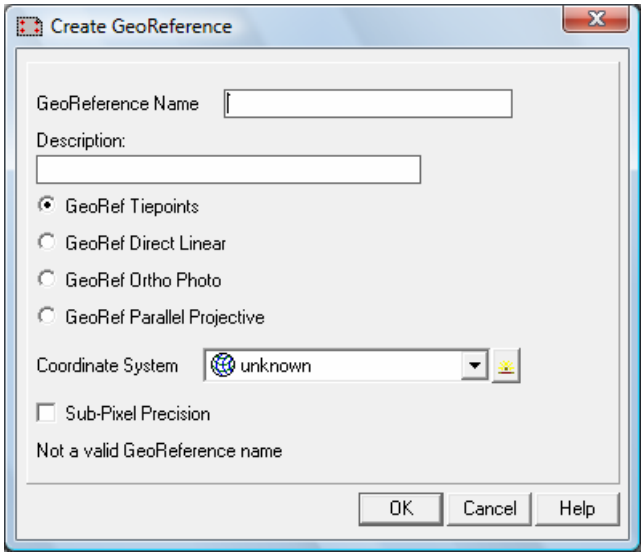
ث- بعد ضبط الجهاز ومعرفة المسقط والمرجع يتم ميدانيا قياس وتسجيل الإحداثيات الجغرافية للنقاط المختارة وتخزينها في الجهاز. وتجب الإشارة

إلى أنه يمكن من خلال الجهاز تحويل وحدة قياس الإحداثيات من أمتار إلى درجات أو العكس للنقاط المخزنة في الجهاز ويتم ذلك بتغيير المسقط والمرجع ثم إعادة عرض إحداثيات النقطة.

٤) بعد قياس الإحداثيات الجغرافية لنقاط الضبط الأرضية المختارة (الإحداثيات المرجعية)، سواء من الخريطة أو باستخدام جهاز نظام التحديد المكاني GPS، تعرض الصورة المراد تصحيحها على الشاشة.

٥) في نافذة عرض الصورة يضغط على أمر File لتظهر قائمة بالأوامر الفرعية، ومنها يتم اختيار أمر Create بوضع المؤشر عليه لتظهر قائمة أخرى بالأوامر يتم منها اختيار أمر GeoReference بالضغط عليه لتظهر نافذة (مربع حوار) Create GeoReference.

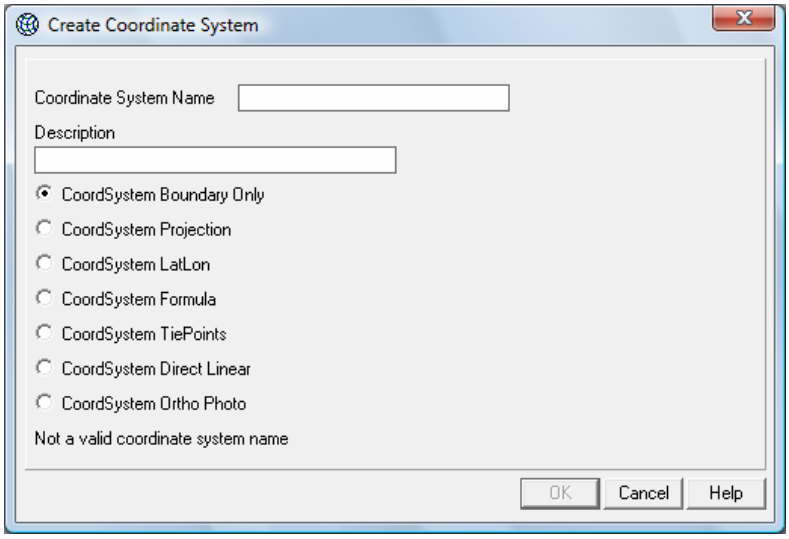




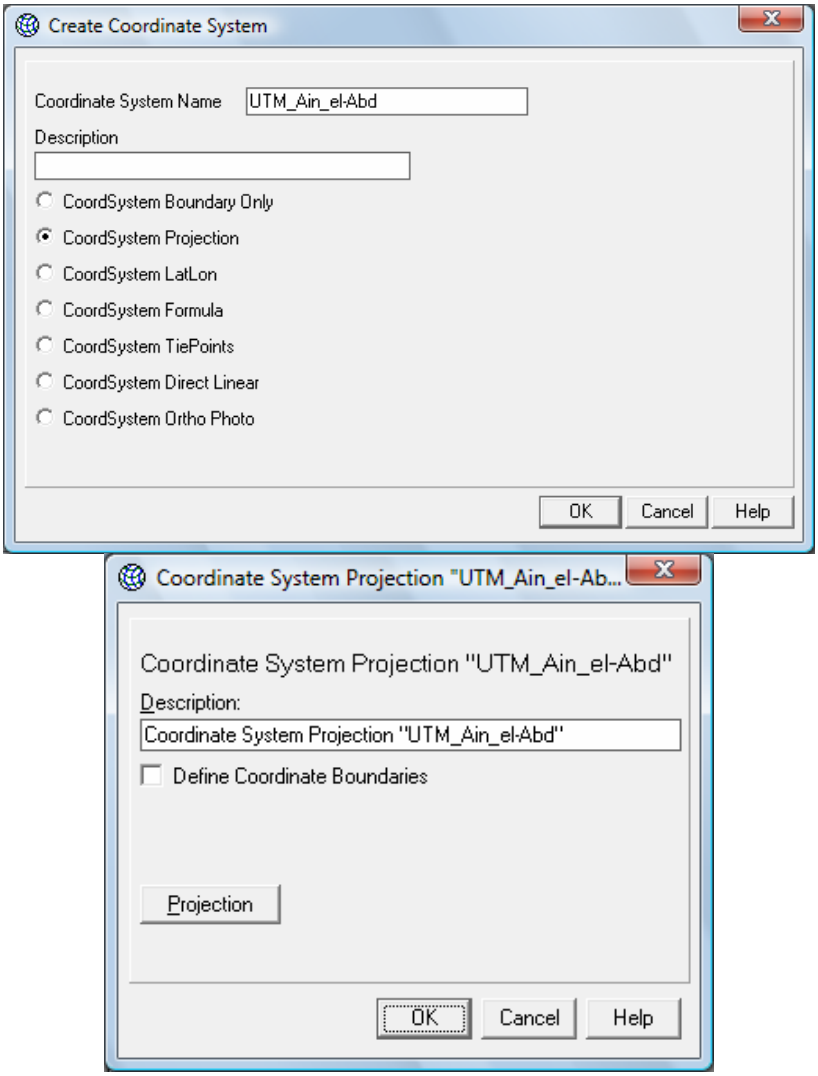
٦) لاحظ أن خيار GeoRef Tiepoints يكون منشط تلقائيا في نافذة مربع حوار Create GeoReference.

٧) في حقل الاسم GeoReference Name الواقع في أعلى نافذة مربع حوار Create GeoReference يكتب اسم ملف النقاط المرجعية ويفضل أن يعطى اسم مماثل لاسم الصورة أو الخريطة المراد تصحيحها لأن امتداد الملفين مختلف.

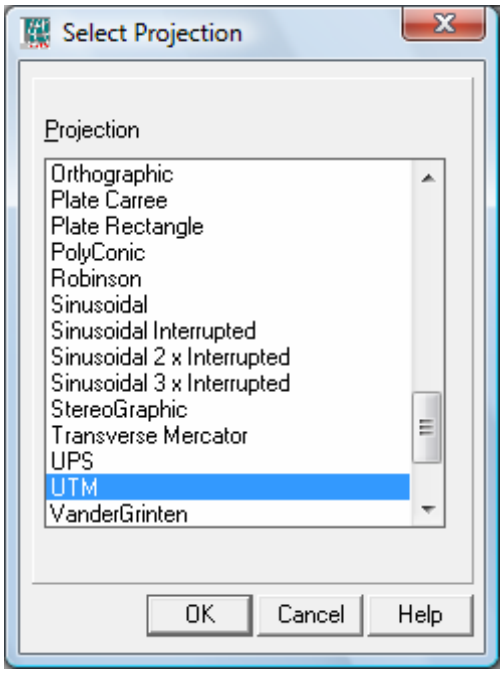
٨) يضغط على رمز (علامة - زر) إنشاء نظام إحداثيات Coordinate System الموجودة في طرف في حقل نظام الإحداثيات Coordinate System لتظهر نافذة مربع حوار Create Coordinate System.

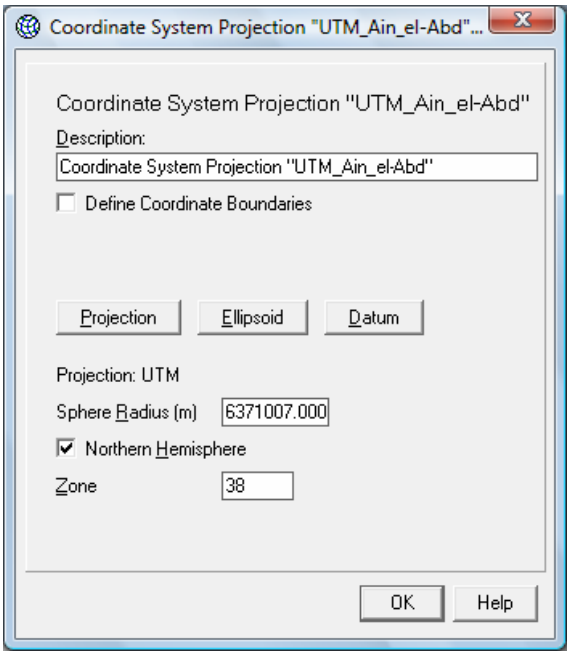


٩) في نافذة مربع حوار Create Coordinate System يكتب أسم ملف نظام الإحداثيات في حقل Coordinate System Name. وفيها أيضا ينشط خيار CoordSystem Projection ثم يضغط على OK لتظهر نافذة مربع حوار Coordinate System Projection.

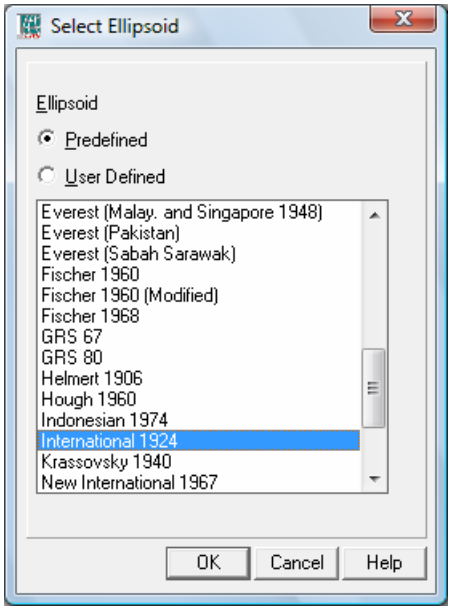


١٠) في نافذة مربع حوار Coordinate System Projection يضغط على أمر Projection لتظهر خيارات المساقط ومنها يتم اختيار المسقط المناسب مثلا UTM ثم يضغط على OK لتظهر معلومات المسقط في نافذة مربع حوار Coordinate System Projection ويظهر فيها أيضا أمر (أيقونة Icon) Ellipsoid المجسم الافتراضي للأرض Ellipsoid وأمر (أيقونة Icon) Datum المرجع المرتبط به Datum.

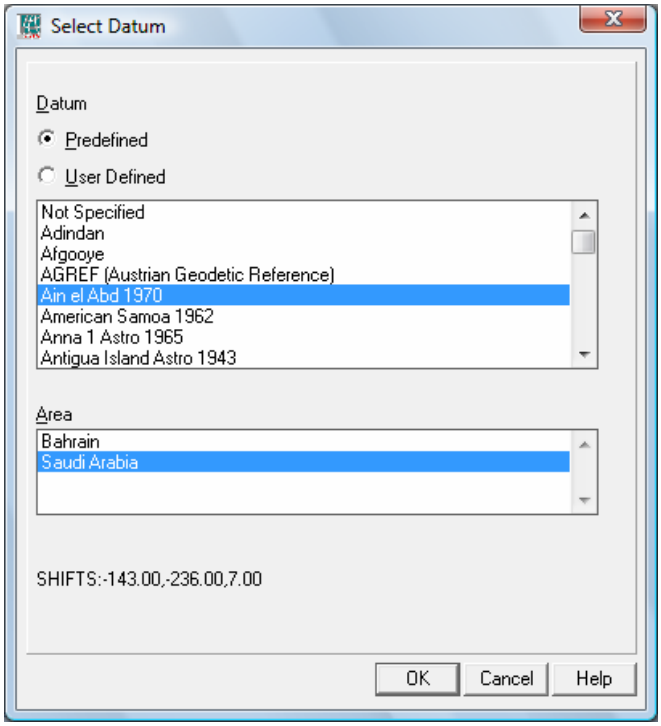




١١) في نافذة مربع حوار Coordinate System Projection يضغط على أمر Ellipsoid لتظهر خيارات المجسمات الافتراضية للأرض ويختار منها المجسم المناسب للمنطقة التي تغطيها الصورة مثلا International 1924 ثم يضغط على OK.

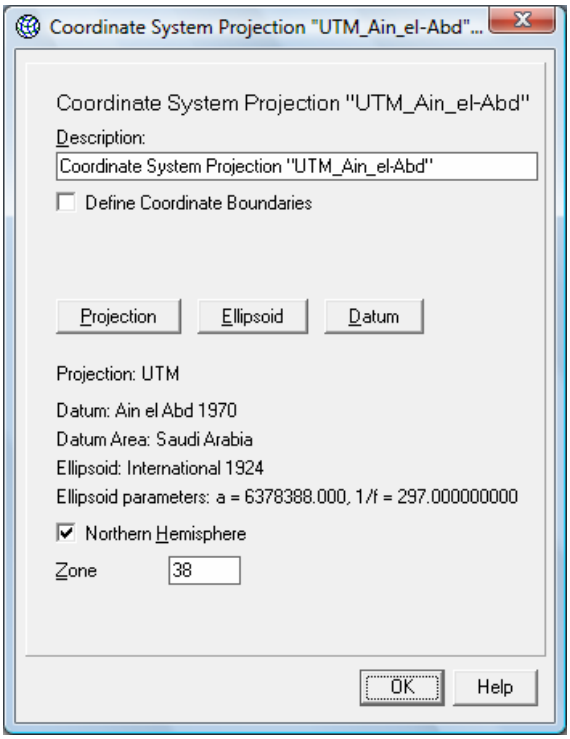


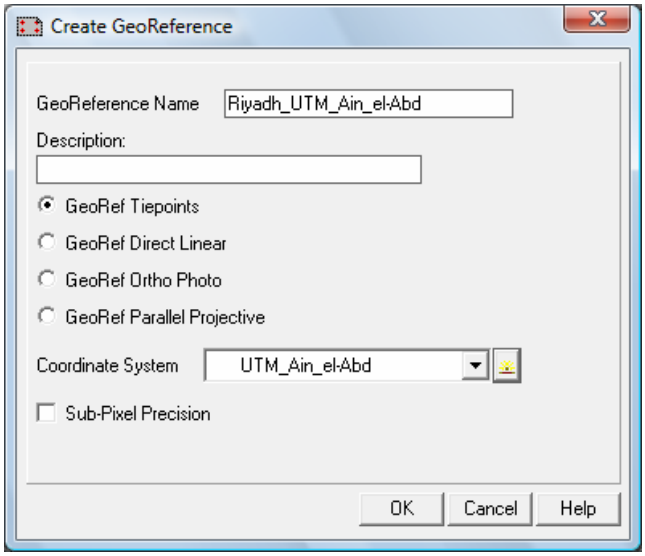
١٢) في نافذة مربع حوار Coordinate System Projection يضغط أيضا على أمر Datum لتظهر خيارات المراجع المحلية ويختار منها المرجع المناسب للمنطقة التي تغطيها الصورة مثلا Ain El Abd 1970 (Saudi Arabia) ثم يضغط على OK.



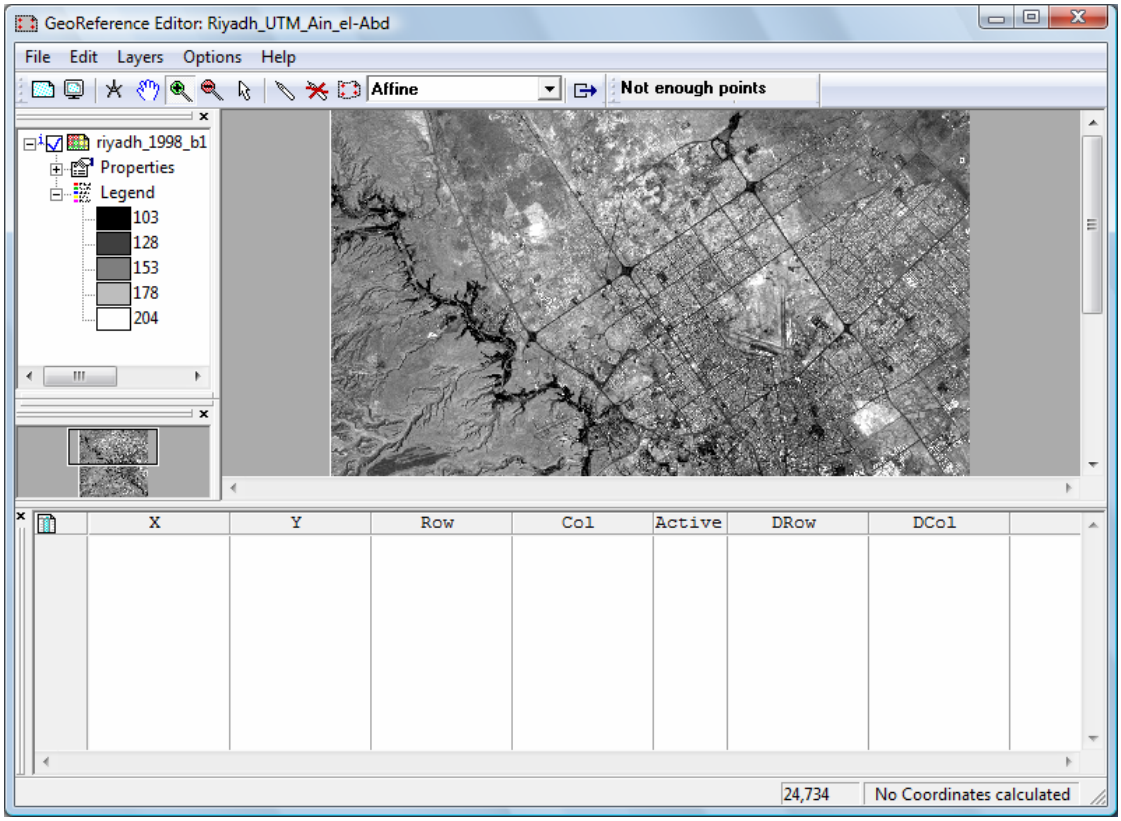
١٣) يحدد في نافذة مربع حوار Coordinate System Projection منطقة مسقط UTM وهي مثلا ٣٨ شمالا لمدينة الرياض وما حولها، وبعد ذلك يتم التأكد من صحة المعلومات عن المسقط والمجسم الافتراضي للأرض والمرجع ثم يضغط على

OK ليعود إلى نافذة Create GeoReference وقد ظهر فيها نظام الإحداثيات الذي تم إعداده.





١٤) يضغط على OK في نافذة Create GeoReference وبهذا سيظهر في أسفل الصورة المراد تصحيحها نافذة جدول الإحداثيات GeoReference Editor: Riyadh_UTM_Ain_el-Abd.



١٥) يلاحظ أن المؤشر يظهر بشكل علامة جمع + عند تحريكه على الصورة وهذا يعني أن أمر توقيع (وضع) نقطة الضبط منشط تلقائيا ولذلك فإنه بالضغط على أي مكان في الصورة سيعتبرها نقطة الضبط الأولى.

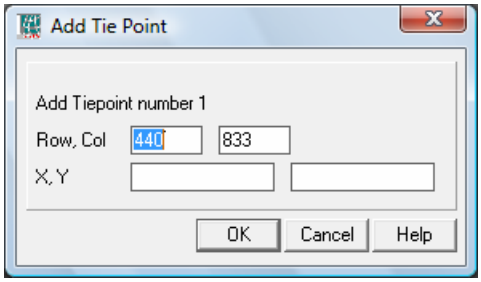
١٦) عند توقيع نقطة ضبط بالخطأ فإنه يمكن بسهولة حذفها إما من خلال رمز لحذف نقطة ضبط أو من خلال أمر Edit في قائمة الأوامر.

١٧) ولتفادي توقيع نقطة ضبط أرضية في غير مكانها الصحيح ينصح بتعطيل هذا الأمر مؤقتا وذلك بتنشيط علامة تكبير الصورة أو علامة تحريك الصورة إلى أن تكبر الصورة ويحدد مكان نقطة الضبط على الصورة بدقة بعد ذلك ينشط أمر توقيع نقطة الضبط بالضغط على السهم.

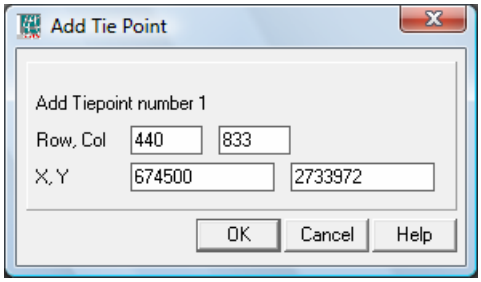
١٨) تكبر الصورة عند نقطة الضبط الأرضية الأولى حتى تظهر مربعات خلايا pixels (عناصر) الصورة.

١٩) ينشط أمر إنشاء نقطة ضبط أرضية وذلك بالضغط على علامة المؤشر العادية ، وبهذا سيتحول المؤشر إلى شكل علامة جمع + عند تحريكه في نافذة عرض الصورة.

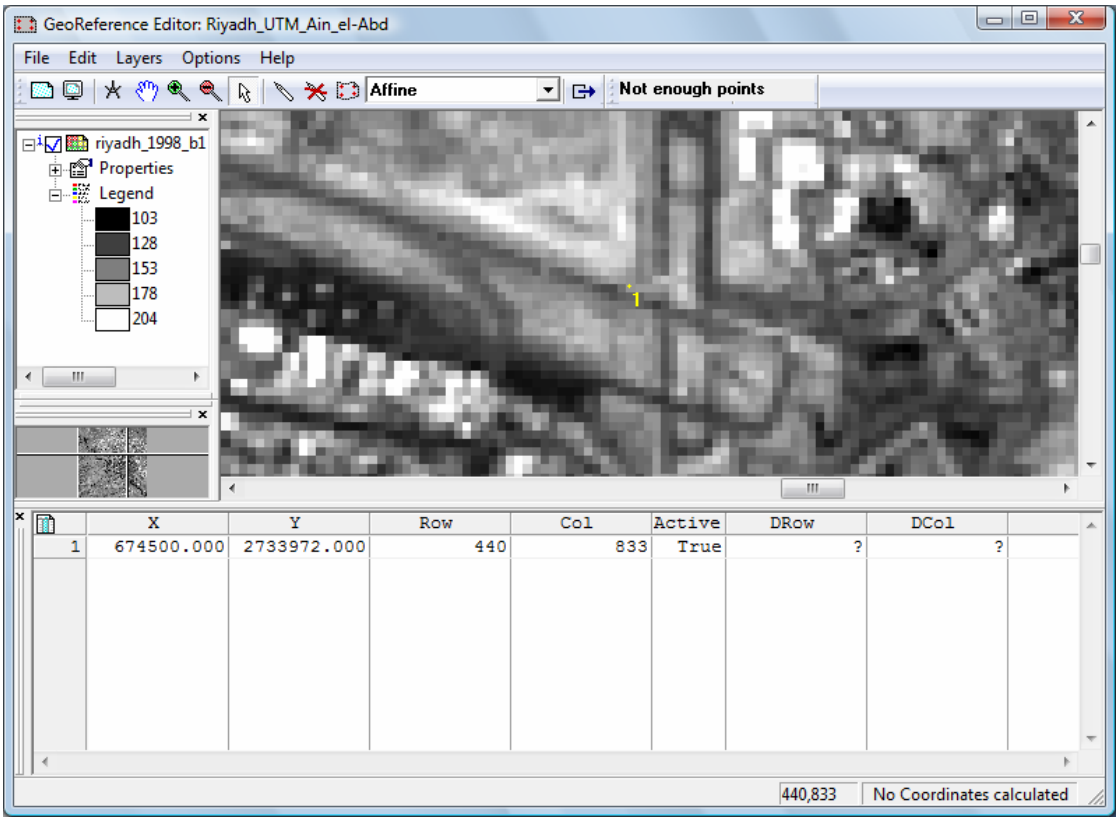
٢٠) يوضع المؤشر بدقة على النقطة الأولى ثم يضغط عليه وبهذا ستظهر نافذة مربع حوار Add Tie Point وفيها قيمة صف row وقيمة عمود column موقع النقطة على الصورة.



٢١) تدخل الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) لموقع نقطة الضبط الأولى في نافذة مربع حوار Add Tie Point.



٢٢) يضغط على أمر OK في نافذة مربع حوار Add Tie Point وستظهر قيم الإحداثيات وصف وعمود موقع النقطة على الصورة في جدول الإحداثيات.

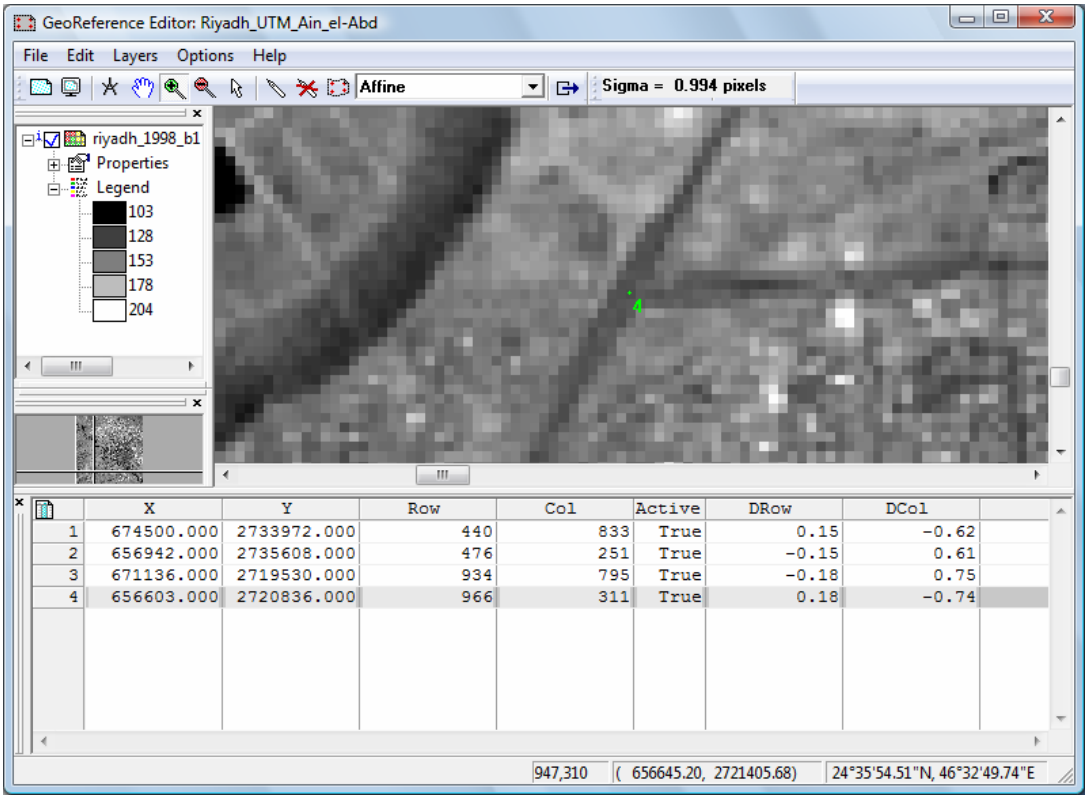


٢٣) تصغر الصورة بالضغط على أمر عرض كامل الصورة وينشط أمر تكبير الصورة فيها.

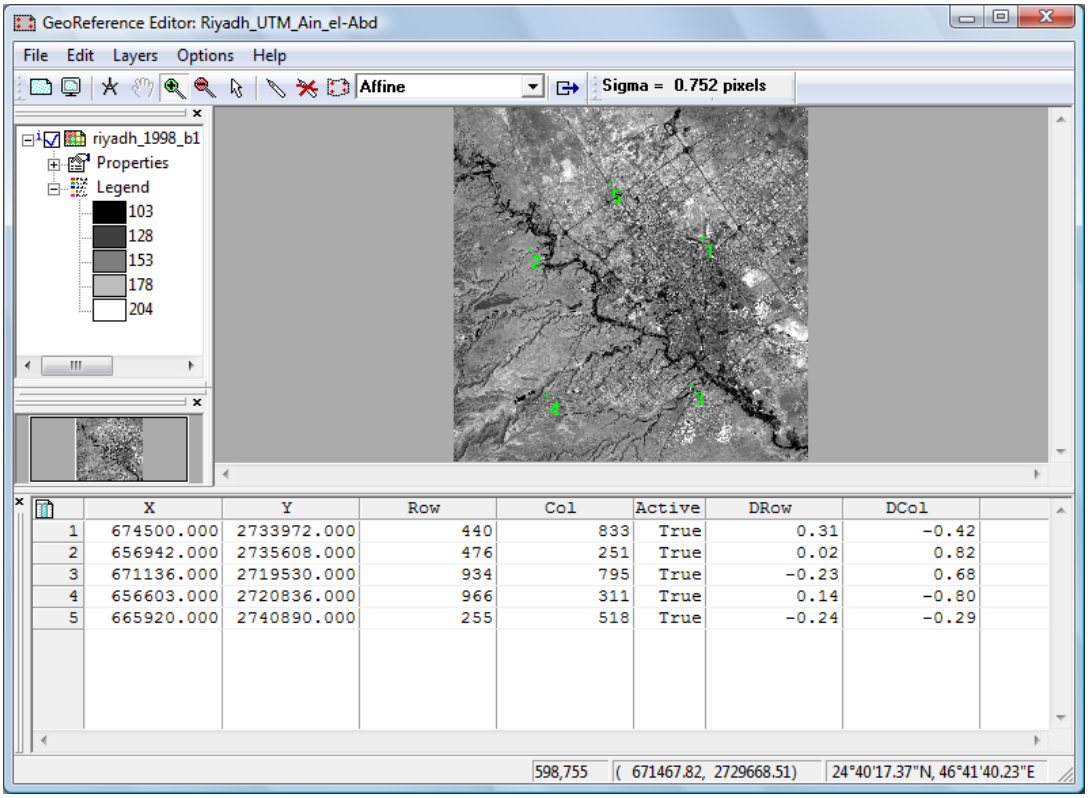
٢٤) تكبر الصورة عند نقطة الضبط الأرضية الثانية حتى تظهر مربعات خلايا (عناصر) الصورة. وتكرر الخطوات السابقة لإدخال خمس نقاط مرجعية reference points أخرى، مع ملاحظة أنه بعد إدخال ثلاث نقاط ستظهر تلقائيا الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) لموقع نقطة الضبط الرابعة في نافذة مربع حوار Add Tie Point.

٢٥) تدخل الإحداثيات السينية (X) والصادية (Y) التي تم قياسها لموقع نقطة الضبط الرابعة في حقولها بنافذة مربع حوار Add Tie Point وهكذا لبقية النقاط.

٢٦) يلاحظ أيضا أنه بعد إدخال أربع نقاط سيتم تلقائيا حساب الخطأ Root Mean Square Error (RMSE) or Sigma وسيظهر في حقله الواقع في وسط أعلى نافذة عرض الصورة وسيتم أيضا حساب البواقي للصفوف وللأعمدة residuals (DRow and DCol) في جدول الإحداثيات وسيتغير لون النقاط في الصورة من اللون الأصفر إلى اللون الأخضر.



٢٧) بعد إدخال جميع النقاط المرجعية ستظهر هذه النقاط على الصورة بألوان وستظهر البواقي للصفوف وللأعمدة residuals (DRow and DCol) في جدول الإحداثيات.



	X	Y	Row	Col	Active	DRow	DCol
1	674500.000	2733972.000	440	833	True	0.31	-0.42
2	656942.000	2735608.000	476	251	True	0.02	0.82
3	671136.000	2719530.000	934	795	True	-0.23	0.68
4	656603.000	2720836.000	966	311	True	0.14	-0.80
5	665920.000	2740890.000	255	518	True	-0.24	-0.29

٢٨) تكون النقاط التي تظهر باللون الأخضر جيدة والنقاط باللون الأصفر تكون متوسطة والنقاط الخاطئة تظهر باللون الأحمر أما التي تظهر باللون الأزرق تكون غير فعالة passive.

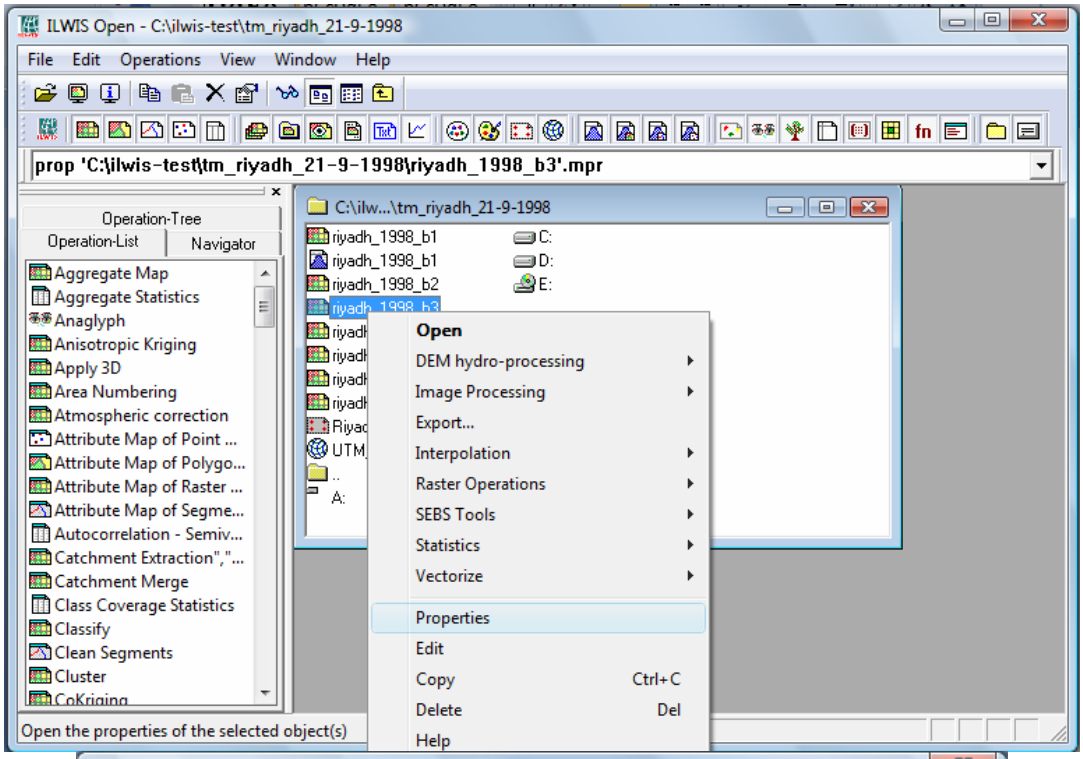
٢٩) وتكون نقاط الضبط جيدة جدا إذا تكون البواقي للصفوف وللأعمدة residuals (DRow and DCol) الظاهرة في جدول الإحداثيات أقل من ٢ خلية.

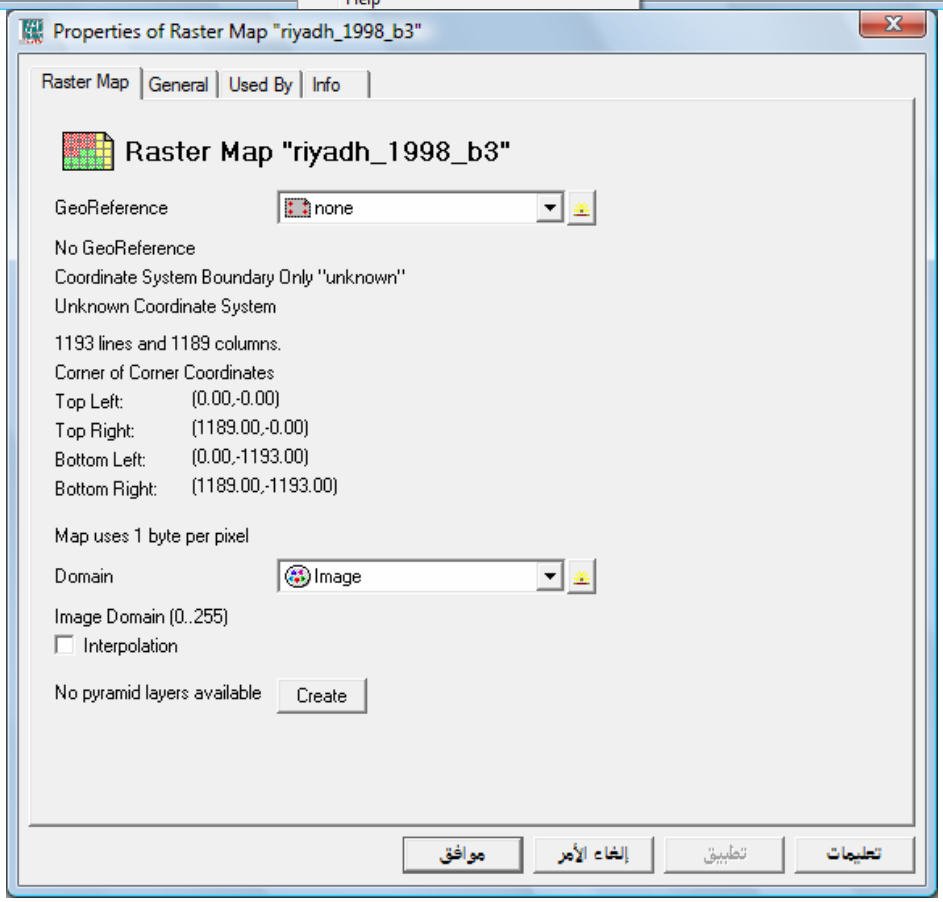
٣٠) إذا ظهرت نقاط باللون الأحمر أو كان الخطأ Sigma كبير يمكن حذف النقاط الخاطئة والنقاط الأخرى المؤثرة سلبا وإضافة نقاط بديلة عنها للوصول إلى نتائج أفضل.

٣١) تقبل عملية Geo-referencing للصورة إذا تكون نتيجة الخطأ Sigma أقل من ١ خلية ويتم إنهاء العملية بالضغط على أمر الإنهاء وبهذا يكون ملف النقاط المرجعية قد اكتمل.

٣٢) يمكن استخدام ملف النقاط المرجعية الذي تم إعداده لبقية نطاقات الصورة المراد تصحيحها إذا تتكون من عدة نطاقات.

٣٣) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS ينشط ملف أحد نطاقات الصورة المراد تصحيحها ويضغط على الزر الأيمن في الفارة لتظهر قائمة بالأوامر يختار منها أمر Properties بالضغط عليه لتظهر نافذته (مربع حوار) Properties of Raster Map.



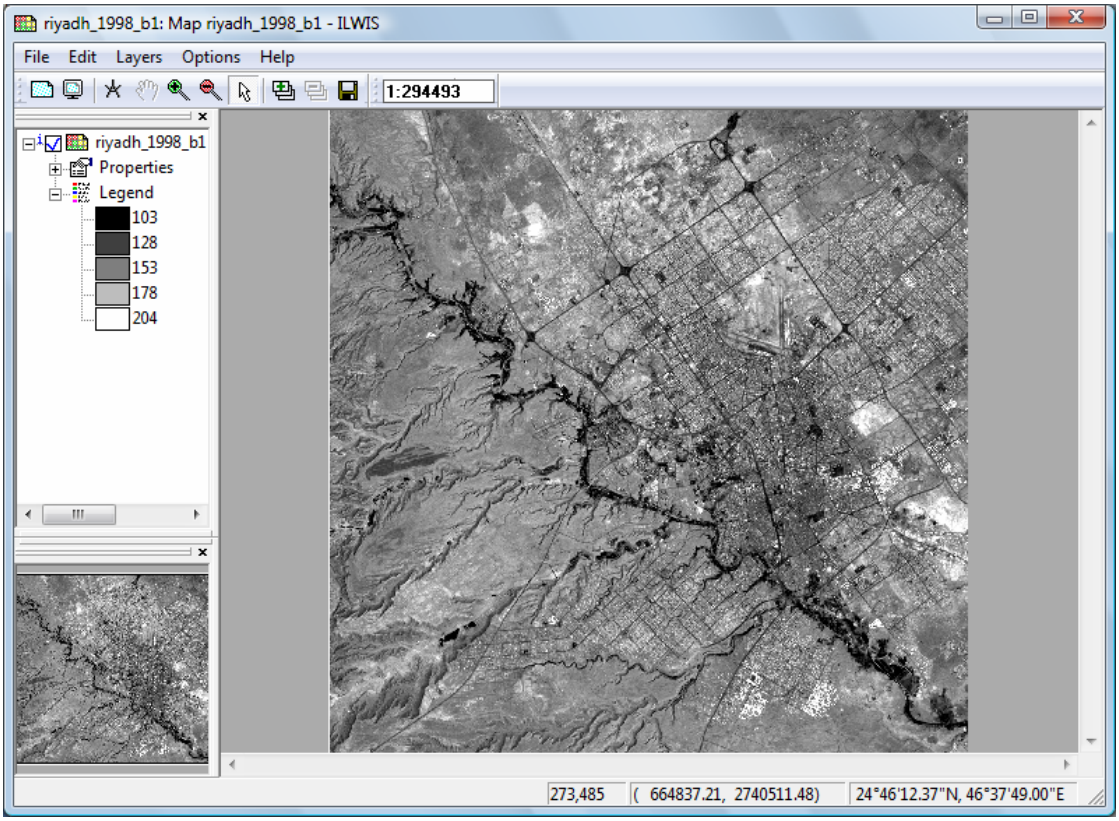


٣٤) في نافذة (مربع حوار) Properties of Raster Map يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل GeoReference ويتم اختيار ملف النقاط المرجعية الذي تم

إعداده في الخطوات السابقة لأحد نطاقات الصورة، ثم يضغط على أمر موافق.

٣٥) وهكذا لبقية نطاقات الصورة المراد تصحيحها تطبق الخطوتين السابقتين، وبهذا ستصبح خلايا pixels جميع نطاقات الصورة مرتبطة بالإحداثيات الجغرافية.

٣٦) يجب الانتباه إلى أنه بتطبيق الخطوات السابقة تكتمل فقط عملية Geo-referencing التي تربط خلايا (عناصر) الصورة بالإحداثيات الجغرافية دون أي تغيير في شبكة grid الصورة مما يعني أن تشوهات العلاقات المكانية فيها لم تصحح.

