جامعة الأنبار

كلية التربية للعلوم الإنسانية

قسم الجغرافية

مقدمة في الإستشعار عن بعد

المرحلة الأولى

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص المساحة

الاستشعار عن بعد

٢٥٤ مسح

طبعة ١٤٢٩ هـ

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الاستشعار عن بعد

مقدمة في الاستشعار عن بعد

مقدمة في الاستشعار عن بعد

١

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مقدمة في الاستشعار عن بعد

١- ١ المقدمة:

من المعروف لدينا أن تطور أي بلد يعتمد على جمع و حصر المعلومات الخاصة بالموارد الطبيعية والصناعية والاقتصادية وغيرها، وذلك لاستخدامها في التخطيط المستقبلي أو لإيجاد الحلول للمشكلات المرتبطة بهذا البلد. وقد تعددت طرق و مصادر جمع المعلومات، ومن هذه الطرق: الطرق التقليدية، مثل الأعمال الميدانية والإحصاءات وغيرها. إلا أن التوسع في الحاجة إلى البيانات المكانية، سواء من حيث الحجم المساحي أو دقة التفاصيل، جعلت المصادر التقليدية غير كافية أو غير عملية من ناحية سرعة الحصول على المعلومة أو دقتها.

فدعت الحاجة لابتكار طرق جديدة لجمع المعلومات، ومن هذه الطرق جمع المعلومات أو البيانات عن هدف دون الوصول إليه أو ملامسته وذلك ما يعرف اليوم بعلم الاستشعار عن بعد(Remote Sensing). الذي كان يعرف سابقا بمصطلح تحليل ودراسة الصور الجوية (Aerial Photo Interpretation) وكان يقصد بذلك الصور الفوتوغرافية التي تؤخذ بواسطة الطائرات أو المناطيد أو غيرها باستخدام الأفلام التقليدية. وفي عام ١٩٦٠م ظهر لفظ الاستشعار عن بعد لأول مرة، فقد أصبحت هناك مناظر أو مرئيات (Images) تؤخذ من بعد ولكنها تختلف في طريقة تشكيلها واستخراجها عن الصور الفوتوغرافية، وإن كانت لا تختلف عنها من حيث المظهر، وأصبح لفظ الصور الجوية يعني الصور المأخوذة بواسطة الطائرات أو المناطيد، التي تستخدم طرق التصوير التقليدية في النطاق المرئي من الأشعة الكهرومغناطيسية.

أما الاستشعار عن بعد فهو أعم وأشمل حيث يقصد به كل طرق الاستشعار عن بعد بما في ذلك الصور الجوية، والمناظر الفضائية.

١- ٢ نبذة تاريخية عن علم الاستشعار عن بعد:

علم الاستشعار عن بعد مثل العلوم الأخرى مرَّ بمراحل تطور إلى يومنا هذا، ومازال يتطور وتزداد أهميته مع زيادة إمكانياته وسهولة الحصول على المعلومات من مخرجاته.

حيث انطلق علم الاستشعار عن بعد من اختراع آلة التصوير عام ١٨٣٩م، ولكن أخذت أول صورة من الجو عام ١٨٥٨م على ارتفاع ٨٠ متر لقرية فرنسية. ثم أخذت صورة لمدينة بوسطن عام ١٨٦٠م من منطاد على ارتفاع ٣٦٠متر. وبعدها أخذت صورة لأغراض الأحوال الجوية من طائرة ورقية عام ١٨٨٢م. ثم جاء اختراع الأخوين (رايت) الطائرة عام ١٩٠٣م الذي ساهم بدوره في تطور طرق التصوير، ثم أخذت صورة عام ١٩٠٩م لمدينة إيطالية. وفي عام ١٩١٥م تم تصنيع جهاز تصوير خاص بالطائرات قام بتصميمه

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ضابط في سلاح الجو البريطاني. ولكن تفسير الصور الجوية بدأ بمعناه الحقيقي خلال الحرب العالمية الأولى، وقد ساعد ذلك على ظهور أجهزة الرؤية المجسمة عام ١٩١٥م. واستخدمت الصور الجوية عام ١٩٢٠م في عمليات التنقيب عن النفط. ثم ساعد تطور علم العدسات عام ١٩٣٤م على الحصول على صور جوية بمقاييس صغيرة. واستمر استخدام الصور الجوية في عمليات الحصر وإنتاج الخرائط الشاملة وخرائط المناطق. إلى أن استخدمت الصور الجوية في عمليات التجسس في الحرب العالمية الثانية، وذلك لتحديد الأهداف العسكرية وتقدير الخسائر وحصرها.

وعندما دخلت الولايات المتحدة الأمريكية الحرب العالمية الثانية لم تكن لديها أي خبرة في تفسير الصور الجوية، فتم إنشاء مدرسة تحليل الصور الجوية التابعة لسلاح البحرية الأمريكية عام ١٩٤٢م، التي خرجت الآلاف من المحللين والمتخصصين في هذا المجال بعد نهاية الحرب. ثم توالت المعاهد والانتشار الأكاديمي حتى بلغ عدد المعاهد والجامعات التي تدرس موضوع التصوير الجوي عام ١٩٤٦م حوالي ١٣ مركزاً أكاديميا في الولايات المتحدة الأمريكية.

أما استخدام الصور الجوية في المناطق العربية فكان من خلال الحرب العالمية الأولى بواسطة الغرب وذلك بتصوير مناطق السويس وبعض مناطق مصر، و بعد الاحتلال الإسرائيلي في المنطقة واكتشاف النفط ظهر التصوير الجوى في المنطقة مرة أخرى، ولكن كان معظمها مقتصراً على الأغراض العسكرية والعمليات الاقتصادية.

ومع بداية عصر الفضاء والاتصالات بالأقمار الصناعية حيث أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية صاروخاً عام ١٩٤٦م لغرض الاستكشاف الفضائي على ارتفاع ١٢٠كيلومتر، وفي عام ١٩٥٧م أطلق الاتحاد السوفيتي القمر الصناعي الأول. وبعدها أطلقت أمريكا أول أقمارها الصناعية في عام ١٩٥٨م. وتوالت الإنجازات حتى تم في عام ١٩٦٥م إطلاق المركبة المأهولة (جيمني ٣)، ثم استمر التصوير الفضائي في سلسلة رحلات (أبولو) التي بدأت عام ١٩٦٨م وانتهت عام ١٩٧٢م، و في منتصف عام ١٩٧٢م وضع القمر الصناعي الأمريكي(ERTS-1 الذي يعرف الآن باسم لاندسات Landsat-1)في مداره حول الأرض، وتبع برنامجي (أبولو وجيمني) برنامج المعمل الفضائي الذي استمر ثمانية أشهر ما بين ١٩٧٣م و ١٩٧٤م تم من خلالها إرسال ثلاث رحلات مأهولة، ومن أهم المجالات التي استفادت من تجارب المعمل الفضائي: الزراعة،والغابات،والجغرافيا،ودراسة البحار والمحيطات،والتلوث،واستخدام الأراضي، والطقس والمناخ.

ثم بدأ سباق إطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء وسعت كل دولة إلى امتلاك سلسلة من الأقمار لتكون هي المسيطرة على هذه التقنية، وجدول(١- ١) يلخص أهم الأقمار وتاريخ إطلاقها، وسوف نتحدث بشيء من التفاصيل بمشيئة الله في الوحدة الثانية عن الأقمار المستخدمة حاليا.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

م	مالك القمر	اسم القمر	تاريخ الإطلاق	ملحوظات
١	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-1	١٩٧٢م	انتهى العمل به في ١٩٧٨م
٢	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-2	١٩٧٥م	انتهى العمل به في ١٩٨٣م
٣	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-6	١٩٧٩م	
٤	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-3	١٩٧٨م	انتهى العمل به في ١٩٨٣
٥	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-7	١٩٨١م	
٦	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-4	١٩٨٢م	
٧	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-8	١٩٨٣م	
٨	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-5	١٩٨٤م	
٩	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-9	١٩٨٤م	
١٠	الاتحاد السوفييتي	RESURS-O1-1	١٩٨٥م	
١١	فرنسا	SPOT-1	١٩٨٦م	
١٢	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-10	١٩٨٦م	
١٣	الاتحاد السوفييتي	RESURS-O1-2	١٩٨٨م	
١٤	الهند	IRS-1A	١٩٨٨م	
١٥	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-11	١٩٨٨م	
١٦	فرنسا	SPOT-2	١٩٩٠م	
١٧	الهند	IRS-1B	١٩٩١م	
١٨	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-12	١٩٩١م	
١٩	فرنسا	SPOT-3	١٩٩٣م	
٢٠	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-6	١٩٩٣م	حدث فشل في إطلاق هذا القمر
٢١	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-14	١٩٩٤م	NOAA-13حدث فشل في الإطلاق
٢٢	روسيا	RESURS-O1-3	١٩٩٤م	
٢٣	الهند	IRS-1C	١٩٩٥م	
٢٤	كندا	RADARSAT	١٩٩٥م	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢٥	الهند	IRS-1D	١٩٩٧م	
٢٦	روسيا	RESURS-O1-4	١٩٩٨م	
٢٧	فرنسا	SPOT-4	١٩٩٨م	
٢٨	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-15	١٩٩٨م	
٢٩	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-7	١٩٩٩م	
٣٠	الولايات المتحدة الأمريكية	IKONOS	١٩٩٩م	
٣١	الولايات المتحدة الأمريكية	EROS-A	٢٠٠٠م	
٣٢	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-16	٢٠٠٠م	
٣٣	الولايات المتحدة الأمريكية	QuickBird	٢٠٠١م	
٣٤	فرنسا	SPOT-5	٢٠٠٢م	
٣٥	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-17	٢٠٠٢م	

جدول (١- ١) أهم الأقمار الصناعية وتاريخ إطلاقها.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- ٣ تعريف الاستشعار عن بعد:

الاستشعار عن بعد هو علم وفن، يهدف إلى الحصول على معلومات عن جسم أو منطقة أو ظاهرة من خلال تحليل معطيات يتم اكتسابها بجهاز استشعار لا يلمس ذلك الجسم أو الظاهرة المدروسة. فقراءتك لهذه الكلمات هي في الواقع استشعار عن بعد، إذ إن عيونك تقوم بدور مستشعرات تتحسس بالضوء المنعكس من هذه الصفحة، والمعطيات التي تحصل عليها إنما هي نبضات تناسب كمية الضوء المنعكس من الصفحة، ويقوم حاسوبك العقلي بتحليل هذه المعطيات وتفسيرها لتعرف أنها مجموعة حروف وكلمات، وبعد ذلك تستطيع التعرف على الجمل و من ثم المعلومات التي تتضمنها الجمل.

والاستشعار عن بعد يشبه عملية القراءة، ففي عملية القراءة العين البشرية تتحسس الضوء المرئي المنعكس من الأجسام، أما في عملية الاستشعار فهناك أجهزة تستشعر الطاقة المنعكسة من الأجسام، ولكن ليست هذه الطاقة فقط في المجال المرئي فهناك مستشعرات مختلفة تتحسس أنواعاً كثيرة من هذه الأشعة المنعكسة من الأجسام، فالضوء المنعكس من الأجسام هو عبارة عن طاقة كهرومغناطيسية.

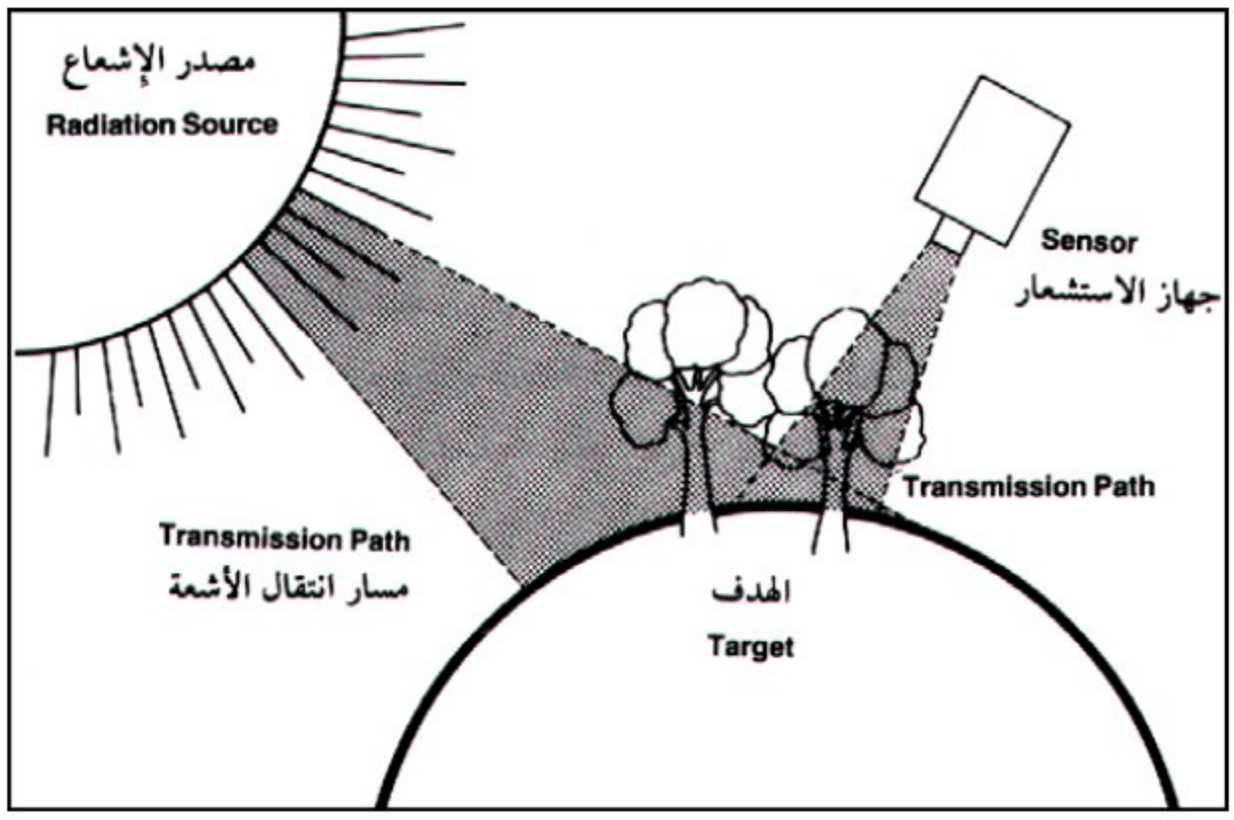
وبذلك يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بأنه مصطلح يصف تقنية ومراقبة ودراسة والتعرف على الأشياء من بعد، باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية، ويتم بهذه التقنية اقتناء المعلومات من خلال جهاز ليس في احتكاك مباشر مع الأجسام المدروسة، بواسطة تسجيل الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة من هذه الأجسام.

١- ٤ العناصر الأساسية لنظام الاستشعار عن بعد:

ومن تعريف الاستشعار عن بعد السابق يتضح أن هناك أربعة عناصر أساسية يقوم عليها مبدأ نظام الاستشعار عن بعد(شكل١- ١) وهي:

١. مصدر الإشعاع.
٢. مسار انتقال الأشعة.
٣. الهدف.
٤. جهاز الاستشعار.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل(١- ١): مكونات نظام الاستشعار عن بعد

١- ٤- ١مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي:

كما ذكرنا في تعريف الاستشعار عن بعد بأنه دراسة الأشعة أو الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام، فلابد أن يكون هناك مصدر أساسي لهذه الطاقة. وفي الحقيقة فإن هناك مصدرين الأول طبيعي وهو الشمس والآخر صناعي، وعلى ذلك هناك نوعان من الاستشعار عن بعد هما:

أ. **نظام الاستشعار عن بعد السلبي(Passive)**: وهو النظام الذي يعتمد على المصدر الطبيعي طاقة الكهرومغناطيسية وهو الشمس، ثم التصوير المرئي والحراري، بحيث تنطلق الأشعة الكهرومغناطيسية من الشمس فتنعكس من الأجسام فيستقبلها جهاز الاستشعار.

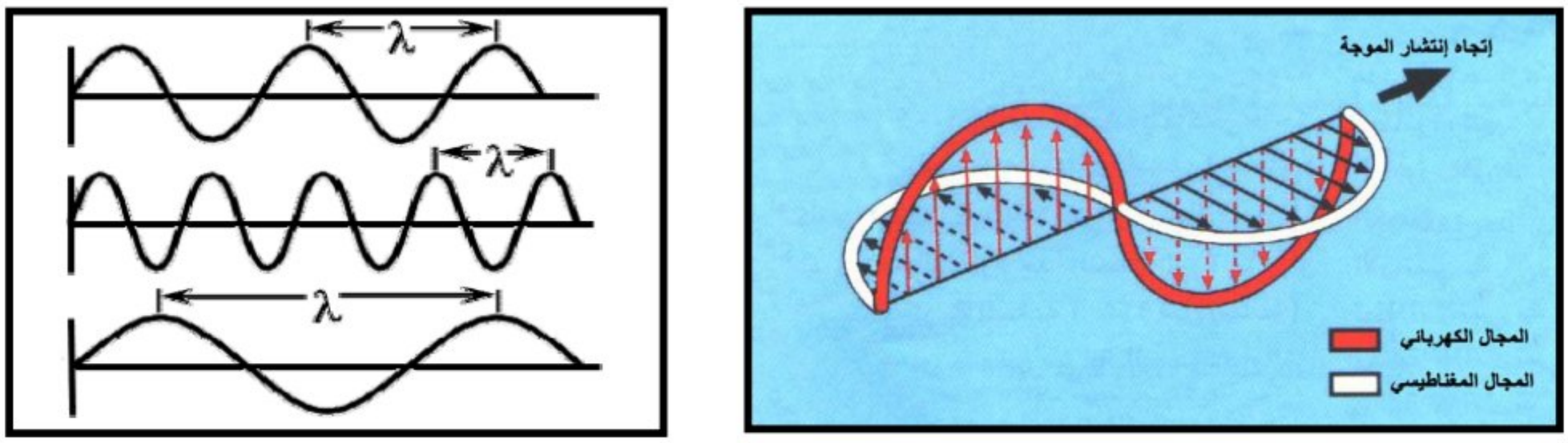
ب. **نظام الاستشعار عن بعد الفاعل (Active)**: وهو النظام الذي يعتمد على المصدر الصناعي للطاقة الكهرومغناطيسية، بحيث يكون جهاز الاستشعار يصدر أشعة كهرومغناطيسية فتنعكس من الأجسام ويستقبلها جهاز الاستشعار مرة أخرى، و هو ما يعرف بالرادار.

وعلى ذلك فإن الطاقة الكهرومغناطيسية هي أساس هذا العلم، وحجر الزاوية فيه. بحيث تعتمد تقنية الاستشعار عن بعد على الطاقة المنعكسة من الأجسام، وهذه الطاقة ممكن أن تكون طاقة الضوء المرئي (اللون الأحمر،والأخضر والأزرق) أو طاقة حرارية أو أي نوع من الطاقة الكهرومغناطيسية. إذا ما هي الطاقة الكهرومغناطيسية؟.

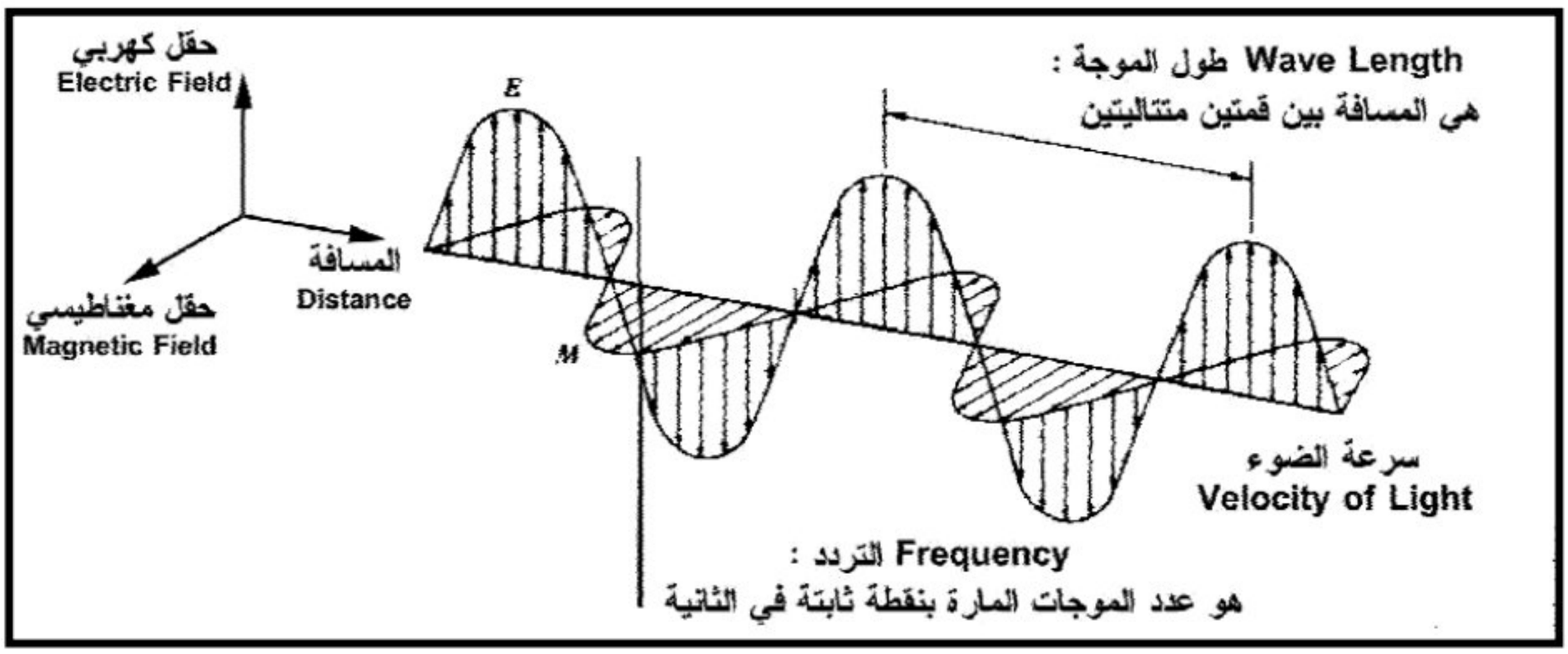
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- ٤ - ١- ١ الطاقة الكهرومغناطيسية:

الأشعة الكهرومغناطيسية أو الطاقة الكهرومغناطيسية هي عبارة عن إشعاع يتألف من حركتين اهتزازيتين متوافقتين تتحركان في مستويين متعامدين مصدر الحركة الأولى حقل كهربائي والأخرى مغناطيسي تشكلان معا حقلا كهرومغناطيسيا (اختصار و دمج لكلمتي كهربائي و مغناطيسي)، وتتحرك الطاقة الكهرومغناطيسية بشكل جيبي (شكل ١- ٢) وتسير بسرعة الضوء (سرعة الضوء=٣٠٠مليون متر في الثانية، أي ٣×١٠^{٨} متر في الثانية). ومن خواص هذه الموجات، أنها تنتقل في خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس الواحد، وكلما قطعت الموجة الكهرومغناطيسية مسافة أطول كلما ضعفت قوتها. والمسافة بين قمتين في الموجة الكهرومغناطيسية متتاليتين تسمى بطول الموجة (λ Wave Length) و عدد القمم المارة في نقطة ثابتة في الفضاء في وحدة الزمن (ثانية) بالتردد (F Frequency)، (شكل ١- ٣).



شكل (١- ٢): مكونات الموجة الكهرومغناطيسية.



شكل (١- ٣): الموجة الكهرومغناطيسية

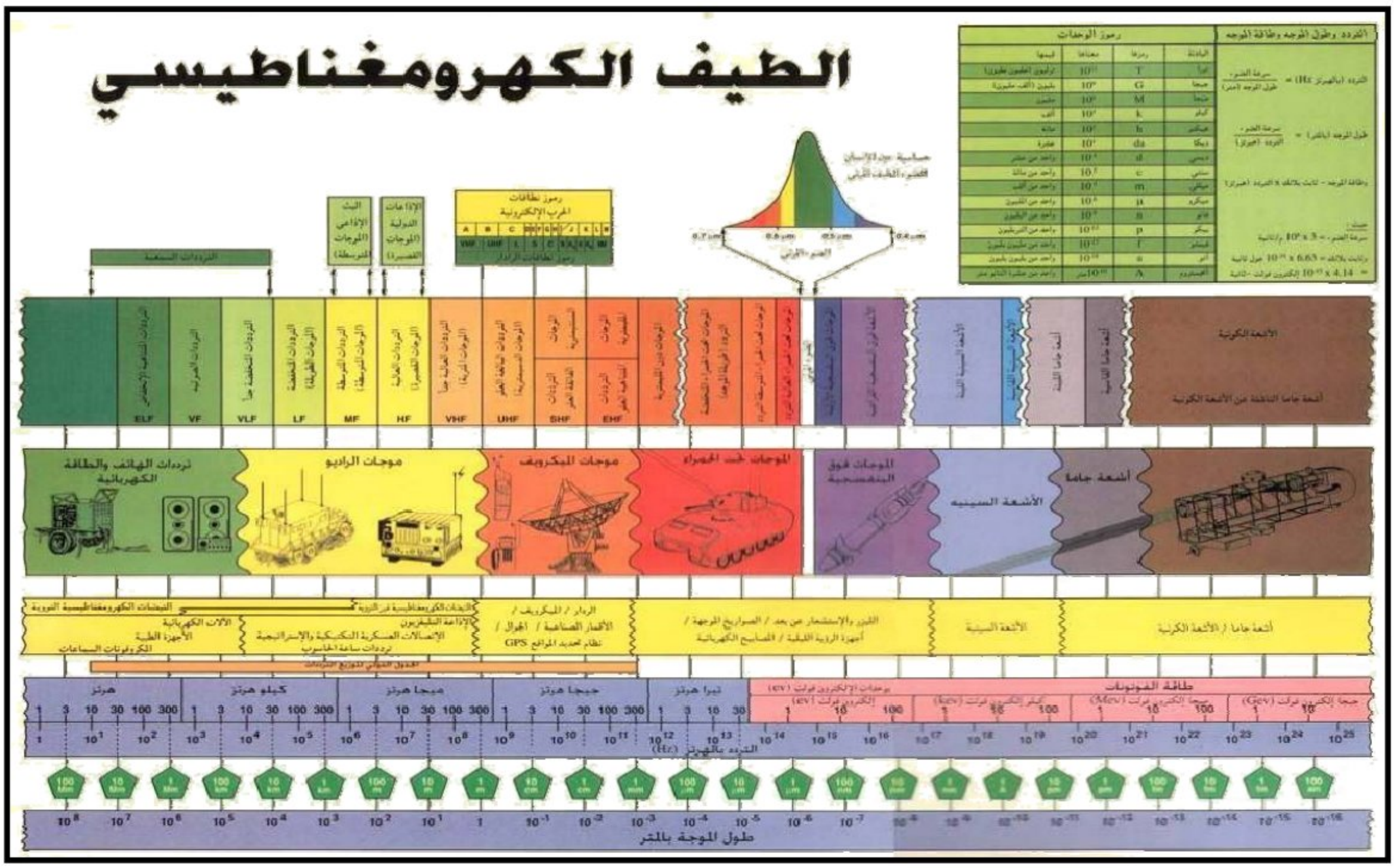
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- ٤- ١- ٢ الطيف الكهرومغناطيسي:

يستعمل اصطلاح الطيف الكهرومغناطيسي لوصف مجالات الأشعة القصيرة والمتوسطة والطويلة، وقد قسم إلى مجالات طيفية(أو ما يعرف بالنطاقات Bands) متصلة (شكل ١- ٤) ومن أهمها:

- الأشعة الكونية.
- أشعة إكس.
- الأشعة المرئية.
- الأشعة تحت الحمراء الحرارية.
- موجات الراديو والتلفزيون.
- أشعة جاما.
- الأشعة فوق البنفسجية.
- الأشعة تحت الحمراء.
- الموجات القصيرة (الميكروويف).

أما ما يستعمل في الاستشعار عن بعد من هذه المجالات الطيفية فهو الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء و الأشعة تحت الحمراء الحرارية والأمواج القصيرة.



شكل (١- ٤): نطاقات الموجات الكهرومغناطيسية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

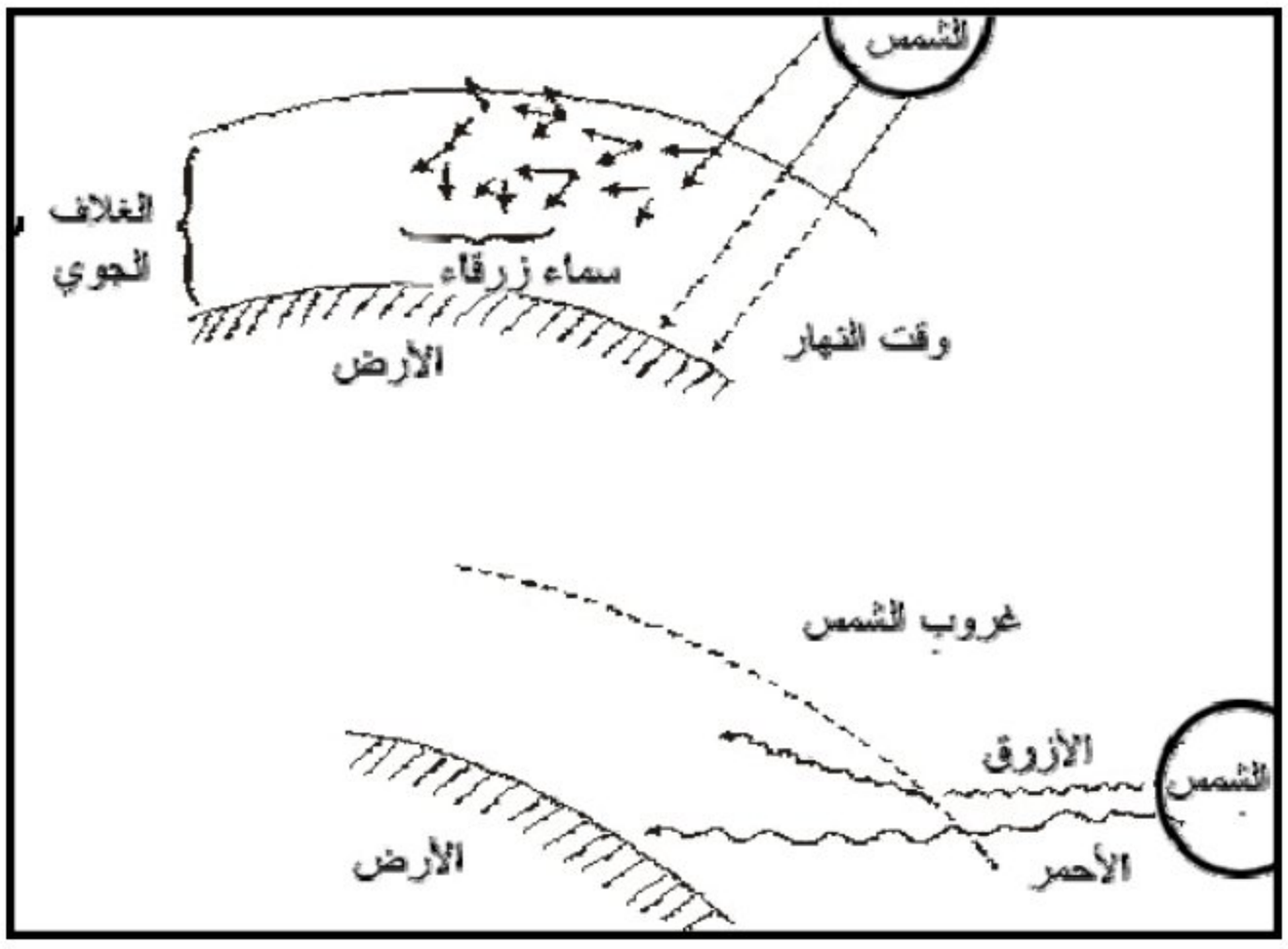
١- ٤- ٢ مسار انتقال الأشعة :

في نظام الاستشعار عن بعد تمر الأشعة الكهرومغناطيسية من المصدر إلى الهدف ومنه إلى جهاز الاستشعار، ويؤثر الغلاف الجوي في انتشار الطاقة بين مصدر هذه الطاقة وبين الهدف وجهاز الاستشعار المحمول على متن الأقمار الصناعية وبالتالي يؤثر في التحليل الطيفي للصور الفضائية، وهناك ثلاث حالات للطاقة عند انتقالها خلال غازات الغلاف الجوي وهي: التشتيت، الامتصاص والنفاذ.

