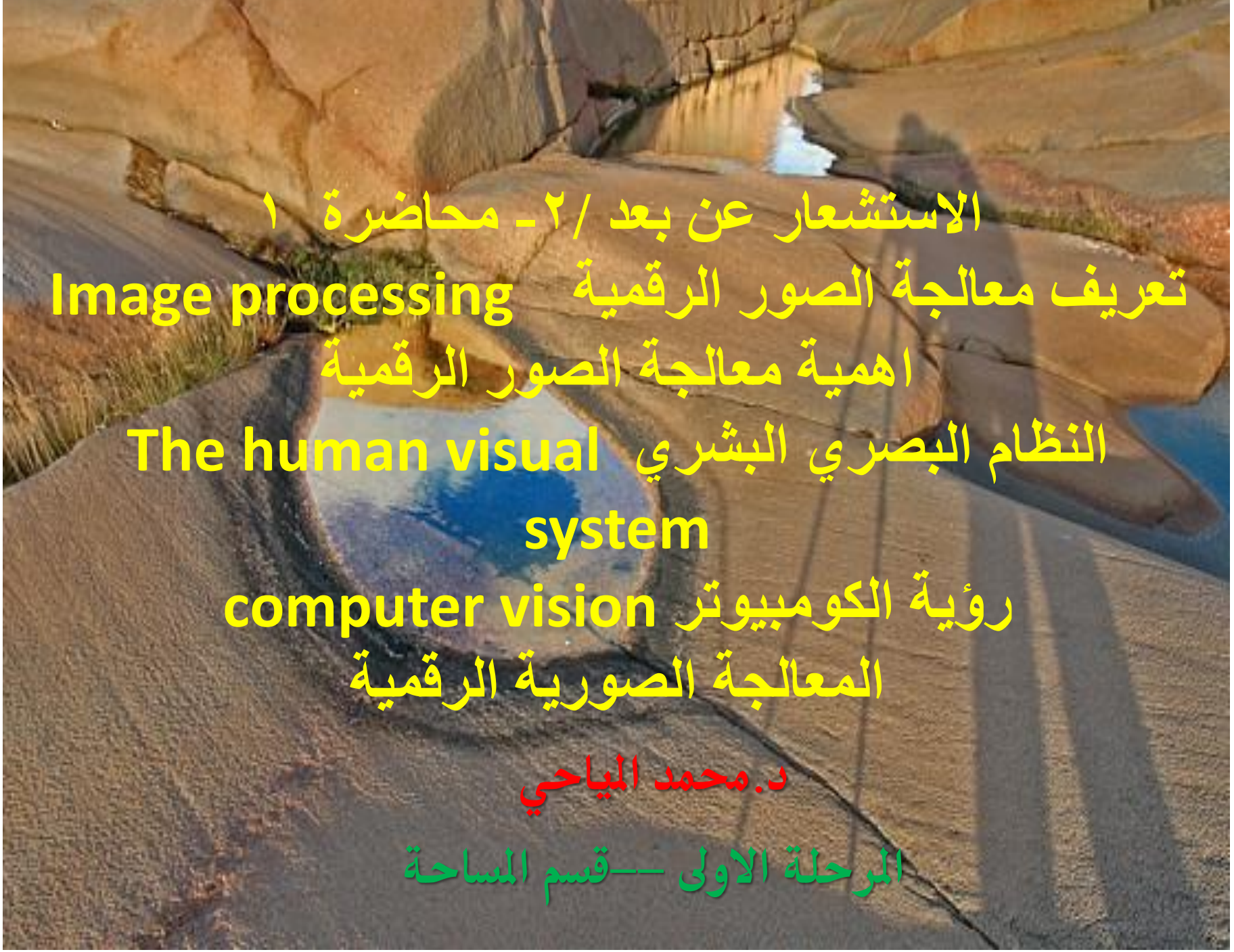

الاستشعار عن بعد /٢ـ محاضرة ١
تعريف معالجة الصور الرقمية Image processing
اهمية معالجة الصور الرقمية
النظام البصري البشري The human visual system
رؤية الكومبيوتر computer vision
المعالجة الصورية الرقمية
د.محمد المياحي
المرحلة الاولى --قسم المساحة

معالجة الصورة Digital image processing

هي أحد فروع علم الحاسوب تهتم بإجراء عمليات على الصور بهدف تحسنيها طبقاً لمعايير محددة أو استخلاص بعض المعلومات منها. او هي معالجة البيانات المكونة للصورة وهي معالجة شدة اضاءة الصورة او مجموعة دوال رياضية ومنطقية لتحليل الصورة ومعالجنها

نظام معالجة الصور التقليدي يتألف من ستة مراحل متتالية وهي على الترتيب

١. استحصال الصورة (image acquisition) بواسطة حساس ضوئي (على سبيل المثال آلة تصوير او حساس).
٢. المعالجة المبدئية (pre-processing) كتصفية الصورة من التشويش أو تحويلها إلى صورة ثنائية
٣. تقطيع الصورة (segmentation) لفصل المعلومات المهمة (على سبيل المثال اي جسم في الصورة) عن الخلفية.
٤. استخلاص المميزات (features extraction
٥. تصنيف المميزات (classification) و ربطها بالنمط الذي تعود اليه .
٦. فهم الصورة image understanding

اهمية معالجة الصور الرقمية

لمعالجة الصور رقمياً أهمية كبيرة في مجالات متعددة منها :

١. المجتمع الطبي والعديد من التطبيقات الهامة لمعالجة الصور التي تنطوي على التشخيص والتصوير، وكمثال MRI (التصوير بالرنين المغناطيسي ،المسح الضوئي، والذي يسمح للاطباء النظر في الجسم البشري دون الحاجة الى تداخل جراحي.

٢. الكمبيوتر – التصميم والذي يستخدم الأدوات في معالجة الصور والرسومات الكمبيوترية، ويتيح للمستخدم تصميم مبنى جديد أو المركبات الفضائية واستكشاف ذلك من الداخل و الخارج.

٣. الواقع الافتراضي ليجسد الاحتمالات المستقبلية.

٤. معالجة الصور لتمكين الناس لمشاهدة الصور برؤية جديدة خالية من التشوهات والضوضاء.

مراحل معالجة الصور الرقمية:

مراحل معالجة الصور الرمادية أقل من الصور الملونة؛ حيث تبدأ من المرحلة الأولى وتنتهي عند المرحلة الرابعة؛ وذلك لأن الصور الرمادية تحتوي على معلومات أقل فهي بعدين فقط؛ مما يجعلها أسهل وأسرع في المعالجة؛ أما الصور الملونة فلها بعد ثالث (الألوان) مما يجعلها تحتاج لوقت أكبر ومراحل أكثر في المعالجة، وسنتناول مراحل معالجة الصور الرقمية في النقاط التالية:

١. تحسين الصورة Enhancement

والمقصود به التخلص من أي مظهر من مظاهر عدم النقاء في الصورة، وتحسين درجات الألوان، والإضاءة بها، وتعديل السطوع والتباين في الصورة، وذلك باستخدام خوارزميات متعددة/ حسب المطلوب تنفيذه على الصورة.

٢. ضغط الصورة Compression

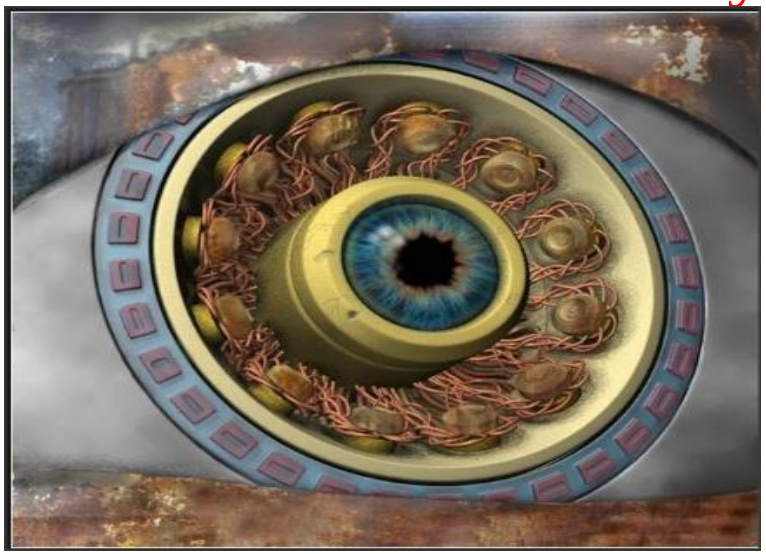
يتم فيه تقليل حجم الصورة لسهولة حفظها على الجهاز ومشاركتها وذلك باستخدام حسابات وخوارزميات رياضية لضغط البيانات وتفاصيل الصورة.

٣. تقسيم الصورة، Segmentation.

يقصد به فصل مكونات الصورة الهامة عن المكونات الأخرى ثم إجراء ما نريده من تعديلات على الصورة بناء .

٤. الفلترة Filtering. ، تستخدم للتغلب على بعض عيوب الصورة وإضافة مظاهر جمالية بها ؛ وذلك لتحسين الصورة وتسهيل معالجتها.

النظام البصري الإنسان (HVS) The human visual system



النظام البصري البشري (HVS)

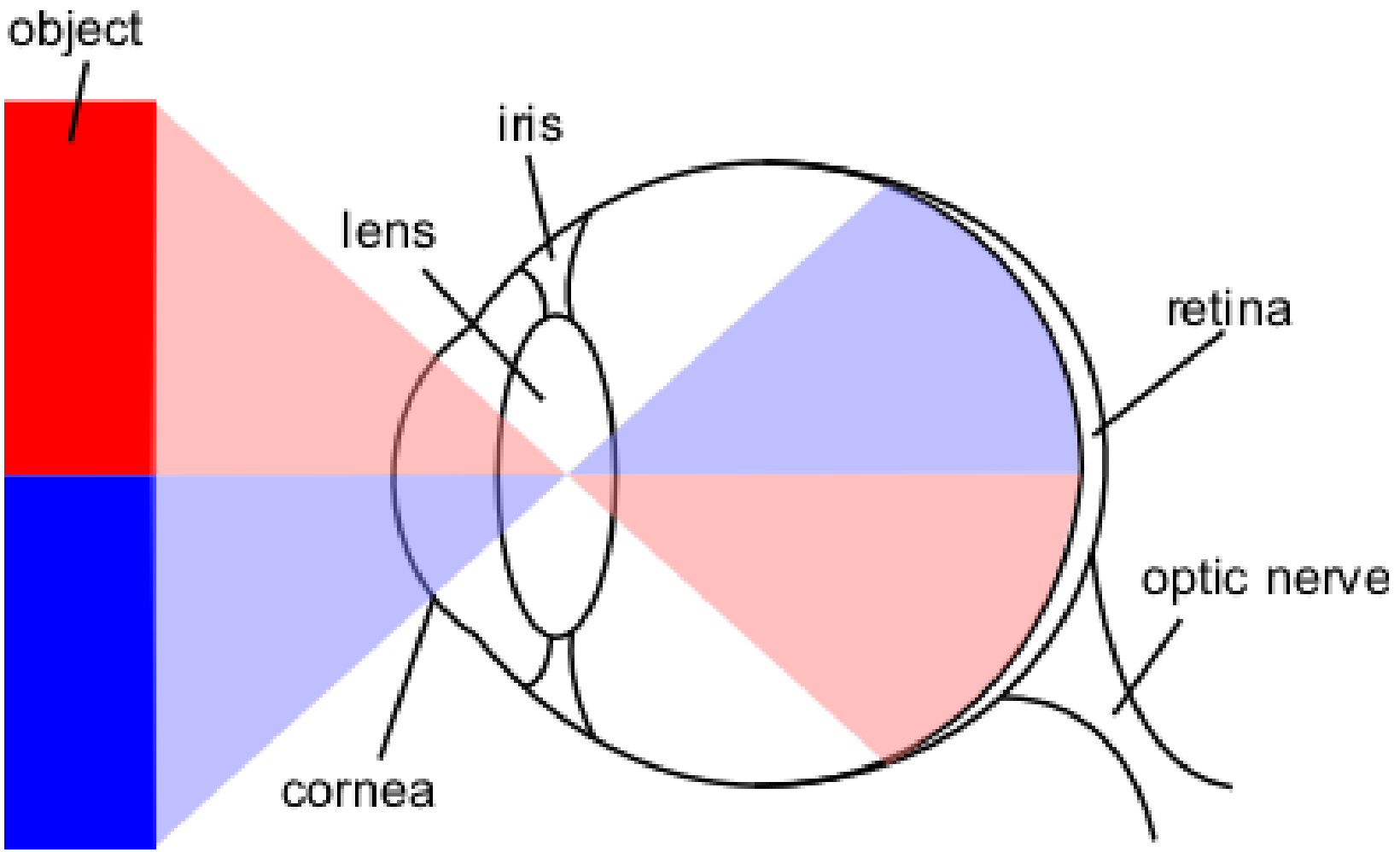
يتألف من عنصرين أساسيين:

العين.

الشبكية.

يرتبط هذه الاثنين بالعصب البصري، الذي هو في الحقيقة مجموعة من الأعصاب التي تحتوي على مسار المعلومات البصرية للانتقال من أجهزة الاستشعار المتلقي (العين) إلى المعالج (الدماغ).

يمكن اعتبار الدماغ وحدة معالجة المعلومات مماثلة لجهاز الكمبيوتر في نظام التصوير


object
iris
lens
retina
optic nerve
cornea

جهـــــاز الرؤية

يحتوي جهاز الرؤية على الجهاز العصبي المركزي الذي يمكن البشر من معالجة التفاصيل المرئية، و تمكين العديد من الدالات للاستجابة المرئية في تشكيل الصورة.

يقوم هذا الجهاز بتفسير المعلومات من الضوء المرئي لبناء تمثيل للعالم المحيط.

يقوم جهاز الرؤية بإنجاز عدد من المهام المعقدة، منها استقبال الضوء وتشكيل تمثيلات الألوان، وبناء تصور منظوري من زوج الإسقاطات ثنائية الأبعاد، وتحديد وتصنيف الكائنات المرئية، وتقييم المسافات بين الكائنات، وتوجيه حركات الجسم بالنسبة للكائنات المرئية.
تعرف عملية أظهار المعلومات المرئية باسم التصوير المرئي، وقلته يؤدي إلى ما يعرف باسم العمى.

تختلف اجهزة الرؤية في الكائنات الحياتية بطريقة تحسسها للاجزاء المختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي فمثلا الجهاز البصري البشري قادر على رؤية أجزاء مختلفة من الطيف المرئي، بينما للنحلة ان ترى او تتحسس الأشعة فوق البنفسجية، بينما يمكن الأفعى الحفرة إيجاد الفريسة المستهدفة باستخدام جهاز الحفرة لتحسس الأشعة تحت الحمراء.

رؤية حاسوبية Computer vision

رؤية الحاسب (computer vision) هو مجالٌ يتكوّن من عدة تخصصاتٍ أهمها معالجة الصور (image processing)وتعلم الآلة (machine learning) التي هي فرع من الذكاء الاصطناعي، وتهدف رؤية الحاسب لمعالجة الصور آلياً لأداء مهام محددةٍ، كاكتشاف الأشياء في الصورة وتحديدها والتعرف عليها.مقارنة مع الرؤية الطبيعية من الممكن وصف الرؤية الحاسوبية باعتبارها مرادفاً(وليس بالضرورة عكساً) للرؤية الفيزيولوجية. فكما أن الرؤية الفيزيولوجية للإنسان والحيوانات المختلفة تتم دراستها للتعرف على خصائصها، فإن علم الرؤية الحاسوبية يدرس ويصف أنظمة الرؤية الصناعية التي يتم تنفيذها في البرامج أو الأجهزة. وقد أظهر التعاون بين مجالي دراسة الرؤية الفيزيولوجية والحاسوبية تطوراً في تعميق الفهم لكلا المجالين.