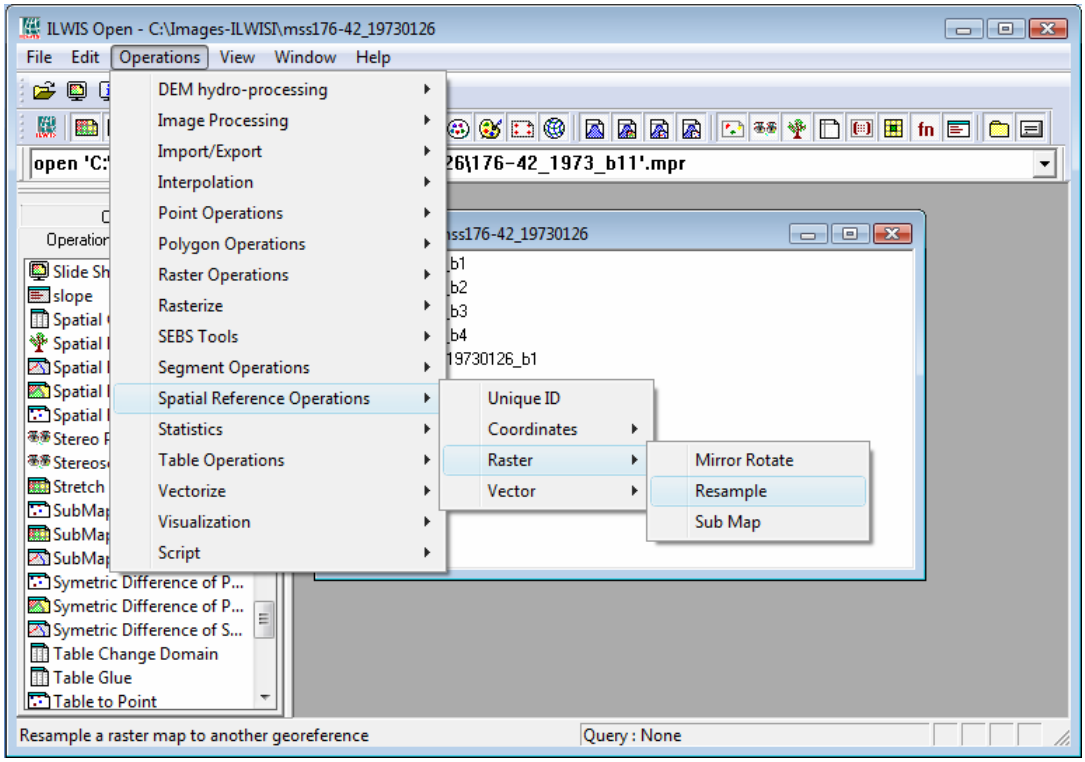


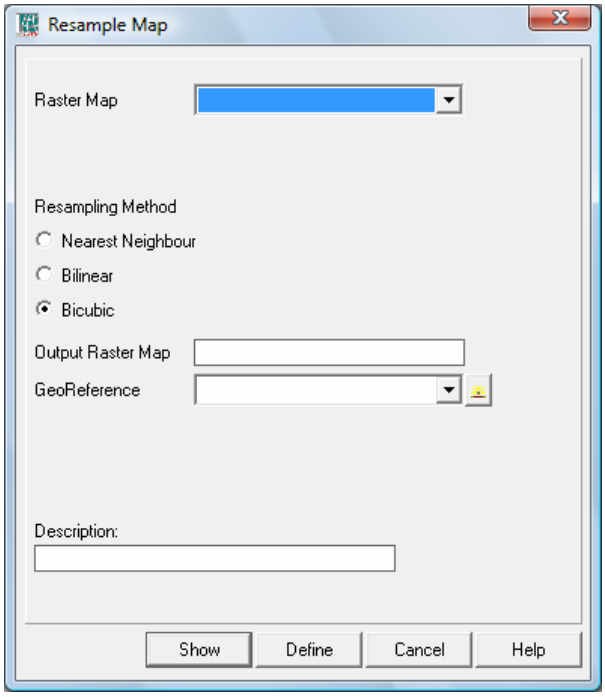
٣٧) لاحظ أن عملية Geo-referencing تكون كافية فقط للصور أو الخرائط التي في الأصل ليس فيها تشوهات هندسية مثل الخرائط الورقية المحولة إلى هيئة رقمية بالماسح الضوئي scanner.

٣٨) أما صور الاستشعار عن بُعد الرقمية فهي في الأصل تتضمن تشوهات هندسية ولذا لا يكفي تطبيق عملية Geo-referencing للحصول على قياسات صحيحة منها أو لاستخلاص المعلومات منها لإعداد أو تحديث الخرائط، بل لا بد من إزالة الأخطاء والتشوهات الهندسية فيها وذلك بتطبيق طريقة إعادة حساب القيم الرقمية فيها Resampling.

٣٩) بعد الانتهاء من عملية Geo-referencing تغلق نافذة عرض الصورة.

٤٠) ولإكمال عملية التصحيح الهندسي بتطبيق طريقة إعادة حساب القيم الرقمية في الصورة Resampling، يتم من الواجهة الرئيسية للبرنامج اختيار أمر Operations لتظهر قائمة بالأوامر الفرعية، ومنها يضغط على أمر Spatial Reference Operations وستظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Raster ومن أوامره يتم اختيار أمر Resampling وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Resample Map.

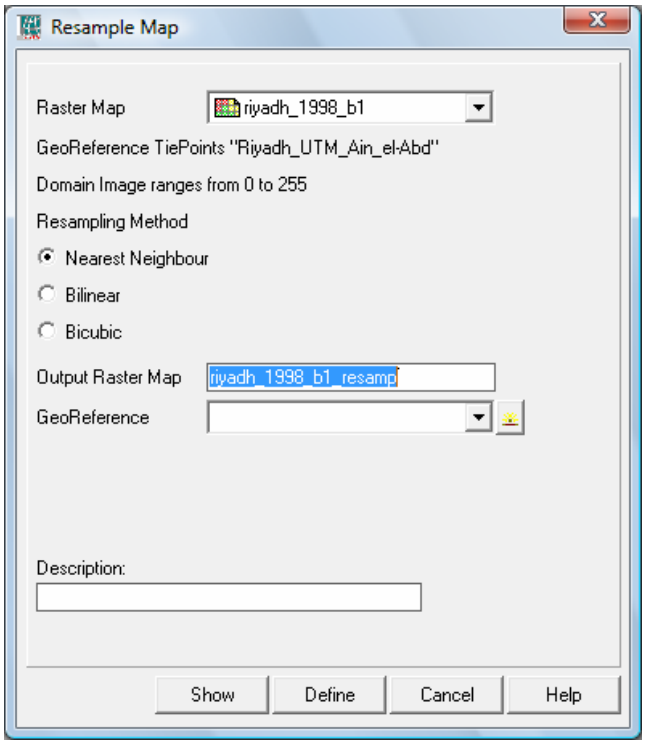




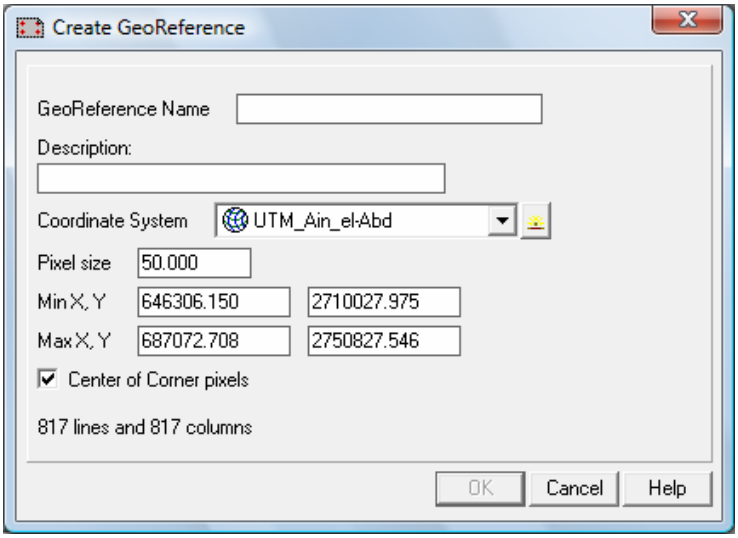
٤١) في نافذة Resample Map يضغط على المثلث المقلوب في حقل Raster Map لتظهر ملفات الصور ومنها يختار ملف الصورة المراد إعادة حساب القيم الرقمية فيها Resampling.

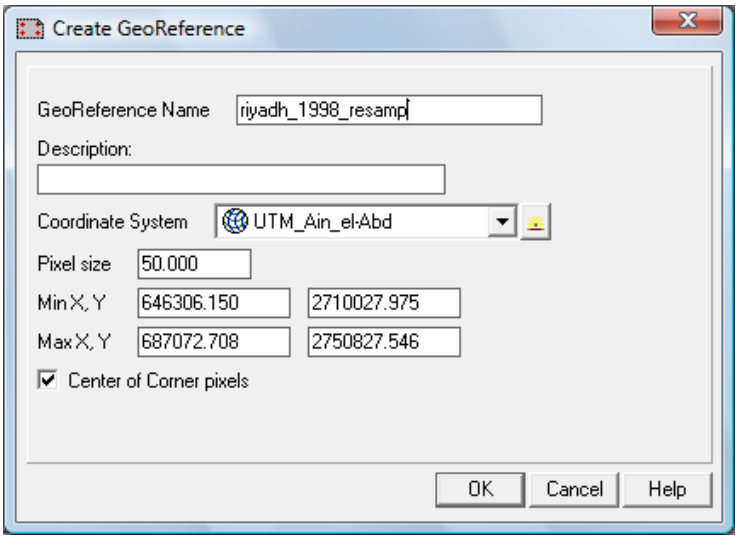
٤٢) في نافذة Resample Map أيضا تحدد الطريقة الإحصائية لإعادة حساب البيانات Resampling Method مع ملاحظة أن الخيار التلقائي هو Bicubic.

٤٣) في هذه النافذة أيضا يكتب اسم ملف الصورة "الجديدة" المراد إعادة حساب بياناتها Output Raster Map.

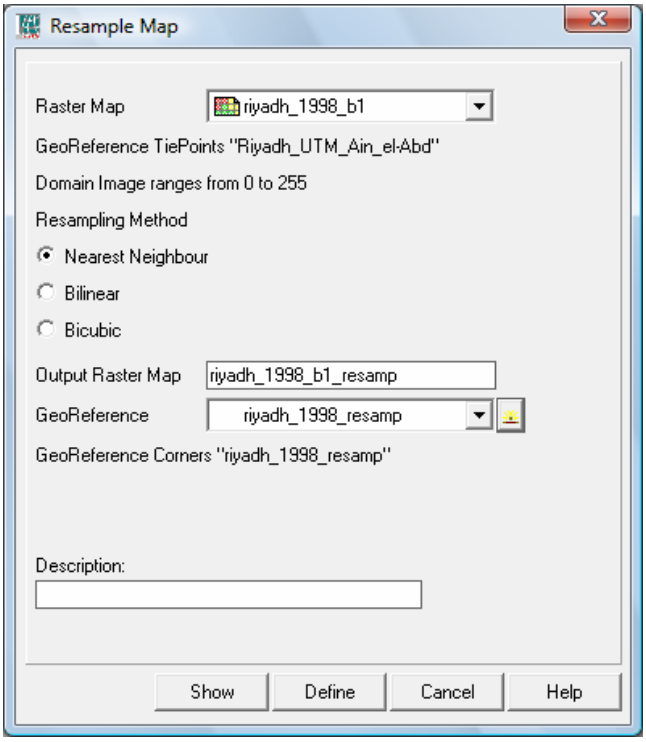


٤٤) في هذه النافذة أيضا يضغط على رمز (علامة - زر) الواقعة في طرف حقل GeoReference لتظهر نافذة (مربع حوار) إنشاء ملف النقاط المرجعية Create GeoReference، ويلاحظ أن أمر OK فيها غير نشط.

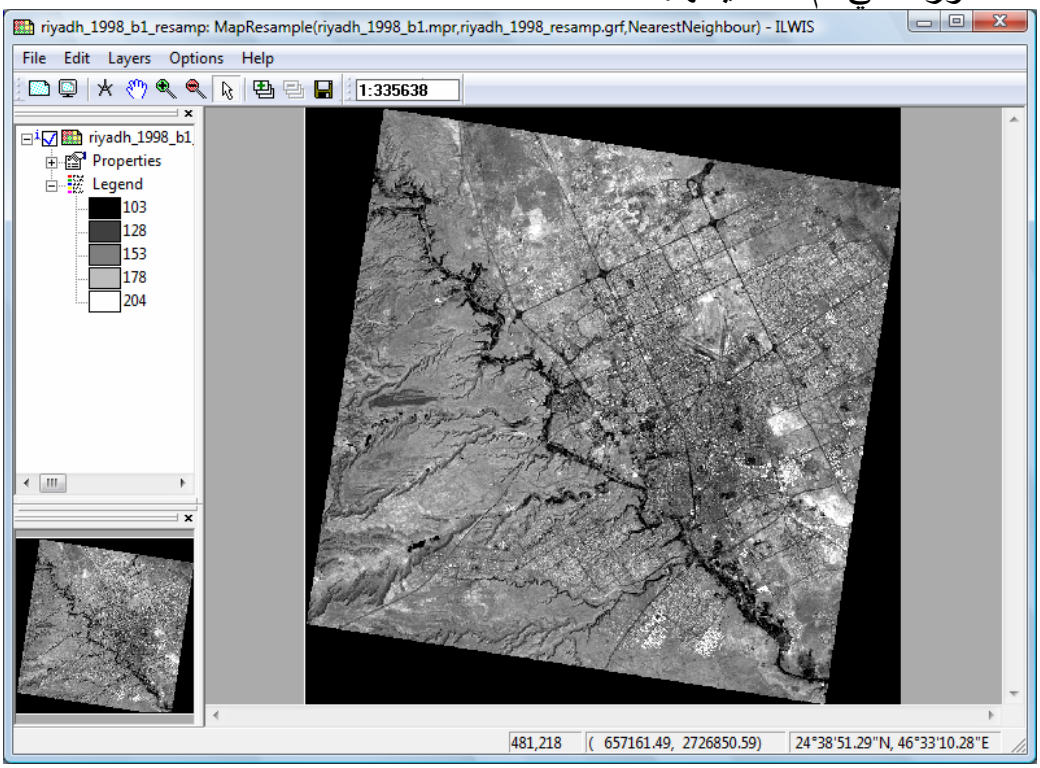




٤٥) في حقل الاسم GeoReference Name الواقع في أعلى نافذة مربع حوار Create GeoReference يكتب اسم ملف النقاط المرجعية ويفضل أن يعطى اسم مماثل لاسم الصورة أو الخريطة المراد تصحيحها لأن امتداد الملفين مختلف وبعد ذلك يضغط على أمر OK وسيظهر اسم ملف النقاط المرجعية في حقله بنافذة Resample Map ، مع ملاحظة أن هذا الملف يمكن استخدامه لبقية نطاقات الصورة المراد تصحيحها.

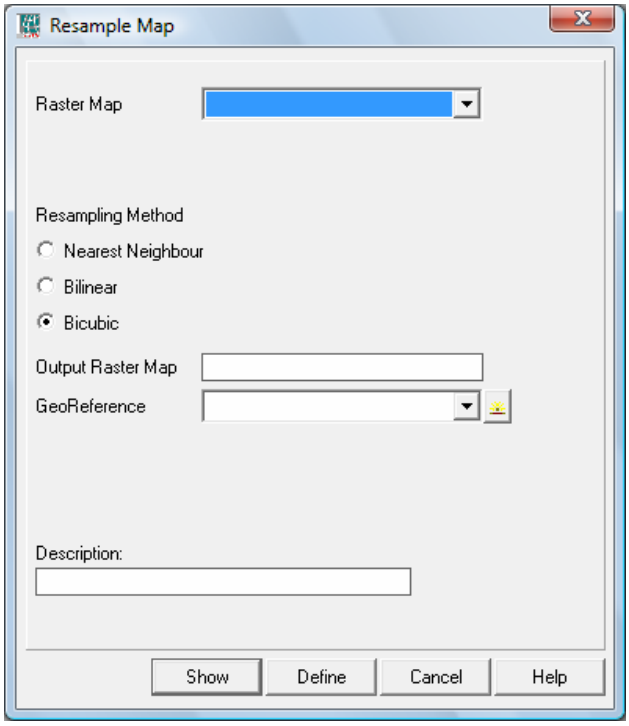


٤٦) بعد ملئ الحقول السابقة يضغط على أمر Show لإتمام العملية وعرض الصورة التي تم تصحيحها.



٤٧) تطبق عملية إعادة حساب القيم الرقمية في الصورة Resampling على بقيه (جميع) نطاقات الصورة متعددة النطاقات وذلك على النحو التالي:

أ- من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يتم اختيار أمر Operations لتظهر قائمة بالأوامر الفرعية، ومنها يضغط على أمر Spatial Reference Operations وستظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Raster ومن أوامره يتم اختيار أمر Resampling وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Resample Map.

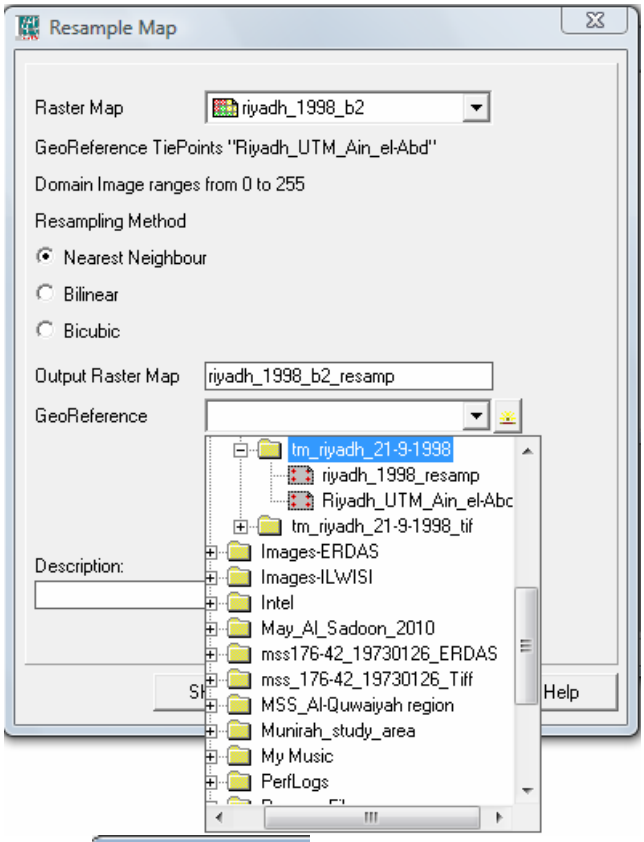


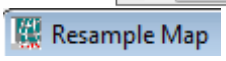
ب-في نافذة Resample Map يضغط على المثلث المقلوب في حقل Raster Map لتظهر ملفات الصور ومنها يختار ملف صورة نطاق٢ مثلا لإعادة حساب القيم الرقمية فيه Resampling.

ت-في نافذة Resample Map أيضا تحدد الطريقة الإحصائية لإعادة حساب البيانات Resampling Method مع ملاحظة أن الخيار التلقائي هو Bicubic.

ث-في هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم ملف الصورة "الجديدة" المراد إعادة حساب بياناتها ليكون مثلا Riyadh_1998_b2_resamp.

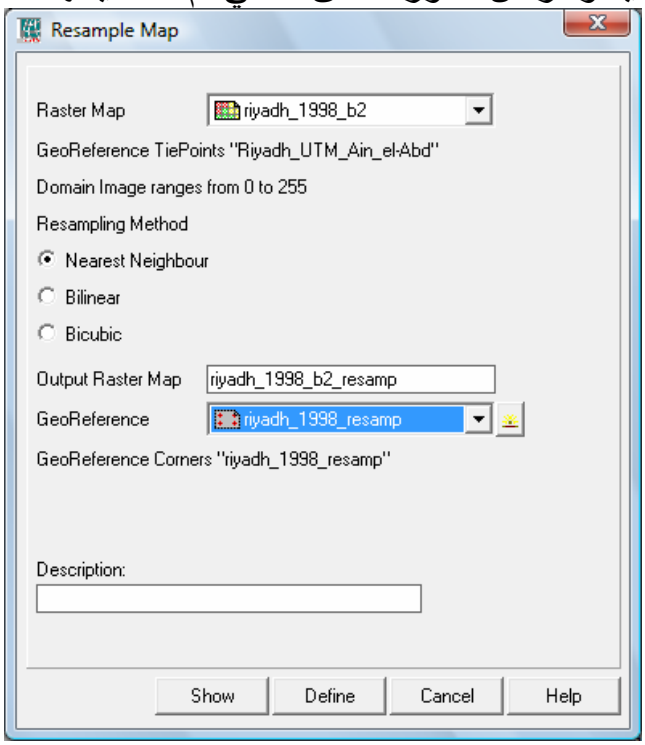
ج- وفي هذه النافذة أيضا يضغط على المثلث المقلوب في حقل GeoReference ليتم اختيار ملف النقاط المرجعية للصورة الذي أعد في الخطوة رقم ٤٥ riyadh_1998_resamp لإعادة حساب القيم الرقمية Resampling في صورة نطاق١.

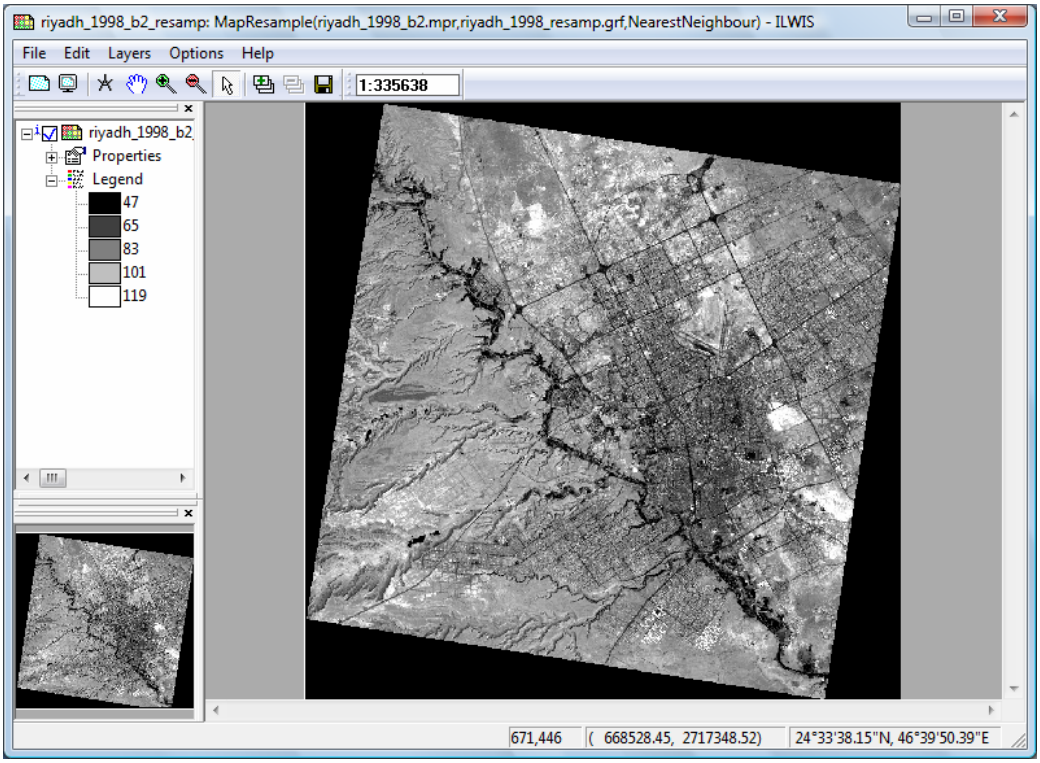


ح- بعد ملئ الحقول الأساسية في نافذة 

يضغط على أمر

لإتمام العملية وعرض صورة نطاق٢ التي تم تصحيحها.





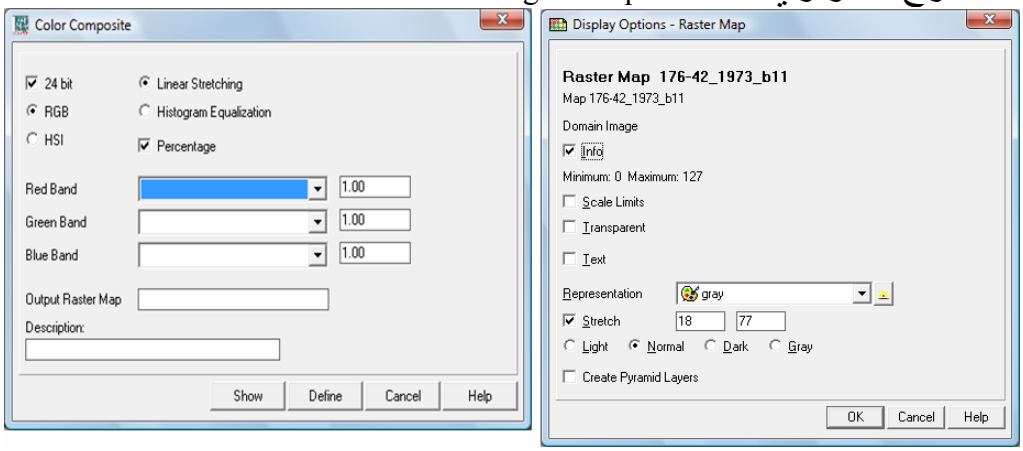
خ- وهكذا تكرر هذه الخطوات على صورة نطاق٣ وعلى صور بقية النطاقات في الصورة متعددة النطاقات.

نشر بيانات الصور الرقمية لزيادة التباين

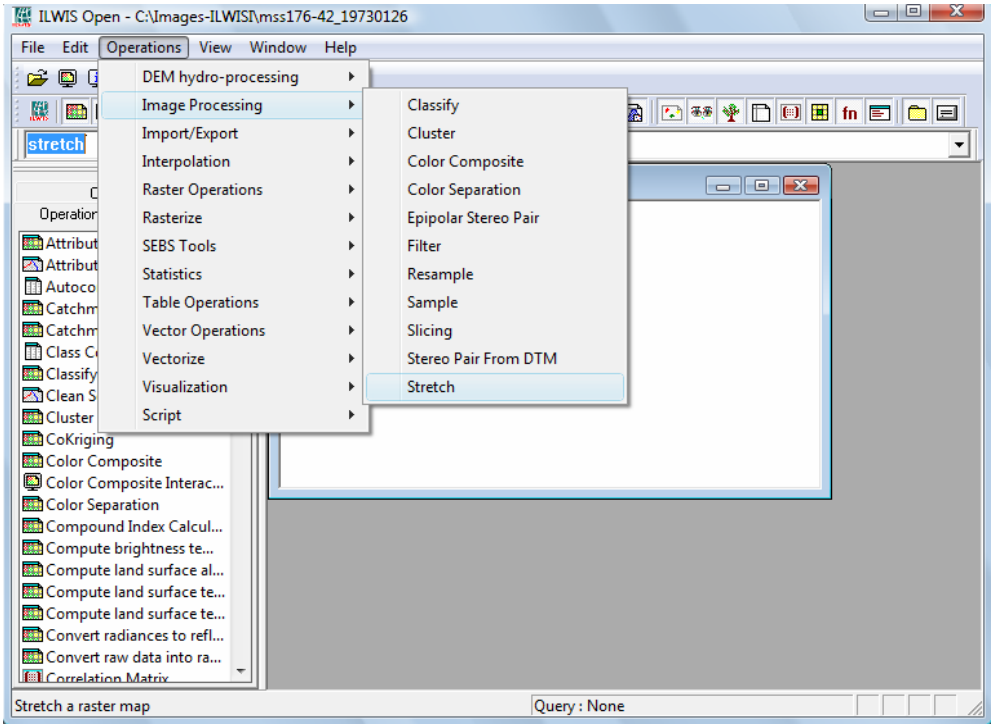
يحدد الوضوح الراديومتري لجهاز الاستشعار عن بُعد عدد درجات المقياس الرمادي التي صمم ليسجل فيها الأشعة التي تصل إليه من الأجسام الأرضية حسب كثافتها (شدتها). وتجب الإشارة إلى أن أغلب أجهزة الاستشعار عن بُعد يكون الوضوح الراديومتري فيها 8-bit وفقا لما يسمى بالأرقام الثنائية binary digits (bits)، أي أن المقياس الرمادي في صورها يتكون من ٢٥٦ درجة (٢^٨=٢٥٦) تكون قيمة الأسود فيه صفر والأبيض ٢٥٥ وما بينهما درجات مختلفة من اللون الرمادي تزداد دكانة باتجاه الصفر. وعلى الرغم من أن أجهز الاستشعار عن بُعد مصممة لتسجل الأشعة التي تصل إليها في كامل درجات المقياس الرمادي إلا أن الظواهر الأرضية التي تكون كمية الأشعة القادمة منها تقع في طرفي المقياس الرمادي قليلة جدا إذا وجدت. ولهذا السبب فان القيم الرقمية في المدرج التكراري histogram للصور الأصلية (الخام) raw data تتركز في مدى ضيق narrow range من المقياس الرمادي، الأمر الذي يؤدي إلى صعوبة التمييز بين الظواهر بصريا. وللتغلب على هذه المشكلة تطبق طريقة نشر البيانات لزيادة التباين contrast stretching وذلك لنشر القيم الرقمية في الصورة على كامل المقياس الرمادي. ويجب التذكير بأن تطبيق هذه الطريقة يعد مطلب أساسي مع جميع طرق تحسين صور الاستشعار عن بُعد. وتوجد

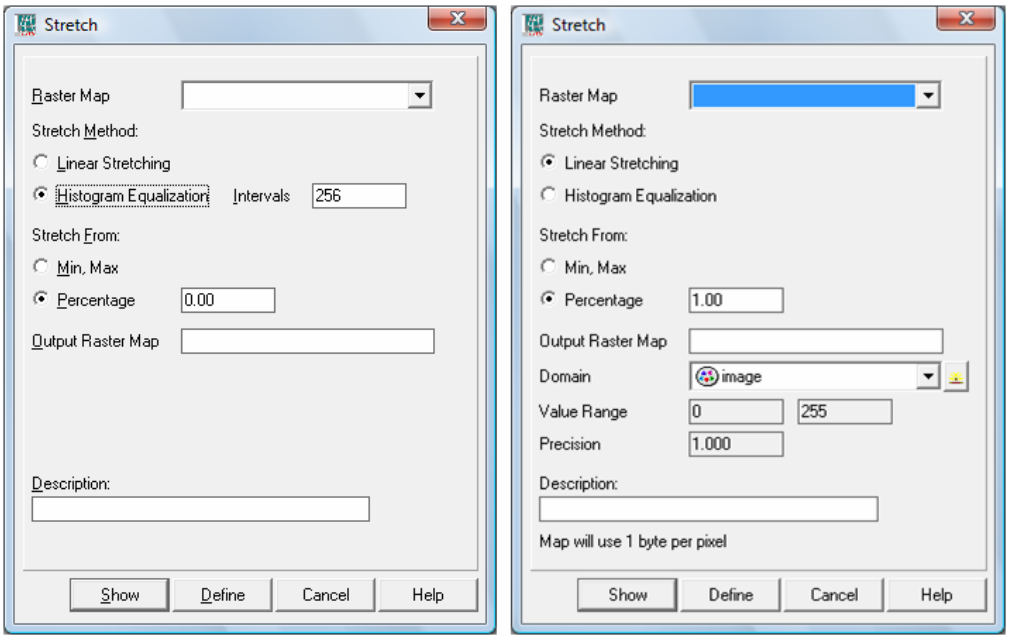
العديد من الأساليب لنشر القيم الرقمية على كامل المقياس الرمادي يمكن تطبيق اثنين منها من خلال برنامج ILWIS هما أسلوب النشر الخطي للبيانات linear stretch (minimum-maximum) وأسلوب نشر البيانات وفقا للمدرج التكراري histogram equalization stretch. فبتطبيق أسلوب النشر الخطي للبيانات يقوم الحاسب الآلي تلقائيا بنشر القيم الرقمية بالتساوي على كامل المقياس وذلك بوضع أدنى قيمة في المدرج التكراري للصورة الأصلية عند الصفر وأعلى قيمة فيه عند ٢٥٥. أما عند تطبيق أسلوب نشر البيانات وفقا للمدرج التكراري فإن الحاسب الآلي ينشر تلقائيا القيم الرقمية على كامل المقياس وذلك بوضع أدنى قيمة في المدرج التكراري للصورة الأصلية عند الصفر وأعلى قيمة فيه عند ٢٥٥، ولكن حيز المقياس الذي يعطى لكل فئة يعتمد على التكرار فيها. حيث يعطى حيزا أكبر من المقياس للفئات التي يكون التكرار فيها عالي والعكس صحيح. وفي ما يلي خطوات تطبيق طريقة نشر البيانات لزيادة التباين باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

١)تجب ملاحظة أن الأسلوب التلقائي في برنامج ILWIS لنشر بيانات الصورة الرقمية هو أسلوب النشر الخطي. فمثلا عند الرغبة في عرض الصورة على الشاشة فإن خيار نشر البيانات Stretch يكون منشط في مربع حوار عرض الصورة Display Option-Raster Map dialog box وبذلك يتم عرضها وفقا لهذا الأسلوب. كما انه عند الرغبة في إعداد صورة مركب ألوان يكون أسلوب النشر الخطي هو المنشط في مربع حوار مركب الألوان Color Composite ولكن يمكن في هذا المربع تنشيط الخيار الآخر وهو أسلوب نشر البيانات وفقا للمدرج التكراري Histogram Equalization.



٢)عند الرغبة في تطبيق أسلوب نشر البيانات وفقا للمدرج التكراري histogram equalization stretch على صورة أحد النطاقات يمكن إتمام ذلك من خلال قائمة الأوامر الرئيسية Menu bar في برنامج ILWIS حيث يضغط على أمر Operations لتظهر قائم بالأوامر الفرعية، ومنها يضغط على أمر Image Processing وستظهر أوامر فرعية أخرى ومنها يتم اختيار أمر Stretch وبذلك ستظهر نافذته (مربع حوار نشر البيانات Stretch dialog box).





٣)يحدد في حقل Raster Map من مربع حوار نشر البيانات Stretch dialog box ملف الصورة المراد تطبيق أسلوب نشر البيانات عليها وذلك بالضغط على المثلث المقلوب في طرف الحقل.

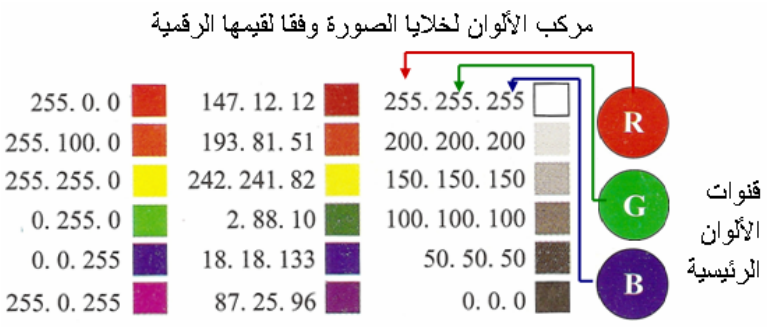
٤)يلاحظ في مربع حوار نشر البيانات Stretch dialog box أن أسلوب النشر الخطي Linear Stretching هو المنشط ولكن يمكن تغيره بتنشيط الخيار الآخر المتمثل في أسلوب نشر البيانات وفقا للمدرج التكراري Histogram Equalization.

٥)تعطى الصورة "الجديدة" اسم معين ويكتب في حقل Output Raster Map وبذلك سيتم تخزينها بهذا الاسم في مجلد الصورة المستخدمة المطبق عليها زيادة التباين.
٦)بعد تحديد ملف الصورة واختيار أسلوب نشر البيانات وإعطاء الصورة الجديدة اسم يضغط على أمر Show في أسفل مربع الحوار لإتمام العملية وسيظهر مربع حوار عرض الصورة.
٧)قبل الضغط على أمر OK في مربع حوار عرض الصورة يغير اللون الأزرق Blue التلقائي إلى اللون الرمادي Gray أو إلى PSEUDO بالضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Representation ليتم عرض الصورة باللون الأبيض والأسود أو بالألوان غير الحقيقية.

إعداد صورة مركب الألوان

من طرق التحسين السريعة لتسهيل عملية التمييز بين الظواهر إنتاج صورة ملونة؛ وذلك لأن الإنسان قادر على تمييز ٢٠٠٠٠ لون و٢٠٠ فقط من درجات اللون الرمادي (Curran, 1985). ويتضمن برنامج ILWIS ثلاثة أنظمة لعرض الصور بالألوان هي نظام الألوان الرئيسية RGB وهي الأزرق والأخضر والأحمر (نموذج Additive color model) ونظام اللون الأصفر ولون "الماجنتا" (أحمر أرجواني) ولون "السيان" (الأزرق المخضر) Yellow-Magenta-Cyan (نموذج Subtractive Color model) ونظام تدرج وتشبع و شدة اللون HSI (hue-saturation- intensity). وعليه توجد في الحاسب الآلي ثلاث قنوات للألوان توضع في كل واحدة منها صورة وذلك للحصول على صورة مركب الألوان color composite. ولتفادي اللبس يجب الانتباه إلى أن قنوات الألوان الرئيسية (الأزرق والأخضر والأحمر) في الحاسب الآلي تختلف عن نطاقات (قنوات) الأشعة المرئية visible spectral bands (channels) التي تستخدم في التصوير وتأخذ الأسماء نفسها.

تُطبق طريقة مركب الألوان على الصور متعددة الأطياف التي تتكون من ثلاثة نطاقات أو أكثر. ويمكن تطبيقها أيضا على صور المركبات الرئيسية PCA images وكذلك على صور نسب النطاقات band ratio images. ويستخدم لتطبيق هذه الطريقة ثلاث صور(صور ثلاثة نطاقات أو صور ثلاثة مركبات رئيسية أو صور ثلاث نسب أو غيرها) حيث تربط assign كل صورة منها على سبيل المثال بإحدى قنوات الألوان الرئيسية RGB في الحاسب الآلي. وعليه فإن مركب (مزيج) أضواء lights الألوان الرئيسية الثلاثة الذي يعتمد على القيم الرقمية في الصور المستخدمة يحدد ألوان الظواهر على الصورة كما في الشكل التالي. وبهذه الطريقة يمكن إنتاج صور ملونة بألوان حقيقية (طبيعية) true (natural) color composite أو بألوان غير حقيقية false color composite.



المصدر: Bhatta, 2008, p310.

مركب الألوان الحقيقية (الطبيعية):

يمكن الحصول على صورة ملونة بألوان حقيقية من الصور الجوية الرقمية متعددة النطاقات، وذلك باستخدام صور نطاقات الأشعة المرئية (نطاق الأشعة الزرقاء ونطاق الأشعة الخضراء ونطاق الأشعة الحمراء). حيث يتم الحصول على صورة مركب الألوان الحقيقية عندما توضع صورة الأشعة الزرقاء في قناة اللون الأزرق وصورة الأشعة الخضراء في قناة اللون الأخضر وصورة الأشعة الحمراء في قناة اللون الأحمر. ولكن التشتت العالي للأشعة الزرقاء في الغلاف الجوي يحد من استخدمها في التصوير من الفضاء، وعليه فإن أغلب أجهزة الاستشعار عن بُعد في برامج التصوير الفضائي لا تعطي صورا للأشعة الزرقاء. ويعد جهاز الماسح الموضوعي TM وجهاز الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ المحمولان على الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات الأمريكي من الأجهزة القليلة التي استخدمت للتصوير جزئيا في موجات الأشعة الزرقاء. فنطاق١ في هذين الجهازين يسجل جزئيا الأشعة الزرقاء وجزئيا الأشعة الخضراء، ولذا فإن استخدام مركب الألوان لنطاقات صورة الماسح الموضوعي يعطي صورة ملونة بألوان شبه حقيقية وذلك بوضع صورة نطاق١ في قناة اللون الأزرق وصورة نطاق٢ (صورة الأشعة الخضراء) في قناة اللون الأخضر وصورة نطاق٣ (صورة الأشعة الحمراء) في قناة اللون الأحمر. كما يمكن الحصول على مركب الألوان بألوان شبه حقيقية من الصور الفضائية وذلك باستخدام صور يتم إعدادها وفقا لمعادلات رياضية. فقد ذكر Bhatta (2008, p325) أنه يمكن الحصول على صورة مركب الألوان الطبيعية وذلك بوضع الصور في قنوات الألوان الثلاث على النحو التالي:

قناة اللون الأحمر: صورة الأشعة الحمراء

قناة اللون الأخضر: صورة يتم إعدادها وفقا للمعادلة التالية:

(٠,٧٥ × صورة نطاق الأشعة الخضراء) + (٠,٢٥ × صورة نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة)

قناة اللون الأزرق: صورة يتم إعدادها وفقا للمعادلة التالية:

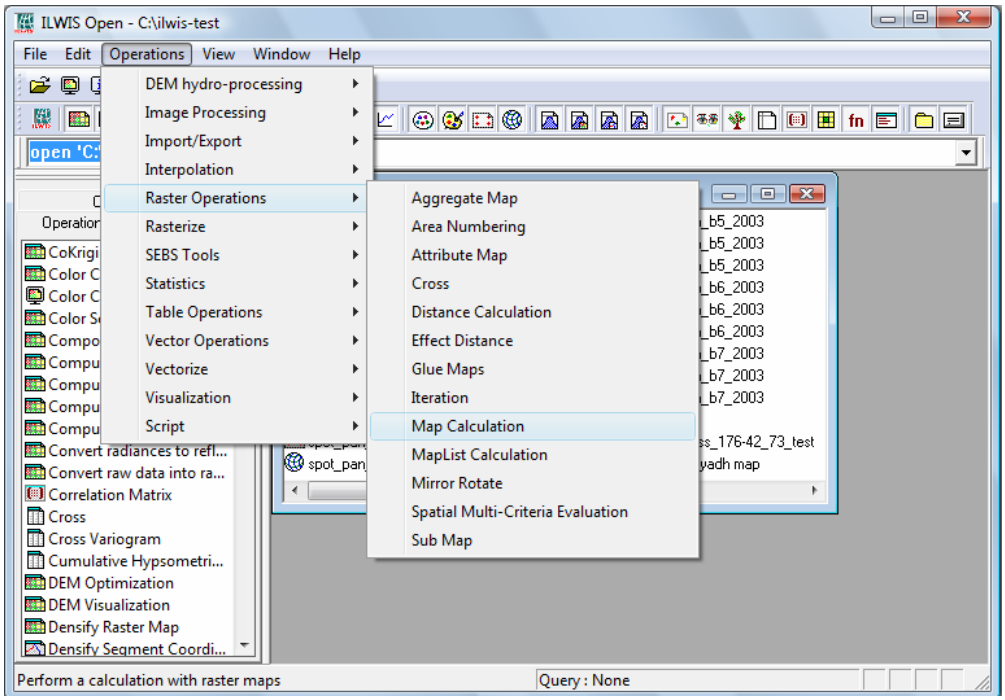
(٠,٧٥ × صورة نطاق الأشعة الخضراء) - (٠,٢٥ × صورة نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة)

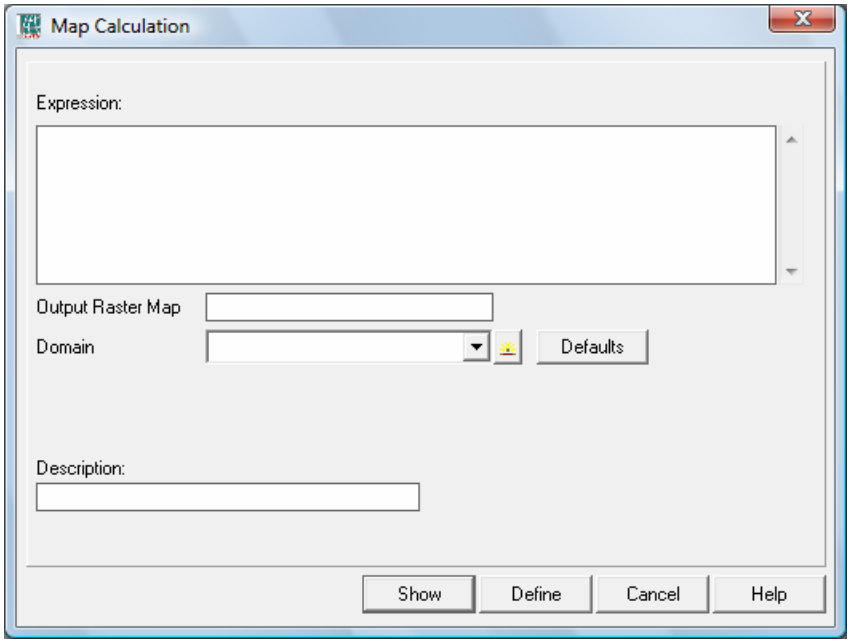
ويمكن إعداد صورة مركب الألوان شبه الحقيقية من الصور الفضائية باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وفقا للخطوات التالية:

١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد إعداد صورة مركب ألوان منها، وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة ، ويجب أن تتضمن الملفات صورة نطاق الأشعة الخضراء وصورة نطاق الأشعة الحمراء وصورة نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR.