١- ٤- ٢- ١التشتيت:

وهو تناثر للإشعاعات لا يمكن توقعه، يحدث بفعل الجزيئات الموجودة في الجو، وذلك عندما تصطدم الإشعاعات مع جزيئات الجو والجزيئات الصغيرة الأخرى ذات الأقطار الأصغر من أطوال موجات الأشعة المتداخلة، أوضح دليل على ذلك لون السماء الأزرق الناتج من تداخل أشعة الشمس مع جزيئات الجو وتشتت الأشعة الزرقاء الأقل طولاً (الطول الموجي)، بينما يصبح لون السماء مائلا إلى الأحمر أو البرتقالي عند الغروب أوالشروق إذ تنتقل حينها أشعة الشمس ضمن مسار أطول فيحدث تشتت للأشعة ذات الأمواج القصيرة بشكل كامل(شكل ١- ٥)، ويظهر لون الأطوال الأقل تشتتا. ويعتبر هذا التشتت من الأسباب الرئيسة لظاهرة الضباب أو السديم التي تظهر في الصور الفضائية وتقلل من وضوح الرؤية والتميز.

وتشتت آخر يحدث عندما تكون أقطار الجزيئات الجوية مساوية لأطوال موجات الطاقة الكهرومغناطيسية التي تصطدم بها، ومن الأسباب الرئيسة لهذا التشتت جزيئات الغبار وبخار الماء العالقة في الجو، ويؤثر هذا التشتت في الموجات الأطول.



شكل (١- ٥): تشتت الأشعة الشمسية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

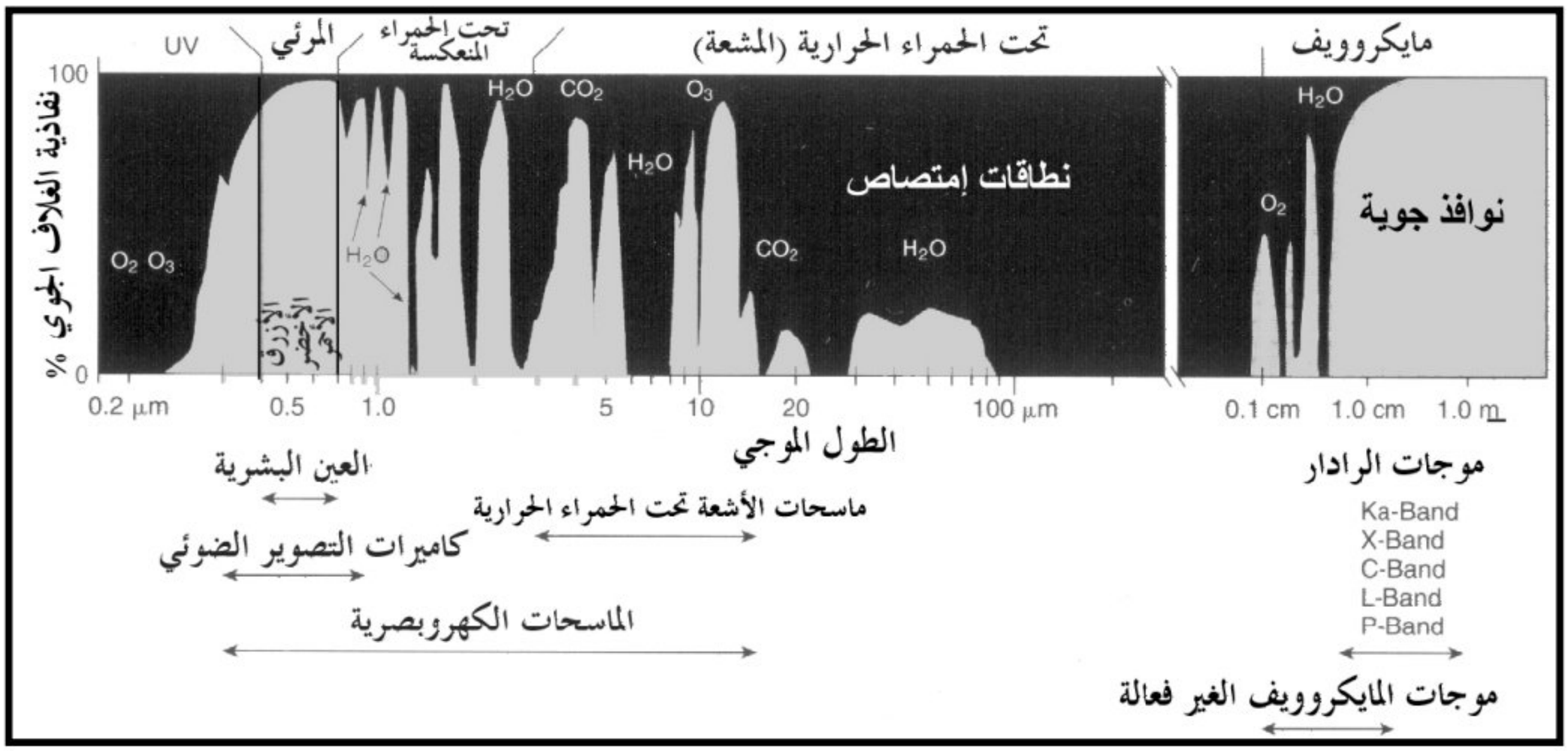
١- ٤- ٢- ٢ الامتصاص والنفاذ:

يسبب الامتصاص فقداناً للطاقة عند طول موجة معين ضمن نطاقات تسمى نطاقات الامتصاص، وأكثر المواد امتصاصا للإشعاعات الشمسية بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون وغاز الأوزون، كما يسمح الغلاف الجوي بانتقال الطاقة في نطاقات تسمى النوافذ الجوية أو نطاقات النقل الجوي (شكل ١- ٦). وبهذا يتحدد المجال الطيفي الذي يمكن استخدامه لأجهزة الاستشعار، ونبين في (الجدول ١- ٢) أهم المجالات الطيفية المستعملة في أجهزة الاستشعار عن بعد وبعض تطبيقاتها.

طوال الموجة (مايكرو متر)	المجال	الفائدة التطبيقية
٠,٤٥ – ٠,٥٢	الضوء المرئي (اللون الأزرق)	اختراق الأجسام المائية، رسم خرائط السواحل وتمييز التربة عن النبات والأشجار المتساقطة عن الدائمة الخضرة
٠,٥٢ – ٠,٦٠	الضوء المرئي (اللون الأخضر)	قياس انعكاس الغطاء النباتي السليم.
٠,٦٣ – ٠,٦٩	الضوء المرئي (اللون الأحمر)	تساعد الحساسية لامتصاص الكلوروفيل في هذا المجال على تمييز النباتات.
٠,٧٦ – ٠,٩٠	تحت الحمراء المنعكسة	تقدير الإنتاجية للنبات السليم وتحديد الأجسام المائية.
١,٥٥ – ١,٧٥	تحت الحمراء المنعكسة	قياس رطوبة الغطاء النباتي والتربة وتمييز الغيوم عن الثلج.
٢,٠٨ – ٢,٣٥	تحت الحمراء المنعكسة	الدراسات الجيولوجية وتمييز أنواع الصخور ورسم الخرائط الحرارية للمياه.
١٠,٤٠- ١٢,٥٠	تحت الحمراء الحرارية	رسم الخرائط الحرارية، قياس رطوبة التربة والإجهاد النباتي.

جدول(١- ٢): بعض المجالات الطيفية المستخدمة في الاستشعار عن بعد.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (١- ٦): نطاقات الامتصاص والنوافذ الجوية.

١- ٤- ٣ الهدف المرصود:

يطلق اصطلاح الهدف على جميع العناصر من سطح الأرض التي تضمن مجال رؤية جهاز الاستشعار.ولولا تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الأهداف لما أمكن مشاهدة أو تحسس هذه الأجسام. فالطاقة لا تتفاعل مع نفسها بل في الحقيقة تسقط من مصدرها على الأجسام فتتفاعل معها ، ونحن من خلال أعيننا ومن الأجهزة والنظم الإلكترونية والبصرية الخاصة نتحسس آثار هذا التفاعل، فتتحقق أهداف تقنية الاستشعار عن بعد في استنباط المعلومات والكشف عن هوية هذه الأهداف (مزروعات، أبنية، مياه، طرق، ... الخ).

فعندما تسقط الأشعة الكهرومغناطيسية على سطح الهدف، فإن ثلاثة تفاعلات أساسية للطاقة يمكن حدوثها، فالأشعة الواردة إما أن تمتص أو تنفذ من خلال الهدف أو تنعكس (شكل ١- ٧). ويلاحظ أن الطاقة المنعكسة أو الممتصة أو النافذة تتغير قيمتها بتغير الأهداف (نبات، ماء، تربة...)، ولكل هدف خاصية انعكاس للأشعة الواردة إليه تكون مميزة له، وهذا الاختلاف في خاصية الانعكاس هو المهم في تطبيقات الاستشعار عن بعد. وتتأثر الانعكاسات بالعوامل التالية:

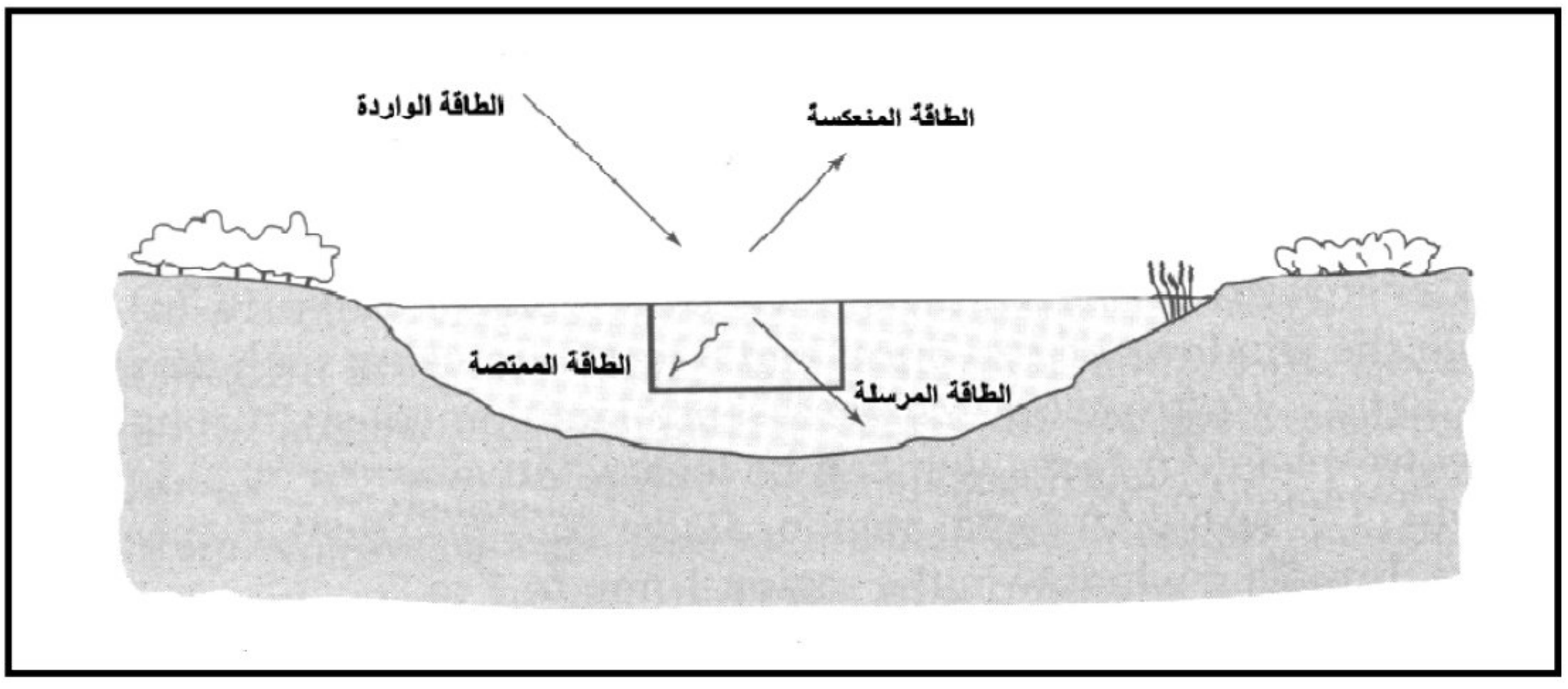
أ. طول الموجة الكهرومغناطيسية.

ب. زاوية سقوط الأشعة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ت. الخواص الفيزيائية والكيميائية للهدف.

ث. تركيب سطح الهدف.



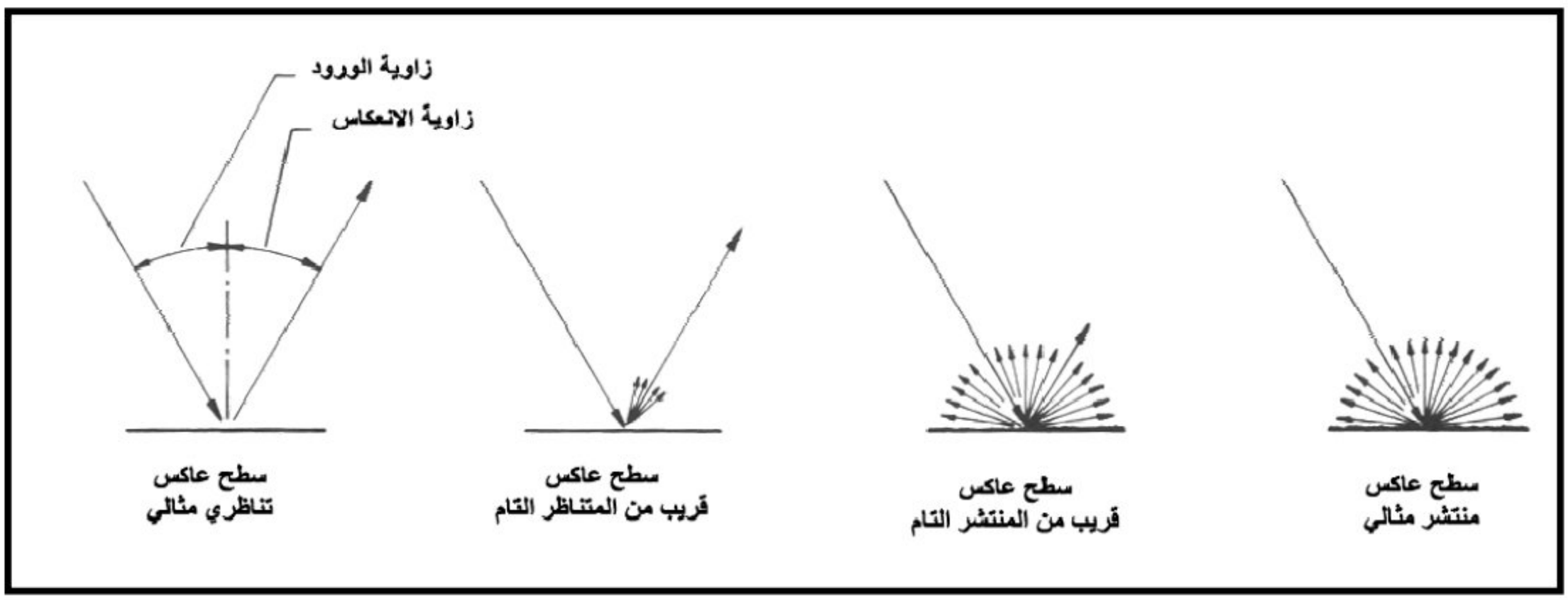
شكل (١- ٧): تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الهدف

واستنادا إلى هذه العوامل يمكن تمييز عدة أشكال من أهمها:

- **الانعكاس التناظري**: ويحدث هذا النوع من الانعكاس عندما يكون السطح العاكس ناعما يعمل كالمرآة في خواصها الانعكاسية، مثل الماء الساكن وبعض أنواع التربة والصخور، وتكون زاوية سقوط الأشعة على سطح الهدف تساوي زاوية الانعكاس (شكل ١- ٨). و هذا الانعكاس لا يفيد في الاستشعار عن بعد لأنه يبدو في الصور الفضائية ضوءاً لامعاً وباهراً مما يقلل من إمكانية التمييز بين الأشياء.
- **الانعكاس المنتشر**: تكون العواكس الناشرة المثالية ذات أسطح خشنة تعكس الإشعاعات بشكل متماثل في جميع الاتجاهات، حيث عندما يكون طول موجة الأشعة الواردة أصغر بكثير من تغير ارتفاعات السطح أو حجم الجزيئات المكونة لسطح الهدف فإن هذا الهدف يبدو خشنا ويعمل سطحا ناشراً ويعطي معلومات طيفية لونية مميزة بعكس العواكس البراقة. وهذا النوع من الانعكاس هو المفيد في تطبيقات الاستشعار عن بعد، حيث يمكن

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تمييز الأجسام بعضها عن بعض، إلا أنه في الواقع لا توجد عواكس ناشرة مثالية تعكس الأشعة بشكل متناظر تماما (شكل ١- ٨).

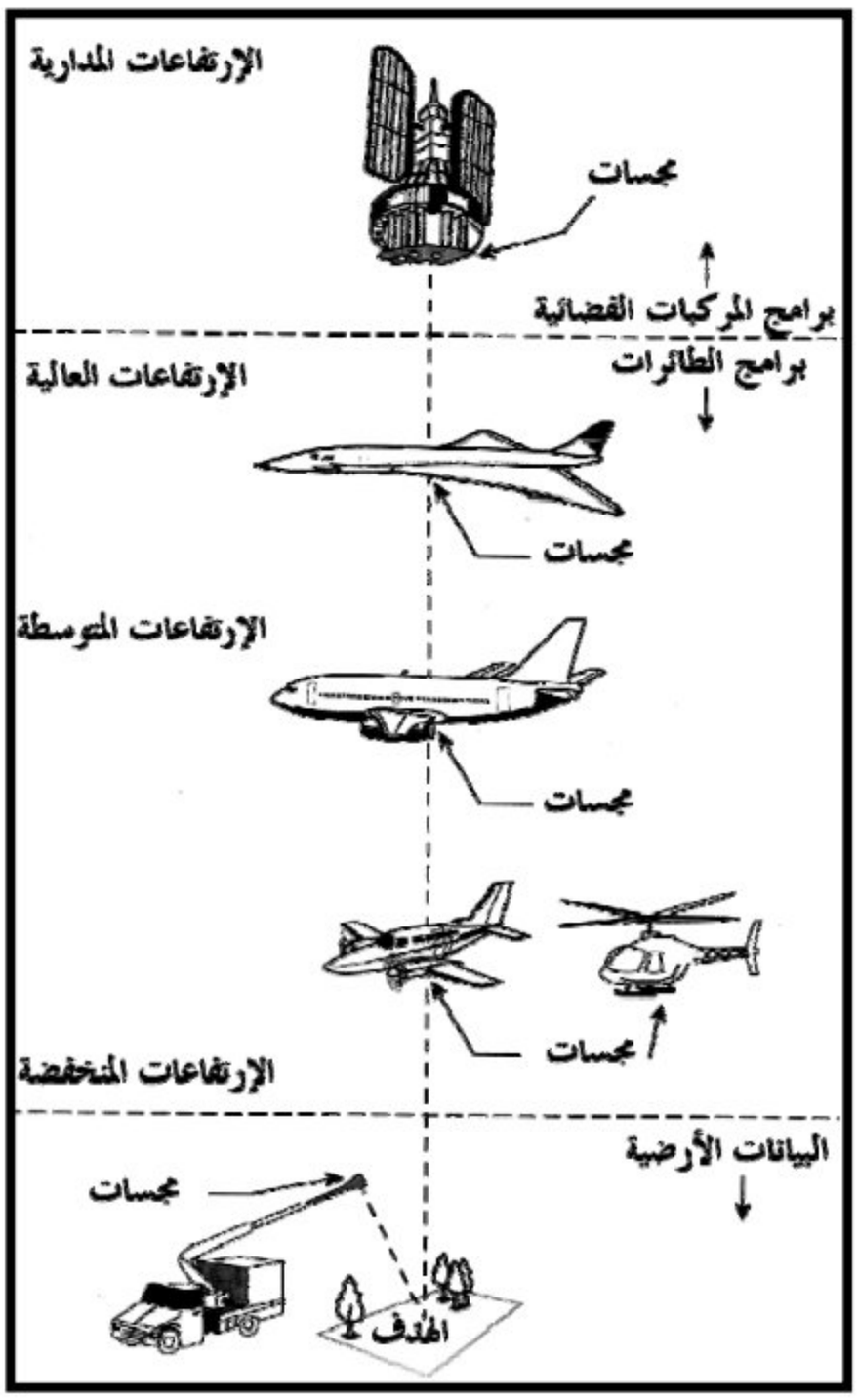


شكل (١- ٨): أشكال انعكاس الأشعة.

١- ٤- ٤ جهاز الاستشعار:

جهاز الاستشعار هو جهاز يستقبل الطاقة المنعكسة والمنبعثة من الأهداف ويسجلها. ويمكن استخدام منصات جمع للمعلومات متفاوتة الارتفاع، كالطائرات والبالونات، أو منصات على متن الأقمار الصناعية أو المركبات المأهولة، وغير المأهولة (شكل ١- ٩).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

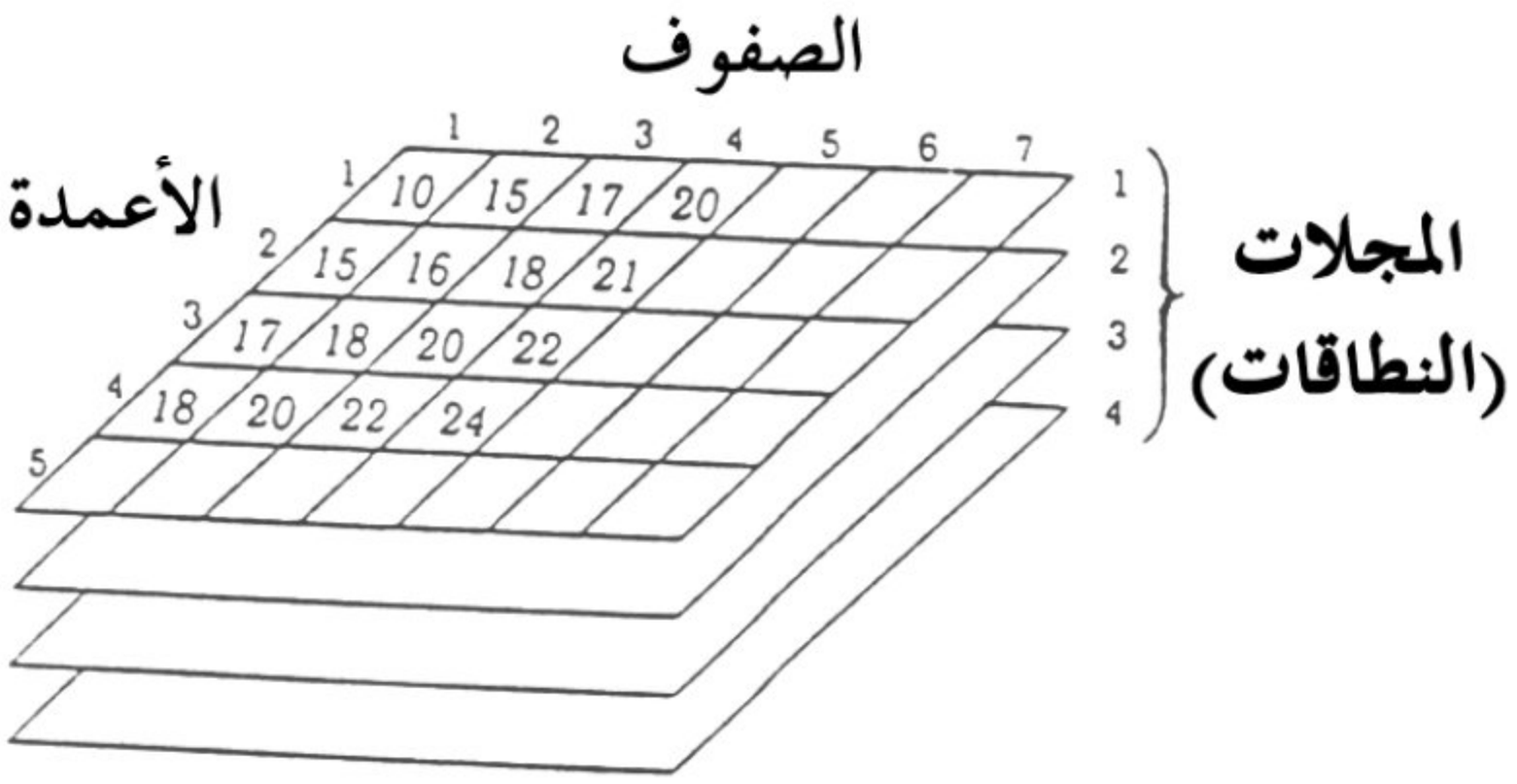


شكل(١- ٩): منصات مختلفة الارتفاع تحمل جهاز الاستشعار.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- ٥ مكونات الصور الرقمية :

الصورة الرقمية هي عبارة عن مصفوفة من بعدين (س، ص) تحوي عناصر صورية تسمى بكسل (Picture Elements= Pixel)، وكل بكسل هو عبارة عن متوسط الإضاءة أو الامتصاص المقاس إلكترونيا لنفس الموقع على مقياس التدرج الرمادي (Gray Scale) ويعبر عن ذلك برقم يسمى (العدد الرقمي Digital Number = DN) وهذه القيم هي أعداد صحيحة موجبة تتولد من تحويل الإشارة الكهربائية الصادرة عن المستشعر إلى أرقام صحيحة موجبة (الشكل ١- ١٠).



شكل (١- ١٠): مكونات الصور الرقمية.

تسجل الأعداد الرقمية (DN) التي تكون الصور الرقمية عادة في مدى أعداد يمتد من صفر إلى ٦٣، أو من صفر إلى ١٢٧، أو من صفر إلى ٢٥٥، أو من صفر إلى ٥١١، أو من صفر إلى ١٠٢٣، أو من صفر إلى ٢٠٤٧. وتمثل مجالات المدى المذكور مجموعة الأعداد الصحيحة التي يمكن تسجيلها باستخدام مقاييس ترميز حاسوب ثنائية (Binary Computer Coding Scales) ذات ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و١٠ و١١ بتات على التوالي (أي $٢^{٦}$=٦٤، $٢^{٧}$=١٢٨، $٢^{٩}$=٥١٢، $٢^{١٠}$=١٠٢٤، $٢^{١١}$=٢٠٤٨).