المهام الأساسية للرؤية الحاسوبية:

العديد من الخوارزميات في مجال رؤية الحاسب لتنفيذ مهام متنوعةٍ لتحليل الصور والاستفادة منها:

١. تقدير اتجاه الحركة
٢. ترميم الصور
٣. تمييز الأشياء
٤. التتبع
٥. تفاعل إنساني – حاسوبي

كل واحد من التطبيقات المذكورة آنفاً يتضمن العديد من مهام الرؤية الحاسوبية، بعضها مهام للقياس، وبعضها مهام حسابية تستخدم لحل العديد من المسائل.

تقدير اتجاه الحركة

يوجد العديد من المهام التي تتعلق بتقدير الحركة حيث تعالج فيها سلسلة من الصور المتعاقبة زمنياً من أجل حساب السرعة إما عند كل نقطة في الصورة أو في المشهد الثلاثي الأبعاد. بعض الأمثلة على هذه المهام هي:

حركة الكاميرا cam motion تحديد الحركة الصلبة للكاميرا في الفضاء الثلاثي الأبعاد.

التتبع Tracking وقد نحتاج لتتبع Tracking هذا الجسم أثناء حركته في الصورة المتعاقبة زمنياً (فيديو) مثل تتبع الأشخاص أو السيارات.

ترميم الصورة

تهدف عملية ترميم الصور إلى إزالة التشويش من الصور (تشويش المستشعرات، تشويش الحركة وغيرهما). تعتبر عمليات الفلترة من أبسط عمليات إزالة التشويش من الصور. وهناك عمليات معقدة أكثر تفترض الشكل الذي تبدو عليه الصور مما يسمح لها بالتمييز بين الصورة والتشويش. يتم بشكل مبدئي التعرف على مكونات الصورة كالخطوط والمستقيمات ومن ثم التحكم بالفلتر بناء على المعلومات المحلية في جزء الصورة حيث يتم الحصول على نتائج أفضل من استخدام الفلاتر البسيطة.

Recognition تمييز الاشياء

هي المهمة التقليدية في الرؤية الحاسوبية، وهي القيام بتحديد ما إذا كانت الصورة تحتوي أو لا تحتوي جسماً، معلماً، أو نشاطاً معيناً. هذه المهمة من الممكن حلها ببساطة وبدون أي جهد يذكر بواسطة الإنسان، لكن لا تزال هذه المسألة غير محلولة بشكل فعال ونهائي من قبل الحاسوب في شكلها العام. جميع الطرق الموجودة لحل هذه المسألة تقوم بإيجاد أفضل الحلول من أجل إيجاد أشكال معينة كالأشكال الهندسية، وجوه الأشخاص، الأحرف المطبوعة أو المكتوبة، أو السيارات، وفي حالات معينة فقط محددة على الغالب بظروف إضاءة محددة، خلفية ووضعية معينة للجسم بالنسبة للكاميرا.

التعرف يتم التعرف على واحد أو البعض من الأجسام التي تم تعليمها مسبقاً للحاسوب، غالباً بأوضاعها المختلفة أو بزاويا مختلفة للكاميرا.

، فمثلاً يتطلب في بعض التطبيقات اكتشاف Detection ما إذا كان هناك جسمٌ معينٌ في الصورة ونحتاج أحياناً إلى اقتصاص Segmentation هذا الجسم من الصورة بالتعرف على مكان حدوده بالضبط لقياس خصائص الأجسام المكتشفة (كالحجم والمحيط) .ومن المهام المستخدمة كثيراً أيضاً التعرف Recognition على الأجسام في الصورة أو حتى مكونات الصورة بشكلٍ عامٍ .

وتستفيد أنظمة الملاحة (Navigation) على اختلافها من رؤية الحاسب للتوجيه والملاحة وتحديد المكان (Localization) كالمستخدمة في الروبوتات والسيارات ذاتية القيادة، وتدخل كذلك في تطبيقات الواقع الافتراضي Virtual Reality والواقع المعزز Augmented (Reality).

المعالجة الاولية للبيانات الفضائية
التصحيح الهندسي

المرحلة الاولى قسم المساحة
د.محمد المياحي
المعهد التقني العمارة

المعالجة الاولية للبيانات الفضائية

إن البيانات الأولية (الخام) للمستشعرات لا تمثل بشكل دقيق الأهداف الأرضية التي تم تصويرها و ذلك لأن هذه البيانات تتعرض لبعض التشويه أثناء عملية المسح و التحويل إلى بيانات رقمية .

و هنالك عوامل عديدة تؤدي إلى هذا التشويه مثل الغلاف الجوي و تأثيره على الطاقة التي يتحسسها المستشعر ، و حركة الجهاز المستشعر أثناء المسح ، و حركة الحامل سواء كان طائرة أو قمر صناعي ، و دوران الأرض تحت الحامل أثناء حركته . ينتج من كل هذه العوامل تشوه إشعاعي (radiometric distortion) و تشوه هندسي (geometric distortion) و ضجيج منتظم وعشوائي (systematic and random noise) في

البيانات التي يسجلها جهاز الاستشعار . و لذلك فإن القيم الرقمية لوحدات الصورة الرقمية لا تمثل تماما الطاقة التي عكسها الهدف الأرضي المقابل ، كما و أن الموقع المكاني للهدف الأرضي على الصورة الرقمية لا يرتبط بصورة دقيقة مع موقعه على الأرض . و يتطلب الأمر إجراء عمليات تصحيحية للبيانات الأولية ، يطلق عليها ترميم البيانات (data restoration) أو المعالجة الأولية للبيانات (preprocessing) بمعنى أن هذه البيانات المستقبلة من جهاز الاستشعار يتم ترميمها أو تصحيحها أو معالجتها قبل الشروع في المعالجة التي تؤدي إلى تحسين البيانات و استخلاص المعلومات منها .

و مع أن إجراءات التصحيح لبيانات آلة تصوير الحالة الصلبة (Solid State Camera, SSC) ذات المصفوفات الخطية و لبيانات الماسح متعدد الأطياف MSS تختلف عن تلك التي تطبق على بيانات مستشعر القمر لاندسات و القمر الفرنسي سبوت لكننا لن نقوم بشرح تفصيلي لكل العمليات التصحيحية التي تناسب كل مستشعر لحاله ، بل سنعتمد عناوين عامة يمكن اتباعها و تعديلها لتناسب المستشعر المعين . هذه العناوين ستشمل التصحيح الهندسي و التصحيح الإشعاعي و إزالة أو تهذيب الضجيج (التشويش) .

Geometric Correction إجراء التصحيح الهندسي

تحتوي بيانات الصورة الرقمية الخام عادة على تشوهات هندسية كبيرة بحيث لا يمكن عمل قياسات مساحية دقيقة عليها . و مصادر هذه التشوهات الهندسية من ناحية عامة هي :

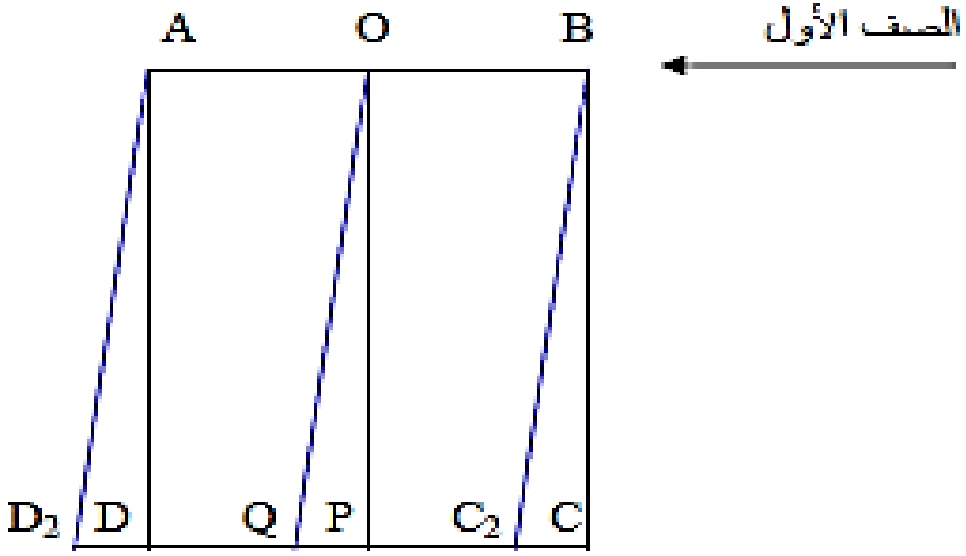
- تغير ارتفاع منصة حامل جهاز الاستشعار و تغير توجيهها و سرعتها (change in platform height, orientation and speed) ،
- إنحناء أو كروية سطح الأرض ، (earth curvature) و يزداد التشوه كلما زاد ارتفاع الحامل ،
- انكسار الأشعة خلال مرورها من طبقات الغلاف الجوي (atmospheric refraction) ،
- دوران الأرض أثناء عملية المسح (earth rotation) ،
- تغير التضاريس (relief variation) ،
- تشوهات ناتجة من جهاز الاستشعار (instrumental errors) .

و الغاية من عملية التصحيح الهندسي هي تصحيح موقع وحدة الصورة و بالتالي وضع الهدف الأرضي في موقعه الهندسي الصحيح في الصورة .

و يمكن تقسيم الأخطاء الهندسية الناتجة إلى أخطاء منتظمة و أخطاء عشوائية [22]-[16],[14],[9] .

1.2.4 الأخطاء الهندسية المنتظمة

تعرف التشوهات الهندسية المنتظمة من أسبابها أو مصادرها التي ذكرناها من قبل . و بعد معرفة مصدر الخطأ يتم تصميم نموذج رياضي لمعالجة الخطأ . و من أكثر مصادر الأخطاء الهندسية المنتظمة تأثيرا على بيانات مستشعرات الأقمار الصناعية دوران الأرض أثناء التقاط الصورة . إن دوران الأرض في اتجاه الشرق يجعل جهاز المسح يعطي في كل مسحة خطية مساحة من الأرض تقع إلى الغرب قليلا من المسحة السابقة لها . و هذا التشوه الهندسي الناتج يطلق عليه تشوه الإنحراف (skew distortion) ، و عملية إزالة هذا الإنحراف (de skewing) من بيانات الصورة الرقمية تتطلب إزاحة كل خط أو صف من صفوف المسح المتتالية نحو الغرب بمقدار مساو للإزاحة التي حصلت له نتيجة دوران الأرض ، و ينتج من ذلك شكل متوازي الأضلاع كما في الشكل 1.4 .



الشكل 1.4: تشوه الانحراف الناتج من دوران الأرض

إذا بدأ المستشعر بمسح الخط AB يكون حينئذ وضع الخط الثاني في الموقع CD و يتحرك حامل المستشعر حتى يصل موقع مسح الخط CD ففي هذا الوقت تكون الكرة الأرضية قد تحركت نحو الشرق و ينتج عن ذلك مسح الخط C_2D_2 بدلا عن الخط CD و يكون مسار الحامل هو المسار OQ بدلا عن المسار OP .

2.2.4 الأخطاء الهندسية العشوائية

إن التغير في ارتفاع الحامل و توجيهه و تغيرات التضاريس و غيرها من العوامل ممكن أن تؤدي إلى تشوهات هندسية عشوائية في بيانات الصورة . و لتصحيح التشوهات الهندسية لا بد من وجود نقاط تحكم أرضية (ground control) يمكن التعرف عليها في الصورة الخام و في الخارطة المرجعية . ثم يتم وضع نموذج لتحويل وحدات الصورة الرقمية إلى الموقع الصحيح باستخدام مواقع نقاط التحكم . و من النماذج التي تستخدم في تحويل مواقع وحدات الصورة الرقمية المشوهة إلى مواقع مصححة دالة متعددة الحدود في المعادلتين (1.4) و (2.4) و التي تربط بين إحداثيات وحدة الصورة في البيانات الخام المشوهة هندسيا (x , y) و إحداثياتها في الصورة المصححة هندسيا (x_o , y_o) بواسطة توابت يمكن حسابها باستخدام نقاط التحكم .

$$x_o = a_1 + a_2 x + a_3 y + a_4 x y + a_5 x^2 \qquad (1.4)$$

$$y_o = b_1 + b_2 x + b_3 y + b_4 x y + b_5 x^2 \qquad (2.4)$$

وبذلك يكون تصحيح البيانات الفضائية بمرحلتين هما :

أ-المرحلة الأولى: تؤخذ التشوهات المنتظمة مثل الناتجة عن انحراف المسح، سرعة القمر، دوران الأرض، حيث يمكن تصحيح التشوهات المنتظمة بتطبيق صيغ رياضية يتم الحصول عليها بتحليل مصادر التشوهات رياضياً.

ب-المرحلة الثانية: تعالج التشوهات غير المنتظمة حيث يتم تصحيحها بربط الصور الفضائية بنقاط تحكم أرضية كافية وموزعة توزيعاً جيداً وفق معادلات الضبط المعروفة.

2-التصحيحات الإشعاعية (Radiometric Correction)

أ-إزالة التشوهات الإشعاعية الناتجة عن (عدم استجابة أحد أجهزة الاستشعار).

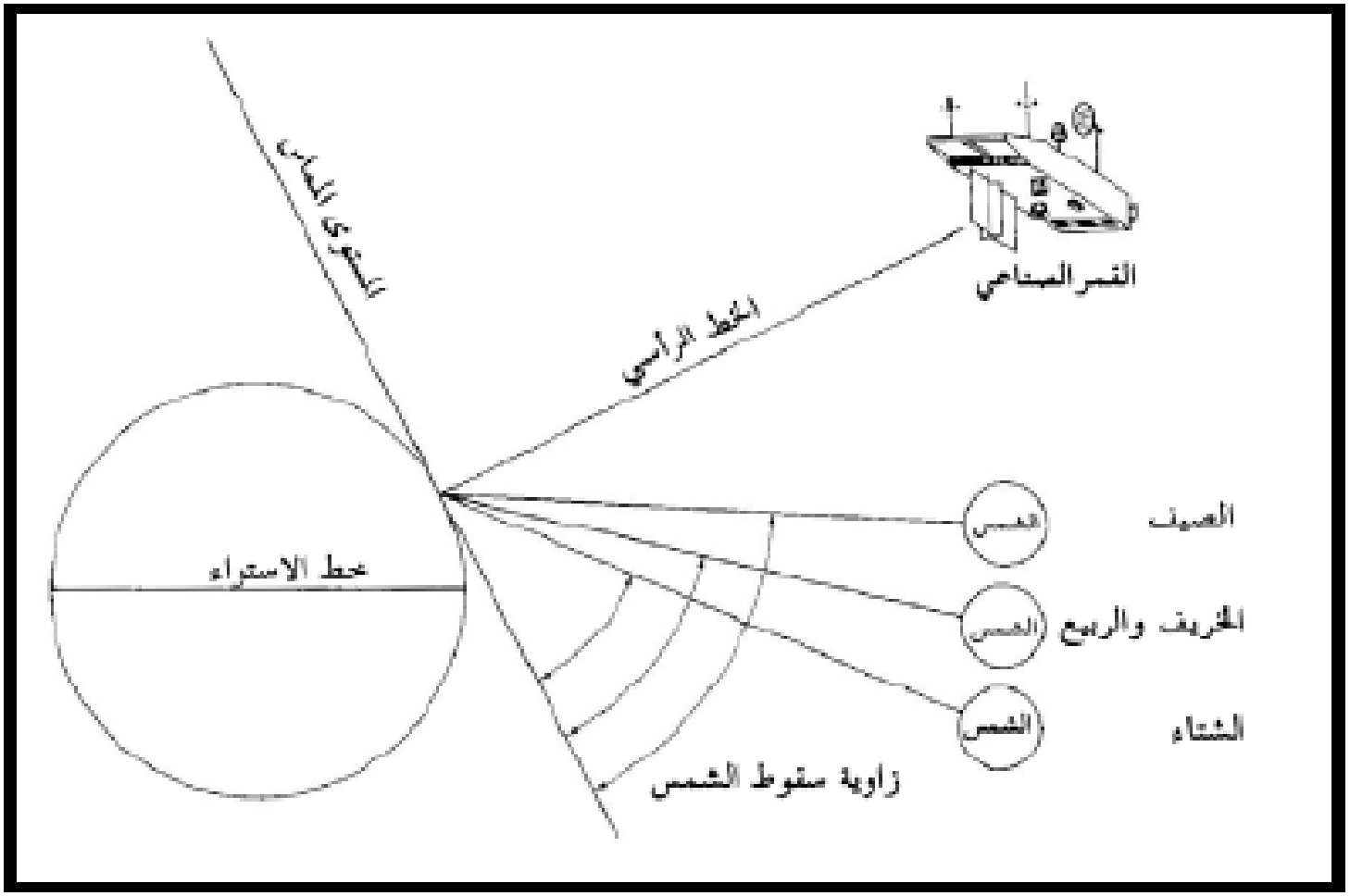
ب-إزالة التشوهات الإشعاعية الناتجة عن (تأثير الغلاف الجوي) (Atmospheric scattering correction).