٢) باستخدام المعادلتين السابقتين تعد الصورة التي ستوضع في قناة اللون الأخضر والصورة التي ستوضع في قناة اللون الأزرق.

٣) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Map Calculation وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Map Calculation.



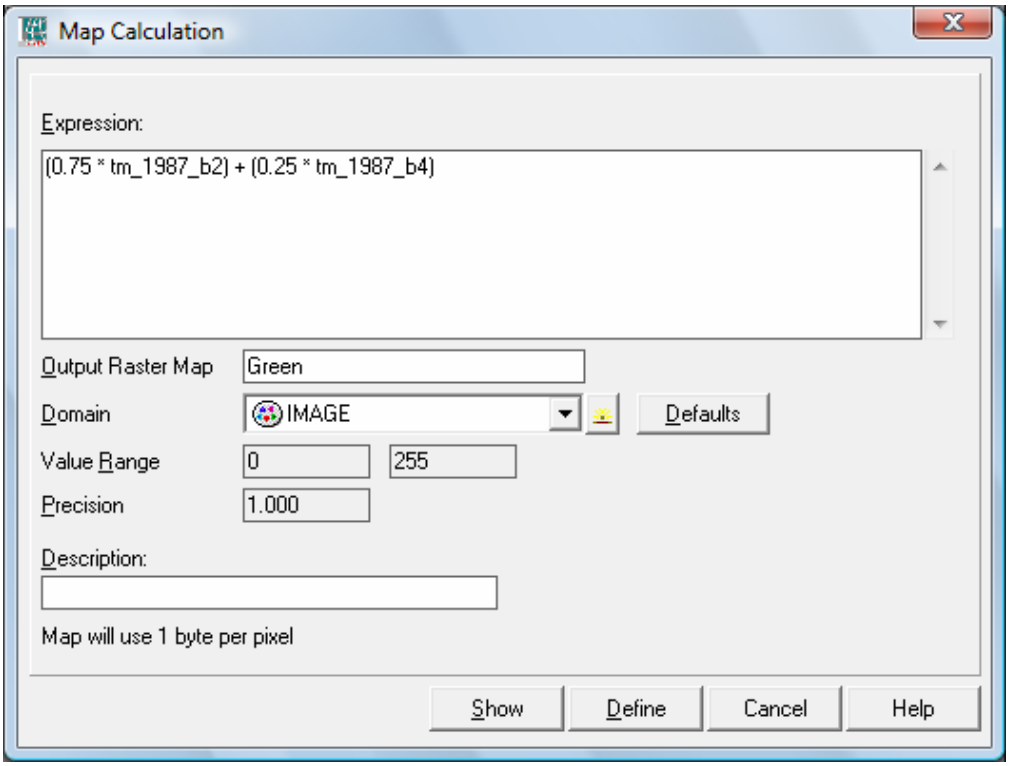


٤) لإعداد الصورة التي ستوضع في قناة اللون الأخضر يكتب في حقل Expression: من نافذة (مربع حوار) Map Calculation الصيغة الرياضية التالية:

(0.75 * Name_of_Green_band) + (0.25 * Name_of_NIR_band)

٥) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم الصورة الجديدة التي ستوضع في قناة اللون الأخضر.

٦) وفي طرف حقل Domain من هذه النافذة يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار IMAGE.



٧) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

٨) بالضغط على أمر OK سيتم عرض الصورة الجديدة.

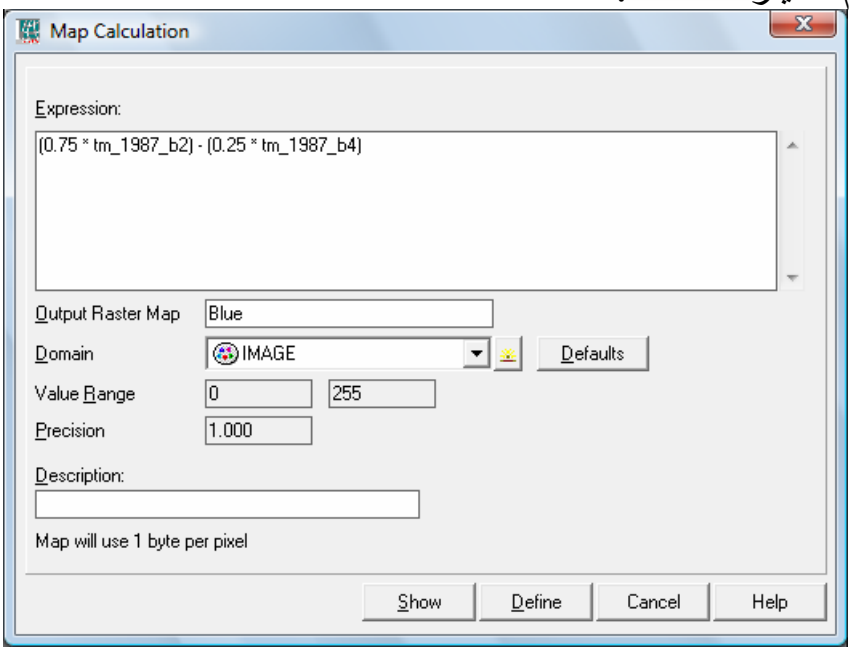
٩) تغلق نافذة عرض الصورة الجديدة.

١٠) تفتح نافذة (مربع حوار) Map Calculation مرة أخرى وذلك لإعداد الصورة التي ستوضع في قناة اللون الأزرق وفي حقل Expression: من هذه النافذة تكتب الصيغة الرياضية التالية:

(0.75 * Name_of_Green_band) - (0.25 * Name_of_NIR_band)

١١) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم الصورة الجديدة التي ستوضع في قناة اللون الأزرق.

١٢) وفي طرف حقل Domain من هذه النافذة يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار IMAGE.



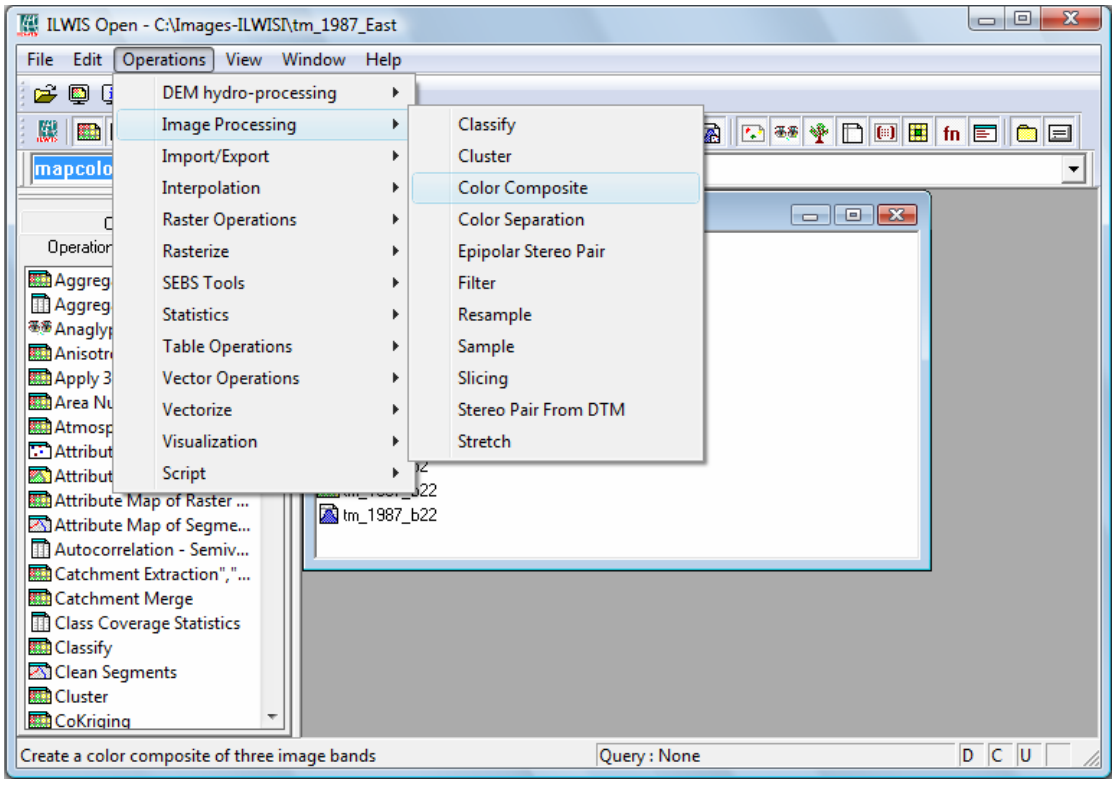
١٣) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

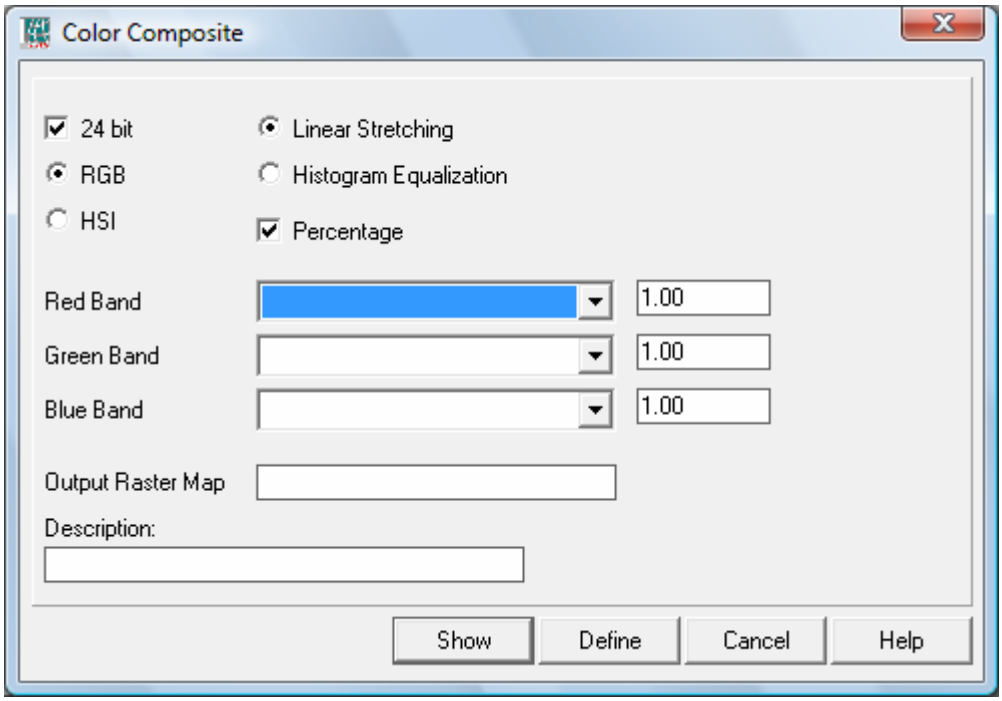
١٤) بالضغط على أمر OK سيتم عرض الصورة الجديدة التي ستوضع في قناة اللون الأزرق بالحاسب الآلي.

١٥) تغلق نافذة عرض الصورة الجديدة.

١٦) بعد إعداد الصورتين الجديدتين يتم اختيار أمر Operations من الواجهة الرئيسية للبرنامج وبذلك ستظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Image

Processing لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Color Composite وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Color Composite.



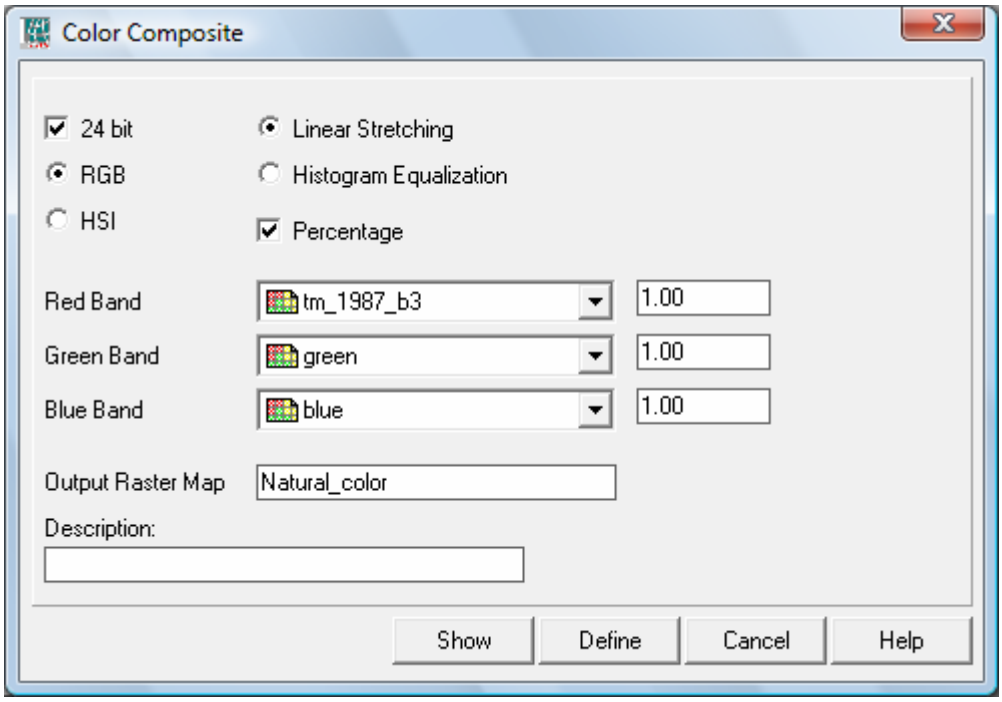


١٧) في نافذة Color Composite يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Red Band لتظهر ملفات الصورة ومنها يتم اختيار ملف صورة نطاق الأشعة الحمراء.

١٨) وفيها أيضا يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Green Band لتظهر ملفات الصورة ومنها يتم اختيار ملف الصورة الجديدة التي أعدت لتوضع في قناة اللون الأخضر.

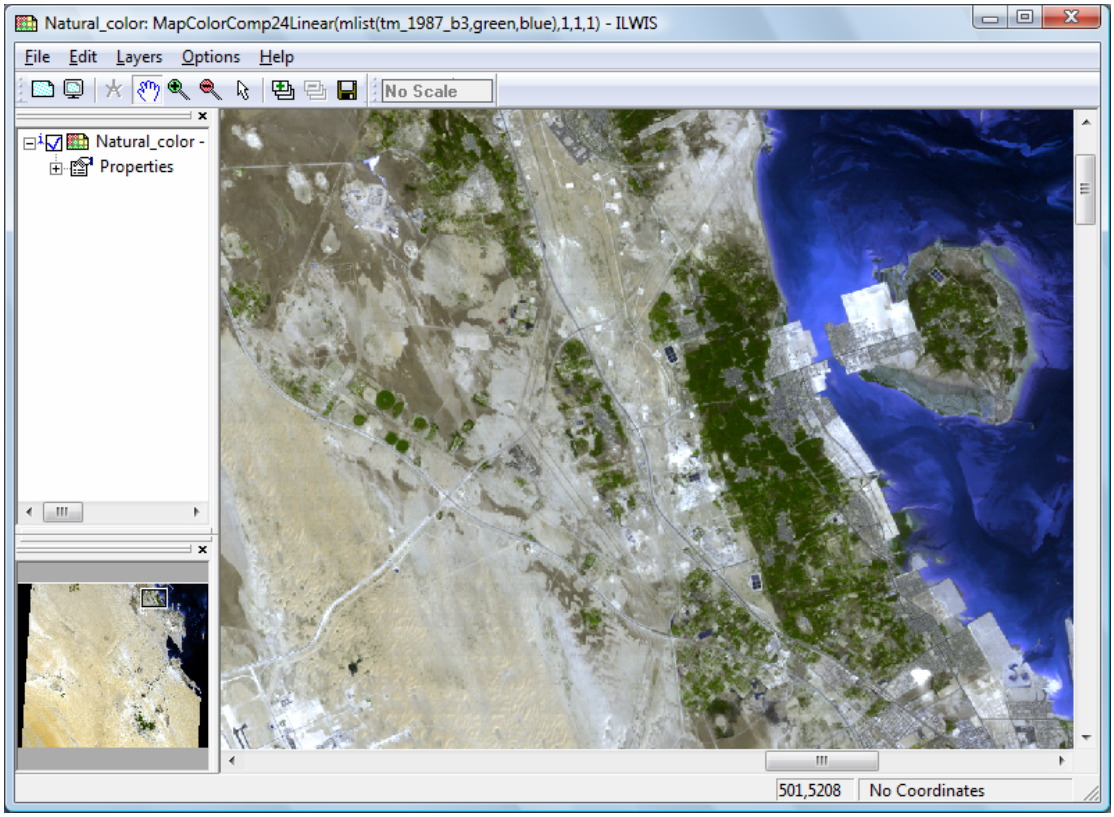
١٩) وفي هذه النافذة أيضا يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Blue Band لتظهر ملفات الصورة ومنها يتم اختيار ملف الصورة الجديدة التي أعدت لتوضع في قناة اللون الأزرق.

٢٠) وفي نافذة Color Composite أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة مركب الألوان الحقيقية.



٢١) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

٢٢) بالضغط على أمر OK سيتم عرض صورة مركب الألوان الحقيقية.



مركب الألوان الخاطئة (الزائفة):

عندما تُطبق طريقة مركب الألوان على ثلاث صور إحداها أو جميعها ليست من صور نطاقات الأشعة المرئية فإن الألوان في الصورة المنتجة تكون ألوان غير حقيقية (خاطئة – زائفة – كاذبة false). ويمكن إنتاج العديد من صور مركب الألوان الخاطئة باستخدام صور ثلاثة نطاقات أو صور ثلاثة مركبات رئيسية أو صور ثلاث نسب أو غيرها. فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على ٢٤ صورة مركب ألوان للنطاقات الأربعة في الماسح متعدد الأطياف MSS وعلى ١٢٠ صورة مركب ألوان لنطاقات الأشعة المنعكسة الستة في الماسح الموضوعي TM وذلك وفقا للمعادلة التالية Bhatta (2008, p326):

عدد صور مركب الألوان الممكنة في الصور متعددة الأطياف =

(العدد الكلي للنطاقات)! ÷ (العدد الكلي للنطاقات -٣)!

عدد صور مركب الألوان الممكنة للماسح متعدد الأطياف MSS =

(٤)! ÷ (٤-٣)! = ٤! ÷ ١! = (١×٢×٣×٤) ÷ ١ = ٢٤ صورة

عدد صور مركب الألوان الممكنة لنطاقات الماسح الموضوعي TM المنعكسة =

(٦)! ÷ (٦-٣)! = ٦! ÷ ٣! = (١×٢×٣×٤×٥×٦) ÷ (١×٢×٣) = ١٢٠ صورة

ولاختيار أفضل صورة مركب ألوان في الصور متعددة النطاقات قدم شافيز Chavez et al. (1982) طريقة معامل المؤشر الأفضل Optimum Index Factor (OIF) التالية:

معامل المؤشر الأفضل OIF = مجـ نحر (ن) ÷ مجـ |م ب (ن)|

حيث أن:

مجـ نحر (ن) = مجموع القيم الثلاث للانحراف المعياري في النطاقات (ن) المستخدمة في إعداد صورة مركب الألوان.

مجـ |م ب (ن)| = مجموع القيم الثلاث لمعامل الارتباط بين النطاقات (ن) المستخدمة في إعداد صورة مركب الألوان.

ولقد أشار الجعيدي وآخرون (Al-Juaidi, et al,, 2003) إلى أن طريقة معامل المؤشر الأفضل OIF تستخدم كثيرا في الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية لترتيب صور مركب الألوان التي تحتوي على أكبر قدر من المعلومات، ووفقا لهذه الطريقة ستكون الرتبة الأولى هي صورة مركب الألوان للنطاقات التي تعطي أعلى قيمة لمعامل المؤشر الأفضل OIF، لأن معامل المؤشر الأفضل OIF مبني على التحليل الإحصائي للتباين between-band variances وللعلاقات correlations بين بيانات نطاقات الصورة، ويستدل على التباين variances بقيم الانحراف المعياري لنطاقات الصورة، بينما تدل قيم معامل الارتباط بين نطاقات الصورة على الوفرة في البيانات data redundancy. وعليه فإن أعلى قيمة لمعامل المؤشر الأفضل OIF سيتم الحصول عليها من النطاقات الثلاثة التي يكون التباين الكلي total variance فيها عالي وتكون معاملات الارتباط بينها منخفضة (Al-Mokredi and Guangdao, 2007). فعلى سبيل المثال الجدول التالي يبين العلاقات بين نطاقات الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ التي تغطي منطقة في الصين والانحراف المعياري لنطاقاته، وباستخدام هذه البيانات لحساب معامل المؤشر الأفضل OIF يتبين أن أعلى قيمة له هي ٣٣,٢٤٩ (٦٥,٦٦٧÷١,٩٧٥) في صورة مركب الألوان للنطاقات٧٥٤ والتي تمثل الرتبة الأولى.

رقم النطاق	مصفوفة معامل الارتباط بين نطاقات الأشعة المنعكسة في صورة الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+						الانحراف المعياري
	ETM+1	ETM+2	ETM+3	ETM+4	ETM+5	ETM+7	
ETM+1	١,٠٠						٨,٥٥٥
ETM+2	٠,٩٥٤	١,٠٠٠					١٠,٤٧٧
ETM+3	٠,٨٧٣	٠,٩٤٦	١,٠٠٠				١٧,٩٢٥
ETM+4	٠,٣٧٤	٠,٥٠٩	٠,٤٤٢	١,٠٠٠			١٢,٧٠٩
ETM+5	٠,٦٢٣	٠,٧٤٦	٠,٨٣٨	٠,٥٦٤	١,٠٠٠		٢٨,٢٤٤
ETM+7	٠,٦٦٤	٠,٧٧٧	٠,٨٨٢	٠,٤٣٨	٠,٩٧٣	١,٠٠٠	٢٤,٧١٤

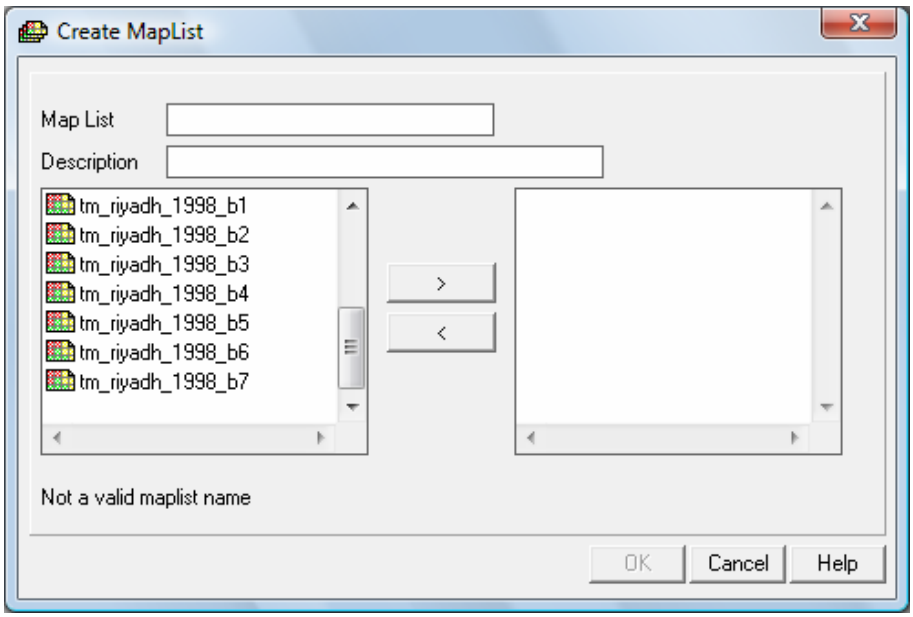
المصدر: Al-Mokredi, M. And Guangdau, H., (2007).

وتجب الإشارة إلى أن برنامج الويس ILWIS يحسب آليا معامل المؤشر الأفضل OIF للصور متعددة النطاقات وفقا للخطوات التالية:

١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد حساب معامل المؤشر الأفضل OIF لنطاقاتها، ويجب أن تكون ملفات الصورة متعددة النطاقات مجموعة بنظام Map List، وبهذا النظام سيظهر أسم ملف الصور المجموعة بنظام Map List وبجانبه علامة (رمز) .

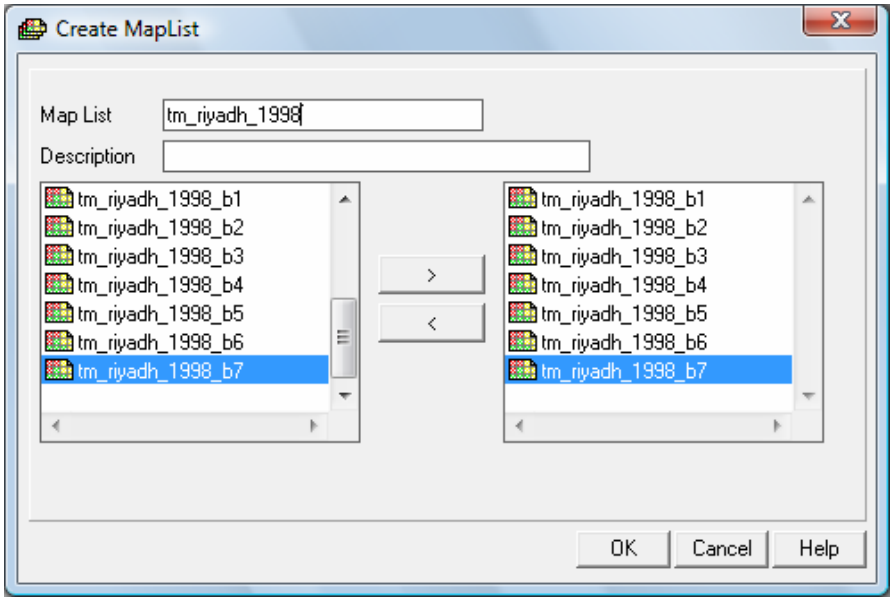
٢) لإنشاء Map List لملفات الصورة متعددة النطاقات يتم اختيار أمر New Map List من قائمة Operation-List في الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS.

٣) فبضغطتين متتابعتين على أمر New Map List تظهر نافذة (مربع حوار) Create MapList وستظهر في جزئها الأيسر ملفات الصورة وبجنبها علامة (رمز) الصورة .



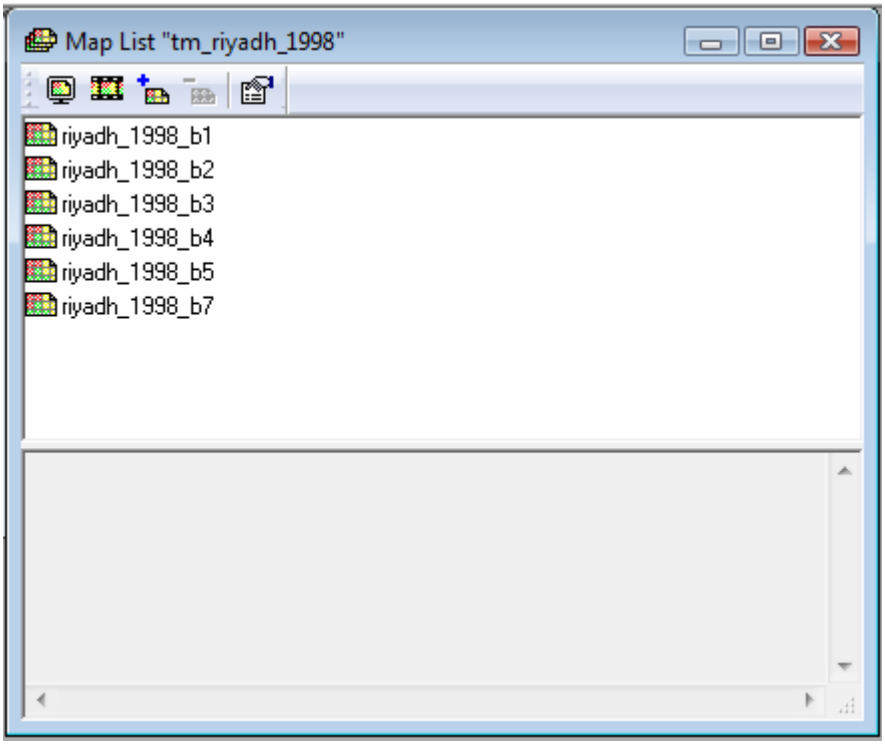
٤) في حقل Map List من نافذة (مربع حوار) Create MapList يكتب اسم قائمة ملفات الصورة.

٥) وتحدد أيضا في نافذة (مربع حوار) Create MapList ملفات الصورة لتنقل إلى الجزء الفارغ الأيمن في النافذة وذلك بالضغط على زر (ايكونة) الإضافة >.



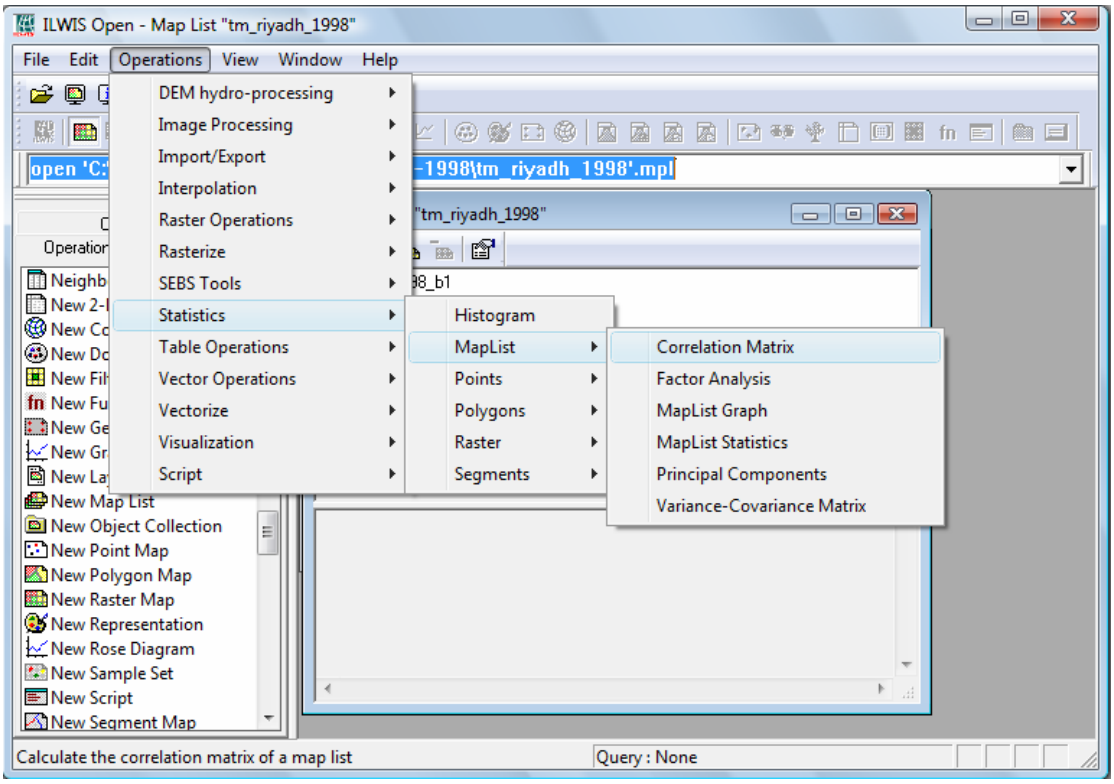
٦) بعد ذلك يضغط على OK لتتم العملية وسيظهر اسم قائمة الملفات مع الملفات الأخرى في المجلد.

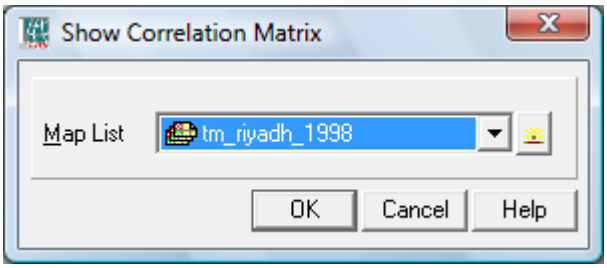
٧) بعد إنشاء قائمة ملفات الصورة Map List يمكن فتح القائمة بضغطتين متتابعتين وستظهر ملفات نطاقات الصورة متعددة الأطياف، ويلاحظ أن النافذة لا تتضمن أي حسابات لمعامل المؤشر الأفضل OIF.



٨) ظهور معلومات عن معامل المؤشر الأفضل OIF في نافذة Map List "tm_riyadh_1998" يتطلب أولا تطبيق أمر Correlation Matrix... أو أمر Variance-Covariance Matrix... على قائمة ملفات الصورة Map List.

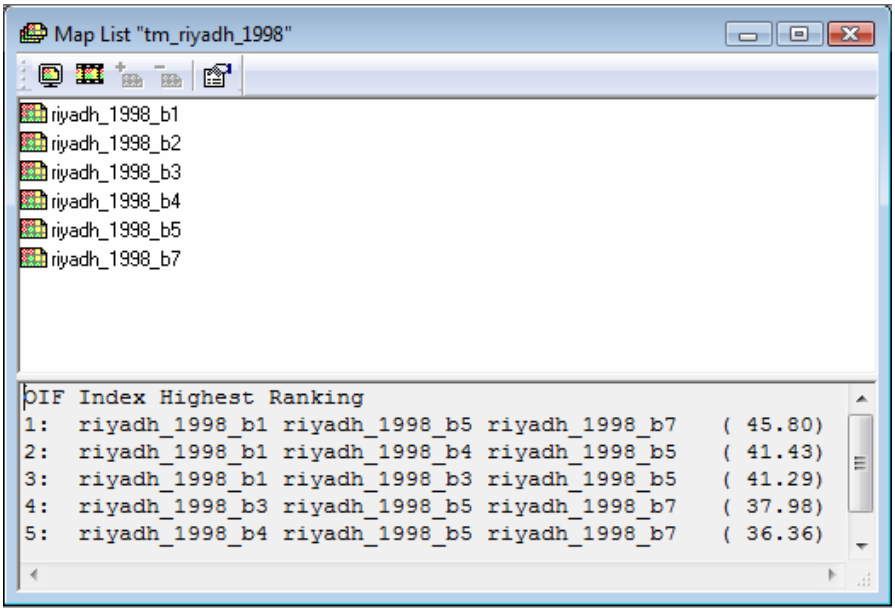
٩) لتطبيق أمر Correlation Matrix... على قائمة ملفات الصورة Map List يضغط على أمر Operations في الواجهة الرئيسية للبرنامج وستظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Statistics لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر MapList وستظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Correlation Matrix بالضغط عليه وستظهر نافذة (مربع حوار) Show Correlation Matrix.





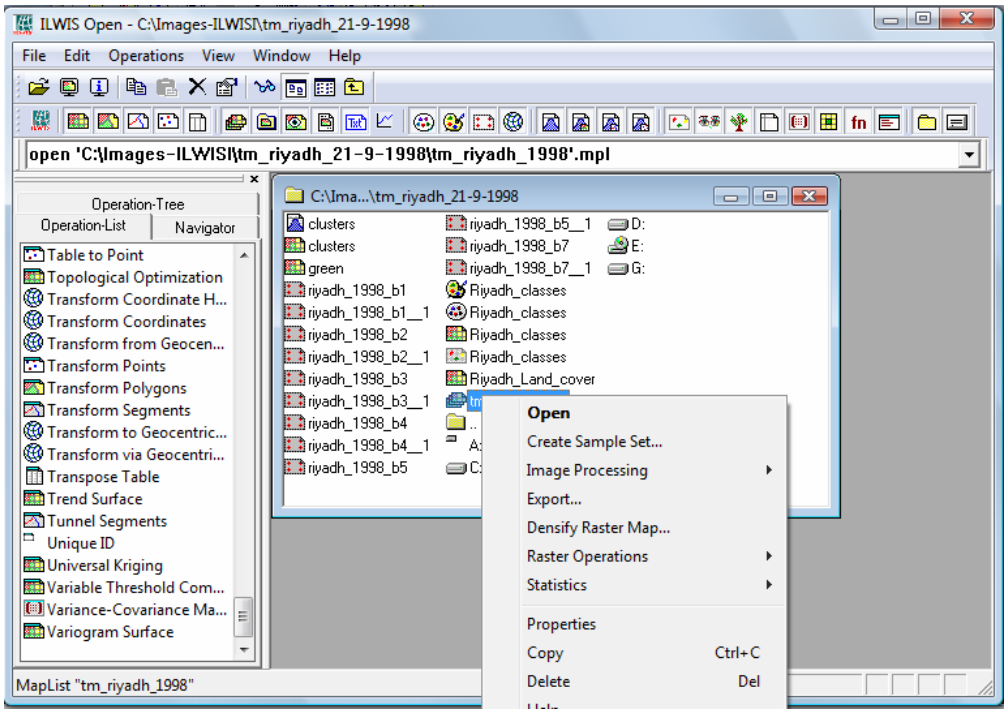
١٠) في نافذة Show Correlation Matrix يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Map List لإختيار قائمة ملفات الصورة Map List وبعد ذلك يضغط على أمر OK.

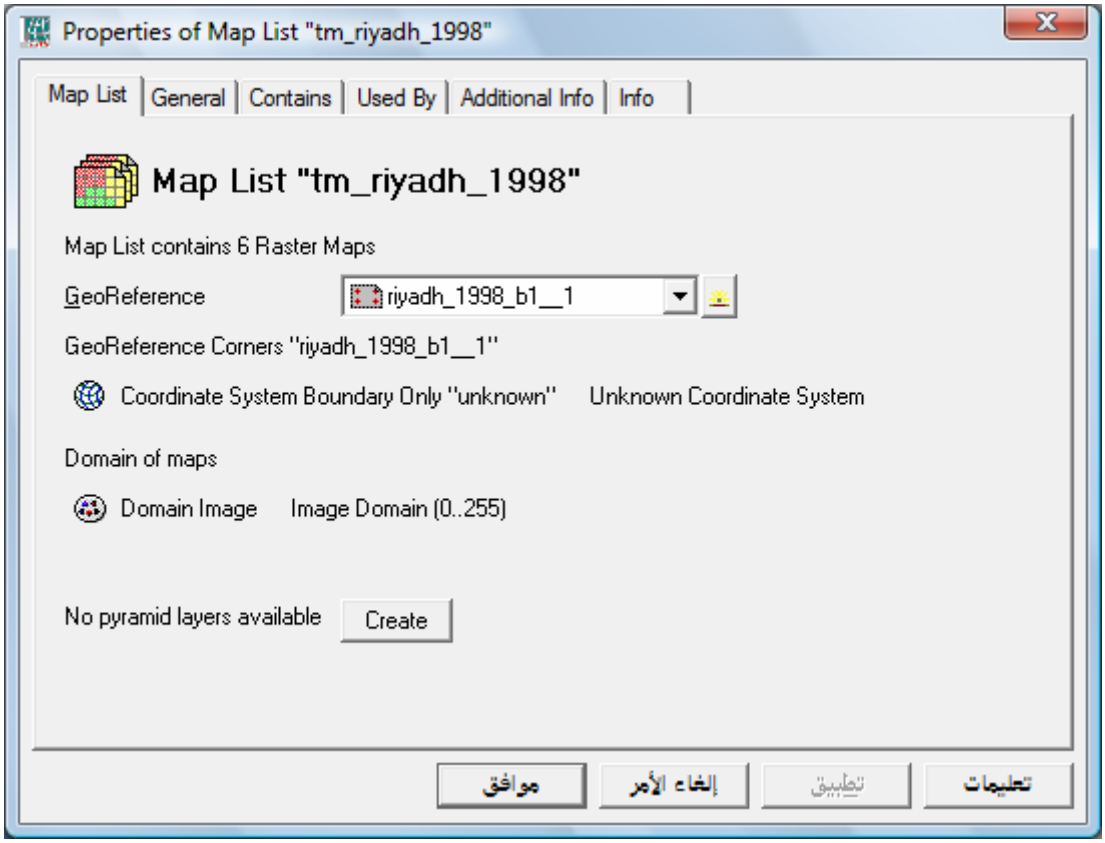
١١) بفتح قائمة ملفات الصورة Map List سيظهر ترتيب معامل المؤشر الأفضل OIF في أسفل النافذة.

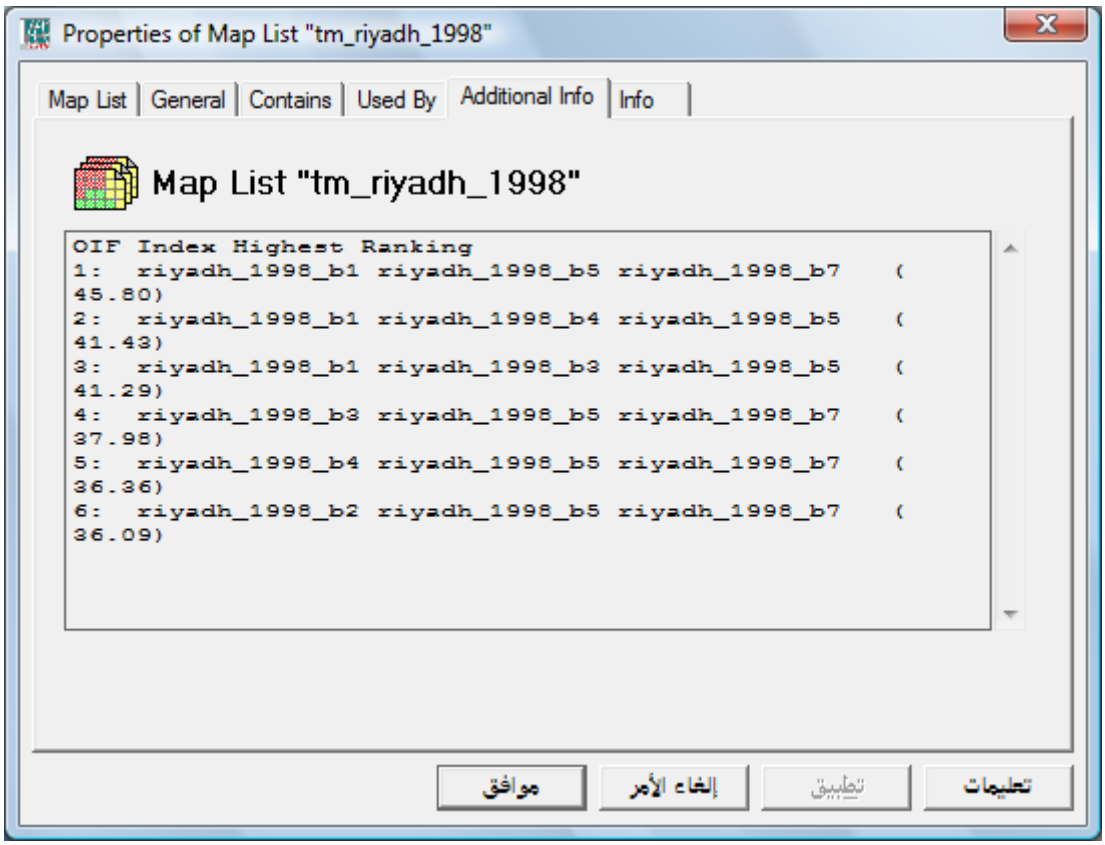


١٢) كما أنه يمكن رؤية ترتيب معامل المؤشر الأفضل OIF في نافذة Properties of Map List "tm_riyadh_1998" وذلك بوضع المؤشر على قائمة ملفات الصورة Map List في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS ومن ثم يضغط على الزر الأيمن في الفارة لتظهر خيارات يختار منها أمر properties وستظهر نافذة Properties of Map List "tm_riyadh_1998".