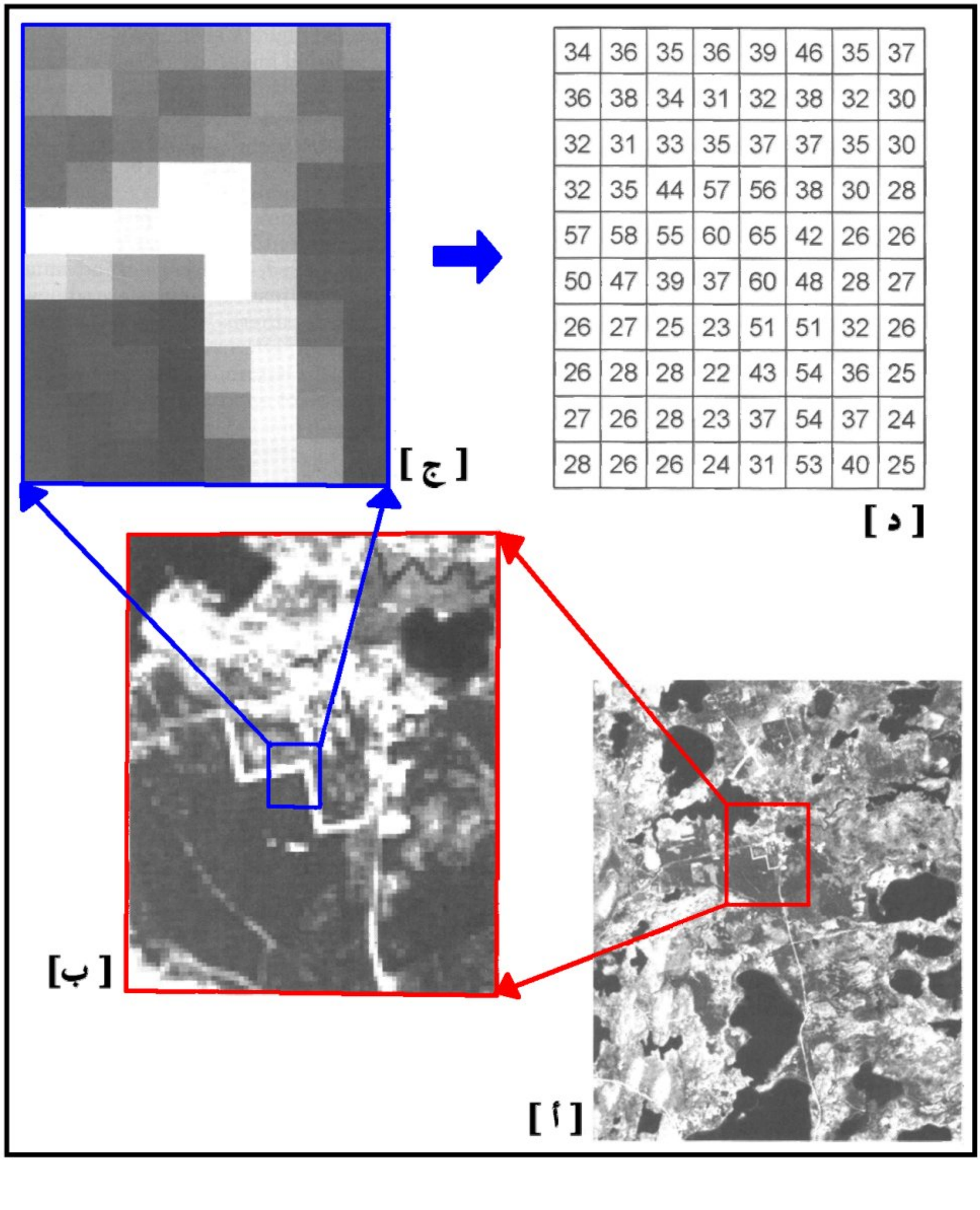
والتدرج الرمادي مقياس لشدة الإضاءة ويعبر عنه بالرقم العددي (Digital Number = DN) كما ذكرنا سابقا، بحيث إن صفر يمثل اللون الأسود وأعلى قيمة تمثل اللون الأبيض (مثل ٢٥٥ في نظام ٨ بت) وما بينهما يكون تدرجات الرمادي (شكل ١ - ١١).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (١- ١١): مستويات تدرج الرمادي.

ويبين الشكل (١- ١٢) مثالاً يوضح الخاصية الأساسية لمعطيات الصورة الرقمية. فبالرغم من أن الصور في (أ) تبدو ذات شدة لونية مستمرة فإنها تتألف في الواقع من بكسل ذات بعدين، ففي الشكل (٣- ١٢- أ) صور رقمية عبارة عن ٥٠٠صف في ٤٠٠ عمود من البكسل وذات مقياس ١:٢٠٠، ٠٠٠، إلا أنه من المستحيل تمييز كل بكسل على حدة فيها. ولكن لو أخذنا المنطقة ذات الإطار الأحمر في الصور (أ) و وضحناها أكثر بالتقريب والتكبير ينتج لنا الصور (ب) ذات ١٠٠ صف و ٨٠ عمود من البكسل وذات مقياس ١:٤٠، ٠٠٠، ولازلنا لا نستطيع تمييز كل بكسل على حدة فيها، ولكن نلاحظ وجود تكسرات في الخطوط المستقيمة، فنأخذ المنطقة ذات الإطار الأزرق في الصور (ب) ونوضحها أكثر بالتقريب والتكبير ينتج لنا الصورة (ج) ذات ١٠ صفوف و ٨ أعمدة ومقياس ١:٤٠٠٠، ففي الصور (ج) يمكن أن نميز البكسل بسهولة وهي عبارة عن مربعات لها لون من تدرجات الرمادي، ونعيد هذه البكسل ذات التدرج الرمادي إلى قيمته الأولية (د) ينتج لنا المصفوفة العددية من الأعداد الرقمية التي تتكون منها الصورة الرقمية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (١- ١٢): مثال توضيحي على مكونات الصورة الرقمية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الاستشعار عن بعد

مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد

الجدارة:

أن يتعرف المتدرب على مصادر معلومات الاستشعار عن بعد.

الأهداف:

بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على أن:

١- يقارن بين دقة الصور الأقمار الصناعية.

٢- يميز بين مصادر الصور في الاستشعار عن بعد.

٣- يتعرف على الأقمار الصناعية المستخدمة في الاستشعار عن بعد.

متطلبات الجدارة:

الإلمام بوسائل التصوير من الفضاء الخارجي.

مستوى الأداء:

أن يصل المتدرب إلى نسبة ١٠٠٪ في فهم مصادر معلومات الاستشعار عن بعد ودقة الصور.

الوقت المتوقع للتدريب:

١٢ ساعات.

الوسائل المساعدة:

١. صور فضائية.

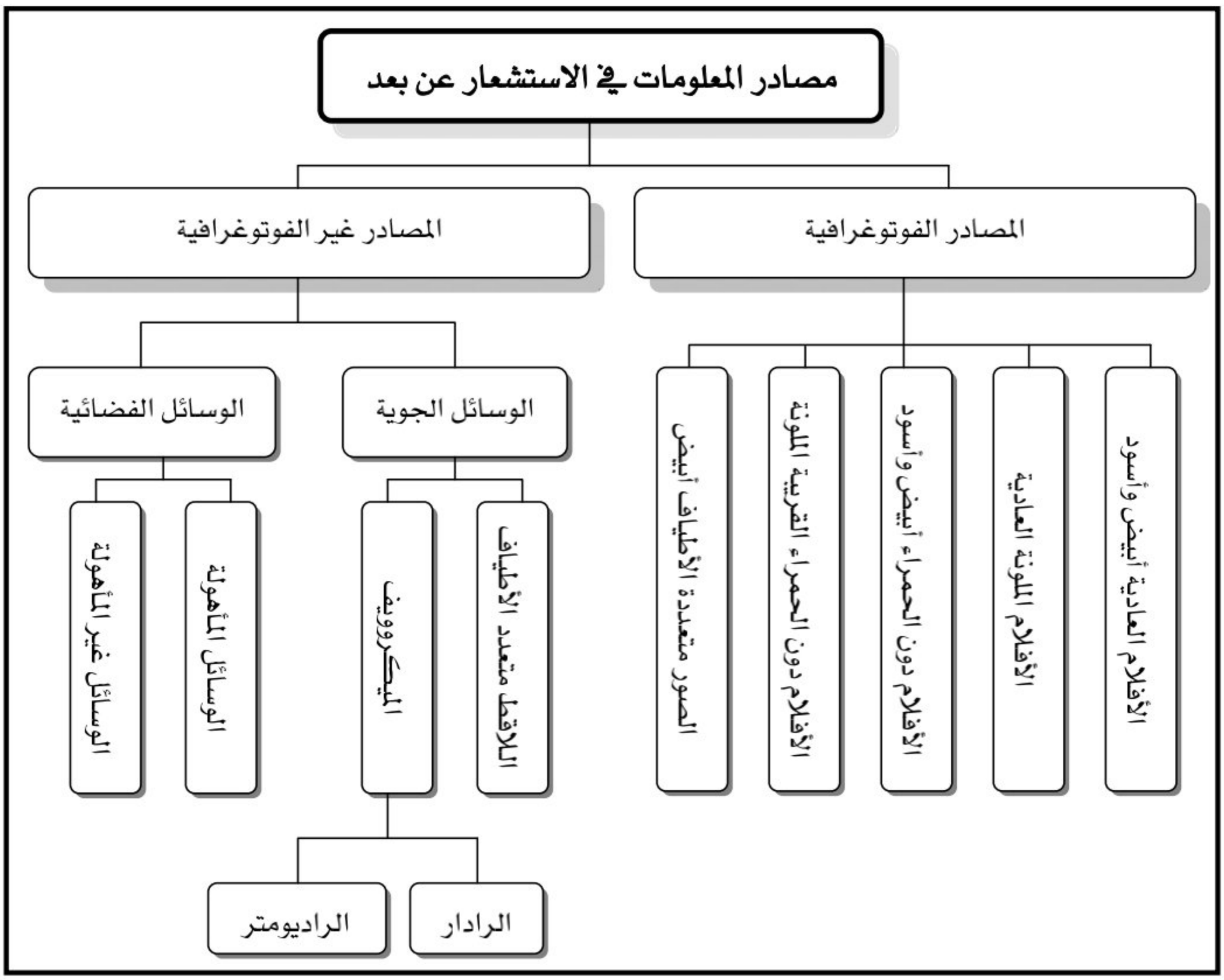
٢. جهاز حاسب آلي لغرض عرض الصور.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد

٢- ١ مقدمة :

يمكن أن نميز اليوم بين مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد على أساس طريقة الاستشعار، حيث نقسم مصادر الاستشعار عن بعد إلى قسمين: الأول المصادر الفوتوغرافية، والثاني المصادر غير الفوتوغرافية (الشكل٢- ١).



شكل (٢- ١): مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٢ المصادر الفوتوغرافية:

هي التي يتركز استخدامها للاستشعار في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي والجزء القريب من نطاق الأشعة دون الحمراء، باستخدام الأفلام العادية (أبيض وأسود) أو الملونة. فقد كانت المصادر الفوتوغرافية حتى وقت قريب هي الوسيلة الوحيدة التي يمكن استخدامها للحصول على معلومات جوية، وهي لا تزال تلعب دوراً هاماً ضمن مصادر الاستشعار عن بعد المستخدمة في الوقت الحاضر.

وتجهز آلات الاستشعار الفوتوغرافية بأفلام أبيض وأسود أو ملونة وكلا النوعين يستشعر الأشعة المرئية فقط، أي إنها تسجل الانعكاسات التي تراها العين البشرية. إلا أن ما تستطيع أن تراه العين البشرية مباشرة دون الاستعانة بوسائل أخرى يعتبر جزءاً صغيراً جداً من الطيف الكهرومغناطيسي، حيث إن الطيف المرئي يقع بين (٠,٤ إلى أقل من ٠,٨ مايكرو متر) حيث يشمل كلاً من الأشعة البنفسجية، والزرقاء، والحمراء، والصفراء،والبرتقالية والخضراء.

رغم أن جميع الأفلام المستخدمة في المصادر الفوتوغرافية يمكن وضعها في فئتين رئيستين هما: الأفلام البانكروماتية الأبيض والأسود، والأفلام الملونة،إلا أننا، ولغرض التوضيح،سنقسم الأفلام المستخدمة في وسائل الاستشعار عن بعد الفوتوغرافية إلى خمسة أنواع (الشكل ٢- ١):

٢- ٢- ١ الأفلام العادية أبيض وأسود:

وهذه الأفلام تعرف باسم الأفلام البانكروماتية Panchromatic أي أفلام حساسة لجميع ألوان الطيف المرئية في نطاق الموجات مابين ٠,٣٩- ٠,٧٢ مايكرو متر تقريبا. وهناك نوعان من هذه الأفلام هما:

أ. **فلم الخرائط** Mapping Film: والذي له حساسية لجميع الموجات المرئية.
ب. **فلم التجسس** Reconnaissance: والذي ألغى الحساسية لنطاق الموجات الزرقاء لتقليص تأثير التشتت الجوي.

وتمتاز الصور البانكروماتية عن باقي الأنواع الفوتوغرافية بما يلي:

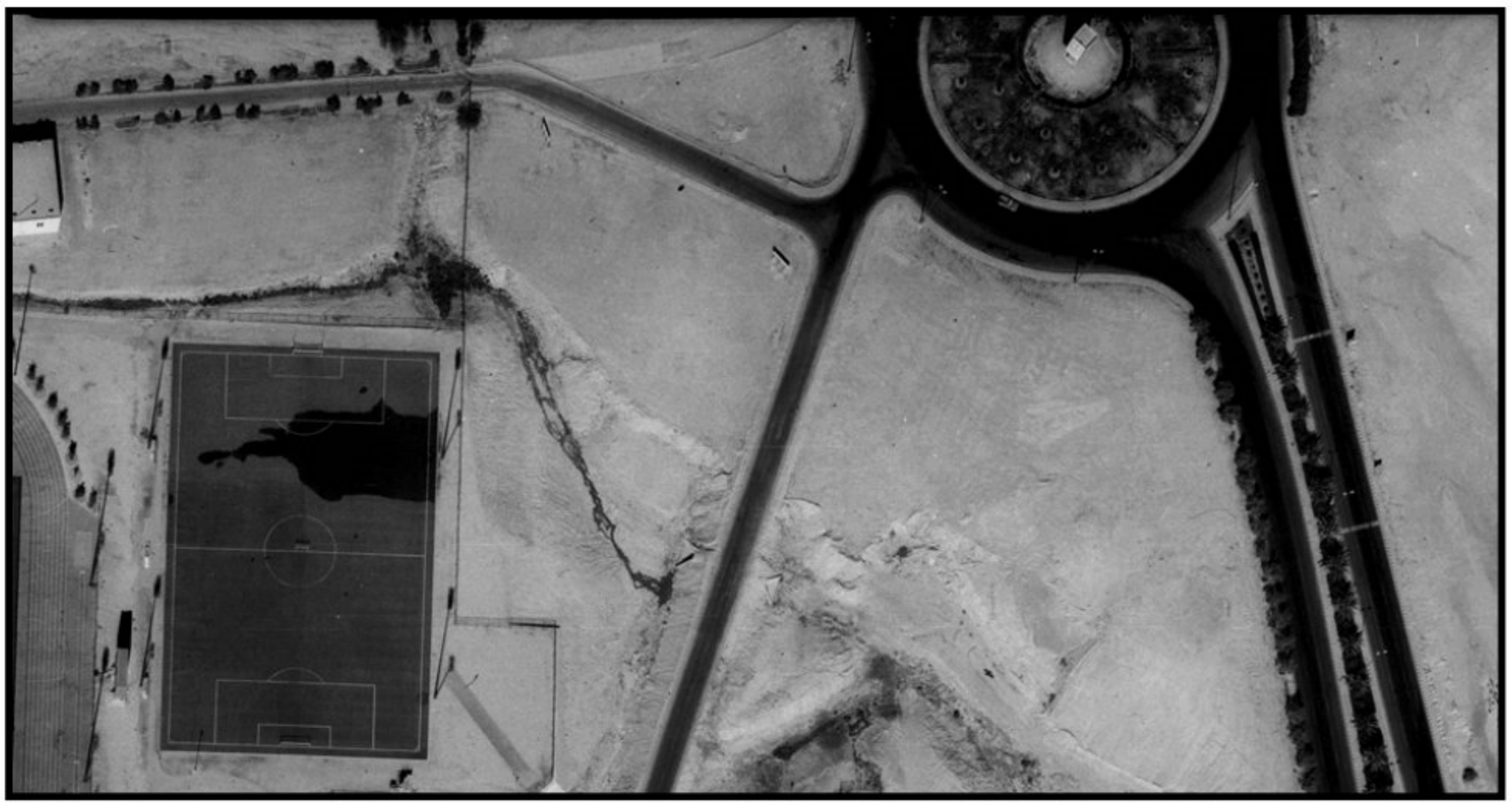
- توفر الصور الجوية الأبيض والأسود في جميع أنحاء العالم، حيث تستخدم بكثرة في إنتاج الخرائط الطبوغرافية، وبالتالي تتوفر للمستخدمين الآخرين عن طريق المؤسسات التجارية وهيئات التخطيط ومراكز التوزيع الأخرى.
- ملاءمتها من الناحية الهندسية لغرض إنتاج الخرائط.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- قلة تكاليفها للتصوير والإنتاج، كما أن تحليلها المكاني Spatial Resolution جيد.

وتستخدم الصور البانكروماتية في عدد كبير من العلوم لأغراض كثيرة، منها على سبيل المثال:

- إنتاج الخرائط لمناطق الكثبان الرملية، ورواسب الجليد، والتكوينات الساحلية.
- تحديد أنواع المحاصيل الزراعية، وأمراض النباتات، وتعرية التربة.
- تخطيط المدن، والتخطيط الإقليمي، والدراسات الحضرية المحدودة، مثل الإحصاء السكاني ونمو المدن وامتدادها العمراني (شكل ٢- ٢).



شكل (٢- ٢): دوار وملعب ضمن حرم جامعة الملك سعود بالرياض على الصور البانكروماتية

٢- ٢- ٢ الأفلام دون الحمراء أبيض وأسود:

تشبه خصائص الأفلام الحساسة للأشعة دون الحمراء القريبة أبيض وأسود خصائص الأفلام البانكروماتية. والاختلاف الرئيس هو حساسيتها الطيفية التي تمتد أكثر من الموجات المرئية إلى الموجات بطول حوالي ١ مايكرو متر في نطاق الأشعة دون الحمراء القريبة. وهذا الفلم يمكن أن يستخدم بطريقتين:

الطريقة الأولى: استخدام مرشح لتسجيل الموجات الحمراء القريبة.

الطريقة الثانية: استخدام مرشحات لتسجيل الموجات المرئية ودون الحمراء القريبة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ومن مميزات هذا النوع من الصور:

- قدرتها على اختراق الضباب Haze.
- يحدث الانعكاس الأكبر من النباتات في نطاق الموجات دون الحمراء مع أن هذا ليس دائماً ميزة.
- أن المياه تمتص الأشعة دون الحمراء، وهذا يؤدي إلى ظهور المياه بلون داكن في الصور الجوية دون الحمراء. لذا فإن هذا النوع من الصور ذو فائدة كبيرة لتحديد مناطق التقاء المياه مع اليابسة.

الاستخدامات:

- في دراسات النباتات لتحديد أنواع المحاصيل، والمحاصيل المريضة، وإعداد خرائط الغابات والنباتات شبه الطبيعية.
- دراسة وإعداد خرائط رطوبة التربة في الحقول الزراعية.
- مراقبة زحف الكثبان الرملية الجافة على مناطق التربة الرطبة.
- تحديد مناطق تعرية التربة.
- إعداد خرائط المواقع الأثرية.
- تحديد فروع الأنهار وقنوات المياه والمستنقعات وحدود الشواطئ وغيرها من الأجسام المائية (شكل ٢- ٣ و ٢- ٤)

شكل (٢- ٣): صورة بانكروماتية أبيض وأسود لجزء من مدينة جدة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (٢- ٤): صورة حساسة للأشعة دون الحمراء القريبة أبيض وأسود. لجزء من مدينة جدة.

٢- ٢- ٣ الأفلام العادية الملونة:

من الأفلام الأخرى المستخدمة في آلة التصوير التقليدية الأفلام الملونة التي تتكون من ثلاث طبقات، كل طبقة حساسة لموجات لون معين وتحتوي على الصبغة الملائمة، وهذه الألوان هي: الأزرق والأخضر والأحمر، والتي يطلق عليها الألوان الرئيسة حيث إن أي لون آخر تراه العين البشرية هو في الواقع خليط من هذه الألوان.

وبما أن الصور الملونة تشبه تماما الصورة التي تراها العين البشرية على الطبيعة، لذا فإن الأفلام الملونة تتفوق من حيث الأهمية على أفلام الأبيض والأسود، وهذا ليس دائماً صحيحاً، حيث إن هناك كثيرا من الاستخدامات تلائمها أفلام الأبيض والأسود أكثر من الأفلام الملونة، كالمساحة الجوية مثلاً، أو عندما تكون التكاليف المالية أساسية في الاختيار، إلا أن الصور الجوية الملونة ذات فائدة كبيرة بشكل خاص عندما تكون هناك صعوبة في التفرقة بين الظاهرات المتشابهة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الاستخدامات:

- الزراعة: حيث تساعد الألوان على التفريق بين الظاهرات على سطح الأرض، وفي تحديد أنواع المحاصيل، وأنواع الأشجار، وأمراض النباتات، وأنواع التربة.
- الجيولوجيا: حيث اتضح أنها أفضل من الصور الجوية البانكروماتية في إنتاج الصور الجيولوجية.
- الدراسات المائية والبحرية: حيث تستخدم في تحديد أعماق المياه، واتجاهات جريانها، وحدود مناطق الفيضانات، وفي تحديد خطوط السواحل (الشكل ٢- ٥)
- الدراسات الأثرية.
- الدراسات الحضرية (المدنية).

شكل (٢- ٥): صورة جوية ملونة عادية لسواحل ميامي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٢- ٤ الأفلام دون الحمراء القريبة الملونة:

الأفلام دون الحمراء الملونة Color Infrared لها نفس التركيب كالأفلام الملونة العادية حيث إنها تتكون من ثلاث طبقات كل منها حساس لموجات معينة من الأشعة الكهرومغناطيسية، ويكون تسجيل الألوان على الطبقات الثلاث في الأفلام دون الحمراء الملونة كالتالي:

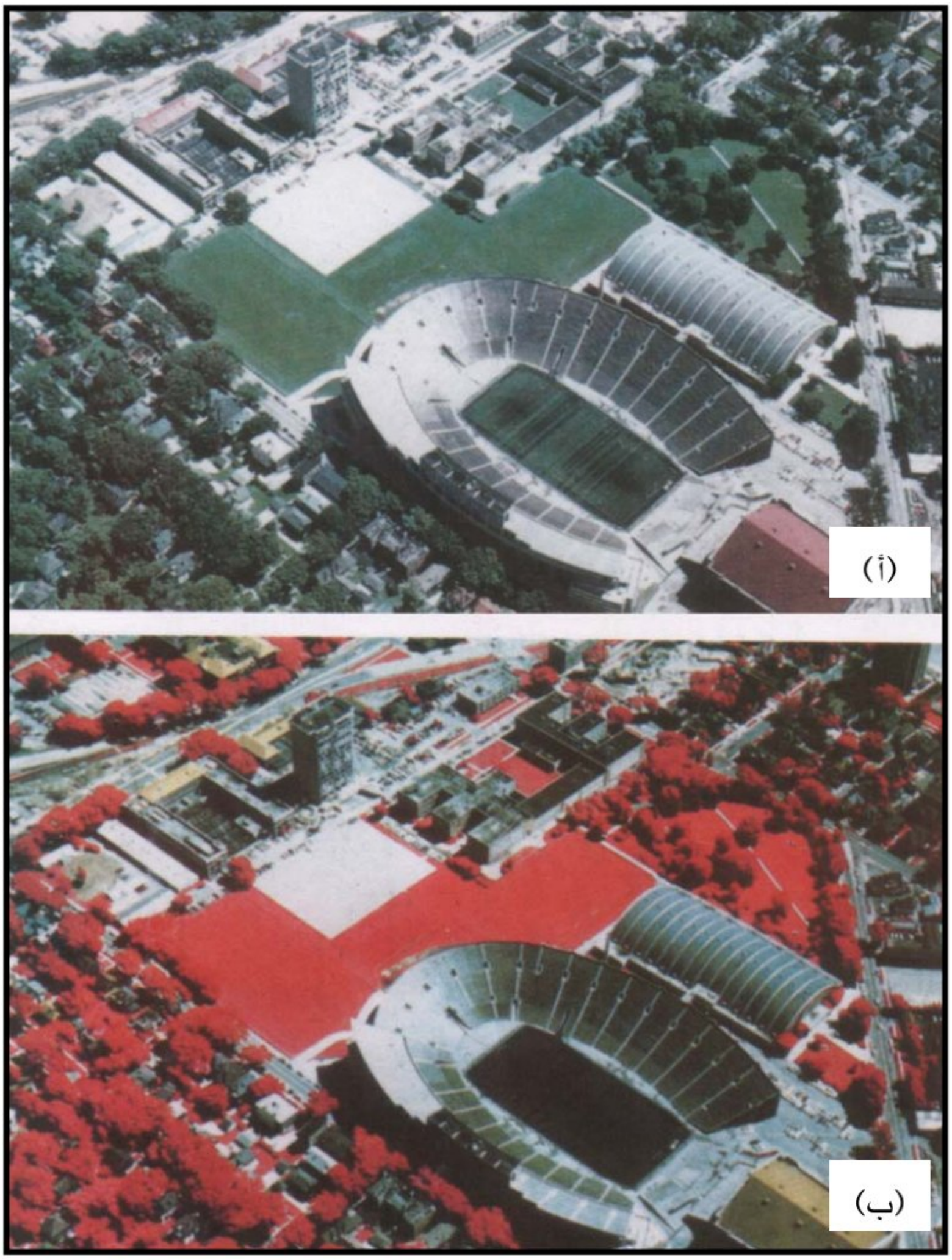
- موجات النطاق الأخضر، تسجل على الطبقة الصفراء.
- موجات النطاق الأحمر، تسجل على الطبقة الأرجوانية.
- موجات نطاق الأشعة دون الحمراء، تسجل على الطبقة الزرقاء الداكنة.

هذه الارتباطات المختلفة في الأفلام دون الحمراء الملونة بين موجات نطاقات الأشعة الكهرومغناطيسية وطبقات الفلم الرئيسة تؤدي إلى تغير في الألوان بحيث تبدو الظاهرات بألوان تختلف عن الألوان الطبيعية التي تراها العين البشرية لهذه الظاهرات على الطبيعة، لذا فإنه يطلق على ألوان هذا الفلم اسم الألوان الكاذبة. فبينما تظهر النباتات الخضراء على الأفلام الملونة بلونها الطبيعي، لأنها تعكس الأشعة الخضراء أكثر من الأشعة الزرقاء أو الحمراء، نجدها تظهر حمراء على الأفلام دون الحمراء القريبة الملونة لأنها تعكس الأشعة دون الحمراء القريبة أكثر من الأشعة الخضراء(الشكل ٢- ٦). وتظهر التربة على الصور الملونة خضراء –حمراء، حيث إنها تعكس أشعة خضراء –حمراء أكثر من الأشعة الزرقاء، أما على الصور الملونة دون الحمراء القريبة فتظهر بلون أزرق – أخضر.

الاستخدامات:

- اكتشاف أمراض النباتات والمناطق الموبوءة والتي تظهر بلون مختلف عن مناطق النباتات غير المصابة.
- مراقبة رطوبة التربة، وإعداد خرائط لها.
- تحديد المناطق المتأثرة بالفيضانات.
- دراسة وتصنيف المناطق الحضرية.
- تحديد نظام المياه الكثيفة حيث تظهر بلون داكن جدا على الصور دون الحمراء بسبب امتصاص الماء لهذه الأشعة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (٢- ٦): (أ) صورة ملونة عادية تظهر فيها النباتات بلون أخضر (ب) الصورة الحساسة دون الحمراء القريبة وتظهر النباتات بلون أحمر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الظاهرة	التوقيع على الصورة الجوية العادية	التوقيع على الصورة الجوية تحت الحمراء
النبات الجيد		
أوراق عريضة	أخضر	أحمر إلى أرجواني
أوراق إبرية	اخضر	بني مائل إلى الحمرة – بنفسجي
النبات المريض		
الرؤية المسبقة	أخضر	أحمر داكن
مرحلة الرؤية العادية	أخضر مائل إلى الصفرة	أزرق داكن
أوراق الخريف	أحمر إلى أصفر	أصفر إلى ابيض
المياه الصافية	أزرق- أخضر	أزرق غامق إلى اسود
المياه العكرة	أخضر فاتح	أزرق فاتح
الأراضي الرطبة	داكن قليلا	ألوان داكنة
الظلال	أزرق مع وضوح التفاصيل	أسود مع تفاصيل قليلة
قابلية اختراق المياه	جيدة	النطاق الأخضر والأحمر جيد ودون الحمراء ضعيف
التفريق بين اليابس والماء	ضعيفة إلى متوسطة	ممتاز

الجدول (٢- ١): مقارنة بين الصور الملونة العادية والملونة دون الحمراء.

٢- ٢- ٥ الصور متعددة الأطياف Multispectral:

ويقصد بذلك استخدام عدة آلات تصوير موجهة لنفس الظاهرة أو المشهد. وقد تحمل آلات التصوير نفس الفلم الأبيض والأسود الحساس للأشعة دون الحمراء، كما أنه بالإمكان الاعتماد على أكثر من نوع من الأفلام في آلات التصوير لتعطي صوراً متنوعة في هذه النطاقات، كالأفلام البانكروماتية، ودون الحمراء القريبة الملونة.

الاستخدامات:

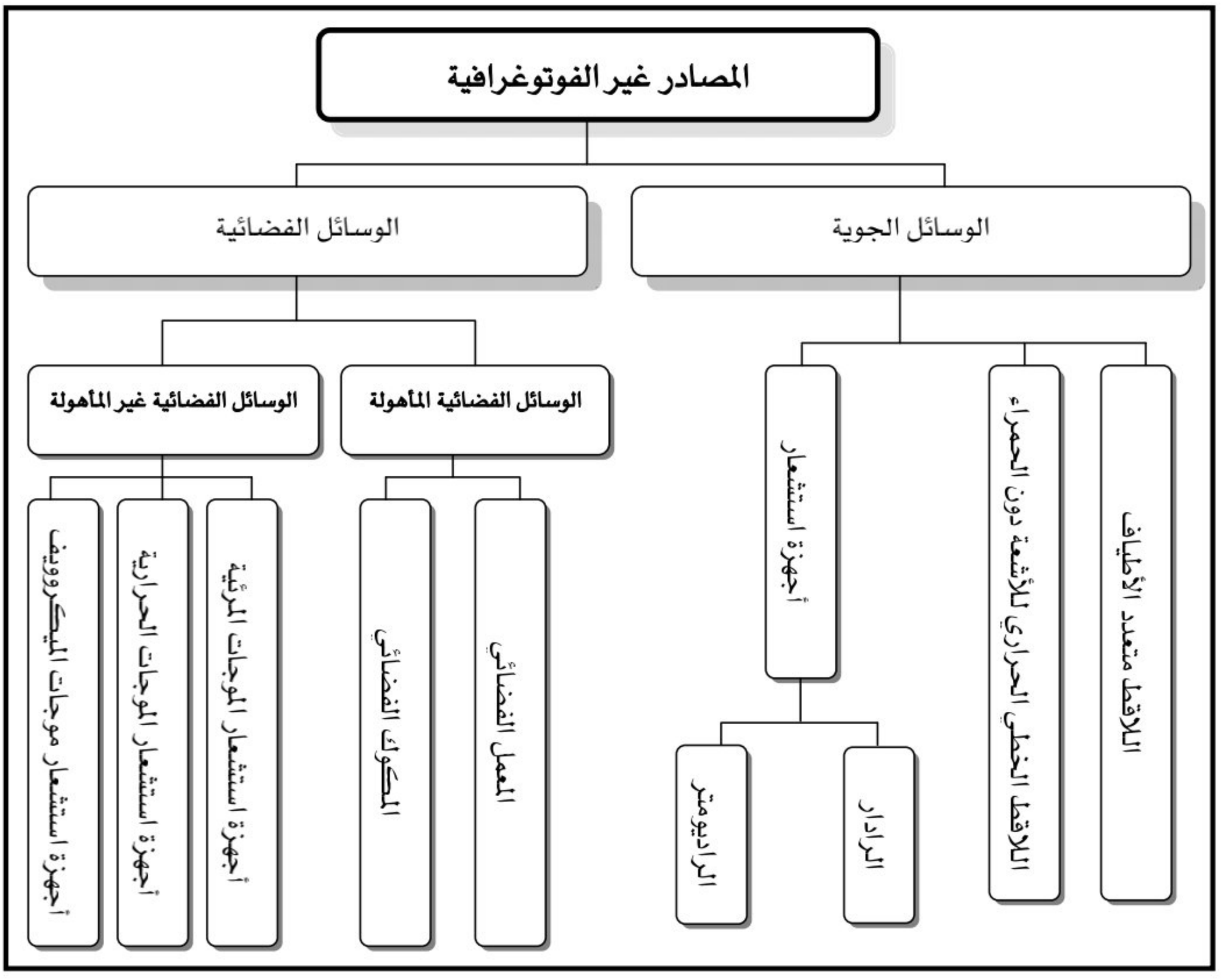
- تحديد أنواع المحاصيل.
- دراسة فائض المجاري.
- بعض الاستكشافات المعدنية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٣ المصادر غير الفوتوغرافية:

رأينا في الدرس السابق أن المصادر الفوتوغرافية تستطيع استشعار جزء صغير من الطيف الكهرومغناطيسي، والذي ينحصر في نطاق الأشعة المرئية ونطاق الأشعة دون الحمراء القريب. ولكي نستشعر بقية أقسام الطيف الكهرومغناطيسي نحتاج إلى أجهزة استشعار أخرى، لأن زجاج العدسات المستخدم في الاستشعار الفوتوغرافي يمتص الأشعة طويلة الموجات، كما أن الأفلام المتوفرة حساسة للأشعة المرئية دون الحمراء القريبة فقط.