أن تأثير الاستطارة الذي تحدثه مكونات الغلاف الجوي وخصوصاً للأطوال الموجية القصيرة (الأزرق وفوق البنفسجية) يسبب تشتت هذه الأطوال وتبعثرها، وهذا التشتت يسبب إضاءة عالية على القنوات ذات الطول الموجي القصير وبالتالي سوف يؤدي إلى عدم وضوح المعالم الأرضية لها ولهذا يتم معالجة هذه الإضاءة العالية.

ج-إزالة التشوهات الإشعاعية الناتجة عن (وضعية الرؤية وخصائص المستشعر).

د-إزالة التشوهات الإشعاعية الناتجة عن (تغير زاوية الإضاءة).

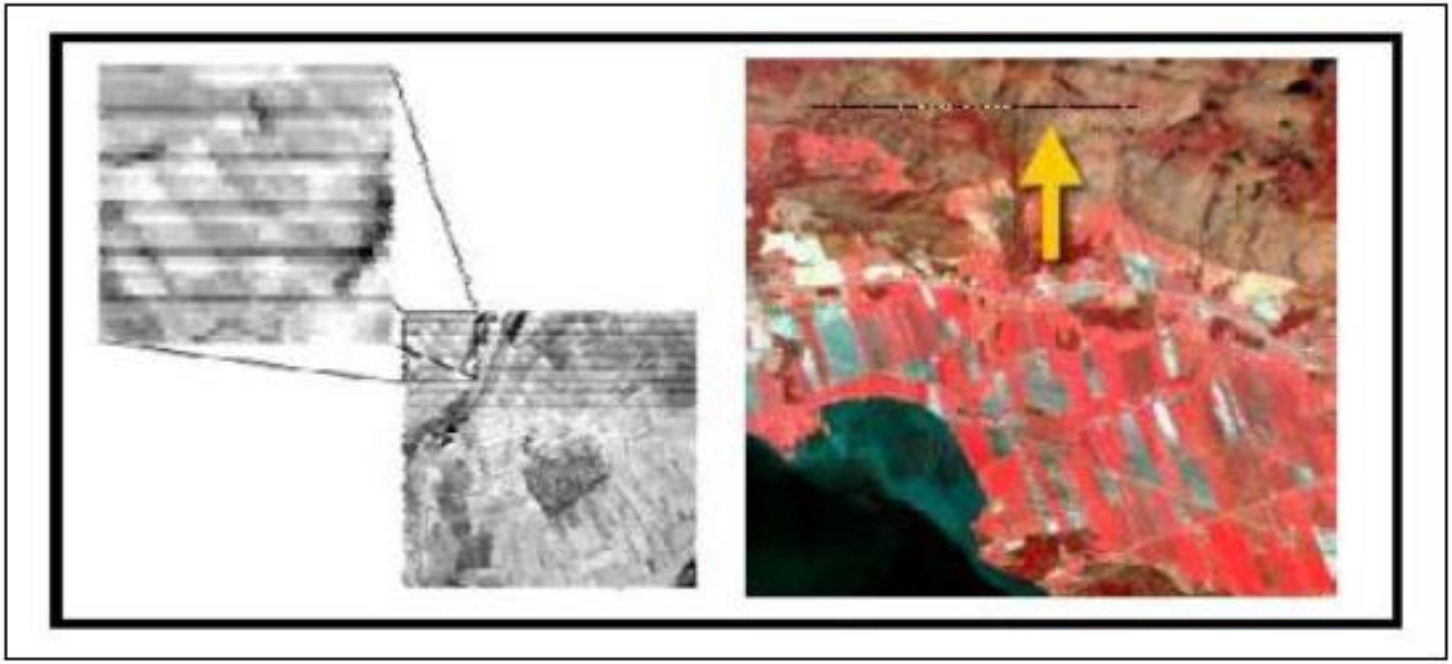
ففي الدراسات التي تتطلب صوراً من أزمنة أو مواقع مختلفة لابد من تصحيح زاوية ارتفاع الشمس لتقدير موقع الشمس في الفصول المختلفة بالنسبة للأرض في حساب شدة انعكاس الأشعة من الأجسام.



الشكل (2) اختلاف زاوية سقوط الشمس باختلاف فصول السنة

3-إزالة الضجيج (الضوضاء أو خطوط الاضطراب) (Missing-scanning line or Noise Removal)

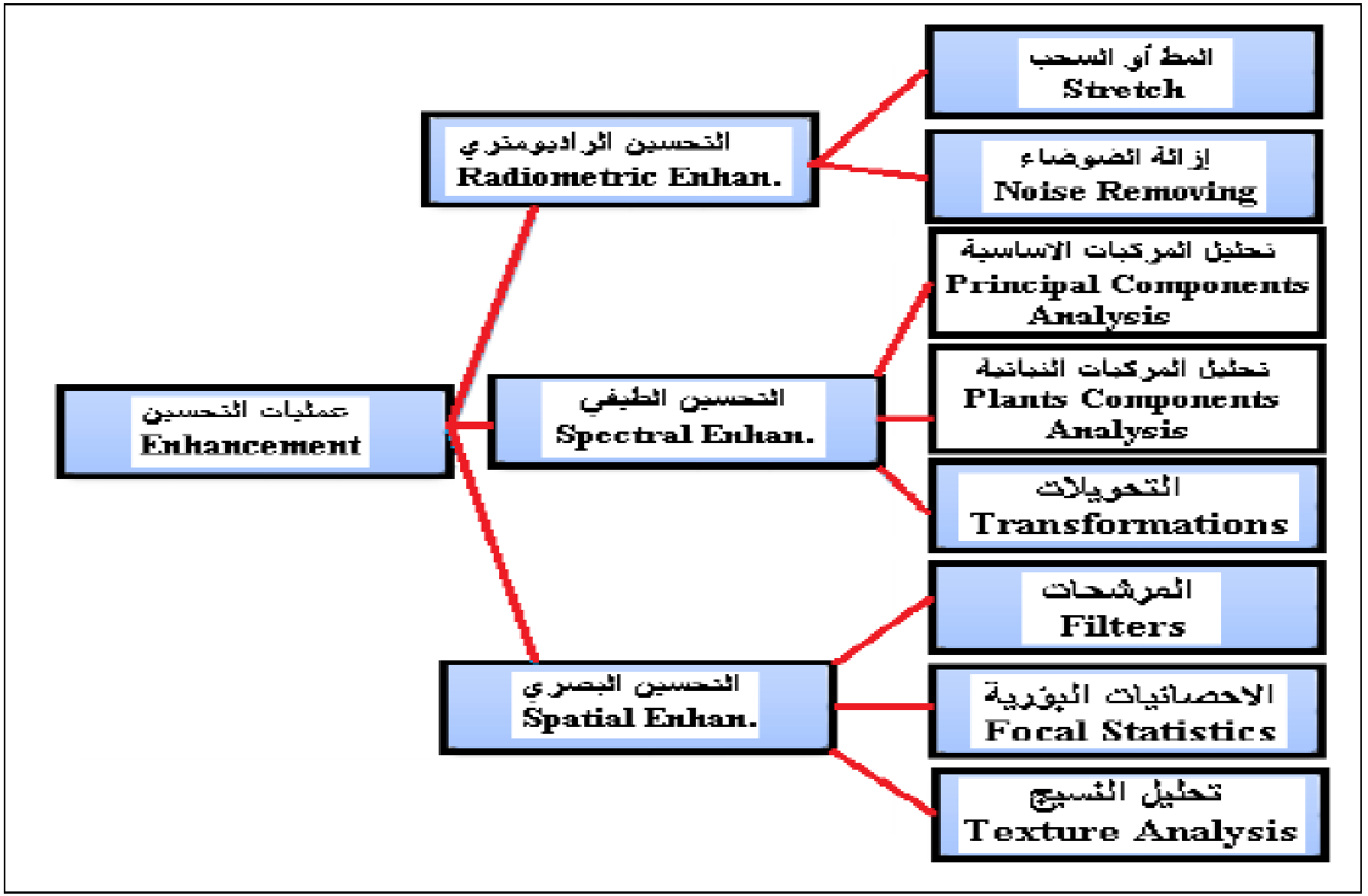
ضجيج الصور هو أي اضطراب غير مرغوب فيه في معطيات الصور الفضائية ينجم عن قصور في الاستشعار، حيث يتوقف جهاز الاستشعار عن العمل أثناء عملية المسح مما ينتج عنه ظاهرة ظهور الخطوط البيضاء أو ظاهرة التخطيط ويجب إزالة هذا الضجيج آلياً عن طريق بعض البرامج المتوفرة التي بدورها تحسب المتوسط الحسابي بين السطور (الأعلى والأسفل مثلاً) وتعيد المعلومات المفقودة، دون المساس بالسطور الأخرى.



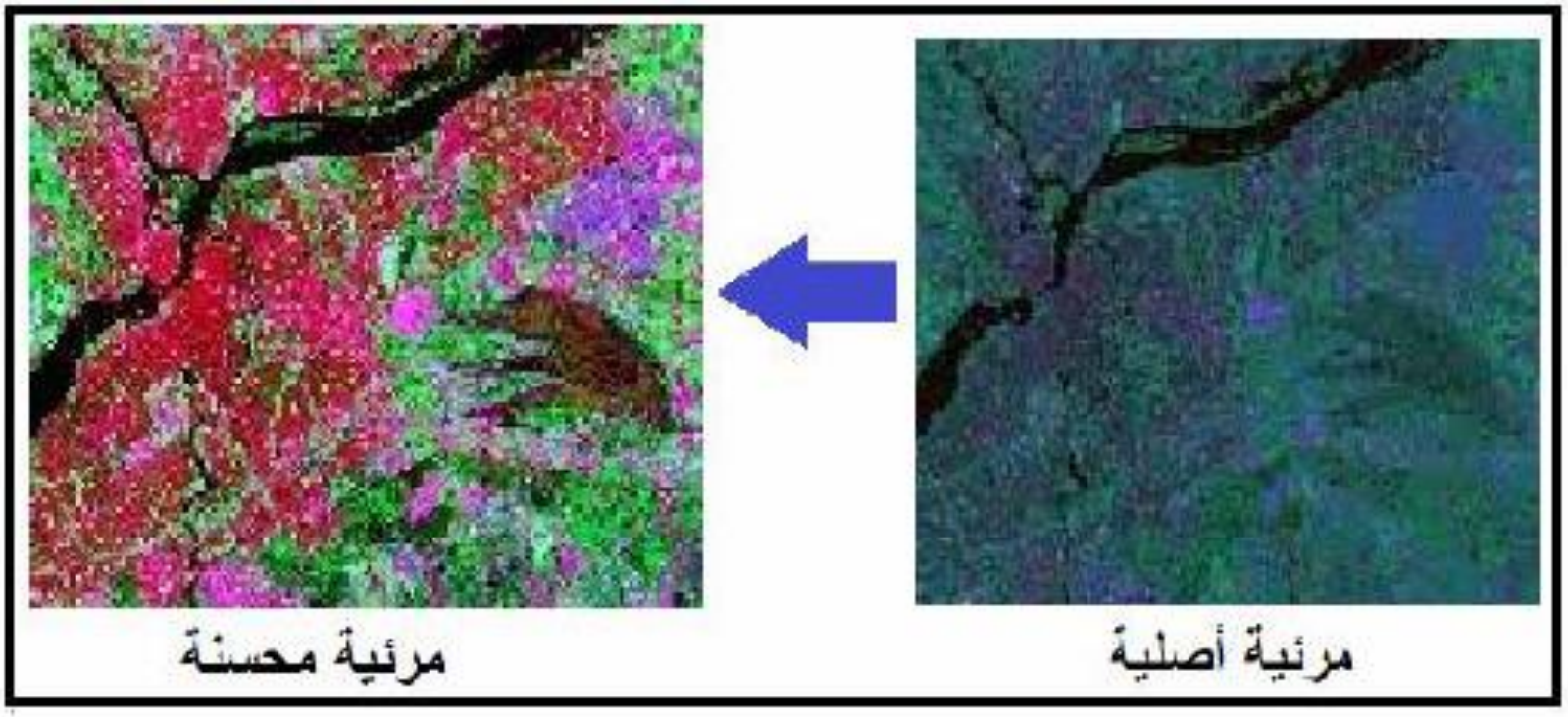
الشكل (3) ظاهرة ظهور الخطوط أو ظاهرة التخطيط

❖ ثانياً-تحسين الصورة أو البيانات الفضائية (Image Enhancement)

يقصد بالتحسين هو تحسين خصائص الصورة أو المشهد (الطيفية والراديومترية والبصرية) وهو عبارة عن عمليات حسابية يقوم بها برنامج متخصص لتكوين صورة فضائية أكثر وضوحاً للعين البشرية لإجراء التطبيقات والحسابات والرسوم عليها كما يهدف تحسين الصور إلى تحسين نوعية المشهد الفضائي والى تحسين قابلية التفسير البصري للصورة وذلك بزيادة التمييز بين المعالم عن طريق التضخيم البصري للاختلافات الضئيلة بين المعالم في التدرج الرمادي لتسهل إمكانية ملاحظتها وتتم عملية التحسين عادة بعد إنجاز إجراءات المعالجة الأولية، فإزالة التشوهات والضجيج يجب أن تسبق عملية التحسين، تتم المعالجة الآلية للصور الفضائية باستخدام الكومبيوتر لتحقيق أمثل تفسير للصور ويتم تحسين المشهد بتطبيق سلسلة من الخوارزميات الرياضية على الصورة وتشمل عمليات تحسين الصورة جملة من التحسينات والأدوات موضحة بالمخطط الانسيابي التالي: -


عمليات التحسين
Enhancement
التحسين الراديومتري
Radiometric Enhan.
التحسين الطيفي
Spectral Enhan.
التحسين البصري
Spatial Enhan.
المط أو السحب
Stretch
إزالة الضوضاء
Noise Removing
تحليل المركبات الاساسية
Principal Components Analysis
تحليل المركبات النباتية
Plants Components Analysis
التحويلات
Transformations
المرشحات
Filters
الاحصائيات البؤرية
Focal Statistics
تحليل النسيج
Texture Analysis