١٣) بالضغط على أمر Additional Info في نافذة Properties of Map List "tm_riyadh_1998" سيظهر ترتيب معامل المؤشر الأفضل OIF فيها.




Properties of Map List "tm_riyadh_1998"
Map List
General
Contains
Used By
Additional Info
Info
Map List "tm_riyadh_1998"
Map List contains 6 Raster Maps
GeoReference
riyadh_1998_b1__1
GeoReference Corners "riyadh_1998_b1__1"
Coordinate System Boundary Only "unknown"
Unknown Coordinate System
Domain of maps
Domain Image
Image Domain (0..255)
No pyramid layers available
Create
موافق
إلغاء الأمر
تطبيق
تعليمات


Properties of Map List "tm_riyadh_1998"
Map List
General
Contains
Used By
Additional Info
Info
Map List "tm_riyadh_1998"
OIF Index Highest Ranking
1: riyadh_1998_b1 riyadh_1998_b5 riyadh_1998_b7 (
45.80)
2: riyadh_1998_b1 riyadh_1998_b4 riyadh_1998_b5 (
41.43)
3: riyadh_1998_b1 riyadh_1998_b3 riyadh_1998_b5 (
41.29)
4: riyadh_1998_b3 riyadh_1998_b5 riyadh_1998_b7 (
37.98)
5: riyadh_1998_b4 riyadh_1998_b5 riyadh_1998_b7 (
36.36)
6: riyadh_1998_b2 riyadh_1998_b5 riyadh_1998_b7 (
36.09)
موافق
إلغاء الأمر
تطبيق
تعليمات

الألوان بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون intensity-hue-saturation (IHS)**:**

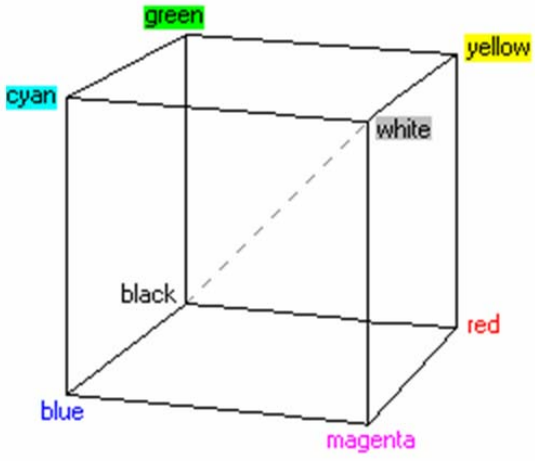
لا يقتصر إعداد الصور الملونة من الصور متعددة النطاقات على طريقة نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB)، بل يمكن إعداد صورة ملونة باستخدام نظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS. وتجب الإشارة إلى أن اسم هذا النظام يكتب أحيانا بصيغة مختلفة قليلا هي تدرج وتشبع وشدة اللون hue-saturation-intensity (HSI). ويستخدم لتطبيق هذه الطريقة ثلاثة نطاقات من نطاقات الصور متعددة الأطياف. وعند تطبيق هذه الطريقة فإن أي خليه pixel في حيز نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) تحول إلى ما يقابلها في نظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS وذلك لإجراء عملية التحسين ومن ثم يعاد تحويلها إلى نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) لعرضها بالألوان. ومن أهم مزايا هذه الطريقة إمكانية تطبيقها باستخدام نطاقات لها وضوح مكاني مختلف ولكن يجب أن تكون النطاقات متطابقة (مسجلة registered) أو مصححة هندسيا. والحقيقة التي يجب إدراكها ومعرفتها هي أنه ليس بالضرورة أن يكون تحسين الألوان بهذه الطريقة دائما أفضل من مركب الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) (Gibson, et al., 2000). ويتكون نموذج الألوان المصمم وفقا لهذا النظام من مخروط سداسي hexcone يحتوي على ثلاثة عناصر (Lillesand, et al., 2004; Mather,3rd ed, 2004) كما في الشكل التالي. وهذه العناصر هي شدة اللون (شدة الإضاءة) intensity وتدرج الألوان hue وتشبع اللون saturation.

أ) **شدة اللون (شدة الإضاءة) intensity**، والتي تتعلق بالسطوع الكلي total brightness للون وتحددها درجة المقياس الرمادي (يتكون المقياس الرمادي غالبا من درجات تمتد بين اللون الأسود عند صفر واللون الأبيض عند ٢٥٥) على محور المخروط المركزي. حيث تكون أقل شدة لونية عند رأس المخروط الذي يمثل درجة اللون الأسود. وتزداد الشدة اللونية على طول محور المخروط بالابتعاد عن رأس المخروط حتى تصل آخر درجة فيه عند قاعدة المخروط والتي تمثل درجة اللون الأبيض.

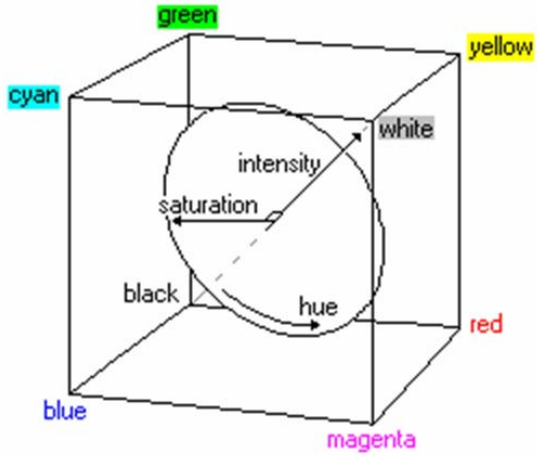
ب) **تدرج الألوان hue**، ويقصد به الضوء السائد الذي يكوِّن اللون المدرك (الذي تبصره العين). ويعبر عن تدرج الألوان في هذا النموذج بالدرجات حيث تقسم الألوان فيه إلى ٣٦٠ درجة تبدأ من صفر وتزداد عكس عقارب الساعة، ويكون اللون الأحمر عند صفر، واللون الأخضر عند ١٢٠ درجة، واللون الأزرق عند ٢٤٠ درجة.

ت) **تشبع اللون saturation**، وهذا العنصر يعبر عن صفاء اللون. وتعتمد درجة تشبع اللون على كمية الضوء (اللون) الأبيض الممزوجة والمختلطة مع اللون الأساسي. إذ يكون اللون صافي وبدرجة تشبع عالية (مثل اللون القرمزي crimson) عندما لا يختلط باللون الأبيض، ويكون اللون أقل تشبعا عندما تضاف إليه كمية كبيرة من اللون الأبيض مثل اللون الوردي pink. وتزداد درجة التشبع للألوان بالابتعاد عن محور المخروط المركزي نحو جوانبه،

حيث تكون الألوان قليلة التشبع في وسط المخروط والألوان عالية التشبع في أطرافه.



نموذج مكعب الألوان



نموذج مكعب الألوان مع نموذج مخروط الشدة والتدرج والتشبع

تحسين الألوان في النطاقات عالية الارتباط (نشر البيانات بتقليل الارتباط):

إن طريقة نشر البيانات بتقليل الارتباط decorrelation stretching مبنية على عمليات تحليل المركبات الرئيسية PCA للصور متعددة الأطياف. ففي هذه الطريقة تستخدم المركبات الرئيسية في عملية التحويل، ثم يطبق نموذج قاوس لنشر البيانات Gaussian stretch على محاور axes المركبات الرئيسة كل على حدة، الأمر الذي يبرز البيانات الأقل ارتباطا في نطاقات الصورة متعددة الأطياف. وبعد إكمال العمليات في هذه الطريقة الإحصائية يعاد تحويل البيانات إلى نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) ليتم عرضها بالألوان.

يؤدي تطبيق هذه الطريقة إلى تحسين الألوان في الصور متعددة الأطياف التي تكون العلاقة قوية جدا بين بيانات نطاقاتها. فلا شك أن الارتباط correlation يكون عاليا بين بيانات بعض نطاقات الصور متعددة الأطياف مثل نطاقات الأشعة المرئية في صورة الماسح الموضوعي TM. وعليه فإن تطبيق طرق نشر البيانات لزيادة التباين contrast stretching التقليدية على مثل هذه الصور يؤدي إلى تحسين شدة اللون intensity ولكنه لا يحسن تشبع اللون saturation، وبذلك تكون الألوان في الصورة فاتحة pastel hues. وللتغلب على هذه المشكلة فإن تحسين الألوان في الصور عالية الارتباط يتطلب العمل على تضخيم تشبع اللون من خلال طريقة نشر البيانات بتقليل الارتباط decorrelation stretching التي تؤدي بدورها إلى تضخيم البيانات الأقل ارتباطا في نطاقات الصورة (Lillesand, et al., 2004).

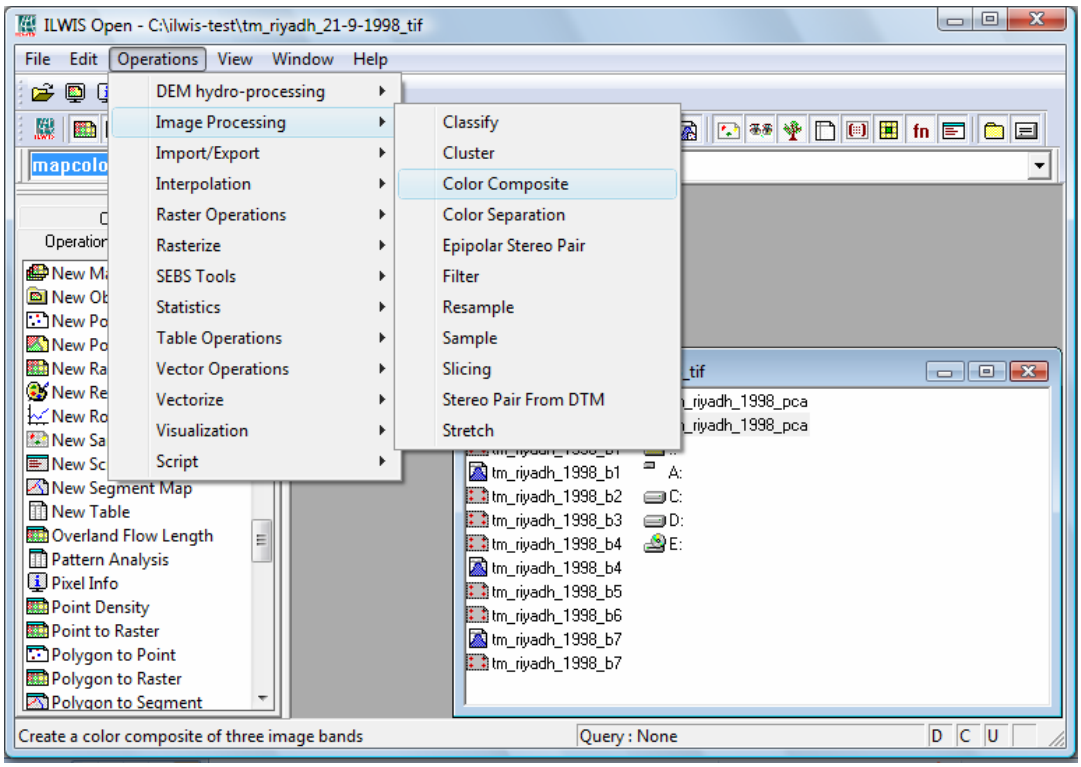
يتم إعداد صورة مركب الألوان الخاطئة (الزائفة false) باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وفقا للخطوات التالية:

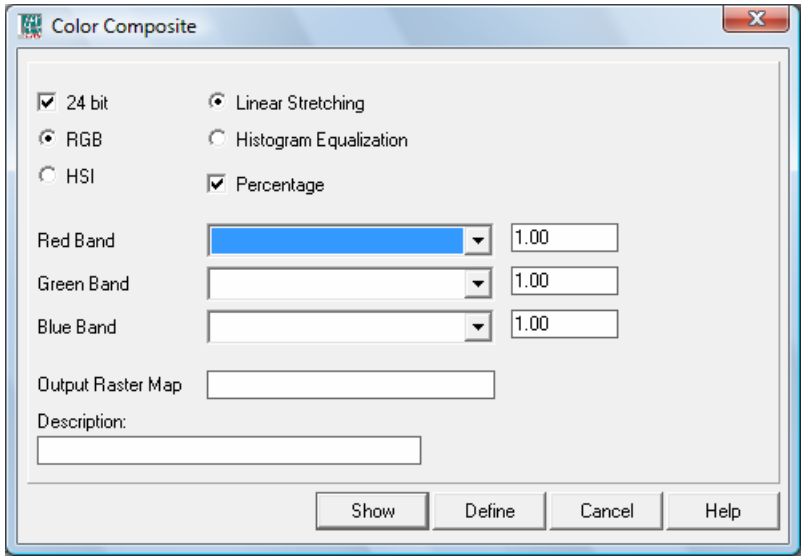
١) يمكن إعداد صورة ملونة باستخدام ثلاثة نطاقات من الصور متعددة الأطياف أو باستخدام ثلاث صور من صور نسب النطاقات أو باستخدام ثلاث صور من صور المركبات الرئيسية PCA.

٢) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد إعداد صورة مركب ألوان منها، وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٣) عند الرغبة في إعداد صورة مركب ألوان وحفظها تلقائيا في ملف خاص بها تتبع الخطوات التالية:

أ) في النافذة الرئيسية للعمليات من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS ينشط أمر Operation ومن قائمة الأوامر يتم اختيار أمر Image Processing ومن الأوامر الفرعية يضغط على أمر Color Composite وستظهر نافذته (مربع حوار) .





ب)في نافذة Color Composite يلاحظ أن خيار نظام الألوان التلقائي هو RGB وأن الخيار التلقائي لنشر البيانات هو Linear Stretching، ولكن يمكن تغيير نظام الألوان إلى HSI ويمكن أيضا تغيير أسلوب نشر بيانات الصورة إلى Histogram Equalization.

ت)في هذه النافذة يضغط على المثلث المقلوب في طرف كل حقل من حقول الألوان الثلاثة ليربط به صورة نطاق من نطاقات الصور متعددة الأطياف أو غيرها.

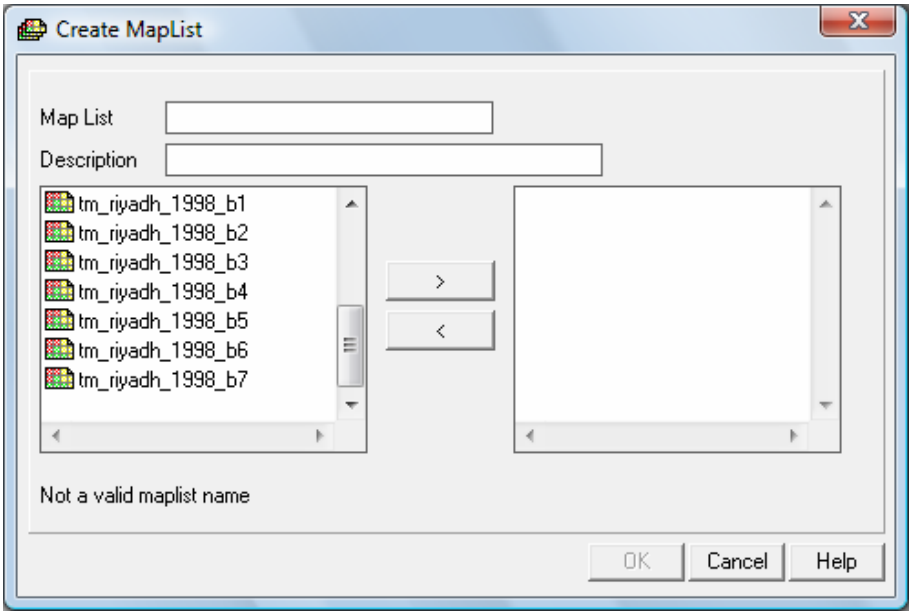
ث)وفي هذه النافذة أيضا يكتب اسم لملف صورة مركب الألوان في حقل Output Raster Map، ثم يضغط على أمر (زر) Show في أسفل النافذة لتتم عمليه إعداد وتخزين صورة مركب الألوان لثلاث نطاقات أو لثلاث نسب أو لثلاثة مركبات رئيسية أو غيرها.

٤) عند الرغبة في إعداد صورة مركب ألوان وعرضها فقط على الشاشة تتبع الخطوات التالية:

أ) يجب أن تكون ملفات الصور المراد استخدامها لإعداد صورة مركب ألوان مجموعة بنظام Map List، وعليه عند فتح مجلد ملفات الصور في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS سيظهر أسم ملف الصور المجموعة بنظام Map List وبجانبه علامة (رمز).

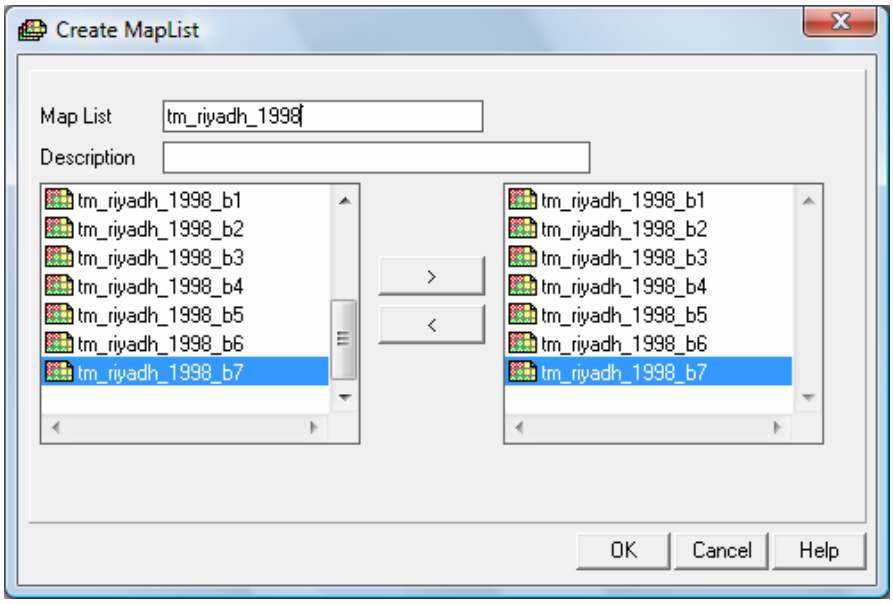
ب)لإنشاء Map List لملفات الصورة متعددة النطاقات يتم اختيار أمر New Map List من قائمة Operation-List في الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS.

ت)فبضغطتين متتابعتين على أمر New Map List تظهر نافذة (مربع حوار) Create MapList وستظهر في جزئها الأيسر ملفات الصورة وبجنبها علامة (رمز) الصورة.



ث)في حقل Map List من نافذة (مربع حوار) Create MapList يكتب اسم قائمة ملفات الصورة.

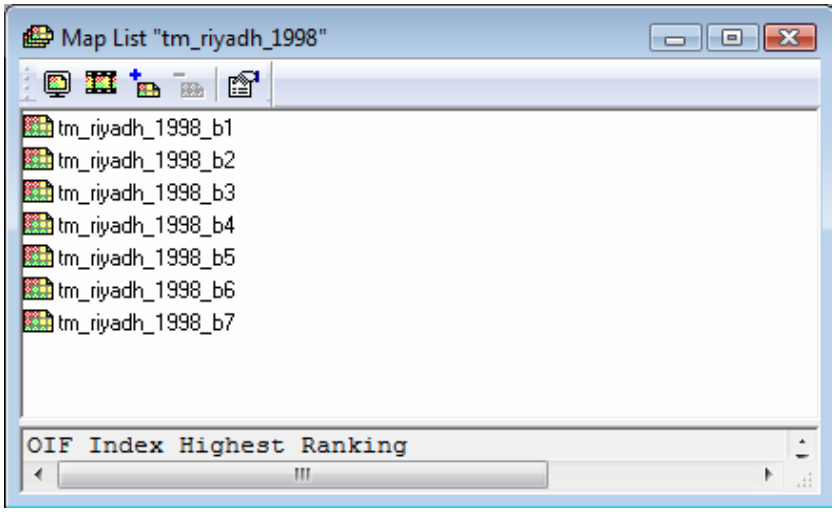
ج) وتحدد أيضا في نافذة (مربع حوار) Create MapList ملفات الصورة لتنقل إلى الجزء الفارغ الأيمن في النافذة وذلك بالضغط على زر (ايكونة) الإضافة > .



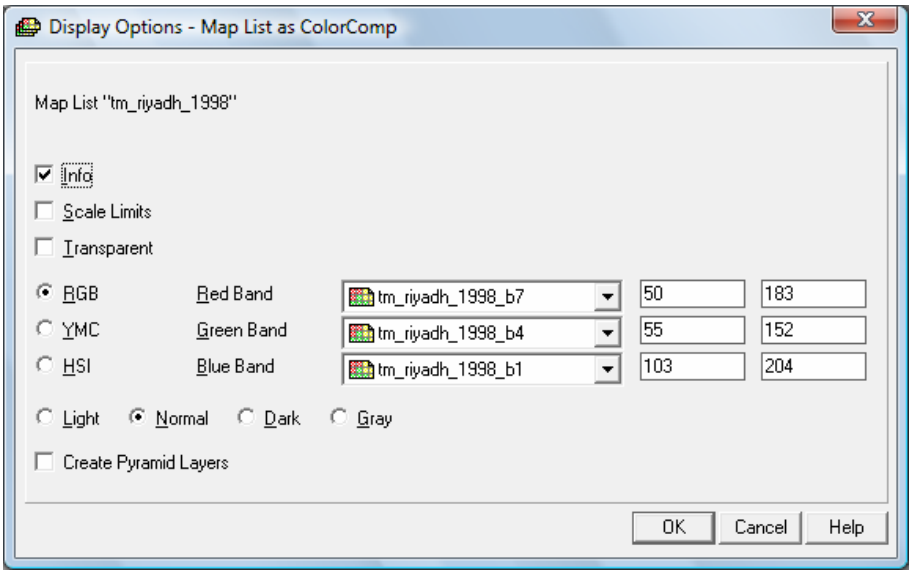
ح) بعد ذلك يضغط على OK لتتم العملية وسيظهر اسم قائمة الملفات مع الملفات الأخرى في المجلد.

خ) بعد إنشاء قائمة ملفات الصورة Map List يمكن إعداد وعرض صور مركب الألوان.

د) لإعداد وعرض صور مركبات الألوان يضغط على ملف القائمة ضغطتين متتابعتين في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS لتظهر نافذة قائمة ملفات الصور Map List "tm_riyadh_1998".



ذ) في نافذة قائمة ملفات الصور Map List "tm_riyadh_1998" يضغط على أمر (رمز / أيكونة) وستظهر نافذة خيارات العرض الملون Display Options - Map List as ColorComp.



ر) يلاحظ في هذه النافذة أن الخيار التلقائي لنظام الألوان هو RGB ويلاحظ أيضا أن صورة نطاق١ وضعت تلقائيا في قناة اللون الأزرق وصورة نطاق٤ وضعت تلقائيا في قناة اللون الأخضر وصورة نطاق٧ وضعت تلقائيا في قناة اللون الأحمر.

ز) وتجب الإشارة إلى أنه يمكن تغيير صور النطاقات في قنوات الأوان الثلاث ويمكن أيضا عرض مركب الألوان بنظام YMC للألوان أو بنظام HSI للألوان.

س) وبعد تحديد صور النطاقات في قنوات الألوان الثلاث واختيار نظام الألوان يضغط على أمر OK ليتم عرض صورة مركب الألوان للنطاقات المحددة، مع ملاحظة أنه يمكن تخزينها بنظام صورة للرؤية Map View.

الترشيح المكاني للصور

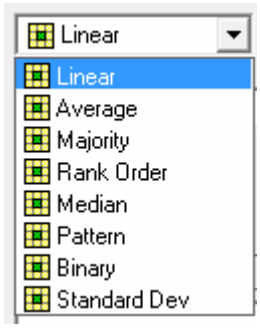
الترشيح المكاني Spatial Filtering عبارة عن عملية تغيير للقيم الرقمية في الصورة وفقا لمعادلات رياضية بسيطة (مرشحات) وذلك بهدف تحسين ظواهر معينة فيها. وتصمم المرشحات لإبراز highlight أو كبت suppress ظواهر معينة وفقا لترددها المكاني spatial frequency . ويرتبط التردد المكاني بنمط وطريقة تغير القيم الرقمية في الصورة. ففي الواقع، تختلف القيم الرقمية في الصورة باختلاف الظواهر فيها. ويتضح هذا الاختلاف بالنظر إلى بيانات الصورة أو برسم منحنى القيم الرقمية لأحد الصفوف فيها. وحيث أن درجة التغير في القيم الرقمية من منطقة إلى أخرى في الصورة الرقمية قد تكون كبيرة أو صغيرة، لذا فان الانحدارات في المنحنى قد تكون شديدة أو خفيفة. فإذا كان الفارق بين القيم المتجاورة كبيرا فان المنحنى يكون شديد الانحدار والعكس صحيح. وتكون المناطق شديدة الانحدار دائما صغيرة وذات تردد مكاني عال high spatial frequency، وذلك مثل الحدود بين الحقول الزراعية المختلفة، بينما المناطق خفيفة الانحدار تكون كبيرة وذات تردد مكاني منخفض low spatial frequency، وذلك مثل المناطق التي يحدث فيها تغير تدريجي للغطاء النباتي الطبيعي بسبب الارتفاع. وبمعنى آخر يحدث التردد المكاني العالي إذا كانت درجة التغير في القيم الرقمية كبيرة، ويحدث التردد المكاني المنخفض إذا كان التغير تدريجيا. واستخدام مرشح التردد العالي High-pass Filter يمكن من زيادة التباين بين الظواهر الصغيرة في الصورة الرقمية والظواهر المحيطة بها. ويميز بين صنفين من مرشحات التردد العالي هما مرشحات gradient (directional) filters ويوجد منها في برنامج الويس ILWIS مرشح D2FDX2 ومرشح D2FDXDY ومرشح D2FDY2 ومرشح DFDDN ومرشح DFDUP ومرشح DFDX ومرشح DFDY، أما الصنف الثاني من مرشحات التردد العالي هو Laplacian (non- directional) filters مثل مرشح LAPLACE وجميع المرشحات السابقة من نوع المرشحات الخطية Linear.

من ناحية أخرى يستخدم مرشح التردد المنخفض Low-pass Filter (Smoothing Filter) لتحسين الظواهر الكبيرة في الصورة الرقمية مثل مرشح AVG3X3 في برنامج الويس ILWIS. وتجدر الإشارة إلى أن تطبيق مرشح التردد العالي يحسن التفاصيل المكانية في الصورة وذلك بتضخيم التباين المحلي، الأمر الذي يجعله يظهر بشكل جيد الظواهر الخطية أو الحواف edges، ولكن هذا المرشح لا يحفظ معلومات السطوع في مناطق التردد المكاني المنخفض. ولقد قدمت طريقة مرشح تحسين الحواف EDGESENH (Edge Enhancement Filter = original – laplace) للجمع بين تحسين التفاصيل المكانية مع المحافظة على معلومات السطوع في مناطق التردد المكاني المنخفض (Drury, 1993; Gibson, et al, 2000; Lillesand,et. al., 2004). وفي ما

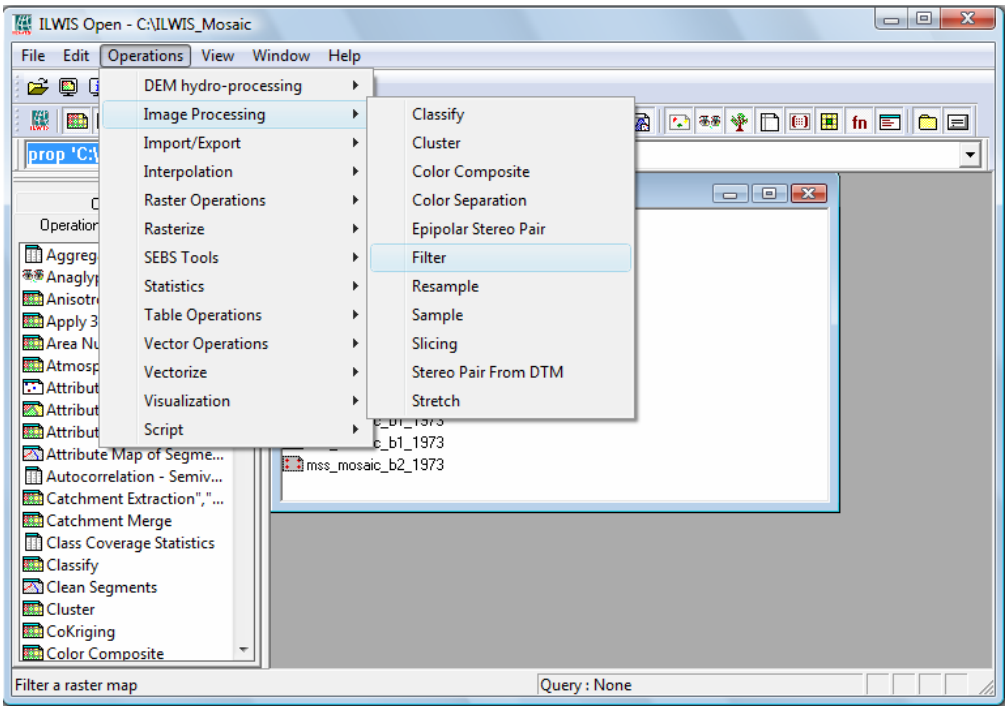
يلي خطوات تطبيق طرق الترشيح المكاني باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

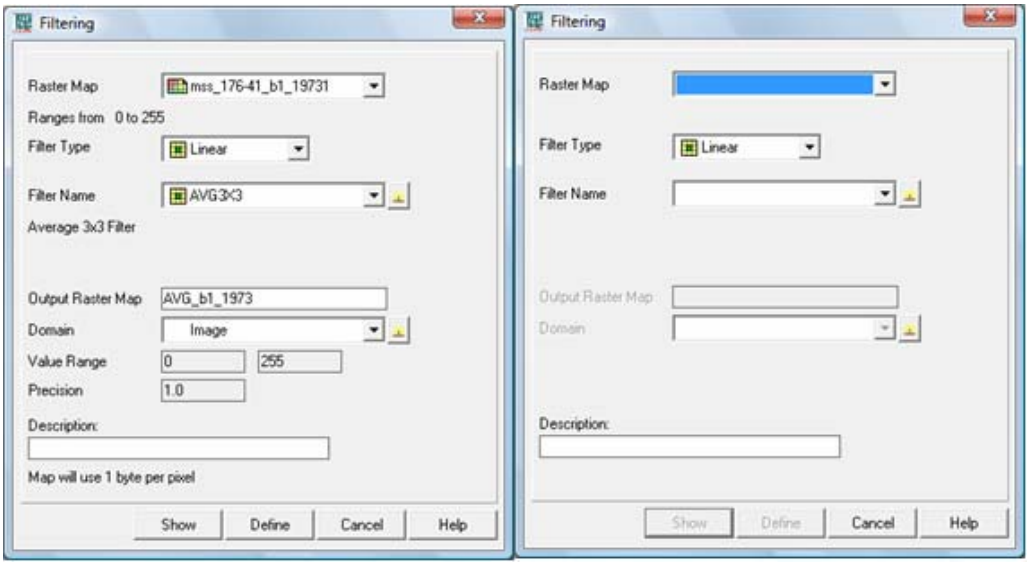
١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد تطبيق طرق الترشيح المكاني عليها، وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٢) يتضمن برنامج الويس ILWIS العديد من أنواع المرشحات الخطية وغير الخطية.



٣) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Image Processing لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Filter وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Filtering.





٤) في نافذة Filtering يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Raster Map لتظهر ملفات الصور ومنها يتم اختيار ملف الصورة المراد تطبيق طريقة الترشيح المكاني عليه.

٥) وفيها أيضا يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Filter Type لاختيار نوع المرشح مثلا المرشحات الخطية Linear.

٦) وفيها أيضا يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Filter Name لاختيار أحد المرشحات مثل مرشح التردد المنخفض AVG3X3 أو مرشح التردد العالي LAPLACE أو مرشح تحسين الحواف EDGESENH عند ما يكون النوع المحدد هو المرشحات الخطية Linear أو غيرها من الأنواع الأخرى للمرشحات.

٧) وفي حقل Output Raster Map من هذه النافذة يكتب أيضا اسم ملف الصورة المراد إعدادها بتطبيق طريقة الترشيح عليها.

٨) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

٩) تجب ملاحظة أنه باختيار بعض المرشحات يظهر في حقل Domain كتابة value وبهذا سيكون خيار اللون الأزرق BLUE هو الخيار التلقائي في حقل لون عرض الصورة Representation من نافذة Display Options - Raster Map ويمكن تغييره إلى اسود وابيض أو ملون بالضغط على المثلث المقلوب واختيار اللون الرمادي GRAY أو ألوان PSEUDO.

١٠) وبالضغط على أمر OK سيتم عرض الصورة المطبق عليها طريقة الترشيح بالمرشح الذي تم اختياره.

دمج نطاقات الصور

تختلف صور الاستشعار عن بُعد من حيث الوضوح الطيفي spectral resolution والوضوح المكاني spatial resolution. وعليه فإن كل نوع من صور الاستشعار عن بُعد له خصائصه ومزاياه. فبعض صور الاستشعار عن بُعد تتميز بوضوح طيفي عالي ولكن الوضوح المكاني متوسط مثل صور الماسح الموضوعي TM وصور الماسح الموضوعي المحسن بإضافة +ETM. في حين أن بعض صور الاستشعار عن بُعد لها وضوح مكاني جيد مثل الصور البانكروماتيكية panchromatic في سبوت-٥ Spot-5 التي يكون وضوحها المكاني ٢,٥م ولكنها تتكون فقط من نطاق واحد. ويمكن الحصول على ميزة الوضوح الطيفي في صورة الماسح الموضوعي المحسن بإضافة +ETM وميزة الوضوح المكاني في صورة سبوت البانكروماتيكية بتطبيق طريقة دمج الصور Image merging (fusion). وتتمثل طريقة دمج الصور في عملية استخلاص بيانات صورة "جديدة" باستخدام صورتين إحداهما متعدد الأطياف والأخرى بانكروماتيكية بوضوح مكاني جيد. وتعطي الصورة الناتجة عن عملية الدمج معلومات أكثر تفصيلا مما يتم الحصول عليه من الصورتين الأصليتين المستخدمتين في إعدادها لأن الصورة الجديدة تتميز بالجمع بين الوضوح الطيفي الجيد والوضوح المكاني الجيد للصورتين الأصليتين. ولتطبيق هذه الطريقة ينبغي أن تكون الصور المستخدمة متطابقة (مسجلة registered) أو مصححة هندسيا وفقا لنظام إحداثيات معين. ويوجد العديد من الأساليب التي تستخدم في طريقة دمج الصور والتي من أشهرها أسلوب تحليل المركبات الرئيسية PCA Fusion لدمج الصور وأسلوب الضرب لدمج الصور Multiplicative Fusion وأسلوب Brovey Transform Fusion لدمج الصور وأسلوب التحويل بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS Transform Fusion لدمج الصور (Campbell, 2002; Erdogan, et al., 2008).

دمج الصور بأسلوب تحليل المركبات الرئيسية PCA Fusion :

تعد طريقة تحليل المركبات من الطرق الإحصائية التي تستخدم لوصف البيانات وذلك بإعادة توزيعها Redistribute على محاور جديدة. فعند تطبيق طريقة دمج الصور بأسلوب المركبات الرئيسية فإن العملية الإحصائية تتم آليا في الحاسب الآلي وفقا لخطوات محددة هي: ١) حساب المركبات الرئيسية، ٢) ثم ترسم (توزع) remapped بيانات الصورة البانكروماتيكية التي لها وضوح مكاني عالي على مدى رقمي (الأدنى-الأعلى) numerical range يتوافق مع مدى بيانات المركب الرئيسي الأول pc1، ٣) وبعد ذلك يتم إحلالها محل المركب الرئيسي الأول، ٤) وأخيرا يطبق معكوس تحليل المركبات الرئيسية inverse PCA للحصول على الصورة الجديدة. ويمكن بهذا الأسلوب تطبيق عملية الدمج على جميع نطاقات الصورة متعددة الأطياف. بمعنى أن عدد النطاقات في الصورة الجديدة سيكون مساويا لعدد النطاقات في الصورة متعددة الأطياف الأصلية. إضافة إلى ذلك، يعد أسلوب المركبات الرئيسية لدمج الصور الأنسب في التطبيقات التي تتطلب المحافظة على الخصائص الراديومترية radiometry (color balance) للصورة متعددة الأطياف.

دمج الصور بأسلوب الضرب Multiplicative Fusion:

إن تكامل الصورتين (الصورة متعددة الأطياف والصورة البانكروماتيكية بوضوح مكاني أعلي) في هذا الأسلوب يتمثل في عملية ضرب بسيطة تتم آليا في الحاسب الآلي. فالقيم الرقمية لخلايا Pixels الصورة في نطاقات الصورة متعددة الأطياف (كل على حده) تضرب في القيم الرقمية لخلايا Pixels الصورة البانكروماتيكية. بمعنى أنه يمكن تطبيق هذا الأسلوب على جميع نطاقات الصورة متعددة الأطياف، وعليه سيكون عدد نطاقات الصورة الجديدة مساويا لعدد نطاقات الصورة متعددة الأطياف المستخدمة في عملية الدمج. ولكن يعاب على هذا الأسلوب أن الصورة الجديد لا تحتفظ بالخصائص الراديومترية للصورة متعددة الأطياف الأصلية المستخدمة في عملية الدمج. وفي المقابل، يؤدي تطبيق هذا الأسلوب إلى زيادة الشدة اللونية intensity، الأمر الذي يجعله مناسب لبعض التطبيقات مثل دراسة المدن (Bhatta, 2008; ERDAS, 2008).

دمج الصور بأسلوب Brovey Transform Fusion:

يُستخدم ثلاثة نطاقات فقط من نطاقات الصورة متعددة الأطياف لتطبيق أسلوب Brovey لدمج الصور. وعليه فإن الصورة الجديدة ستتكون من ثلاثة نطاقات. ويتمثل تكامل الصورتين (الصورة متعددة الأطياف والصورة البانكروماتيكية ذات الوضوح المكاني العالي نسبيا) بهذا الأسلوب في تطبيق معادلة خاصة تتضمن عملياتها الحسابية قسمة القيم الرقمية لخلايا Pixels كل نطاق من النطاقات الثلاثة المختارة من الصورة متعددة النطاقات على مجموع القيم الرقمية لخلايا Pixels النطاقات الثلاثة المختارة من الصورة نفسها، وبعد ذلك تضرب النواتج الثلاثة كل على حدة في القيم الرقمية لخلايا الصورة البانكروماتيكية ليتم الحصول على بيانات النطاقات الثلاثة للصورة الجديدة. فعلى سبيل المثال، عند اختيار نطاق٢ ونطاق٣ ونطاق٤ من صورة الماسح الموضوعي لتدمج مع صورة سبوت البانكروماتيكية تتم في الحاسب الآلي العمليات الحسابية التالية (ERDAS, 2008):

$$[DN_{TM2} / (DN_{TM2} + DN_{TM3} + DN_{TM4})] \times DN_{spot\text{-}pan} = DN_{new1}$$
$$[DN_{TM3} / (DN_{TM2} + DN_{TM3} + DN_{TM4})] \times DN_{spot\text{-}pan} = DN_{new2}$$
$$[DN_{TM4} / (DN_{TM2} + DN_{TM3} + DN_{TM4})] \times DN_{spot\text{-}pan} = DN_{new3}$$

حيث أن:

$DN_{TM4}\ DN_{TM3}\ DN_{TM2}$ = النطاقات الثلاثة المختارة من صورة الماسح الموضوعي لعملية الدمج.

$DN_{spot\text{-}pan}$ = نطاق صورة سبوت البانكروماتيكية.

$DN_{new3}\ DN_{new2}\ DN_{new1}$ = النطاقات الثلاثة للصورة الجديدة.

ولقد بُني هذا الأسلوب على افتراض أن المدى الطيفي spectral range متماثل في الصورتين المستخدمتين (الصورة البانكروماتيكية والصورة متعددة الأطياف)

(Shamshad et al., 2004). فهو في الواقع مصمم ليزيد التباين في طرفي المدرج التكراري لبيانات الصورة، مما يجعله مناسب لإعداد صورة ملونة بنظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB)، وفي المقابل يعد هذا الأسلوب غير مناسب في التطبيقات التي تتطلب المحافظة على الخصائص الراديومترية radiometry (color balance) للصورة متعددة الأطياف.

دمج الصور بأسلوب شدة وتدرج وتشبع اللون IHS:

يُستخدم ثلاثة نطاقات فقط من نطاقات الصورة متعددة الأطياف لتطبيق أسلوب التحويل بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS Transform Fusion لدمج الصور. وعليه فإن الصورة الجديدة ستتكون من ثلاثة نطاقات، وهذا يعد من أوجه القصور في هذا الأسلوب. ولتطبيق طريقة الدمج بهذا الأسلوب فإن عملية التحويل التي تتم آليا في الحاسب الآلي تمر بعدة خطوات: ١) تبدأ بعرض النطاقات المختارة من الصورة متعددة الأطياف في بنظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB)، ٢) وبعد ذلك يتم تحويلها إلى نظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS، ٣) ثم تستبدل بيانات الشدة اللونية intensity ببيانات الصورة البانكروماتيكية ذات الوضوح المكاني العالي نسبيا، ٤) وأخيرا تحول البيانات من نظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS إلى نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) للحصول على الصورة الجديدة. وحيث أن هذه الطريقة تعمل بتحديد التداخل الطيفي بين الصورة البانكروماتيكية ذات الوضوح المكاني العالي نسبيا وبين كل نطاق من نطاقات الصورة متعددة الأطياف، لذا فإن النتائج تكون جيدة عندما يكون تتوافق أو تتداخل جزئيا أطوال موجات الأشعة في نطاقات الصورتين. وهذا يعني أنه من المحتمل ألا يتم الحصول على نتائج جيدة بهذا الأسلوب عندما تدمج صورة الرادار مع صور الأشعة المرئية وتحت الحمراء optical images مثل صور الماسح الموضوعي TM وصور سبوت متعددة الأطياف (ERDAS 2008).