مصادر الاستشعار غير الفوتوغرافية هي التي تستخدم في استشعار الأشعة المرئية وغير المرئية، وتختلف وسائل الاستشعار غير الفوتوغرافية تبعا لنوع الوسيلة التي تحملها، كالطائرات أو الأقمار الصناعية. وبصورة عامة يمكن أن تقسم الوسائل غير الفوتوغرافية حسب وسيلة الحمل إلى قسمين هما: الوسائل الجوية و الوسائل الفضائية (الشكل ٢- ٧).



شكل (٢- ٧): وسائل الاستشعار غير الفوتوغرافية بحسب وسيلة الحمل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٣- ١الوسائل الجوية:

يقصد بذلك وسائل الاستشعار عن بعد التي تحملها الطائرات العادية والتي لا تصل إلى ارتفاعات كبيرة فوق سطح الأرض، حيث تقوم بتسجيل مناظر لسطح الأرض باستخدام الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من السطح. وأهم هذه الوسائل هي: اللاقط متعدد الأطياف وهو يستشعر موجات أقصر من ١٤ مايكرو متر، والرادار وهو يسجل موجات أطول من ٥ ملم والراديومتر.

٢- ٣- ١- ١ اللاقط متعدد الأطياف:

يعتبر اللاقط متعدد الأطياف غير مألوف نسبيا كوسيلة للحصول على مناظر عن سطح الأرض وقد يبدو ذلك غريبا، خصوصا إذا أدركنا مميزات هذا النوع من أجهزة الاستشعار الذي يتفوق على الصور الفوتوغرافية بما يلي:

- يعطي دقة تمييزية إشعاعية (Radiometric Resolution) عالية في نطاقات ضيقة من الموجات الكهرومغناطيسية، وفي وقت واحد.
- اتساع نطاقات الاستشعار التي تعمل فيها هذه الأجهزة، حيث تمتد من نطاق الأشعة فوق البنفسجية (٠,٣ميكرومتر) إلى نطاق الأشعة دون الحمراء الحراري (١٤,٠ مايكرو متر).
- إمكانية تخزين المعلومات على هيئة ورقية، واستخدامها بسهولة ومباشرة في عمليات التحليل الكمي.

٢- ٣- ١- ٢ اللاقط الخطي الحراري للأشعة دون الحمراء:

يتركز الاستشعار عن بعد غير الفوتوغرافي في نطاق الأشعة دون الحمراء في نطاقات الموجات ذات الأطوال ما بين ٣,٠ - ١٤,٠ميكرومتر. والاستشعار في هذه النطاقات يبحث عن تحديد الاختلافات في الإشعاع الحراري المنبعث باستخدام نطاقات الأشعة دون الحمراء المتوسطة والبعيدة، والتي يطلق عليهما معا النطاق الحراري للأشعة دون الحمراء (Thermal Infrared).

٢- ٣- ١- ٣ أجهزة استشعار المايكروويف:

يشمل نطاق المايكروويف الموجات ما بين ١ملم إلى عدة أمتار. ومن أكثر الأجهزة استخداما الرادار والراديومتر. ويستشعر الراديومتر الأشعة الطبيعية المنبعثة من الأجسام، بينما يقوم الرادار بتوليد الطاقة التي يستشعرها، لذا يطلق على الرادار (نظام فعال Active System)، بينما الراديومتر وأجهزة الاستشعار الأخرى يطلق عليها (غير فعالة أو سلبية Passive System).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أ. الرادار:

إن لفظ الرادار جاء من (Radio Detection And Ranging = Radar) تم تطويره للأغراض العسكرية وذلك لعدم ارتباطه بضوء الشمس أو تأثره بأحوال الطقس مما جعله وسيلة جيدة للتجسس والاستكشاف. ويتكون الرادار من مولد إشارة و مستلم إشارة ومستكشف ، حيث يقوم المولد بتوليد إشارة، ويقوم جهاز الاستلام بتقوية الإشارات قبل إرسالها إلى جهاز الاستكشاف(شكل ٢- ٨).

الاستخدامات:

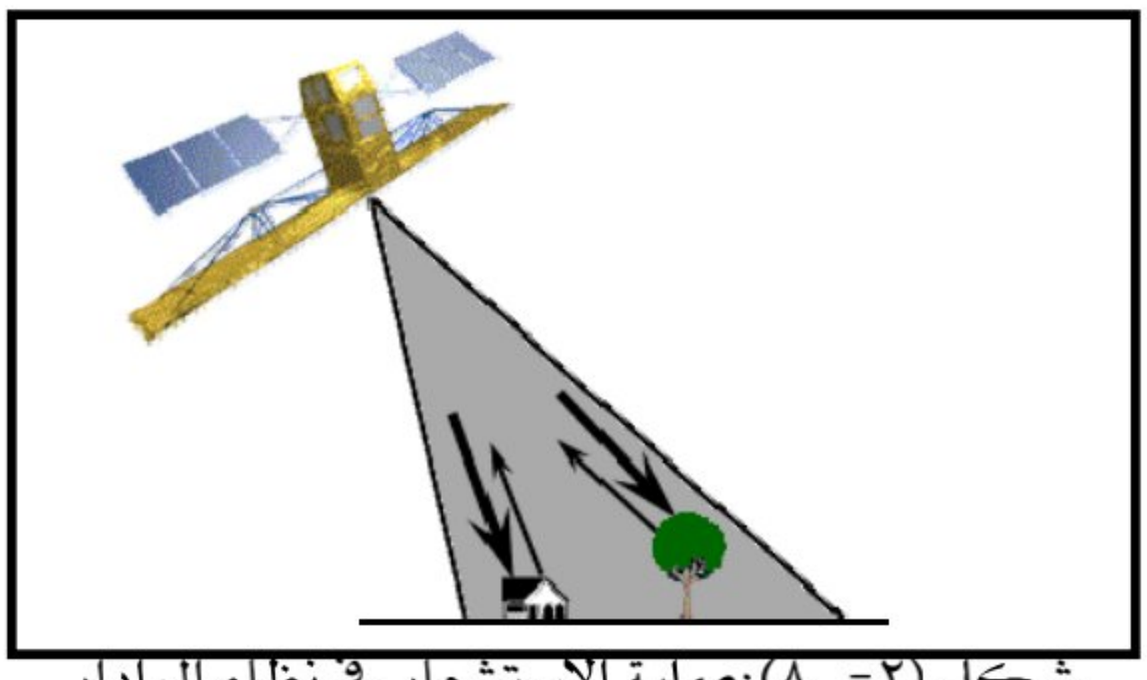
- دراسة المناطق الاستوائية المغطاة بالسحب طوال أيام السنة.
- دراسة التضاريس.
- دراسة الأمطار، وذلك باستخدام الأشعة الأقصر.
- التفريق بين أنواع النباتات.
- استكشاف ما تحت سطح الأرض، وذلك باستخدام الموجات الأطول.

ب. الراديومتر:

يقيس الراديومتر كمية الطاقة في المشهد الذى يستشعره في نطاق الموجات الطويلة من الأشعة الكهرومغناطيسية. فهو بعكس الرادار حيث يعتمد على الأشعة الطبيعية. لقد أثبت الراديومتر أهميته من الدراسات و التطبيقات المناخية والبحرية كما أنه مثل الرادار حساس لرطوبة التربة والجليد.

الاستخدامات:

- دراسة التغيرات الفصلية للجليد في القطب.
- دراسة الطقس والمناخ.



شكل (٢- ٨):عملية الاستشعار في نظام الرادار

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٣- ٢الوسائل الفضائية:

لقد تطور استخدام الوسائل الفضائية في الاستشعار عن بعد لدراسة الموارد الأرضية خلال العقدين الماضيين من مرحلة التطبيق العملي لحل كثير من المشكلات اليومية التي تواجه البشرية، بشكل لم يكن متوقعا أن يتم في هذه المدة الزمنية القصيرة.

ويتركز استخدام الوسائل الفضائية في ثلاثة مجالات رئيسة وهي:

- دراسة موارد سطح الأرض.
- دراسة ومراقبة الطقس والمناخ.
- الاستخدامات العسكرية.

والوسائل الفضائية التي تستشعر الموارد الأرضية يمكن أن تكون مأهولة أو غير مأهولة.

٢- ٣- ٢- ١ الوسائل الفضائية المأهولة:

وتشمل سفن الفضاء التي تحمل رجال الفضاء وأجهزة فوتوغرافية وتقوم بالتقاط صور ومناظر لسطح الأرض. وتتميز بكونها ذات مهام محددة وقصيرة جدا. ويتم تفسير صور ومناظر الوسائل الفضائية المأهولة باستخدام وسائل التفسير الفوتوغرافية.

٢- ٣- ٢- ٢ الوسائل الفضائية غير المأهولة:

تحمل الوسائل الفضائية غير المأهولة أربع مجموعات من أجهزة الاستشعار: المجموعة الأولى والثانية تتكونان من أجهزة استشعار تسجل الموجات المرئية و القريبة من المرئية، والمجموعة الثالثة تتكون من أجهزة استشعار تسجل الموجات الحرارية في الأشعة دون الحمراء، والمجموعة الرابعة تتكون من أجهزة تسجل أشعة المايكروويف. وهنا نشير إلى أن الوسائل الفضائية التي تستشعر أحوال الطقس والمناخ جميعها غير مأهولة وتحمل أجهزة استشعار ذات دقة مكانية منخفضة ولها دورة قصيرة جدا قد تصل إلى أقل من يوم. ومن الوسائل الفضائية غير المأهولة المستخدمة حاليا وبكثرة هي الأقمار الصناعية التي تدور في مدارات محددة وبشكل منتظم، وسوف نتطرق إن شاء اللّه لأهم الأقمار الصناعية الحالية بشيء من التفصيل خلال هذه الوحدة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٤ بعض مصطلحات الأقمار الصناعية:

قبل أن نذكر الأقمار الاصطناعية ونتكلم عنها لا بد أن نعرف بعض المصطلحات المستخدمة في وصف هذه الأقمار.

٢- ٤- ١ الدقة التمييزية (Resolution):

الدقة التمييزية (أو قدرة التمييز) عبارة تعني قدرة النظام البصري لجهاز التحسس على التمييز بين الأجسام المتشابهة بعدياً أو طيفيا ، وعلى ضوء ذلك هنالك أربعة أنواع من الدقة التمييزية ، وهي:

١. الدقة التمييزية الطيفية (Spectral Resolution):

وهي تعني مدى وعدد أطوال الموجات في الطيف الكهرومغناطيسي التي يمكن لجهاز للاستشعار عن بعد أن يتحسسها. كمثال فإن الدقة التمييزية للفلم البانكروماتي (أبيض وأسود) تقع في المدى ٠,٤ إلى ٠,٧ مايكرو متر حيث يسجل جهاز التحسس كل الضوء المنعكس بواسطة الأجسام.

٢. الدقة التمييزية المكانية (Spatial Resolution):

وهي أصغر مسافة على الأرض يمكن الاستشعار عن بعد أن يميز بها جسمين متجاورين، وتسمى أيضا بالتحليل المكاني. فمثلا جهاز الاستشعار الموجود في القمر الصناعي(IKONOS) يمكن أن يميز الأجسام على الأرض على مسافة ١ متر، وهذا الرقم هو نفسه البعد المربع للمسقط الآني لمجال رؤية جهاز الاستشعار(شكل ٢- ٩ و ٢- ١٠).

٣. الدقة التمييزية الإشعاعية (Radiometric Resolution):

وهي مقياس لحساسية الكاشف للاختلافات التي تحدث في قوة الإشارة الكهرومغناطيسية أثناء تسجيلها للأشعة المنعكسة من الأرض. فمثلا جهاز الاستشعار متعدد الأطياف في القمر لاندسات٥ يمكنه تسجيل الأشعة المنعكسة في ٦ بت (٦ bit)، أي في $٢^{٦}=٦٤$ مستوى من تدرج الرمادي (Gray Scale)(الشكل ٢- ١١).

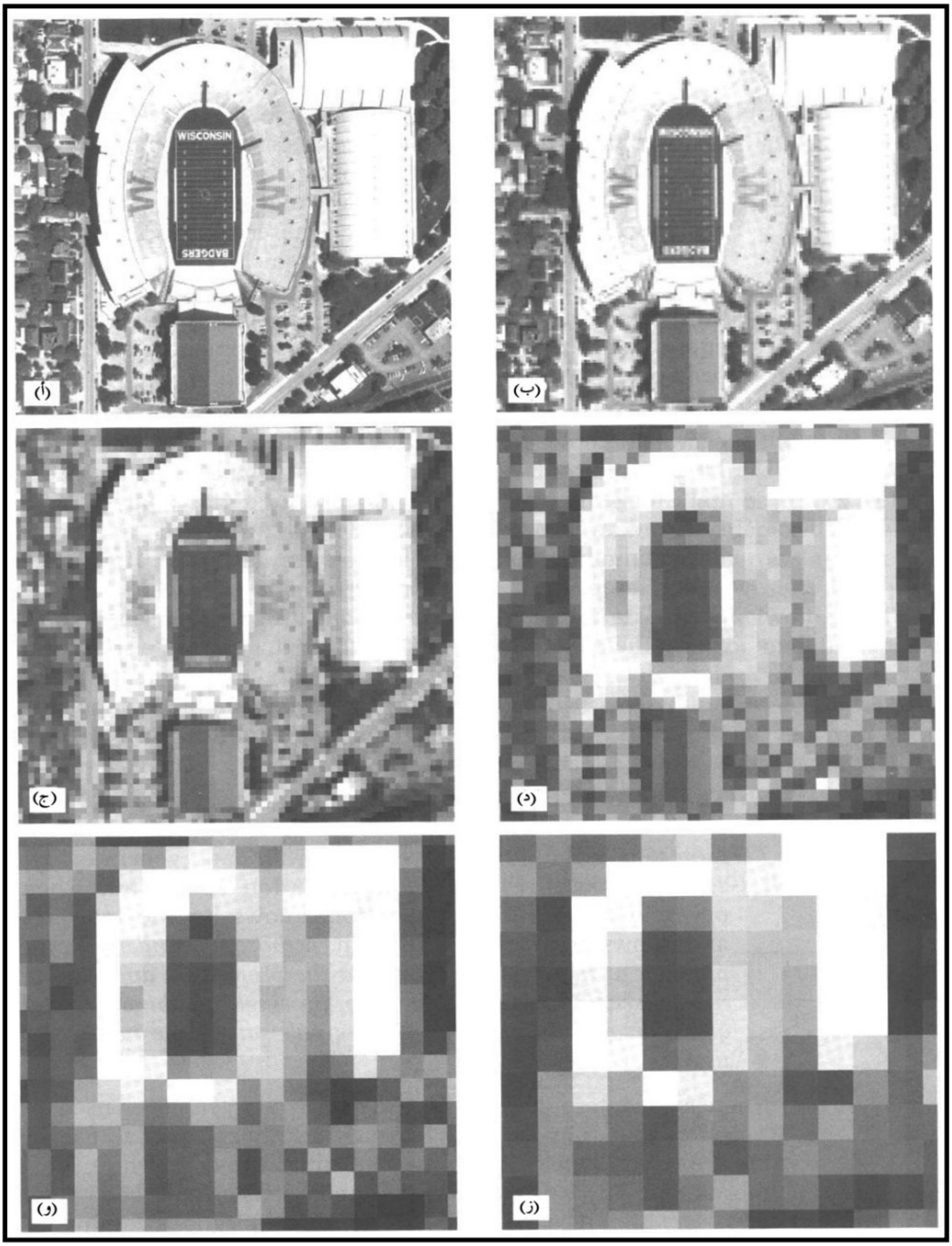
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤. الدقة التمييزية الزمنية(Temporal Resolution):

هي تعني المدة الزمنية التي يأخذها جهاز التحسس ليغطي نفس المنطقة، وهي ذات أهمية كبيرة في مراقبة التغيرات الفيزيائية التي تحدث لمنطقة معينة في فترات زمنية متتالية مثل التدهور البيئي، ورصد الكوارث. كمثال على ذلك القمر الصناعي لاندسات٥ يمكن أن يصور نفس المكان بعد ١٦ يوم من التصوير الأول.

شكل (٢- ٩): الفرق بين المعلومات المستفادة من الصور ذات الدقة العالية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



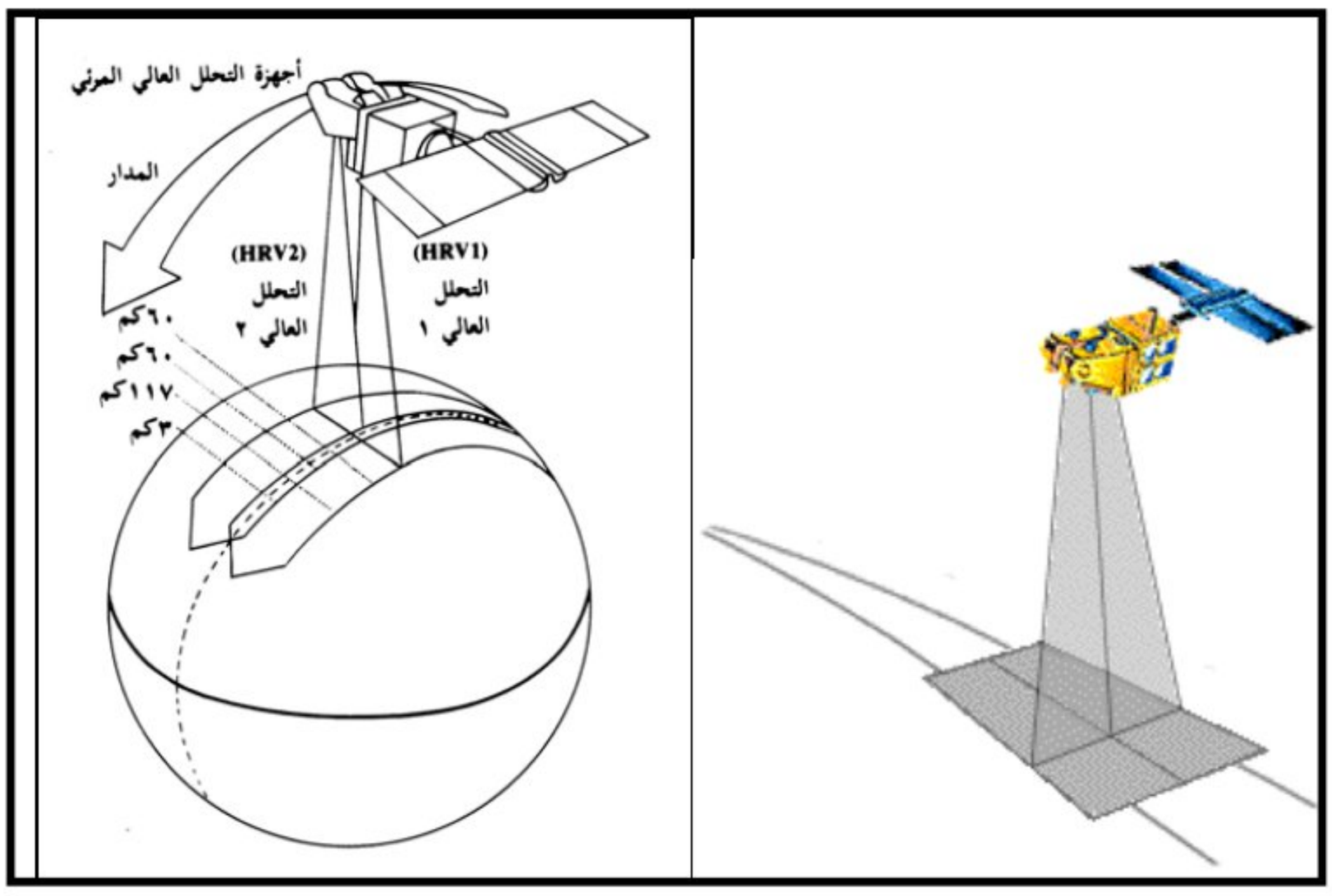
شكل (٢- ١٠): صورة لأستاذ رياضي بدقة تمييزية مكانية
(أ)١متر، (ب)٢,٥متر، (ج)٥متر، (د)١٠متر، (و)٢٠متر، (ز)٣٠متر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (٢- ١١): الدقة التمييزية الإشعاعية تعني كم مستوى من تدرج الرمادي (Gray Scale).

٢- ٤- ٢ التغطية المكانية:

مساحة التغطية الممكنة التي يغطيها المنظر الواحد. مثلا في القمر الصناعي(IKONOS 13×13) كيلومتر في المنظر الواحد. وهذه الميزة تؤثر بشكل كبير في حساب التكلفة المادية (الشكل٢- ١٢)،



شكل (٢- ١٢): التغطية المكانية للقمر الفرنسي SPOT

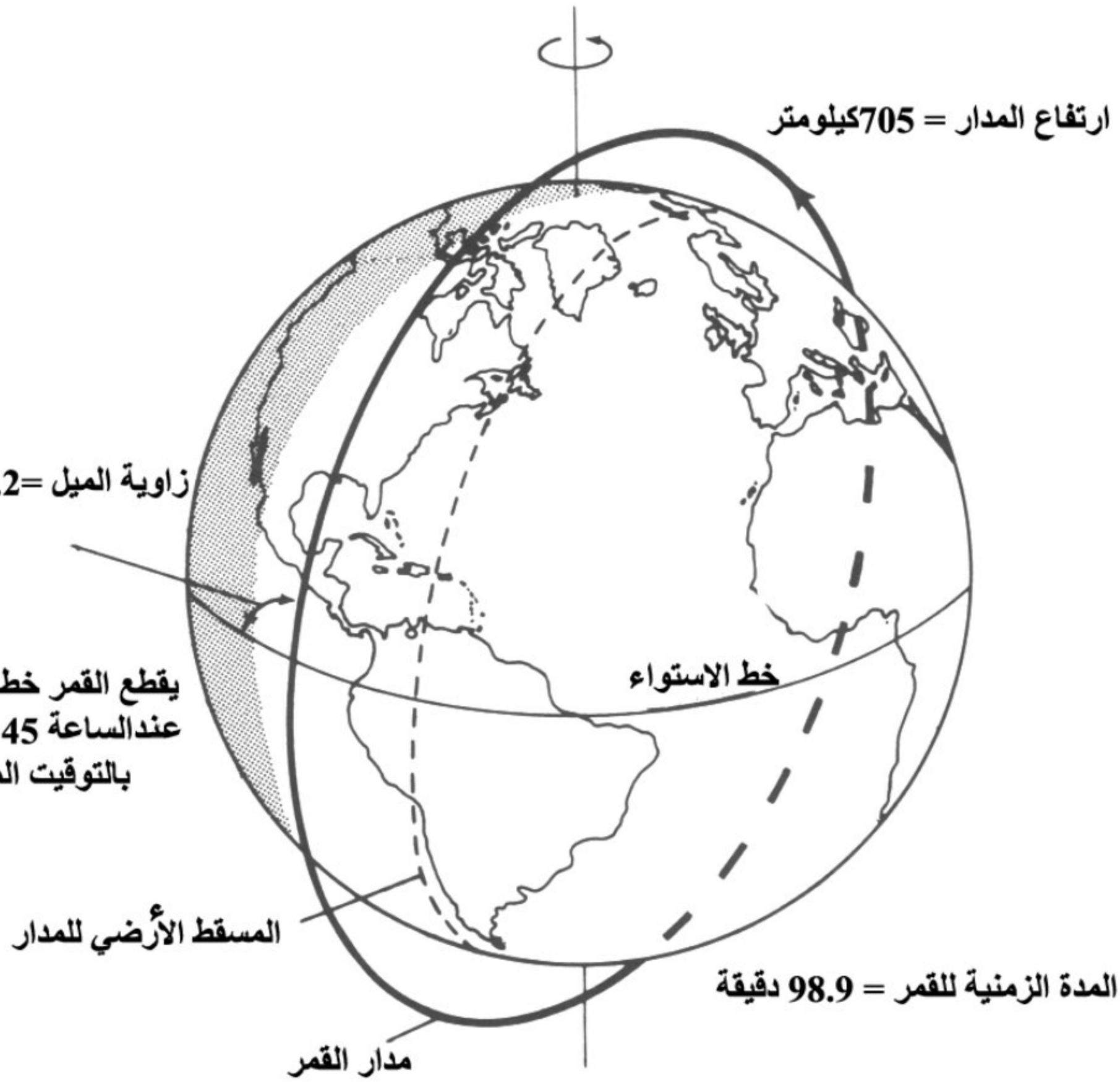
مساران كل مسار ٦٠ كيلو متر بتداخل ٣ كيلومتر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٤- ٣ مدارات الأقمار الصناعية:

تدور الأقمار الصناعية حول الكرة الأرضية في مدارات ثابتة ومحسوبة بدقة، وتكون هذه المدارات متزامنة مع الشمس لتتمكن من التصوير المرئي باستخدام أشعة الشمس المنعكسة من الأجسام (حسب نوع القمر)، ويمكن تحديد هذه المدارات بأربع معلومات (الشكل ٢- ١٣) وهي:

١. ميل المدار عن خط الاستواء بزاوية تسمى زاوية الميل (Inclination).
٢. ارتفاع المدار عن سطح الأرض ويسمى (Altitude).
٣. المدة الزمنية لإكمال الدورة الكاملة على الأرض وتسمى (Period) أو (Orbit Time).
٤. وقت عبور خط الاستواء (Equatorial Crossing Time).



شكل (٢- ١٣): مثال على عناصر المدار للقمر الصناعي لاندسات ٧.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٤- ٤ صحة الضبط (Accuracy):

درجة الاقتراب من القيمة الحقيقية (True or Exact Value) هو ما يطلق عليها الضبط. فمثلا صورة القمر الصناعي لاندسات ٧، صحة الضبط فيها ٢٥٠ متر بدون استخدام التصحيح الهندسي. وهذا يعني أن أي معلم موجود على هذه الصورة يقع في دائرة نصف قطرها ٢٥٠ متر من الموقع الفعلي لنفس المعلم. ولذا فإن معرفة صحة الضبط لأي صورة مفيد جدا ومهم للاستفادة من المعلومات التي تحتويها. وسوف نتعلم بإذن الله كيف نصحح أو نزيل هذا الخطأ في الوحدة الثالثة.

٢- ٥ الأقمار الصناعية (Satellite):

تعتبر الأقمار الصناعية هي الوسيلة الأكثر استخداما في علم الاستشعار عن بعد هذه الأيام، وذلك يرجع لعدة أسباب من أهمها:

١- توفير معلومات لمعظم أجزاء الأرض.
٢- عدم وجود قيود سياسية.
٣- الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول على بيانات مقارنة بالوسائل الجوية.
٤- التكرار الزمني لاستشعار أي منطقة على سطح الأرض.
٥- إمكانية الحصول على المعلومات مباشرة أثناء التصوير.
٦- إمكانية الحصول على المعلومات على شكل صور رقمية مباشرة.

ويمكن تصنيف الأقمار الصناعية من حيث الدقة التمييزية المكانية إلى ثلاثة أقسام هي:

١. **أقمار ذات دقة مكانية عالية،** وأكثر استخداماتها في التخطيط الحضري أو عمليات التجسس أو الأهداف العسكرية، مثل قمر QuickBird بدقة بعدية ٦١ سم.
٢. **أقمار ذات دقة مكانية متوسطة،** وأكثر استخداماتها في التطبيقات البيئية، الريفية والزراعية، و التخطيط الإقليمي، مثل قمر Landsat-7 بدقة مكانية ٣٠ متر.
٣. **أقمار ذات دقة مكانية منخفضة،** وأكثر استخداماتها في رصد الأحوال الجوية وتطبيقات الطقس، مثل قمر NOAA-17 بدقة مكانية ١ كيلومتر.