الشكل (1) أنواع التحسين الرقمي للبيانات الفضائية أو الصور الجوية



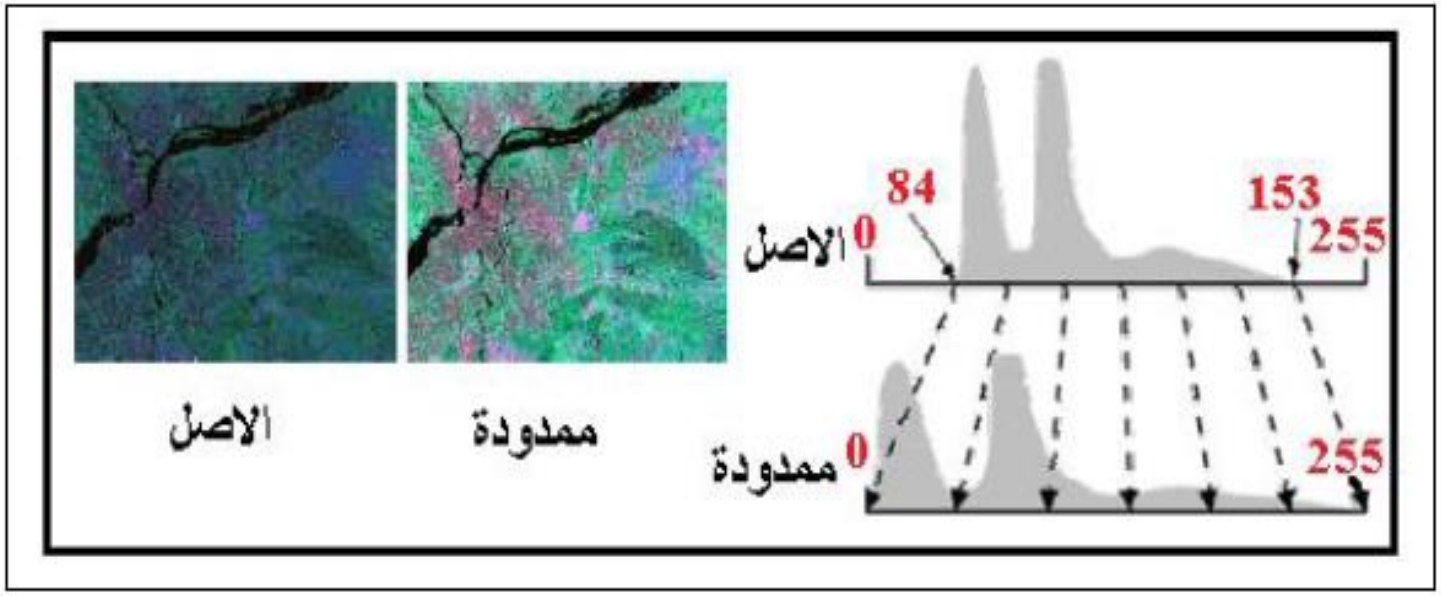
أ-التحسين الراديومترى (Radiometric Enhancement)

1-تحسين أو توسيع التباين بالمط أو السحب (Contrast Stretch Enhancement) ويقسم إلى:

أ-التوسيع الخطي للتباين (Linear Stretch).

ب-التوسيع الغير الخطي للتباين (Non – Linear Stretch).

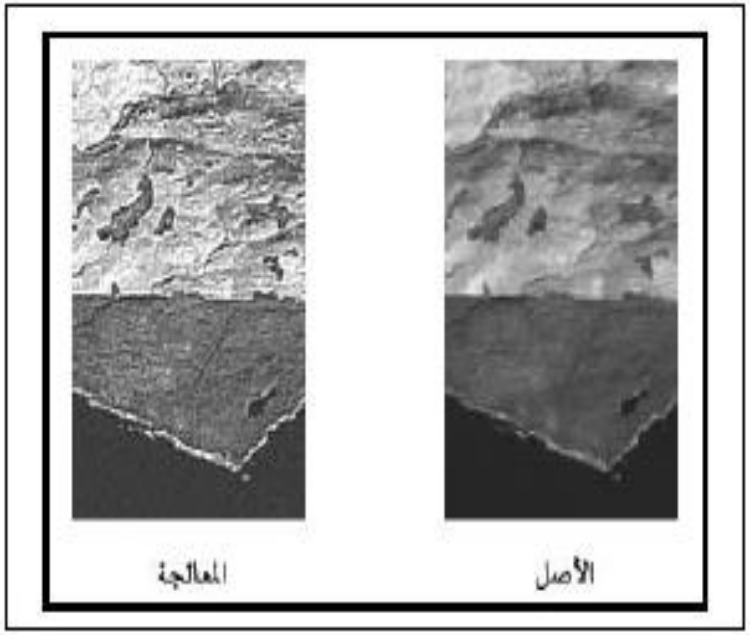
هي عملية سهلة بفضل البرامج الحديثة وأجهزة الحاسوب الحديثة، ويتم تحسين التباين باستعمال طريقة ضبط مخطط توزيع التباين أو ما يعرف (Histogram Adjustment).



الشكل يوضح تحسين التباين باستخدام مخطط توزيع التباين (Histogram)

2-تحسين الحافة (Edge Enhancement)

الهدف من تحسين الحافة هو استخلاص معلومات معالم معينة من أطراف الصورة وبذلك يمكن تبيان أشكال ودقائق المعالم مما يجعل تفسيرها وتحليلها أسهل والشكل أدناه يبين تحسين الحواف بالصور.



ب-التحسين الطيفى (Spectral Enhancement)

1-تحليل المركبات الأساسية (Principal Component Analyses).

2-تحليل المركبات النباتية (Plants Component Analyses).

3-التحويلات (Transformations).

ج-التحسين البصرى (Spatial Enhancement)

1-المرشحات (Filters).

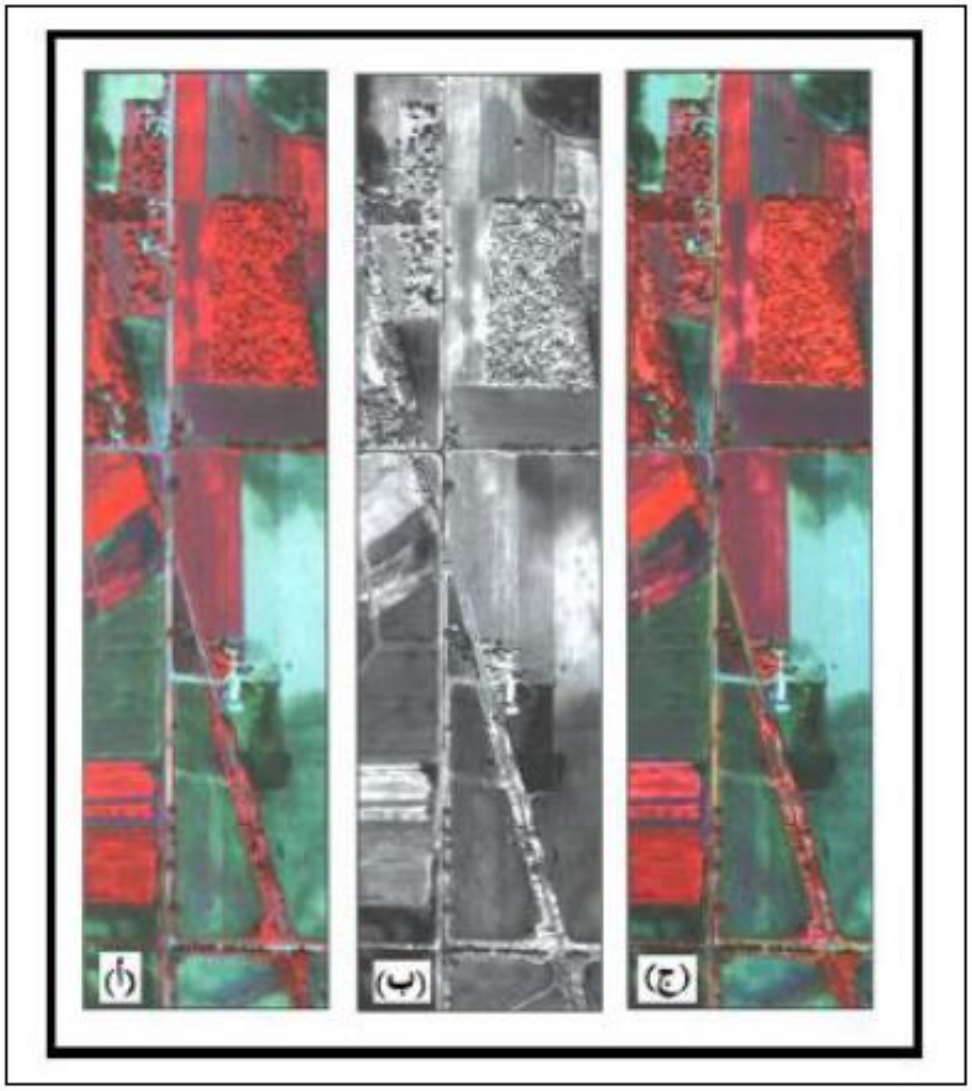
2-الإحصائيات البؤرية (Focal Statistics).

3-تحليل النسيج (Texture Analyses).

• ثالثاً-دمج الصور (Image Merging and Image Mosaic).

تستخدم هذه العملية لدمج صورة مع صورة مجاورة لها جغرافياً لتصبح صورة واحدة تغطي منطقة الدراسة وذلك لتسهيل عمل التحسينات الأخرى، فمثلاً نفرض إننا بصدد دراسة التربة في منطقة الرياض وتوجد لدينا صور القمر الصناعي لاندسات (7)، ومن المعلوم لدينا أن تغطية المكانية للقمر لاندسات (7) حوالي (185 كم) × (175 كم)، لذا يمكن دمج أكثر من منظر لتغطية منطقة الدراسة في صورة واحدة، وهو ما يعرف بالموزاييك (Mosaic) كما في الشكل التالي أو ممكن إضافة مخرجات مستشعر (Band) مع الصورة الأصلية وذلك لإعطاء معلومات أكثر، مثلاً إضافة مخرجات المستشعر الحراري في لاندسات مع النطاق المرئي لعمل دراسة ما ويمكن دمج صورتين لتحسين الدقة التميزية المكانية مثلاً ممكن دمج مخرجات المستشعر البانوكروماتي ذي الدقة التمييزية المكانية (1متر) في القمر الصناعي إيكونوس إلي مخرجات المستشعر متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية (4 م) فينتج لنا مخرجات متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية (1م).

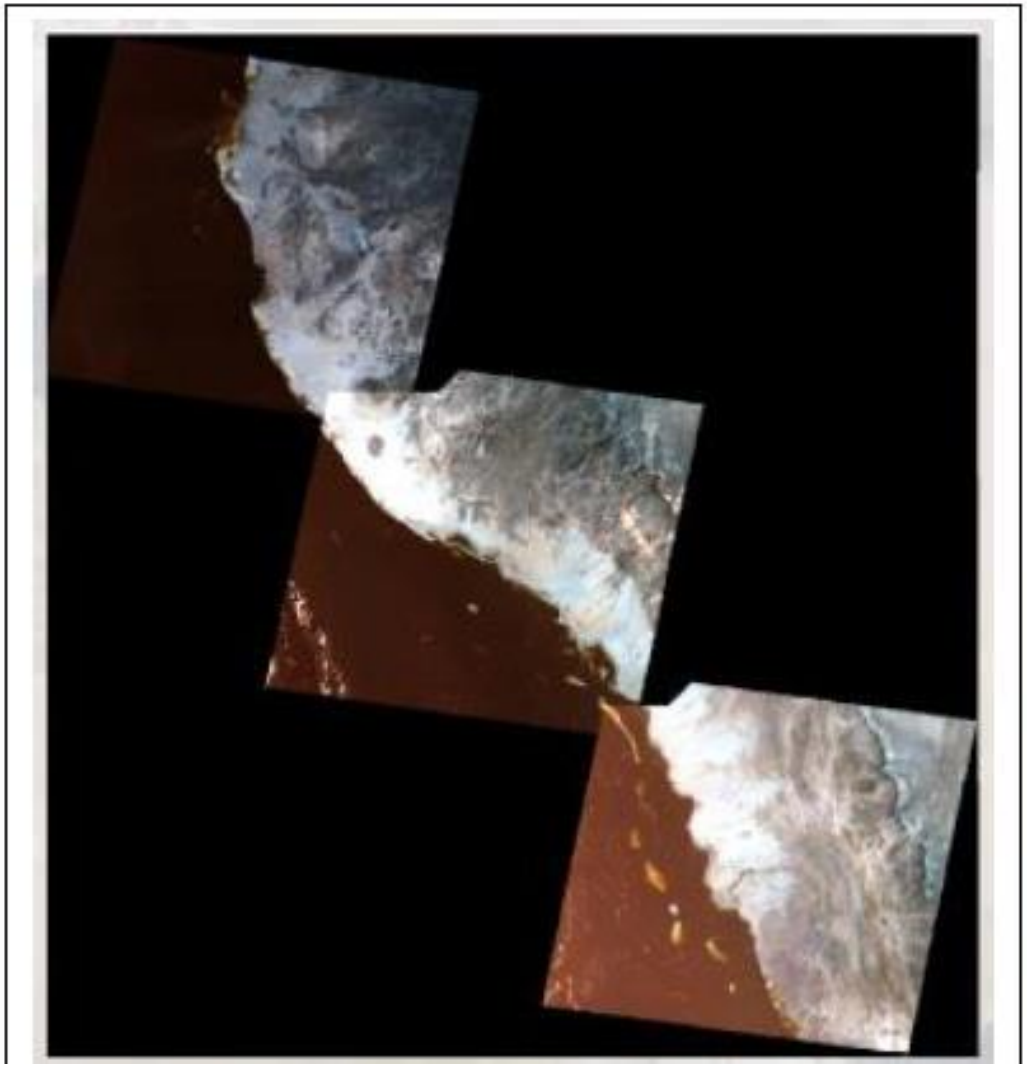
Mosaic



الشكل يوضح دمج الدقة التمييزية المكانية لصورة القمر الصناعي إيكونوس (أ) متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية (4م)، (ب) بانكروماتية (1م)، (ج) ينتج لنا صورة متعددة الاطياف بدقة (1م)

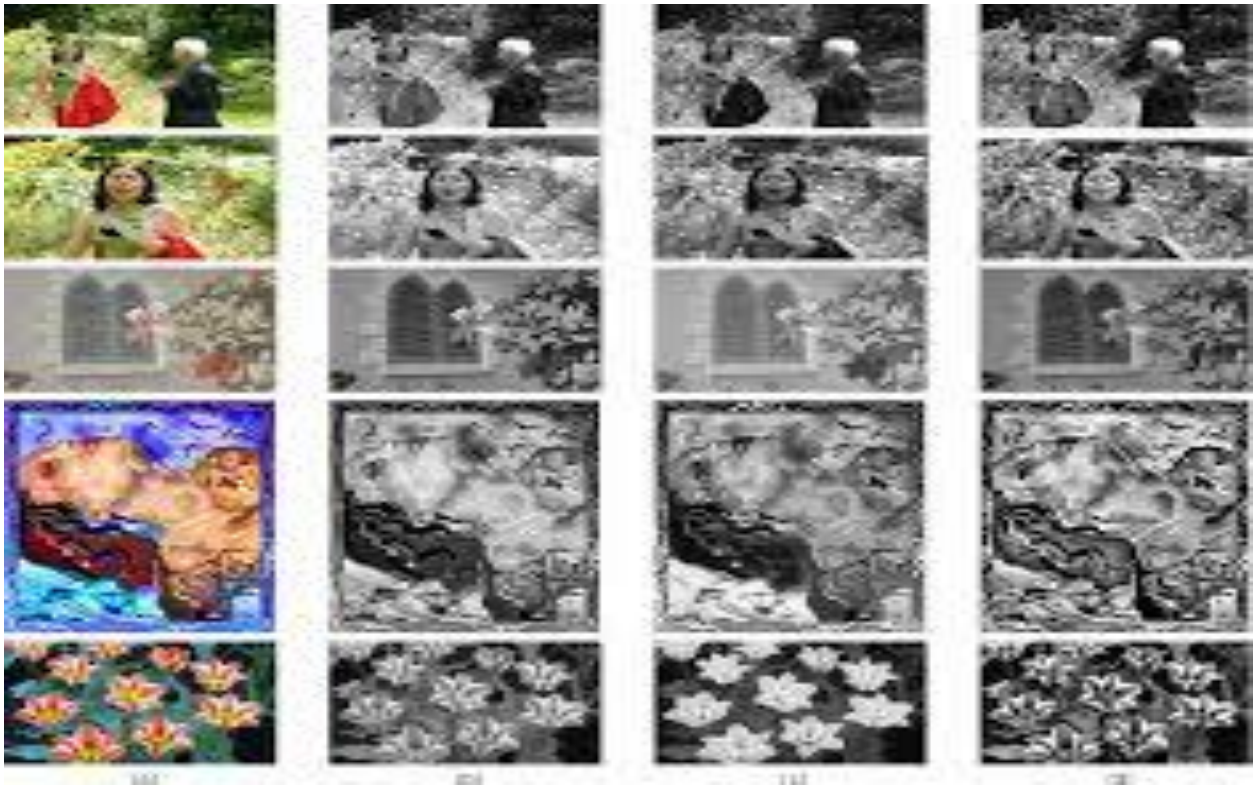
❖ **عمل الموزاييك بالصور الفضائية (Mosaicking)**

هي عملية ربط الصور الفضائية المتجاورة إعتماداً على مكانها الجغرافي ومن ثم تخزينها في صورة واحدة كما في الشكل التالي:



الشكل يوضح دمج الصور المتجاورة لتكوين صورة واحدة (Mosaic)

انواع الصور الرقمية



محاضرة ٣

استشعار عن بعد٢ - المرحلة الاولى

قسم المساحة

د.محمد المياحي

الصور الرقمية Digital image

الصورة الرقمية عباره عن تمثيل رقمي (قيم ثنائية صفر وواحد) لشئ مادي يمكن رؤيته بالعين البشرية، يتم ادخالها (بواسطة الكاميرا الرقمية او الماسح الضوئي) الى الكمبيوتر لغرض التخزين او التعديل عليها. وتكون عبارة عن صورة ثنائية الابعاد كما يوضح الشكل التالي :

X يمثل البعد الافقي لتمثيل العرض.