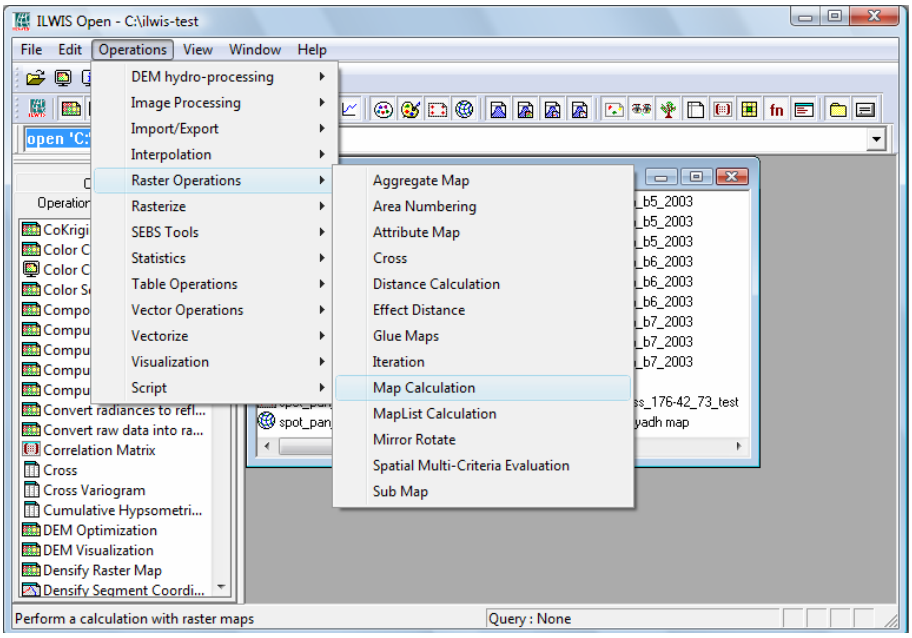
لا أعرف هل بالإمكان تطبيق أسلوب تحليل المركبات الرئيسية لدمج الصور PCA Fusion وأسلوب التحويل بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون لدمج الصور IHS Transform Fusion باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية، ولكن خلال أمر Map Calculation في البرنامج يمكن تطبيق أسلوب الضرب لدمج الصور Multiplicative Fusion وكذلك أسلوب Brovey Transform Fusion لدمج الصور بالإضافة إلى أسلوب يشبه أسلوب Brovey ورد في الفصل السادس (ص ص ٢٥٨-٢٥٩) من الدليل الإرشادي للإصدار الثالث من برنامج الويس ILWI 3.0 User's Guide، وذلك وفقا للخطوات التالية:

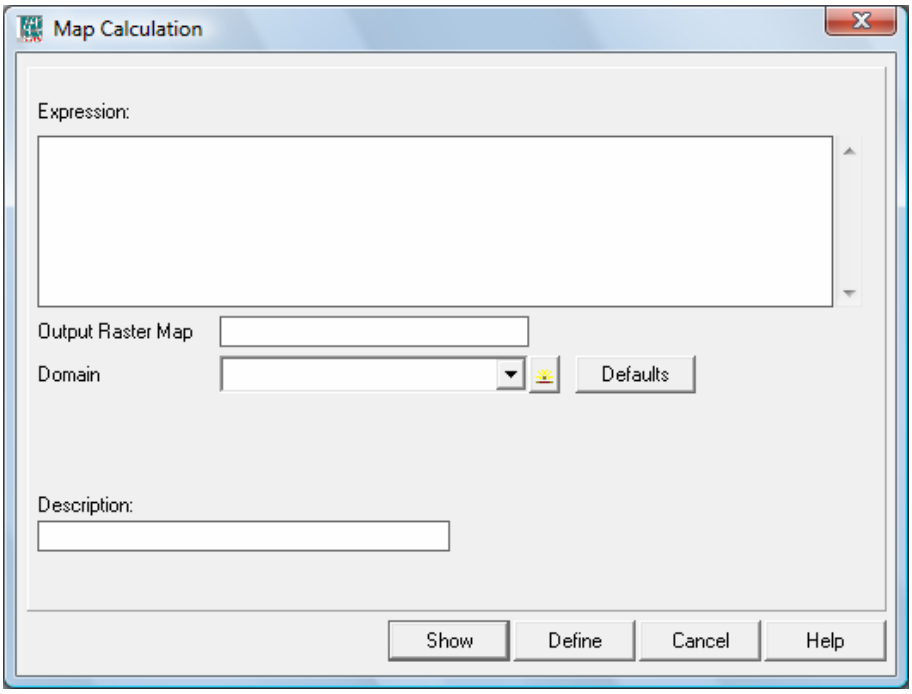
١) فالخطوة الأولى تتمثل في وضع ملفات الصور المراد تطبيق أساليب دمج الصور عليها في مجلد واحد، ويجب أن تكون مصححة هندسيا بمسقط ومرجع موحد.

٢) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد تطبيق أساليب دمج الصور عليها، وستظهر

أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة مع ملاحظة أنه يجب أن لا تكون العلامات الرياضية مثل علامة الطرح (-) إحدى مكونات اسم ملف الصورة.

٣) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Map Calculation وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Map Calculation.





٤) لتطبيق أسلوب الضرب لدمج الصور Multiplicative Fusion تتبع الخطوات التالية:

أ) يكتب في حقل Expression: من نافذة (مربع حوار) Map Calculation الصيغة الرياضية لهذا الأسلوب لكل نطاق على حدة، فعند الرغبة في دمج صورة سبوت البانكروماتيكية Spot_pan مع صور نطاقات الماسح الموضوعي TM فإن الصيغة الرياضية تكون: اسم ملف نطاق TM × اسم ملف نطاق Spot-pan أي (Name_of_tm_band * Name_of_spot_pan) مثلا لنطاق١ tm_b1*spot_pan ولنطاق٢ tm_b1*spot_pan وهكذا لبقية نطاقات صورة الماسح الموضوعي.

ب)وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة النطاق بعد الدمج.

ت)وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار VALUE.

ث)بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

ج) يكون خيار اللون الأزرق BLUE هو الخيار التلقائي في حقل لون عرض الصورة Representation من نافذة Display Options - Raster Map ويمكن تغييره إلى اسود وابيض أو ملون بالضغط على المثلث المقلوب واختيار اللون الرمادي GRAY أو لون PSEUDO.

ح) بالضغط على أمر OK سيتم عرض صورة النطاق بعد عملية الدمج.

خ) تكرر الخطوات السابقة على بقية نطاقات الصورة متعددة الأطياف.

٥) ولتطبيق أسلوب Brovey Transform Fusion لدمج الصور تتبع الخطوات التالية:

أ) يتم أولا اختيار النطاقات الثلاثة من الصورة متعددة الأطياف التي ستستخدم في عملية الدمج مثلا صورة نطاق٢ وصورة نطاق٣ وصورة نطاق٤ من صورة الماسح الموضعي TM متعددة الأطياف.

ب)يكتب في حقل Expression: من نافذة (مربع حوار) Map Calculation الصيغة الرياضية لهذا الأسلوب لكل نطاق من النطاقات الثلاثة المختارة كل على حدة، فعند الرغبة في دمج صورة سبوت البانكروماتيكية Spot_pan مع صورة نطاق٢ وصورة نطاق٣ وصورة نطاق٤ للماسح الموضوعي TM فإن الصيغة الرياضية تكون لنطاق٢:

(tm_b2/tm_b2+ tm_b3+ tm_b4) * spot_pan

وتكون لنطاق٣:

(tm_b3/tm_b2+ tm_b3+ tm_b4) * spot_pan

وتكون لنطاق٤:

(tm_b4/tm_b2+ tm_b3+ tm_b4) * spot_pan

ت)وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة النطاق بعد الدمج، مثلا tm_b2_spot_pan لصورة نطاق٢.

ث)وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار VALUE.

ج) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

ح) يكون خيار اللون الأزرق BLUE هو الخيار التلقائي في حقل لون عرض الصورة Representation من نافذة Display Options - Raster Map ويمكن تغييره إلى اسود وابيض أو ملون بالضغط على المثلث المقلوب واختيار اللون الرمادي GRAY أو لون PSEUDO.

خ) بالضغط على أمر OK سيتم عرض صورة النطاق بعد عملية الدمج.

د) تكرر الخطوات السابقة على بقية صور النطاقات المختارة.

٦)ولتطبيق أسلوب دمج الصور الوارد في الدليل الإرشادي للإصدار الثالث من برنامج الويس ILWI 3.0 User's Guide تتبع الخطوات التالية:

أ) يتم أولا اختيار النطاقات الثلاثة من الصورة متعددة الأطياف التي ستستخدم في عملية الدمج مثلا صورة نطاق٢ وصورة نطاق٣ وصورة نطاق٤ من صورة الماسح الموضعي TM متعددة الأطياف.

ب) من خلال أمر Map Calculation تعد صورة يعطى ملفها اسم intensity وذلك بعملية رياضية يتم من خلالها جمع النطاقات الثلاثة المختارة ثم يقسم ناتج الجمع على ثلاثة ولتنفيذ هذه العملية على صورة نطاق٢ وصورة نطاق٣ وصورة نطاق٤ يكتب في حقل Expression: من نافذة (مربع حوار) Map Calculation هذه الصيغة الرياضية التالية (tm_b2+ tm_b3+ tm_b4)/3.

ت) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم الصورة intensity.

ث) وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار IMAGE.

ج) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

ح) تغلق نافذة Display Options - Raster Map وسيكون ملف صورة intensity موجودا مع ملفات المجلد.

خ) بعد إنشاء ملف صورة intensity تفتح نافذة Map Calculation ويكتب في حقل Expression: الصيغة الرياضية لأسلوب الدمج وذلك لكل نطاق من النطاقات الثلاثة المختارة كل على حدة، حيث تكون الصيغة الرياضية للنطاقات على النحو التالي:

لنطاق٢: tm_b2/intensity* spot_pan

ولنطاق٣: tm_b3/intensity* spot_pan

ولنطاق٤: tm_b4/intensity* spot_pan

د) ويكتب أيضا في حقل Output Raster Map من نافذة Map Calculation اسم صورة النطاق بعد الدمج، مثلا tm_b2_spot_pan لصورة نطاق٢.

ذ) وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار IMAGE.

ر) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map. وبالضغط على أمر OK فيها سيتم عرض صورة النطاق بعد عملية الدمج.

ز) تكرر الخطوات السابقة على بقية صور النطاقات المختارة.

نسب نطاقات الصور

نسب النطاقات Band Ratioing هي قسمة نطاقات الصورة image division، ويستخدم لتطبيق هذه الطريقة عملية حسابية مباشرة لبيانات نطاقين من نطاقات الصور متعددة الأطياف، حيث ينسب نطاق إلى آخر وذلك بقسمة قيم خلايا pixels أحد النطاقات على نظيراتها (ما يقابلها) في النطاق الآخر، وبهذا يتم الحصول على بيانات صورة "جديدة". ويمكن تطبيق عملية قسمة نطاقات الصور على نطاقين من نطاقات الصور الرقمية متعددة الأطياف، وعليه قد يستخدم نطاقين لهذه العملية الحسابية من صورة واحدة متعددة الأطياف multi-spectral image أو من صور متعددة الأطياف multi-spectral images صورت في تواريخ مختلفة multi-temporal images. واستخدام نطاقات الصور متعددة التواريخ يستخدم غالبا لكشف التغير change detection في الخصائص المكانية عبر الزمن في المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصور. وحيث أن الحديث عن كشف التغير باستخدام صور الاستشعار عن بُعد سيرد لاحقا، لذا فإن المقصود هنا بقسمة نطاقات الصور يرتبط بالتحسين لصورة واحدة متعددة الأطياف.

تعد هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداما لتحسين صور الاستشعار عن بُعد، وذلك يعود إلى سببين رئيسيين. الأول هو أن صور نسب النطاقات band ratio

images تساعد على التمييز بين الأجسام والمعالم والمناطق المتشابهة أطيافها subtle spectral variations، فتطبيق طريقة نسب النطاقات تظهر الاختلافات في انحدارات منحنيات أطياف المواد بين النطاقين المستخدمين. والسبب الثاني هو أن تطبيق هذه الطريقة يساعد في التغلب على مشكلة اختلاف كمية الأشعة المنعكسة من الأجسام والمعالم والمناطق التي تتكون من المادة نفسها، الناتج عن تأثير التضاريس أو تأثير الظل shadow وذلك كما في الجدول التالي.

نسب النطاقات تزيل الاختلاف
في كمية الأشعة المنعكسة للظاهرة بسبب الظل

		القيم الرقمية لخلايا الصور		
		نطاق-أ	نطاق-ب	نطاق-أ ÷ نطاق-ب
أشجار دائمة الخضرة Coniferous	معرض لضوء للشمس	٣١	٤٥	٠,٦٩
	واقع في الظل	١١	١٦	٠,٦٩

يتبين من الجدول اختلاف القيم الرقمية في الجزء المعرض لضوء الشمس عنها في الجزء الواقع في الظل للأشجار دائمة الخضرة سواء في نطاق-أ أو في نطاق-ب. وهذا يعني أن الجزء المعرض لضوء الشمس سيظهر على الصورة في كلا النطاقين بلون مختلف عن اللون الذي سيظهر به الجزء الواقع في الظل. فالأشجار دائمة الخضرة الواقعة في الشمس ستظهر على صورة نطاق-أ بلون فاتح نسبيا مقارنة بلونها في الجزء الواقع في الظل، أي أن الأشجار دائمة الخضرة ستظهر على الصورة وكأنها ظاهرتين مختلفتين. ولكن في المقابل تكون نسبتي النطاقين متساوية في الجزء المعرض لضوء الشمس والجزء الواقع في الظل للظاهرة. وعليه فأن الأشجار دائمة الخضرة في الجزء المعرض لضوء الشمس وفي الجزء الواقع في الظل ستظهر على صورة النسبة بين النطاقين بنفس اللون.

وعلى الرغم من أن تطبيق طريقة نسب النطاقات يساعد على التمييز بين الظواهر المتشابهة أطيافها ويساعد على إزالة الاختلاف في كمية الأشعة المنعكسة للظاهرة بسبب الظل، إلا أنه يجب الانتباه والحذر إلى أن لها عيب رئيسي يتمثل في إخفاء أو طمس Suppress الفروق في معامل الانعكاس لبعض الظواهر. فالأجسام والمعالم والمناطق التي تختلف كمية الأشعة المنعكسة منها ولكن انحدارات منحنيات أطيافها متشابهة ستكون قيم نسبها متقاربة الأمر الذي يجعل التمييز بينها صعبا جدا على صورة النسبة بين النطاقين لأنها ستظهر في الصورة بألوان متشابهة (Drury, 1993; Lillesand, et. al., 2004). وعليه وتفاديا للوقوع في الخطأ فإنه يفضل استخدام أكثر من صورة محسنة لتكون الصور المحسنة مكملة لبعضها البعض. كما تعد طريقة مركب ألوان نسب النطاقات المهجنة Hybrid Color Ratio Composite من الطرق التي يمكن استخدامها للحد من مشكلة إخفاء أو طمس فروق معامل الانعكاس لبعض الظواهر، حيث تعرض النسب بالألوان وذلك باستخدام نسبتين في اثنتين من

قنوات الألوان الرئيسية وتوضع صورة أصلية لأحد النطاقات في قناة اللون الرئيسية الثالثة.

ويمكن عمل العديد من النسب بين نطاقات الصور متعددة الأطياف وفقا للمعادلة التالية:

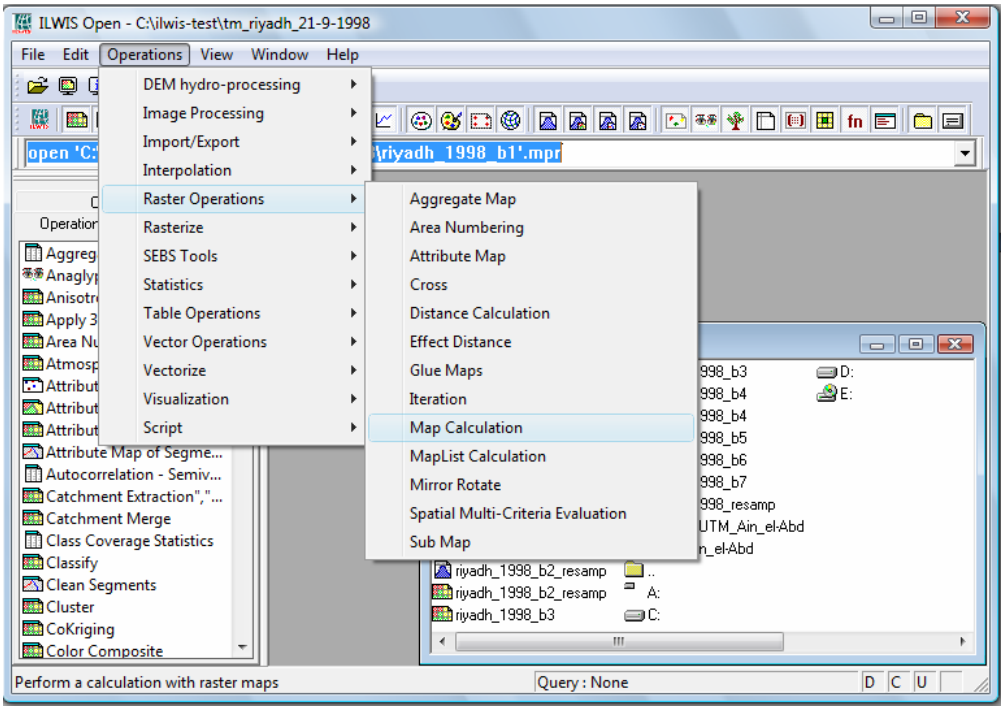
عدد النسب الممكنة بين نطاقات الصورة متعددة الأطياف =

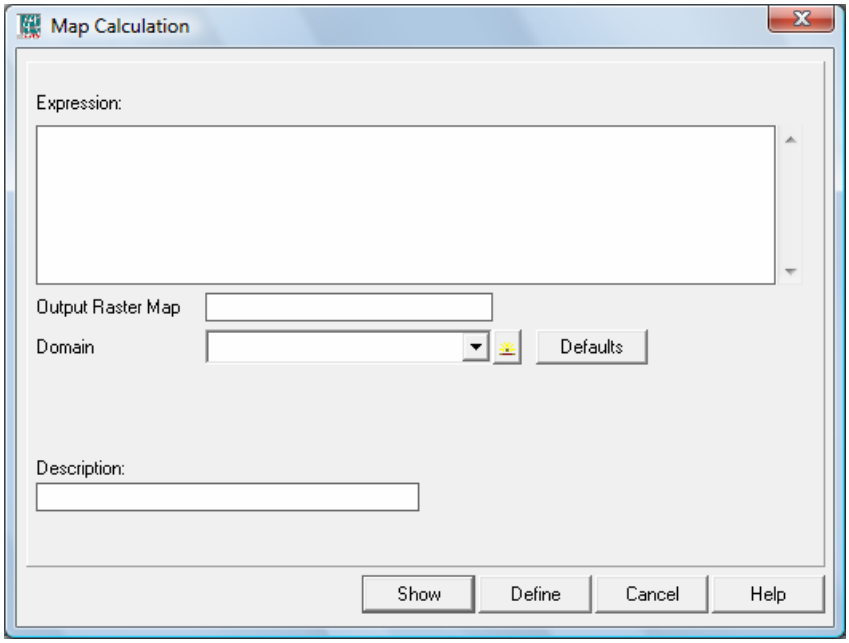
عدد نطاقات الصورة متعددة الأطياف × (عدد نطاقات الصورة متعددة الأطياف – ١)

فعلى سبيل المثال، يمكن عمل ١٢ نسبة (صورة) بين النطاقات الأربعة في صورة الماسح متعدد الأطياف MSS (٤× [٤-١]= ١٢)، ويمكن الحصول على ٣٠ نسبة بين نطاقات الأشعة المنعكسة الستة للماسح الموضوعي TM (٦ ×[٦-١] = ٣٠). ولكن نصف هذه النسب يكون تبادلي reciprocal أي أن كل نطاقين يكون لهما نسبتين مثل صورة نسبة نطاق-١\ نطاق-٢ وصورة نسبة نطاق-٢\نطاق-١. ومن هذه النسب يمكن أيضا إنتاج صور بالألوان الزائفة (الخاطئة)، وذلك بعمل مركب من ثلاث نسب. وفي ما يلي خطوات تطبيق طريقة نسب النطاقات باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد تطبيق طريقة نسب النطاقات عليها، ويجب أن تظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٢) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Map Calculation وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Map Calculation.

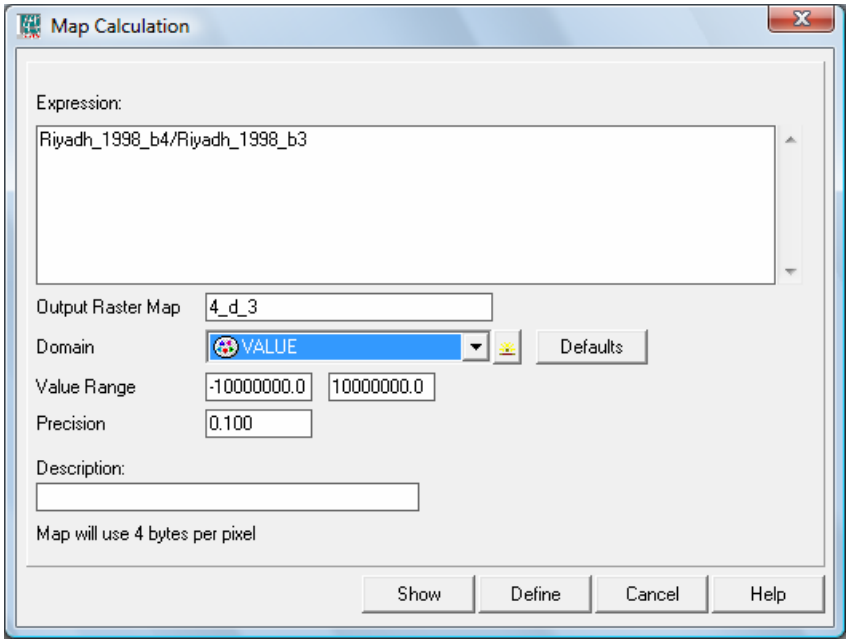


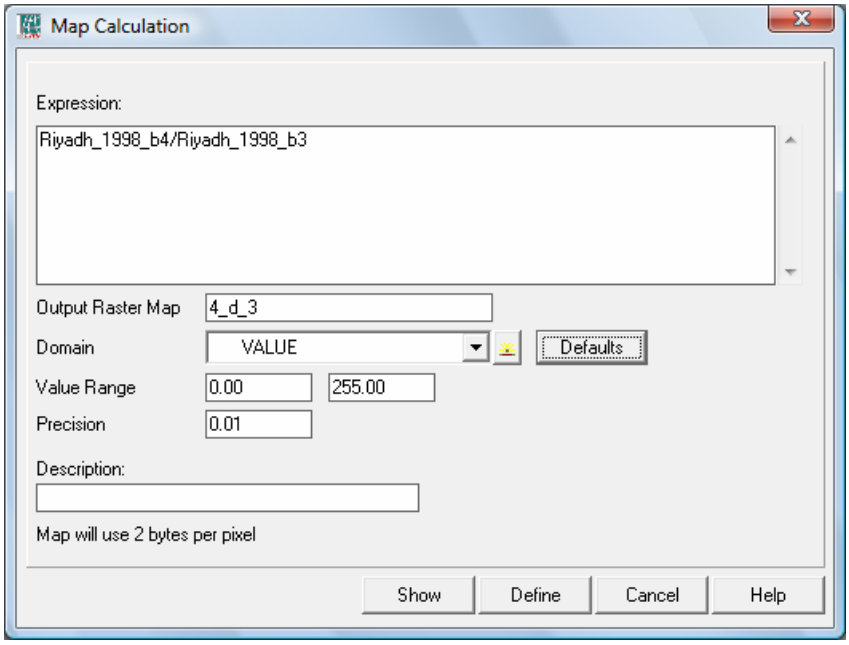


٣) في حقل Expression: من هذه النافذة يكتب اسم ملف النطاق المقسوم متبوع بعلامة القسمة / وبعدها يكتب اسم ملف النطاق المقسوم عليه (name_of_band?/name_of_band?)، فعلى سبيل المثال عند الرغبة في قسمة نطاق٤ على نطاق٣ في صورة الماسح الموضوعي TM التي تغطي مدينة الرياض تكتب الصيغة الرياضية هكذا Riyadh_1998_b4/Riyadh_1998_b3.

٤) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة النسبة.

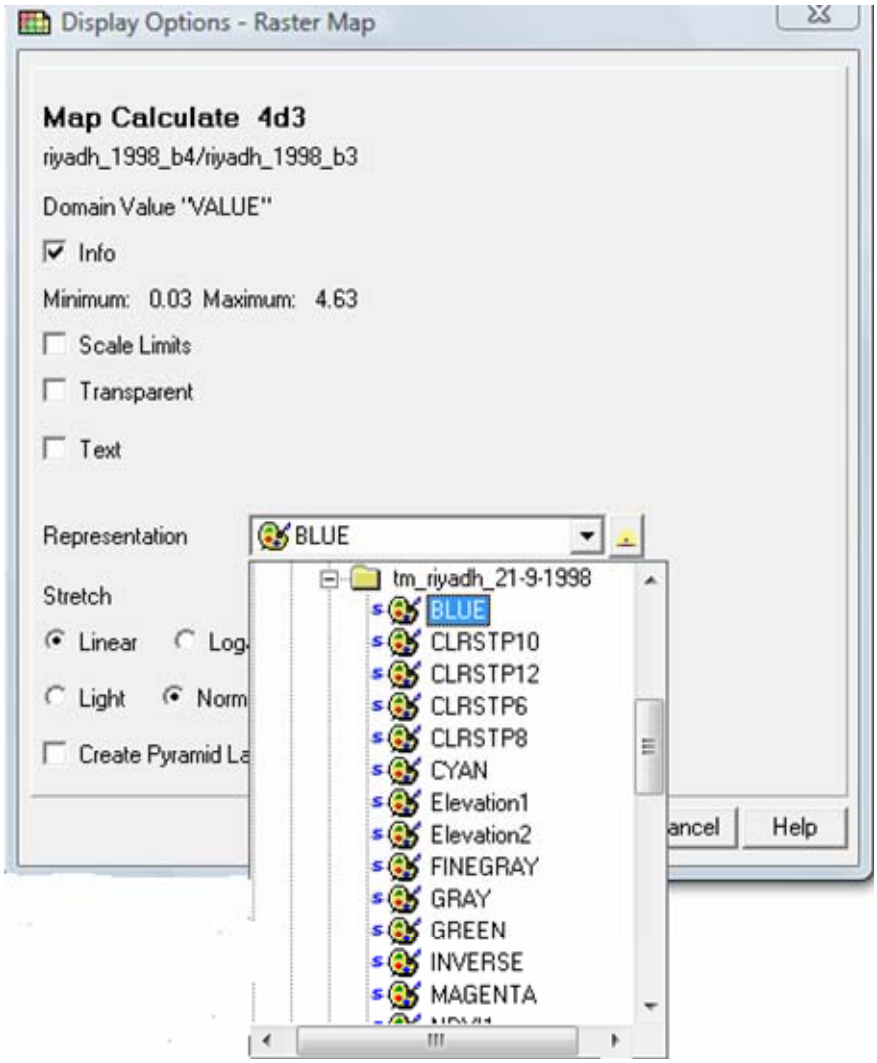
٥) وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار VALUE ثم يضغط على أمر (ايكونة) Defaults وستتغير قيم Value Range.





٦) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

٧) يكون خيار اللون الأزرق BLUE هو الخيار التلقائي في حقل لون عرض الصورة Representation من نافذة Display Options - Raster Map ويمكن تغييره إلى اسود وابيض أو ملون بالضغط على المثلث المقلوب واختيار اللون الرمادي GRAY أو لون PSEUDO.



٨) بالضغط على أمر OK سيتم عرض صورة النسبة بين نطاق٤ ونطاق٣.

جمع نطاقات الصور

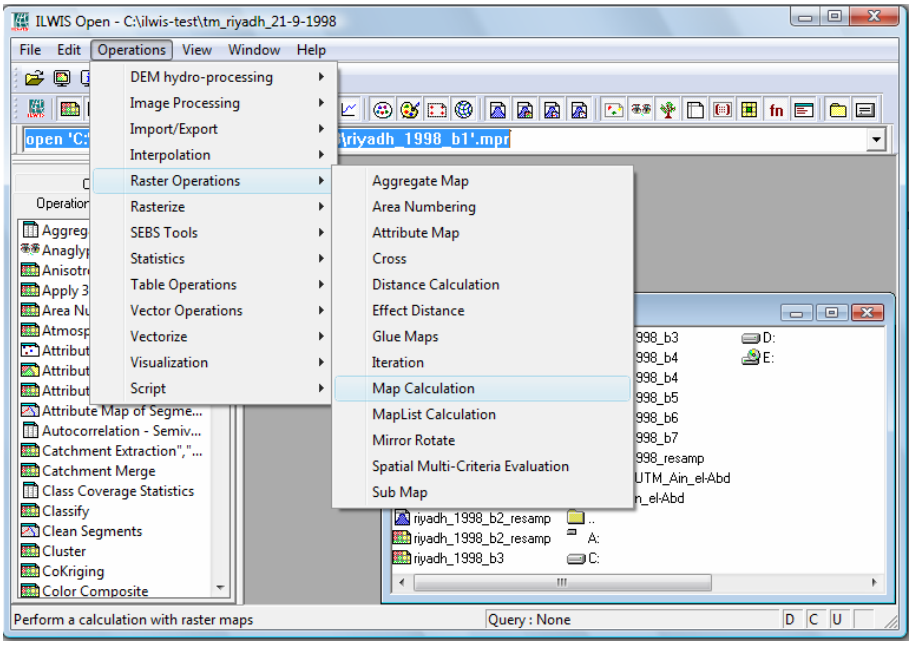
تستخدم العمليات الرياضية المباشرة لتحسين الصور الرقمية image arithmetics، حيث يمكن تطبيق عمليات الجمع أو الطرح أو الضرب أو القسمة على نطاقين أو أكثر من نطاقات الصور الرقمية، وقد تكون النطاقات المستخدمة لهذه العمليات الحسابية من صورة واحدة متعددة الأطياف multi-spectral image أو من صور متعددة الأطياف multi-spectral images صورت في تواريخ مختلفة multi-temporal images أو من صورة تتكون من نطاق واحد. ولكن لتطبيق هذه العمليات الرياضية يجب أن تكون الصور المستخدمة متطابقة (مسجلة registered) مع بعضها البعض أو مصححة هندسيا وفقا لنظام إحداثيات معين وتغطي المنطقة الجغرافية نفسها. ولقد تم الحديث أعلاه عن قسمة نطاقات الصورة، كما أن طرح نطاقات الصورة image subtraction سيتم الحديث عنه لاحقا لأن طرح النطاقات تعد إحدى طرق كشف التغير الرئيسية. أما تطبيق طريقة ضرب نطاقات الصورة image

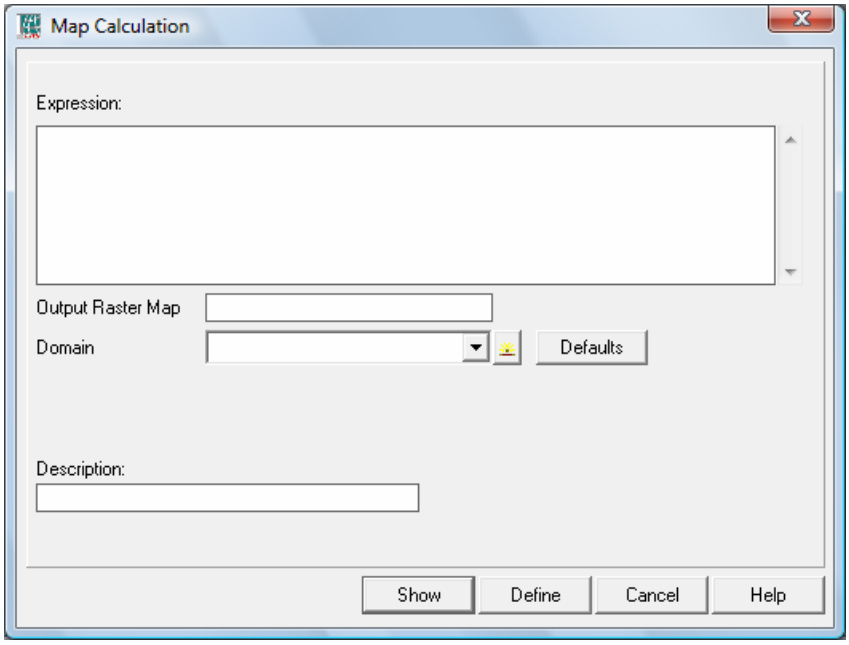
multiplication فهو قليل الاستخدام (Mather, 2004; Bhatta, 2008) ولكنه في الوقت نفسه أحد الأساليب الرئيسية لدمج الصور (أنظر الدمج بأسلوب الضرب). وعليه سيقتصر الحديث هنا على عمليات جمع نطاقات الصورة image addition.

يستخدم لتطبيق طريقة جمع النطاقات عملية حسابية مباشرة لبيانات نطاقات الصور متعددة الأطياف، حيث تجمع قيم الخلايا pixels المتقابلة (المتناظرة) في النطاقات المستخدمة ومن ثم يقسم الناتج على عدد النطاقات المستخدمة في الجمع وذلك للحصول على صورة "جديدة" averaged image يتوافق مدى المقياس الرمادي فيها معه في الصور الأصلية المستخدمة لهذه العملية (مثلا: صورة نطاق؟+صورة نطاق؟\٢). ويذكر Mather (2004) أن الضجيج العشوائي random noise في صور الاستشعار عن بُعد ينتج عن عدد من العوامل قليلة الأهمية، ولذا فإنه من المتوقع أن يكون لِقيمه توزيعا طبيعيا normally distributed حول المتوسط (0). وعليه فإن تطبيق طريقة جمع النطاقات على النطاقات المصورة في نفس الوقت للصور متعددة الأطياف من المتوقع أن يؤدي إلى تخفيض تأثير الضجيج noise في الصورة. كما تستخدم هذه الطريقة لتقليل تأثير "التبقيع" speckle في صور الرادار دون التأثير على الوضوح المكاني وذلك من خلال أسلوب يسمى Temporal averaging. فبهذا الأسلوب تستخدم عدة صور متعددة التواريخ تغطي المنطقة الجغرافية نفسها وتكون متطابقة (مسجلة registered) مع بعضها البعض أو مصححة هندسيا وفقا لنظام إحداثيات معين، حيث تجمع قيم الخلايا pixels المتقابلة (المتناظرة) في الصور المستخدمة ومن ثم يقسم الناتج على عدد الصور المستخدمة في الجمع وذلك للحصول على صورة "جديدة" (Bhatta, 2008). ويتم تطبيق طريقة جمع نطاقات الصور باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وفقا للخطوات التالية:

١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد تطبيق طريقة الجمع عليها، وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٢) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Map Calculation وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Map Calculation.



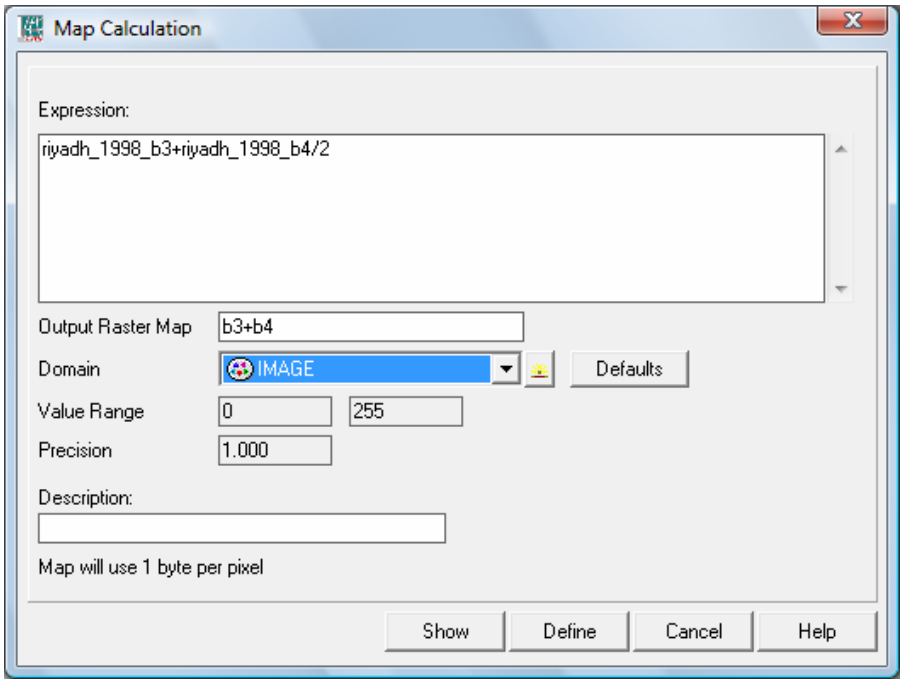


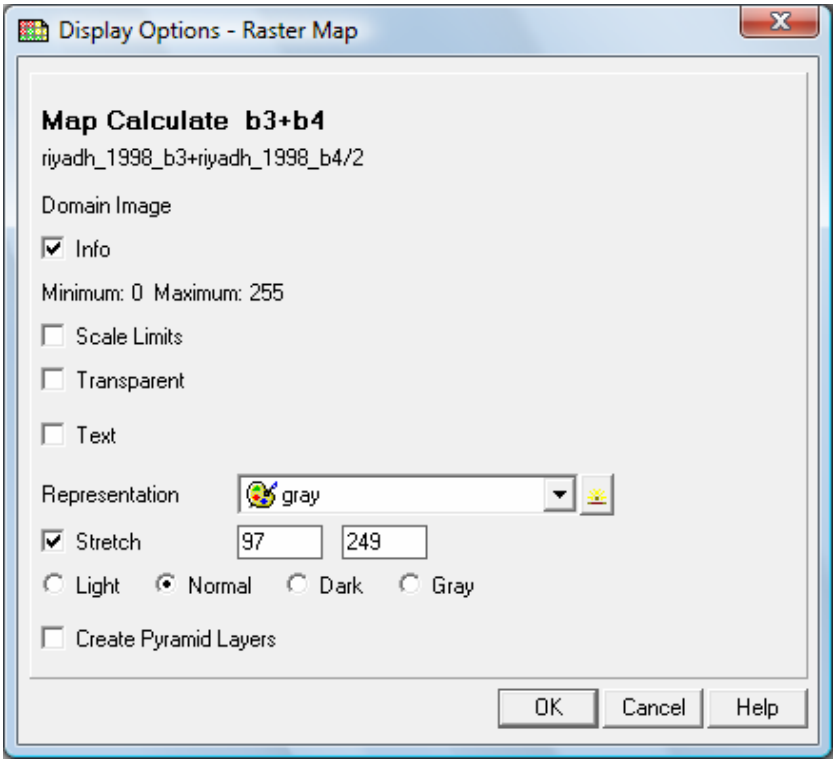
٣) في حقل Expression: من هذه النافذة تكتب الصيغة الرياضية لعملية الجمع (name_of_band?+name_of_band?/2)، فعلى سبيل المثال عند الرغبة في تطبيق طريقة جمع نطاقات الصورة لنطاق٣ ولنطاق٤ في صورة الماسح الموضوعي TM التي تغطي مدينة الرياض تكتب الصيغة الرياضية هكذا riyadh_1998_b3+riyadh_1998_b4/2.

٤) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة جمع النطاقات.

٥) وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار IMAGE.

٦) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.





٧) وبالضغط على أمر OK سيتم عرض صورة جمع نطاق٣ مع نطاق٤.

مؤشرات النبات

يمتص النبات السليم healthy معظم الأشعة الحمراء (٠,٦-٠,٧ ميكرومتر)، في حين يعكس النبات حوالي ٥٠% من الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR (٠,٧-١,٣ ميكرومتر). وعليه فقد قدمت العديد من المعادلات التي تستخدم نطاقات الأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة لدراسة النبات وتسمى مؤشرات النبات vegetation indices. ومن بين هذه المؤشرات ما يلي:

مؤشر النسبة للنبات Ratio Vegetation Index (RVI): ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية:

$$\text{مؤشر النسبة للنبات RVI} = \frac{\text{نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR}}{\text{نطاق الأشعة الحمراء Red}}$$

مؤشر الفرق للنبات Difference Vegetation Index (DVI) : ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية:

$$\text{مؤشر الفرق للنبات DVI} = \text{نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR} - \text{نطاق الأشعة الحمراء Red}$$

مؤشر الفرق المعدل للنبات Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) : ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية:

$$\text{مؤشر الفرق المعدل للنبات NDVI} = \frac{\text{نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR} - \text{نطاق الأشعة الحمراء Red}}{\text{نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR} + \text{نطاق الأشعة الحمراء Red}}$$

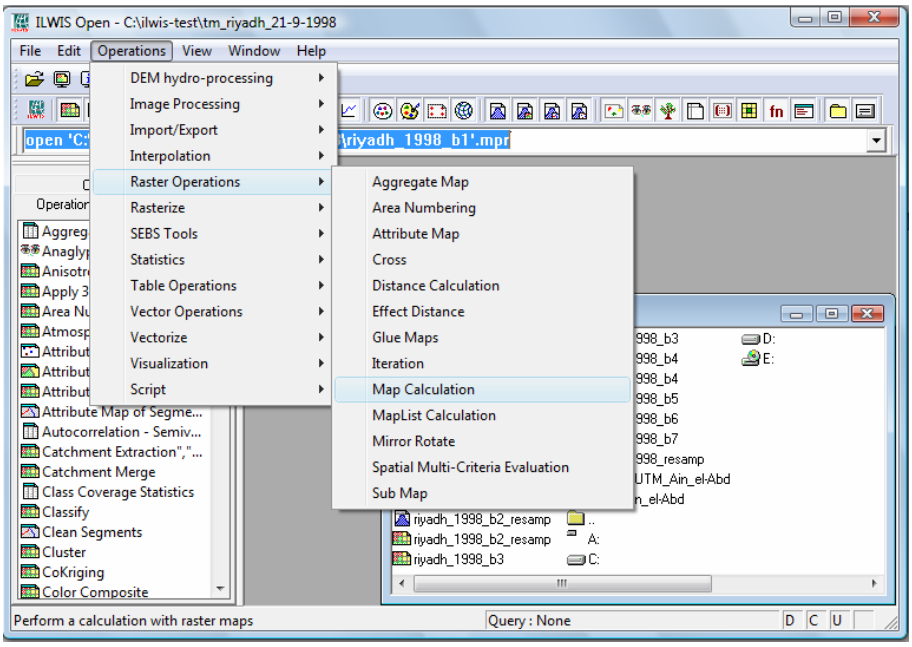
مؤشر التحويل للنبات Transformed Vegetation Index (TVI): ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية:

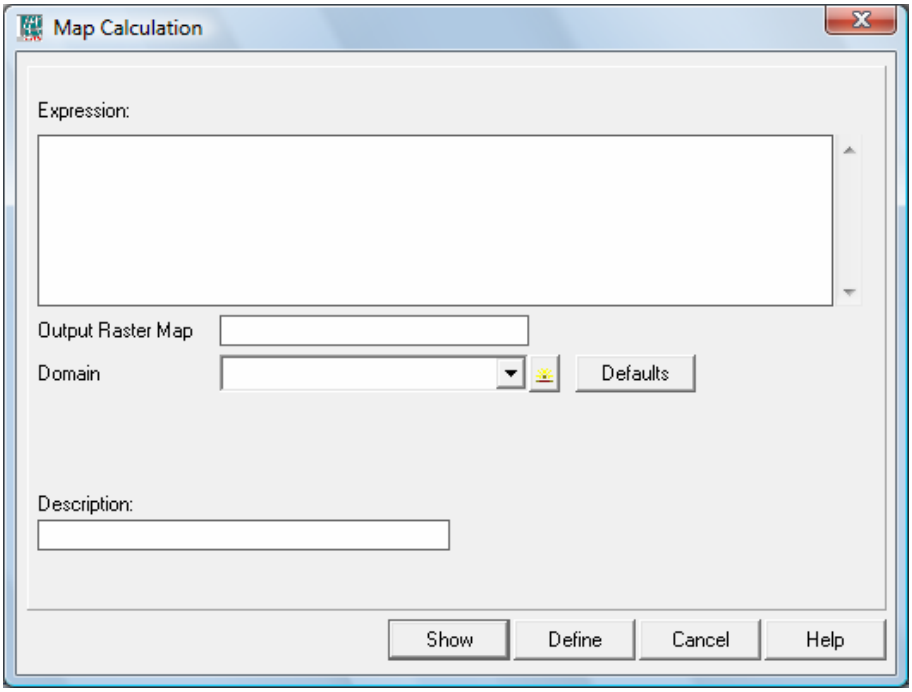
$$\text{مؤشر التحويل للنبات TVI} = \left(\frac{\text{نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR} - \text{نطاق الأشعة الحمراء Red}}{\text{نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR} + \text{نطاق الأشعة الحمراء Red}} + ٠,٥ \right)^{٠,٥}$$

ويمكن تطبيق المؤشرات السابقة باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وذلك من خلال أمر Map Calculation وفقا للخطوات التالية:

١) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد تطبيق طرق المؤشرات النباتية عليها، وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٢) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Map Calculation وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Map Calculation.