و لا يمكننا حصر الكم الهائل من التطور الملحوظ و المتسارع في هذه التقنية، لذلك سوف نتطرق إلى قمرين من كل قسم، ثم نورد جدولاً عاماً فيه بعض الأقمار الحالية والمستقبلية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٥- ١ القمر الصناعي أيكونس (IKONOS) والقمر الصناعي كويك بيرد (Quick Bird):

وهذان القمران من الأقمار عالية الدقة ويمتازان بأنهما أكثر الأقمار التجارية رواجا، ودقة المكانية العالية التي تصل إلى ١ متر في IKONOS و ٦٠سم في QUICKBIRD، وسعرهما المناسب، وكما ذكرنا فإنه أكثر ما تستخدم منتجات هذين القمرين في التطبيقات الحضرية والعسكرية وفيما يلي جدول يوضح أهم خصائصهما (جدول ٢- ٢).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جدول (٢- ٢): مواصفات القمرين (IKONOS – QUICKBIRD)

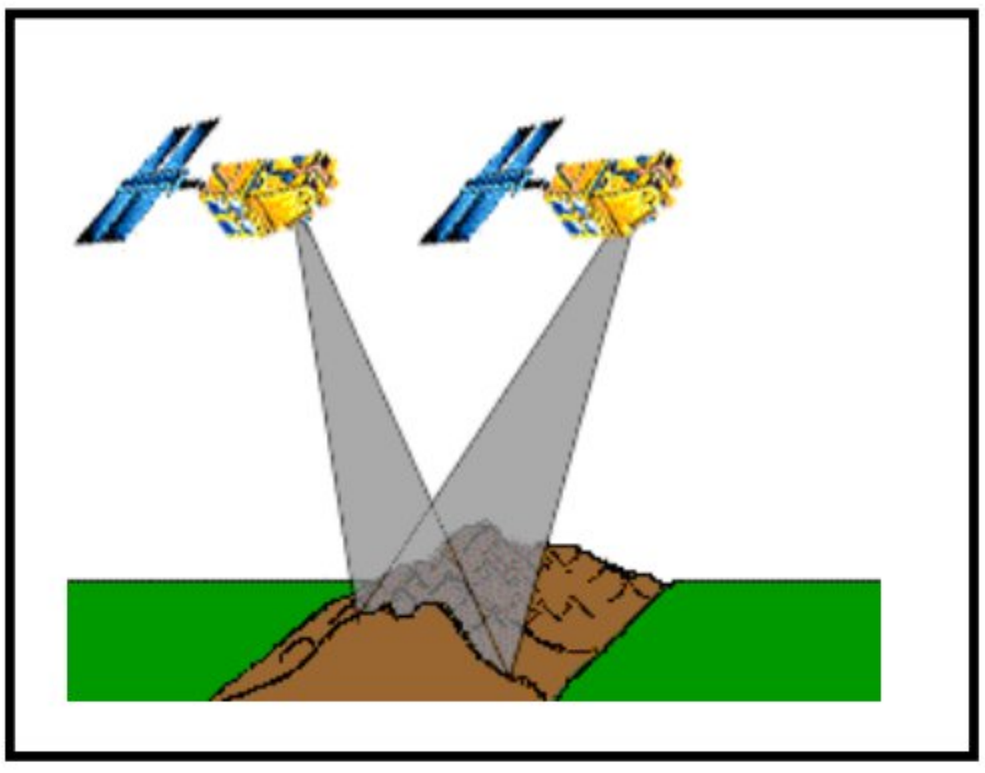
اسم القمر الصناعي	IKONOS	QUICKBIRD
شكل القمر	Ikonos 2	QuickBird 2
تاريخ الإطلاق	24 September 1999	October 18, 2001
الدقة التمييزية المكانية Spatial Resolution	**Nadir:** (عند مسار القمر) 0.82 m panchromatic 3.2 m Multispectral **26° Off-Nadir**: (بزاوية ٢٦ درجة عن مسار القمر 1.0 m panchromatic 4.0 m Multispectral	**Nadir:** (عند مسار القمر) 61 cm panchromatic 2.44 m Multispectral **25° Off-Nadir** بزاوية ٢٥ درجة عن مسار القمر) 72 cm panchromatic 2.88 m Multispectral
الدقة التمييزية الإشعاعية Radiometric Resolution	Panchromatic: µm ٠,٥٢٦ – ٠,٩٢٩ Multispectral: Band 1: Blue 0.445 – 0.516 µm Band 2: Green0.506 – 0.595 µm Band 3: Red 0.632 – 0.698 µm Band 4: Near IR 0.757 – 0.853 µm	Panchromatic: µm ٠,٤٥ – ٠,٩٠٠ Multispectral: Band 1: Blue 0.45 – 0.52 µm Band 2: Green 0.52 – 0.60 µm Band 3: Red 0.63 – 0.69 µm Band 4: Near IR 0.76 – 0.90 µm
التغطية المكانية Swath	11.3 kilometers at nadir 13.8 kilometers at 26° off-nadir	16.5 km x 16.5 km at nadir
صحة الضبط Accuracy	12-m horizontal and 10-m vertical accuracy with no ground control 2-m horizontal and 3-m vertical accuracy with ground control These are specified as 90% CE (circular error) for the horizontal and 90% LE (linear error) for the vertical	23-meter horizontal (CE90%)
الارتفاع عن سطح الأرض Altitude	681 kilometers	kilometers ٤٥٠
زاوية الميل Inclination	98.1 degrees	97.2 degree
وقت عبور خط الاستواء	10:30 a.m.	10:30 a.m.
الدقة التمييزية الزمنية Temporal Resolution	3 days at 1-meter resolution, 40° latitude	1-3.5 days depending on latitude (30°off-nadir)
Orbit time	98 minutes	93.5 minutes
نوع المدار	Sun-synchronous	Sun-synchronous
الدقة التمييزية الإشعاعية Radiometric Resolution	11-bits per pixel = 2^{11} = 2048 level	bits per pixel = 2^{11} = 2048 level -١١

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٥- ٢ القمر الصناعي Landsat-7 والقمر الصناعي SOPT-5:

إن سلسلة الأقمار الأمريكية والفرنسية من أوائل الأقمار الصناعية في علم الاستشعار عن بعد، وكما ذكرنا سابقا أن أكثر استخداماتها في التطبيقات الريفية والدراسات البيئية حيث الدقة المتوسطة المتراوحة بين ٣٠ متر إلى ٥ متر في القمر الفرنسي SPOT-5. والجدير بالذكر أن صور القمر الصناعي Landsat مناسبة للداراسات التي تتطلب صور تاريخ قديم للمقارنة، وذلك لتوفرها بكثرة ولجميع الكرة الأرضية تقريبا.

و من ميزات القمر الفرنسي المرآة المتحركة التي يمكن أن تميل إلى الشرق أو الغرب وبشكل تدريجي بزاوية من صفر – ٢٧ درجة، وبذلك تسمح بمسح منطقة بعرض ٩٥٠ كم مركزها مسار القمر الصناعي. وهذه المرآة تسمح باستشعار أي مكان على خط الاستواء ٧ مرات خلال ٢٦ يوما التي يغطي فيها القمر الصناعي سطح الأرض، وعلى خط عرض ٤٥ درجة تستشعر المنطقة ١١ مرة خلال نفس الفترة. وبفضل هذه الميزة يمكن تكوين الرؤية المجسمة باستخدام منظرين لنفس المنطقة(شكل٢- ١٤)، على أن تكون مسجلة في مدارين مختلفين، وأن تكون زوايا الاستشعار مختلفة. وفي الجدول (٢- ٣) نلخص أهم مواصفات هذين القمرين.



شكل (٢- ١٤): الرؤية المجسمة بفضل المرآة المتحركة في القمر الفرنسي SPOT

٢- ٥- ٣ القمر الصناعي NOAA:

وهذا القمر يستخدم في رصد الأحوال الجوية ومراقبة الفيضانات، ورسم مخططات درجة حرارة المياه، ومخططات غطاء الثلوج، ومخططات الزراعة، والتطبيقات الجيولوجية، ودراسة أنواع التربة. ولذلك نلاحظ أن الدقة التمييزية المكانية كبيرة وهي تقريبا ١ كيلو متر، ويغطي مساحات كبيرة في المنظر الواحد.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٥- ٤ الأقمار الصناعية المستقبلية:

ولأهمية هذا العلم نجد أن الدول تسعى إلى تطوير وامتلاك هذه الأقمار التي كما ذكرنا سابقا هي أهم مصادره. وفي الجدول (٢- ٤) نذكر بعض الأقمار الحالية والمستقبلية بشكل مختصر.

جدول (٢- ٣): مواصفات القمرين (SPOT-5 – Landsat-7)

SPOT-5	Landsat-7	أسم القمر الصناعي
		شكل القمر
	April 15, 1999	تاريخ الإطلاق
Panchromatic 2.5 m or 5m B1-B3: 10m B4: 20 m	m for Panchromatic ١٥ m for multispectral ٣٠ m for thermal ٦٠	الدقة التمييزية المكانية **Spatial Resolution**
Panchromatic: µm ٠٧١ – ٠,٤٨ Multispectral: B1: Green 0.50 – 0.59 µm B2: Red 0.61 – 0.68 µm B3: Near IR 0.78 – 0.89 µm B4: MIR 1.58-1.75 µm	Panchromatic: µm ٠,٩٠ – ٠,٥٠ Multispectral: Band 1: Blue 0.45 – 0.515 µm Band 2: Green 0.525 – 0.605 µm Band 3: Red 0.63 – 0.69 µm Band 4: Near IR 0.775 – 0.90 µm Band 5: Mid IR 1.55-1.75 µm Band 6: Thermal IR 10.4-12.5 µm Band 7: Mid IR 2.09-2.35 µm	**Radiometric Resolution** الدقة التمييزية الإشعاعية
120 km (60km x 2) x 80 km	185 km x 170 km	**Swath** التغطية المكانية
m with no ground control ٥٠	250 m horizontal accuracy with no ground control m horizontal accuracy with ground ١٥ control These are specified as 90% CE (circular error) for the horizontal	صحة الضبط **Accuracy**
km ٨٣٢	705 kilometers	**Altitude**الارتفاع عن سطح الأرض
98 degrees	98.2 degrees	**Inclination** زاوية الميل
10.30 a.m.	9:45 a.m.	وقت عبور خط الاستواء
26 days	16 days	الدقة التمييزية الزمنية **Temporal Resolution**
101 minutes	98.9 minutes	**Orbit time**
Sun-synchronous	Sun-synchronous	نوع المدار
bit = 2^8 = 256 level ٨		الدقة التمييزية الإشعاعية **Radiometric Resolution**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جدول (٢- ٤): مواصفات بعض الأقمار الحالية والمستقبلية

LAUNCH Date تاريخ الإطلاق	SATELLITE Name أسم القمر	COUNTRY الدولة	الدقة التمييزية المكانية Spatial Resolution		التغطية المكانية Swath
			PAN RES. M	MS RES. M	
03/01/1984	Landsat 5	US	30	185	
01/22/1990	SPOT-2	France	10	20	120
09/29/1997	IRS 1D	India	6	23	70, 142
03/24/1998	SPOT-4	France	10	20	120
04/15/1999	Landsat 7	US	15	30	185
09/24/1999	IKONOS-2	US	1	4	11
12/20/1999	KOMPSAT-1	Korea	6.6	17	
12/05/2000	EROS A1	Israel	1.8	14	
06/28/2000	Tsinghua-1 (SSTL)	China	39	600	
12/07/2000	EO-1	US	10	30	37
03/12/2000	MTI	US	5, 20	12	
10/18/2001	QuickBird-2	US	0.6	2.5	16
10/22/2001	Proba	ESA	8	18, 36	14
05/04/2002	SPOT-5	France	2.5	10	120
06/26/2003	OrbView 3	US	1	4	8
09/27/2003	DMC BilSat (SSTL)	Turkey	12	26	52
09/27/2003	DMC NigeriaSat-1 (SSTL)	Nigeria	32	600	
09/27/2003	DMC UK (SSTL)	UK	32	600	
10/17/2003	IRS ResourceSat-1	India	6	6, 23	24, 140
10/21/2003	CBERS-2	China/Brazil	20	20	113
12/01/2004	DMC ThaiPhat (SSTL)	Thailand	36	600	
04/20/2004	RocSat2	Taiwan	2	8	24
06/30/2004	Resurs DK-#1	Russia	1	3	28
11/15/2004	KOMPSAT-2	Korea	1	4	15
12/15/2004	MONITOR-E #1	Russia	8	20	94, 160
12/15/2004	SICH-1M #1	Russia	24	24	48
03/01/2005	DMC China DMC	China	4	32	600
03/01/2005	TopSat (SSTL)	UK	2.5	5	10, 15
05/01/2005	DMC VinSat-1	Vietnam	32	600	
06/01/2005	ALOS	Japan	2.5	10	35, 70
03/01/2006	EROS B	Israel	0.7	7	
01/15/2006	CBERS-2B	China/Brazil	20	20	113
01/15/2006	IRS ResourceSat-2	India	6	6, 23	24, 140
01/15/2006	X-Sat	Singapore	10	50	
06/01/2007	RapidEye-A	Germany	6.5	78	
06/01/2007	RapidEye-B	Germany	6.5	78	
03/01/2008	EROS C	Israel	0.7	2.5	16
05/01/2008	CBERS-3	China/Brazil	5	20	60, 120
07/01/2008	Pleiades-1	France	0.7	2.8	20
06/30/2008	LDCM	US	10	30	177
07/01/2009	Pleiades-2	France	0.7	2.8	20
06/01/2010	CBERS-4	China/Brazil	5	20	60, 120

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الاستشعار عن بعد

تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد

تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد

٣

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد

الجدارة:

أن يتعرف المتدرب على المبادئ الأساسية في تصحيح أخطاء وتشوهات ثم تحليل و تفسير صور الاستشعار عن بعد.

الأهداف:

بنهاية هذه الوحدة سيكون المتدرب قادراً على أن:

١. يحلل صور الاستشعار عن بعد.
٢. يفسر صور الاستشعار عن بعد.
٣. يصحح أخطاء وتشوهات الصور.

متطلبات الجدارة:

الإلمام بعناصر تفسير الصور.

مستوى الأداء:

أن يصل المتدرب إلى نسبة ١٠٠٪ في تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد.

الوقت المتوقع للتدريب:

١٦ ساعة.

الوسائل المساعدة:

١. صور فضائية وجوية.
٢. جهاز حاسب آلي لغرض عرض الصور وتصنيف المرئية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تحليل وتفسير الصور

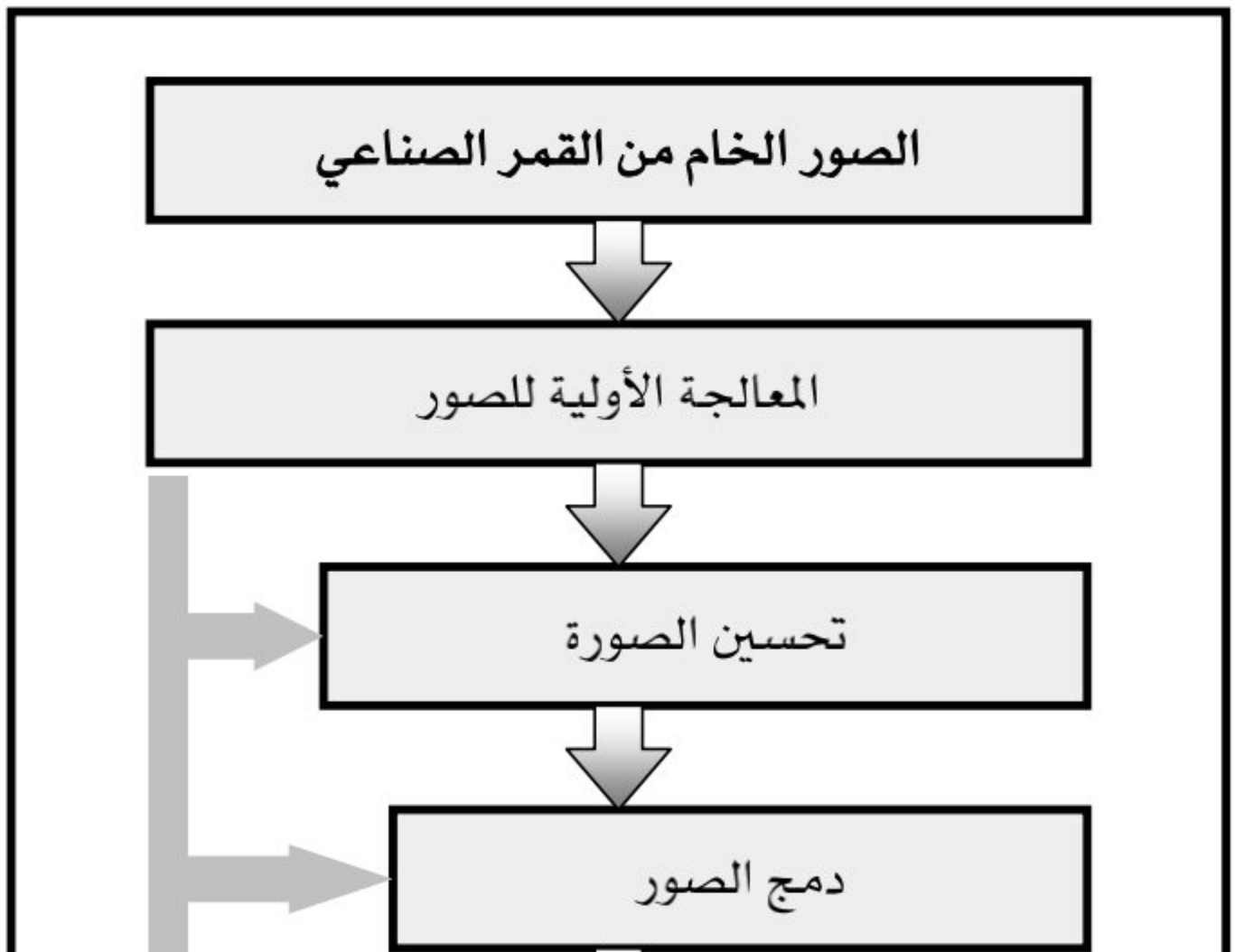
٣- ١ مقدمة :

تعتبر صور الأقمار الصناعية أهم وسائل الاستشعار عن بعد هذه الأيام، ولكن الصور هذه بحد ذاتها ليست سوى بيانات، لذلك يجب تحليلها وتفسيرها لاستخلاص المعلومات منها ، وبالتالي تتحول هذه المعلومات إلى معرفة يستخدمها صاحب القرار أو المستفيد النهائى منها.

٣- ٢ معالجة الصور:

قد تمر هذه الصور بمراحل أخرى قبل مرحلة التفسير والتحليل وذلك لزيادة المقدرة التفسيرية لها ، من هذه المراحل(شكل ٣- ١):

١. المعالجة الأولية للصور (Image Preprocessing).
٢. تحسين الصورة (Image Enhancement).
٣. دمج الصور (Image Merging and Image Mosaic).



شكل (٣- ١): مراحل تفسير الصور ومعالجتها.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- ٢- ١ المعالجة الأولية للصور(Image Preprocessing):

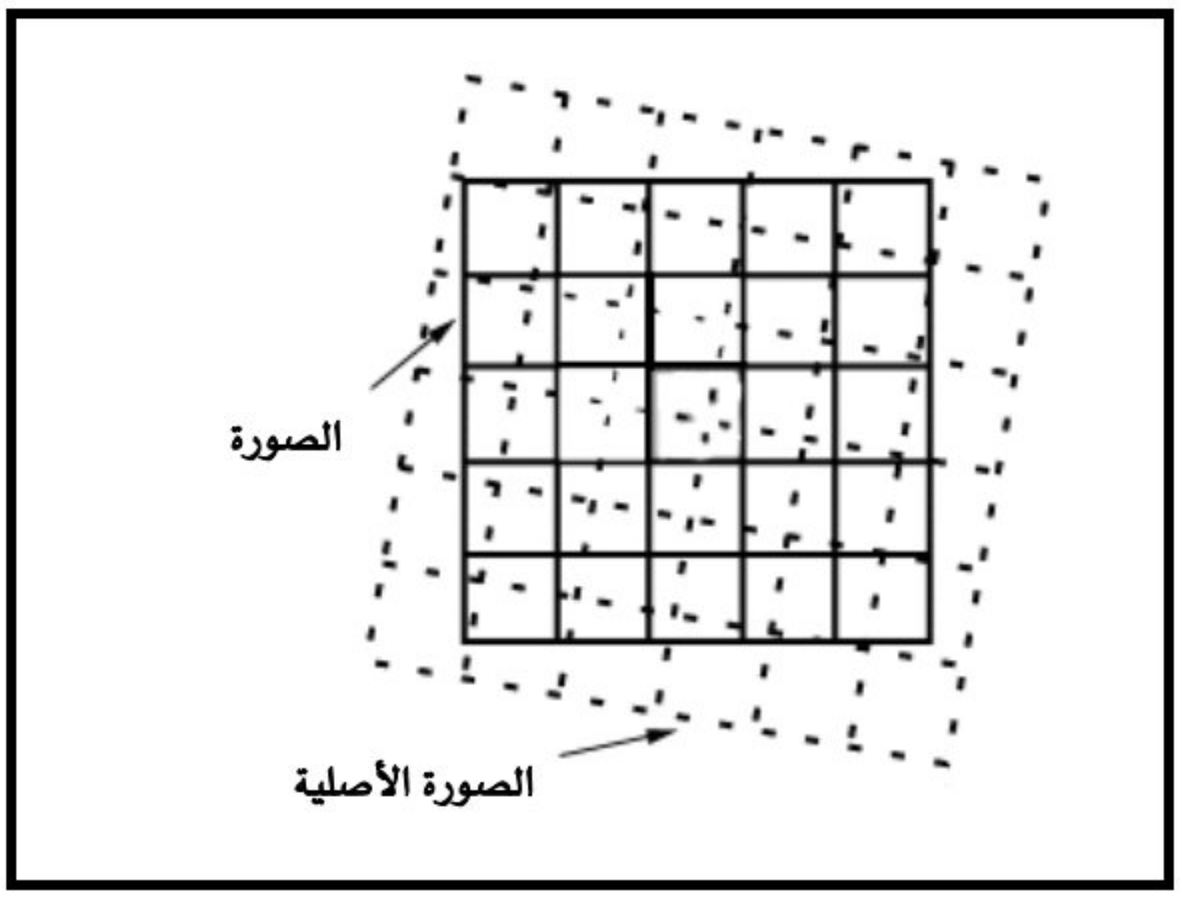
وتهدف هذه الإجراءات إلى تصحيح الصور المشوهة أو المتردية لإيجاد تمثيل أصدق للمشهد الأصلي. وتعتمد طبيعة هذه المعالجة اعتمادا كليا على خصائص المستشعر المستعمل في الحصول على هذه الصور الفضائية. وتتضمن عملية المعالجة هذه تصحيح التشوهات الهندسية وإزالة التشوهات الإشعاعية.

٣- ٢- ١- ١ التصحيح الهندسي (Geometric Correction):

تحتوي الصور الخام عادة على تشوهات هندسية بحيث لا يمكن أن نتخذ منها خرائط أو قياسات مباشرة. وتتراوح مصادر هذه التشوهات بين تغير ارتفاع منصة المستشعر، وسرعة القمر الصناعي، وبين بعض العوامل الأخرى مثل انحناء سطح الأرض، وانكسار الأشعة في الغلاف الجوي والإزاحة بفعل اختلاف التضاريس. والغرض من التصحيح الهندسي هو تصحيح هذه التشوهات التي تسببها هذه العوامل بحيث تجعل الصور المصححة موحدة هندسيا مع الخارطة.

ويتم إنجاز التصحيح الهندسي على مرحلتين. في المرحلة الأولى: تؤخذ التشوهات المنتظمة، مثل الناتجة عن انحراف المسح، وسرعة القمر، ودوران الأرض. وفي المرحلة الثانية تعالج التشوهات غير المنتظمة.

حيث يمكن تصحيح التشوهات المنتظمة بتطبيق صيغ رياضية يتم الحصول عليها بتحليل مصادر التشوهات رياضياً. أما التشوهات غير المنتظمة فيتم تصحيحها عن طريق ربط الصور الفضائية بنقاط تحكم أرضية كافية وموزعة توزيعا جيدا وفق معادلات الضبط المعروفة (شكل ٣- ٢).

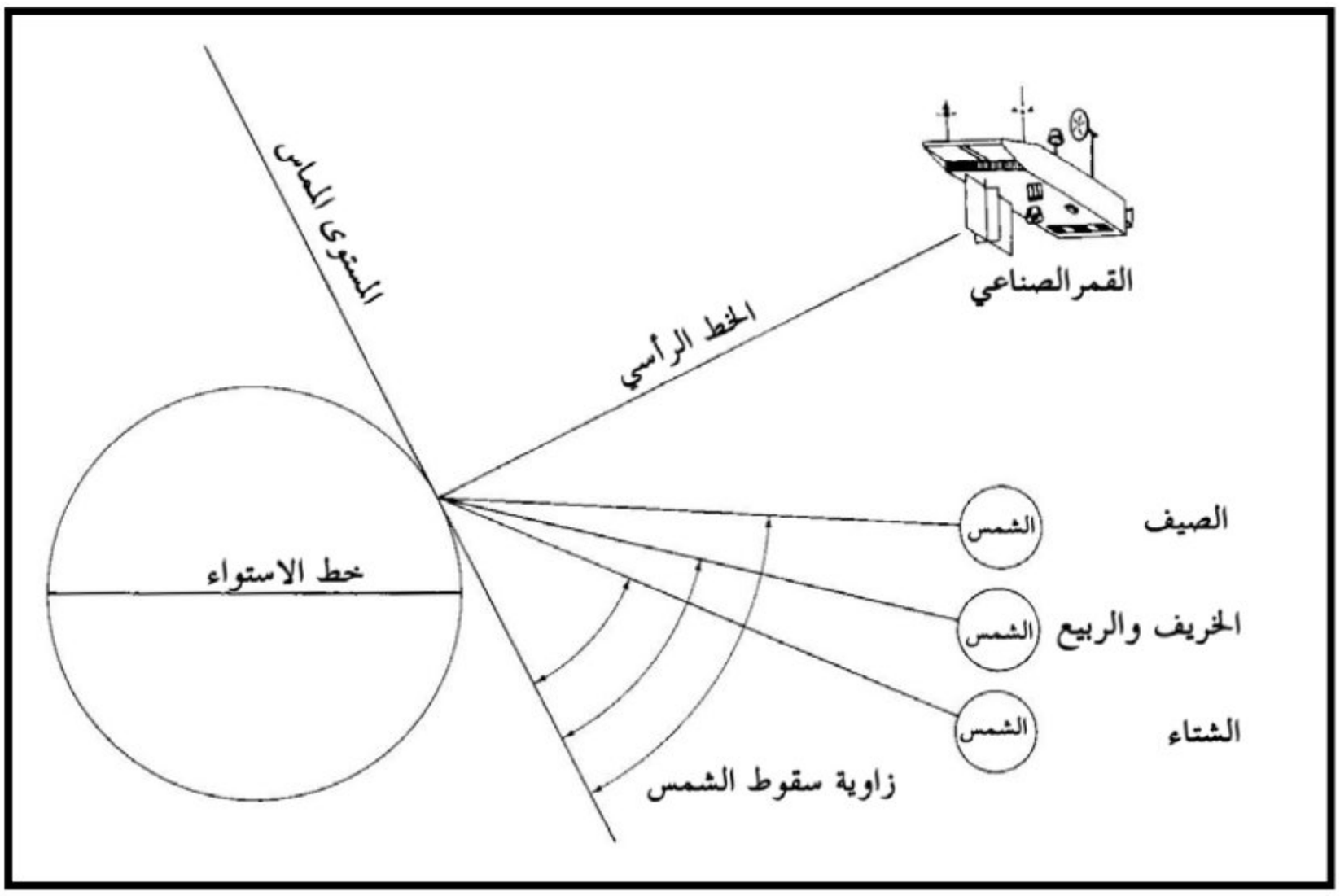


شكل (٣- ٢): تصحيح التشوهات الهندسية باستخدام نقاط التحكم الأرضية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- ٢- ١- ٢ إزالة التشوهات الإشعاعية (Radiometric Correction):

التشوهات الإشعاعية تنتج إما عن أخطاء استجابة أحد أجهزة الاستشعار أو تأثرات الغلاف الجوي، أو وضع الرؤية وخصائص المستشعر أو حتى 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 (شكل ٣- ٣).

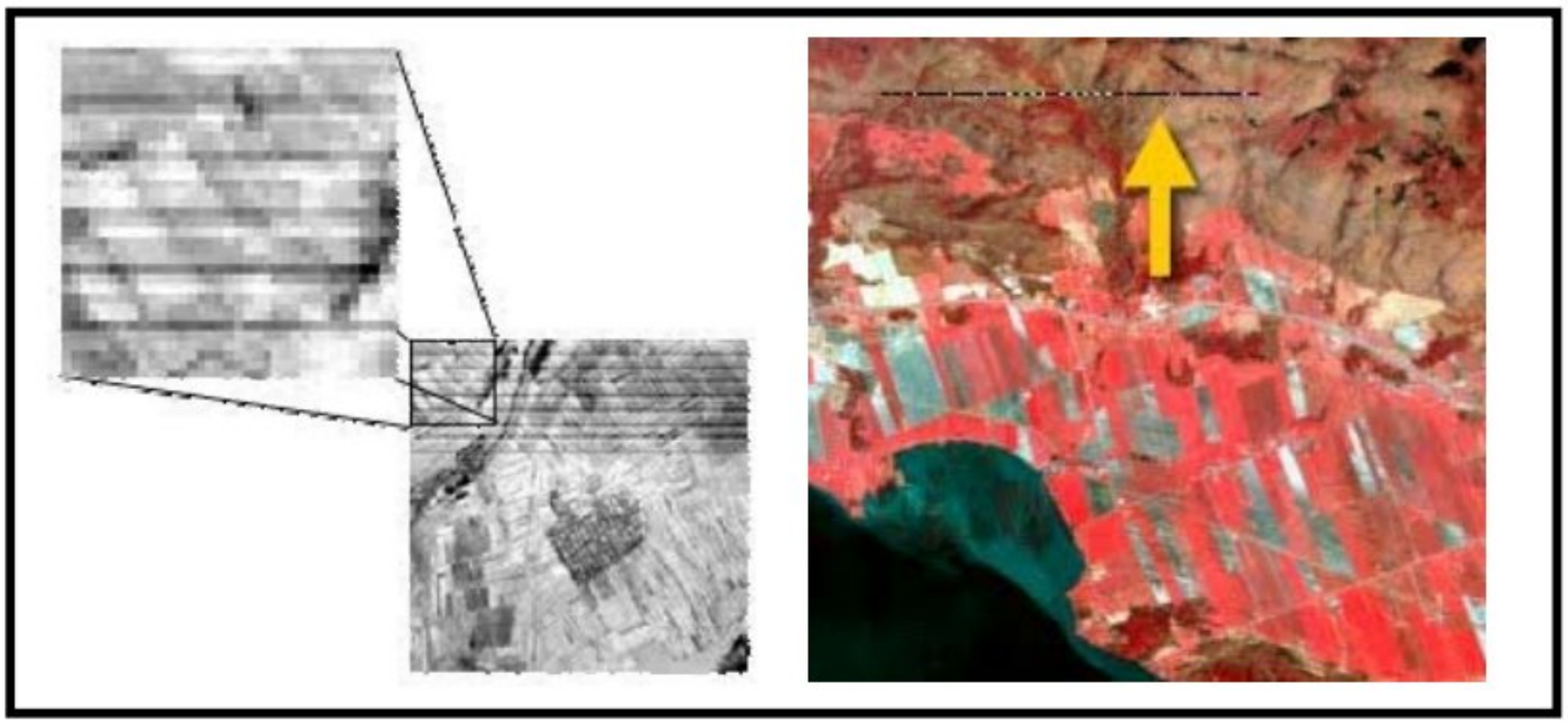


شكل(٣- ٣): اختلاف زاوية سقوط الشمس باختلاف فصول السنة.