Y يمثل البعد العمودي لتمثيل الارتفاع.

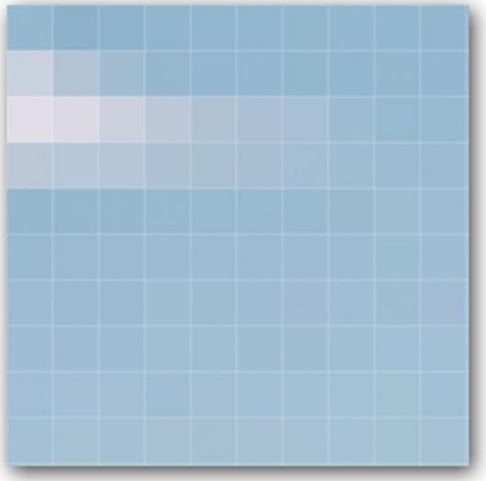
للصورة نوعين من حيث التركيب ، نوع يسمى **Victor images** وهو لا يتاثر بالتكبير او التصغير ، ويحافظ على وضوحة في جميع الاحوال.

اما النوع الثاني يسمى **Bitmap image** او **Raster image** عادة عند ذكر الصور الرقمية يكون هذا النوع هو المقصود وهو محور دراستنا.

عند ادخال الصورة الحقيقية (Continues image) الى الكمبيوتر (تحويلها الى صورة رقمية) يتم لها عملية تسمى Sampling وهي عبارة عن اخذ عينات صغيرة من الصورة الحقيقية و وصفها لتمثِّل الصورة الحقيقية .

كل عينه مربعه الشكل تسمي بكسل (Pixel = Picture element) ويعتبر اصغر جزء في الصورة الرقمية.

عند تكبير الصورة يتضح لنا ان كل بكسل يحمل لون واحد فقط (على حسب نوعية الصورة ثنائية ، رمادية او ملونة)



أنواع الصور الرقمية

صورة ثنائية Binary Image:-

وهي الصورة التي تحتوى على اللونين الأبيض والأسود فقط ويحمل كل بيكسل بها قيمة إما الصفر أو الواحد.

صورة تدرجات الرمادي Gray scale Image :

وهي الصورة التي تحتوى الأبيض والأسود مع تدرجات الرمادي وتمثل شدتها او كثافتها (Intensity)بأرقام من ٠ إلى ٢٥٥ حيث يمثل الرقم ٠ **اللون الأبيض** الناصع وعندما تكون ٢٥٥ فإن اللون لهذه البيكسل يكون **أسود قاتم** وعند تمثيل هذه الصورة على الكمبيوتر تمثيلها عن طريق أعمدة متساوية وصفوف متساوية من **البيكسلات** كل بيكسل بها ٨ بيت تحدد الكثافة او الغزارة (intensity) من ٠ إلى ٢٥٥.

الصور الملونة Colored Image :

هي الصور الرقمية التي تدعم **الألوان** عن طريق تخصيص ثلاثة خانات بكل بيكسل لتحديد شدة الثلاثة ألوان الأساسية (**الأحمر** و**الأخضر** و**الأزرق**) وكل خانة تحتوى ٨ **بيت** للكتابة عليها مثلا **شدة الأخضر** قد تكون ٠٠١٠٠٠٠٠ أى أن هناك ٢٤ **بيت** بكل بيكسل، ولكن بعض الصور قد تكون بها ٨ **بيت** فقط وتحتوى على ٢٥٦ لون فقط.

صورة ملونة تحتوي على ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون

صورة رمادية تحتوي على ٢٥٦ درجة لونيه من الابيض الناصع الى الاسود القاتم

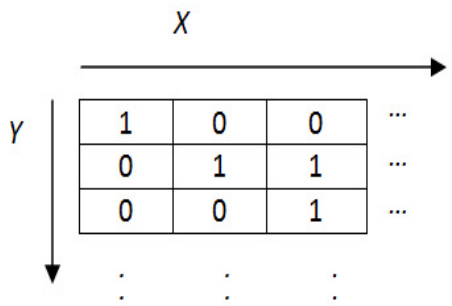
صورة ثنائية تحتوي على لونين فقط الابيض والاسود

لفهم موضوع الالوان حسابياً

ـ كما ذكرنا سابقا، ان الصورة مكونة من عدد من المربعات الصغيرة جدا والي تعرف بـ **البكسل** في **الصور الثنائية** **Binary image** عدد القيم اللونية المتاحة لكل بكسل يساوي ٢ ، وهذا يعني ان البكسل اذا كان يحمل القيمة ٠ يكون لونه اسود ، واذا كان يحمل القيمة ١ يكون لونه ابيض.

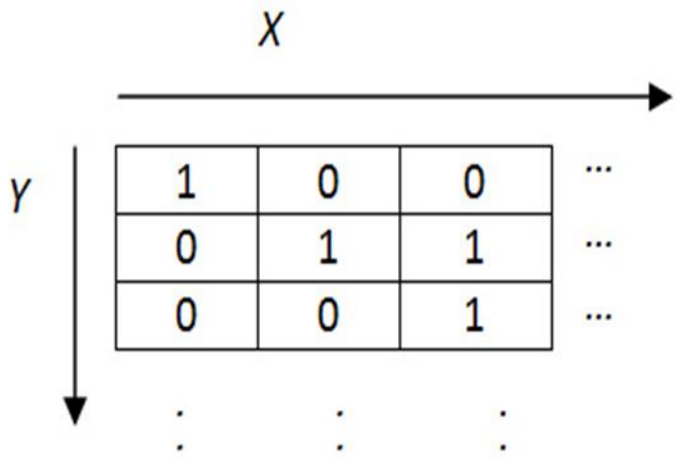
الشكل التالي يمثل مصفوفة ثنائية تمثل القيم لكل بكسل في الصورة .

مصفوفة ثنائية الابعاد تمثل الصورة الثنائية في الكمبيوتر



اي ان صورة ثنائية عرضها ٣٥٠ بكسل وارتفاعها ٢٠٠ بكسل ، وكل بكسل يشغل في الذاكرة بت واحد ١- Bit يكون حجمها (٣٥٠ * ٢٠٠ * ١) ويساوي (٧٠٠٠٠) بت.

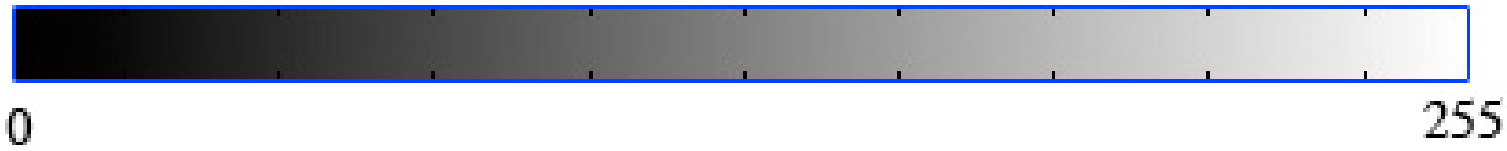
للتحويل من بت الى بايت نقسم على ٨ ، وللتحويل من بايت الى كيلو بايت نقسم على ١٠٢٤ ، وللتحويل من كيلوبايت الى ميغابايت نقسم على ١٠٢٤



الصور الرمادية Gray-scale image

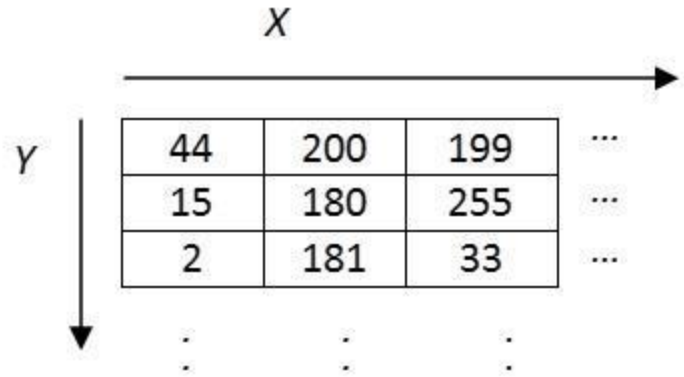
عدد القيم اللونية لكل بكسل يساوي ٢٥٦ ، وهو عدد الدرجات من اللون الابيض الى الاسود تبدا من القيمة ٠ الى ٢٥٥ – اي ان كل بكسل يتم حجز ٨ بت (بايت واحد) في الذاكرة لتخزينه.

الشكل التالي ، يوضح مصفوفة تمثل الصورة الرمادية gray-scale image ونلاحظ ان كل بكسل ممكن ياخذ قيمة لونية من ٠ الى ٢٥٥



الدرجات اللونية بين الاسود والابيض

الشكل التالي ، يوضح مصفوفة تمثل الصورة الرمادية gray-scale image ونلاحظ ان كل بكسل ممكن ياخذ قيمة لونية من



ملاحظة :

القيم في الشكل السابق مكتوبة بنظام العد العشري للتسهيل ، وممكن ان تحول الى النظام الثنائي كما يتعامل معها الكمبيوتر (مثال: العدد ٢٠٠ يساوي ١١٠٠١٠٠٠ بالنظام الثنائي)

لحساب **حجم صورة رمادية** (٨ بت) عرضها ٣٥٠ بكسل وارتفاعها ٢٠٠ بكسل ، نقم بحساب عدد البكسلات في الصورة ثم ضربها في عدد البت للصورة

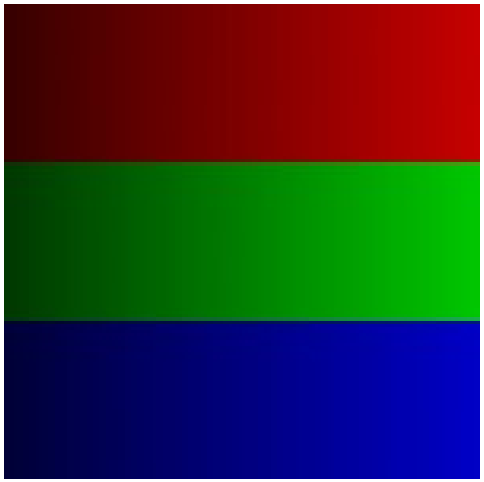
٣٥٠ * ٢٠٠ * ٨ = ٥٦٠٠٠٠ بت

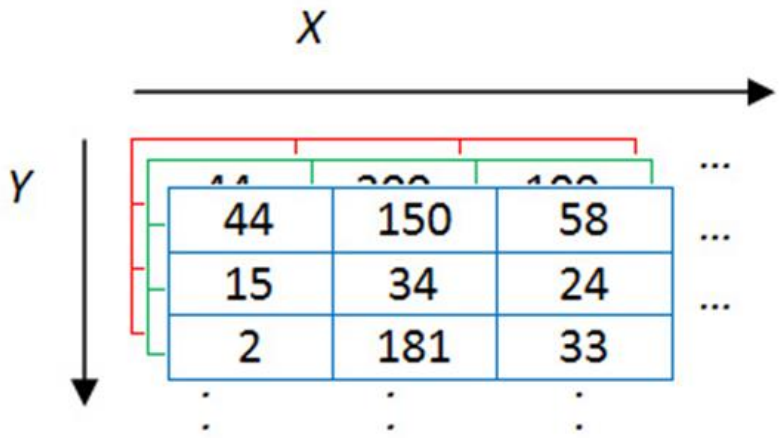
الصور الملونه Colored image

عدد القيم اللونية المحتملة لكل بكسل هو ويساوي ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون عندنا ثلاثة الوان رئيسية وهم الاحمر والازرق والاخضر يرمز لهذا النظام بـ (RGB)

كل بكسل في الصور الملونه يحمل ثلاث قيم ، وهي عبارة عن مزيج من الاحمر والاخضر والازرق ليمثلون لون جديد

كل لون له قيم من ٠ الى ٢٥٥ ، اي ان للون الاحمر ٢٥٦ قيمة مختلفة (من الفاتح الى الغامق) وللاخضر والازرق نفس الشي ، وعند دمج جميع الاحتمالات من الثلاثة الوان نحصل على عدد ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون مختلف .





ملاحظة

القيم في الشكل السابق مكتوبة بنظام العد العشري للتسهيل.

يحجز لكل بكسل ٢٤ بت في الذاكرة ، ٨ للاحمر ، ٨ للاخضر و ٨ للازرق .

يعني لحساب حجم صورة ملونة عرضها ٣٥٠ وارتفاعها ٢٥٠ ، نضرب الارتفاع في العرض في عدد البت لكل بكسل.

حجم الصورة يساوي ٣٥٠ * ٢٥٠*٢٤ = ٢١٠٠٠٠٠ بت ويساوي ٢٦٢٥٠٠ بايت.

يوجد للصور عدة صيغ للحفظ على الكمبيوتر منها PNG , GIF , JPEG وغيرها الكثير ، هذه الصيغ توفر طرق ضغط مختلفة للصور قد تنافي الحسابات السابقة بالاضافة الى انها توفر امكانات اضافية للصور.

صورة متعددة الأطياف Multispectral image

الصورة متعددة الأطياف هي التي تلتقط بيانات الصورة وفق ترددات معينة عبر الطيف الكهرومغناطيسي.