٣) في حقل Expression: من هذه النافذة تكتب الصيغة الرياضية للمؤشر النباتي:

أ) لمؤشر RVI تكتب هذه الصيغة name of NIR band/name of Red band مثلا

riyadh_1998_b4/riyadh_1998_b3

ب)لمؤشر DVI تكتب هذه الصيغة name of NIR band-name of Red band مثلا
riyadh_1998_b4-riyadh_1998_b3

ت)لمؤشر NDVI تكتب الصيغة التالية:
(name of NIR band-name of Red band)/(name of NIR band+name of Red band)
مثلا (riyadh_1998_b4-riyadh_1998_b3)/(riyadh_1998_b4+riyadh_1998_b3)

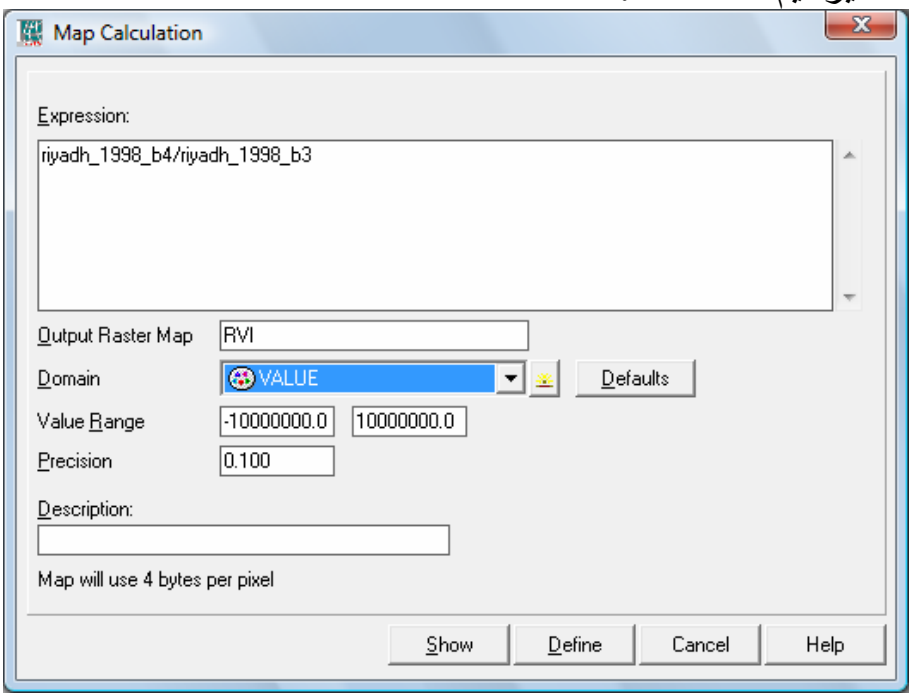
ث)لمؤشر TVI تكتب الصيغة التالية:

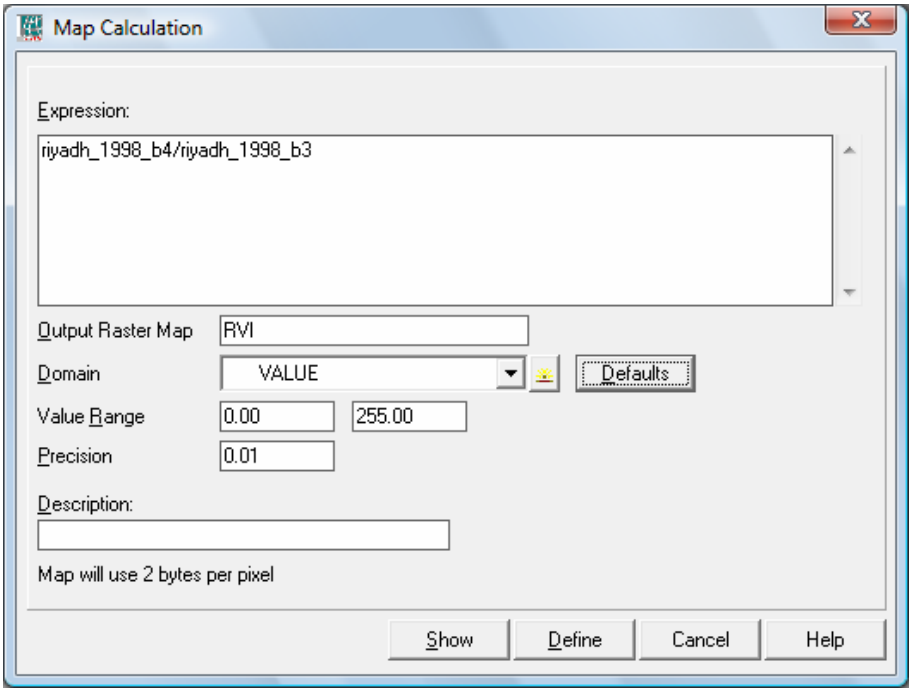
مثلا Sqrt (name of NIR band-name of Red band)/(name of NIR band+name of Red band)+0.5
sqrt (riyadh_1998_b4-riyadh_1998_b3)/(riyadh_1998_b4+riyadh_1998_b3)+0.5

٤) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة المؤشر النباتي.

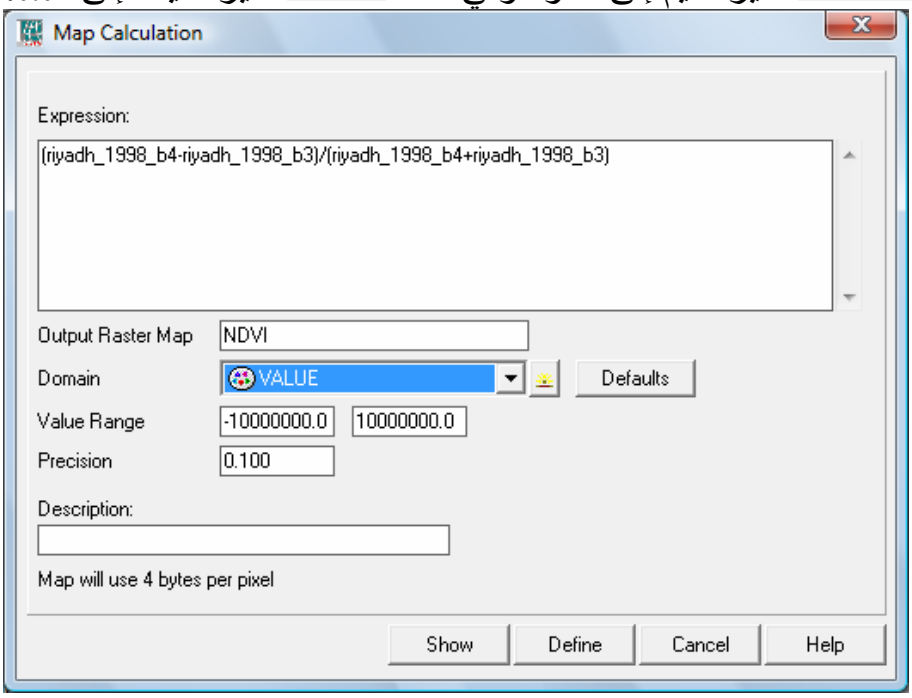
٥) وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار VALUE.

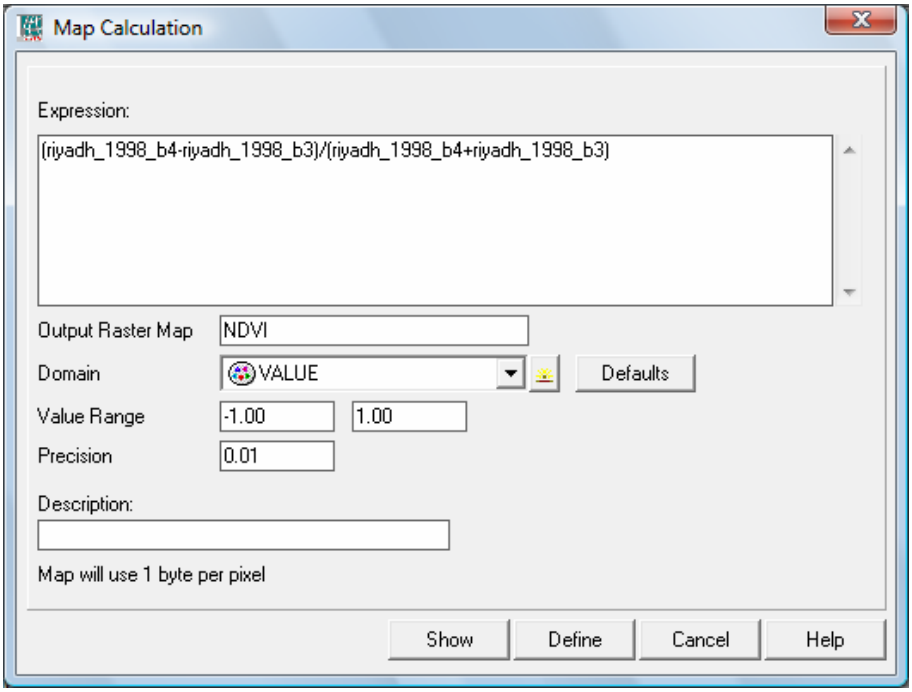
٦) بالنسبة لمؤشر RVI ومؤشر DVI يضغط على أمر (ايكونة) Defaults وستتغير قيم Value Range.

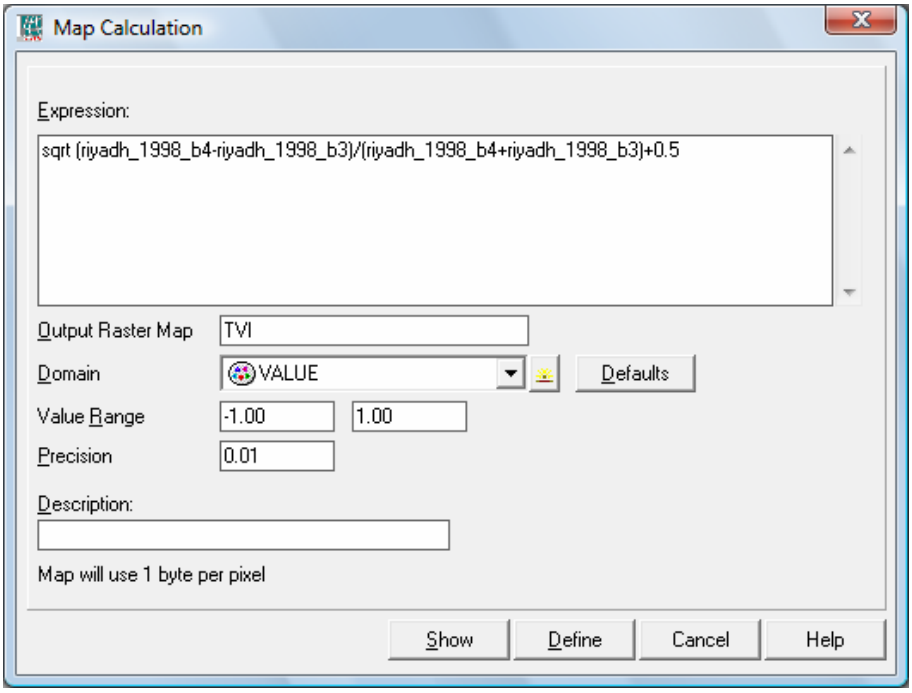




٧) أما بالنسبة لمؤشر NDVI ومؤشر TVI يتم اختيار VALUE وفي حقلي Value Range تغير القيم إلى 1- و1 وفي حقل Precision تغير القيمة إلى 0.01.

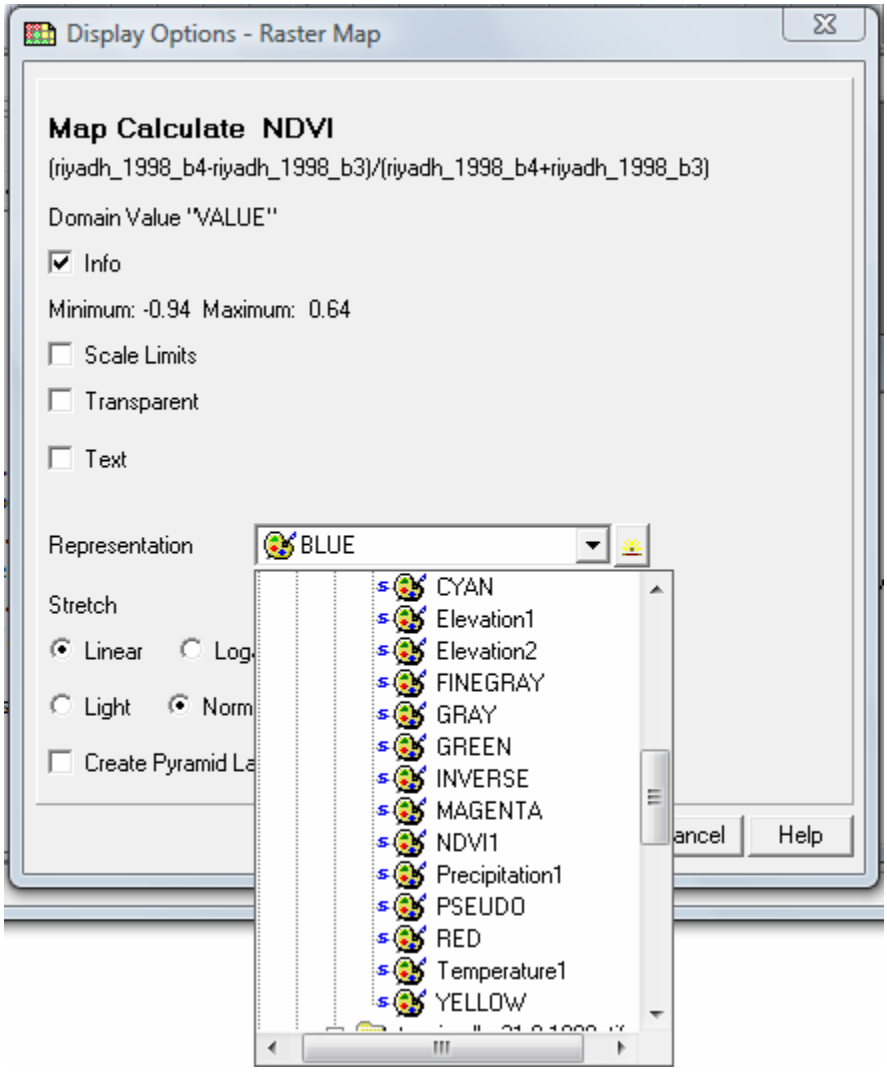






٨) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.

٩) يكون خيار اللون الأزرق BLUE هو الخيار التلقائي في حقل لون عرض الصورة Representation من نافذة Display Options - Raster Map وعليه يغير هذا الخيار إلى ملون بالضغط على المثلث المقلوب في طرف الحقل ومن ثم يتم اختيار ألوان PSEUDO.



١٠) وبعد اختيار لون العرض يضغط على أمر OK ليتم عرض صورة المؤشر النباتي.

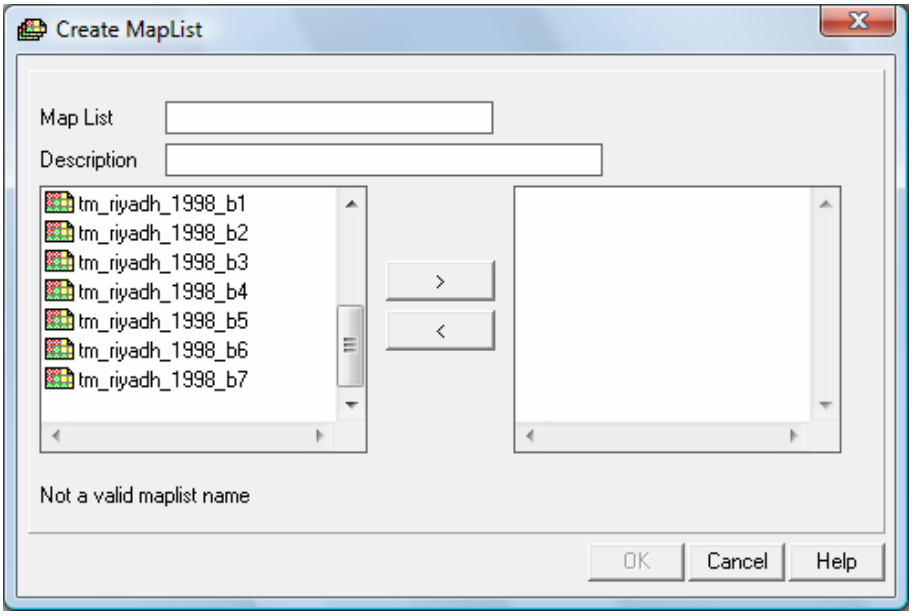
تحليل المركبات الرئيسية

إن تحليل المركبات الرئيسية Principal Components Analysis (PCA) عبارة عن طريقة إحصائية لتحويل بيانات متغيرات بينها ارتباط قوي إلى بيانات ليس بينها علاقات خطية. ففي معظم الحالات يوجد تشابه في معامل الانعكاس للمواد في نطاقات صور الاستشعار عن بُعد متعددة الأطياف، ولذا فانه عندما يرسم شكل انتشاري Scatter Graph للقيم الرقمية لأي نطاقين من نطاقات الصور متعددة الأطياف فان معظم النقاط تقع على الخط القطري Diagonal Line للشكل أو بالقرب منه. ويدل هذا الارتباط العالي على وفرة Redundancy المعلومات، مما يؤدي إلى حجب (غمر) Obscure بعضها. وللتغلب على هذه المشكلة تستخدم بعض الطرق الإحصائية لوصف البيانات، وذلك بإعادة توزيعها Redistribute على محاور جديدة.

تعد طريقة تحليل المركبات الرئيسية من أكثر الطرق الإحصائية استخداما لتحويل بيانات نطاقات الصور متعددة الأطياف (التي تتكون من نطاقين أو أكثر) عالية الارتباط إلى مجموعة بيانات data set "جديدة" ليس بينها علاقات خطية. وتتم العمليات الإحصائية لبيانات نطاقات الصور متعددة الأطياف بهذه الطريقة من خلال برامج حاسوبية، حيث توضع المتوسطات Means عند الصفر، ثم تحرك هذه المحاور بزاوية معينة حتى يمر أحدهما بأكبر عدد من النقاط، وبذلك يتكون محور المركب الرئيسي الأول Component Axis of the First Principle الذي غالبا ما يضم نسبة كبيرة من البيانات. والمحور المتعامد على محور المركب الرئيسي الأول يطلق عليه محور المركب الرئيسي الثاني الذي يظهر بعض المعلومات المغمورة. وإذا كان للبيانات أكثر من بعدين فانه يمكن عمل العديد من محاور المركبات الرئيسية يتفق عددها مع عدد النطاقات المستخدمة.

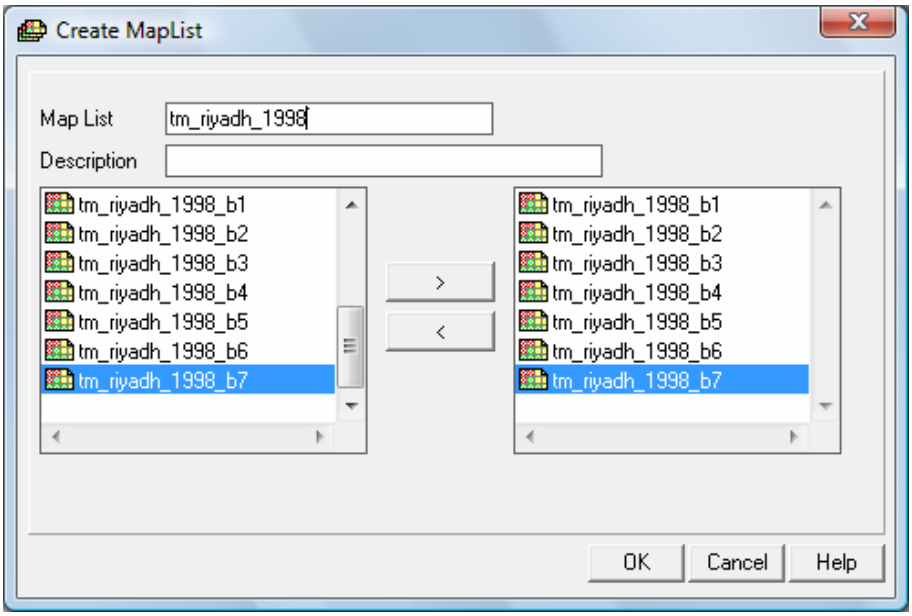
تمثل البيانات الجديدة المستخلصة بهذه الطريقة صور المركبات الرئيسية والتي يتفق عددها مع عدد النطاقات المستخدمة للصور متعددة الأطياف. فإذا أستخدم في هذه الطريقة خمسة نطاقات من نطاقات صورة متعددة الأطياف سيتم الحصول على خمس صور للمركبات الرئيسية هي صورة المركب الرئيسي الأول PC1 وصورة المركب الرئيسي الثاني PC2 وصورة المركب الرئيسي الثالث PC3 وصورة المركب الرئيسي الرابع PC4 وصورة المركب الرئيسي الخامس PC5. ويجب أن ندرك أن صور النطاقات تختلف عن صور المركبات لأن بيانات كل صورة من صور المركبات الرئيسية مستخلصة من بيانات جميع النطاقات المستخدمة للصورة متعددة الأطياف (Curran,1985, Drury, 1993) . ويمكن إنتاج صور بالألوان الزائفة (الخاطئة) من صور المركبات الرئيسية وذلك بعمل مركب ألوان من صور ثلاثة مركبات رئيسية. وفي ما يلي خطوات تطبيق طريقة تحليل المركبات الرئيسية باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

١) يجب أن تكون ملفات الصورة متعددة النطاقات مجموعة بنظام Map List.
٢) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور المراد تطبيق طريقة تحليل المركبات الرئيسية عليها، وستظهر أسم ملف الصور المجموعة بنظام Map List وبجانبه علامة (رمز).
٣) لإنشاء Map List لملفات الصورة متعددة النطاقات يتم اختيار أمر New Map List من قائمة Operation-List في الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS.
٤) فبضغطتين متتابعتين على أمر New Map List تظهر نافذة (مربع حوار) Create MapList وستظهر في جزئها الأيسر ملفات الصورة متعددة النطاقات.



٥) في حقل Map List من نافذة (مربع حوار) Create MapList يكتب اسم قائمة ملفات الصورة.

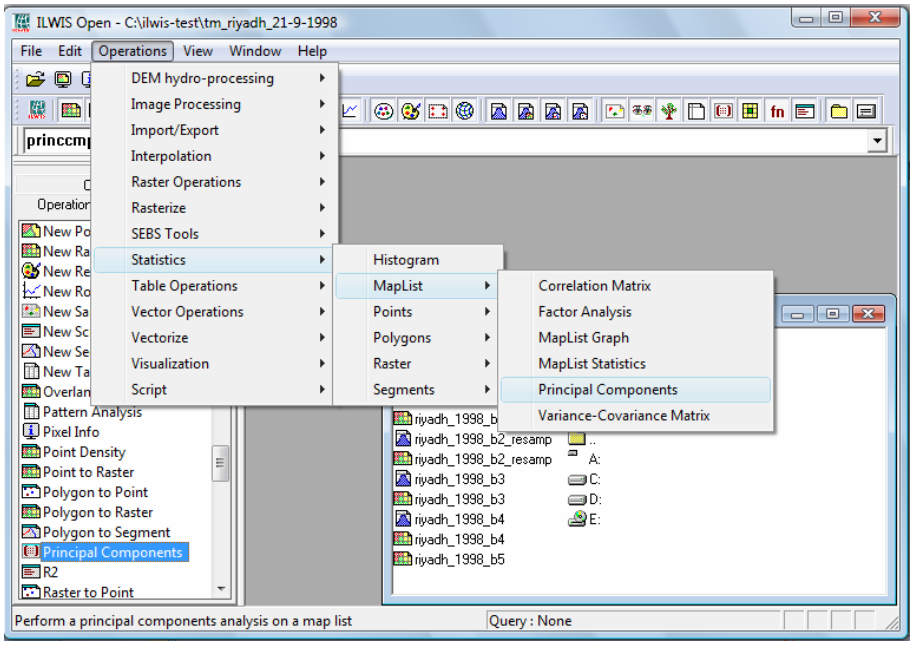
٦) وتحدد أيضا في نافذة (مربع حوار) Create MapList ملفات الصورة لتنقل إلى الجزء الفارغ الأيمن في النافذة وذلك بالضغط على زر (ايكونة) الإضافة .

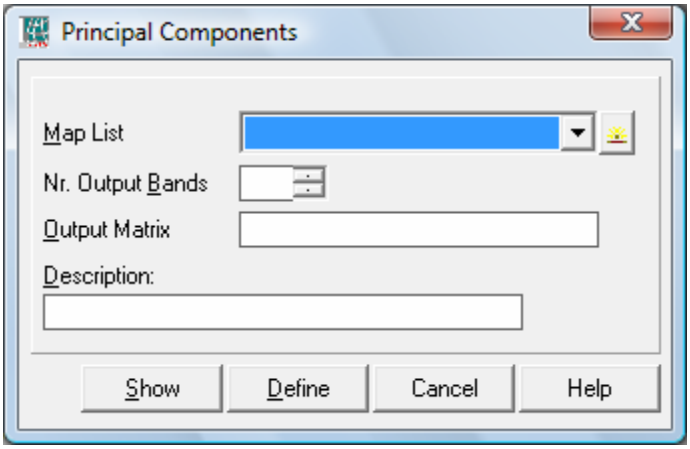


٧) بالضغط على OK ستتم العملية وسيظهر اسم قائمة الملفات مع الملفات الأخرى في المجلد.

٨) بعد إنشاء قائمة ملفات الصورة Map List يتم اختيار أمر Operations من الواجهة الرئيسية للبرنامج وستظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Statistics

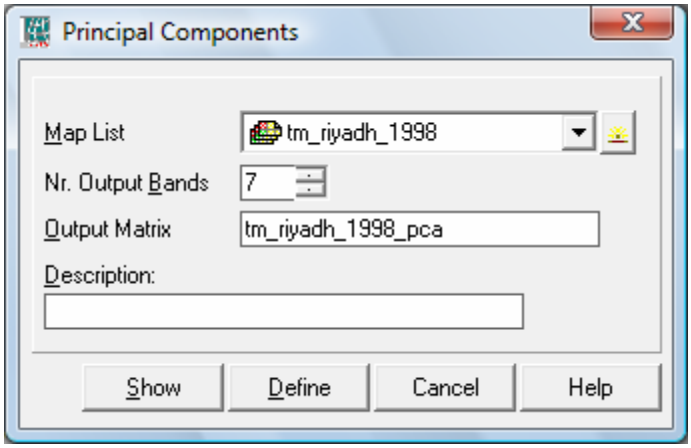
وبهذا ستظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر MapList وهذا أيضا سيؤدي إلى ظهور قائمة فرعية أخرى للأوامر يختار منها أمر Principal Components، وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Principal Components.



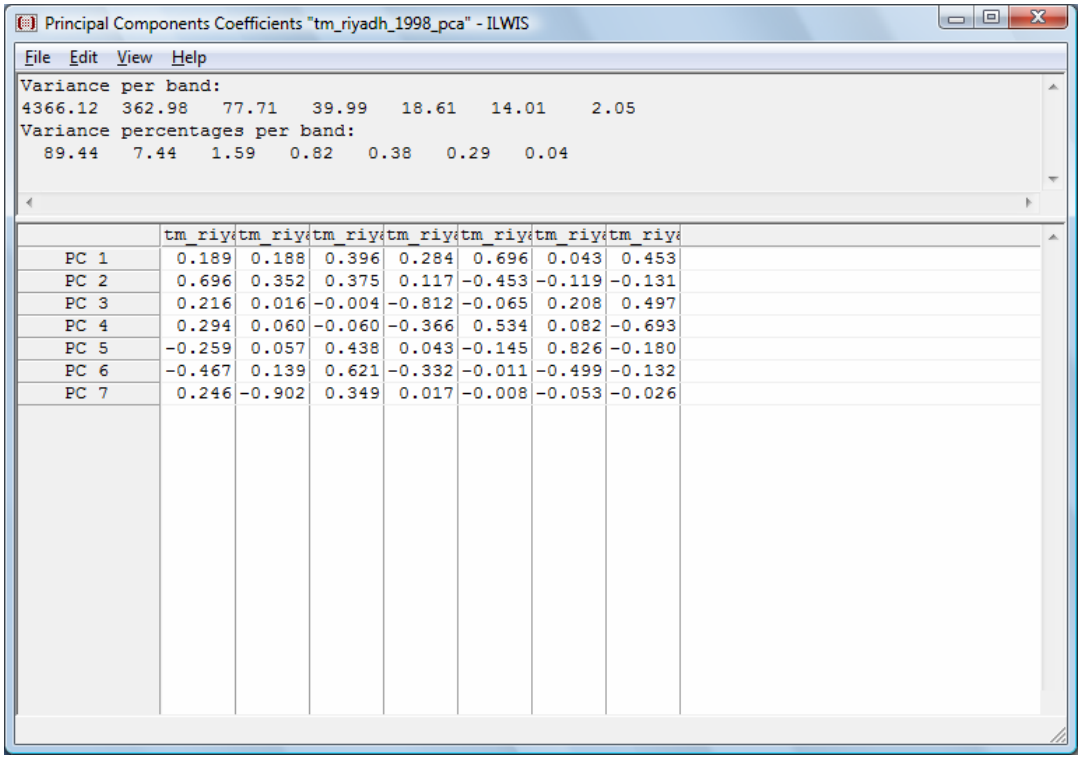


٩) في نافذة (مربع حوار) Principal Components يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Map List ليختار ملف نطاقات الصورة بنظام Map List.

١٠) وفي هذه النافذة أيضا يكتب اسم ملف صور المركبات الرئيسية في حقل Output Matrix.

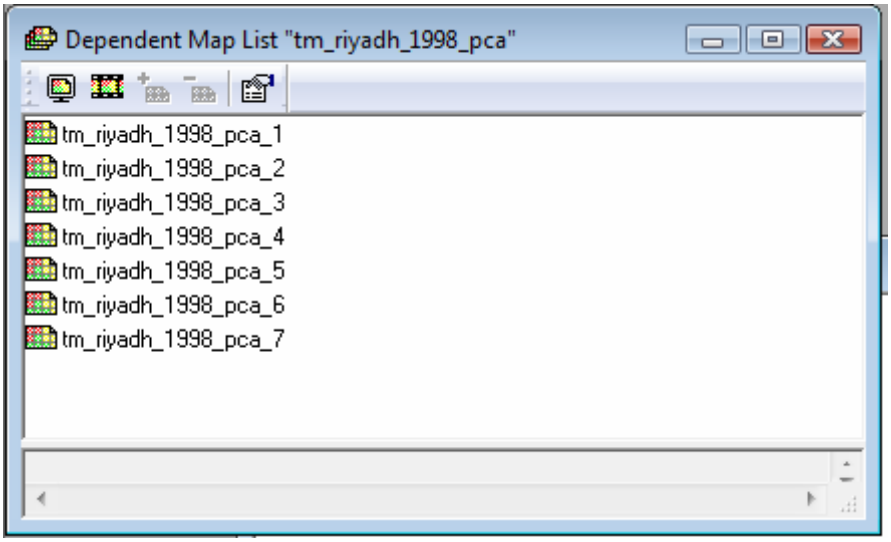


١١) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة مصفوفة العملية الإحصائية لنطاقات الصورة Principal Components Coefficients "tm_riyadh_1998_pca" - ILWIS.

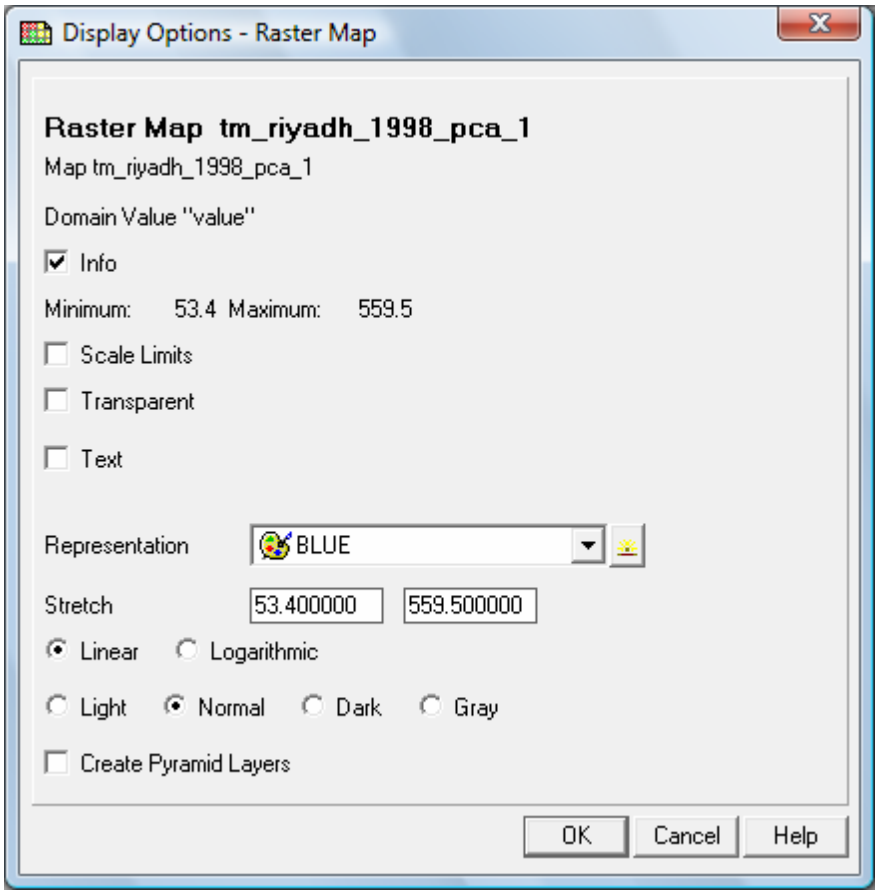


١٢) وبعد هذه العملية سيظهر في نافذة عرض ملفات الصورة ملفين جديدين هما ملف صور المركبات الرئيسية tm_riyadh_1998_pca وملف المصفوفة الإحصائية tm_riyadh_1998_pca.

١٣) لعرض صور المركبات الرئيسية يضغط على ملفها ضغطتين متتابعتين في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS لتظهر قائمة بملفات صور المركبات الرئيسية.



١٤) لعرض صورة المركب الرئيسي الأول PCA_1 مثلا يوضع المؤشر على ملفه ويغط عليه ضغطتين متتابعتين لتظهر نافذة عرض الصور Display Options - Raster Map.

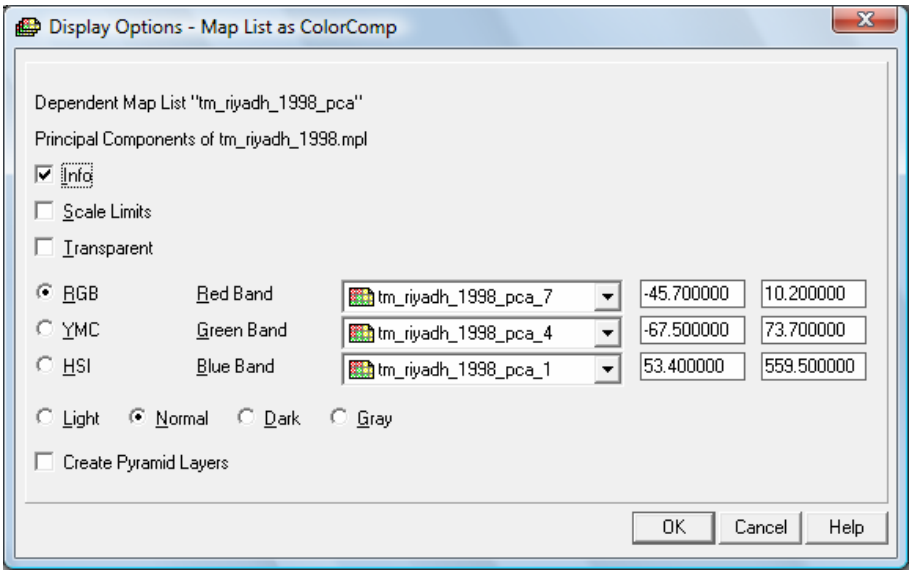


١٥) يلاحظ أن خيار اللون الأزرق BLUE هو الخيار التلقائي في حقل لون عرض الصورة Representation من نافذة Display Options - Raster Map وعليه يمكن

تغيير هذا الخيار إلى اسود وأبيض أو إلى ملون بالضغط على المثلث المقلوب في طرف الحقل ومن ثم يتم اختيار الرمادي GRAY أو ألوان PSEUDO.

١٦) وبعد اختيار لون العرض يضغط على أمر OK ليتم عرض صورة المركب الرئيسي.

١٧) لعرض صور المركبات الرئيسية كمركب ألوان يضغط على أمر (رمز / أيكونة) في نافذة قائمة ملفات المركبات الرئيسية Dependent Map List "tm_riyadh_1998_pca" وستظهر نافذة خيارات العرض الملون Display Options - Map List as ColorComp.



١٨) يلاحظ في هذه النافذة أن الخيار التلقائي لنظام الألوان هو RGB ويلاحظ أيضا أن صورة المركب الرئيسي الأول pca1 وضعت تلقائيا في قناة اللون الأزرق وصورة المركب الرئيسي الثاني pca4 وضعت تلقائيا في قناة اللون الأخضر وصورة المركب الرئيسي السابع pca7 وضعت تلقائيا في قناة اللون الأحمر.

١٩) وتجب الإشارة إلى أنه يمكن تغيير صور المركبات الرئيسية في قنوات الأوان الثلاث ويمكن أيضا عرض مركب الألوان بنظام YMC للألوان أو بنظام HSI للألوان.

٢٠) وبعد تحديد صور المركبات الرئيسية في قنوات الألوان الثلاث واختيار نظام الألوان يضغط على أمر OK ليتم عرض صورة مركب الألوان للمركبات الرئيسية.

التصنيف المراقب (الموجه)

يتطلب تطبيق طريقة التصنيف المراقب (الموجه) supervised classification صورة متعددة الأطياف تتكون من نطاقين أو أكثر. ويتطلب تطبيق هذه الطريقة أيضا معرفة مسبقة بخصائص المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصورة المراد

تصنيفها وذلك لتحديد عدد فئات التصنيف ولاختيار مناطق تدريب Training Areas لها. ومناطق تدريب عبارة عن مواقع على الصورة يتم اختيارها لتكون ممثلة لأطياف spectral signatures الظواهر الجغرافية المحددة في المنطقة التي تغطيها الصورة. وعليه فإن الخطوة الأولى في هذه الطريقة هي حصر ومعرفة أنواع الظواهر الجغرافية في المنطقة التي تغطيها الصورة ويتم ذلك إما ميدانيا أو باستخدام الخرائط الحديثة المتوافرة. وبعد ذلك تعرض الصورة المراد تصنيفها على الشاشة لاختيار ورسم مناطق التدريب الممثلة لكل نوع من الظواهر الجغرافية (غطاءات الأرض) أي كل فئة من فئات التصنيف، ويجب أن يرسم delineate على الصورة المعروضة على الشاشة عدد مناسب من خلايا الصورة الممثلة لكل منطقة من مناطق التدريب ولا تتركز في جزء منها بل تكون موزعة على كامل الصورة. وبرسم حدود مناطق التدريب في الصورة يتعرف الحاسب الآلي على قيم خلايا pixels نطاقات الصورة لكل فئة من فئات التصنيف المحددة ليتم الاعتماد عليها في عملية التصنيف. إذ أن بيانات مناطق التدريب للنطاقات المستخدمة في التصنيف ترسم في الحاسب الآلي على محاور متعددة الأبعاد multidimensional data space وعليه فإن العلاقة بين قيمها تحدد المواقع الطيفية للظواهر على الرسم البياني معطية بذلك تجمعات Clusters تمثل أطياف الظواهر في الصورة المصنفة. وبناء على هذه المعلومات يقوم الحاسب الآلي بفحص القيم الرقمية لكل خلية في نطاقات الصورة المستخدمة ثم يحدد فئتها وفقا للأسلوب الإحصائي المستخدم. فبرامج معالجة الصور الرقمية مثل برنامج ILWIS وبرنامج ERDAS تتضمن العديد من الأساليب الإحصائية التي تستخدم في التصنيف المراقب ومنها التصنيف بأسلوب الاحتمالية العظمى Gaussian Maximum Likelihood Classifier والتصنيف بأسلوب متوازيات السطوح Parallelepiped Classifier والذي يسمى أحيانا بتصنيف الصندوق Box Classifier والتصنيف بأسلوب المسافة الأقصر من الوسط Minimum Distance-to-mean Classifier والتصنيف بأسلوب Mahalanobis Distance Classifier.