٣- ٢- ١- ٣ إزالة الضجيج (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 سقوط الخطوط أو ظاهرة التخطيط (شكل ٣- ٤)، وتتم إزالة هذا النوع من الضجيج آليا عن طريق بعض البرامج المتوفرة التي بدورها تحسب المتوسط الحسابي بين السطور(الأعلى والأسفل مثلا) لإعادة المعلومات المفقودة، دون المساس بالسطور الأخرى.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

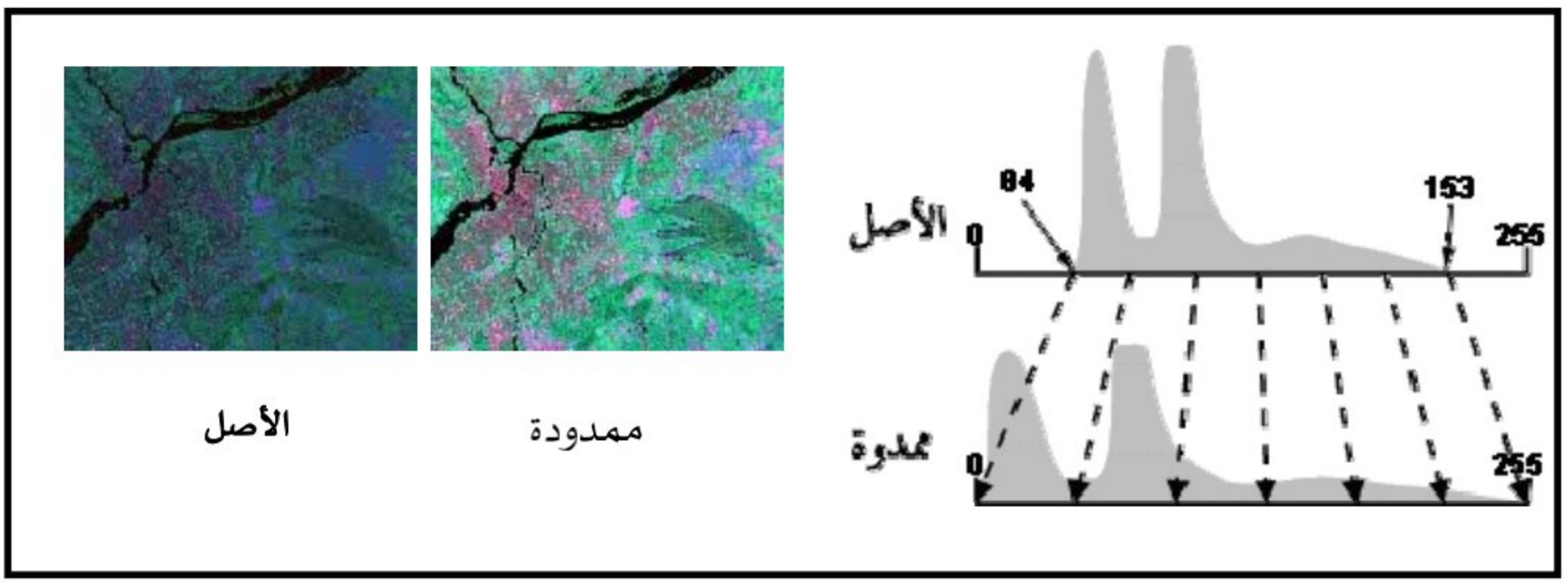


شكل (٣- ٤): ظاهرة سقوط الخطوط أو ظاهرة التخطيط.

٣- ٢- ٢ تحسين الصورة (Image Enhancement):

يهدف تحسين الصور إلى 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 خاصة يجب أن تسبق عملية التحسين.

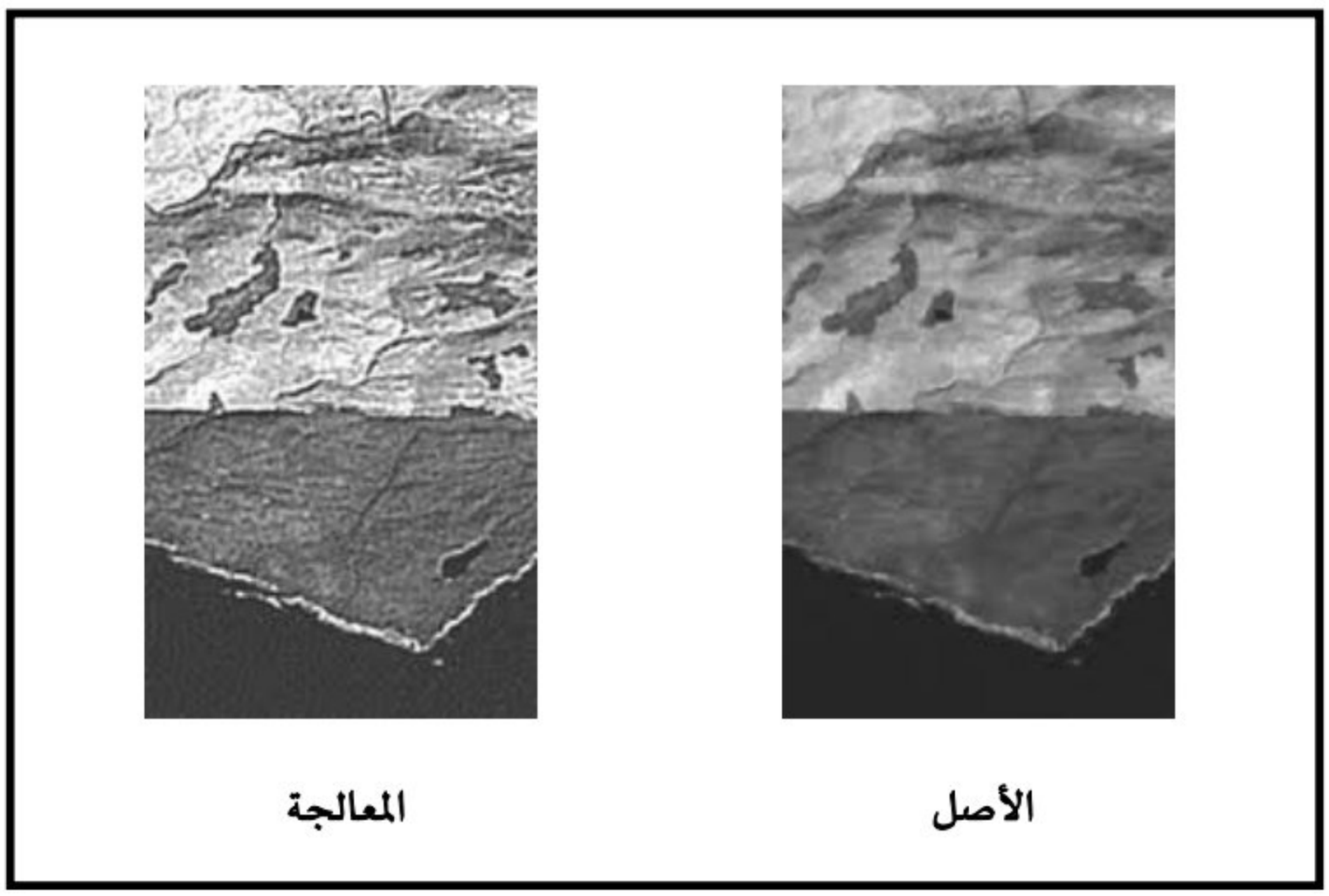
ومن العمليات المعروفة تحسين التباين(Contrast Enhancement)، وهذه العملية أصبحت سهلة جدا بفضل البرامج الحديثة وأجهزة الحاسب الحديثة، ويمكن تحسين التباين باستعمال طريقة ضبط مخطط توزيع التباين أو ما يعرف (Histogram Adjustment) (شكل ٣- ٥).



شكل (٣- ٥): تحسين التباين باستخدام مخطط توزيع التباين (Histogram).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وأيضا من عمليات التحسين ما يعرف بتحسين الحافة (Edge Enhancement)، والهدف من تحسين الحافة هو استخلاص معلومات من أطراف معالم معينة على الصورة وبذلك يمكن تبيان أشكال ودقائق المعالم مما يجعل تفسيرها وتحليلها أسهل (شكل ٣- ٦).

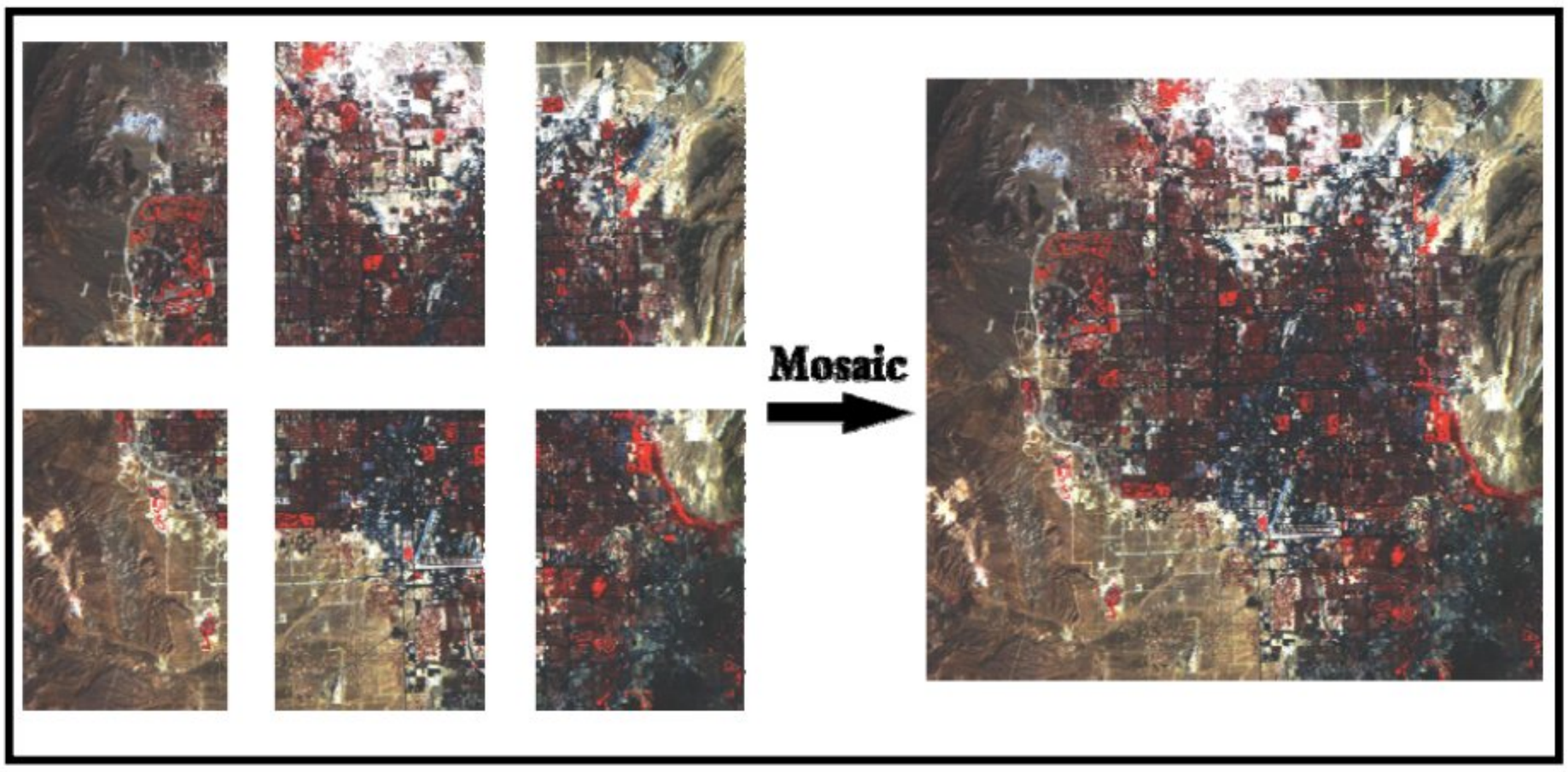


شكل (٣- ٦): تحسين الحواف وتأثيره على الصور.

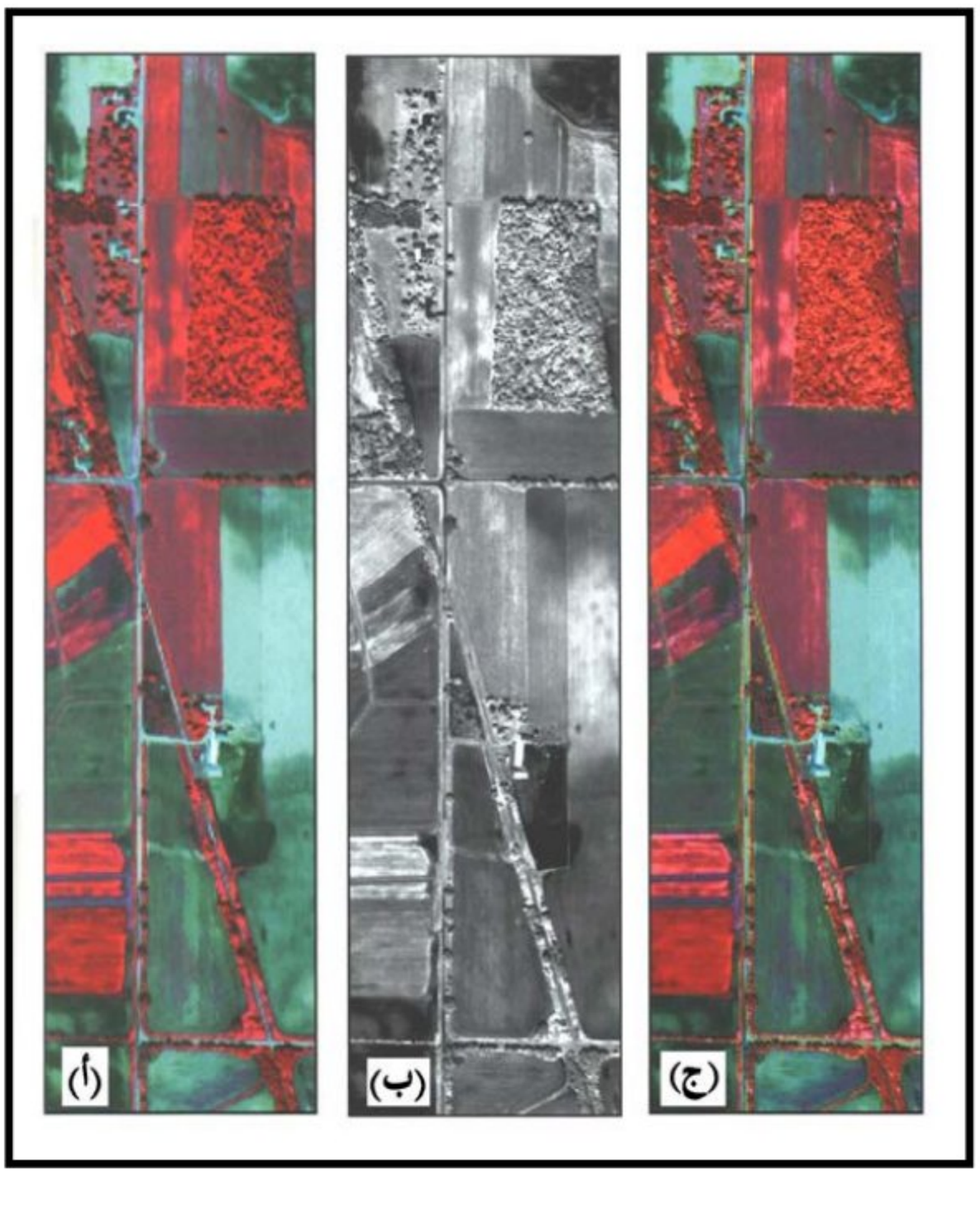
٣- ٢- ٣ دمج الصور (Image Merging and Image Mosaic):

وتستخدم هذه العملية لدمج صورة مع صورة مجاورة لها جغرافيا لتصبح صورة واحدة تغطي منطقة الدراسة وذلك لتسهيل عمل التحسينات الأخرى، فمثلا نفرض أننا بصدد دراسة التربة في منطقة الرياض وتوجد لدينا صور القمر الصناعي لاندسات ٧، و من المعلوم لدينا أن التغطية المكانية للقمر لاندسات٧ حوالي ١٨٥ كيلومتر في ١٧٥ كيلو متر، لذا يمكن دمج أكثر من منظر لتغطية منطقة الدراسة في صورة واحدة، وهو ما يعرف (Mosaic) (شكل ٣- ٧). أو يمكن إضافة مخرجات مستشعر (Band) مع الصورة الأصلية وذلك لإعطاء معلومات أكثر، مثلا إضافة مخرجات المستشعر الحراري في لاندسات مع النطاق المرئي لعمل دراسة ما. ويمكن دمج صورتين لتحسين الدقة التمييزية المكانية، مثلا يمكن دمج مخرجات المستشعر البانورماتكي ذي الدقة التمييزية المكانية ١ متر في القمر الصناعي أيكونوس إلى مخرجات المستشعر متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية ٤ متر، فينتج لنا مخرجات متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية ١ متر (شكل ٣- ٨).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (٣- ٧): دمج الصور المتجاورة لتكوين صورة واحدة (Mosaic).



شكل (٣- ٨): دمج الدقة التمييزية المكانية لصورة القمر الصناعي أيكونس (أ) متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية ٤متر، (ب) وماكروماتية ١ متر، (ج) ينتج لنا صورة متعددة الأطياف بدقة ١ متر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- ٣ تفسير وتحليل الصور:

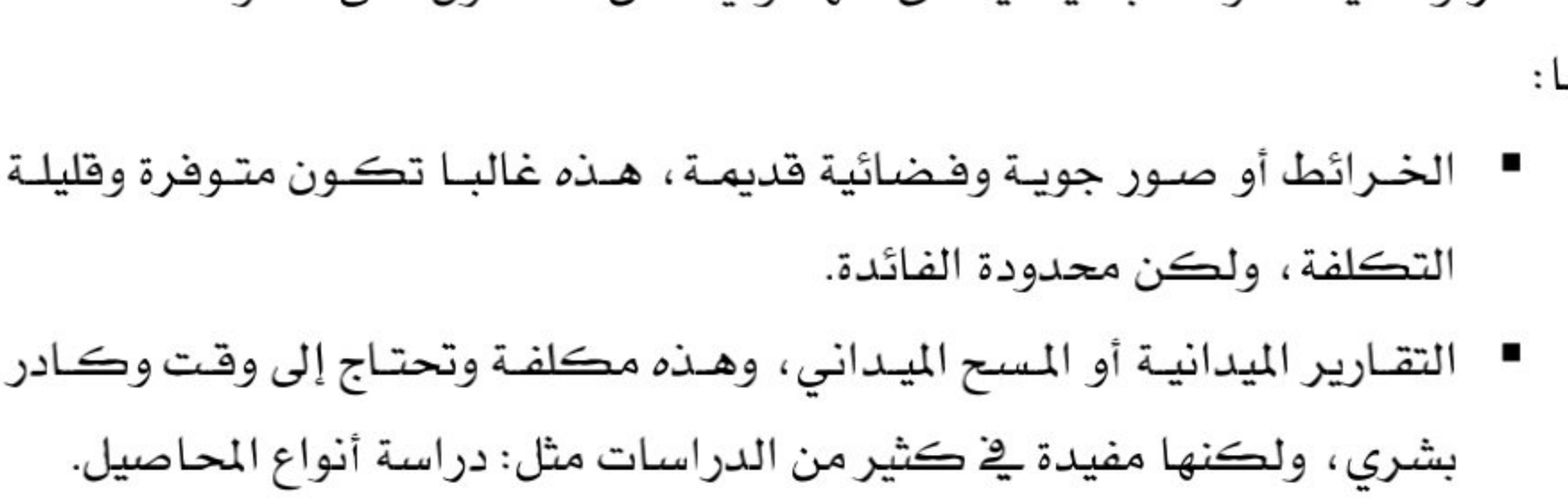
وبعد ما تم تعلمه من تصحيح وتحسين الصورة لا بد الآن أن تعلم كيف نستخلص المعلومات الموجودة في هذه الصورة، وهذا ما يعرف بتفسير وتحليل الصور. فتفسير وتحليل الصور فن و علم في آن واحد، كما يعرف هذا العلم بأنه عملية التعرف إلى الأشياء وتمييزها من خلال النمط الجغرافي الذي تتخذه في الصور وكذلك معرفة أهميتها. فهناك مبدأ يرى أن الصور ما هي إلا نماذج وصفية للواقع على الطبيعة. فالنجاح في تطبيق وسائل الاستشعار عن بعد لا يعتمد فقط على الخصائص الطبيعية للظواهر و نوع أجهزة الاستشعار المستخدمة، إنما يعتمد أيضا على مستوى التدريب والخبرة التي يكسبها مفسر الصور. فهذه الصور يمكن تفسيرها لأغراض متعددة أي حسب الموضوع الذي يرغب فيه المفسر.

ورغم التطور في الأجهزة الحديثة والبرامج المتخصصة في تحليل وتفسير الصور في الاستشعار عن بعد إلا أنه لا تزال الوسائل التقليدية أو اليدوية في كثير من الدراسات هي الوسيلة الأساسية أو مكملة لوسائل التحليل الآلي. ولذا سوف نقسم تفسير وتحليل الصور إلى قسمين هما: الوسائل اليدوية أو التقليدية، والوسائل الآلية (شكل٣- ٩).

و الوسائل المستخدمة لتفسير وتحليل الصور تعتمد على المعلومات المساعدة، التي بدورها تساعد المحلل أو المفسر وتعطيه معلومة مبدئية لينطلق منها. و يمكن الحصول على المعلومات المساعدة من عدة مصادر منها:

- الخرائط أو صور جوية وفضائية قديمة، هذه غالبا تكون متوفرة وقليلة التكلفة، ولكن محدودة الفائدة.
- التقارير الميدانية أو المسح الميداني، وهذه مكلفة وتحتاج إلى وقت وكادر بشري، ولكنها مفيدة في كثير من الدراسات مثل: دراسة أنواع المحاصيل.

وليست الفائدة من المعلومات المساعدة فقط في تحسين و مساعدة المحلل والمفسر، ولكن ممكن أن تستخدم أيضا في معايرة المستشعر أو التدقيق على مخرجات التحليل.



شكل (٣- ٩): أقسام تحليل وتفسير الصور.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- ٣- ١ التحليل والتفسير اليدوي أو التقليدي:

يعتمد نجاح تفسير وتحليل الصور على عدة عوامل منها: مستوى التدريب والخبرة، ونوعية الصور والظواهر الموجودة فيها، وتوفر المعلومات المساعدة من عدمها، والغرض من عملية التفسير. إلا أن مستخدم الصور مهما كانت قدرته يلجأ كثيراً إلى استخدام عدد من الخصائص العامة للظواهر من أجل التعرف عليها ومن أهم هذه الخصائص:

١. الحجم (Size):

يقصد بالحجم أبعاد الظواهر الموجودة في الصور، فقد يفسر الكوخ الصغير وكأنه مخزن علف كبير إذا لم يؤخذ الحجم بالحسبان. وأيضا بمعرفة مقياس الصور يمكن قياس أبعاد الأجسام بسهولة ومن ثم حساب مساحتها، ومثال ذلك حساب مساحات المناطق الزراعية (شكل ٣- ١٠).

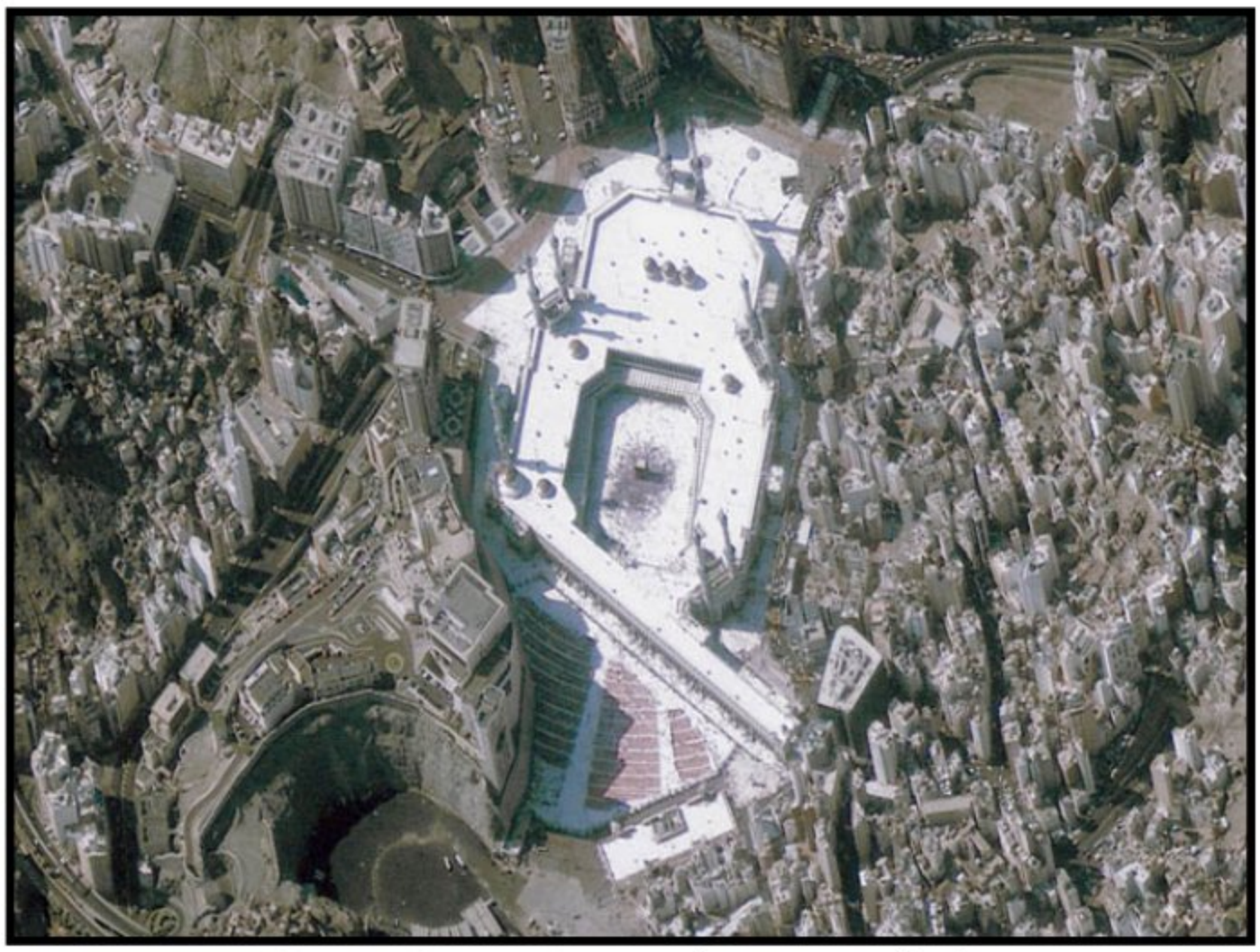
شكل (٣- ١٠): حجم المعلم يمكن أن يساعد في تفسير الصور، مخزن كبير على شكل كوخ.

٢. الشكل (Shape):

الشكل هو متغير نوعي يصنف الشكل الخارجي الأجسام والأشياء التي تظهر في الصورة، ولذلك يعتبر الشكل من الأسس الهامة التي تساعد على تمييز الظواهر ومعرفتها. . فبعض المباني لا يمكن التعرف على وظائفها إلا من شكلها، مثل الحرم المكي الشريف (شكل ٣- ١١) والحرم النبوي الشريف ومبنى وزارة الداخلية، وملاعب كرة القدم ذات الشكل البيضاوي التي يسهل تمييزها في جميع الصور، ومن الأمثلة العالمية أيضا مبنى (البنتاغون) بشكله الخماسي المشهور والمميز (شكل ٣- ١٢). ومن أكثر الأشكال وضوحاً على الصور المطارات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نظراً للأشكال الهندسية المنتظمة التي تتخذها ممرات الهبوط والإقلاع ومواقف الطائرات والمباني المرتبطة بها وكبر المساحة التي تشغلها (شكل ٣- ١٣).



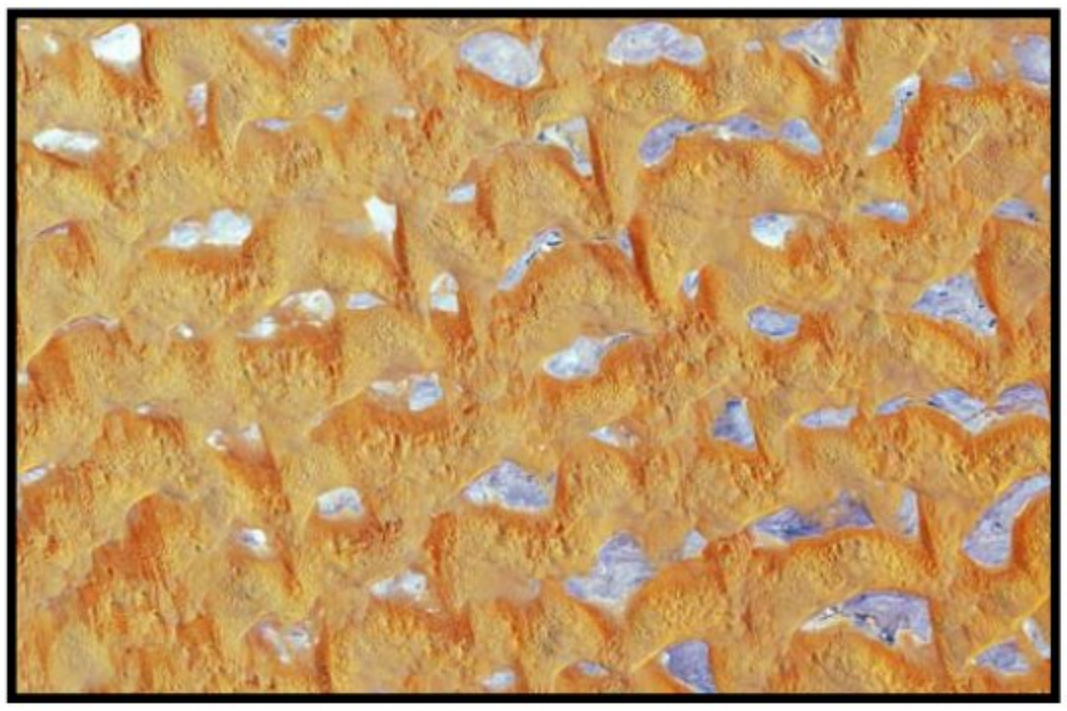
شكل (٣ - ١١) صورة للحرم المكي الشريف.