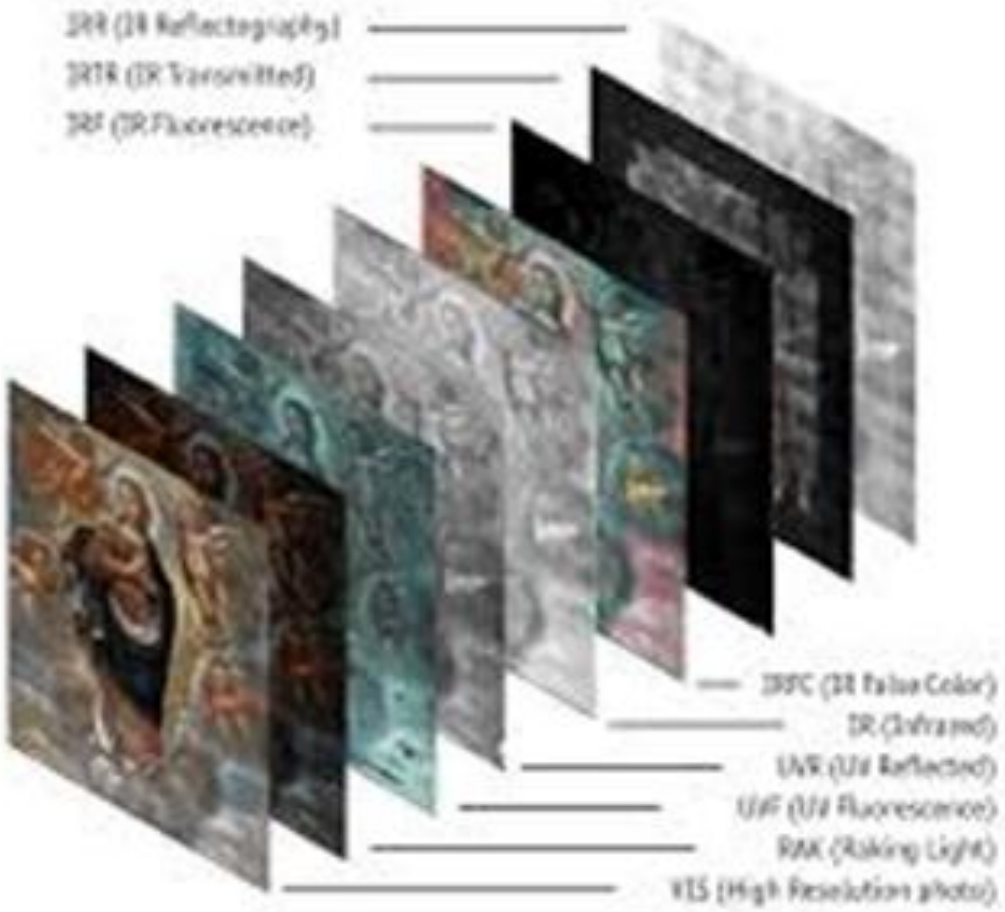
ويمكن فصل الأطوال الموجية بواسطة الفلاتر أو عن طريق استخدام الأدوات التي تُعتبر حساسة لأطوال موجية معينة، وتشمل الضوء الناتج عن ترددات خارج نطاق الضوء المرئي، مثل الأشعة تحت الحمراء. يُمكن أن يُتيح التصوير الطيفي استخراج معلومات إضافية لا يُمكن رؤيتها من خلال مستقبلات العين البشرية لـ لـالأحمر، والأخضر، والأزرق. وقد تم تطويرها خصيصًا للتصوير الفضائي.

الصور متعددة الأطياف هي الفئة الرئيسية للصور الملتقطة عن طريق الاستشعار عن بعد. وبتقسيم الطيف إلى نطاقات متعددة يصبح التصوير متعدد الأطياف نقيضًا للتصوير البانكروماتي الذي يُسجل فقط حدة الإشعاع الساقط على كل بكسل.

تحتوي الأقمار الاصطناعية عادةً على ثلاثة مقاييس إشعاعاً او أكثر (القمر الاصطناعي(لاندسات يحتوي على سبعة).

ويتطلب كل واحد منها صورةً رقميةً واحدة (في الاستشعار عن بعد، يُسمى □مشهد□) في مجموعة صغيرة من الأطياف المرئية، تتراوح بين ٠.٧ ميكرومتر و٠.٤ ميكرومتر، تُسمى أحمر–أخضر–أزرق، والتحول إلى موجات الأشعة تحت الحمراء من ٠.٧ ميكرومتر إلى ١٠ ميكرومترات أو أكثر، وتصنف كأشعة تحت حمراء قصيرة (NIR) وأشعة تحت حمراء متوسطة (MIR) وأشعة تحت حمراء بعيدة (الأشعة تحت الحمراء البعيدة أو الحرارية).

في حالة القمر لاندسات، تشكل المشاهد السبعة صورةً متعددة الأطياف بسبعة مجموعات. قد يطلق على التصوير الطيفي بمجموعات أكثر عددًا تعمل على زيادة دقة الطيف أو توسع التغطية الطيفية اسم فائقة الطيفية أو متسعة الطيفية.


IRR (IR Reflectography)
IRTR (IR Transmitted)
IRF (IR Fluorescence)
IRFC (IR False Color)
IR (Infrared)
UVR (UV Reflected)
UVF (UV Fluorescence)
RAK (Raking Light)
VIS (High Resolution photo)

تحليل وتفسير بيانات الاستشعار عن بعد

المرحلة الاولى – قسم المساحة

المعهد التقني / العمارة

د. محمد المياحي

١. تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد

١. معالجة الصور:

تمر الصور الفضائية بمراحل قبل التفسير والتحليل وذلك لزيادة المقدرة التفسيرية لها، من هذة المراحل هي:

١. المعالجة الاولية للصور Image Preprocessing

٢. تحسين الصورة Image Enhancement

٣. دمج الصور Image Merging and Image Mosaic

٤. تفسير وتحليل الصور

١. المعالجة الاولية للصور Image Preprocessing: تهدف هذه الاجراءات من تصحيح الصور المشوهة لايجاد تمثيل دقيق للمشهد الاصلي، وتعتمد طبيعة هذة المعالجة اعتمادا كليا على خصائص المستشعر المستعمل في الحصول على هذه الصور الفضائية. وتتضمن هذه تصحيح التشوهات الهندسية وازالة التشوهات الاشعاعية:

أ. إجراء التصحيح الهندسي Geometric Correction:

تمت الاشارة اليه في المحاضرة السابقة

ب. ازالة التشوهات الاشعاعية Radiometric Correction:

التشوهات الاشعاعية تنتج اما عن اخطاء استجابة احد اجهزة الاستشعار او تأثيرات الغلاف الغازي او وضع الرؤية وخصائص المستشعر او حتى زاوية الاضاءة.

ج. ازالة الضجيج Noise Removal:

ضجيج الصور هو اضطراب غير مرغوب فية في معطيات الصور الفضائية ينجم عن قصور في الاستشعار حيث يتوقف جهاز الاستشعار عن العمل اثناء عملية المسح مما ينتج عنة ظاهرة سقوط الخطوط او ظاهرة التخطيط.

٢. تحسين الصورة Image Enhancement:

يهدف الى تحسين قابلية التفسير البصري للصورة وذلك بزيادة التمييز بين المعالم عن طريق التضخيم البصري للاختلافات الضئيلة بين المعالم في التدرج الرمادي لتسهيل امكانية ملاحظتها. ومن العمليات المعروفة تحسين التباين Contrast Enhancement وعملية تحسين الحافة Edge Enhancementوالهدف منها استخلاص معلومات من اطراف معالم معينة على الصورة وبذلك يمكن تباين اشكال المعالم مما يجعل تفسيرها وتحليلها اسهل.

٣.دمج الصور Image Merging and Image Mosaic:

وتستخدم هذة العملية لدمج صورة مع صورة اخرى مجاورة لها جغرافيا لتصبح صورة واحدة تغطي المنطقة المراد دراستها لتسهل عمليات التحسين للصورة .

٤.تفسير وتحليل الصور:

يتم في هذه الخطوة اجراء التحليل المكاني للمرئيات الفضائية بصريا لفصل الأصناف بحسب النمط والشكل والحجم والعوامل التحليلية الأخرى ، ويتم اجراء التحليل الطيفي لفصل الأصناف بحسب اللون والشدة اللونية ، فالمرئية الفضائية في حالتها الرقمية تتكون من مصفوفة رقمية تتكون من صفوف وأعمدة تحصر فيما بينها مساحات دقيقة متساوية تختلف من متحسس الى أخر ضمن القمر الواحد، وتسمى هذه المساحات(Pixels) كما ذكر سابقا، ولكل وحدة مساحية Digital Numbers (DN) ، يوضح شدة الأشعة المنعكسة للمعلم الأرضي الذي يعطيه طابعا معينا يميزه عن بقية المعالم الأخرى، لهذا يعد هذا التحليل هو الأهم عند اجراء التحليل البصري.

ولابد من الاعتماد على الوسائل والمعلومات المساعدة التي بدورها تساعد المحلل او المفسر وتعطية معلومة مبدئية لينطلق منها.

أ- التحليل والتفسير البصري او التقليدي:

توجد اربعة عوامل أساسية لتمييز أية ظاهرة على الصورة وهذه العوامل الاربعة يجب أن تؤخذ من قبل المبتدئين في تفسير الصور الجوية حسب الترتيب التالي:

١. الشكل shape :

ان شكل الظاهرة ونمط ترتيب الظاهرات يسهل تفسير تلك الظاهرة.وهذا أول أمر تراه العين على الصورة الجوية او الفضائية. ففي معظم الأحيان يساعد شكل الظاهرة على تمييز نوعها بسهولة ولكن قد لا يكون ذلك قطعيا، فالدائرة مثلا قد تعني بئرا أو خزان ماء أو مدخنة.

2. الحجم size :

إذا عرفنا الشكل فإن الحجم يساعد على تمييز الظاهرة.والحجم يمكن معرفته إما بمقارنة حجم الظاهرة المعنية مع حجم ظاهرات أخرى معلومة، أو بقياس أبعادها اعتمادا على مقياس الصورة الجوية.

٣. الظل Shadow:

تلتقط الصور الجوية عادة في النهار وعندما تكون الشمس مشرقة.لذلك يمكن ملاحظة الظل على أية صورة جوية. وعلى الرغم من أن الظل قد يخفي بعض الظاهرات إلا انه يساعد في تفسير الصور الجوية فالكثير من الظاهرات يمكن تمييزها عن طريق ظلها خاصة إذا كانت الشمس واطئة لحظة التقاط الصورة.الاشجار مثلا يمكن تمييز نوعها من ظلها، وتمييز سطوح المباني عن طريق ملاحظة الظل كذلك توضح نوعية البناية....الخ.

٤. الظلال أو درجة الإضاءة Tone :

يقصد بالظلال درجة الإضاءة وتعتمد درجة إضاءة الظاهرة في الصورة الجوية على نسيجها ولونها. ولون الظاهرة اقل أثرا على درجة الإضاءة من نسيجها.فالسطح الصقيل يعكس كمية أكبر من الضوء الساقط عليه.لذلك فإن الطريق المعبد تعبيدا صقيلا يبدو على الصورة الجوية أكثر إضاءة من حقل الحشائش الخضراء.و إذا صورت ظاهرتان متشابهتا السطح تحت زاوية سقوط أشعة متماثلة فإن درجة إضاءة كل منهما على الصورة الجوية سوف تعتمد على لونها.

ب. التحليل الالي او التصنيف الالي:

التصنيف الالي هو جعل كل المناطق التي لها نفس الانعكاس في مجموعة واحدة بمعنى ادق جعل كل بكسل لها نفس العدد الرقمي DN في مجموعة واحدة او مايسمى Themes ومن هذا نلخص ان التصنيف الالي يعتمد في عملية التصنيف على القيمة الضوئية للبكسل فقط كاساس للتصنيف.

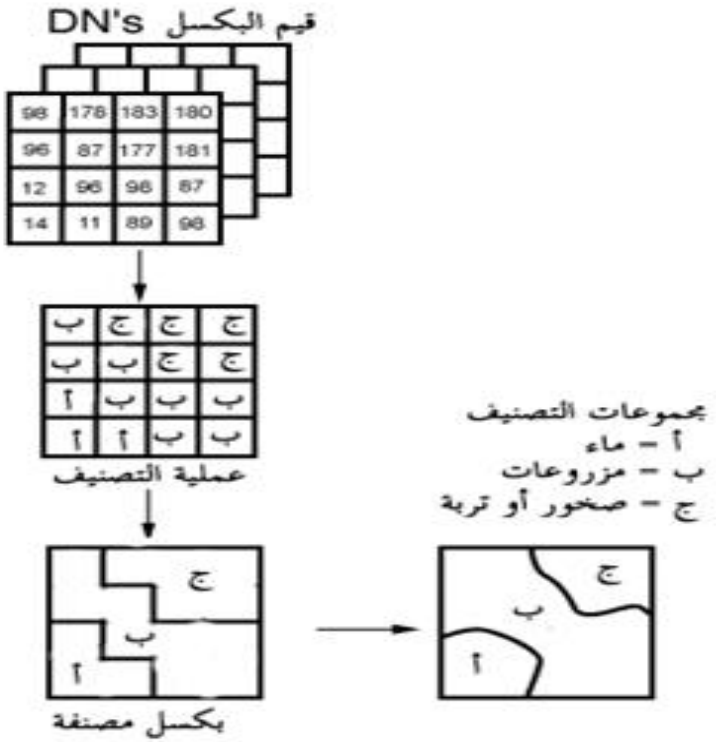
وتنقسم طرق التحليل الالي الى قسمين رئيسين:

١. التصنيف غير الموجة

٢. Unsupervised Classification

٣. التصنيف الموجه

٤. Supervised Classification



التصنيف غير الموجة Unsupervised Classification:

تصنف معطيات الصورة في المجموعات الطيفية وذلك بمقارنة معطيات الصورة المصنفة بمعطيات الصورة الاساسية. وهذه العملية تتضمن خوارزميات تفحص البكسل غير المعروف في الصورة وتجمعها في عدد من الاصناف اعتمادا على التجمعات الطبيعية في قيم الصورة. الاصناف الناجمة من هذا التصنيف الغير موجة هي اصناف طيفية وبما ان هذه الاصناف الطيفية وضعت على اساس التجمعات الطبيعية وحدها في قيم الصورة لذا لن نعرف هويتها وسيكون على المحلل لكي يحدد الاصناف مقارنة المعطيات المصنفة ببعض المعطيات المرجعية البسيطة كالصور او الخرائط ذات المقياس الكبير.

التصنيف الموجه : Supervised Classification

يقوم محلل المرئية بمراقبة عملية تصنيف البكسل وذلك بأن يحدد من خلال خوارزميات حاسوبية الاوصاف العددية للانماط المختلفة لغطاء الارض في الصورة. ومن اجل ذلك تستخدم مواقع عينات ممثلة لنمط معروف من غطاء الارض تسمى مناطق التدريب Training Areasوذلك لوضع تصنيف عددي يصنف الخصائص الطيفية لكل نمط من انماط المعلم المدروسة.ثم تجري المقارنة بين كل بكسل في مجموعة المعطيات عدديا وبين كل فئة في دليل التفسير. التصنيف المراقب يمر بثلاث مراحل رئيسة وهي:

١. مرحلة تحديد الفئات المتشابهه في النمط

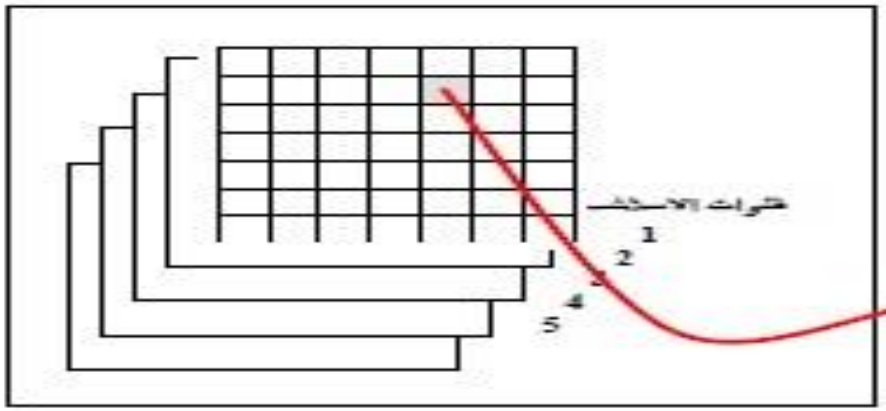
هذه العملية تتطلب تفاعلا كاملا بين المحلل والصورة كما انها تتطلب معطيات مرجعية او مساعدة ومعرفة جيدة بجغرافية المنطقة. ان طبيعة تحديد الفئات تحدد نجاح التصنيف فتحدد بالتالي قيمة المعلومات الناتجة عن عملية التصنيف بكاملها.

٢. مرحلة التصنيف :

تتم فيها مقارنة كل بكسل من الصورة المراد تصنيفها مع الفئات التي تنتمي اليها عدديا ثم تتم تسميتها باسم الفئة.

٣.مرحلة المخرجات:

يتم في هذه المرحلة استخراج منتج نهائي لعملية التصنيف وتتوقف عملية التصنيف على انتاج مخرجات نهائية تنقل المعلومة المفسرة الى المستفيد بشكل ملائم مثل جداول احصائية ، اشكال بيانية، خرائط.



الصورة الأصلية
متعدد قنوات الاستشعار

قيم البكسل
DN1
DN2
DN3
DN4
DN5

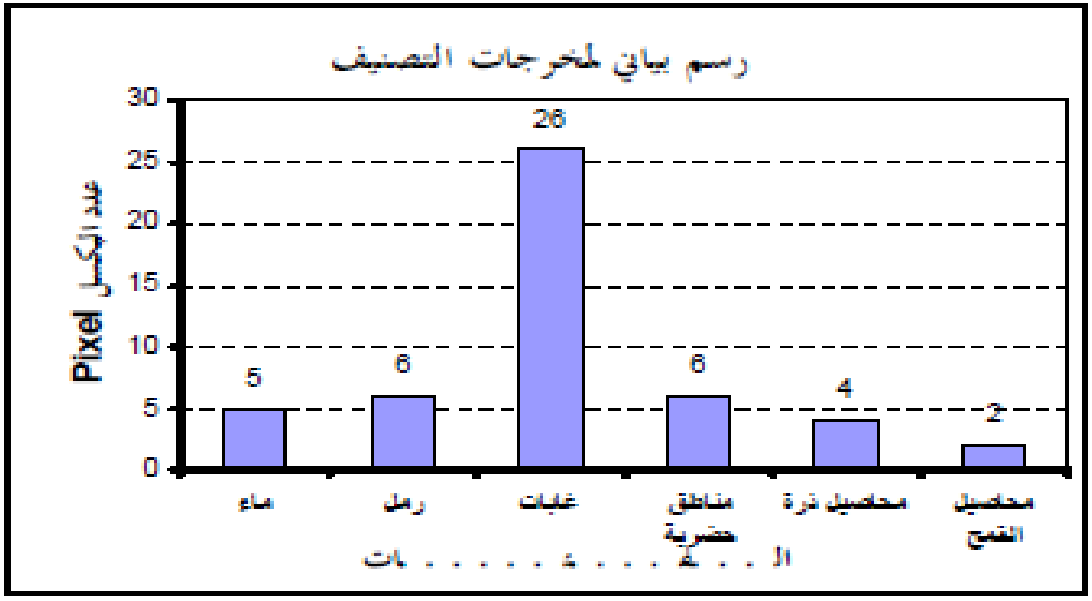
م = ماء
ر = رمل
غ = غابات
ح = مناطق حضرية
ذ = محاصيل ذرة
ق = محاصيل القمح

1) مرحلة التدريب
جمع المعطيات العددية من مناطق التدريب التي لها نفس النمط ووضعها في

2) مرحلة التصنيف
مقارنة كل بكسل مع مجموعات مناطق التدريب، ومن ثم تنسبها

3) مرحلة المخرجات النهائية
إنتاج مخرجات تصف نتائج التصنيف: خرائط خطية، رسومات بيانية، جداول،

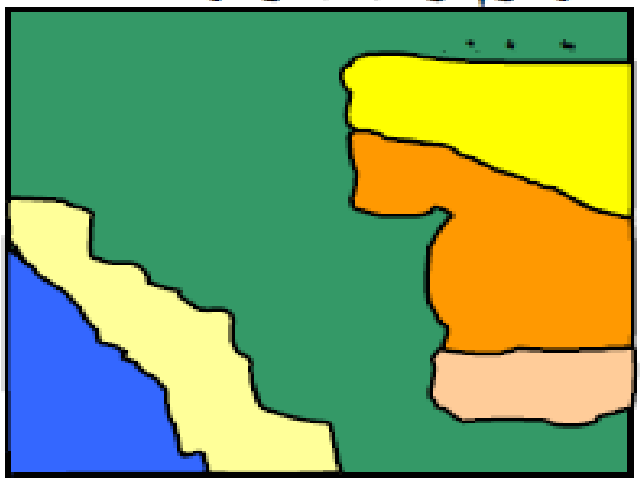
غ	غ	غ	غ	غ	غ	غ
غ	غ	غ	غ	ذ	ذ	ذ
غ	غ	غ	غ	ح	ح	ذ
ر	غ	غ	غ	غ	ح	ح
م	ر	ر	غ	غ	ح	ح
م	م	ر	غ	غ	ق	ق
م	م	ر	ر	غ	غ	غ



الجدول الإحصائي للتصنيف

الفئة	عدد	النسبة
ماء	5	10.20%
رمل	6	12.24%
غابات	26	53.06%
مناطق	6	12.24%
محاصيل	4	8.16%
محاصيل	2	4.08%
المجموع	49	100 %

رسوم توضيحية وخرائط



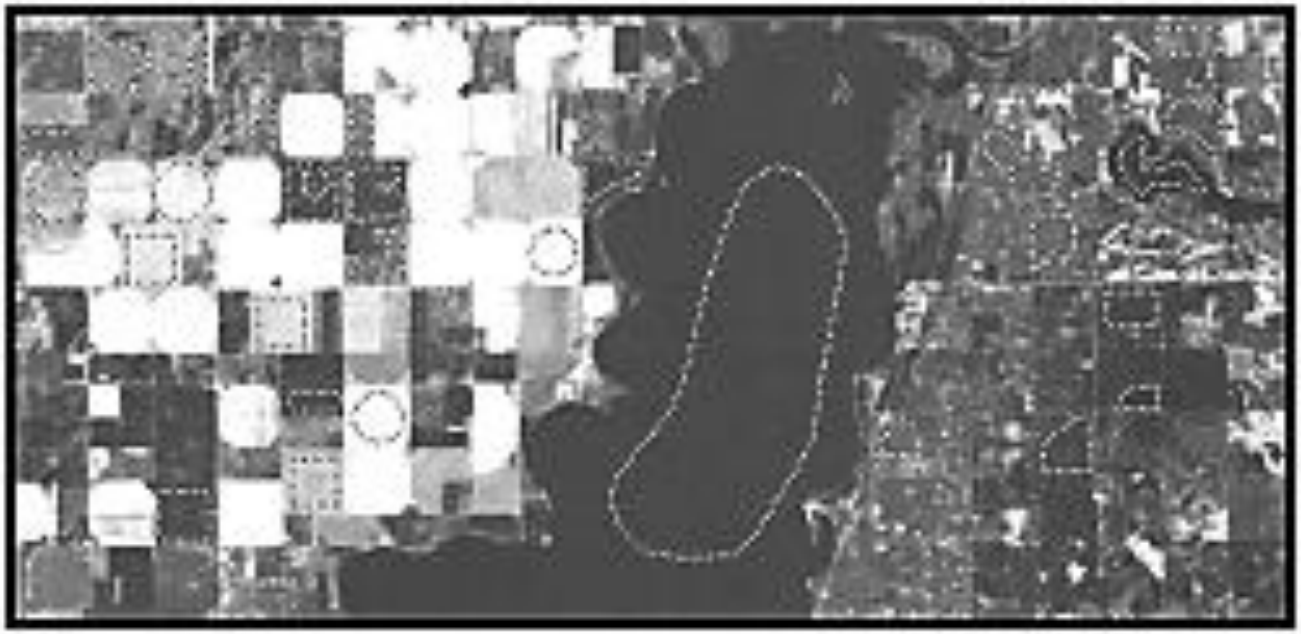
٢- ٢- ١ التصنيف المراقب (Supervised Classification):

يقوم محلل المرئية بمراقبة عملية تصنيف البكسل، وذلك بأن يحدد من خلال خوارزميات حاسوبية الأوصاف العددية للأنماط المختلفة لغطاء الأرض في الصورة. ومن أجل ذلك تستخدم مواقع عينات ممثلة لنمط معروف من غطاء الأراضي تسمى مناطق تدريب (Training Areas) وذلك لوضع دليل تصنيف عددي يصف الخصائص الطيفية لكل نمط من أنماط العالم المدروسة. ثم تجرى المقارنة بين كل بكسل في مجموعة المعطيات عدديا وبين كل فئة في دليل التفسير، ويطلق عليه اسم الفئة التي تشبهه أكثر ما يمكن.

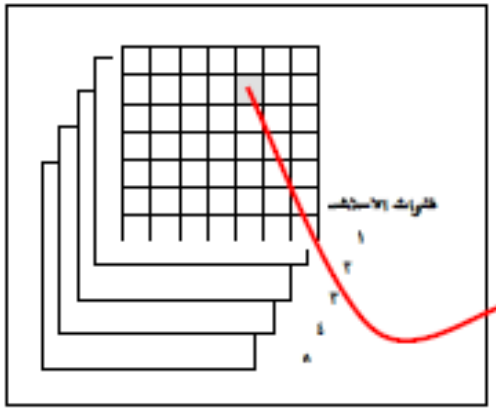
والتصنيف المراقب يمر بثلاث مراحل رئيسة (شكل ٢- ٢٠):

مرحلة التدريب: يتم تحديد مناطق التدريب أو عينات التدريب وتحديد الفئات المتشابهة أو المتقاربة في النمط، فتجميع معطيات التدريب اللازمة لتصنيف المراقب لا تتم بصورة آلية على الإطلاق. فعملية التدريب اللازمة للتصنيف المراقب هي علم وفن في آن واحد، وهي تتطلب تفاعلا كاملا بين المحلل والصورة، كما أنها تتطلب معطيات مرجعية أو مساعدة غزيرة ومعرفة جيدة بجغرافية المنطقة التي تنطبق عليها المعطيات. وأهم من ذلك أن طبيعة التدريب تحدد نجاح التصنيف، فتحدد بالتالي قيمة المعلومات الناتجة عن عملية التصنيف بكاملها.

والهدف الشامل للعملية هو تجميع مجموعة من الإحصائيات التي تصنف الاستجابة الطيفية لكل نمط من أنماط أغطية الأرض المطلوب تصنيفها في أي صورة (شكل ٢- ٢١) عمل دليل تصنيف.



شكل (٢- ٢١): مناطق تدريب مختارة في الصور لدراستها وتحديد خصائصها.



الصورة الأصلية

متعدد قنوات الاستشعار

قيم البكسل

DN1
DN2
DN3
DN4
DN5

١) مرحلة التدريب

جمع العطيات العددية من مناطق التدريب التي لها نفس النمط ورصدها في مجموعات.

م = ماء

ر = رمل

غ = غابات

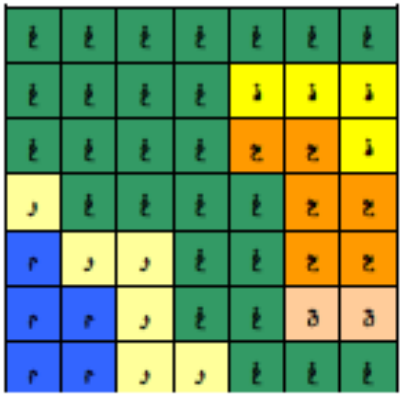
ح = مناطق حضرية

ذ = محاصيل ذرة

ق = محاصيل القمح

٢) مرحلة التصنيف

مقارنة كل بكسل مع مجموعات مناطق التدريب، ومن ثم تنسيبها إلى المجموعة نفسها.



٣) مرحلة المخرجات النهائية

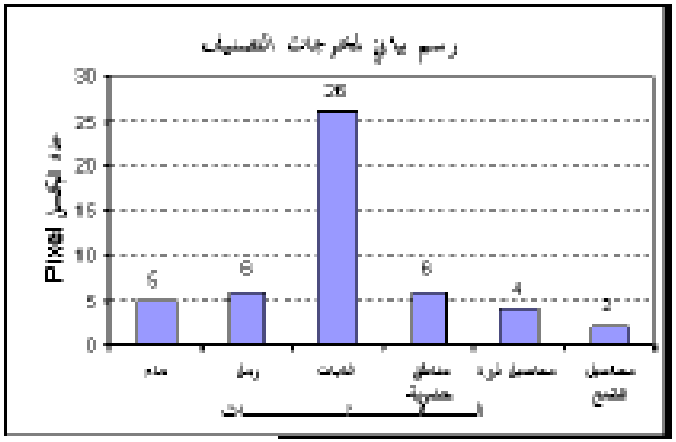
إنتاج مخرجات تصف نتائج التصنيف: خرائط خطية، رسومات بيانية، جداول، الخ.

شكل (٣- ٣٠): مراحل التصنيف المراقب.

مرحلة التصنيف: تتم فيها مقارنة كل بكسل من الصورة المراد تصنيفها مع الفئات أو المجموعات التي تنتمي إليها عدديا ثم تتم تسميتها باسم الفئة.

مرحلة المخرجات: يتم في هذه المرحلة استخراج منتج نهائي لعملية التصنيف، و تتوقف عملية التصنيف على إنتاج مخرجات نهائية تنقل المعلومة المفسرة إلى المستفيد بشكل ملائم. وهناك عدة مخرجات يمكن أن تنتج من عملية التصنيف حسب إمكانيات أجهزة الحاسب والبرامج المتوفرة. ومن الأمثلة الشائعة:

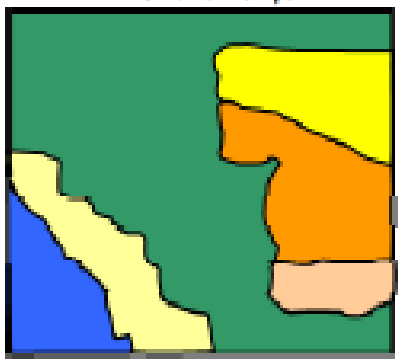
جداول إحصائية، ورسومات بيانية، وصور ملونة (شكل ٣- ٢٢).



الجدول الإحصائي للتصنيف

الفئة	عدد البكسل	النسبة
ماء	5	10.20%
رمل	6	12.24%
غابات	26	63.08%
مناطق	6	12.24%
محاصيل	4	8.16%
محاصيل	2	4.08%
المجموع	49	100 %

رسوم توضيحية وخرائط



شكل (٢- ٢٢): أمثلة على المخرجات النهائية للتصنيف.

٢- ٣- ٢ التصنيف غير المراقب (Unsupervised Classification):

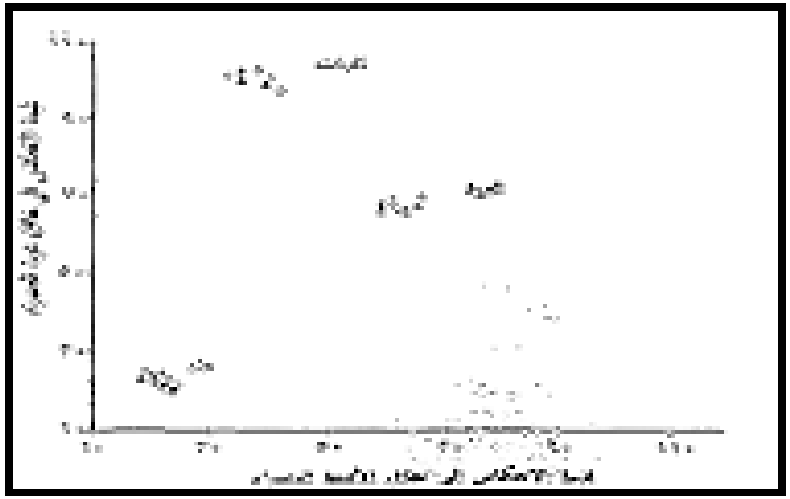
يطبق التصنيف غير المراقب مثل التصنيف المراقب على مرحلتين منفصلتين. والفرق بين قسمي التصنيف هو أن التصنيف المراقب يتضمن مرحلة تدريب تتبعها مرحلة تصنيف. أما في طريقة التصنيف غير المراقب فتصنف معطيات الصورة أولا وذلك بتجميعها في المجموعات الطيفية الطبيعية الموجودة في الصورة. ثم يحدد محلل الصور هوية غطاء الأرض لهذه المجموعات الطيفية وذلك بمقارنة معطيات الصورة المصنفة بمعطيات الصورة الأساسية.

وعملية التصنيف غير المراقب لا تستخدم معطيات تدريب أساسا للتصنيف، وإنما تتضمن خوارزميات تفحص بكفاءة غير معروفة في الصورة وتجمعها في عدد من الأصناف اعتمادا على التجمعات الطبيعية في قيم الصور.

والمبدأ الأساسي في عملية التصنيف غير المراقب هو أن القيم الموجودة في نمط غطاء معين (ماء، أعشاب، أورمل، ... الخ) يجب أن تكون متقاربة في فراغ القياس، على حين يجب أن تكون المعطيات في الأصناف المختلفة متباعدة نسبيا بعضها عن بعض (شكل ٢- ٢٢).

والأصناف الناجمة من التصنيف غير المراقب هي أصناف طيفية. وبما أن هذه الأصناف الطيفية قد وضعت على أساس التجمعات الطبيعية وحدها في قيم الصورة، فإن هويتها لن تعرف في البداية، وسيكون على المحلل، لكي يحدد هوية الأصناف الطيفية وقيمة معلوماتها، أن يقارن المعطيات المصنفة ببعض المعطيات المرجعية البسيطة (كالصور أو الخرائط ذات المقياس الأكبر).

وهكذا في عملية التصنيف المراقب نحدد فئات المعلومات المفيدة، وبعد ذلك نفحص قابلية تفريقها من الناحية الطيفية، أما طريقة التصنيف غير المراقب فإننا نحدد الأصناف التي يمكن التفريق بينها من الناحية الطيفية، وبعد ذلك نحدد فائدة معلوماتها.



شكل (٢- ٢٢): مبدأ التصنيف غير المراقب، تقارب في الفراغ وتباعد نسبي بين الفئات المختلفة.

التحليل والتفسير البصري ٢

*الوقت من اليوم السنة – الموضع- النسيج

*كيف تبدو بعض الظواهر على الصور

د. محمد المياحي

٦. الوقت من اليوم والسنة (Date-Day and Year):

يلعب الوقت من السنة أو اليوم أو حتى من النهار دوراً في القدرة على تحديد بعض الظاهرات، فعلى سبيل المثال يختلف الشكل الذي تظهر به المناطق الزراعية في بداية زراعتها عن فترة النمو والحصاد لذا تجب معرفة تاريخ الصورة ومرحلة الزراعة لكي تساعد مفسر الصور في تحديد المزروعات المحصودة والجديدة (شكل ٣- ٢٠)ومثال أخر ممكن التعرف على مساجد الجمعة عن المساجد الأخرى من خلال المواقف المكتظة بالسيارات في الصور المأخوذة يوم الجمعة.

شكل (٣- ٢٠): بمعرفة تاريخ التصوير يمكن تحديد نوع المزروعات المحصودة في الحقول.

٧. الموضع (Site):

ويقصد بالموضع هنا موضع ظاهرة معينة في الصور بالنسبة إلى ظواهر أخرى ذات أهمية معروفة وخصائص متميزة بناء على موضعها. ويفيد مفهوم الموضع للصور في القيام بعملية تجميع أفراد الظواهر التي تم التعرف إليها، فإذا تم تمييز أشجار المانجروف في الصور فإن هذا مؤشر على أن المنطقة التي يوجد فيها شجر المانجروف منطقة ساحلية تغطيها الفيضانات الموسمية من مياه البحر.

٨. النسيج (Texture):

يقصد بالنسيج درجة خشونة أو نعومة اللون في الصور، وتكرار تغير درجة اللون عندما تصور عدة ظواهر معا في صورة واحدة، مثل أوراق الشجر. حيث يظهر السطح الأملس أو الناعم بلون فاتح لأن قدرة هذا النوع من الأسطح على عكس الأشعة كبيرة، أما السطح الخشن فيظهر بلون داكن لأنه يبعثر الأشعة مما يقلل من كمية الأشعة الواصلة إلى جهاز الاستشعار. وعموما يمكن تمييز أصناف رئيسة ثلاثة من النسيج هي: الناعم Smooth، المتوسط النعومة (أو المبرغل Mat)، والخشن Rough. فالسطحات المائية الهادئة تظهر بنسيج ناعم، بينما تظهر الأراضي المحروثة بنسيج مبرغل، وتظهر الغابات في الصور بنسيج خشن (شكل ٢- ٢١).

شكل (٢- ٢١): تظهر النباتات المصوصة بنسيج أنعم من النباتات غير المصوصة.

٣- ٢- ١- ١ كيف تبدو بعض الظواهر على الصور:

من المعروف أن لكل ظاهرة أرضية ، سواء كانت ظاهرة طبيعية أو بشرية ، شكلاً خاصاً أو صفة خاصة تميزها عن باقي الظاهرات، وهذه الصفة تسمى التوقيع Signature، لذا سنذكر بإيجاز أهم الصفات الخاصة لبعض الظواهر الطبيعية والبشرية المشهورة والمتكررة في أغلب الصور:

١. التضاريس:

تعتبر التضاريس من الظواهر سهلة التمييز على الصور، ويمكن رؤيتها في الصور بسهولة نسبية بعد قليل من التدريب (شكل ٣ - ٢٢). و إذا أردنا الحصول على معلومات تفصيلية عن الظواهر والارتفاعات فيفضل استخدام مناظر مجسمة (عن طريق صور ستيوت مثلا مختلفة زاوية التصوير).

شكل (٣- ٢٢): الهيئة التي تبدو بها التضاريس على الصور (جبال طويق).

٢. الصخور والتربة:

يهتم علم الجيولوجيا التصويرية بدراسة صور الصخور العادية أو ذات الغطاء النباتي الخفيف، لتحديد أنواع الصخور و وجود الالتواءات والفواصل والمعادن، وأنماط التصريف المائي وغيرها من الظاهرات الجيولوجية.

وفي التكوينات العادية أو شبه العادية يمكن ملاحظة أنماط التربة الناتجة عن الاختلافات في التكوين ودرجة اللون والرطوبة التي تحتويها بسهولة. والصخور بصورة عامة والتربة العادية، تظهر

٩٠

بلون أفتح مما نتوقعه من مظهرها الطبيعي، إلا أن التربة الرطبة تظهر بلون رمادي إلى رمادي داكن بينما تظهر بلون فاتح قرب جفافها. وتظهر الأرض المحروثة بلون فاتح، وهي تشمل التربة المحروثة للزراعة، أو التربة الموضوعة حول قناة محفورة حديثاً، أو التربة المأخوذة بعد حفر موقع بناء جديد، والشواطئ والرمال.

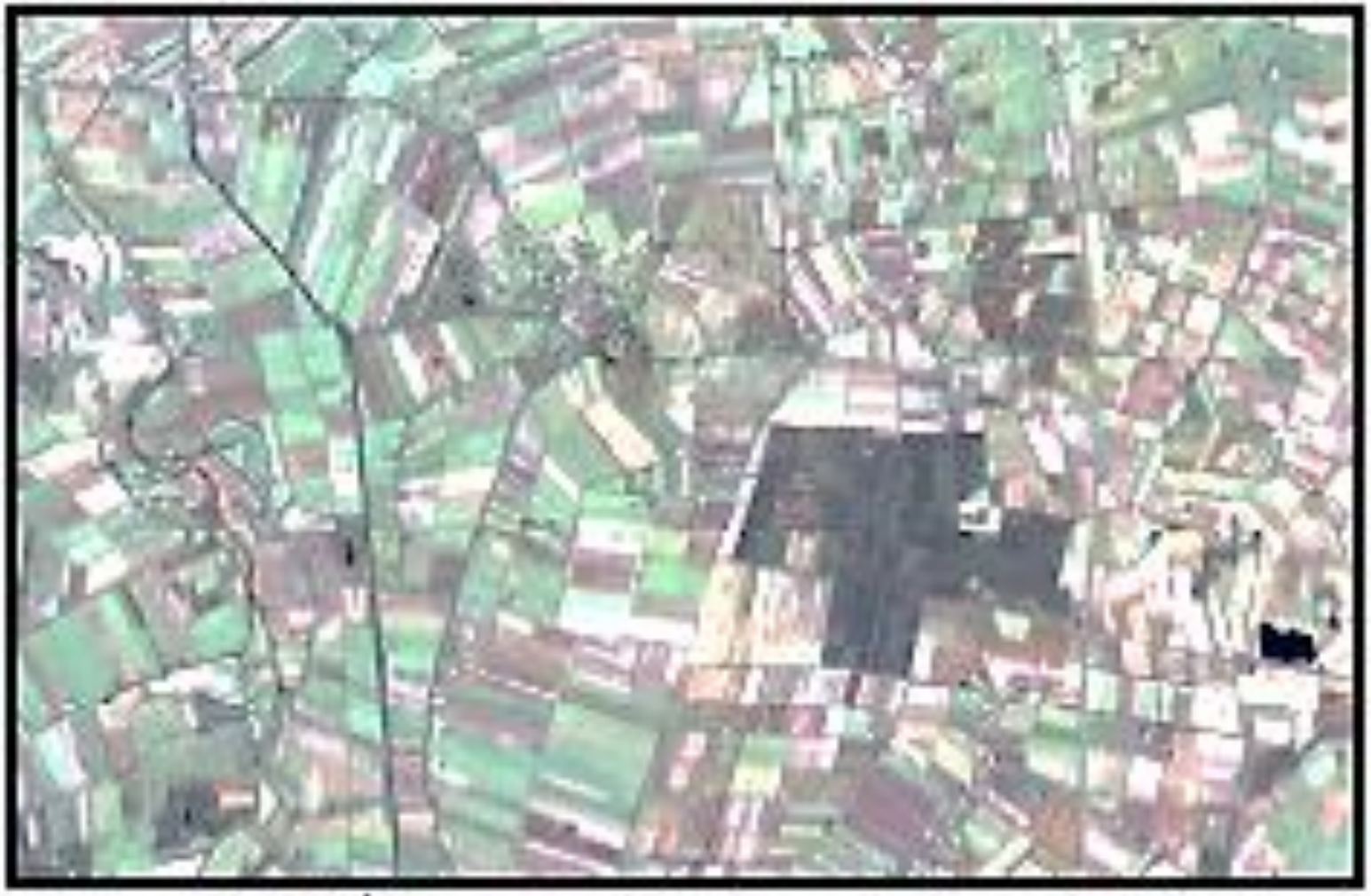
٣. النباتات الطبيعية:

تظهر الغابات في الصور بلون داكن وتكون الاختلافات في درجة اللون نتيجة للاختلاف في عمر الأشجار وأنواعها، أما الحشائش فإن القاعدة العامة هي أنه كلما تحسنت نوعية الحشائش فإنها تظهر بألوان داكنة وثابتة، وتظهر الحدائق المزروعة بالحشائش بشكل منتظم وجيد في الصور بلون رمادي متوسط اللون، بينما الحشائش المزروعة بشكل سيئ تظهر بلون أفتح وعلى هيئة قطع متباينة الألوان نظراً لاختلاف أنواع الحشائش.

٤. المحاصيل الزراعية:

من أصعب المشكلات التي تواجه مفسر الصور مشكلة تحديد نوعية المحاصيل المزروعة. ومن أهم الطرق المساعدة التي تستخدم للتعرف على المحاصيل الزراعية الإلمام الجيد بطرق زراعتها ومعرفة المعدات والأدوات الرئيسة المستخدمة في كل زراعة، بالإضافة إلى معرفة مواعيد العمليات المختلفة في زراعة المحصول (حرث، بذر، نمو وحصاد)، وبصورة عامة تعطي الصور المأخوذة في وقت الحصاد أفضل النتائج من حيث إمكانية التنبؤ بنوعية المحاصيل الزراعية انظر (شكل ٣- ٢٢).

ورغم صعوبة التفريق بين بعض أنواع المحاصيل في بعض الحقول مثل حقل يزرع قمحاً وآخر يزرع شعيراً، إلا أن بالإمكان التفريق بين بعض أنواع المجموعات الزراعية مثل زراعة الحبوب وزراعة البساتين، والدواجن والماشية.



شكل (٢- ٢٣) صورة لحقول محصودة وأخرى لم تحصد.

٥. المواصلات:

تظهر الطرق غالباً بلون فاتح إذا كانت غير مرصوفة أو ذات سطح خشن، وتظهر بلون داكن إذا كانت مرصوفة وملساء (شكل ٣- ٢٤). أما السكك الحديدية فمع أنها أسهل من حيث تحديدها على الصور من طرق السيارات نتيجة لانتظامها ، إلا أنه يصعب تحديد عدد الخطوط. وعادة تعرف السكك الحديدية بوجود جسور خاصة أو أنفاق أو محطات للقطارات أو المنحنيات الخفيفة التي تتخذها قضبان السكك الحديدية.

شكل (٣- ٢٤): الطرق والشوارع سهلة التمييز على الصور.

٦. المدن والمناطق الحضرية:

يصعب في بعض الحالات تحديد نوع استخدام بعض المباني، خصوصاً المباني أو المجمعات الصناعية التي يمكن التعرف على استخدامها العام ولا يمكن تحديد أنواع العمليات داخل هذه المباني، ويحتاج التعرف عليها إلى خبرة كبيرة نوعاً ما.

فعلى سبيل المثال يمكن أن نعرف أن الصناعة في الشكل (٢- ٢٥) هي صناعة تحويلية ولكن يصعب تحديد أي أنواع الصناعات التحويلية هي. والشخص الذي لديه خبرة في أنواع الصناعات المختلفة واحتياجاتها من حيث المباني والأفران وطريقة توزيع المباني في موقع المصنع، لن يجد صعوبة في تحديد نوع الصناعة (شكل ٢- ٢٦).

شكل (٢- ٢٥): المجمعات الصناعية على الصور.

شكل (٣- ٢٦): مفاعل بوشهر النووي – إيران.

وفي المدن مناطق معينة يمكن تحديدها بسهولة، مثل المنطقة القديمة، والمناطق التجارية، والمساجد، والمدارس، والمناطق الصناعية والورش، والإدارات الحكومية، والحدائق العامة والأماكن الترفيهية والمنتجعات (شكل ٣- ٢٧).

شكل (٣- ٢٧): سهولة تحديد المنتجعات السياحية على الصور الفضائية (دبي).

٧. المواقع الأثرية:

تعتبر النتائج التي قدمتها الصور في حقل الآثار مدهشة وذات أهمية كبيرة، فمن السهل تمييز المباني والبقايا الأثرية البارزة على سطح الأراضي في الصور، وذلك لظهورها بأشكال مميزة وغريبة عما يحيط بها (شكل ٢- ٢٨).

شكل (٢- ٢٨): المواقع الأثرية على الصور (الأهرامات – مصر).