التصنيف بأسلوب الاحتمالية العظمى Gaussian Maximum Likelihood Classifier:

تُحسب بهذا الأسلوب قيم الاحتمالية probabilities لكل خلية من خلايا الصورة، وعليه فإن تطبيق هذا الأسلوب يحتاج إلى عمليات حسابية طويلة نسبيا خاصة إذا كانت النطاقات المستخدمة في التصنيف كثيرة. وأسلوب الاحتمالية العظمى مبني افتراض أن بيانات مناطق التدريب لفئات التصنيف يكون توزيعها في المدرجات التكرارية من نوع التوزيع الطبيعي normal distribution. وبناء على هذا الافتراض تستخدم بيانات مناطق التدريب لحساب المتوسطات means والتباين variances لفئات التصنيف. وهذه المتغيرات بدورها تستخدم لحساب قيم الاحتمالية probabilities لكل خلية من خلايا الصورة لتحدد فئتها. ويعد هذا الأسلوب من أفضل الأساليب الإحصائية للتصنيف إذا يكون للبيانات توزيع طبعي. وعليه فإن هذا الأسلوب هو الخيار التلقائي في بعض برامج معالجة صور الاستشعار عن بُعد مثل برنامج ERDAS.

التصنيف بأسلوب متوازي السطوح (التصنيف بأسلوب الصندوق):

يطلق على هذا الأسلوب تصنيف الصندوق Box Classifier إذا كان للبيانات المستخدمة بعدين فقط، أما إذا كانت البيانات المستخدمة متعددة الأبعاد فإنه يسمى تصنيف متوازي السطوح Parallelepiped Classifier. ولقد بُني هذا الأسلوب على تحديد المدى الطيفي لفئات التصنيف في الصورة، حيث يتم في مناطق التدريب Training Areas لكل فئة من فئات التصنيف تحديد أعلى وأدنى قيمة رقمية لكل نطاق من النطاقات المستخدمة. وبتحديد المدى الطيفي لكل نطاق في كل منطقة تدريب يمكن رسم حدود كل فئة من فئات التصنيف حسب موقعها على الرسم البياني كصندوق box يحيط بالقيم الرقمية فيها. وعليه فإن كل خلية صورة تقع داخل صندوق فئة معينة تصنف من هذه الفئة. وفي المقابل كل خلية صورة تقع خارج صناديق فئات التصنيف تصنف على أنها مجهولة (غير معروفة) unknown ولا تنتمي للظواهر الجغرافية التي تمثلها مناطق التدريب. وفي بعض الأحيان يحدث تداخل بين صناديق فئات التصنيف وفي مثل هذه الحالة يمكن إبعاد هذه البيانات من فئات التصنيف وتصنيفها على أنها مجهولة أو أن تصنف وفقا لمعيار معين (Gibson, et al.,2000).

التصنيف بأسلوب أقصر مسافة من الوسط Minimum Distance-to-mean Classifier:

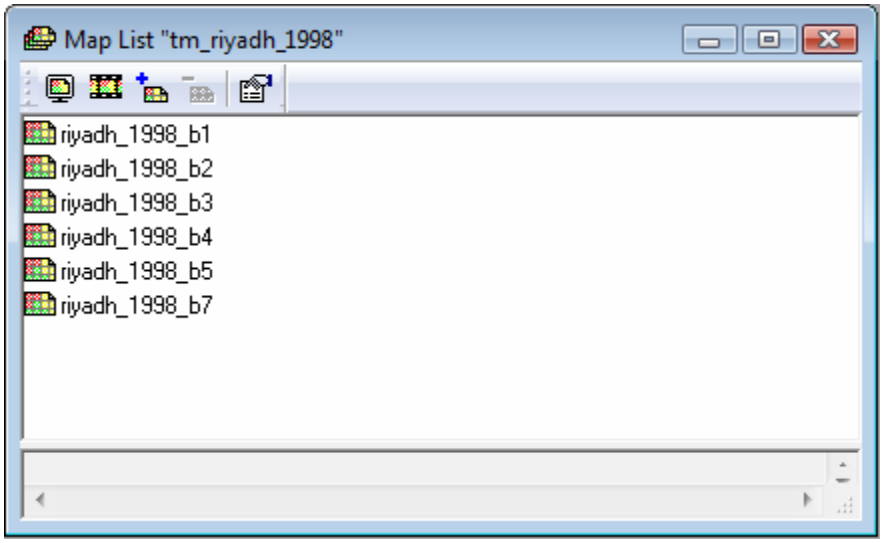
يعتمد هذا الأسلوب على تحديد المتوسطات الطيفية لفئات التصنيف حيث يتم في مناطق التدريب Training Areas لكل فئة من فئات التصنيف حساب متوسطات القيم الرقمية لكل نطاق من النطاقات المستخدمة. وبتحديد الوسط mean في كل فئة من فئات التصنيف تتم عملية التصنيف وفقا للمسافة على الرسم البياني بين مواقع قيم خلايا الصورة ومتوسطات فئات التصنيف. حيث تربط القيمة الرقمية في الصورة لفئة التصنيف التي تكون بأقصر مسافة إلى الوسط فيها. وإذا كانت القيمة الرقمية تبعد عن الوسط لفئات التصنيف بمسافة أبعد من مسافات التحليل المحددة فإنها تصنف ضمن فئة غير معروف unknown. وتجب الإشارة إلى أن هذا الأسلوب قد لا يعطي نتائج تصنيف جيدة إذا تكون الفروق الطيفية بين الظواهر في الصورة قليلة (Lillesand, et. al., 2004).

التصنيف بأسلوب Mahalanobis Distance Classifier:

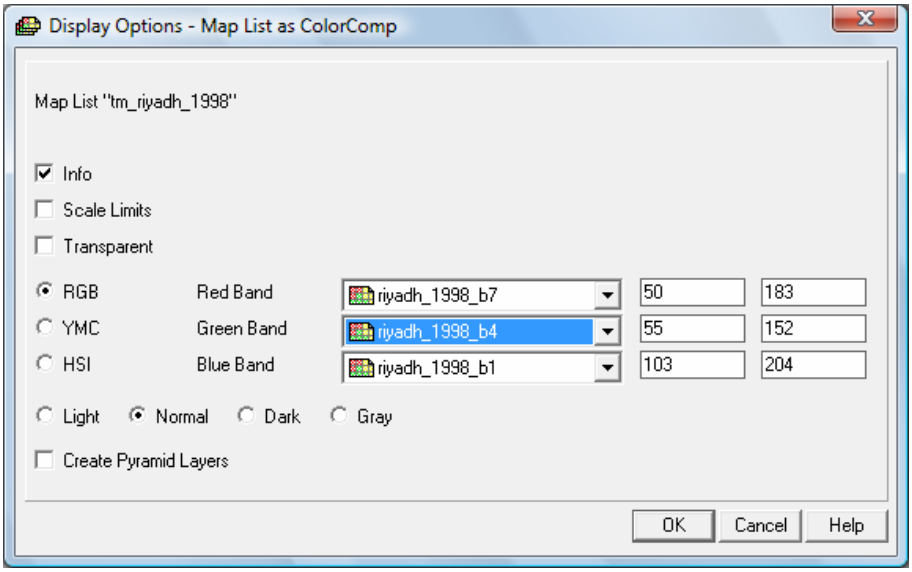
هذا الأسلوب لقياس المسافة قدمه P. C. Mahalanobis في عام ١٩٣٦م. ويعد من الأساليب الإحصائية المناسبة لتحديد درجة الشبه بين بيانات غير معروفة وبيانات معروفة. ويذكر أن التصنيف بهذا الأسلوب يشبه التصنيف بأسلوب أقصر مسافة minimum distance، والاختلاف بينهما يتمثل في أن معادلة هذا الأسلوب تستخدم مصفوفة التباين المشترك covariance matrix (ERDAS, 2008).

وفي ما يلي خطوات تطبيق طريقة التصنيف المراقب باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

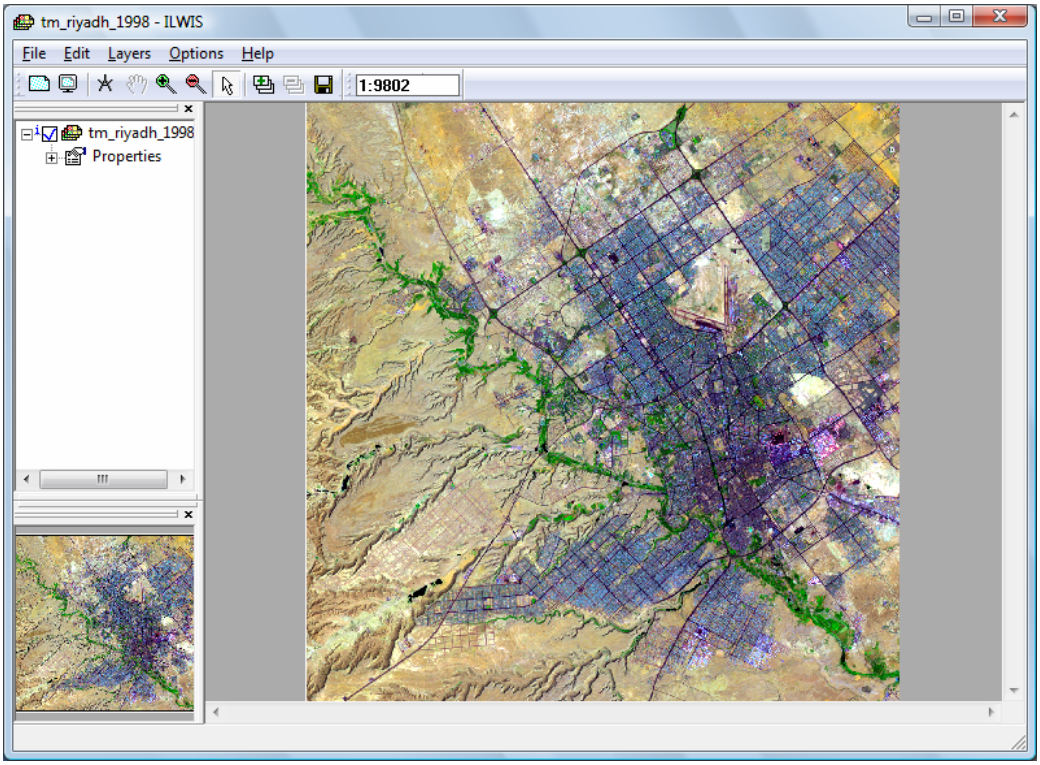
١) يبدأ التصنيف المراقب بعملية أخذ العينات sampling، وعليه فإن الخطوة الأولى لتطبيق هذه الطريقة هي حصر أنواع الظواهر الجغرافية (غطاءات واستخدامات الأرض) في المنطقة التي تغطيها الصورة وفقا لمعرفة ميدانية أو باستخدام خرائط حديثة.
٢) يجب أن تكون ملفات الصورة متعددة النطاقات مجموعة بنظام Map List.
٣) لإنشاء Map List لملفات الصورة متعددة النطاقات يتم اختيار أمر New Map List من قائمة Operation-List في الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS.
٤) فبضغطتين متتابعتين على أمر New Map List تظهر نافذة (مربع حوار) Create MapList وستظهر في جزئها الأيسر ملفات الصورة متعددة النطاقات.
٥) في حقل Map List من نافذة (مربع حوار) Create MapList يكتب اسم قائمة ملفات الصورة.
٦) وتحدد أيضا في نافذة (مربع حوار) Create MapList ملفات الصورة لتنقل إلى الجزء الفارغ الأيمن في النافذة وذلك بالضغط على زر (ايكونة) الإضافة >.
٧) بالضغط على OK ستتم العملية وسيظهر اسم قائمة الملفات مع الملفات الأخرى في المجلد.
٨) بعد إنشاء قائمة ملفات الصورة Map List، يضغط على ملف القائمة ضغطتين متتابعتين في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS لتظهر نافذة قائمة ملفات الصور Map List "tm_riyadh_1998".



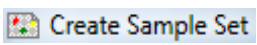
٩) في نافذة قائمة ملفات الصور Map List "tm_riyadh_1998" يضغط على أمر (رمز / أيكونة) وستظهر نافذة خيارات العرض الملون Display Options - Map List as ColorComp.

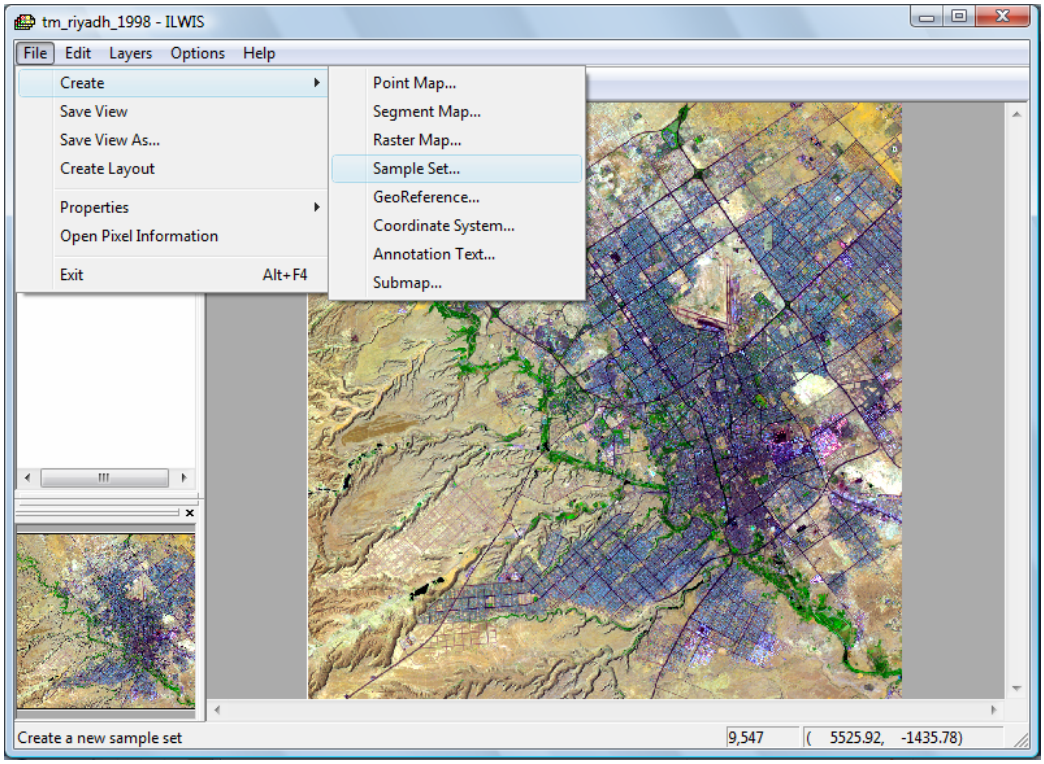


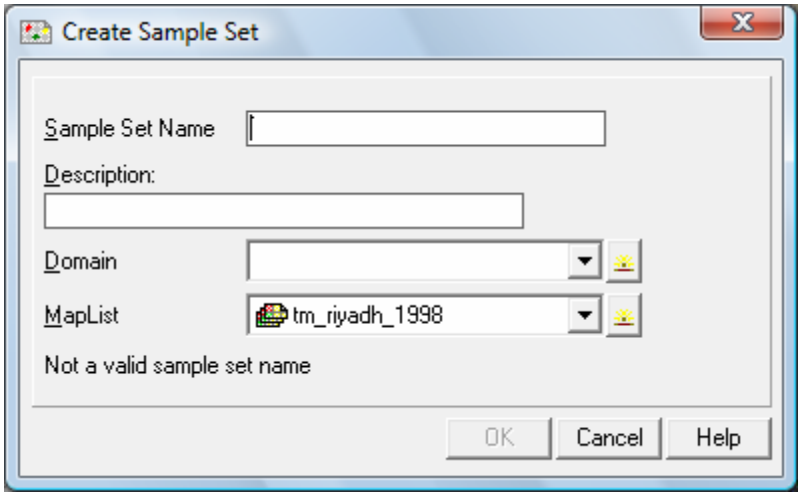
١٠) وبعد تحديد صور النطاقات في قنوات الألوان الثلاث واختيار نظام الألوان يضغط على أمر OK ليتم عرض صورة مركب الألوان للنطاقات المحددة.



١١) في نافذة الصورة يضغط على أمر File لتظهر قائمة بالأوامر، يختار منها أمر Create بالضغط عليه وستظهر قائمة بالأوامر الفرعية، ومنها يتم اختيار أمر Sample Set بالضغط عليه وستظهر نافذة (مربع حوار)

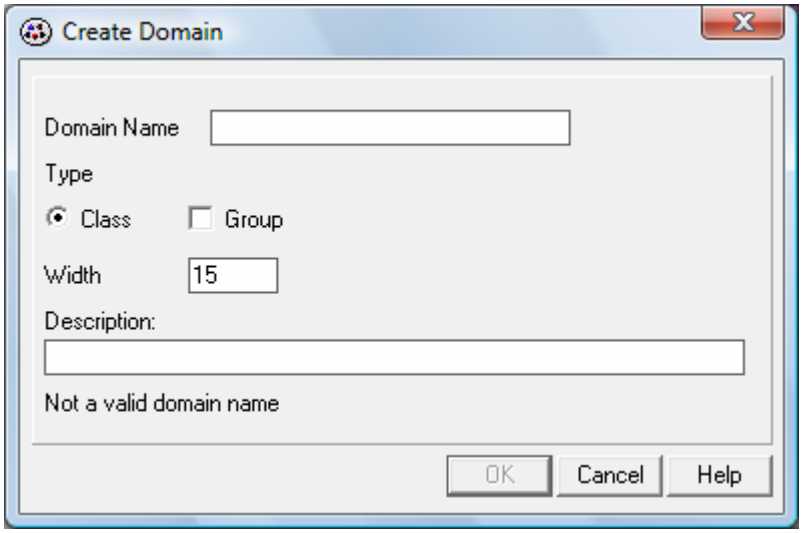




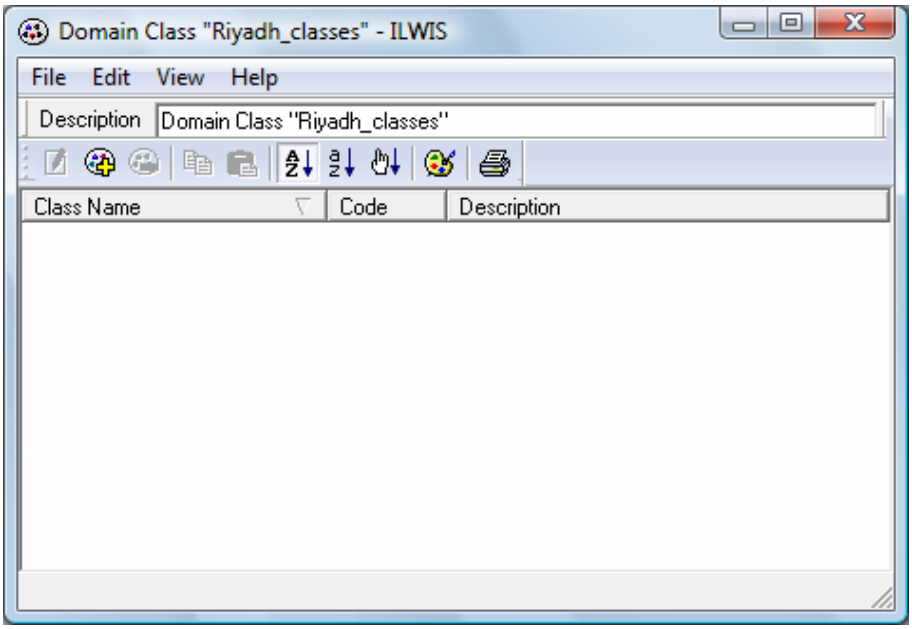


١٢) يكتب في حقل Sample Set Name بنافذة (مربع حوار) Create Sample Set اسم ملف عينات التصنيف مثلا Riyadh_classes.

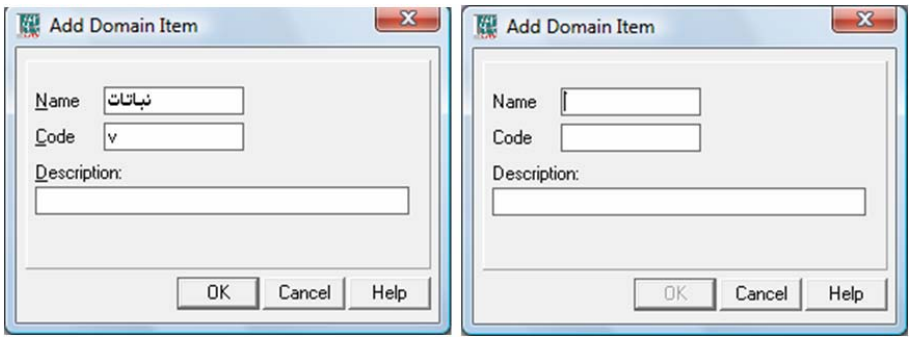
١٣) وفي هذه النافذة أيضا يضغط على زر (أمر) في طرف حقل Domain وستظهر نافذة (مربع حوار) Create Domain.



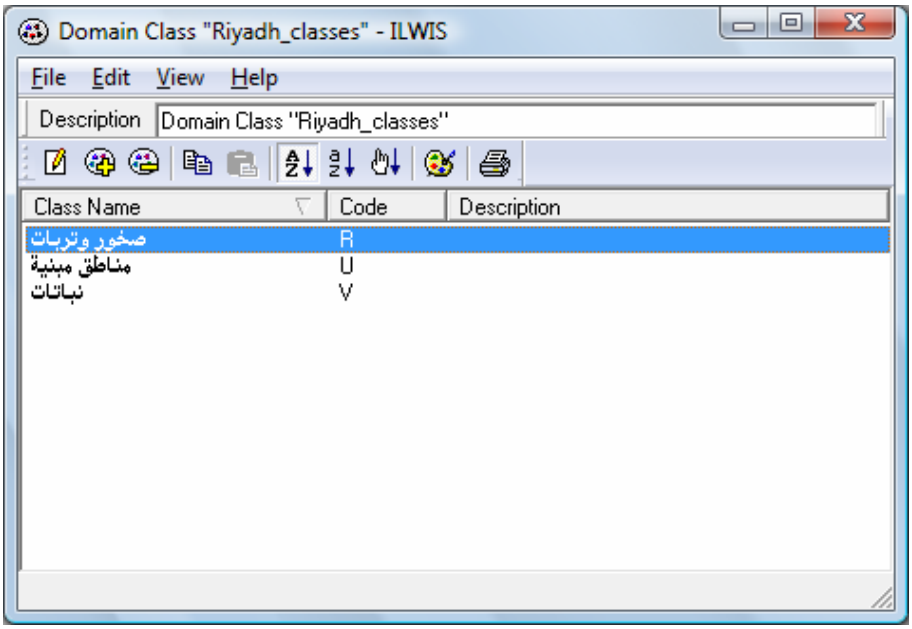
١٤) في حقل Domain Name بنافذة Create Domain يكتب اسمه ويكون مثلا Riyadh_classes لأن امتداد الملف مختلف، ثم يضغط على أمر (زر) OK وستظهر نافذة Domain Class "Riyadh_classes" - ILWIS.



١٥) في نافذة Domain Class "Riyadh_classes" - ILWIS يضغط على أمر (زر) Add Domain Item لإدخال أسماء فئات التصنيف وستظهر نافذة .

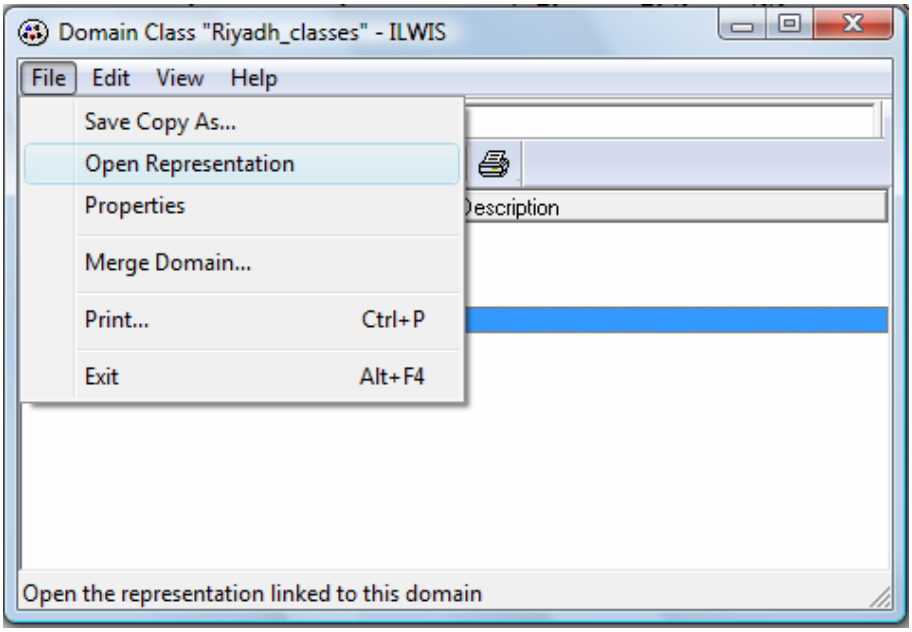


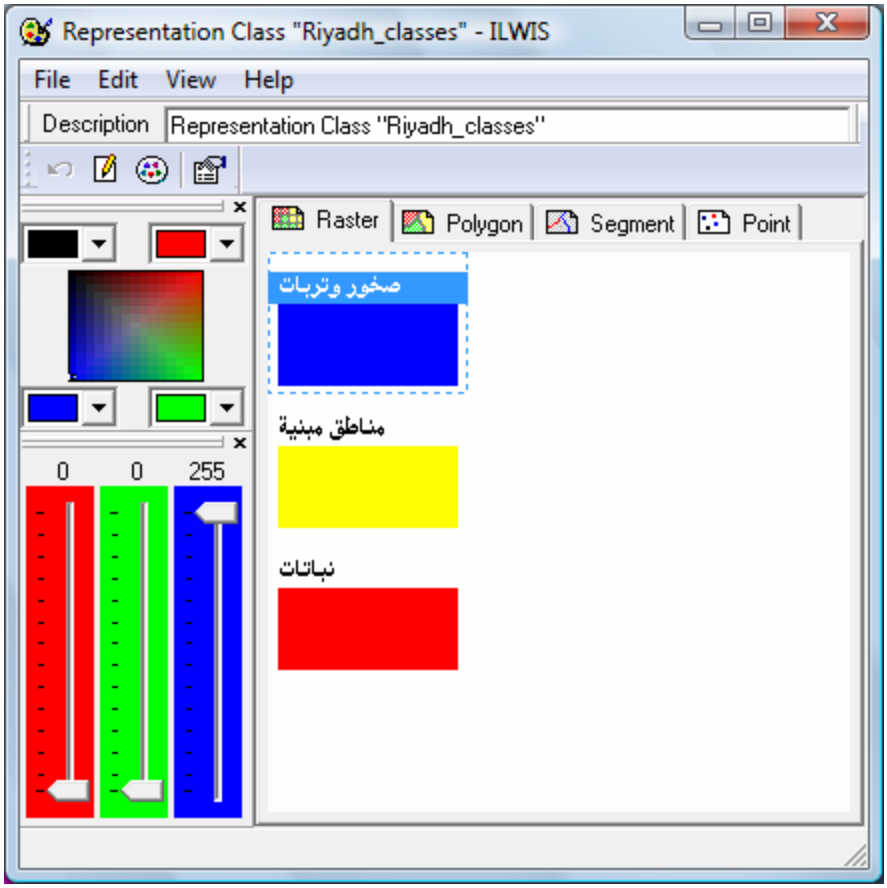
١٦) في نافذة Add Domain Item يكتب في حقل Name اسم إحدى فئات التصنيف مثلا "نبات" وفي حقل Code يكتب حرف يرمز للظاهرة مثل حرف v بالنسبة للنبات ثم يضغط على أمر (زر) OK.



١٧) تكرر الخطوتين السابقتين لإدخال أسماء بقية فئات التصنيف.

١٨) بعد إدخال أسماء جميع فئات التصنيف يضغط على أمر File في نافذة Domain Class "Riyadh_classes" - ILWIS لتظهر قائمة بالأوامر ومنها يتم اختيار أمر Open Representation لتظهر نافذة Representation Class "Riyadh_classes" - ILWIS.

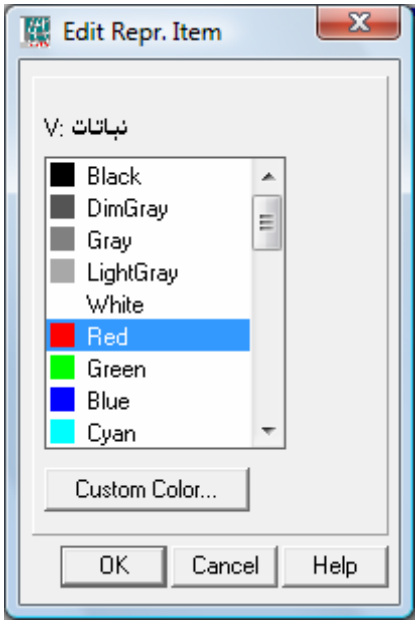


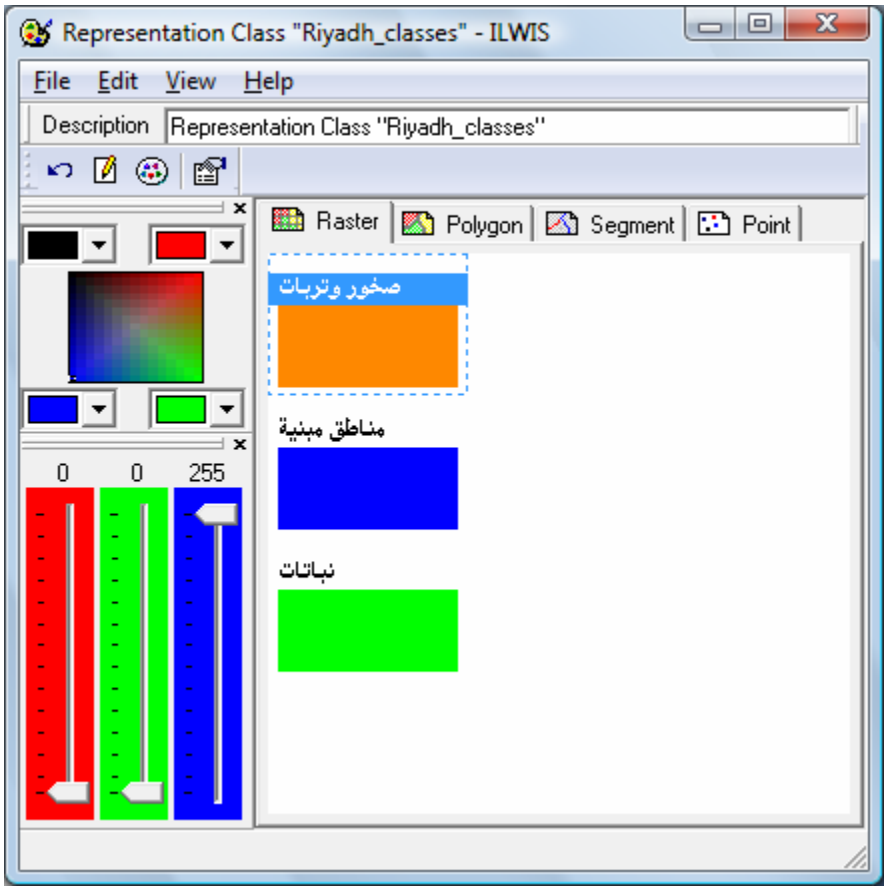


١٩) في نافذة Representation Class "Riyadh_classes" - ILWIS يمكن تغيير ألوان (الرموز المساحية) فئات التصنيف، فمثلا النبات يمكن اختيار اللون الأخضر ليمثله على الصورة المصنفة.

٢٠) لتمثيل النبات باللون الأخضر على الصورة المصنفة يضغط على لونها في نافذ Representation Class "Riyadh_classes" - ILWIS ضغطتين متتابعتين

لتظهر نافذة Edit Repr. Item ومنها يتم اختيار اللون الأخضر ثم يضغط على أمر (زر) OK.

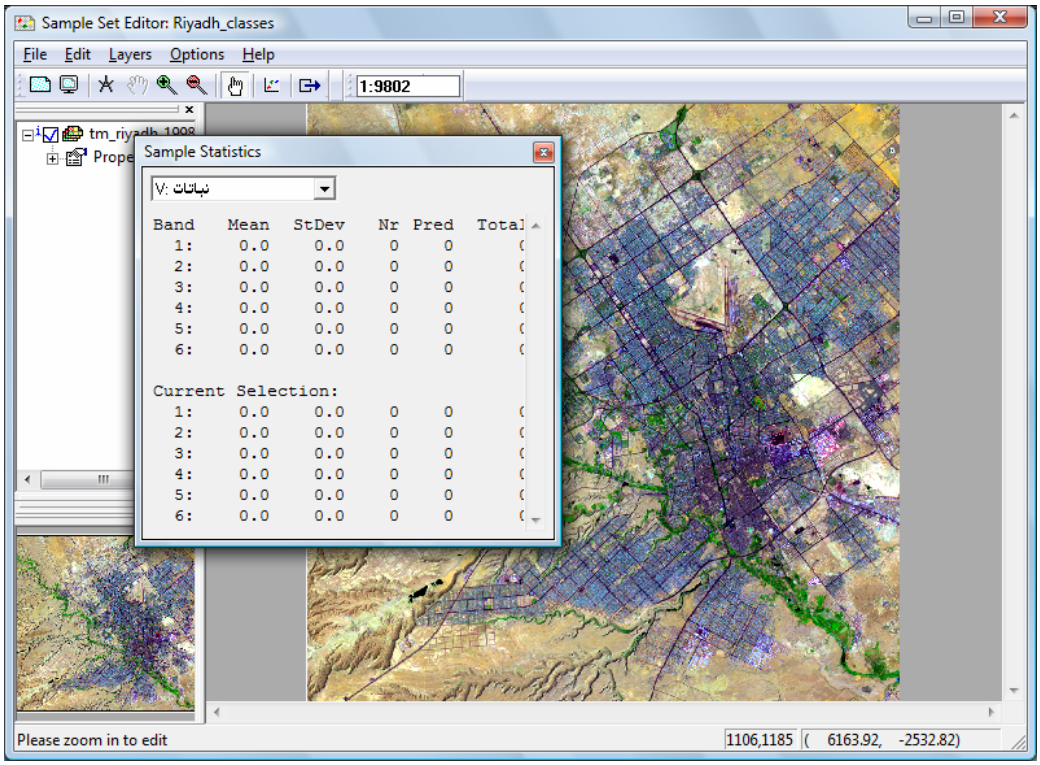




٢١) وهكذا يتم اختيار ألوان تمثيل بقية فئات التصنيف.

٢٢) بعد اختيار الألوان لفئات التصنيف تغلق نافذة Representation Class "Riyadh_classes" - ILWIS وتغلق أيضا نافذة Domain Class "Riyadh_classes" - ILWIS لنعود إلى نافذة Create Sample Set.

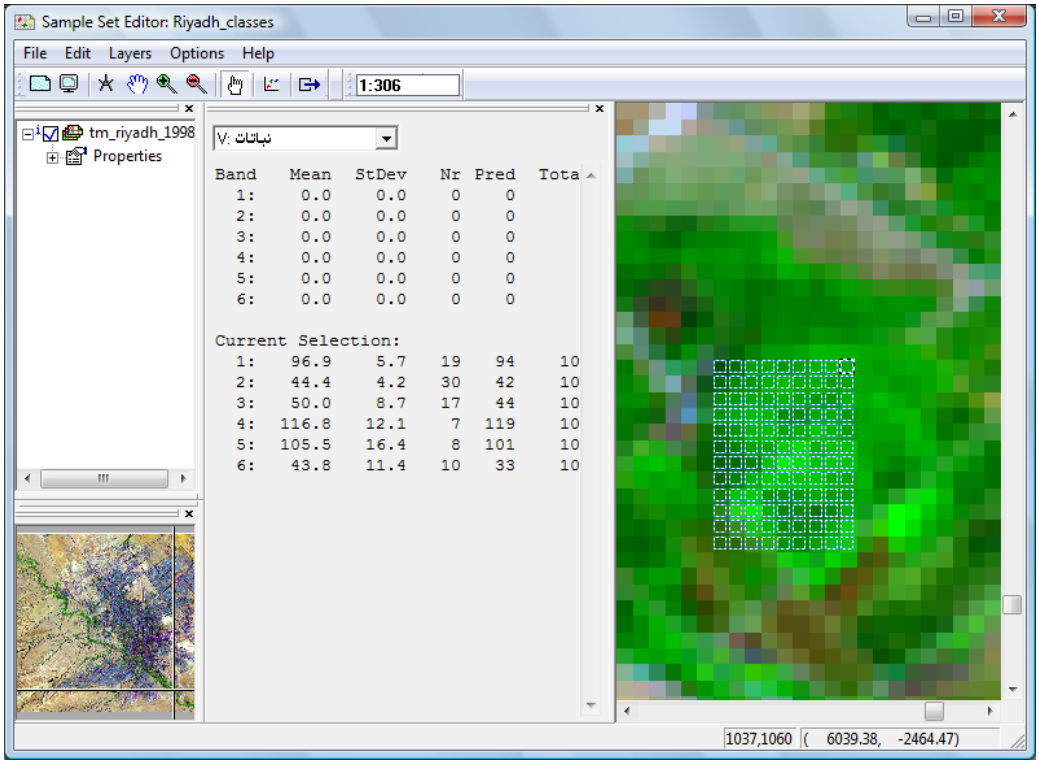
٢٣) في نافذة Create Sample Set نضغط على زر (أمر) OK لتظهر نافذة Sample Statistics.



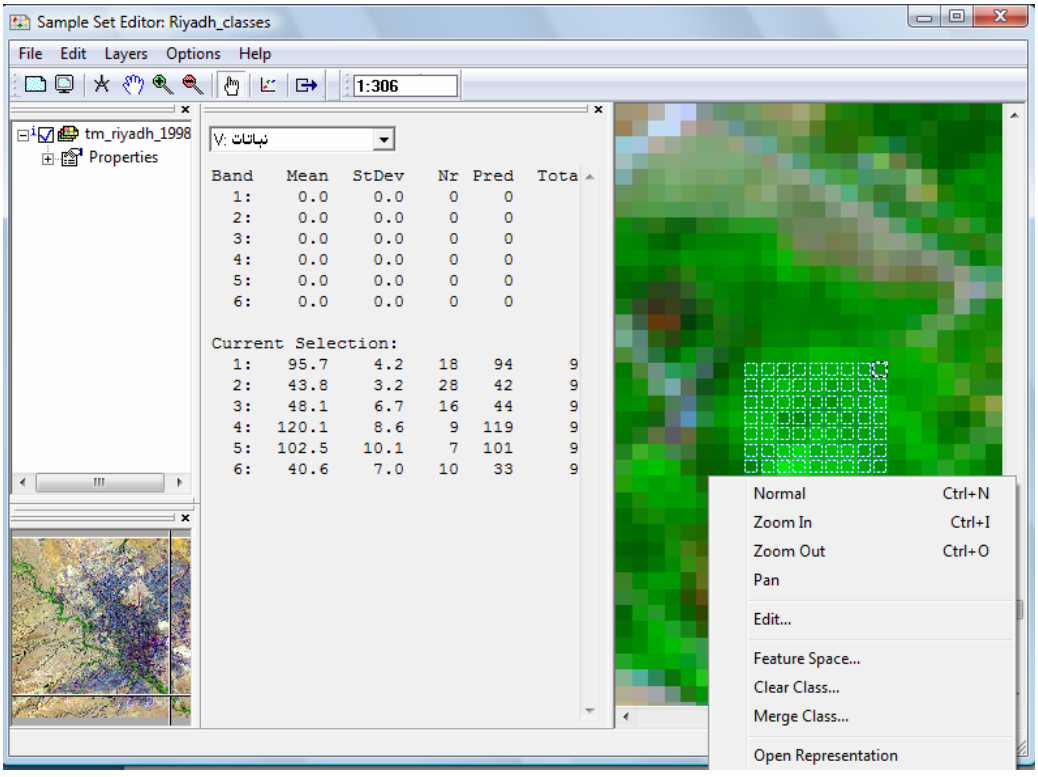
٢٤) بعد ذلك تبدأ عمليات أخذ العينات لفئات التصنيف.

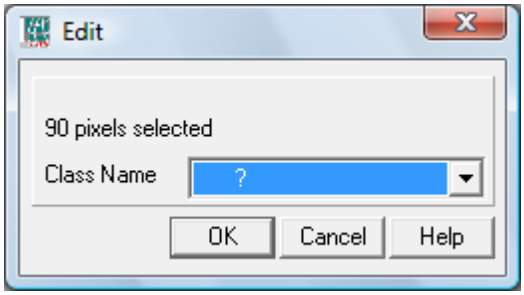
٢٥) فعند الرغبة في أخذ عينة للنبات نكبر الصورة على إحدى مناطق النبات وبعد تكبيرها ننشط أمر (زر) Normal Button.

٢٦) لأخذ عينة خلايا pixels تمثل النبات نضع المؤشر على منطقة النبات ونضغط الزر الأيسر في الفارة ضغطة مستمرة ثم نسحب المؤشر ليتشكل مستطيل أو مربع يغطي جزء من منطقة النبات وبترك الزر الأيسر في الفارة سيظهر مستطيل العينة كما في الشكل التالي.

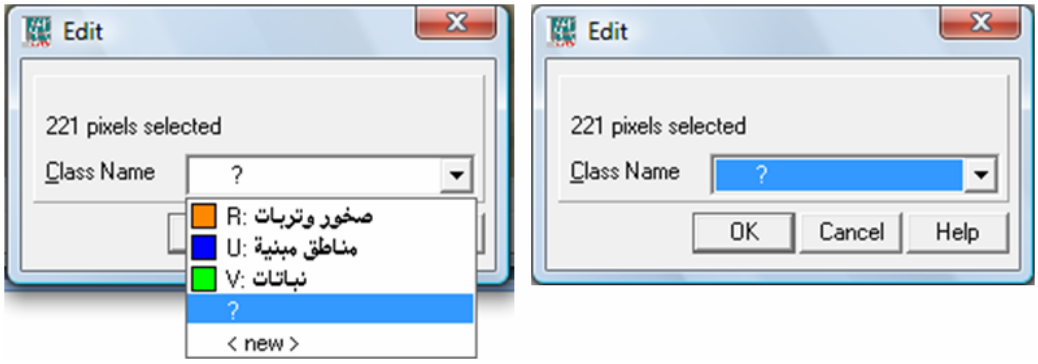


٢٧) بعد ترك الزر الأيسر في الفارة وظهور مستطيل العينة يضغط على الزر الأيمن في الفارة لتظهر قائمة بالأوامر يختار منها أمر Edit... لتظهر نافذة Edit.