شكل (٣- ١٢): مبنى البنتاغون وشكله المميز الخماسي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (٣- ١٣): شكل المطارات من أكثر الأشكال وضوحا على الصور.

كذلك يمكن التفريق بين أشكال الظاهرات البشرية والظاهرات الطبيعية بسهولة لأن الظاهرات البشرية، مثل الحقول الزراعية والطرق والمباني السكنية غالباً ما تكون أكثر انتظاماً من الظاهرات الطبيعية، كالغابات والمناطق الجبلية (شكل ٣- ١٤ و شكل ٣- ١٥).



شكل (٣- ١٤): الظواهر الطبيعية (سهول رملية) أقل انتظام من الظواهر البشرية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (٣- ١٥): الظواهر البشرية أكثر انتظاما من الظواهر الطبيعية.

٣. درجة اللون (Tone):

تمثل درجة اللون في الصور مقدار الأشعة المنعكسة من سطح الأرض على جهاز الاستشعار. وتتراوح درجة اللون في صور أحادية المستشعر(Single Band) بين اللون الأسود ودرجات مختلفة من الرمادي (Gray Scale) واللون الأبيض. وعموما كلما زادت الأشعة المنعكسة من الأجسام فإنها تظهر في الصور بلون فاتح يقرب من اللون الأبيض. وتحدد طبيعة ولون مواد سطح الجسم مقدار الأشعة المنعكسة. ولذلك نجد أن الأراضي الجرداء (القاحلة) تظهر بلون فاتح، ويصبح اللون غامقا كلما تزايدت الرطوبة على السطح. هذا وتلعب زاوية سقوط أشعة الشمس على الأرض دورا أساسيا في تحديد درجات اللون في الصور. ويمكن القول بشكل عام بأن المسطحات المائية تظهر في الصور بلون داكن نسبيا (شكل ٣- ١٦).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (٣- ١٦): تدرج اللون في الأراضي القاحلة والرطبة يساعد في تفسير الصور.

٤. النمط (Pattern):

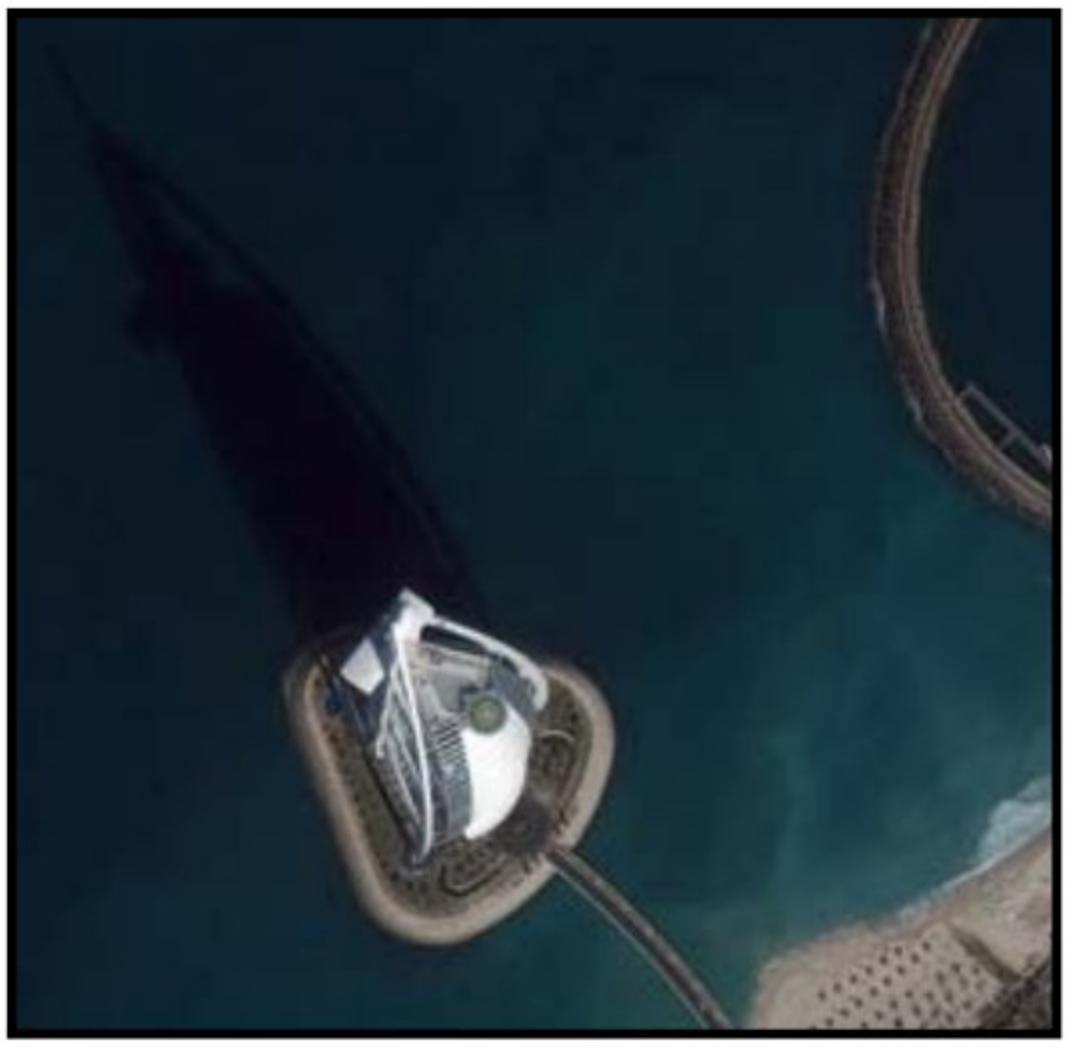
تتميز بعض الظواهر باتخاذها نمطاً مميزاً من حيث تنظيمها في الصور و الترتيب المكاني، فتكرار الأشكال العامة وعلاقتها بعضها ببعض من مزايا كثير من الأجسام مثل المجمعات السكنية، ومواقف أمام المساجد أو الأسواق. والبساتين يمكن تمييزها عن الغابات بسبب الشكل الذي تأخذه النباتات وهو عبارة عن صفوف طويلة منتظمة في البساتين وأشكال عشوائية في الغابات (شكل ٣- ١٧).

شكل (٣- ١٧): نمط ترتيب الأشجار يساعد على تحديد الغابات من البساتين.

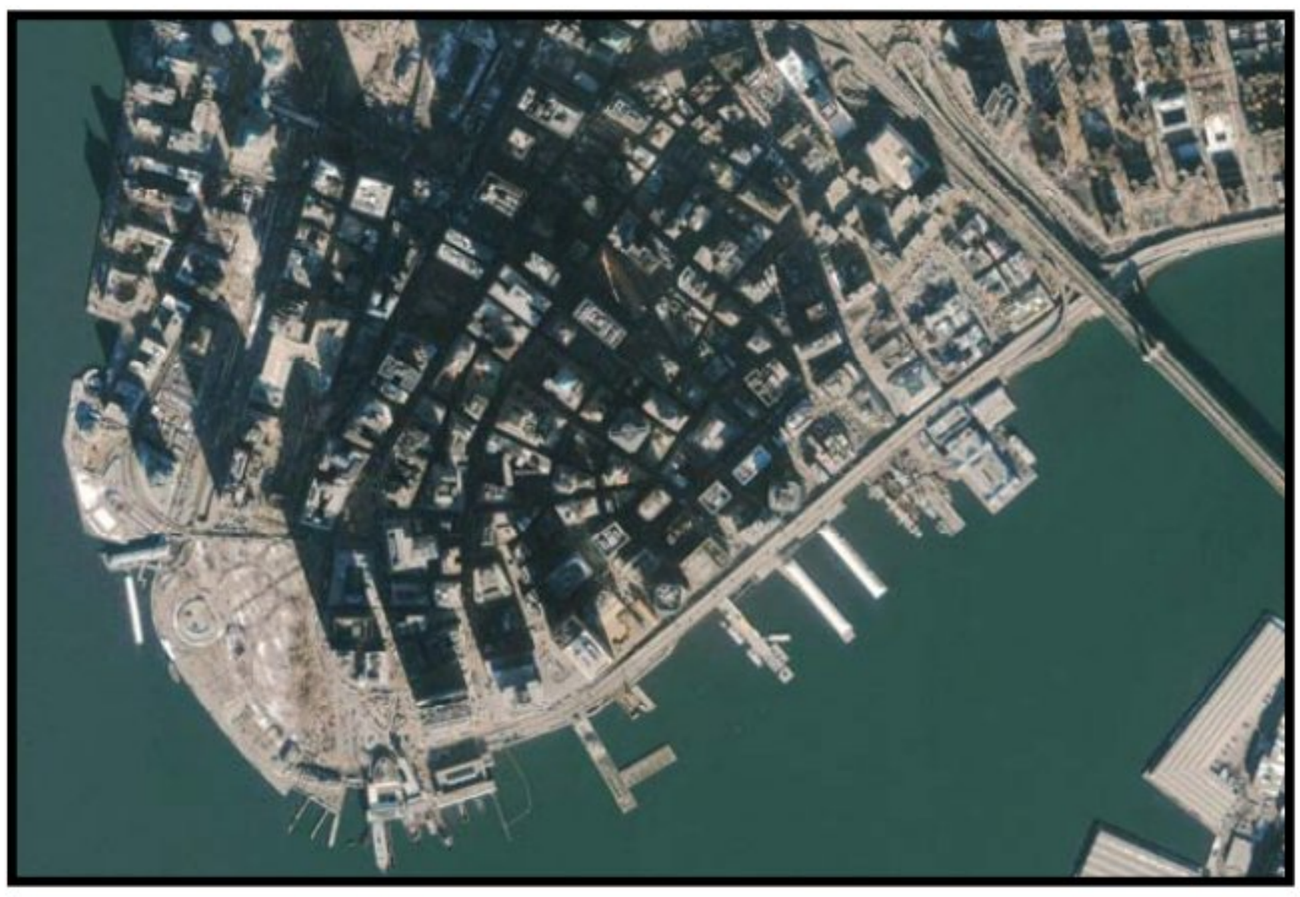
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٥. الظل (Shadow):

للظلال شأن كبير في تفسير الصور من ناحيتين: الأولى أن شكل الظل يوضح الملامح الجانبية للأجسام، وخاصة الأجسام التي لها ارتفاع واضح مثل الأشجار وأسوار المزارع والسدود والأبراج وناطحات السحاب ومداخن المصانع وغيرها ، وكذلك يساعد الظل في معرفة تفاصيل هذه المعالم (شكل ٣- ١٨). والثانية الناحية السلبية وهي أن الظل ممكن أن يحجب رؤية الأجسام الواقعة في منطقة ظل الأجسام الأخرى (شكل ٣- ١٩).



شكل (٢- ١٨): استخدام خاصية الظل لمعرفة تفاصيل الأجسام – برج العرب دبي.



شكل (٣- ١٩): الأثر السلبي لخاصية الظل حجب رؤية الأجسام المجاورة للأبراج العالية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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 آخر ممكن التعرف على مساجد الجمعة عن المساجد الأخرى من خلال المواقف الممتلئة 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.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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. فالمسطحات المائية الهادئة تظهر بنسيج ناعم، بينما تظهر الأراضي المحروثة بنسيج مبرغل، وتظهر الغابات في الصور بنسيج خشن (شكل ٢- ٢١).

شكل (٣- ٢١): تظهر النباتات المقصوصة بنسيج أنعم من النباتات غير المقصوصة.

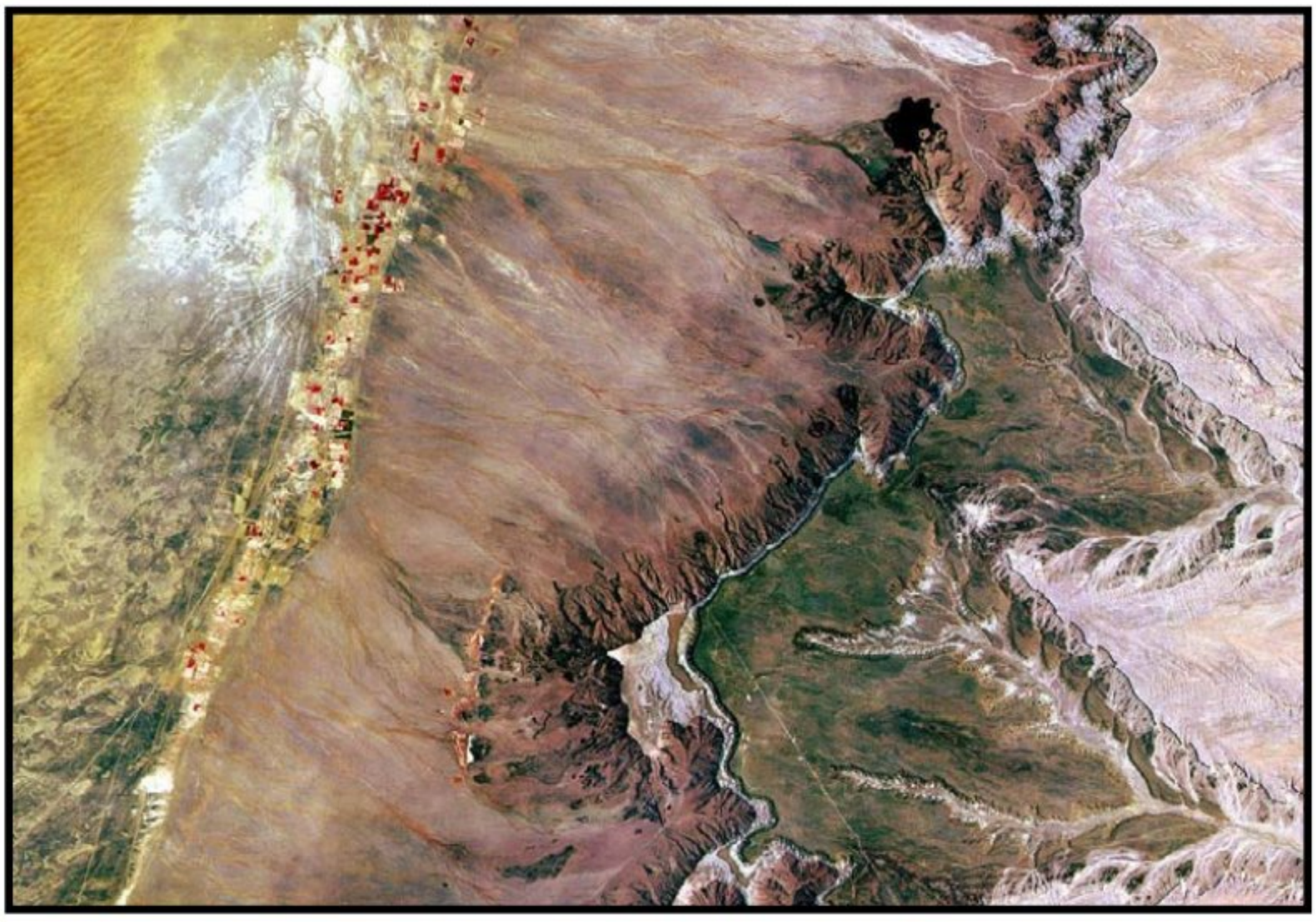
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- ٣- 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 سبوت 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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بلون أفتح مما نتوقعه من مظهرها الطبيعي، إلا أن التربة الرطبة تظهر بلون رمادي إلى رمادي داكن بينما تظهر بلون فاتح فور 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:

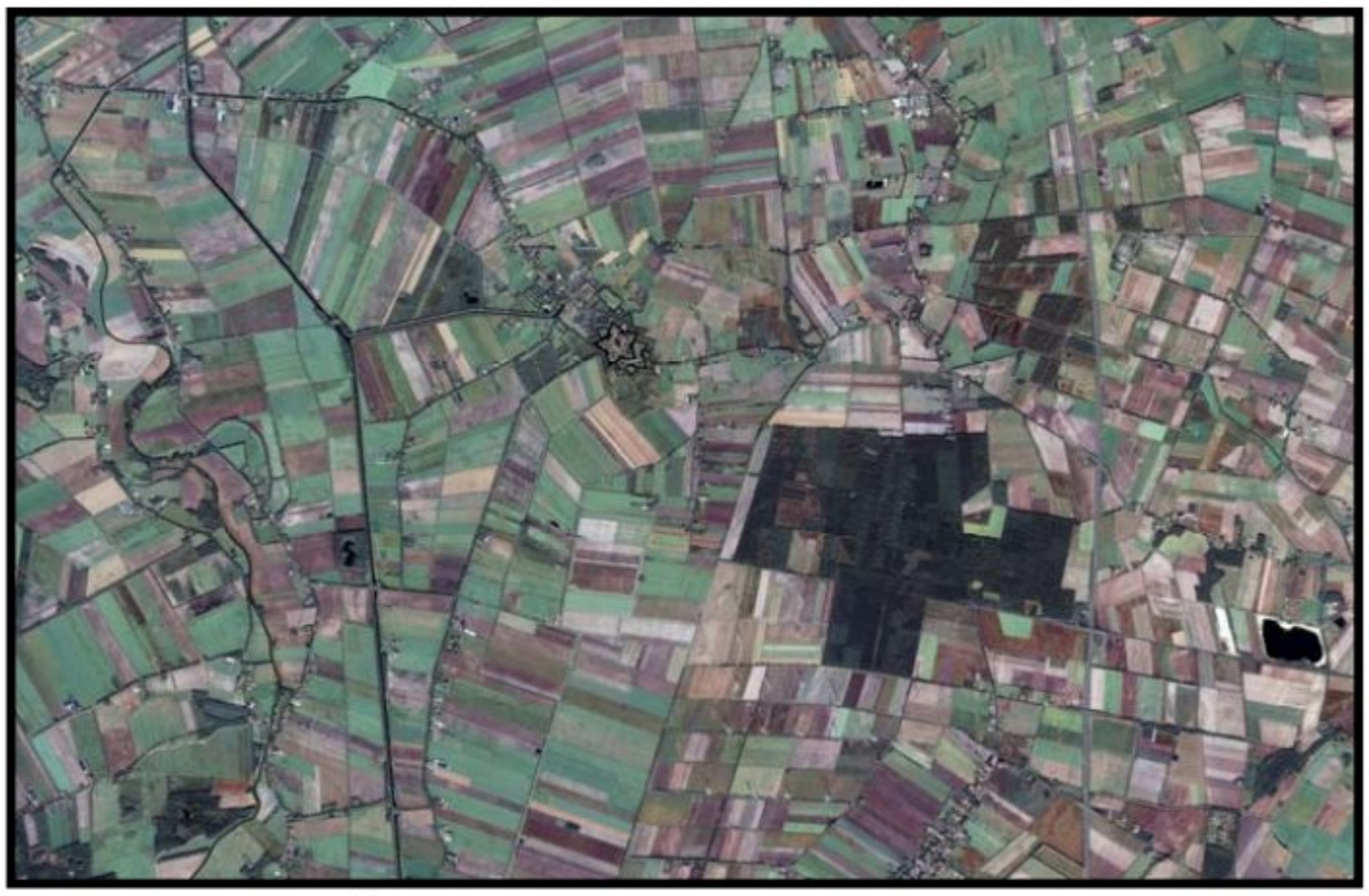
تظهر الغابات في الصور بلون داكن وتكون الاختلافات في درجة اللون نتيجة للاختلاف في عمر الأشجار وأنواعها، أما الحشائش فإن القاعدة العامة هي أنه كلما تحسنت نوعية الحشائش فإنها تظهر بألوان داكنة وثابتة، وتظهر الحدائق المزروعة بالحشائش بشكل منتظم وجيد في الصور بلون رمادي متوسط اللون، بينما الحشائش المزروعة بشكل سيِّئ 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- ٢٣).

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.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (٣- 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 الحديدة.

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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.

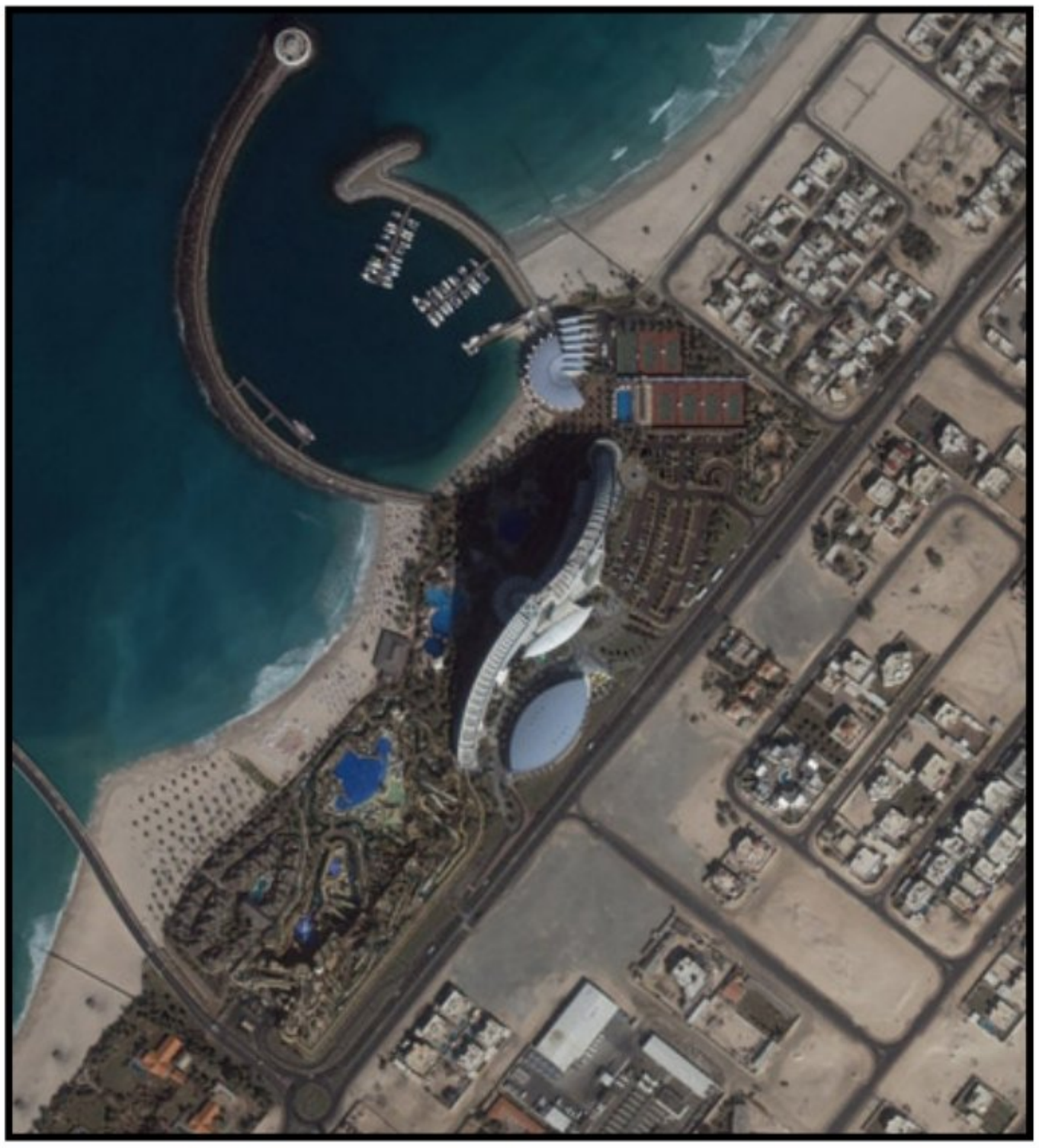
فعلى سبيل المثال يمكن أن نعرف أن الصناعة في الشكل (٣- ٢٥) هي صناعة تحويلية ولكن يصعب تحديد أي أنواع الصناعات التحويلية هي. والشخص الذي لديه خبرة في أنواع الصناعات المختلفة واحتياجاتها من حيث المباني والأفران وطريقة توزيع المباني في موقع المصنع، لن يجد صعوبة في تحديد نوع الصناعة (شكل ٣- ٢٦).

شكل (٣- ٢٥): المجمعات الصناعية على الصور.

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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 ٣- ٢٨).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

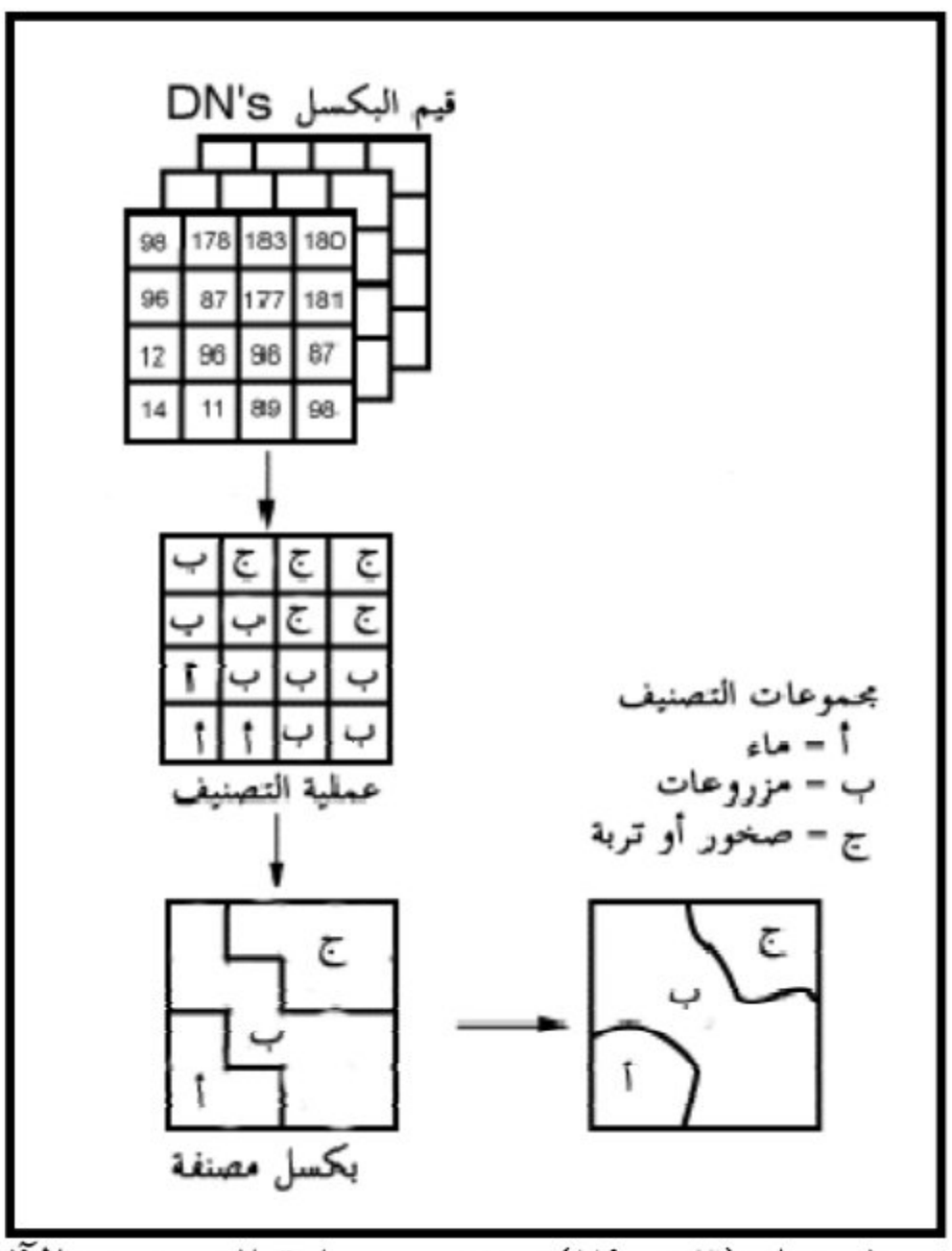
شكل (٣- ٢٨): المواقع الأثرية على الصور (الأهرامات – مصر).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- ٣- ٢ التحليل والتفسير الآلي (التصنيف الآلي Classification):

شاهدنا كيف أن التحليل والتفسير اليدوي يتطلب كوادر بشرية مدربة وذات خبرة عالية لنحصل على التحليل المطلوب، وكذلك يستلزم وقتاً طويلاً وبالتالي تكلفة التحليل اليدوي تكون عالية. لذا وجد ما يسمى بالتحليل الآلي أو التصنيف الآلي.

التصنيف الآلي هو جعل كل المناطق التي لها نفس الانعكاس في مجموعة واحدة، بمعنى أدق جعل كل بكسل لها نفس العدد الرقمي DN أو تقع في فترة معينة (مثل ١٥٠> DN > 35) في مجموعة واحدة أو ما يسمى Themes. ومن هذا نلخص أن التصنيف الآلي يعتمد في عملية التصنيف على القيمة الضوئية (العدد الرقمي DN) للبكسل فقط كأساس للتصنيف (شكل ٣- ٢٩).



شكل (٣- ٢٩): مفهوم عملية التصنيف الآلي.