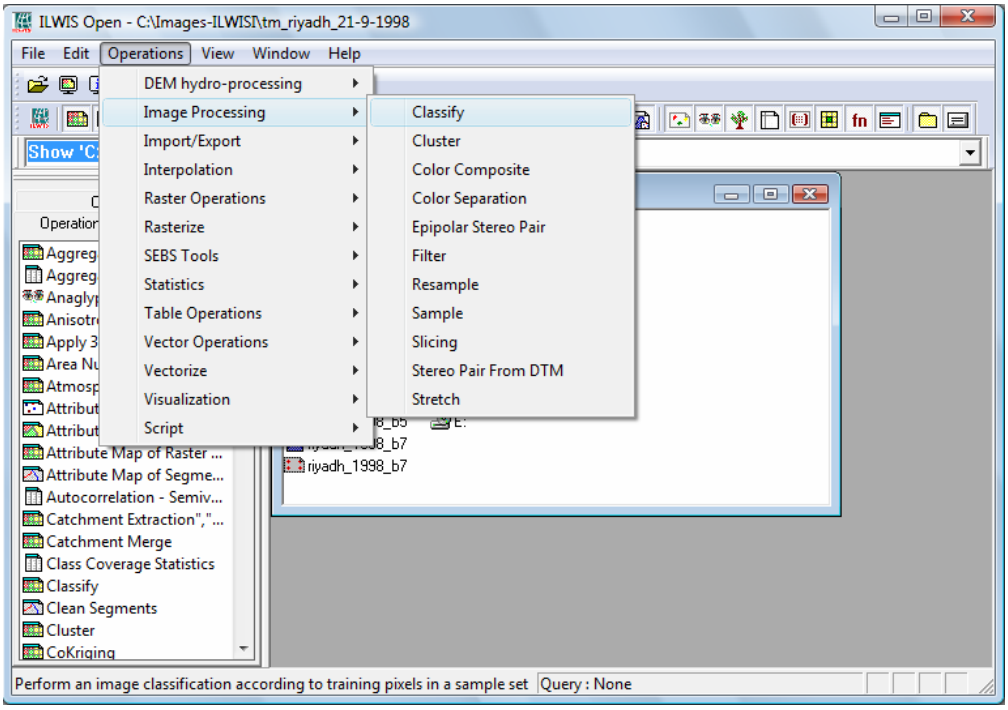
٢٨) في نافذة Edit يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Class Name لتظهر فئات التصنيف والتي يختار منها فئة النبات وبالضغط زر (أمر) OK ستتغير القيم الإحصائية في نافذة Sample Statistics .

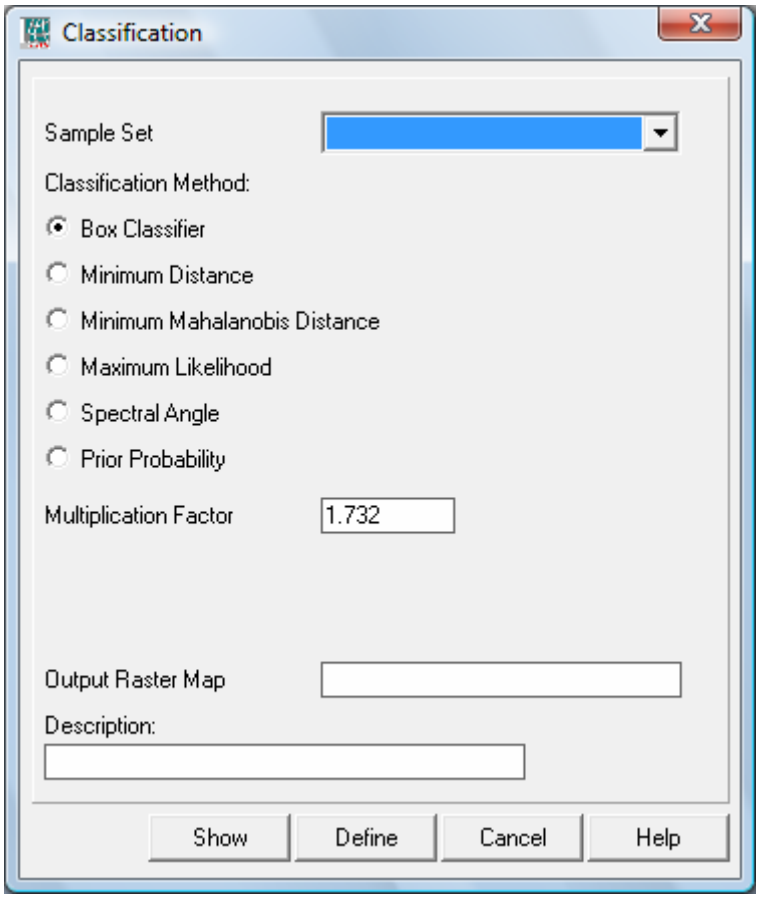


٢٩) بهذه الطريقة تؤخذ عدة عينات إضافية من مناطق أخرى للنبات في الصورة.

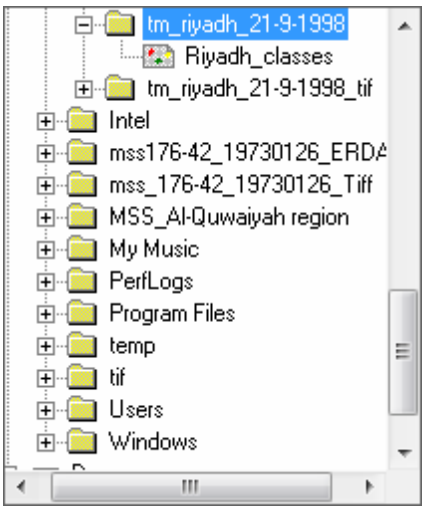
٣٠) وتكرر خطوات أخذ عينات النباتات على بقية فئات التصنيف، وبعد اكتمال عمليات أخذ العينات لجميع فئات التصنيف تغلق نافذة Sample Set Editor: Riyadh_classes .

٣١) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Image Processing لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Classify وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Classification .

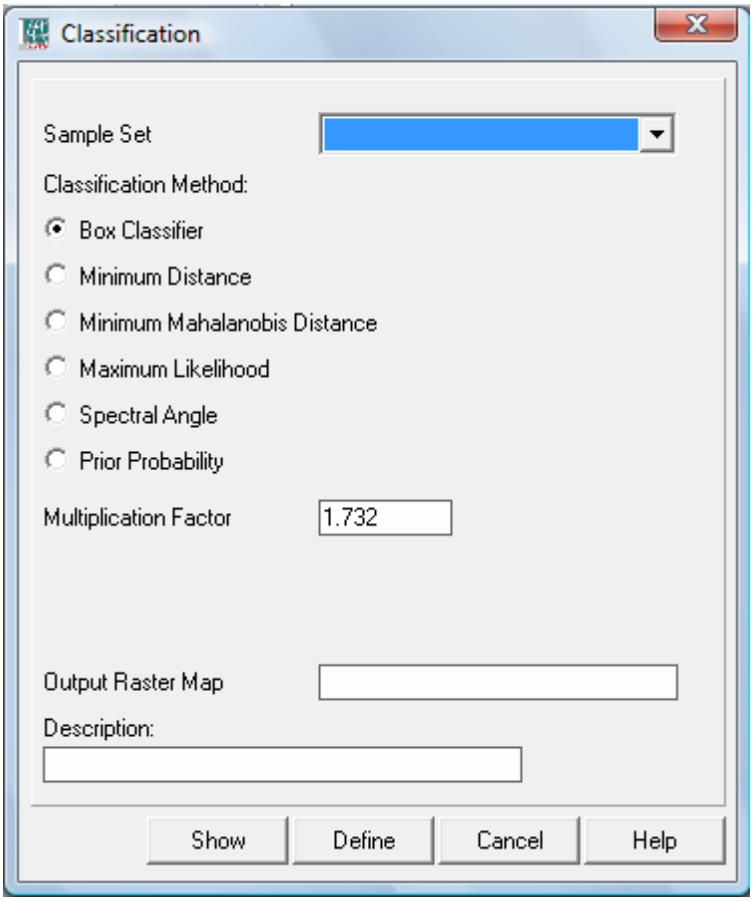




٣٢) يضغط على المثلث المقلوب في طرف حقل Sample Set من نافذة Classification لاختيار ملف عينات فئات التصنيف .

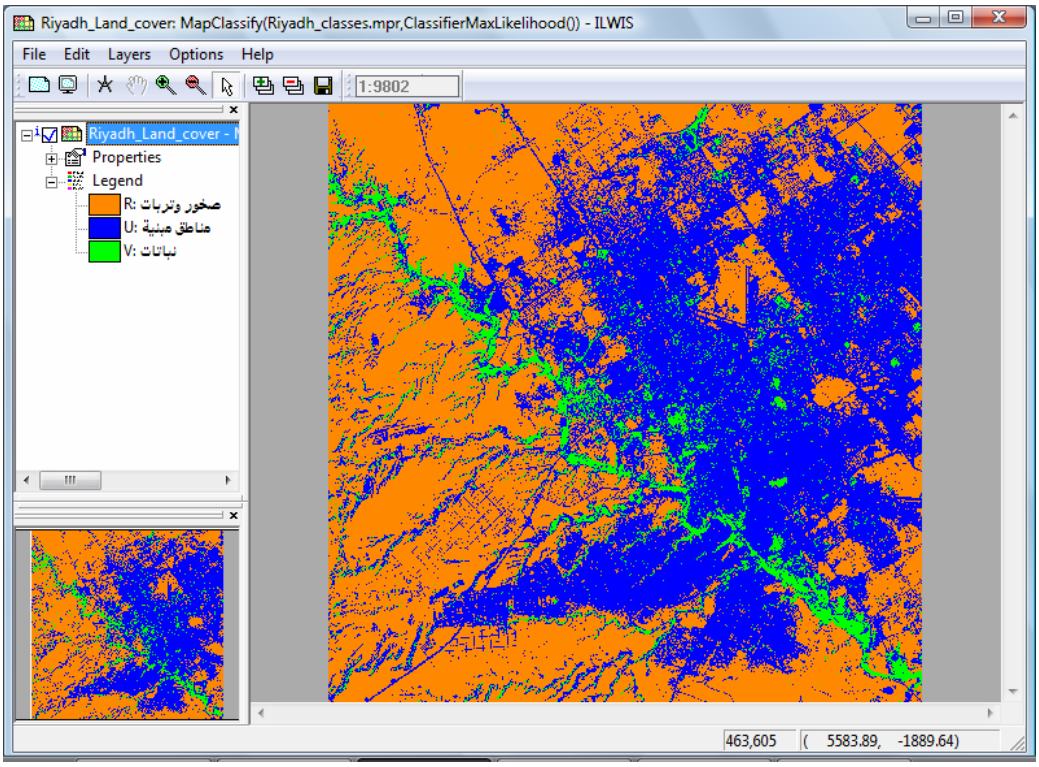


٣٣) يلاحظ أن الخيار المنشط تلقائيا من الأساليب الإحصائية للتصنيف هو أسلوب تصنيف الصندوق Box Classifier وعليه يجب على المصنف أن يختار أسلوب التصنيف الذي يريد تطبيقه مثل Maximum Likelihood.



٣٤) في حقل Output Raster Map من هذه النافذة يكتب اسم الصورة المصنفة.

٣٥) وبعد اختيار الأسلوب الإحصائي للتصنيف وإكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map. وبالضغط على أمر OK فيها سيتم عرض الصورة المصنفة.



التصنيف غير المراقب (غير الموجه)

يعطي التصنيف المراقب (الموجه) نتائج دقيقة إذا كانت مناطق التدريب تمثل بشكل جيد الظواهر السطحية في الصورة الرقمية، ولكن هذا لا يتحقق إلا بمعرفة تفصيلية لمنطقة الدراسة تساعد على اختيار مناطق التدريب المناسبة، وفي الغالب مثل هذه المعرفة قد لا تتوفر لدى معظم الباحثين. ولذا فانه غالبا ما يستخدم التصنيف غير المراقب (غير الموجه) unsupervised classification (clustering) قبل التصنيف المراقب؛ وذلك لأن هذه الطريقة سريعة، هذا بالإضافة إلى أنها قد تسهل عملية اختيار مناطق التدريب المطلوبة في تطبيق التصنيف المراقب.

على عكس التصنيف المراقب، تطبيق طريقة التصنيف غير المراقب يتطلب مدخلات inputs قليلة لإتمام عملية التصنيف. فالحاسب الآلي يحدد الفئات موضوعيا Objectively بطريقة حسابية Algorithms وذلك وفقا للعلاقة بين القيم الرقمية في نطاقات الصورة المستخدمة. وعليه فإن فئات التصنيف بهذه الطريقة تعد فئات طيفية spectral classes لأنها حددت على أساس التجمعات الطبيعية natural

groupings (clusters) للقيم في نطاقات الصورة الرقمية. وبعد إتمام عملية التصنيف فإن الأمر يتطلب تدخل المحلل لربط فئات التصنيف information classes (الظواهر الجغرافية) بالفئات الطيفية spectral classes في الصورة وذلك بالاستعانة ببعض المعطيات المرجعية من الصور والخرائط.

يوجد في برامج معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية أكثر من أسلوب إحصائي يمكن استخدام أحدها لإتمام عملية التصنيف غير المراقب. ومن أكثر الأساليب استخداما أسلوب التصنيف بنظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر) RGB Clustering وأسلوب التصنيف بتنظيم البيانات ذاتيا من خلال الإعادة ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique).

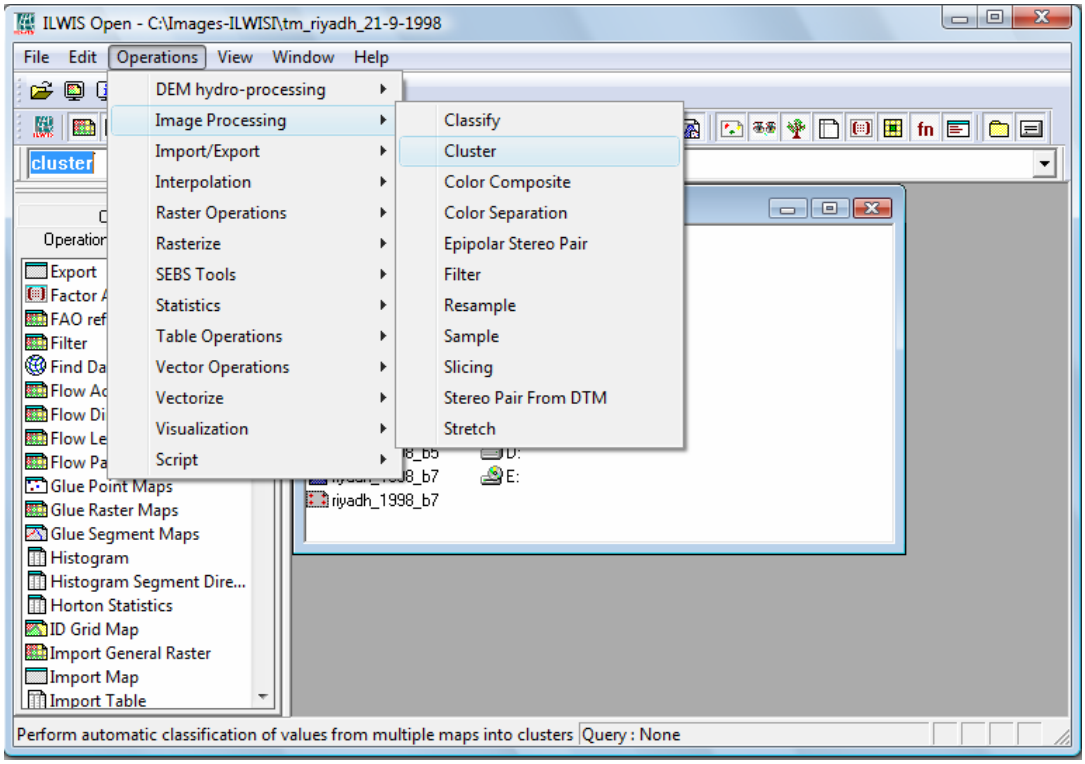
أ) **التصنيف بنظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر) RGB Clustering**: أسلوب بسيط نسبيا يستخدم ثلاثة نطاقات يربط كل واحد منها بإحدى قنوات الألوان الرئيسية، ثم تمثل في الحاسب بيانات النطاقات المستخدمة في حيز space ثلاثي الأبعاد وذلك لتحديد التجمعات الطبيعية التي يعتمد عليها لإنتاج الصورة المصنفة. وتنتج الصورة المصنفة بهذا الأسلوب إما بالشكل العادي basic form أو بالشكل المتقدم advanced form. فعند إنتاج الصورة المصنفة بالشكل العادي يكون عدد فئات التصنيف مساويا لعدد التجمعات clusters، حيث أن كل واحد من التجمعات الطيفية يصبح فئة من فئات التصنيف. أما عند إنتاج الصورة المصنفة بالشكل المتقدم advanced form فإن تحديد القيم الرقمية لفئة التصنيف يكون مبني على حد أدنى minimum threshold للقيم التي ترتبط بتجمعها الطبيعي cluster. وعلية فإن خلايا الصورة في الرسم البياني ثلاثي الأبعاد التي لا تدخل ضمن حدود التجمعات تربط بإحدى فئات التصنيف وفقا لأقل مسافة في نظام الإحداثيات rectilinear distance (city-block distance). ففي نظام الإحداثيات تحسب المسافة على أنها المجموع الكلي للمسافات على المحاور الثلاثة (الأزرق والأخضر والأحمر) في الرسم البياني ثلاثي الأبعاد.

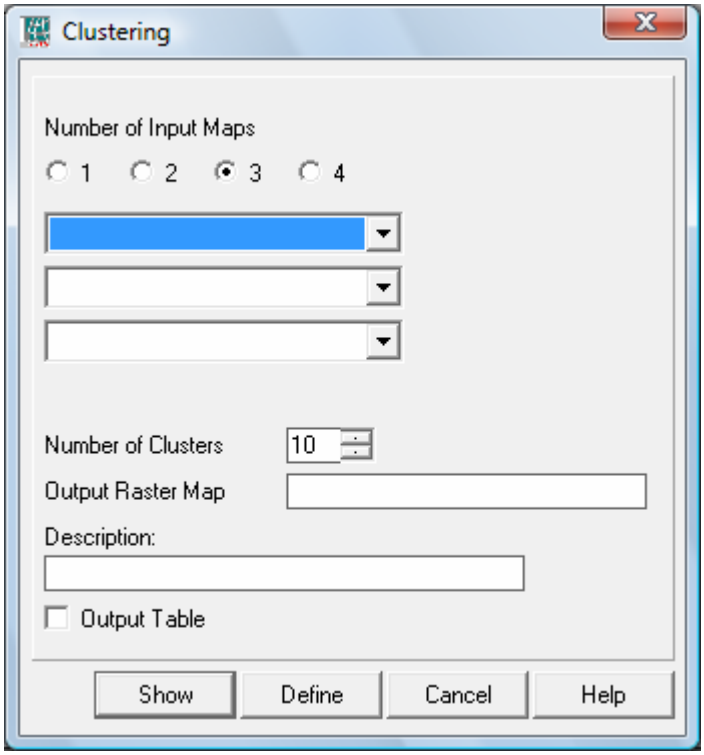
ب) **التصنيف بأسلوب تنظيم البيانات ذاتيا من خلال الإعادة ISODATA**: هذا الأسلوب يسمح باستخدام جميع نطاقات الصورة متعددة الأطياف لإتمام عملية التصنيف. ولكنه يتطلب من المحلل تحديد عدد فئات التصنيف. كما أنه يتطلب تحديد الحد الأعلى لعدد مرات إعادة maximum number of iterations العمليات الحسابية لتحديد الفئات الطيفية في الصورة، ويتطلب أيضا تحديد عتبة (حد) التقارب convergence threshold للتحكم في عملية إتمام التصنيف. فعتبة التقارب تحدد نسبة خلايا الصورة التي يجب أن تبقى دون تتغير بين إعادتين متتابعتين. وعلية فإن إتمام عملية التصنيف وتوقف العملية الحسابية يعتمد على عدد مرات الإعادة أو على عتبة التقارب. فالحاسب الآلي يستمر في العملية الحسابية لإعادة تحديد الفئات الطيفية recluster في الصورة إلى أن يصل إما إلى الحد الأعلى لعدد مرات الإعادة أو أن يتم التوصل إلى أعلى نسبة من خلايا الصورة التي لم تتغير

بين إعادتين متتابعتين (عتبة التقارب). بعد إتمام عملية التصنيف بهذا الأسلوب قد تظهر للمحلل بعض المشاكل التي تحد من التحقيق الجيد لهدف التصنيف وبالتالي يجب الانتباه لها ومعالجتها، ومن أبرز هذه المشاكل أن بعض فئات التصنيف الطيفية قد تمثل خليط من الظواهر الجغرافية المختلفة وبهذا فأنها تكون خالية من المعنى فيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي لأنواع الظواهر على الصورة. ومن المشاكل أيضا أن فئتين من فئات التصنيف الطيفية قد تمثل الظاهرة الجغرافية نفسها.

وفي ما يلي خطوات تطبيق طريقة التصنيف غير المراقب باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية:

١) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Image Processing لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Cluster وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Clustering.





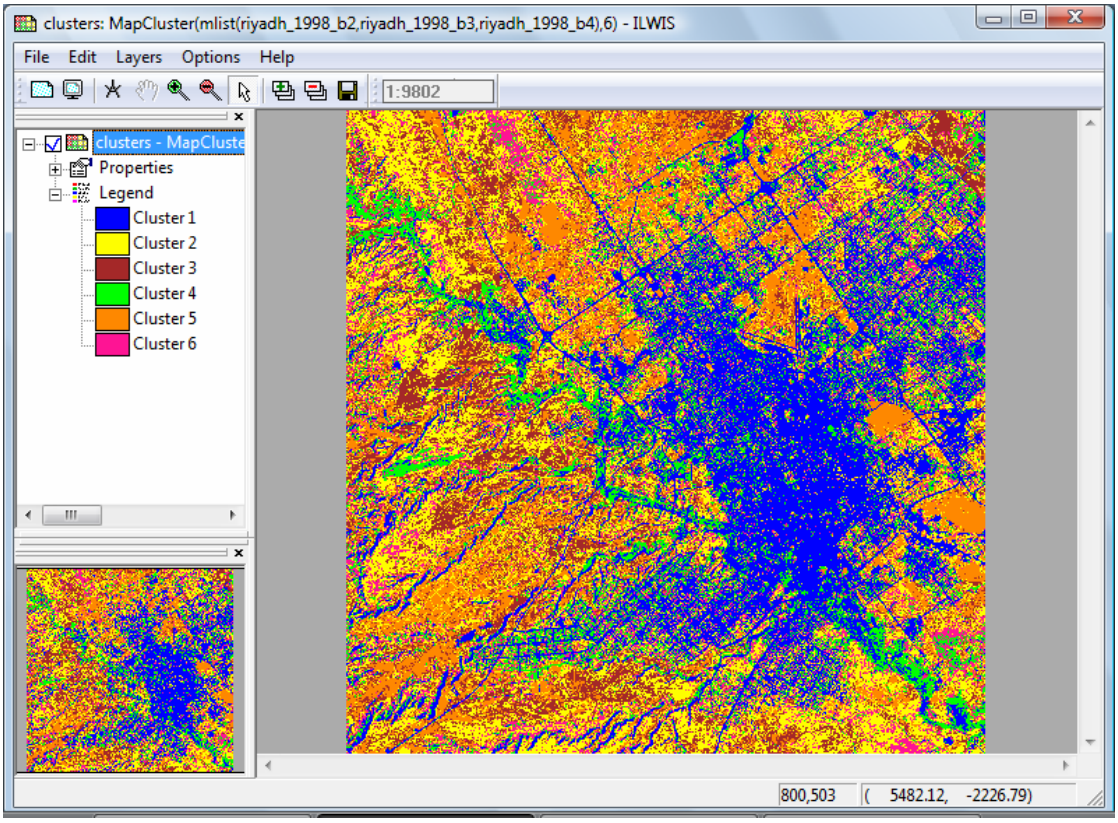
٢) يلاحظ أن خيار عدد النطاقات المنشط تلقائيا ثلاثة، وبحد أقصى يمكن استخدام أربعة نطاقات بهذه الطريقة.

٣) في نافذة Clustering تدخل النطاقات المراد استخدامها في الحقول الثلاثة (أو الأربعة) Number of Input Maps وذلك بالضغط على المثلث المقلوب في أطرافها ومن ثم اختيار النطاق.

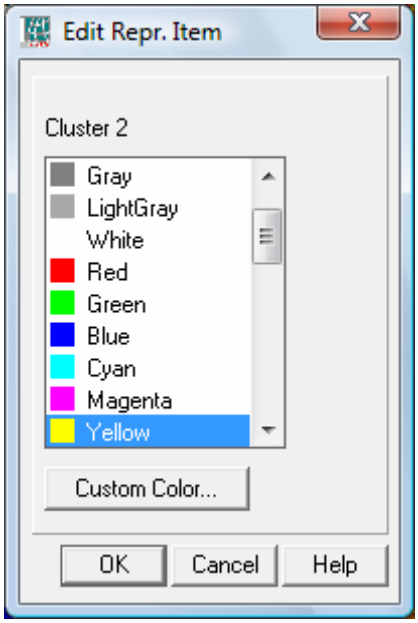
٤) يلاحظ في نافذة Clustering أن عدد فئات التصنيف Number of Clusters المقترح تلقائيا هو ١٠ فئات، ولكن يمكن للمستخدم بناء على فحصه للصورة والتعرف على التجمعات clusters الرئيسية لبياناتها وعلى خبرته ومعرفته العامة بالمنطقة التي تغطيها الصورة أن يغير فئات التصنيف ويحددها بعدد يتراوح بين فئتين كحد أدنى و ٦٠ فئة كحد أقصى.

٥) في هذه النافذة يكتب في حقل Output Raster Map اسم ملف الصورة المصنفة.

٦) وبعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map. وبالضغط على أمر OK فيها سيتم عرض الصورة المصنفة.



٧) يمكن تغيير ألوان فئات التصنيف بوضع المؤشر على لون (رمز) الفئة في المفتاح Legend ومن ثم يضغط عليه ضغطتين متتابعتين لتخرج نافذة الألوان، ومنها يختار اللون المناسب ثم يضغط على أمر OK وسيتغير لون الفئة، وهكذا مع بقية الفئات.



كشف التغير

التغير في الجغرافيا عملية تؤدي إلى حدوث اختلاف إيجابي أو سلبي للخصائص المكانية للظاهرة كما أنها قد تؤدي إلى استبدالها بظاهرة أخرى وذلك عبر الزمن. وجميع الظواهر الجغرافية سواء كانت الظواهر الطبيعية أو الظواهر البشرية تكون في تغير مستمر مع الزمن، ولكن التغير لبعض الظواهر الطبيعية بطئ جدا حيث لا يمكن إدراكه في عمر الإنسان. ومن المعروف أن هناك تغيرات موسمية لبعض الظواهر الجغرافية ولكن كشف التغير Change Detection المقصود هنا يرتبط بالتغير الجزئي أو الكلي السريع نسبيا الذي يحدث للظواهر البشرية وبعض الظواهر الطبيعية عبر الزمن.

لقد أصبح تحليل صور الاستشعار عن بُعد الفضائية متعددة التواريخ multi-temporal images أفضل مصدر للمعلومات وأنسب وسيلة لكشف وتتبع تغيرات الخصائص المكانية للظواهر الجغرافية في منطقة معينة وذلك مثل التوزيع الجغرافي لمناطق التوسع و التقلص الزراعي ومثل معدلات واتجاهات النمو في المدن وتغير استخدامات الأرض فيها. ويعود ذلك إلى توفر سلسلة زمنية طويلة نسبيا (تصل إلى ٣٨ سنة) من صور الاستشعار عن بُعد الفضائية التي تمثل كل صورة منها سجلا مرئيا للخصائص المكانية في المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصورة وذلك في التاريخ الذي صورت فيه. فكل برنامج من برامج استشعار الموارد الأرضية مثل برنامج لاندسات Landsat الأمريكي يتضمن سلسلة من الأقمار الصناعية التي تحمل أجهزة استشعار عن بُعد تصور كامل الكرة الأرضية بشكل دوري ومنتظم وتعطي صورا متعددة النطاقات bands وبنوعية جيدة ويسهل الحصول عليها بدون قيود وبسعر معقول، بل إن بعض الصور أصبح مجانا مثل صور لاندسات.

يتطلب تطبيق طريقة كشف التغير توفر صورتين بتاريخين مختلفين وأن تكون الصورتين متماثلة من حيث الوضوح الطيفي Spectral Resolution والوضوح الراديومتري Radiometric Resolution والوضوح المكاني Spatial Resolution. كما يجب أن يكون موسم التصوير (وقت التصوير من السنة) متقارب بقدر المستطاع. ويجب أيضا أن تكون الصورتين متطابقة (مسجلة registered) أو مصححة هندسيا وفقا لنظام إحداثيات معين. إضافة إلى ذلك ينبغي أن نتذكر أن اختيار صور موسم معين يعتمد على هدف الموضوع المراد دراسته. فعلى سبيل المثال لو أن باحثا يعد دراسة تهدف إلى تتبع تغيرات الخصائص المكانية لزراعة القمح في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية في الثلاثين سنة الماضية يجب أن تكون الصور المستخدمة لتحقيق هدف البحث مصورة (بقدر المستطاع) في وسط موسم زراعة القمح الذي يمتد من شهر نوفمبر إلى شهر أبريل تقريبا.

توجد العديد من طرق كشف التغير، فقد لخص Lu, et al. (2004) خصائص وميزات وعيوب أكثر من ثلاثين طريقة لكشف التغير باستخدام صور الاستشعار عن بُعد متعددة التواريخ. ولكن يشير Jensen (2007) إلى أنه لا توجد طريقة واحدة متفق عليها عالميا لكشف التغير. ومن أشهر طرق كشف التغير طريقة طرح النطاقات Image Differencing (image subtraction) وطريقة قسمة النطاقات image

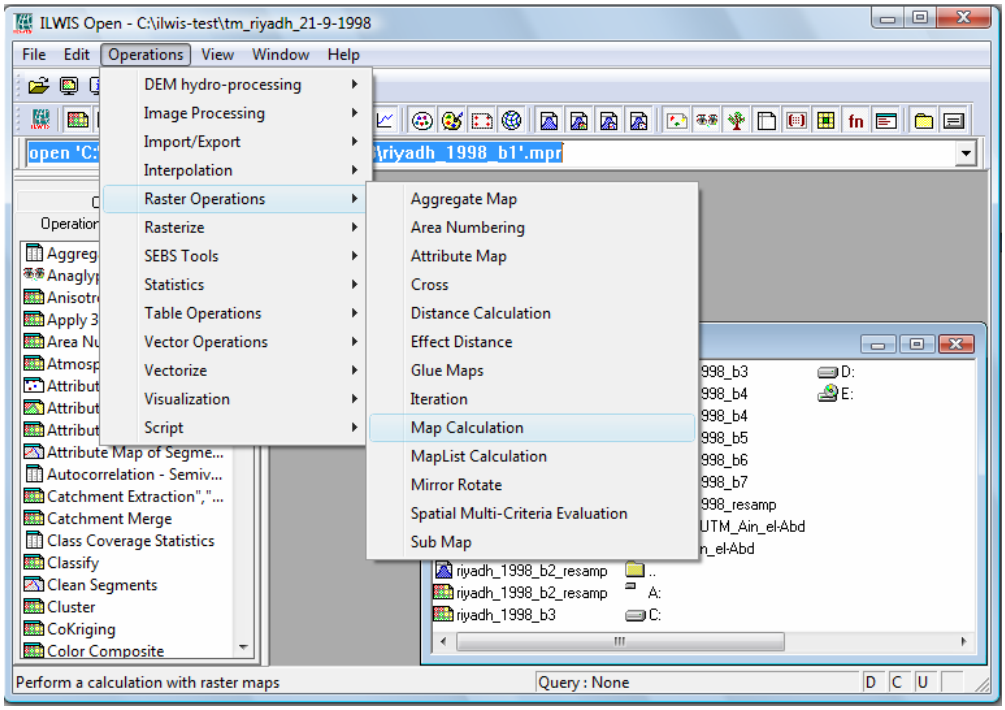
division وطريقة تحليل المركبات الرئيسية PCA وطريقة مركب الألوان image overlay وطريقة post-Classification وطريقة الطرح لنسب النطاقات Vegetation index differencing. وسيقتصر الحديث هنا على طريقة طرح النطاقات لأنها من أشهر الطرق ومن أكثرها استخداما ومن أدقها نتائج.

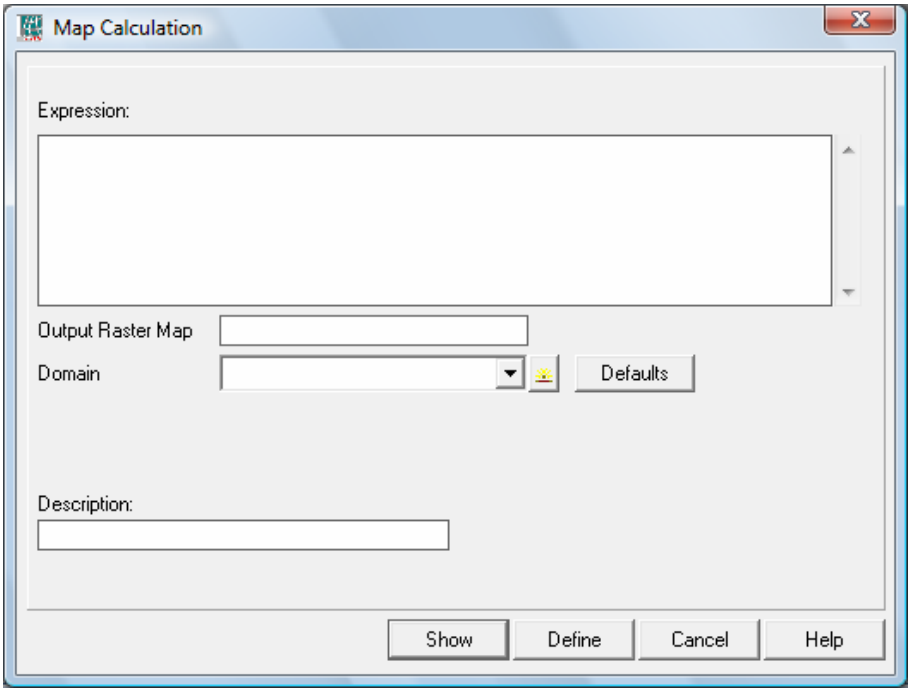
لتطبيق طريقة طرح النطاقات يستخدم صورتين مصححتين أخذتا في تاريخين مختلفين ويغطيان المنطقة الجغرافية نفسها، ولكن يشترط أن تتوافق موجات الأشعة المستخدمة في تصويرهما وأن يتوافق فيهما الوضوح الراديومتري والوضوح المكاني. وبطرح القيم الرقمية لأحدى الصورتين من نظيراتها (ما يقابلها) في الصورة الأخرى يتم إنتاج صورة "جديدة" هي صورة كشف التغير بهذه الطريقة. وستكون نتيجة طرح القيم الرقمية للظواهر التي لم تتغير صفر، أما بالنسبة للظواهر التي حدث فيها تغير ستكون نتيجة الطرح إما قيم موجبة أو سالبة. وللتخلص من القيم السالبة في صورة طرح النطاقات (صورة كشف التغير) يضاف قيمة ثابتة لكل قيمة فيها والتي تكون في العادة ١٢٨ (حيث أن ١٢٨ تمثل منتصف المقياس الرمادي للصور التي يكون الوضوح الراديومتري فيها 8-bit). وعليه الظواهر التي لم تتغير ستظهر على صورة كشف التغير باللون الرمادي، أما الظواهر المتغيرة ستظهر بلون داكن أو لون فاتح. وتجب الإشارة إلى أن بعض برامج معالجة الصور الرقمية التي تستخدم طريقة طرح النطاقات لكشف التغير مثل برنامج ايرداس ERDAS تمكن من إبراز المناطق والظواهر المتغيرة بألوان. ويتم تطبيق طريقة طرح نطاقات الصور باستخدام برنامج ILWIS لمعالجة الصور الرقمية وفقا للخطوات التالية:

١) توضع ملفات الصورتين المراد استخدامهما لكشف التغير في مجلد واحد .

٢) في نافذة عرض الملفات Catalog من الواجهة الرئيسية لبرنامج ILWIS يفتح مجلد ملفات الصور متعددة التواريخ المراد تطبيق طريقة الطرح عليها، وستظهر أسماء ملفات الصور وبجانب كل واحدة منها علامة (رمز) الصورة .

٣) من الواجهة الرئيسية للبرنامج يتم اختيار أمر Operations لتظهر أوامر فرعية يختار منها أمر Raster Operations لتظهر أوامر فرعية أخرى يختار منها أمر Map Calculation وبالضغط عليه ستظهر نافذة (مربع حوار) Map Calculation.





٤) في حقل Expression: من نافذة Map Calculation تكتب الصيغة الرياضية لعملية الطرح (name_of_band?-name_of_band? + 128)، فعلى سبيل المثال، لو أن باحثا يريد كشف التغير الزراعي في منطقة معينة وعنده صورتين للماسح الموضوعي TM إحداهما تم تصويرها في فبراير عام ١٩٨٥م والأخرى تم تصويرها في فبراير عام ٢٠٠٠م، وأراد أن يستخدم صورة نطاق٤ في عملية الطرح تكتب الصيغة الرياضية هكذا TM_b4_1985-TM_b4_2000+128 .

٥) وفي هذه النافذة أيضا يكتب في حقل Output Raster Map اسم صورة كشف التغير.

٦) وفي طرف حقل Domain يضغط على المثلث المقلوب ويتم اختيار IMAGE.
٧) بعد إكمال تعبئة الحقول في هذه النافذة يضغط على أمر Show لتظهر نافذة Progress Manager وبعد ظهور هذه النافذة ينتظر حتى تكتمل العملية الحسابية وتختفي هذه النافذة تلقائيا وتظهر نافذة Display Options - Raster Map.
٨) وبالضغط على أمر OK سيتم عرض صورة كشف التغير.

المراجع العربية

أبوريشة، علي وفا، (١٩٩٣م)، أسس تقنيات الاستشعار عن بعد، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، الرياض.

البنا، علي علي، (١٩٨٣م)، الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال استخدام الأراضي، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

الجعيدي، فرحان حسين، (٢٠٠٩م)، الأساليب الأساسية في المعالجة الرقمية لصور الأقمار الصناعية باستخدام برنامج ERDAS، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، الإصدار رقم ١٣٧.

الصالح، محمد عبدالله، (١٩٩٢م)، مرئية الاستشعار عن بعد: جمع بياناتها وتحليلها، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، الإصدار رقم ٢٧.

العنقري، خالد محمد، (١٩٨٦م)، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية، دار المريخ، الرياض.

المركز الوطني للاستشعار عن بعد، (١٩٨٦م)، معجم مصطلحات الاستشعار عن بعد، المركز الوطني للاستشعار عن بعد' دمشق.

خاروف، حسن حلمي، (ترجمة)، (١٩٩٤م)، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق.

الداغستاني، نبيل صبحي، (٢٠٠٣م)، الاستشعار عن بعد: الأساسيات والتطبيقات، دار المناهج، عمان، الأردن.

السعدوني، فاضل، وغادة سليم إبراهيم، وحاتم سعيد الطويل، (١٩٩٥م)، الاستشعار عن بعد في الهندسة المدنية، المستقبل للنشر والتوزيع، عمان الأردن.

سلوم، لبيب ناصيف، ولويز خليل ارمانيوس، وخالد هلال سرحان، (١٩٨٥م)، المسح الجوي، دار التقني للطباعة والنشر، بغداد.

صيام، يوسف، (١٩٩٤م)، المساحة الجوية والاستشعار عن بعد، المؤلف، عمان الأردن.

عبداللاه، عبدالفتاح صديق، (٢٠٠٥م)، أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد، مكتبة الرشد، الرياض.

عبدالهادي، عبد رب النبي محمد، (١٩٩٢م)، المدخل في علم الاستشعار عن بعد، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة.

المراجع الانجليزية

Al_Mokredi, M. And Guangdau, H., (2007), Using Remote Sensing Data to Improve Geological Interpretation Mapping In Heqing Area, Northwestern Yunnan Province, China, Asian Journal of Information Technology, vol. 6 (4), pp 495-501.

Al-Juaidi, et al,, (2003), Merged Remotely Sensed Data for Geomorphological Investigations in Deserts: Example from Central Saudi Arabia, The Geographical Journal, Vol. 169, No. 2, pp 117-130.

Bhatta,B., (2008), Remote Sensing and GIS, Oxford University Press.

Campbell, J.B., (2002), (3rd ed.), Introduction to Remote Sensing, Taylor & Francis, London.

Chavez P S, Berlin G L and Bowers L B, (1982), Statistical method for selecting Landsat MSS ratios, Journal of Applied Photographic Engineering Vol. 8, pp. 23–30.

Curran, P., (1985), Principles of Remote Sensing, Longman, London.

Drury, S. A., (1993), Image Interpretation in Geology, Chapman & Hall, London.

ERDAS, (2008), ERDAS Field Guide™, Volume One & Volume Two, ERDAS, Inc., Atlanta, Georgia, USA.

ERDAS, (5th ed. 1999), ERDAS Field Guide, ERDAS Inc., Atlanta, Georgia, USA.

Erdogan, M., Maras, H.H., Yilmaz, A., and Özerbil, Ö.T., (2008), RESOLUTION MERGE OF 1:35.000 SCALE AERIAL PHOTOGRAPHS WITH LANDSAT 7 ETM IMAGERY, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing.

Estes, J. E, and Simonett, D. S., (1975), Fundamentals of Image Interpretation, In: R.G. Reeves, et. al, Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia.

Fussel, j, et al., (1986), On Defining Remote Sensing, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 52, No. 9, pp. 1507-1511.

Gibson, P. J, et al., (2000), Introductory Remote Sensing: Digital Image Processing and Applications, Routledge, London.

ITC-ILWIS, (2001), ILWI 3.0 User's Guide, Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands

Jensen, J.R., (2nd ed. 2007), Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Pearson Education Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.

Lillesand, T. M., et al., (5th ed. 2004), Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, Inc.

Lo, C.P., (1986), Applied Remote Sensing, Longman, UK.

Mather, P., (3rd ed, 2004), Computer Processing of Remotely Sensed Images, JOHN WILEY & SONS, Chichester.

Rees, W.G. (1999), Physical Principles of Remote Sensing, Cambridge University Press, Cambridge.

Shamshad, A., Wan Hussin, W.M.A, and Mohd Sanusi, S.A., (2004), COMPARISON OF DIFFERENT DATA FUSION APPROACHES FOR SURFACE FEATURES EXTRACTION USING QUICKBIRD IMAGES, International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences.

Lu, D., et al. (2004), Change detection techniques, INT. J. REMOTE SENSING, VOL. 25, NO. 12, 2365–2407.

مواقع انترنت

http://earth-info.nga.mil/GandG/coordsys/grids/utm_ups.pdf

http://glovis.usgs.gov

http://home.hiwaay.net/~taylorc/toolbox/geography/geoutm.html

http://www.cellspark.com/UTM.html

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/datum/datum_f.html

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/datum/datum_f.html

http://www.dmap.co.uk/ll2tm.htm

http://www.esri.com

http://www.ilwis.org/

http://www.knmi.nl/opera/opera2/OPERA_2005_18_Geodetic_datums_in_georeferencing.pdf

http://www.oasisphoto.com/navigation/convert_form.php

http://www.rcn.montana.edu/resources/tools/coordinates.aspx