ونقسم طرق التحليل الآلي إلى قسمين رئيسين:

- التصنيف المراقب (Supervised Classification).
- التصنيف غير المراقب (Unsupervised Classification).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

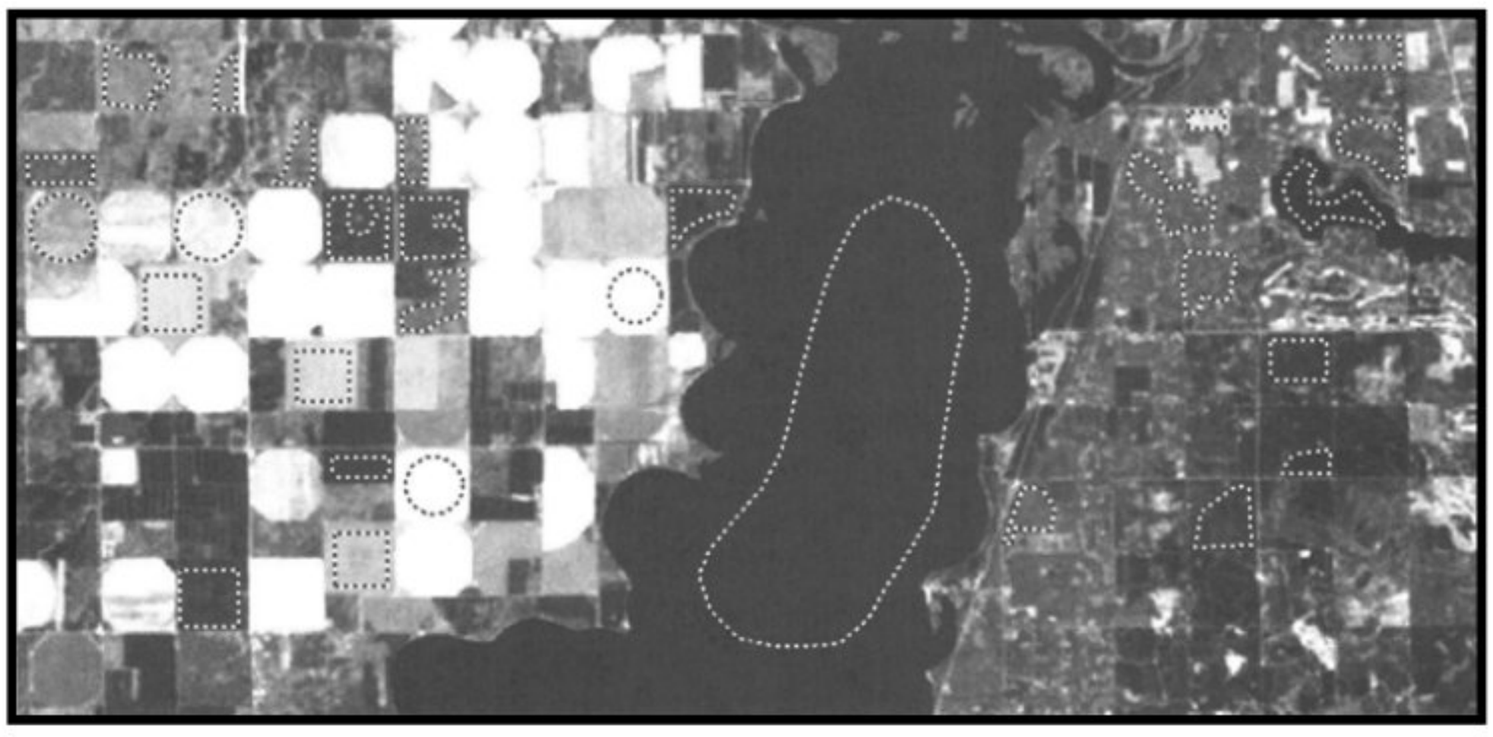
٣- ٣- ٢- ١ التصنيف المراقب (Supervised Classification):

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 المعالم 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 ٣- ٣٠):

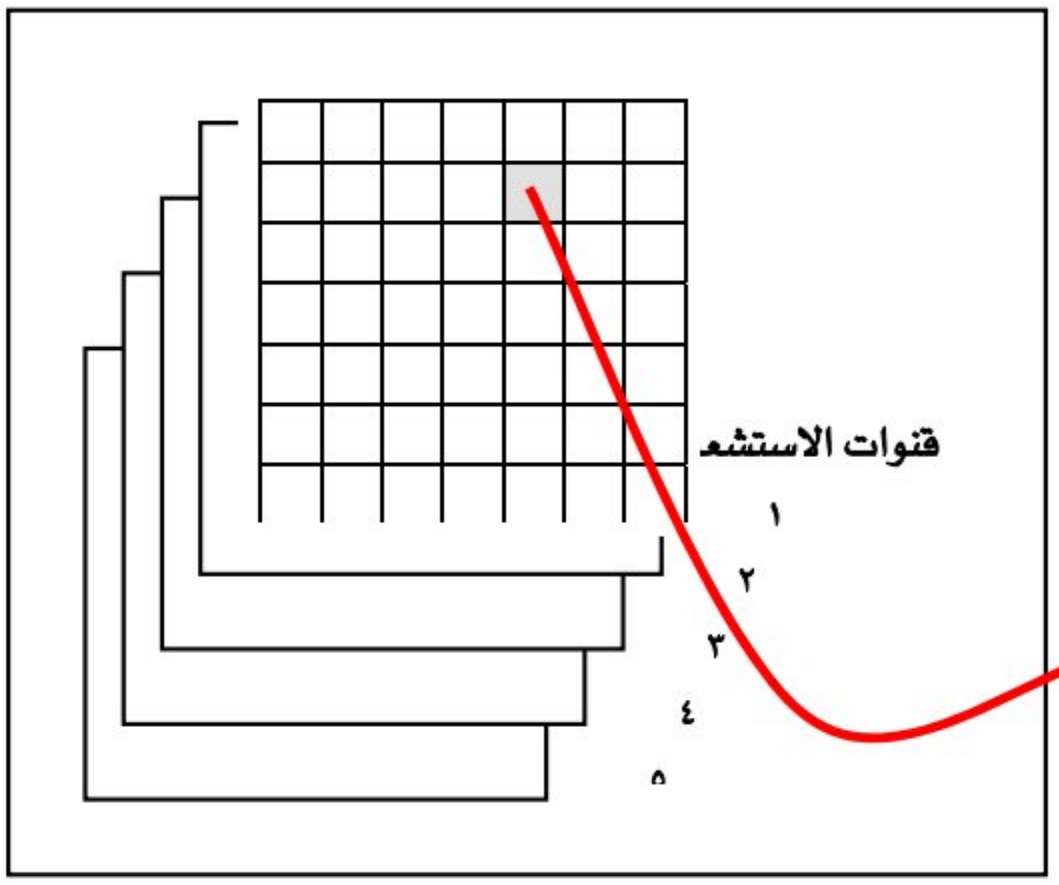
مرحلة التدريب: يتم تحديد مناطق التدريب أو عينات التدريب وتحديد الفئات المتشابهة أو المتقاربة في النمط، فتجميع معطيات التدريب اللازمة لتصنيف المراقب لا تتم بصورة آلية على الإطلاق. فعملية التدريب اللازمة للتصنيف المراقب هي علم وفن في آن واحد، وهي تتطلب تفاعلا كاملا بين المحلل والصورة، كما أنها تتطلب معطيات 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 ٣- ٣١) عمل دليل تصنيف.



شكل (٣- ٣١): مناطق تدريب مختارة في الصور لدراستها وتحديد خصائصها.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الصورة الأصلية

متعدد قنوات الاستشعار

قيم البكسل

DN1
DN2
DN3
DN4
DN5

١) مرحلة التدريب

جمع المعطيات العددية من مناطق التدريب التي لها نفس النمط ووضعها 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 ننسبها إلى المجموعة نفسها.

٣) مرحلة المخرجات النهائية

إنتاج مخرجات تصف ناتج التصنيف: خرائط خطية، رسومات بيانية، جداول،

الخ

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

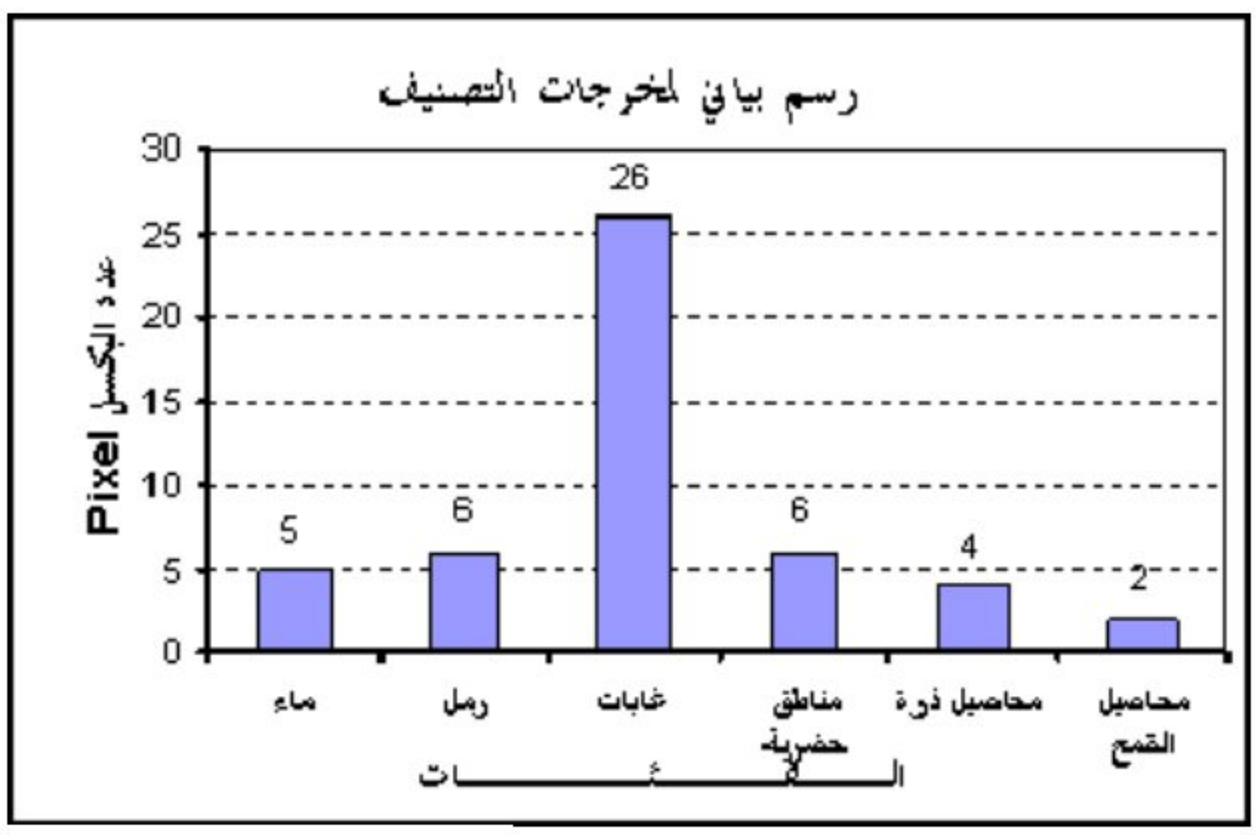
شكل (٣- ٣٠): مراحل التصنيف المراقب.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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:

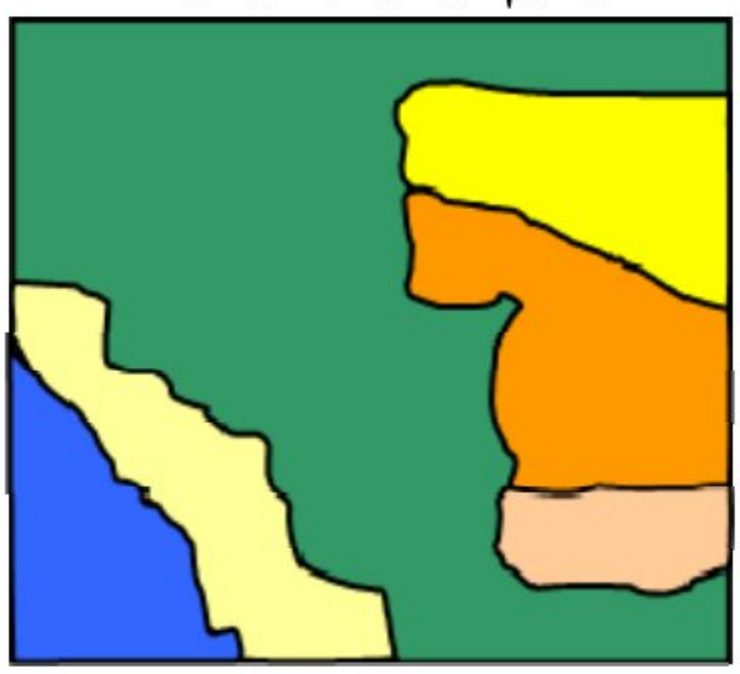
جداول إحصائية،ورسومات بيانية، وصور ملونة (شكل ٣- ٣٢).



الجدول الإحصائي للتصنيف

الفئة	عدد البكسل	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



شكل (٣- ٣٢): أمثلة على المخرجات النهائية للتصنيف.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

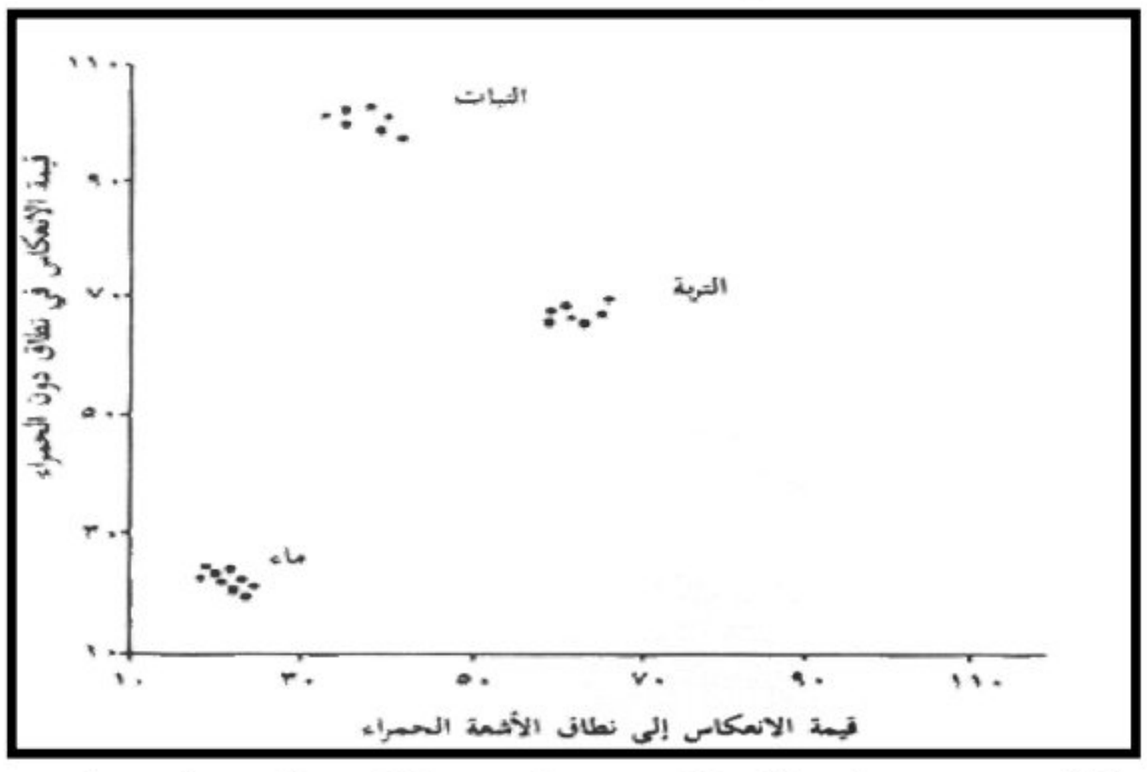
يطبق التصنيف غير المراقب مثل التصنيف المراقب على مرحلتين منفصلتين. والفرق بين قسمي التصنيف هو أن التصنيف المراقب يتضمن مرحلة تدريب تتبعها مرحلة تصنيف. أما في طريقة التصنيف غير المراقب فتصنف معطيات الصورة أولا وذلك بتجميعها في المجموعات الطيفية الطبيعية الموجودة في الصورة. ثم يحدد محلل الصور هوية غطاء 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 بكسل 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، أوغابات، أورمل، ... الخ) يجب أن تكون متقاربة في فراغ القياس، على حين يجب أن تكون المعطيات في الأصناف المختلفة متباعدة نسبيا بعضها عن بعض (شكل ٣- ٣٣).

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 (٣- ٣٣): مبدأ التصنيف غير المراقب، تقارب في الفراغ وتباعد نسبي بين الفئات المختلفة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المراجع

- الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية، ١٩٨٦م، د. خالد محمد العنقري، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية – الرياض، ١٩٣ صفحة.
- أسس تقنيات الاستشعار عن بعد، ١٩٩٣م، علي وفا عبد الرحمن أبو ريشة، مركز دراسة الصحراء – جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية – الرياض، ٧٠ صفحة.
- المساحة الجوية والاستشعار عن بعد، ١٩٩٤م، د. يوسف صيام، كلية الهندسة والتكنولوجيا – الجامعة الأردنية، عمان - الأردن، ٤١٧ صفحة.
- أصول في المساحة، ١٩٨٣م، د. يوسف صيام، كلية الهندسة والتكنولوجيا – الجامعة الأردنية، عمان - الأردن، ٥٦٧ صفحة.
- الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، ١٩٨٧م، د. يحيى عيسى فرحان، قسم الجغرافيا – الجامعة الأردنية، عمان – الأردن، ٢٦٨ صفحة.
- رسالة الجوية، العدد ١١ ذو الحجة ١٤٢٥هـ يناير ٢٠٠٥م.
- مذكرة في معالجة المرئيات الرقمية، بروفسور الدكتور عبد الله الصادق علي، قسم هندسة المساحة – جامعة الخرطوم، الخرطوم – السودان، ٤٠ صفحة.
- الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات، ١٩٩٤م، تأليف توماس. م. ليلساند و رالف و. كيفر، ترجمة د. حسن حلمي خاروف، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم – المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر.
- Effect of Data Compression on Image Analysis And Classification Accuracy, 1998, Suliman Rashed Al-Daham, King Saud University – Riyadh, KAS, 55 Pages.
- Remote Sensing And Image Interpretation Fifth Edition, 2004,Thomas M. Lillesand – Ralph W. Kiefer – Jonathan W. Chipman, United States of America, 763 Pages.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كتب إلكترونية (e-Book)

- Fundamentals of Remote Sensing, Canada Centre for Remote Sensing, 258 Pages.
- Remote Sensing, Canada Centre for Remote Sensing, 2003, US Amy Corps of Engineers, Engineering And Design, 217 Pages.

مواقع جمعيات ومنظمات وشركات على شبكة الإنترنت

الشركة المالكة للقمر الصناعي QUICKBIRD

http://www.digitalglobe.com

الشركة المالكة للقمر الصناعي IKONOS

http://www.spaceimaging.com

القمر الصناعي LANDSAT7

/http://landsat7.usgs.gov

الشركة المالكة للقمر الصناعي SPOT

http://www.spotimage.fr/home

الشركة المالكة للقمر الصناعي RADARSAT

http://radarsat.mda.ca

مواقع أخرى:

http://www.cadmagazine.net
http://www.gisdevelopment.net
http://www.orbimage.com
http://gislounge.com
http://www.ccrs.nrcan.gc.ca
http://www.isro.org
http://landsat.usgs.gov

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

فهرس الأشكال

التسلسل	الوصف	الصفحة
	الوحدة الأولى - مقدمة في الاستشعار عن بعد	
١- ١	مكونات نظام الاستشعار عن بعد	٧
١- ٢	مكونات الموجة الكهرومغناطيسية	٨
١- ٣	الموجة الكهرومغناطيسية	٨
١- ٤	نطاقات الموجات الكهرومغناطيسية	٩
١- ٥	تشتت الأشعة الشمسية	١٠
١- ٦	نطاقات الامتصاص والنوافذ الجوية	١٢
١- ٧	تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الهدف	١٣
١- ٨	أشكال انعكاس الأشعة	١٤
١- ٩	منصات مختلفة الارتفاع تحمل جهاز الاستشعار	١٥
١- ١٠	مكونات الصور الرقمية	١٦
١- ١١	مستويات تدرج الرمادي	١٧
١- ١٢	مثال توضيحي على مكونات الصورة الرقمية	١٨
	الوحدة الثانية - مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد	
٢- ١	مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد	٢٠
٢- ٢	دوار وملعب ضمن حرم جامعة الملك سعود بالرياض على الصور البانكروماتية	٢٢
٢- ٣	صورة بانكروماتية أبيض وأسود لجزء من مدينة جدة	٢٣
٢- ٤	صورة حساسة للأشعة دون الحمراء القريبة أبيض وأسود. لجزء من مدينة جدة	٢٤
٢- ٥	صورة جوية ملونة عادية لسواحل ميامي	٢٥
٢- ٦	(أ) صور ملونة عادية تظهر فيها النباتات بلون أخضر	
	(ب) الصورة الحساسة دون الحمراء القريبة وتظهر النباتات بلون أحمر	٢٧
٢- ٧	وسائل الاستشعار غير الفوتوغرافية بحسب وسيلة الحمل	٢٩
٢- ٨	عملية الاستشعار في نظام الرادار	٣١
٢- ٩	الفرق بين المعلومات المستفادة من الصور ذات الدقة العالية	٣٤

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التسلسل	الوصف	الصفحة
٢- ١٠	صورة لأستاد رياضي بدقة تمييزية مكانية (أ) ١متر، (ب) ٢,٥متر، (ج) ٥متر، (د) ١٠متر، (و) ٢٠متر، (ز) ٣٠ متر	٣٥
٢- ١١	الدقة التمييزية الإشعاعية تعني كم مستوى من تدرج الرمادي	٣٦
٢- ١٢	التغطية المكانية القمر الفرنسي SPOT	٣٦
٢- ١٣	مثال على عناصر المدار للقمر الصناعي لاندسات ٧	٣٧
٢- ١٤	الرؤية المجسمة بفضل المرآة المتحركة في القمر الفرنسي SPOT	٤١
	الوحدة الثالثة - تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد	
٣- ١	مراحل تفسير الصور ومعالجتها	٤٥
٣- ٢	تصحيح التشوهات الهندسية باستخدام نقاط التحكم الأرضية	٤٦
٣- ٣	اختلاف زاوية سقوط الشمس باختلاف فصول السنة	٤٧
٣- ٤	ظاهرة سقوط الخطوط أو ظاهرة التخطيط	٤٨
٣- ٥	تحسين التباين باستخدام مخطط توزيع التباين	٤٨
٣- ٦	تحسين الحواف وتأثيره على الصور	٤٩
٣- ٧	دمج الصور المتجاورة لتكوين صورة واحدة	٥٠
٣- ٨	دمج الدقة التمييزية المكانية لصورة القمر الصناعي أيكونس (أ) متعدد الأطياف بدقة تمييزية مكانية ٤متر، (ب) وماكروماتية ١ متر، (ج) ينتج لنا صورة متعددة الأطياف بدقة ١ متر	٥٠
٣- ٩	أقسام تحليل وتفسير الصور	٥١
٣- ١٠	حجم المعلم يمكن أن يساعد في تفسير الصور، مخزن كبير على شكل كوخ	٥٢
٣- ١١	صورة للحرم المكي الشريف	٥٣
٣- ١٢	مبنى البنتاغون وشكله المميز الخماسي	٥٣
٣- ١٣	شكل المطارات من أكثر الأشكال وضوحاً على الصور	٥٤
٣- ١٤	الظواهر الطبيعية (سهول رملية) أقل انتظاما من الظواهر البشرية	٥٤
٣- ١٥	الظواهر البشرية أكثر انتظاما من الظواهر الطبيعية	٥٥

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التسلسل	الوصف	الصفحة
٣- ١٦	تدرج اللون في الأراضي القاحلة والرطبة يساعد في تفسير الصور	٥٦
٣- ١٧	نمط ترتيب الأشجار يساعد على تحديد الغابات من البساتين	٥٦
٣- ١٨	استخدام خاصية الظل لمعرفة تفاصيل الأجسام – برج العرب دبي	٥٧
٣- ١٩	الأثر السلبي لخاصية الظل حجب رؤية الأجسام المجاورة للأبراج العالية	٥٧
٣- ٢٠	بمعرفة تاريخ التصوير يمكن تحديد نوع المزروعات المحصودة في الحقول	٥٨
٣- ٢١	تظهر النباتات المقصوصة بنسيج أنعم من النباتات غير المقصوصة	٥٩
٣- ٢٢	الهيئة التي تبدو بها التضاريس على الصور (جبال طويق)	٦٠
٣- ٢٣	صورة لحقول محصودة وأخرى لم تحصد	٦٢
٣- ٢٤	الطرق والشوارع سهلة التمييز على الصور	٦٢
٣- ٢٥	المجمعات الصناعية على الصور	٦٣
٣- ٢٦	مفاعل بوشهر النووي – إيران	٦٣
٣- ٢٧	سهولة تحديد المنتجعات السياحية على الصور الفضائية (دبي)	٦٤
٣- ٢٨	المواقع الأثرية على الصور (الأهرامات – مصر)	٦٥
٣- ٢٩	مفهوم عملية التصنيف الآلي	٦٦
٣- ٣٠	مراحل التصنيف المراقب	٦٨
٣- ٣١	مناطق تدريب مختارة في الصور لدراستها وتحديد خصائصها	٦٧
٣- ٣٢	أمثلة على المخرجات النهائية للتصنيف	٦٩
٣- ٣٣	مبدأ التصنيف غير المراقب تقارب في الفراغ والتباعد النسبي بين الفئات المختلفة	٧٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

فهرس الجداول

التسلسل	الوصف	الصفحة
	الوحدة الأولى - مقدمة في الاستشعار عن بعد	
١- ١	أهم الأقمار الصناعية وتاريخ إطلاقها	٥
١- ٢	بعض المجالات الطيفية المستخدمة في الاستشعار عن بعد	١١
	الوحدة الثانية - مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد	
٢- ١	مقارنة بين الصور الملونة العادية والملونة دون الحمراء	٢٨
٢- ٢	مواصفات القمرين ((IKONOS – QUICKBIRD	٤٠
٢- ٣	مواصفات القمرين ((SPOT-5 – Landsat-7	٤٢
٢- ٤	مواصفات بعض الأقمار الحالية والمستقبلية	٤٣

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المحتويات

تمهيد ٣

الوحدة الأولى : مقدمة في الاستشعار عن بعد ١

١- ١ المقدمة : ٢

١- ٢ نبذة تاريخية عن علم الاستشعار عن بعد : ٢

١- ٣ تعريف الاستشعار عن بعد : ٦

١- ٤ العناصر الأساسية لنظام الاستشعار عن بعد : ٦

١- ٤- ١مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي : ٧

١- ٤ - ١- ١ الطاقة الكهرومغناطيسية : ٨

١- ٤- ١- ٢ الطيف الكهرومغناطيسي : ٩

١- ٤- ٢ مسار انتقال الأشعة : ١٠

١- ٤- ٢- ١التشتيت : ١٠

١- ٤- ٢- ٢ الامتصاص والنفاذ : ١١

١- ٤- ٣ الهدف المرصود : ١٢

١- ٤- ٣ جهاز الاستشعار : ١٤

١- ٥ مكونات الصور الرقمية : ١٦

الوحدة الثانية : مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد ١٩

٢- ١ مقدمة : ٢٠

٢- ٢ المصادر الفوتوغرافية : ٢١

٢- ٢- ١ الأفلام العادية أبيض وأسود : ٢١

٢- ٢- ٢ الأفلام دون الحمراء أبيض وأسود : ٢٢

٢- ٢- ٣ الأفلام العادية الملونة : ٢٤

٢- ٢- ٤ الأفلام دون الحمراء القريبة الملونة : ٢٦

٢- ٢- ٥ الصور متعددة الأطياف Multispectral : ٢٨

٢- ٣ المصادر غير الفوتوغرافية : ٢٩

٢- ٣- ١الوسائل الجوية : ٣٠

٢- ٣- ١- ١ اللاقط متعدد الأطياف : ٣٠

٢- ٣- ١- ٢ اللاقط الخطي الحراري للأشعة دون الحمراء : ٣٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- ٣- ١- ٣ أجهزة استشعار الميكروويف:..... ٣٠
٢- ٣- ٢الوسائل الفضائية:..... ٣٢
٢- ٣- ٢- ١ الوسائل الفضائية المأهولة:..... ٣٢
٢- ٣- ٢- ٢ الوسائل الفضائية غير المأهولة: ٣٢
٢- ٤ بعض مصطلحات الأقمار الصناعية: ٣٣
٢- ٤- ١ الدقة التمييزية (Resolution):..... ٣٣
٢- ٤- ٢ التغطية المكانية:..... ٣٦
٢- ٤- ٣ مدارات الأقمار الصناعية: ٣٧
٢- ٤- ٤ صحة الضبط (Accuracy): ٣٨
٢- ٥ الأقمار الصناعية(Satellite): ٣٨
٢- ٥- ١ القمر الصناعي أيكونس (IKONOS) والقمر الصناعي كويك بيرد (Quick Bird): ٣٩
IKONOS..... ٤٠
QUICKBIRD..... ٤٠
٢- ٥- ٢ القمر الصناعي Landsat-7 والقمر الصناعي SOPT-5:..... ٤١
٢- ٥- ٣ القمر الصناعي NOAA: ٤١
٢- ٥- ٤ الأقمار الصناعية المستقبلية: ٤٢
الوحدة الثالثة : تحليل وتفسير صور الاستشعار عن بعد ٤٥
٣- ١ مقدمة : ٤٦
٣- ٢ معالجة الصور: ٤٦
٣- ٢- ١ المعالجة الأولية للصور(Image Preprocessing): ٤٧
٣- ٢- ١- ١ التصحيح الهندسي (Geometric Correction): ٤٧
٣- ٢- ١- ٢ إزالة التشوهات الإشعاعية (Radiometric Correction): ٤٨
٣- ٢- ١- ٣ إزالة الضجيج (Noise Removal): ٤٨
٣- ٢- ٢ تحسين الصورة (Image Enhancement):..... ٤٩
٣- ٢- ٣ دمج الصور (Image Merging and Image Mosaic): ٥٠
٣- ٣ تفسير وتحليل الصور: ٥٢
٣- ٣- ١ التحليل والتفسير اليدوي أو التقليدي: ٥٣
١. الحجم (Size): ٥٣
2. الشكل (Shape): ٥٣

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3. درجة اللون (Tone):..... ٥٦
4. النمط (Pattern):..... ٥٧
5. الظل (Shadow):..... ٥٨
6. الوقت من اليوم والسنة (Date-Day and Year):..... ٥٩
7. الموضع (Site):..... ٥٩
٨. النسيج (Texture): ٦٠
٣- ٣- ١- ١ كيف تبدو بعض الظواهر على الصور: ٦١
١. التضاريس: ٦١
٢. الصخور والتربة:..... ٦١
٣. النباتات الطبيعية: ٦٢
٤. المحاصيل الزراعية:..... ٦٢
٥. المواصلات: ٦٣
٦. المدن والمناطق الحضرية:..... ٦٤
٧. المواقع الأثرية:..... ٦٥
٣- ٣- ٢ التحليل والتفسير الآلي (التصنيف الآلي Classification):..... ٦٧
٣- ٣- ٢- ١ التصنيف المراقب (Supervised Classification): ٦٨
٣- ٣- ٢- ٢ التصنيف غير المراقب (Unsupervised Classification):..... ٧١
المراجع..... ٧٢
مواقع جمعيات ومنظمات وشركات على شبكة الإنترنت..... ٧٣
فهرس الأشكال ٧٤
فهرس الجداول ٧٧

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner