جامعة الملك سعود
كلية الآداب
مركز البحوث
«٣٧»

مرئية الاستشعار عن بعد

جمع بياناتها وتحليلها

الدكتور:
محمد عبدالله الصالح
الأستاذ المساعد بقسم الجغرافيا
كلية الآداب ـ جامعة الملك سعود

دراسة علمية محكمة
الرياض ١٤١٢هـ/ ١٩٩٢م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة الملك سعود
كليـــة الآداب
مركز البحوث

مرئية الاستشعار عن بعد
جمع بياناتها وتحليلها

الدكتور
محمد عبدالله الصالح
الأستاذ المساعد بقسم الجغرافيا
كلية الآداب - جامعة الملك سعود

الطبعة الأولى
١٤١٢هـ/١٩٩٢م

حقوق الطبع محفوظة لمركز البحوث

مطابع جامعة الملك سعود

كلمة شكر

يسرني ان اتقدم بالشكر الجزيل للدكتور سعد ابن عبد الرحمن البازعي وللاستاذ محمد الجيلي اسماعيل وللاستاذ صلاح حسن محمد علي، مركز البحوث، كلية الاداب، جامعة الملك سعود، لتعاونهم المستمر اثناء مراحل اعداد هذا الكتاب واجراءات نشره.

يسعدني ايضا أن ادون شكري وتقديري للاستاذ صلاح الدين تركي، خبير انتاج الخرائط بقسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الذي قام برسم وتصوير وانتاج الأشكال في هذا الكتاب. كما يطيب لي أن اتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ مصطفى الخنيزي، قسم الاعلام، جامعة الملك سعود، على تفضله بالكتابة على الأشكال.

المحتويات

الموضوع — الصفحة

مقدمة ٧

الفصل الأول: الاشعاع الكهرومغناطيسي وتفاعلاته مع المواد ١٠

١-١ الاشعاع الكهرومغناطيسي ١٠

١-٢ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع المواد ١١

١-٢-١ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد الغلاف الجوي ١٣

١-٢-٢ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد سطح الأرض في الموجات المرئية وتحت الحمراء القريبة والوسطى ١٧

١-٢-٢-١ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من النباتات ٢٠

١-٢-٢-٢ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من الصخور ٢٣

١-٢-٢-٣ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من التربة ٢٧

١-٢-٢-٤ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من المياه ٢٧

١-٢-٣ انبعاث الاشعاع الكهرومغناطيسي من مواد سطح الأرض في الموجات تحت الحمراء الحرارية ٢٩

١-٢-٤ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد سطح الارض في موجات الميكروويف ٣٣

١-٢-٤-١ تأثير الخصائص الكهربائية للسطح ٣٥

١-٢-٤-٢ تأثير خشونة السطح وطول الموجة وزاوية الانخفاض ٣٦
١-٢-٤-٣ تأثير طبوغرافية السطح ٤٢
الفصل الثاني: أجهزة الاستشعار عن بعد ووسائل حملها ٤٣
٢-١ أجهزة الاستشعار عن بعد ٤٣
٢-١-١ نظم التصوير الفوتوغرافي ٤٣
٢-١-٢ نظم المسح الخطي ٤٥
٢-١-٣ نظم التصوير التلفزيوني ٤٦
٢-١-٤ نظم الصف الخطي ٤٧
٢-١-٥ نظم الميكروويف ٤٧
٢-٢ وسائل حمل أجهزة الاستشعار عن بعد ٤٩
٢-٢-١ الطائرات ٤٩
٢-٢-٢ الأقمار الصناعية الحاملة للانسان ٥٠
٢-٢-٣ الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية .. ٥٢
٢-٢-٣-١ الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية الأمريكية ٥٣
٢-٢-٣-٢ الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية الروسية ٦٢
٢-٢-٣-٣ الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية الفرنسية ٦٢
الفصل الثالث: معالجة المرئية وتفسيرها ٦٤
٣-١ معالجة المرئية الرقمية ٦٤
٣-١-١ تصحيح المرئية ٦٦
٣-١-٢ تحسين المرئية ٦٦
٣-١-٢-١ زيادة التباين في المرئية ٧٠
٣-١-٢-٢ انتاج المرئية الملونة ٧٠
٣-١-٢-٣ الترشيح المكاني ٧٣
٣-١-٢-٤ نسب النطاقات ٧٤

٣-١-٢-٥ تحليل المركبات الرئيسية ٧٧
٣-١-٣ تصنيف المرئية ٨١
٣-١-٣-١ تصنيف المرئية حسب القيم
الرقمية في نطاق واحد ٨١
٣-١-٣-٢ تصنيف المرئية حسب القيم
الرقمية لعدة نطاقات ٨٤
٣-٢ التفسير البصري للمرئية ٨٦
٣-٢-١ اهم العوامل المؤثرة في تفسير
المرئية ٨٨
٣-٢-١-١ مقياس الرسم ٨٨
٣-٢-١-٢ الوضوح المكاني ٨٩
٣-٢-١-٣ الغيوم ٨٩
٣-٢-١-٤ الميل في المرئية ٩٠
٣-٢-٢ الرؤية المجسمة ٩٠
٣-٢-٣ الموزايك ٩٢
٣-٢-٤ عناصر تمييز الظواهر في
المرئية ٩٢
المراجع ٩٥
المصطلحات ٩٩
انجليزي-عربي ٩٩
عربي- انجليزي ١٠٢

مقدمة

الاستشعار عن بعد Remote Sensing عبارة عن مجموعة من الطرق تستخدم لجمع المعلومات عن الأجسام والظواهر على سطح الأرض دون ملامستها، وذلك من مسافات قد تكون قريبة أو بعيدة. وبيانات مرئية (منظر) Image الاستشعار عن بعد تجمع بواسطة أجهزة حساسة للاشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس أو المنبعث من الأجسام. وتعرف المرئية بأنها تمثيل تصويري للأجسام. وفي أدبيات Litrature الاستشعار عن بعد يفرق بين الصورة Photograph والمرئية Image. فالصورة مصطلح يطلق على المرئية التي يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي فيها على الفيلم Film مباشرة، أما المرئية التي يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي فيها أولا على شكل قيم رقمية فلا يطلق عليها صورة ولو كان الفيلم مستخدما في انتاجها، وهذا يعني أن كل صورة مرئية، ولكن ليس كل مرئية صورة (Lillesand and Kiefer, 1987). ومرئية الاستشعار عن بعد اصبحت وسيلة مهمة في البحث الجغرافي، وذلك لانها توفر معلومات حديثة شاملة عن الظواهر الجغرافية. الأمر الذي يمكن الجغرافي من القيام بالعديد من الدراسات في العديد من المجالات التي من أهمها:

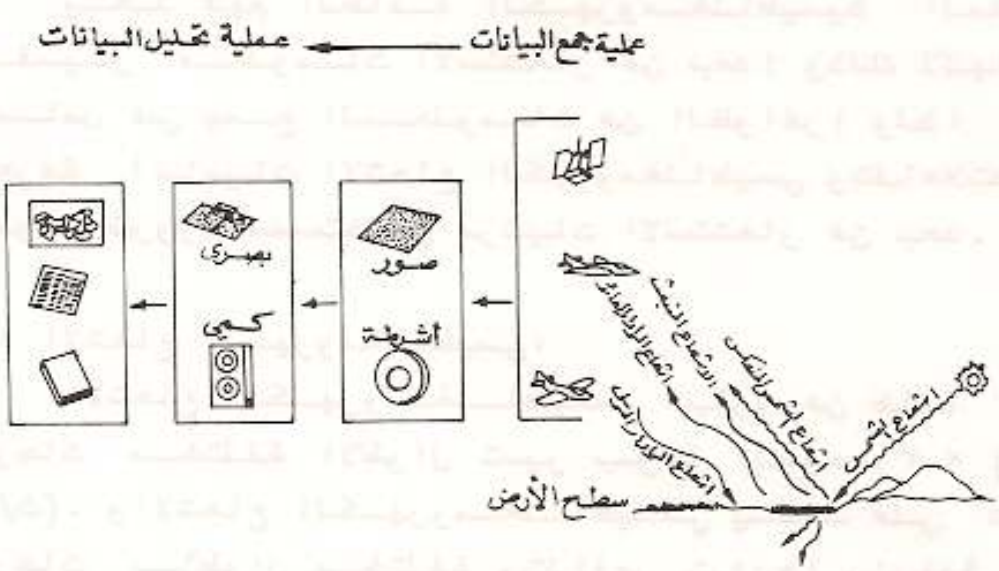
١- دراسة المناطق النائية.
٢- دراسة تطور الظاهرات الجغرافية.
٣- انتاج الخرائط الدقيقة.
٤- مراقبة الأخطار البيئية.
٥- دراسة الموارد الطبيعية.
٦- دراسة التغير في استخدام الأرض.

وتمر بيانات مرئية الاستشعار عن بعد بعمليتين رئيسيتين قبل أن يتم استخدامها (شكل ١). فالعملية الأولى هي عملية جمع البيانات Data Acquisition، تليها عملية تحليل البيانات Data Analysis. وتشتمل هاتان العمليتان على العناصر الرئيسية التالية:

١- مصادر الاشعاع الكهرومغناطيسي (الطاقة).
٢- تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع الغلاف الجوي.
٣- تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد السطح.
٤- أجهزة الاستشعار ووسائل حملها.
٥- البيانات الناتجة عن أجهزة الاستشعار.
٦- أجهزة التحليل.
٧- مخرجات أجهزة التحليل (أرقام، صور، خرائط).
٨- المستخدم.

وحيث ان التعرف على عناصر نظام الاستشعار عن بعد ضروري لمستخدمي مرئياته فان الهدف الرئيسي لهذا الكتاب هو مناقشة العناصر الرئيسية في نظام الاستشعار عن بعد، وذلك لاعطاء طالب الجغرافيا خلفية مناسبة عنها، تمكنه من استخدام مرئيات الاستشعار عن بعد. لذا جاءت فصول هذا الكتاب لتدرس العناصر المذكورة آنفا بشيء من التفصيل. فالفصل الأول يدرس الاشعاع الكهرومغناطيسي وتفاعله مع الغلاف الجوي ومواد سطح الأرض. اما الفصل الثاني فيشتمل على معلومات عن أجهزة الاستشعار عن بعد ووسائل حملها. واما الفصل الثالث فانه يتضمن أهم الطرق لمعالجة المرئيات الرقمية Digital Images، ويتحدث أيضا عن التفسير البصري لمرئيات الاستشعار عن بعد.

شكل ١ نظام الاستشعار عن بعد



المصدر : Lillesand and Kiefer (1987).

الفصل الأول
الاشعاع الكهرومغناطيسي وتفاعلاته مع المواد

يعد فهم الطاقة الكهرومغناطيسية المفتاح لتفسير معلومات الاستشعار عن بعد؛ وذلك لأنها هي الأساس في جمع المعلومات عن الظواهر؛ ولذا فان معرفة أساسيات الاشعاع الكهرومغناطيسي وتفاعلاته مع المواد ضروري لمستخدمي مرئيات الاستشعار عن بعد.

١-١ الاشعاع الكهرومغناطيسي:

الاشعاع الكهرومغناطيسي عبارة عن طاقة ذات موجات مختلفة الأطوال تسير بسرعة الضوء ($٣ \times (١٠)^{١٠}$ سم/ث). والاشعاع الكهرومغناطيسي يحدث على شكل موجات بأطوال مختلفة يتناقص ترددها بزيادة طول الموجه. وتتكون كل موجة من موجاتها من مجال قوة كهربائي (رأسي)، ومجال قوة مغناطيسي (أفقي) عموديان بعضهما على بعض (شكل ٢) (Lo, 1986). وتصنف الموجات في الطيف الكهرومغناطيسي حسب أطوالها الى نطاقات ابتداء من الأشعة الكونية Cosmic Rays الى موجات الراديو والتلفزيون (شكل ٣).

جميع المواد التي تزيد درجة حرارتها على الصفر المطلق Absolute Zero (صفر كلفن Kelvin أي ٢٧٣ درجة مؤية تحت الصفر) ينبعث منها اشعاع كهرومغناطيسي، ولكن كمية الاشعاع المنبعث وموجاته تعتمد على حرارة وطبيعة المادة (lillesand and Kiefer, 1987, Drury, 1987). فبزيادة درجة حرارة الجسم تزداد كمية الطاقة المنبعثة منه وخصوصا في الموجات القصيرة. فمثلا الطاقة المنبعثة من الأجسام الحارة مثل الشمس (٦٠٠٠ كلفن) تكون عالية بينما تكون منخفضة من الأجسام الباردة مثل الأرض (٣٠٠

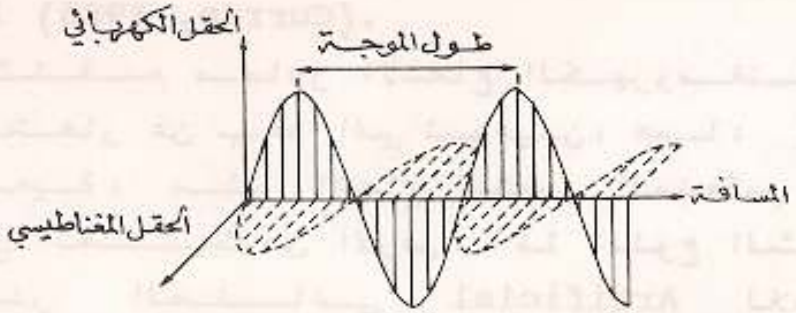
كلفن). بالاضافة الى ذلك فان معظم الطاقة المنبعثة من الشمس تكون في الموجات القصيرة على عكس الطاقة المنبعثة من الأرض التي تكون في الموجات الطويلة (Curran, 1985).

تنقسم مصادر الاشعاع الكهرومغناطيسي في الاستشعار عن بعد الى نوعين، هما: المصادر الطبيعية، مثل اشعاع الشمس المنعكس والاشعاع الحراري المنبعث من الأرض. أما النوع الثاني فهو المصدر الصناعي Artificial للاشعاع الكهرومغناطيسي، وهو من عمل الانسان؛ حيث ترسل الاجهزة اشعاعا باتجاه الاجسام لينعكس عنها، ثم يعود ليسجله جهاز الاستشعار (مثل الرادار) (شكل ٤).

١ -٢ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع المواد:

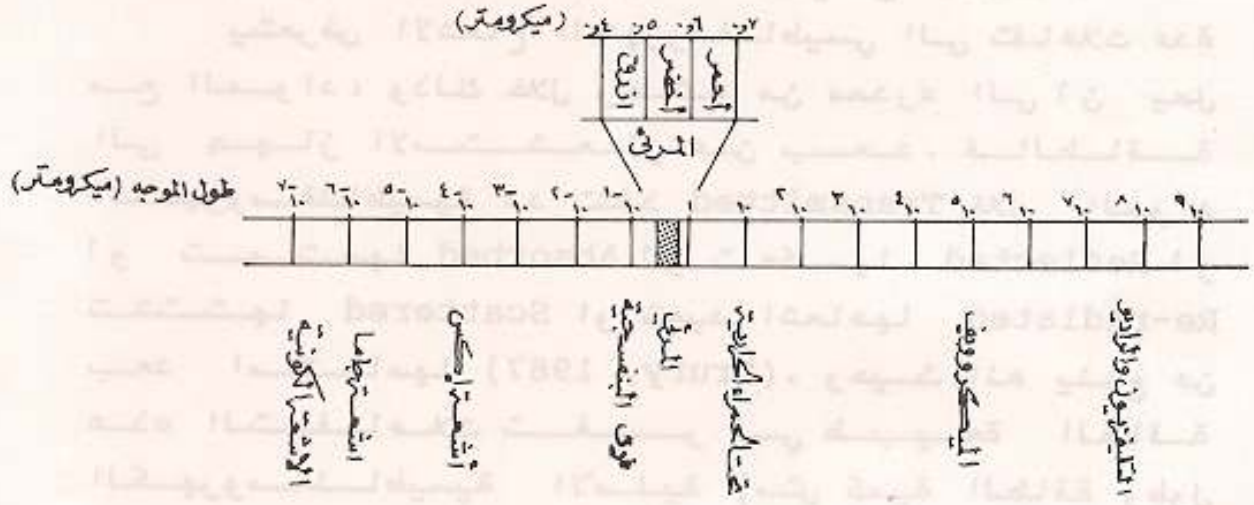
يتعرض الاشعاع الكهرومغناطيسي الى تفاعلات عدة مع المواد، وذلك خلال رحلته من مصدره الى أن يصل الى جهاز الاستشعار عن بعد. فالطاقة الكهرومغناطيسية قد تنفذ Transmitted خلال المواد أو تمتصها Absorbed أو تعكسها Reflected أو تشتتها Scattered او تعيد اشعاعها Re-radiated بعد امتصاصها (Drury, 1987). وحيث انه ينتج عن هذه التفاعلات تغير في طبيعة الطاقة الكهرومغناطيسية الاصلية (مثل كمية الطاقة وطول الموجة)، فانه من الضروري التعرف على تفاعلات الاشعاع الكهرومغناطيسي مع الغلاف الجوي، لأنه هو الذي يحدد الموجات التي يمكن استخدامها لجمع المعلومات عن الظواهر، وكذلك التعرف على تفاعلاته مع مواد سطح الأرض، لأن تفسير معلومات الاستشعار عن بعد يتطلب ذلك.

شكل ٢ موجة الاشعاع الكهرومغناطيسي



المصدر: Lo, 1986.

شكل ٣ الطيف الكهرومغناطيسي



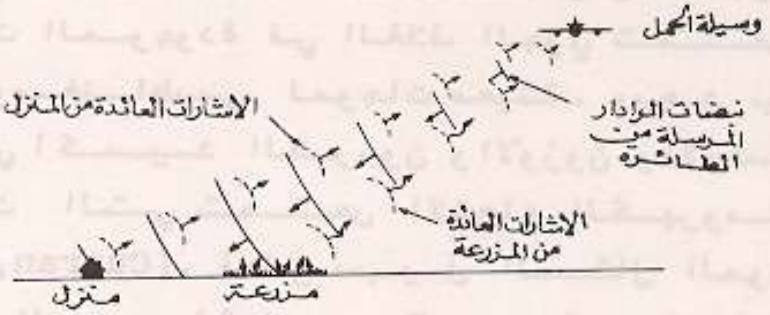
المصدر: Lillesand and Kiefer, 1987.

١-٢-١ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد الغلاف الجوي:

يحتوي الغلاف الجوي على غازات كثيرة من أهمها الأوكسجين، والنيتروجين، والأوزون، وثاني أكسيد الكربون. وبالاضافة الى ذلك يحتوي على جزيئات بخار الماء والغبار والدخان. وتؤثر جزيئات هذه المواد على الاشعاع الكهرومغناطيسي أثناء مروره في الغلاف الجوي، فتؤدي الى انكساره أو تشتيته أو امتصاصه. وحيث ان عملية الانكسار لاتؤثر بشكل كبير على معلومات الاستشعار عن بعد (Slater, 1980)، فان الحديث هنا سيقتصر علي عمليتي التشتت والامتصاص.

تختلف درجة تشتت الاشعاع الكهرومغناطيسي تبعا لاختلاف طول موجاتها؛ حيث ان معدل التشتت يتناقص بزيادة طول موجة الاشعاع؛ ولذا فانه يؤثر بشكل رئيسي في الاشعة المرئية أو الضوئية (Curran, 1985, Lo, 1986).

شكل ٤ نبضات الرادار المرسلة الى السطح وعودتها الى جهاز الاستشعار عن بعد



المصدر: Curran, 1985.

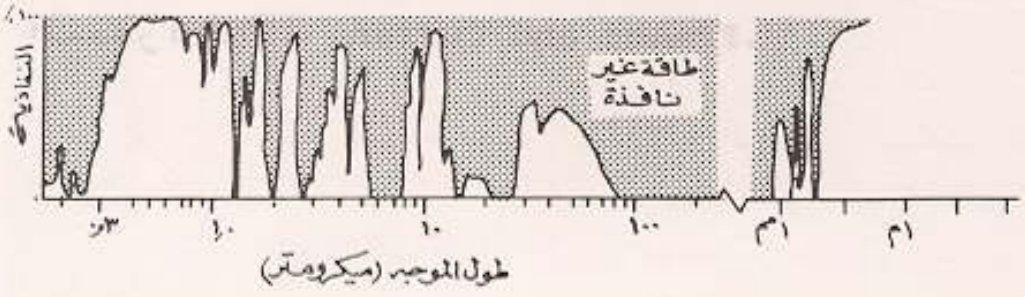
يعد تشتت رايلي Rayleigh Scatter وتشتت مي Mie Scatter والتشتت غير الانتقائي Non-selective Scatter أهم أنواع التشتت في الغلاف الجوي. فتشتت رايلي يحدث اذا كانت أقطار جزيئات المواد أصغر بكثير من طول موجة الاشعاع، وذلك مثل جزيئات الأوكسجين والنيتروجين. ويزداد تأثير تشتت رايلي في الموجات القصيرة، وخصوصا الموجات الزرقاء وتحت البنفسجية؛ وذلك لأنه يتناسب عكسيا مع القوة الرابعة لطول الموجة Fourth Power of Wavelength؛ ولذا فان زرقة السماء ناتجة عن هذا النوع من التشتت. أما عندما تكون أقطار الجزيئات مساوية لطول الموجة فانه يحدث تشتت مي Mie Scatter، وخصوصا عندما تكثر جزيئات الماء والغبار في الغلاف الجوي (Lillesand and Kiefer, 1987). وهذا النوع من التشتت يؤثر بشكل واضح على الموجات التي تكون اطول من الزرقاء. أما النوع الثالث من أنواع التشتت فانه يحدث اذا كانت أقطار الجزيئات أطول بكثير من طول الموجة وذلك مثل قطرات الماء الموجودة في السحب أو الضباب.

أما عملية الامتصاص فانها تؤدي الى فقدان جزء كبير من الطاقة الكهرومغناطيسية. فجزيئات بعض الغازات الموجودة في الغلاف الجوي تمتص الاشعاع الكهرومغناطيسي لموجات معينة. ويعد بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والأوزون والأوكسجين أهم الغازات التي تمتص الاشعاع الكهرومغناطيسي (Curran, 1985). فعلى سبيل المثال الموجات التي طولها الموجي أقل من ٣ر. ميكرومتر (الأشعة تحت البنفسجية) تمتصها طبقة الأوزون الموجودة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي، وكذلك الموجات التي تقل عن ٣ ملليمتر تمتصها وتشتتها جزيئات الماء في السحب (Lo, 1986).

ونتيجة لهذه التفاعلات فان جزءا من الطيف الكهرومغناطيسي لا يمكن استخدامه في الاستشعار عن بعد؛ وذلك لأن الاشعاع لا يستطيع أن ينفذ من خلال الغلاف الجوي (شكل ٥). والنطاقات التي تسمح بانتقال الأشعة يطلق عليها نوافذ الغلاف الجوي Atmospheric Windows، وهي التي يمكن استخدامها لجمع المعلومات عن الظواهر بواسطة أجهزة الاستشعار عن بعد.

فمن الشكل السابق يتبين أن موجات الأشعة المرئية وموجات الاشعة تحت الحمراء وموجات أشعة الميكروويف هي أفضل الموجات لجمع المعلومات (جدول ١). فعلى سبيل المثال تستخدم النافذة الواقعة بين ٠,٤ ميكرومتر و٠,٩ ميكرومتر للتصوير المعتمد على الاشعاع الشمسي المنعكس، وتستخدم النافذة الواقعة بين ٨ ميكرومتر و١٢,٤ ميكرومتر في التصوير الحراري (المعتمد على الأشعة تحت الحمراء الحرارية المنبعثة من مواد السطح).

شكل ٥ نوافذ الغلاف الجوي الممكن استخدامها في الاستشعار عن بعد



المصدر: Lillesand and Kiefer, 1987.

جدول ١ نوافذ الغلاف الجوي الرئيسية

البنفسجية والمرئية	٠,٣٠ - ٠,٧٥	ميكرومتر
	٠,٧٧ - ٠,٩١	ميكرومتر
تحت الحمراء القريبة	١,٠٠ - ١,١٢	ميكرومتر
	١,١٩ - ١,٣٤	ميكرومتر
	١,٥٥ - ١,٧٥	ميكرومتر
	٢,٠٥ - ٢,٤٠	ميكرومتر
تحت الحمراء المتوسطة	٣,٥٠ - ٤,١٦	ميكرومتر
	٤,٥٠ - ٥,٠٠	ميكرومتر
تحت الحمراء الحرارية	٨,٠٠ - ٩,٢٠	ميكرومتر
	١٠,٢٠ - ١٢,٤٠	ميكرومتر
	١٧,٠٠ - ٢٢,٠٠	ميكرومتر
الميكروويف	٢,٠٦ - ٢,٢٢	ملليمتر
	٣,٠٠ - ٣,٧٥	ملليمتر
	٧,٥٠ - ١١,٥٠	ملليمتر
	+ ٢٠,٠٠	ملليمتر

المصدر: Fraser and Curran, 1976.

١-٢-٢ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد سطح الأرض في الموجات المرئية وتحت الحمراء القريبة والوسطى:

يحدث تغيير في طبيعة الاشعاع الكهرومغناطيسي بعد ما يصل الى سطح الأرض، وذلك نتيجة لتفاعله مع مواد السطح (Lo, 1986). فمواد السطح تعكس جزءا من الاشعاع وتمتص جزءا، والباقي ينفذ من خلالها. ونسبة الاشعاع المنعكس أو الممتص أو المنفذ تعتمد على طبيعة المواد المكونة للظواهر الأرضية، وكذلك طول موجة الاشعاع (جدول ٢).

واتجاهات الأشعة المنعكسة تعتمد على العلاقة بين خشونة السطح Surface Roughness وطول الموجة Wavelength. فاذا كانت فروق الارتفاع على السطح أقل من طول الموجة الساقطة عليه فان الاشعاع ينعكس بزاوية مساوية لزاوية الاشعاع الساقط والمثال على ذلك الأشعاع المنعكس من المرآة. وهذا النوع من الانعكاس يسمى الانعكاس البراق Specular Reflection. أما اذا كانت فروق الارتفاع على السطح أكبر من طول الموجة الساقطة عليه فان الاشعاع ينعكس بشكل متساو في جميع الاتجاهات، ويسمى الانعكاس الانتشاري Diffuse Reflection (شكل ٦). واتجاهات الأشعة المنعكسة عن معظم الظواهر على سطح الكرة الأرضية تقع بين الانعكاس البراق المثالي والانعكاس الانتشاري المثالي (Lillesand and Kiefer, 1987).

جدول ٢ معامل الانعكاس (٪) لبعض المواد في نطاقات الماسح متعدد الاطياف

	نطاق ١ ٠,٦-٠,٥ ميكرومتر	نطاق ٢ ٠,٧-٠,٦ ميكرومتر	نطاق ٣ ٠,٨-٠,٧ ميكرومتر	نطاق ٤ ١,١-٠,٨ ميكرومتر
رمل	٥,١٩	٤,٣٢	٣,٤٦	٦,٧١
لوم ١٪ ماء	٦,٧٠	٦,٧٩	٦,١٠	١٤,٠١
لوم ٢٠٪ ماء	٤,٢١	٤,٠٢	٣,٣٨	٧,٥٧
جليد Ice	١٨,٣٠	١٦,١٠	١٢,٢٠	١١,٠٠
ثلج Snow	١٩,١٠	١٥,٠٠	١٠,٩٠	٩,٢٠
ارض مزروعة	٣,٢٧	٢,٣٩	١,٥٨	غير متوفر
طين	١٤,٣٤	١٤,٤٠	١١,٩٩	غير متوفر
نايس Gneiss	٧,٠٢	٦,٥٤	٥,٣٧	١٠,٧٠
قمح (سماد منخفض)	٣,٤٤	٢,٢٧	٣,٥٦	٨,٩٥
قمح (سماد عالي)	٣,٦٩	٢,٥٨	٣,٦٧	٩,٢٩
ماء	٣,٧٥	٢,٢٤	١,٢٠	١,٨٩
شعير	٣,٩٦	٤,٠٧	٤,٤٧	٩,٢٩

المصدر: Barrett and Curtis, 1982.

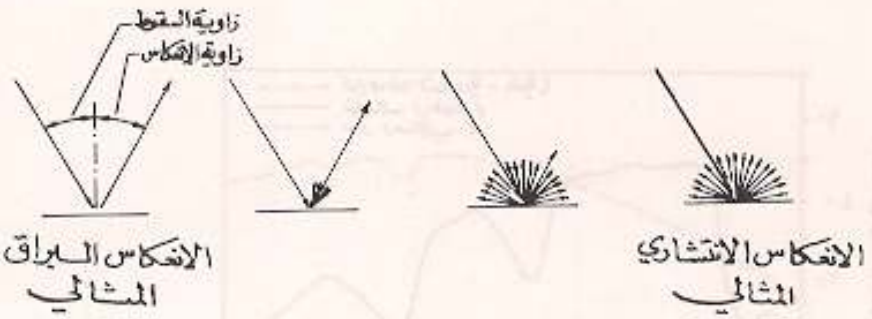
يطلق على نسبة الاشعة المنعكسة من على السطح معامل الانعكاس Reflection Coefficient، او الالبيدو Albedo التي يعبر عنها رياضيا بالمعادلة التالية :

معامل الانعكاس لموجة معينة (٪) =

$$\frac{\text{الطاقة المنعكسة لموجة معينة}}{\text{الطاقة الساقطة لموجة معينة}} \times ١٠٠$$

حيث أن نسبة الاشعاع المنعكس تعتمد على طبيعة مواد السطح، وعلى طول موجة الاشعاع فانها تختلف باختلاف الظواهر. وهذا الاختلاف في نسبة الاشعاع المنعكس يمكن من التمييز بين الظواهر المختلفة (شكل ٧).

شكل ٦ الانعكاس البراق والانعكاس الانتشاري

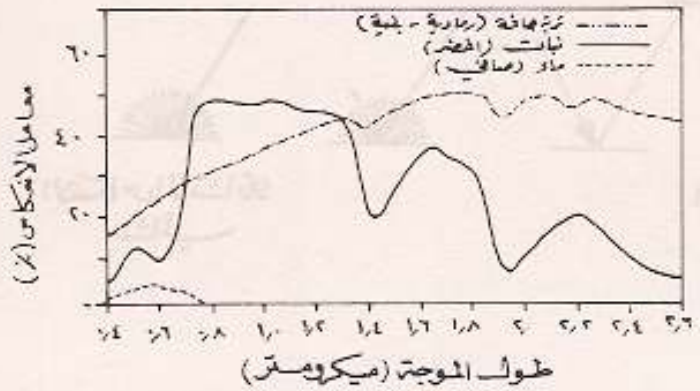


المصدر : Lillesand and Kiefer, 1987

١-٢-٢-١ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من النباتات:

من الشكل السابق يتضح أن معامل انعكاس الاشعاع من النباتات يختلف باختلاف طول الموجة. فهو ينخفض في الطيف المرئي؛ وذلك لأن الكلوروفيل (اليخضور) Chlorophyll يمتص معظم اشعاع الموجات الزرقاء والحمراء؛ ليساعد النباتات على عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis ونتيجة لذلك تأخذ الأوراق اللون الأخضر. وعندما ينخفض انتاج الكلوروفيل في النباتات بسبب الأمراض، على سبيل المثال، يزداد انعكاس الاشعاع في الموجات الزرقاء والحمراء، ولذا فان معلومات الاستشعار عن بعد تمكن من تحديد المناطق المصابة بالامراض في الحقول الزراعية (Curran, 1985, Lillesand and Kiefer, 1987).

شكل ٧ منحنيات معامل الانعكاس للنبات والتربة والماء



المصدر: Lillesand and Kiefer, 1987.

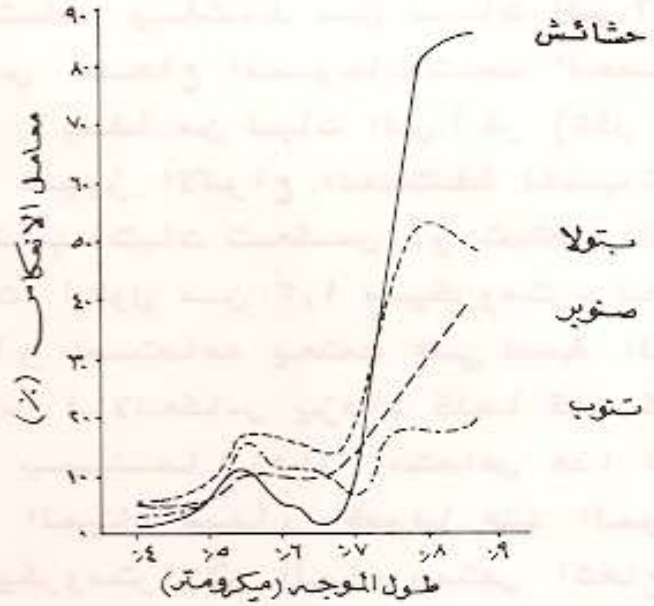
وحيث ان انتاج الكلوروفيل يتأثر عندما تصل درجة الحرارة الى حد معين، لذا فان النباتات تعكس جزءا كبيرا من اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة Near-infrared Radiations بواسطة خلايا الورقة؛ وذلك لتتفادى التأثير الحراري على انتاج الكلوروفيل. فالنباتات تعكس حوالى ٥٠٪ من اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة الواقعة بين ٠,٧ و ١,٣ ميكرومتر والباقي من هذا الاشعاع ينفذ من خلال الأوراق (Drury, 1987). ونظرا لأن تركيب خلايا أوراق النباتات يختلف من نبات الى آخر، فان معامل انعكاس اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة يختلف أيضا من نبات الى آخر (شكل ٨). الامر الذي يمكن من تمييز الأنواع المختلفة للنباتات.

النباتات تعكس أو تمتص الاشعاع الساقط بموجات أطول من ١,٣ ميكرومتر. لكن انعكاس هذا الاشعاع أو امتصاصه يعتمد على نسبة المياه في خلايا الورقة. فالانعكاس يزداد كلما قلت كمية المياه في الورقة بينما يزداد امتصاص هذا الاشعاع بزيادة كمية المياه فيها، وخصوصا عند الموجات ١,٤ و ١,٩ و ٢,٧ ميكرومتر؛ لأن الماء يمتص اشعاع هذه الموجات بشكل قوي (Lillesand and Kiefer, 1987).

يختلف معامل انعكاس الاشعاع من النباتات النفضية من وقت الى آخر. فعند اكتمال نمو الورقة يكون معامل انعكاس اشعاع الموجات الحمراء والزرقاء منخفضا، أما اذا اكملت الورقة دورة حياتها فانه يبدأ انتاج الكلورفيل بالانخفاض؛ ولذا يزداد معامل انعكاس اشعاع الموجات المرئية مؤديا الى تغير لونها تدريجيا من الأخضر الى الأصفر، ثم الى الأحمر، وكذلك ينخفض انعكاس اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة بسبب انكماش وجفاف خلايا

الورقة. الا انه بظهور أوراق جديدة يبدأ معامل انعكاس اشعاع الموجات تحت الحمراء في الزيادة حتى يبلغ أوجه في نهاية موسم النمو (Drury, 1987).

شكل ٨ منحنيات معامل الانعكاس لبعض النباتات



المصدر: Drury, 1987.

١-٢-٢-٢ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من الصخور:

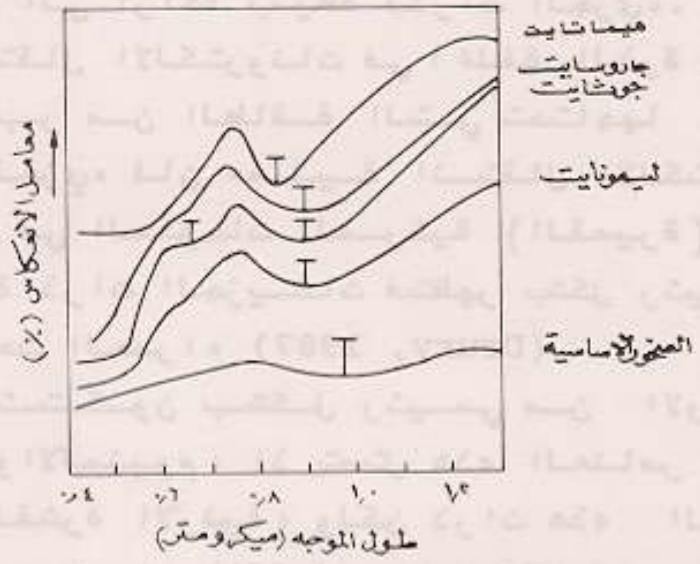
لفهم تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع الصخور لابد من التعرف على التفاعل على مستوى الذرة والجزيء للمعادن المكونة لها. فالذرة تتكون من نواة يدور حولها الكترونات في أغلفة (مدارات) Shells حسب مستويات طاقتها التي يزداد مقدارها من الداخل الى الخارج. و عندما تكتسب الكترونات الذرة طاقة من مصدر ما فانها تنتقل من حالة الى أخرى ذات طاقة أكبر. وانتقال Transition الذرة من مستوى الى آخر (من حالة الى أخرى) يتم بعملية دورانية Rotational Process أو بعملية الكترونية Electronic process أو بعملية تذبذبية Vibrational Process. وحيث ان العملية الدورانية لا يمكن أن تحدث في المواد الصلبة، فان العملية الالكترونية والعملية الذبذبية هما المسئولتان عن تغير طاقة ذرات المعادن (Hunt, 1980).

وعملية الانتقال الالكتروني تؤدي الى تحول الالكترونات من غلاف الى آخر، أما عملية الانتقال الذبذبي فتؤدي الى ازاحة بسيطة لذرات الجزيء. وحيث ان عملية انتقال الالكترونات في أغلفة الذرة يحتاج الى طاقة أكبر من الطاقة التي تحتاجها عملية ازاحة ذرات الجزيء فان عملية انتقال الالكترونات هي المسيطرة في الموجات المرئية (القصيرة) أما عملية ازاحة ذرات الجزيئات فتظهر بشكل رئيسي في موجات الأشعة تحت الحمراء (Drury, 1987).

والصخور تتكون بشكل رئيسي من الاوكسجين والسيليكون والالمنيوم، اذ تمثل هذه العناصر حوالى ٨٢٪ من وزن القشرة الأرضية، ولكن ذرات هذه العناصر الثلاثة لها مستويات طاقة لا يؤثر بشكل كبير اشعاع الموجات المرئية وتحت الحمراء على عملية الانتقال

الالكتروني بينها. ولذا فان طيف المعادن يسيطر عليه تأثير العناصر التي يقل شيوعها وخصوصا الحديد؛ لأنه أوفرها (Hunt, 1980, Drury, 1987). فعملية الانتقال الالكتروني تحدث بوضوح في المعادن التي تحتوي على عنصر الحديد مما يؤدي الى خفض معامل الانعكاس عند موجات معينة، وذلك حسب تناسق (ترتيب) Coordination أيونات الحيدوز في المعدن (شكل ٩). كما يحدث نوع آخر من الانتقال الالكتروني في الموجات القصيرة يسمى انتقال الشحنة Charge Transfer، وذلك مثل انتقال الالكترونات من أيونات الحديد الى أيونات الاوكسجين في المعادن التي تحتوي على هذين العنصرين في الموجات التي تقل عن ٠,٥٥ ميكرومتر؛ ولذا ينخفض انعكاس الأشعة الزرقاء مما يجعل أكاسيد الحديد تأخذ اللون البرتقالي أو الأصفر أو الأحمر.

شكل ٩ تأثير عنصر الحديد على معامل الانعكاس لبعض المعادن التي يدخل في تركيبها .
(T تمثل مناطق امتصاص الاشعاع)*



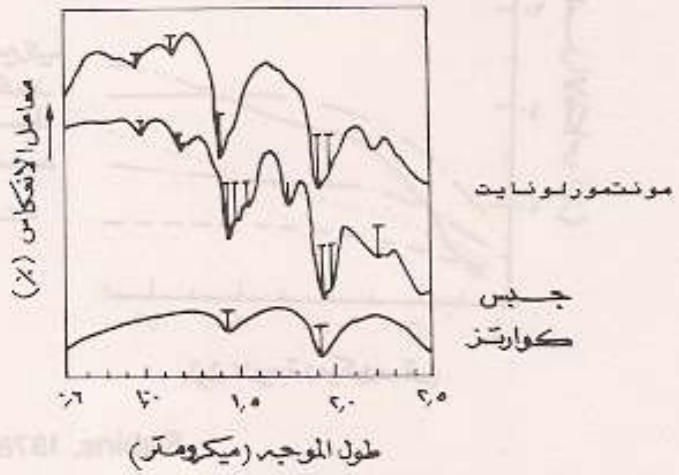
* الاطلاق فرق أسيا بحرف الوضوح.

المصدر: Drury, 1987.

أما عملية ازاحة ذرات الجزيئات فتنشط في نطاق اشعاع الموجات تحت الحمراء عندما يتوفر ايون الهيدروكسيل Hydroxyl (OH^-) أو جزيئات الماء (H_2O) في المعدن، وذلك لانها تؤدي الى امتصاص الطاقة لموجات معينة، وخصوصا عند ١,٤ و ١,٩ ميكرومتر. وحيث ان بعض معادن السيليكات والكبريتات -مثل الكوارتز والجبس على التوالي- تحتوي على الماء فانه ينخفض معامل الانعكاس منها عند هذه الموجات (شكل ١٠). كما تحدث أيضا عملية ازاحة ذرات الجزيئات في معادن الكربونات عندما تمتص الطاقة وخصوصا عند الموجات ٢,٣٥ و ٢,٥ ميكرومتر، وبذلك ينخفض معامل الانعكاس منها عند هذه الموجات (شكل ١١).

وحيث ان الصخور تتكون من معدن أو أكثر فان أطياف الصخور تكون مركبة من أطياف المعادن المكونة لها (شكل ١٢).

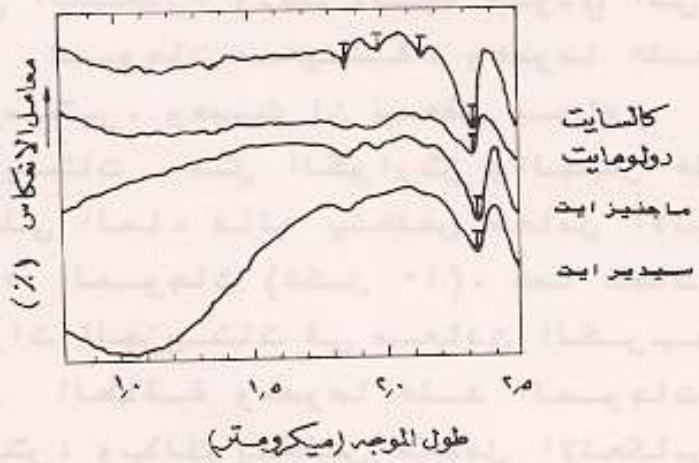
شكل ١٠ تأثير الماء على طيف بعض المعادن التي يدخل في تركيبها
(T تمثل مناطق امتصاص الاشعاع)*



* الاطياف فوقت رأسيًا بهدف الوضوح.

المصدر : Drury, 1987.

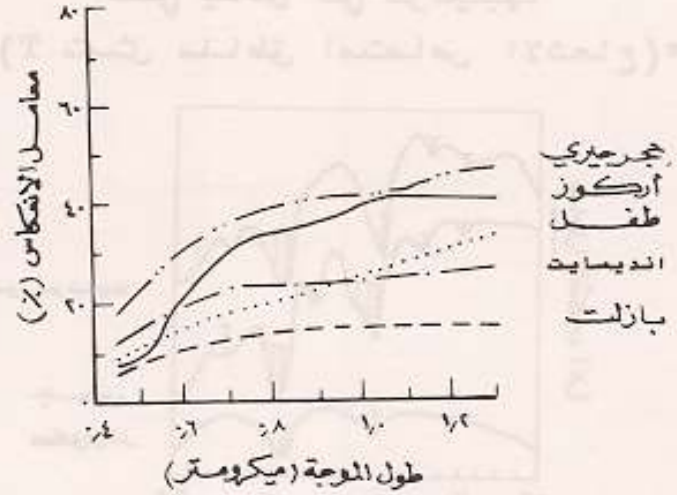
شكل ١١ اطياف بعض معادن الكربونات
(T تمثل مناطق امتصاص الاشعاع)*



* الاطياف فرقت رأسيًا بهدف الوضوح.

المصدر: Drury, 1987.

شكل ١٢ معامل الانعكاس لبعض الصخور



المصدر: Sabins, 1978.

١-٢-٢-٣ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من التربة :

طيف التربة مركب من أطياف المعادن التي تتكون منها والماء والمواد العضوية التي تحتويها ، ولكن طيف التربة يحكمه بشكل رئيسي طيفا الماء والمواد العضوية ، فهما المسيطران عند استشعار التربات (Hunt, 1980). فمعظم الاشعاع الساقط على التربة تعكسه أو تمتصه ، وبشكل عام يزداد انعكاسه بازدياد طول الموجة. ويختلف معامل الانعكاس من تربة الى أخرى حسب قوامها ومحتواها من كل من الماء والمواد العضوية وأكاسيد الحديد (Curran, 1985). فتوفر المياه في التربة يقلل من انعكاس الاشعاع من التربات، ولذا فان انعكاس الاشعاع من التربات ينخفض بنعومة التربة ؛ وذلك لأن التربات الناعمة قادرة على احتواء كميات أكبر من المياه. وهذا يعني أن الاشعاع المنعكس من التربات الطموية أكبر من الاشعاع المنعكس من التربات الطينية (شكل ١٣). وتوفر المواد العضوية يؤدي الى خفض الاشعاع المنعكس من التربة ، وذلك لأن توفر المواد العضوية في التربة يعطيها لونا قاتما ، حيث تأخذ اللون الأسود اذا زاد محتواها من المواد العضوية عن ٥٪. و توفر أكاسيد الحديد في التربة ايضا يؤدي الى خفض الاشعاع المنعكس وخصوصا في موجات الطيف المرئي.

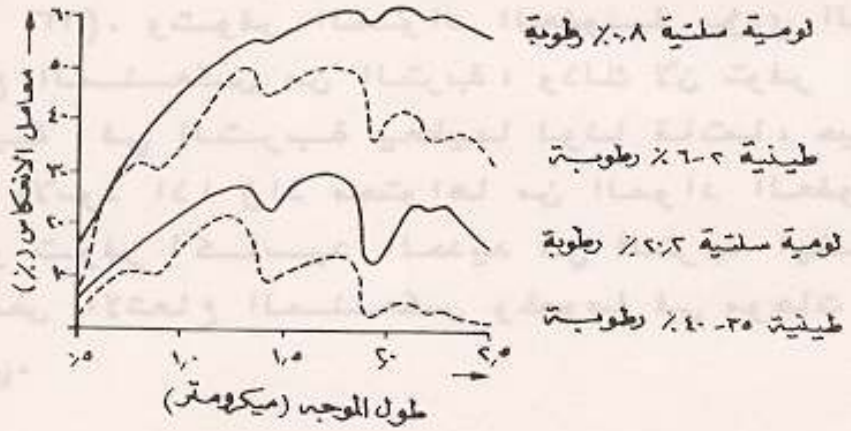
١-٢-٢-٤ انعكاس الاشعاع الكهرومغناطيسي من المياه :

معظم الاشعاع الساقط على المياه تمتصه المياه أو تنفذه ، وقليل منه تعكسه. فالمياه تمتص معظم اشعاع الموجات تحت الحمراء ، مما جعل التباين بينه وبين مواد السطح الأخرى كبيرا جدا في المرئيات

المأخوذة في نطاق اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة (Drury, 1987). أما الاشعاع في الموجات المرئية فمعظمه ينفذ خلال الماء وينعكس حوالى ٥٪ منه (Curran, 1985).

والانعكاس من المسطحات المائية يتأثر بعدة عوامل، أهمها عمق المسطح المائي والمواد التي يحتويها. فالاشعاع الذي ينعكس من المسطحات المائية الضحلة بعضه منعكس من مواد القاع، ولذا فانه يمكن تقدير العمق في المياه الصافية التي يقل عمقها عن ٤٠ مترا (Drury, 1987). كذلك توفر المواد العالقة والكلوروفيل في الماء يؤثر على طبيعة الاشعاع المنعكس. فالمياه التي تحتوي على كميات كبيرة من الرواسب العالقة تعكس اشعاع الموجات المرئية أكثر من المياه الصافية، ولذا

شكل ١٣ معامل الانعكاس من بعض انواع التربة



المصدر: Curran, 1985.

فانه يمكن أيضا تقدير كمية المواد العالقة من تحليل بيانات الاستشعار عن بعد. أما اذا توفر الكلوروفيل بكميات كبيرة فانه يؤدي الى خفض انعكاس اشعاع الموجات الزرقاء والحمراء وزيادة انعكاس الاشعة الخضراء، وهذا أيضا يمكن من معرفة تركيز النباتات.

١-٢-٣ انبعاث الاشعاع الكهرومغناطيسي من مواد سطح الارض في الموجات تحت الحمراء الحرارية:

جميع مواد السطح تشع طاقة في الموجات تحت الحمراء الحرارية سواء في النهار أو الليل. وهذا يمكن من جمع المعلومات عن الظواهر ولو في الليل. فالحرارة الفعلية للأجسام (التي تقاس بالترمومتر) تسمى بالحرارة الحركية Kinetic Temperature أما الحرارة الخارجة من الأجسام فتسمى الحرارة الاشعاعية Radiant Temperature، وهي التي يمكن قياسها بأجهزة الاستشعار عن بعد (Lillesand and Kiefer, 1987). ودائما تكون الحرارة الاشعاعية للمواد على سطح الأرض أقل من حرارتها الحركية؛ وذلك بسبب قدرة الانبعاث Emissivity للمواد (جدول ٣).

ويستخدم نموذج الجسم الأسود Black Body مرجعا للتعرف على قدرة الانبعاث للأجسام. فالأجسام القادرة على امتصاص كل الطاقة الساقطة عليها وتبعث Emits اعلى كمية من الطاقة في جميع الموجات تسمى الجسم الأسود (Lo, 1986). وحيث ان الأجسام في الطبيعة لاتماثل الجسم الأسود (شكل ١٤)، فان الطاقة المنبعثة من المواد مقارنة بالطاقة المنبعثة من الجسم الأسود الذي له نفس درجة الحرارة تسمى قدرة الانبعاث Emissivity والتي تحسب بالمعادلة التالية:

قدرة الانبعاث لموجة معينة =

الطاقة المنبعثة من جسم عند درجة حرارة معينة

الطاقة المنبعثة من جسم أسود عند نفس درجة الحرارة

وتتراوح قيم قدرة الانبعاث مابين صفر الى ١، والجدول رقم ٤ يبين قيم قدرة الانبعاث للموجات من ٨ الى ١٢ ميكرومتر لبعض المواد.

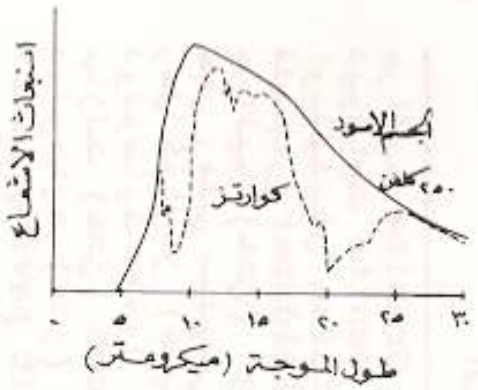
تختلف كمية الحرارة الاشعاعية للمواد خلال اليوم الواحد حيث ترتفع بشكل عام مع طلوع الشمس، وتبلغ ذروتها بين الساعة الواحدة والثالثة ظهرا، ثم تبدأ في الانخفاض الى أن تصل الى معدل ثابت بعد منتصف الليل (شكل ١٥).

جدول ٣ الحرارة الحركية والحرارة الاشعاعية للنباتات والتربة الرطبة والجافة مقارنة بالجسم الاسود

المادة	قدرة الانبعاث	الحرارة الحركية (كلفن)	الحرارة الاشعاعية (كلفن)
الجسم الاسود	١,٠٠	٣٠٠	٣٠٠
النباتات	٠,٩٨	٣٠٠	٢٩٨,٥
التربة الرطبة	٠,٩٦	٣٠٠	٢٩٧
التربة الجافة	٠,٩٢	٣٠٠	٢٩٣,٨

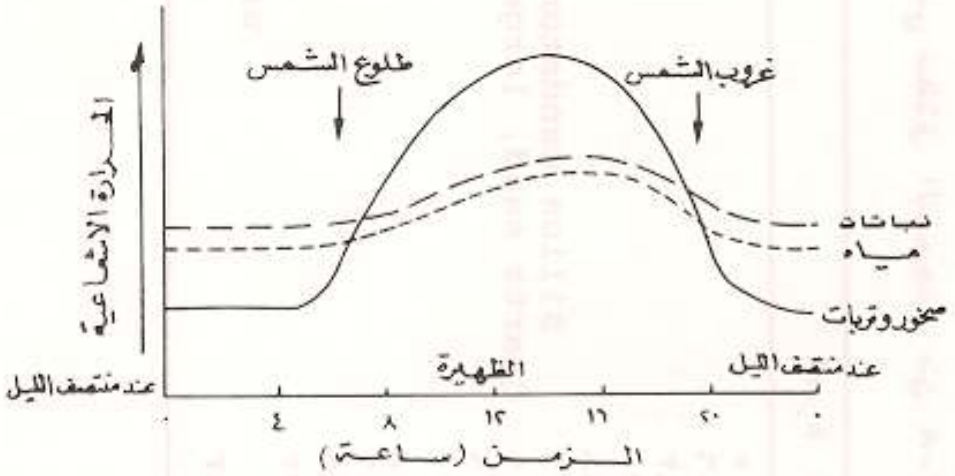
المصدر: Lillesand and Kiefer, 1987.

شكل ١٤ انبعاث الاشعاع من معدن الكوارتز



المصدر: Barrett and Curtis, 1982.

شكل ١٥ الحرارة الاشعاعية اليومية لبعض المواد



المصدر: Sabins, 1978.

جدول ٤ قدرة الانبعاث لبعض المواد في نطاق الموجات من ٨-١٢ ميكرومتر

المادة	قدرة الانبعاث
جرانيت Granite	٠,٨١٥
ديونايت Dunite	٠,٨٥٦
اوبسيديان Obsidian	٠,٨٦٢
فلسبار Feldspar	٠,٨٧٠
جرانيت (خشن) Granite, rough	٠,٨٩٨
حجر رملي سيليسي مصقول Silica sandstone, polished	٠,٩٠٩
رمل كوارتز (حبيبات كبيرة) Quartz sand, large grains	٠,٩١٤
دولومايت مصقول Dolomite, polished	٠,٩٢٩
بازلت (خشن) Basalt, rough	٠,٩٣٤
دولومايت (خشن) Dolomite, rough	٠,٩٥٨
اسفلت Asphalt paving	٠,٩٥٩
خرسانة Concrete walkway	٠,٩٦٦
ماء علية طبقة خفيفة من البترول Water, with thin film of petroleum	٠,٩٧٢
ماء نقي Water, pure	٠,٩٩٣

المصدر: Sabins, 1978.

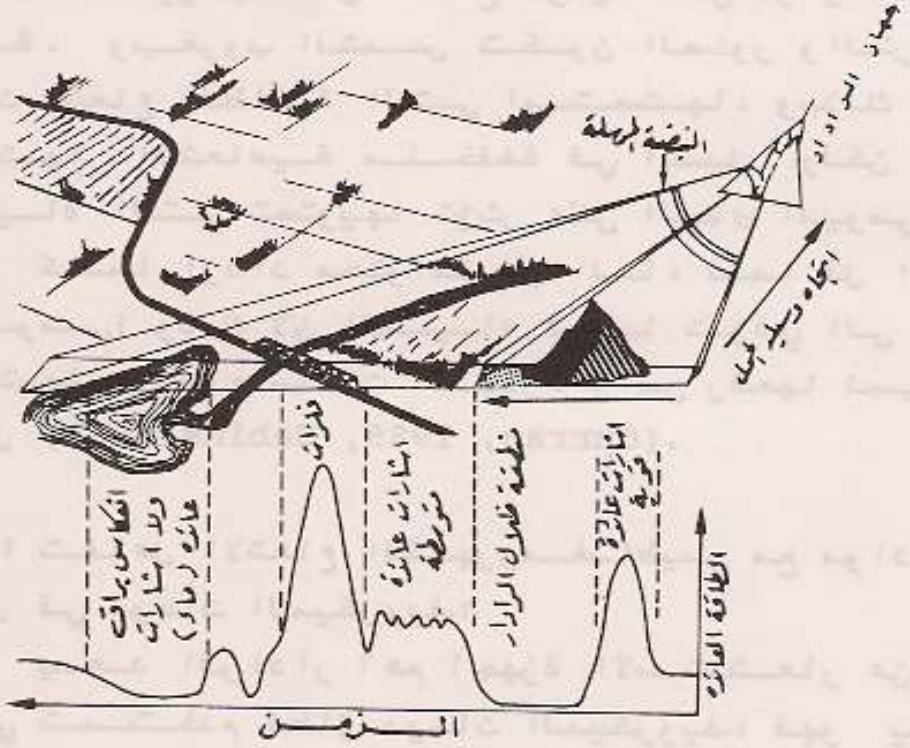
يتضح من الشكل السابق أن المدى اليومي للحرارة الاشعاعية من النباتات قليل، وذلك بسبب عملية النتح، ففقدان المياه عن طريق عملية النتح يعمل على خفض درجة حرارة النباتات أثناء ساعات النهار. كذلك المياه تتصف بانخفاض الفارق اليومي لحرارتها الاشعاعية؛ وذلك بسبب تيارات الحمل. أما الفارق اليومي للحرارة الاشعاعية من الصخور والتربة فهو كبير، حيث تكون عالية في النهار، ومنخفضة في الليل، وذلك لأنها غير جيدة التوصيل للحرارة اذ تتركز الحرارة من الاشعاع الشمسي في الأجزاء القريبة من السطح مؤدية الى حرارة سطحية عالية. وبغروب الشمس تكون الصخور والتربة قد أعادت اشعاع الطاقة التي امتصتها، وبذلك تكون حرارتها الاشعاعية منخفضة في الليل، ولكن كميات المياه التي تحتويها تؤثر على المدى اليومي؛ اذ انه كلما ازداد محتواها من الماء كلما قل الفارق اليومي؛ وذلك لأن المياه فيها تؤدي الى خفض حرارتها أثناء ساعات النهار، والى رفعها نسبيا في الليل (Curran, 1985, Sabins,1987).

١-٢-٤ تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد سطح الأرض في موجات الميكروويف:

يعد الرادار أهم أجهزة الاستشعار عن بعد التي تستخدم نطاق موجات الميكروويف، فهو يستخدم لجمع المعلومات عن الظواهر الأرضية في مختلف الأوقات حتى في الظروف الغائمة، وذلك لأنه يصدر نبضات من الطاقة الكهرومغناطيسية Pulses of Electromagnatic Energy في موجات الميكروويف باتجاه الأرض، ثم يسجل الزمن الذي تستغرقه للوصول الى الهدف Target وكمية الطاقة العائدة اليه. ويحكم درجة اللون Tone في مرئية الرادار كمية

الطاقة العائدة اليه، اذ انه كلما انخفضت كمية الطاقة العائدة كلما كان لون المرئية قاتما dark والعكس صحيح. والطاقة العائدة الى جهاز الرادار تتأثر بشكل رئيسي بالخصائص الكهربائية للسطح Electrical Properties Of The Surface وبخشونة السطح Surface Roughness وطول الموجة وزاوية الانخفاض، وكذلك طبوغرافية السطح (شكل ١٦).

شكل ١٦ اختلاف الطاقة العائدة الى جهاز الرادار باختلاف مكونات السطح

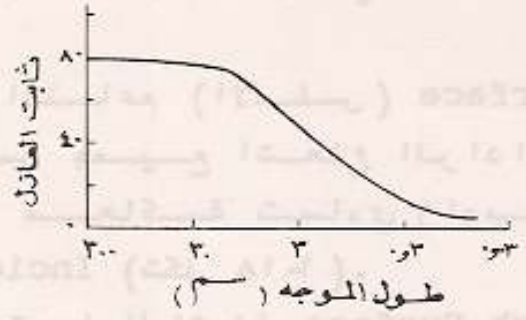


المصدر: Sabins, 1978.

١-٢-٤-١ تأثير الخصائص الكهربائية للسطح:

تقاس الخصائص الكهربائية للمادة بما يسمى ثابت العازل المركب Complex Dielectric Constant الذي يؤثر في كمية الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة. وقيمة ثابت العازل المركب في المواد مرتبطة بتوفر الشحنات الكهربائية الحرة Free Electrical Charges (Curran, 1985). فاذا كانت قيمة ثابت العازل للمادة كبيرة فان المادة تعكس كمية كبيرة من الاشعة الكهرومغناطيسية المرسلة من الرادار، وتمتص قليلا منها مثل المياه والمعادن الفلزية (Lillesand and Kiefer, 1987). فالمياه مثلا تعكس معظم الاشعة الساقطة من الرادار؛ وذلك لان قيمة ثابت العازل فيها يصل الى ٨٠ في النطاقL، ولكنه يتناقص بقصر الموجة (شكل ١٧) أما اذا انخفضت قيمة ثابت العازل للمادة فانها تمتص كمية كبيرة من الطاقة مؤدية الى تغلغلها الى ماتحت السطح. والمواد الطبيعية الجافة يتراوح ثابت العازل فيها مابين ٣ الى ٨، ولذلك تسمح بتغلغل طاقة الرادار في نطاقL الى أعماق تصل الى ٦ أمتار (MacDonald, 1980, Drury, 1987).

شكل ١٧ اختلاف قيمة ثابت العازل في المياه باختلاف طول الموجة



المصدر: Drury, 1987.

وحيث ان قيمة ثابت العازل تزداد مع طول الموجة فان اشعة الرادار تتغلغل اكثر بتناقص طول الموجة، ولكن كميات المياه في المواد تؤثر على قيمة ثابت العازل؛ وذلك لأن المياه تعكس معظم اشعة الرادار الساقطة، فقيمة ثابت العازل تزداد في الصخور والتربات بزيادة محتواها من الماء. وكذلك النباتات تعكس اشعة الرادار، وذلك لاحتوائها على كميات كبيرة من الماء. ونظرا لصعوبة قياس ثابت العازل في المواد الطبيعية فان خشونة السطح وطبوغرافية السطح ونسبة الرطوبة هي اهم خصائص السطح التي تراعى عند تفسير مرئية الرادار (1985 Sabins, 1978, Curran,).

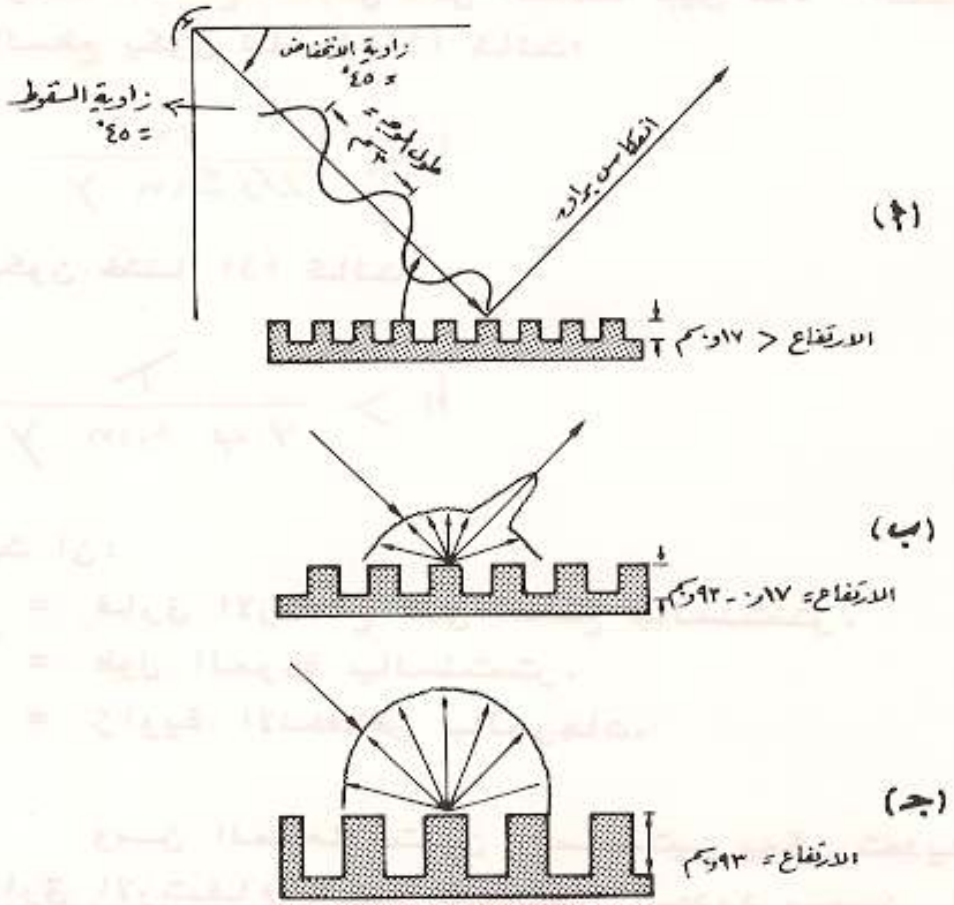
١-٢-٤-٢ تاثير خشونة السطح وطول الموجة وزاوية الانخفاض:

نظرا لان هذه المتغيرات الثلاثة تؤثر بشكل مترابط على الطاقة العائدة الى جهاز الرادر فانها ستناقش معا. فالتضرس الكبير مثل الجبال والتلال والكثبان الرملية والمباني ليس هو المقصود بخشونة السطح هنا، ولكن يقصد به التضرس الصغير على سطوح الأجسام وذلك مثل الرمل والحصى واوراق الاشجار واغصانها. والسطوح تقسم حسب خشونتها الى ثلاثة انواع (Sabin, 1978) هي:

١ - السطح الناعم (الأملس) Smooth Surface، وهذا السطح يعكس جميع اشعاع الرادار الساقط عليه بزاوية معاكسة تساوي زاوية سقوط الاشعاع Incidence Angle (شكل ١٨-أ).

٢ - السطح متوسط الخشونة Moderately Rough Surface وهذا السطح يعكس جزءا من اشعاع الرادار الساقط عليه، ويشتت Scatter الباقي (شكل ١٨-ب).

شكل ١٨ خشونة السطح وأثرها على الطاقة العائدة في نطاق X (طول الموجة ٣سم)
(أ) سطح ناعم لا طاقة عائدة إلى الرادار (ب) سطح متوسط الخشونة ـ طاقة عائدة متوسطة
(جـ) سطح خشن ـ طاقة عائدة قوية .



المصدر: Sabins, 1978.

٣ - السطح الخشن Rough Surface، وهذا السطح يشتت اشعاع الرادار الساقط عليه في جميع الاتجاهات (شكل ١٨-ج).

وحيث ان تأثير خشونة السطح على اشعاع الرادار المنعكس مرتبط بطول الموجة Wavelength وزاوية الانخفاض Deprossion Angle (y)، فان تحديد خشونة السطح مبني على العلاقة بين هذه المتغيرات. فالسطح يكون ناعما اذا كانت:

$$h < \frac{\lambda}{25 \sin \gamma}$$

ويكون خشنا اذا كانت:

$$h > \frac{\lambda}{4.4 \sin \gamma}$$

حيث ان:

h = فارق الارتفاع على السطح بالسنتمتر.

λ = طول الموجة بالسنتمتر.

γ = زاوية الانخفاض بالدرجات.

ومن المعادلتين السابقتين يمكن تحديد قيمة فوارق الارتفاع التي تبين الحدود بين السطوح الملساء، والسطوح متوسطة الخشونة، والسطوح الخشنة (جدول ٥). ولكن تختلف خشونة السطح باختلاف طول الموجة، فبعض السطوح التي تبدو خشنة في موجات نطاق ka تبدو ناعمة في نطاق L (جدول ٦).

يبين شكل ١٩ تأثير خشونة السطح وزاوية الانخفاض Depression Angle على كمية الاشعاع العائد الى الرادار، وزاوية الانخفاض هي الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقي وخط الاشعاع الساقط من

جدول ٥ فوارق الارتفاع التي تبين الحدود بين السطوح الناعمة ومتوسطة النعومة والخشنة في موجات الرادار بزاوية انخفاض قدرها ٤٥ درجة

خشونة السطح	نطاق ka الموجة = ٠,٨٦ سم	نطاق X الموجة = ٣ سم	نطاق L الموجة = ٢٥ سم
ناعم	الارتفاع<٠,٠٥ سم	الارتفاع<٠,١٧ سم	الارتفاع<١,٤١ سم
متوسط	الارتفاع =	الارتفاع =	الارتفاع =
	٠,٠٥ الى٠,٢٨ سم	٠,١٧ الى٠,٩٦ سم	١,٤١ الى٨,٠٤ سم
خشن	الارتفاع>٠,٢٨ سم	الارتفاع>٠,٩٦ سم	الارتفاع>٨,٠٤ سم

المصدر: Sabins, 1978.

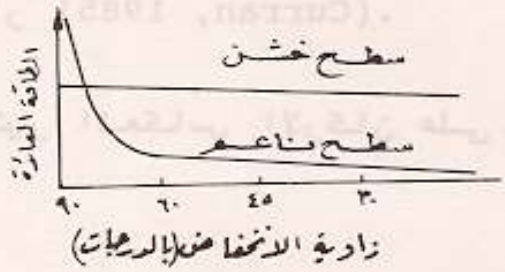
جدول ٦ اختلاف خشونة السطح باختلاف طول الموجة

الارتفاع (سم)	نطاق ka الموجة = ٠,٨٦ سم	نطاق X الموجة = ٣ سم	نطاق L الموجة = ٢٥ سم
٠,٠٥	ناعم	ناعم	ناعم
٠,١٠	متوسط	ناعم	ناعم
٠,٥٠	خشن	متوسط	ناعم
١,٥٠	خشن	خشن	متوسط
١٠,٠٠	خشن	خشن	خشن

المصدر: Sabins, 1978.

الرادار الى الهدف. فكمية الاشعاع المنعكس نحو الرادار من السطوح الناعمة تعتمد على زاوية الانخفاض، فاذا كانت زاوية الانخفاض كبيرة فان كمية كبيرة من الاشعاع الساقط على السطوح الناعمة تنعكس باتجاه هوائي الرادار، ولكن الاشعاع المنعكس يزداد في الابتعاد عن اتجاه الرادار كلما صغرت زاوية الانخفاض. ولذا تظهر السطوح الناعمة بلون ناصع Bright Tone في مرئية الرادار التي تكون فيها زاوية الانخفاض كبيرة، اما في المرئية التي تكون فيها زاوية الانخفاض صغيرة فانها تظهر بلون قاتم Dark Tone. ومن ناحية اخرى فان تاثير زاوية الانخفاض على كمية الطاقة العائدة الى الرادار من السطوح الخشنة قليل؛ وذلك لأن السطوح الخشنة تشتت الاشعاع بشكل متساو في جميع الاتجاهات.

شكل ١٩ تاثير زاوية الانخفاض على الطاقة العائدة الى الرادار

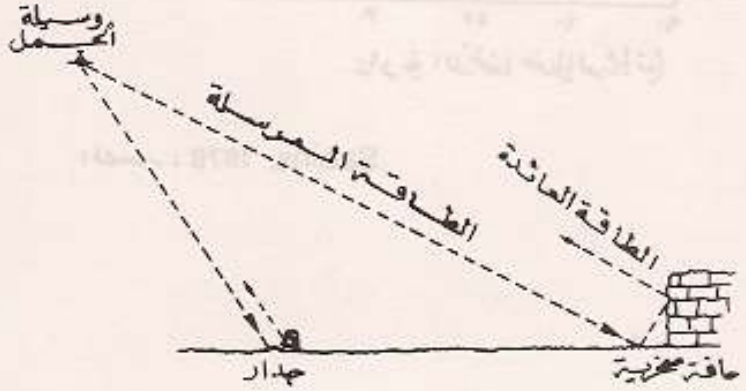


المصدر: Sabins, 1978.

١-٢-٤-٣ تأثير طبوغرافية السطح:

التضرس الكبير مثل الجبال والتلال والكثبان الرملية والمباني يؤثر على كمية الطاقة العائدة الى الرادار. فالطاقة العائدة من منحدرات الجبال المواجهة للرادار تكون كبيرة، بينما تكون معدومة من الجهة الخلفية للجبل؛ ولذلك تظهر بلون داكن على المرئية، ويطلق على هذه المنطقة ظل الرادار (Sabins, 1978, Lillesand and Kiefer, 1987). وبالاضافة الى ذلك فان انعكاس الأركان Corner Reflection يؤدي الى اعادة كمية كبيرة من الطاقة. ويحدث انعكاس الأركان اذا سقطت الطاقة على السطوح المستوية التي تتقاطع بزاوية قائمة (شكل ٢٠). ففي هذه الحالة تنعكس الطاقة من السطح الأفقي الى السطح الراسي الذي يعكسها باتجاه الرادار، ولذا فان كمية الطاقة العائدة للرادار تكون كبيرة جدا مما يؤدي الى ظهور هذه المناطق باللون الناصع على مرئية الرادار (Curran, 1985).

شكل ٢٠ تأثير انعكاس الاركان على طاقة الرادار



المصدر: Curran, 1985.

الفصل الثاني
اجهزة الاستشعار عن بعد ووسائل حملها

٢-١ اجهزة الاستشعار عن بعد:

صممت اجهزة الاستشعار عن بعد لتسجيل الاشعاع المنعكس او المنبعث من سطح الأرض، وذلك في نطاقات معينة من الطيف الكهرومغناطيسي. ويمكن تقسيم اجهزة الاستشعار عن بعد الى نوعين رئيسيين هما الاجهزة التي تقدم معلومات مرئية Imaging Sensors والأجهزة التي تقدم معلومات غير مرئية Non-imaging Sensors. وحيث ان المعلومات المرئية هي التي تستخدم بشكل رئيسي في التطبيقات الجغرافية فان الحديث هنا سيقتصر على الاجهزة التي تقدم معلومات مرئية.

٢-١-١ نظم التصوير الفوتوغرافي:

تعد آلات التصوير الفوتوغرافي اقدم اجهزة الاستشعار عن بعد التي لازالت تلعب دورا مهما في جمع المعلومات عن الظواهر على سطح الأرض. وتستخدم آلات التصوير لتسجيل الاشعاع الكهرومغناطيسي في نطاق الطيف المرئي وتحت الحمراء القريبة (٠,٤-٠,٩ ميكرومتر) على افلام حساسة لهذه الطاقة (Lo, 1986).

والافلام المستخدمة في آلات التصوير اما ان تكون باللون الاسود والأبيض واما ان تكون ملونة. والافلام الملونة الحساسة لاشعاع الطيف المرئي تعطي صورا ملونة بالوان حقيقية، اما الافلام الملونة الحساسة لاشعاع الموجات تحت الحمراء فتعطي صورا بالوان زائفة (خاطئة) false color اي انها تعطي الوانا غير حقيقية (جدول ٧).

وتستخدم المرشحات الفوتوغرافية Filters في آلات التصوير الفوتوغرافية متعددة الأطياف

جدول ٧ الوان الظواهر في الصور المسجلة
بالافلام الحساسة للاشعة تحت الحمراء

الظاهرة	اللون الزائف (الخاطيء)
النبات الجيد	
عريض الاوراق	احمر الى ارجواني
ابري الاوراق	بني مائل الى الحمرة -بنفسجي
النبات المريض	
الرؤية المسبقة	احمر داكن
الرؤية العادية	ازرق داكن
اوراق الخريف	اصفر الى ابيض
المياه الصافية	ازرق غامق الى اسود
المياه العكرة	ازرق فاتح
الاراضي الرطبة	الوان داكنة
الظلال	اسود مع تفاصيل قليلة

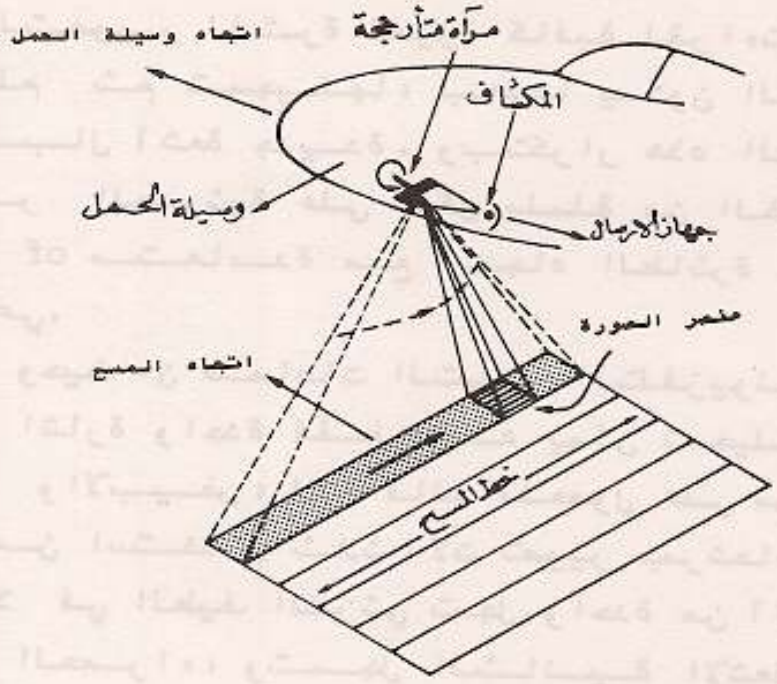
المصدر: العنقري، (١٩٨٦).

Multispectral Cameras للحصول على بيانات في نطاقات محددة. والمرشحات الفوتوغرافية عبارة عن سطوح زجاجية او جيلاتينية Gelatin تركب على عدسات آلات التصوير لتمنع وصول اشعاع كهرومغناطيسي معين الى الفيلم، وذلك بامتصاصه او انعكاسه (Rehder, 1978).

٢-١-٢ نظم المسح الخطي Linescanning Systems:

في هذا النظام يتم جمع المعلومات بواسطة مرآة تدور Rotated او تتارجح Oscillated الى الامام والخلف على محور مواز لاتجاه وسيلة حمل الجهاز (الطائرة، او القمر الصناعي) التي تعكس الاشعاع الى المكشاف Deteotor ليرسلها على شكل اشارات Signals الى المسجل Recorder، وذلك أثناء دورانها او تارجحها على طول خط المسح Scan Line (شكل ٢١).

شكل ٢١ نظام المسح الخطي



المصدر: Hardy, 1981.

وبتقدم وسيلة الحمل الى الأمام يتم استشعار المعلومات لخط المسح التالي وهكذا؛ وذلك لأن تكرار دوران المرآة أو تأرجحها يتوافق مع سرعة وسيلة الحمل. والماسحات الخطية Line Scanners صممت لتستخدم نطاقا واسعا من الطيف الكهرومغناطيسي؛ ولذا فانه يمكن استخدامها لتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية في الطيف المرئي، وفي موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة والبعيدة Near-infrared and Far-infrared (أي مابين ٠,٤ ميكرومتر و ١ ملليمتر) (Hardy, 1981).

٢-١-٣ نظم التصوير التلفزيوني:

آلات التصوير التلفزيونية تجمع بين نظام آلات التصوير الفوتوغرافي ونظام المسح الخطي. فآلات التصوير في هذا النظام تستخدم أفلاما خاصة لا تحتاج الى استبدال أثناء تصوير المرئية. وتتم عملية التصوير بتعريض الفيلم للاشعاع فترة قصيرة Short Exposure من خلال العدسات. وتخزن هذه المعلومات في آلة التصوير لفترة قصيرة كافية لقراءتها من على الفيلم ثم تسجيلها، بعدها يكون الفيلم جاهزا لاستقبال أشعة جديدة. وبتكرار هذه العملية يتم تصوير المرئية على شكل سلسلة من الخطوط Series of Lines متعامدة مع اتجاه الطائرة او القمر الصناعي.

وحيث ان صمامات التصوير التلفزيوني Vidicons تعطي اشارة واحدة فقط فانه يمكن تسجيلها باللون الأسود والأبيض، لذا فانه للحصول على مرئية ملونة لابد من استخدام ثلاث آلات تصوير بمرشحات مختلفة، فمثلا في الطيف المرئي تسجل واحدة من آلات التصوير الأشعة الحمراء، وتسجل الثانية الأشعة الخضراء

وتسجل الثالثة الاشعة الزرقاء، ومركب هذه الالوان سيعطي مرئية ملونة (Drury, 1987).

٢-١-٤ نظم الصف الخطي Linear array smetsys (Pushbroom):

يجمع هذا النظام بين نظام آلات التصوير التلفزيوني ونظام المسح الخطي، فهو يسجل المعلومات لخط المسح في آن واحد بواسطة عدد كبير من المكشافات Detectors الصغيرة الحجم دون أن يتحرك أي جزء من اجزائه. فكل مكشاف يقيس الاشعاع المنعكس لكل عنصر من عناصر الصورة Picture Element or Pixel على طول خط المسح ثم يرسله على شكل اشارات ليتم تسجيلها (Lo, 1986, Drury, 1987). وهكذا يتم استشعار بقية خطوط المسح المتلاحقة في المرئية أثناء تقدم الطائرة او القمر الصناعي الى الأمام.

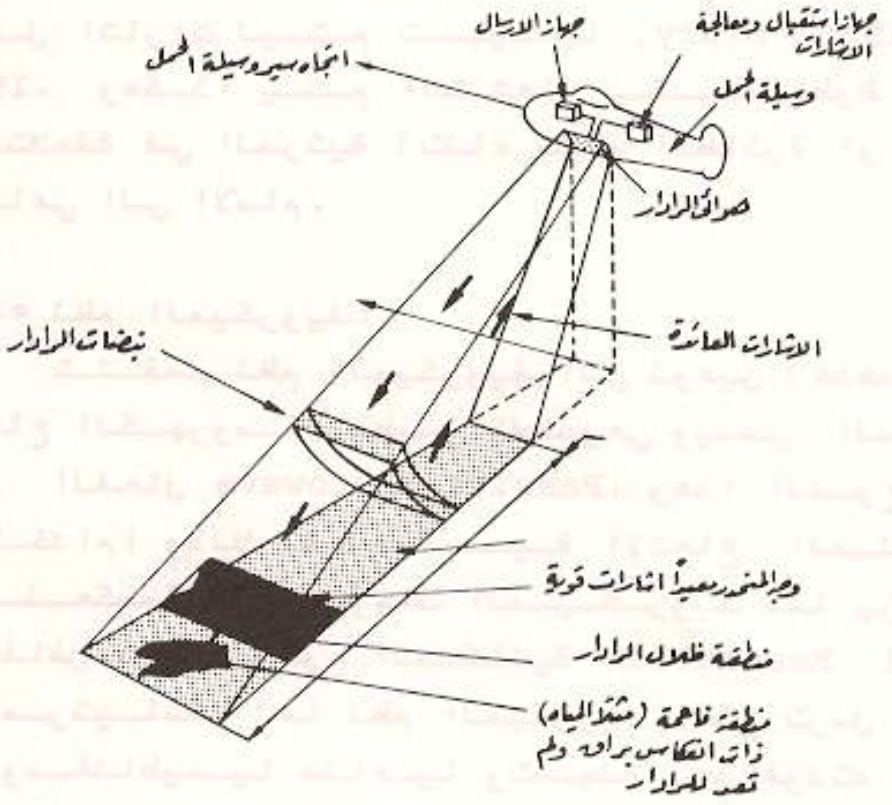
٢-١-٥ نظم الميكروويف:

تنقسم نظم الميكروويف الى نوعين أحدهما يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي الطبيعي ويسمى الميكروويف غير الفعال Passive Microwave، وهذا النوع قليل الاستخدام؛ وذلك لقلة كمية الاشعاع المنبعثة والمنعكسة في موجات الميكروويف مما يؤدي الى انخفاض درجة الوضوح المكانية Spatial Resolution في مرئياته. أما نظم الميكروويف التي ترسل اشعاعا كهرومغناطيسيا صناعيا وتسجله بعد عودته فتسمى الميكروويف الفعال Active Microwave، او الرادار (Hardy, 1981).

توجد العديد من نظم الرادار، ولكن أكثرها استخداما لمسح الموارد الأرضية هو الرادار الجوي ذو النظرة الجانبية Side-looking Airborne Radar

(SLAR) (شكل ٢٢) وتكمن اهمية هذا النوع من اجهزة الاستشعار عن بعد في أنه يعمل في جميع الظروف سواء في الليل او في النهار، وكذلك في الظروف الغائمة.

شكل ٢٢ نظام الرادار الجوي ذو النظرة الجانبية



المصدر: Hardy, 1981.

٢-٢ وسائل حمل أجهزة الاستشعار عن بعد:

يوجد العديد من وسائل حمل أجهزة الاستشعار عن بعد، منها الوسائل الأرضية، ومثال ذلك الأجهزة التي يحملها الانسان بيده، او الأجهزة التي تثبت على اعمدة او رافعات او فوق سيارات، اضافة الى ذلك تستخدم المناطيد Balloons والصواريخ Rockets لحمل أجهزة الاستشعار عن بعد، ولكن أكثر الوسائل استخداما لحمل هذه الأجهزة الطائرات Aircrafts، والاقمار الصناعية الحاملة للانسان Manned Satellites، والاقمار الصناعية الأوتوماتيكية Automatic Satellites، ولذا سوف يقتصر الحديث هنا على الوسائل الثلاث الأخيرة.

٢-٢-١ الطائرات:

تستخدم الطائرات لحمل أجهزة الاستشعار عن بعد منذ أكثر من ٥٠ عاما، حيث استخدمت للتصوير في الحرب العالمية الأولى (Whiteford, 1978, Drury, 1987). واهم أجهزة الاستشعار التي تحملها الطائرات آلات التصوير الفوتوغرافي المختلفة، وكذلك الماسح متعدد الأطياف Multispectral Scanner الذي يشتمل على عدة قنوات Channels لنطاقات Bands مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي، وقد تستخدم واحدة او أكثر من هذه القنوات لتسجيل الأشعة الحرارية Thermal (المنبعثة من الارض)، وبالاضافة الى ذلك تحمل الرادار الجوي ذا النظرة الجانبية SLAR. وكل واحد من هذه الأجهزة له مزاياه. على سبيل المثال، آلات التصوير الجوي تمكن من الرؤية المجسمة للظواهر، اما الماسح متعدد الأطياف فيمكن من تسجيل الطاقة في جزء كبير من الطيف الكهرومغناطيسي ما بين ٠,٣ الى ١٤ ميكرومتر. اما الرادار الجوي ذو النظرة الجانبية فهو يصور المرئية باضاءة جانبية Oblique

Illumination تظهر السمات الخطية Lineaments بوضوح. وكل هذه الأجهزة تعطي وضوحا مكانيا Spatial Resolution جيدا يصل الى أقل من ١٠ أمتار.

٢-٢-٢ الاقمار الصناعية الحاملة للانسان:

استخدمت الاقمار الصناعية الحاملة للانسان لحمل أجهزة الاستشعار عن بعد منذ بداية سباق الفضاء بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي في نهاية الخمسينات وبداية الستينات (Curran, 1985). فبرامج الاقمار الصناعية الحاملة للانسان الأمريكية بدأت في اوائل الستينات ابتداء ببرنامج ميركوري Mercury، ثم جيمني Gemini، ثم أبولو Apollo، ثم سكايلاب Skylab، وأخيرا برنامج مكوك الفضاء Space Shuttle. والهدف الرئيسي من البرامج الأمريكية الثلاثة الأولى هو اكتشاف الفضاء، أما سكايلاب ومكوك الفضاء فصممتا لاجراء التجارب.

في رحلات برامج ميركوري وجيميني وأبولو أخذت صورا كثيرة (اسود وابيض) وملونة لأجزاء مختلفة من الكرة الأرضية بين دائرتي عرض ٣٥ درجة شمالا و ٣٥ درجة جنوبا، وذلك باستخدام آلات تصوير يدوية ٧٠ مم Hand-held 70mm Cameras. وبالاضافة الى آلات التصوير اليدوية حملت أبولو-٩ عام ١٩٦٩م آلة تصوير متعددة الأطياف بأربع عدسات؛ وذلك لاختبار مفهوم Concept الماسح متعدد الأطياف الذي حمله لاندسات Landsat-1 في عام ١٩٧٢م (Lo, 1986, Drury, 1987). وعلى الرغم من أن الصور التي أخذت في رحلات هذه البرامج استخدمت في كثير من الأبحاث الا أن استخداماتها في الدراسات الحديثة محدودة؛ وذلك بسبب قدمها وصغر مقياسها ومحدودية المنطقة التي تغطيها (Curran, 1985).

ونجاح لاندسات-١ شجع وكالة الفضاء الأمريكية

(ناسا) NASA على تصميم محطات تجارب فضائية بدءا ببرنامج سكايلاب. وسكايلاب عبارة عن محطة فضائية أطلقت في البداية بدون ملاحين لتدور حول الأرض بين داثرتي عرض ٥٠ درجة شمالا و ٥٠ درجة جنوبا كل ٩٣ دقيقة معطية تغطية كاملة لهذه المنطقة كل ١٥ يام. وفي الفترة مابين مايو ١٩٧٣م وفبراير ١٩٧٤م زودت هذه المحطة ثلاث مرات بالملاحين في كل مرة ثلاثة رجال. ومن أهم الأجهزة التي جربت في هذه المحطة آلات التصوير متعددة الأطياف ذات ست العدسات، وآلة تصوير البيئية الطبيعية لسطح الأرض Earth Terrain Camera، والماسح متعدد الأطياف الذي يحتوي على ثلاث عشرة قناة والراديومتر الذي يقيس أشعة الميكرويف Microwave Radiometer.

وفي عام ١٩٨١م بدأ برنامج مكوك الفضاء الذي يتضمن عدة مركبات فضائية صالحة للاستخدام أكثر من مرة، وهي: كولومبيا وتشالينجر (انفجرت عام ١٩٨٦م) وديسكفري واتلانتس (الدهراوي، ١٩٨٧). وتستخدم هذه المركبات للقيام برحلات الى الفضاء لاطلاق الأقمار الصناعية الأتوماتيكية المختلفة، ولاختبار أجهزة استشعار عن بعد متقدمة، ثم تعود الى الأرض مرة ثانية. وخلال رحلات المكوك الفضائي المختلفة تم اختبار العديد من أجهزة الاستشعار عن بعد، ومن أهمها الراديومتر متعدد الأطياف للأشعة تحت الحمراء Shuttle Multispectral Infrared Radiometer (SMJR). وهذا الجهاز يعطي معلومات غير مرئية non-imaging في تسعة نطاقات Bands بين ٠,٥ - ٢,٤ ميكرومتر، ورادار المكوك الفضائي-أ Shuttle Imaging Radar (SlR-A)، وهو رادار ذو نظرة جانبية Side-Looking يرسل طاقة في نطاق L (٢٣ سم) بزاوية انخفاض قدرها ٤٣ درجة، والوضوح المكاني لمرئيته ٤٠ مترا، وكذلك رادار المكوك الفضائي-ب (SlR-B)

الذي يشبه رادار المكوك الفضائي-١ ، الا أن زاوية الانخفاض فيه متغيرة مابين ٣٠ درجة و ٧٥ درجة ، ولذا يتراوح الوضوح المكاني في مرئياته مابين ١٧-٥٨م .

من ناحية أخرى أطلق الاتحاد السوفيتي العديد من الأقمار الصناعية الحاملة للانسان في عقد الستينات، وذلك خلال برامجه الفضائية لاكتشاف الفضاء التي تتضمن فوستوك Vostok وفوشكود Voshkod وسيوز Soyus، التي حملت العديد من أجهزة الاستشعار عن بعد ، وهي شبيهة بالتي حملتها الأقمار الصناعية الامريكية الحاملة للانسان. وفي اوائل السبعينيات بدأ الاتحاد السوفيتي في برنامج ساليوت Salut وهو عبارة عن محطات فضائية لاجراء التجارب، وخلال رحلات ساليوت جرب العديد من أجهزة الاستشعار عن بعد المختلفة (Curran, 1985).

في منتصف السبعينات نفذت رحلة سيوز-أبولو المشتركه بين الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة الامريكية. وكان هدف هذه الرحلة تصوير سطح الأرض بغرض دراسة الموارد الطبيعية (طربوش ١٩٨٢).

٢-٢-٣ الأقمار الصناعية الأتوماتيكية :

يمكن تقسيم الأقمار الصناعية الأتوماتيكية للاغراض المدنية التي تحمل أجهزة استشعار عن بعد الى نوعين حسب الغرض من اطلاقها ، وهما الأقمار الصناعية لمراقبة الطقس ، والأقمار الصناعية لاستشعار الموارد الأرضية. فالأقمار الصناعية الأتوماتيكية لجمع المعلومات عن الموارد الأرضية وبعض الأقمار الصناعية الاتوماتيكية لمراقبة الطقس صممت لتدور حول الأرض متزامنة مع الشمس Sun-Synslronous، أما بعض الأقمار الصناعية التي اطلقت لمراقبة الطقس فصممت ليتزامن دورانها مع

دوران الكرة الأرضية Geosynchronous (Geostationary)، وهذا يعني أنها تبقى ثابتة فوق مكان معين من سطح الكرة الأرضية. وسيناقش هنا أهم برامج الأقمار الصناعية الأتوماتيكية العالمية.

٢-٢-٣-١ الأقمار الصناعية الأتوماتيكية الأمريكية:

يعد القمر الصناعي الامريكي Television and Infrared Observation Satellite (TIROS -1) الذي أطلق في أبريل ١٩٦٠م اول قمر صناعي اوتوماتيكي لجمع المعلومات المرئية عن سطح الكرة الأرضية وكان يحمل آلتي تصوير تلفزيونية لمراقبة الطقس (Drury, 1987)، تلا ذلك اطلاق العديد من الأقمار الصناعية الأتوماتيكية الخاصة بمراقبة الطقس او استشعار الموارد الأرضية، وذلك من خلال البرامج التي تشرف عليها وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) NASA، ووكالة المحيطات والجو الأمريكية (نوا) NOAA. ويشتمل كل برنامج على سلسلة من الأقمار الصناعية تحمل أجهزة استشعار مختلفة (جدول ٨). وسيقتصر الحديث هنا على برنامج لاندسات Landsat، وذلك لأهميته كمصدر للمعلومات في التطبيقات الجغرافية في مختلف بلدان العالم.

بدأ برنامج لاندسات Landsat في بداية السبعينات، حيث كان في البداية يحمل اسم القمر الصناعي التكنولوجي للموارد الأرضية Earth Resources Technology Satellite (ERTS) حتى غير الى لاندسات في ١٣ يناير ١٩٧٥م، ويشتمل هذا البرنامج على سلسلة من الأقمار الصناعية التي أطلق منها حتى الآن خمسة، كان اولها لاندسات-١ الذي أطلق في يوليو ١٩٧٢م، والذي استمر في الخدمة حتى يناير ١٩٧٨م، تلاه اطلاق لاندسات-٢ في يناير ١٩٧٥م الذي عمل حتى يوليو ١٩٨٣م، وفي مارس ١٩٧٨م أطلق

جدول ٨ ١ هم الاقمار الصناعية الاوتوماتيكية الامريكية

القمر الصناعي	جهاز الاستشعار	نطاقات الطيف (ميكرومتر)	الوضوح المكاني (م)	المدار
NOAA-1 ITOS	HRR*	٠,٥٥ - ٠,٧٣ ١٠,٥٠ - ١٢,٥٠	٤٠٠٠ ٨٢٠٠	متزامن مع الشمس
NOAA-2 to 5	VHRR	٠,٥٥ - ٠,٧٣ ١٠,٥٠ - ١٢,٥٠	٩٠٠	متزامن مع الشمس
NOAA-6 to 13 TIROS-N	AVHRR	٠,٥٥ - ٠,٩٠ ٠,٧٢ - ١,٠٠ ٣,٥٥ - ٣,٩٣ ١٠,٥٠ - ١١,٥٠	١١٠٠	متزامن مع الشمس
SMS GOES	SSR	٠,٦٦ - ٠,٧٠ ١٠,٥٠ - ١٢,٥٠	٩٠٠ ٣٦٠٠	متزامن مع دوران الارض
Nimbus-1 to 6	HRIR	٠,٧٠ - ١,١٠ ٠,٣٠ - ٤,٢٠	٨٠٠٠	متزامن مع الشمس
	VC	٠,٤٠ - ٠,٩٠	١٠٠٠	

جدول ١٨ اهم الاقمار الصناعية الاوتوماتيكية الامريكية (يتبع)

القمر الصناعي	جهاز الاستشعار	نطاقات الطيف (ميكرومتر)	الوضوح المكاني (م)	المدار
Nimbus-7	CZCS	٠,٤٣ - ٠,٤٥	٨٠٠	متزامن مع الشمس
		٠,٥٠ - ٠,٥٣		
		٠,٥٤ - ٠,٥٦		
		٠,٦٦ - ٠,٦٨		
		٠,٧٠ - ٠,٨٠		
		١٠,٥٠ - ١٢,٥٠		
Landsat-1 & Landsat-2	MSS	٠,٥٠ - ٠,٦٠	٧٩	متزامن مع الشمس
		٠,٦٠ - ٠,٧٠		
		٠,٧٠ - ٠,٨٠		
		٠,٨٠ - ١,٠٠		
	RBV	٠,٤٨ - ٠,٥٨		
		٠,٥٨ - ٠,٦٨		
		٠,٦٩ - ٠,٨٣		
Landsat-3	MSS	كما في لاندسات-١	٧٩	متزامن مع
	RBV	٠,٥١ - ٠,٧٥	٣٠	الشمس

جدول ٨ أهم الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية الأمريكية (يتبع)

القمر الصناعي	جهاز الاستشعار	نطاقات الطيف (ميكرومتر)	الوضوح المكاني (م)	المدار
Landsat-4 & Landsat-5	MSS	كما في لاندسات-١	٧٩	متزامن مع الشمس
	TM	٠,٤٥ - ٠,٥٢	٣٠	
		٠,٥٢ - ٠,٦٠		
		٠,٦٣ - ٠,٦٩		
		٠,٧٦ - ٠,٩٠		
		١,٥٥ - ١,٧٥		
		١٠,٤٠ - ١٢,٥٠	١٢٠	
		٢,٠٨ - ٢,٣٥	٣٠	

*HRR: High Resolution Radiometer
VHRR: Very High Resolution Radiometer
AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer
SSR: Spin Scan Radiometer
HRIR: High Resolution Infrared Radiometer
VC: Vidicon Camera
CZCS: Coastal Zone Colour Scanner
MSS: Multispectral Scanner System
RBV: Return Beam Vidicon
TM: Thematic Mapper

لاندسات-٣ الذي توقف في سبتمبر ١٩٨٣م. وهذه الاقمار الصناعية الثلاثة اطلقت في مدارات متزامنة مع الشمس (قطبية) على ارتفاع حوالى ٩٢٠ كم، وقد صممت لتدور حول الارض كل ٣ر١٠٣ دقيقة. وعلى الرغم من أن مسار القمر الصناعي ثابت الا أن الممرات الارضية التي يغطيها في اليوم الواحد يبعد بعضها عن بعضها الاخر حوالى ٢٨٧٥ كيلومتر عند خط الاستواء، وذلك تمشيا مع دوران الكرة الارضية. وحيث أن محيط الكرة الارضية حوالى ٤٠٠٧٥ كيلومتر فان الممر الارضي الاول في اليوم التالي يتحرك الى الغرب من الممر الارضي الاول في اليوم السابق له بحوالى ١٥٩ كم عند خط الاستواء، وبهذه الطريقة تتم تغطية كامل الكرة الارضية كلها (ماعدا القطبين) بدوران القمر الصناعي حول الارض ٢٥١ مرة اي كل ١٨ يوما، بعد ذلك تتكرر العملية من جديد، حيث يصبح الممر الارضي الاول في اليوم التاسع عشر متطابقا تقريبا مع الممر الارضي الاول في اليوم الاول وهكذا.

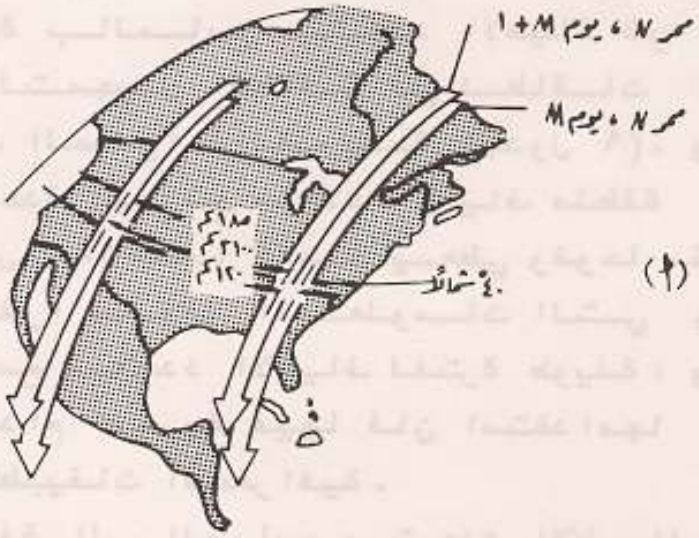
في يوليو ١٩٨٢م وفي مارس ١٩٨٤م اطلق لاندسات-٤ ولاندسات-٥ على التوالي في مدارات متزامنة مع الشمس على ارتفاع ٧٠٥ كم؛ لتدور حول الارض كل ٩٨,٩ دقيقة. وهذان القمران يختلفان في طريقة تغطيتهما للكرة الارضية عن الاقمار الثلاثة السابقة، وذلك من حيث المدة الزمنية، وعدد الممرات الارضية؛ والسبب في ذلك تغير ارتفاع مداريهما. فنظرا لانخفاض المدار زادت السرعة، وبذلك نقصت المسافة بين المسارات الارضية في اليوم الواحد، حيث اصبح يبعد كل مسار عن الآخر حوالى ٢٧٥٢ كيلومتر، ونتيجة لذلك فانه تتم تغطية كامل الارض (باستثناء القطبين) بدورانهما ٢٣٣ دورة حولها، وهذا يعني أنه يتم تصوير اي منطقة مره واحدة كل ١٦ يوما او ٢٢ مرة في السنة.

وحيث ان لاندسات-٤ ولاندسات-٥ يدوران حول الأرض حوالى ٥٦ر١٤ مرة في الأربع والعشرين ساعة لذا فان المدة الفاصلة بين تصوير الممرات الأرضية المتجاورة تكون سبعة أيام، بينما كانت يوما واحدا فقط في لاندسات-١ ولاندسات-٢ ولاندسات-٣! وذلك لأن هذه الاقمار كانت تدور حوالى ٩٥ر١٣ مرة في الأربع والعشرين ساعة (شكل ٢٣).

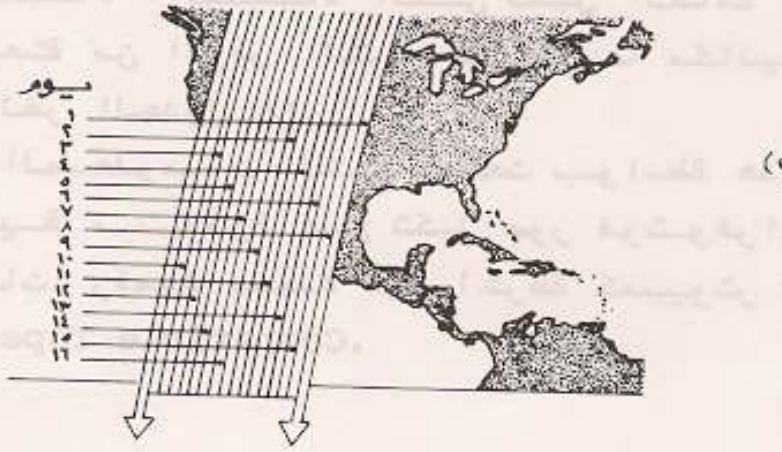
لاندسات-١ ولاندسات-٢ ولاندسات-٣ حملت الماسح متعدد الأطياف Multispactral Scanning System (MSS) وآلات تصوير تلفزيونية Return Beam Vidicon (RBV)، أما لاندسات-٤ ولاندسات-٥ فيحملان الماسح متعدد الأطياف (MSS) بالاضافة الى الماسح الموضوعي Thematic Mapper (TM). والماسح متعدد الاطياف والماسح الموضوعي كلاهما يعمل بنظام المسح الخطي.

كل من لاندسات -١ ولاندسات -٢ حمل ثلاث آلات تصوير تلفزيونية، واحدة منها للتصوير في نطاق الطيف الأخضر (٠,٤٨-٠,٥٨ ميكرومتر)، والثانية للتصوير في نطاق الطيف الأحمر (٠,٥٨-٠,٦٨ ميكرومتر)، أما الثالثة فهي للتصوير في نطاق طيف الأشعة تحت الحمراء القريبة (٠,٦٩-٠,٨٣ ميكرومتر). وتغطي مرئيات آلات التصوير هذه منطقة طولها ١٨٥ كم، وعرضها ١٨٥ كم، وتعطي وضوحا مكانيا يبلغ حوالى ٧٩م. واستخدام هذه المعلومات في التطبيقات الجغرافية محدود جدا! وذلك لقلة المعلومات التي جمعت بهذه الطريقة ولرداءة نوعيتها كذلك. وبسبب المشاكل التي تعرضت لها آلات التصوير التلفزيونية متعددة الأطياف على لاندسات-١ ولاندسات-٢ تم تغيير نظام آلات التصوير التلفزيونية الذي حمله لاندسات-٣، حيث حمل آلتي تصوير تلفزيونيتين يعملان بالنظام البانكروماتيكي في نطاق الطيف المرئي وتحت الحمراء القريبة (٠,٥١-٠,٧٥ ميكرومتر). كل

شكل ٢٣ المدة الزمنية الفاصلة بين تصوير المرات الارضية المتجاورة (أ) للانسات - ١ و ٢ تكون المدة الفاصلة يوم واحد (ب) للانسات - ٤ و ٥ تكون المدة الفاصلة ٧ أيام



المصدر: Drury, 1987.



المصدر: Lillesand and Kiefer, 1987.

واحدة من آلات التصوير هذه استخدمت لتصوير جانب من المنطقة التي يغطيها الماسح متعدد الأطياف الذي كان يحمله لاندسات-٣، ولذلك تغطي كل آلة تصوير منطقة طولها ٩٨م، وعرضها ٩٨م بوضوح مكاني حوالى ٣٠م.

جميع الأقمار الصناعية التي أطلقت في برنامج لاندسات مجهزة بالماسح متعدد الأطياف ذي الأربع قنوات؛ وذلك لتسجيل الطاقة في نطاقات الطيف المرئي وتحت الحمراء القريبة (جدول ٩). وتغطي المرئية الواحدة للماسح متعدد الأطياف منطقة بطول ١٨٥ كم، وعرض ١٨٥ كم، كما يعطي وضوحا مكانيا حوالى ٧٩م. ونظرا لتوفر المعلومات التي جمعت بواسطة الماسح متعدد الأطياف لفترة طويلة، وجودة نوعيتها، وانعدام السرية فيها فان استخدامها واسع الانتشار في التطبيقات الجغرافية.

بالاضافة الى الماسح متعدد الأطياف، فان لاندسات-٤ ولاندسات-٥ يحملان الماسح الموضوعي الذي يسجل الطاقة لسبعة نطاقات (جدول ١٠). والوضوح المكاني لمعلومات الماسح الموضوعي حوالى ٣٠م باستثناء القناة التي تسجل الطاقة الحرارية المنبعثة من الأرض التي تعطي وضوحا مكانيا حوالى ١٢٠م (أنظر الجدول ٨).

والمعلومات التي جمعت بواسطة هذه الأقمار الصناعية متوفرة على شكل صور فوتوغرافية او بيانات رقمية مسجلة على أشرطة كمبيوتر Computer Compatible Tapes (CCT).

جدول ٩ نطاقات الماسح متعدد الاطياف (MSS)
المحمول على لاندسات

النطاق	نوع الاشعاع (اللون الرمزي للاشعة)	طول الموجة ميكرومتر
1 (٤)	خضراء	٠,٥٠ - ٠,٦٠
٢ (٥)	حمراء	٠,٦٠ - ٠,٧٠
٣ (٦)	تحت حمراء	٠,٧٠ - ٠,٨٠
٤ (٧)	تحت حمراء	٠,٨٠ - ١,٠٠

المصدر: Curran, 1985.

جدول ١٠ نطاقات الماسح الموضوعي (TM)
المحمول على لاندسات-٤ و٥

النطاق	نوع الاشعاع (اللون الرمزي للاشعة)	طول الموجة ميكرومتر
١	زرقاء/خضراء	٠,٤٥ - ٠,٥٢
٢	خضراء	٠,٥٢ - ٠,٦٠
٣	حمراء	٠,٦٣ - ٠,٦٩
٤	تحت حمراء قريبة	٠,٧٦ - ٠,٩٠
٥	تحت حمراء قريبة -متوسطة	١,٥٥ - ١,٧٥
٦	تحت حمرا حرارية	١٠,٤٠ - ١٢,٥٠
٧	تحت حمراء متوسطة	٢,٠٨ - ٢,٣٥

المصدر: Curran, 1985.

٢-٢-٣-٢ الأقمار الصناعية الأتوماتيكية الروسية:

يعد برنامجا كوزموس Cosmas وميتور Meteor أهم برامج الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية الروسية، ويتضمن كل برنامج سلسلة من الأقمار الصناعية، كما هو الحال في برامج الولايات المتحدة الأمريكية. والأقمار الصناعية في برنامج كوزموس من النوع قصير العمر Short Life ولذلك يطلق مابين ٨٠ الى ٩٠ قمرا صناعيا سنويا في هذا البرنامج، وتستخدم الأقمار الصناعية في هذا البرنامج بشكل رئيسي لمراقبة الطقس وللأغراض العسكرية. ولا تتوفر معلومات عن أجهزة الاستشعار التي تحملها هذه الأقمار الصناعية. أما برنامج ميتور فقد بدأ في عام ١٩٦٩م بغرض استشعار الطقس والموارد الأرضية. وتشبه الأقمار الصناعية في هذه السلسلة الى حد كبير الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات من حيث مداراتها والأجهزة التي تحملها (Curran, 1985).

٢-٢-٣-٣ الأقمار الصناعية الاتوماتيكية الفرنسية:

في منتصف الثمانينات بدأت فرنسا برنامج سبوت Spot الذي يتضمن سلسلة من الأقمار الصناعية الأتوماتيكية أطلق اولها سبوت-١ Spot-1 في فبراير ١٩٨٦م الذي يعد اول قمر صناعي اوروبي لاستشعار الموارد الأرضية. وأطلق هذا القمر في مدار على ارتفاع ٨٣٢ كم؛ ليدور متزامنا مع الشمس معطيا تغطية كاملة لسطح الأرض في ٢٦ يوما. ويحمل سبوت-١ جهازي استشعار عن بعد يعملان بنظام الصف الخطي (Pushbroom) وتسمى High Resolution Visible (HRV)، ويمكن استخدام أي منهما لتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية للموجات بين ٠,٥١ ميكرومتر و ٠,٧٣ ميكرومتر بالنظام البانكروماتيكي Panchromatic Mode، أو للعمل بالنظام متعدد الأطياف

Multispectral Mode الذي يسجل ثلاثة نطاقات من الطيف الكهرو مغناطيسي، هي الأخضر (٠,٥٠ - ٠,٥٩ ميكرومتر)، والاحمر (٠,٦١ - ٠,٦٩ ميكرومتر)، وتحت الحمراء القريبة (٠,٧٩ - ٠,٨٩ ميكرومتر). والوضوح المكاني في النظام البانكروماتيكي ١٠م بينما هو ٢٠م في النظام متعدد الأطياف. وقد أطلق القمر الصناعي الثاني من هذه السلسلة (سبوت-٢ Spot-2) في يناير ١٩٩١م وبنفس امكانات سبوت-١.

وجهازا الاستشعار اللذان يحملهما كل من سبوت-١ وسبوت-٢ صمما ليمكن تحريكهما يمينا او يسارا عن النظير Nadir (النقطة الأرضية التي تكون في وضع عمودي مع مركز جهاز الاستشعار عن بعد) بحد اقصى ٢٧ درجة. ويكون عرض المرئية الراسية ٦٠ كيلومتر بينما يصل عرضها الى ٨٠ كيلومتر عندما تكون درجة ميله ٢٧ درجة. وهذه الخاصية تجعل التصوير اكثر من مرة خلال فترة التغطية (٢٦ يوما) ممكنا لأية منطقة، الا أن عدد مرات التصوير الممكنة لأي منطقة خلال فترة التغطية تعتمد على موقعها بالنسبة لخط الاستواء. فعدد مرات التصوير الممكنة للمناطق الواقعة على خط الاستواء تكون ٧ مرات، ولكنها تصل الى ١١ مرة عند دائرة عرض ٤٥ درجة، وتكون عدد مرات التصوير الممكنة في الأيام المتتالية (المتلاحقة) مرتين و٦ مرات عند خط الاستواء، وعند دائرة عرض ٤٥ درجة على التوالي (Lillesand and Kiefer, 1987). وتصوير المنطقة من مواقع مختلفة يعطي مرئيات تسمح بالرؤية المجسمة لكامل المرئية (Curran, 1985, Millington and Townshend, 1987).

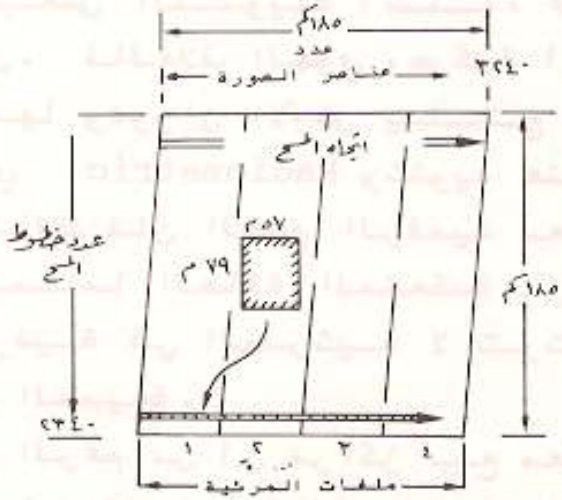
الفصل الثالث
معالجة المرئية وتفسيرها

٣-١ معالجة المرئية الرقمية :

كل مرئية تتكون من مناطق صغيرة متساوية المساحة تسمى عناصر الصورة Picture Elements أو Pixels، وكل واحد من عناصر الصورة في المرئية الرقمية Digital Image له قيمة رقمية Digital Number (DN) تمثل الطاقة التي سجلها جهاز الاستشعار لهذه المنطقة. فمثلا مرئية الماسح متعدد الأطياف MSS في لاندسات تتكون من ٢٣٤٠ خط مسحي يحتوي كل واحد منها على ٣٢٤٠ عنصر صورة (شكل ٢٤). وهذا يعني أن مرئية النطاق الواحد تشتمل على ٧,٥٨٠ مليون عنصر صورة، أي أكثر من ٣٠ مليون عنصر صورة في المرئية الواحدة لجميع النطاقات الأربعة. وعلى الرغم من أن مساحة عنصر الصورة الواحد في هذه المرئية تساوي ٥٦م x ٧٩م، الا أن الوضوح المكاني في المرئية يكون ٧٩م x ٧٩م؛ وذلك لأن تحويل الاشارات Signals الى أرقام لا تسجل بنفس معدل المسح بل بنسبة حوالى ١,٤١ (٧٩÷٥٦=١,٤١)، كما في شكل ٢٥ (Sabins, 1978, Curran, 1985).

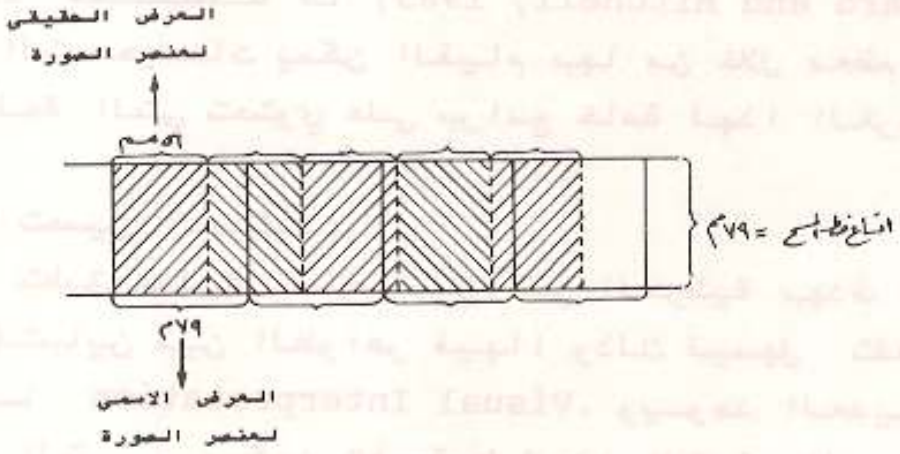
تسجل القيم الرقمية لعناصر الصورة حسب مواقعها في المرئية لكل النطاقات على أشرطة كمبيوتر Computer Compatible Tapes (CCTs). وتتم معالجة هذه البيانات قبل استخدامها؛ وذلك للحصول على أكبر قدر ممكن من المعلومات الدقيقة في التطبيقات المختلفة. ويمكن تقسيم عمليات المعالجة الرقمية الى ثلاثة أنواع حسب الغرض منها، وهي : تصحيح المرئية Image Correction، وتحسين المرئية Image Enhancoment، وتصنيف المرئية Image Classification.

شكل ٢٤ عناصر الصورة وخطوط المسح في مرئية الماسح متعدد الاطياف المحمول على لاندسات



المصدر : Sabins, 1978

شكل ٢٥ عنصر الصورة في مرئية الماسح متعدد الاطياف المحمول على لاندسات



المصدر : Curran, 1985

٣-١-١ تصحيح المرئية :

معلومات الاستشعار عن بعد الأولية Raw data لا تمثل بشكل جيد المكان الذي تم تصويره ؛ وذلك لأنها تتعرض لبعض التشويه أثناء عمليات المسح والتحويل. فالغلاف الجوي وحركة أجهزة الاستشعار ووسائل حملها ودوران الأرض ينتج عنها تشويه راديومتري Radiometric وتشويه هندسي Geometric، ونتيجة لذلك فان القيم الرقمية لعناصر الصورة لا تمثل تماما الطاقة المنعكسة ، وكذلك فان مواقع الظواهر الارضية في المرئية لا ترتبط تماما مع مواقعها في الطبيعة.

وعلى الرغم من أن مراكز بيع معلومات الاستشعار عن بعد -مثل ناسا ووكالة الفضاء الاوروبية- توفر المعلومات بعد تصحيحها الا أن الامر في بعض الاحيان يتطلب من محلل المرئيات الرقمية أن يقوم ببعض التصحيحات التي تتفق مع هدف عمله ، ومثال على ذلك تصحيح المرئية حسب مسقط معين او تصحيح القيم الرقمية المتجاورة في مرئيتين، وذلك عند القيام بعمل موزايك (خريطة مصورة) للمرئيات Mosaic Images لمنطقة ما (Howard and Mitchell, 1985). وهذه التصحيحات يمكن القيام بها من خلال معظم نظم المعالجة التي تحتوي على برامج خاصة لهذا الغرض.

٣-١-٢ تحسين المرئية :

تطبق عملية التحسين على المرئية بهدف ابراز حدة التباين بين الظواهر فيها ؛ وذلك ليسهل تفسيرها بصريا Visual Interpretation. ويوجد العديد من الطرق التي يمكن تطبيقها لهذا الغرض على كامل المرئية او على جزء منها Extract. وفي مايلي أهم هذه الطرق:

١- زيادة التباين في المرئية Contrast Stretching.

٢- انتاج المرئية الملونة Production of Colour Composite Images.

٣- الترشيح المكاني Spatial Filtering.

٤- نسب النطاقات Band Ratioing.

٥- تحليل المركبات الرئيسية Principal Components Analysis (PCA).

قبل الحديث عن هذه الطرق يجب التنويه الى انه في مرئيات لاندسات تعد مرئية مركب الالوان الزائفة (الخاطئة) العادي افضل المرئيات عند القيام بعملية التفسير لاغراض عامة (شكل ٢٦). اما عند القيام بعملية التفسير لاغراض محددة فانه ينبغي اختيار النطاق المناسب. ففي الماسح متعدد الأطياف المحمول على لاندسات يعتبر نطاق ١ (٤) اقل تاثرا بالظل. ولذا فانه مناسب عند دراسة المناطق شديدة التضرس. كما انه يعطي اختراقا كبيرا للمياه اذا كان الجو Atmosphere صافيا. الامر الذي يجعله مناسبا عند دراسة الرواسب العالقة غير العضوية. ونطاق ٢ (٥) يخترق الغلاف الجوي بشكل جيد. الامر الذي يجعله مناسبا لاكتشاف الظاهرات البشرية من مبان وطرق وغيرها، وكذلك النباتات. نطاق ٣ (٦) ونطاق ٤ (٧) يستخدمان لتحديد المسطحات المائية؛ وذلك لأن المياه تمتص اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة. الامر الذي يجعلها تظهر بلون داكن على هذه المرئيات. اضافة الى ذلك فان نطاق ٤ يستخدم بشكل واسع في الدراسات الجيولوجية (Lillesand and Kiefer, 1987). اما نطاقات الماسح الموضوعي فتستخدم لتطبيقات واسعة (جدول ١١).

شكل ٢٦ مرئية مركب الالوان الزائفة العادية التي تغطي الاجزاء العليا لاحد احواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية .

جدول ١١ بعض التطبيقات الرئيسية لنطاقات الماسح الموضوعي (TM)

النطاق	التطبيقات
١	صمم لاختراق المسطحات المائية وهذا يجعله مفيد فيمايلي: ١- عمل خرائط لمياه الشواطيء. ٢- التفريق بين التربة والنباتات. ٣- عمل خرائط لانواع الغابات. ٤- التعرف على الظاهرات البشرية.
٢	صمم ليقيس ذروه الانعكاس في الموجات الخضراء وذلك للتميز بين النباتات. كما انه ايضا مفيد في التعرف على الظاهرات البشرية.
٣	صمم ليستشعر في موجات امتصاص الكلوروفيل وذلك ليساعد على التفريق بين انواع النباتات. كما انه ايضا مفيد في التعرف على الظاهرات البشرية.
٤	مفيد في تحديد انواع النباتات و الكتلة النباتية الحية. وكذلك لتحديد المسطحات المائية واختلافات المحتوى الرطوبي للتربة.
٥	يساعد على معرفة محتوي النبات من الماء وكذلك رطوبة التربة. كما انه ايضا مفيد في التفريق بين الثلج والغيوم.
٦	مفيد في تحديد النبات المريض وكذلك معرفة اختلافات المحتوى الرطوبي للتربة.
٧	مفيد في التفريق بين المعادن وانواع الصخور. كما انه ايضا حساس لمحتوى النبات من الماء.

المصدر: Lillesand and Kiefer, 1987.

٣-١-٢-١ زيادة التباين في المرئية:

صممت أجهزة الاستشعار لتسجيل الطاقة حسب كثافتها (القيم الرقمية) في كامل المقياس الرمادي (من صفر الى ٢٥٥)، ولكن مواد السطح التي تكون كثافة طاقتها في طرفي المقياس الرمادي قليلة جدا اذا وجدت. ولهذا السبب فان القيم الرقمية في المرئية تتركز في مدى ضيق Narrow Range من المقياس (شكل ٢٧-أ)، وهذا التركز يؤدي الى صعوبة التمييز بين الظواهر بصريا. وللتغلب على هذه المشكلة تنشر القيم الرقمية على كامل المقياس الرمادي؛ وذلك بافتراض أن القيم الرقمية في اول المدرج التكراري للمرئية الأصلية تكون عند الصفر، وأن القيم الرقمية في آخره تكون عند ٢٥٥ (شكل ٢٧-ب). شكل ٢٨ يمثل مرئية نطاق ٤ للماسح متعدد الأطياف MSS والتي تغطي منطقة في وسط المملكة العربية السعودية، ويتبين من هذا الشكل أهمية عملية زيادة التباين في المرئية، ودورها في تسهيل عملية التمييز بين الظواهر بصريا. فالشكل ٢٨-أ عبارة عن المرئية قبل تحسينها، وتتضح من هذا الشكل صعوبة تمييز الظواهر على المرئية. أما الشكل ٢٨-ب فيمثل المرئية بعد أن نشرت القيم الرقمية على كامل المقياس الرمادي، وفي هذا الشكل يتضح أن التباين كبير والنوعية جيدة في المرئية. الأمر الذي يسهل عملية تفسيرها بصريا.

٣-١-٢-٢ انتاج المرئية الملونة:

من الطرق السريعة لتسهيل عملية التمييز بين الظواهر انتاج مرئية ملونة؛ وذلك لأن الانسان قادر على تمييز ٢٠٠٠٠ لون و٢٠٠ فقط من درجات اللون الرمادي (Curran, 1985). فمثلا من معلومات الاستشعار المأخوذة بواسطة لاندسات يمكن انتاج

شكل ٢٧ التباين في نطاق واحد (ا) توزيع القيم الرقمية في المقياس الرمادي للمرئية الاصلية (ب) توزيع القيم الرقمية بعد نشرها على كامل المقياس الرمادي.

(ا)

(ب)

المصدر: Al-Sari, 1989.

شكل ٢٨ مرئية نطاق ٤ من الماسح متعدد الاطياف التي تغطي منطقة بوسط المملكة العربية السعودية : (أ) المرئية الاصلية قبل تحسينها (ب) المرئية بعد تطبيق طريقة زيادة التباين عليها .

أ

ب

مرئيات ملونة بالوان غير طبيعية، وذلك من مركب ثلاثة نطاقات، كما انه يمكن انتاج مرئيات ملونة بالوان طبيعية من مرئيات الماسح الموضوعي. وتستخدم نطاقات معينة لانتاج المرئيات الملونة، فمثلا تنتج مرئيات مركب الالوان الزائفة (الخاطئة) العادية Standard False Colour Composite من معلومات لاندسات باستخدام نطاق ١ (٤) ونطاق ٢ (٥) ونطاق ٤ (٧) في الماسح متعدد الاطياف MSS (انظر شكل ٢٦)، ونطاق ٢ ونطاق ٣ ونطاق ٤ في الماسح الموضوعي TM، وذلك باستخدام اللون الازرق واللون الاخضر واللون الاحمر لهذه النطاقات على التوالي. والالوان الزائفة (الخاطئة) في المرئيات العادية تأخذ الالوان نفسها في الافلام الحساسة لاشعاع الموجات تحت الحمراء (انظر جدول ٧). اما عند انتاج المرئيات الملونة بالوان طبيعية من معلومات الماسح الموضوعي فيستخدم نطاق ١ ونطاق ٢ ونطاق ٣.

٣-١-٢-٣ الترشيح المكاني:

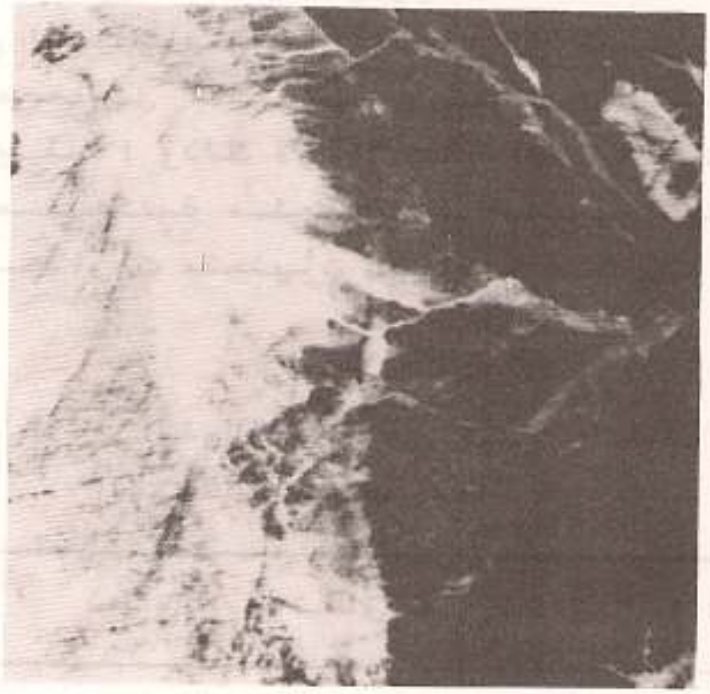
الترشيح المكاني عبارة عن عملية تغير القيم الرقمية في المرئية بهدف تحسين ظواهر معينة فيها. فالقيم الرقمية في المرئية تختلف من منطقة الى اخرى بسبب اختلاف تفاعل المواد مع الطاقة الكهرومغناطيسية او نتيجة لتاثير طبوغرافية السطح، وهذا الاختلاف يتضح عندما يرسم منحنى القيم الرقمية لاحد خطوط المسح في المرئية. وحيث ان درجة التغير في القيم الرقمية من منطقة الى اخرى في المرئية قد تكون كبيرة اوصغيرة، لذا فان الانحدارات في المنحنى قد تكون شديدة او خفيفة، فاذا كان الفارق كبيرا فان المنحنى يكون شديد الانحدار والعكس صحيح. والمناطق شديدة الانحدار دائما تكون صغيرة وذات تردد عال High-frequency، وذلك مثل الحدود بين

الحقول الزراعية المختلفة، بينما المناطق خفيفة الانحدار تكون كبيرة وذات تردد منخفض Low-frequency، وذلك مثل المناطق التي يحدث فيها تغير تدريجي للغطاء النباتي الطبيعي بسبب الارتفاع. وبمعنى آخر يحدث التردد العالي اذا كانت درجة التغير في القيم الرقمية كبيرة، ويحدث التردد المنخفض اذا كان التغير تدريجيا (Tarabzouni, 1981, Drury, 1987). واستخدام مرشح التردد العالي High-pass Filter يمكن من زيادة التباين بين الظواهر الصغيرة في المرئية والظواهر المحيطة بها، أما مرشح التردد المنخفض Low-pass Filter فيستخدم لتحسين الظواهر الكبيرة في المرئية. الشكل ٢٩ يمثل مرئية تغطي جزءا صغيرا من أحد أحواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية. فبمقارنة المرئية الأصلية مع المرئية المحسنة يتبين أن الظواهر الصغيرة اكثر وضوحا على المرئية المحسنة.

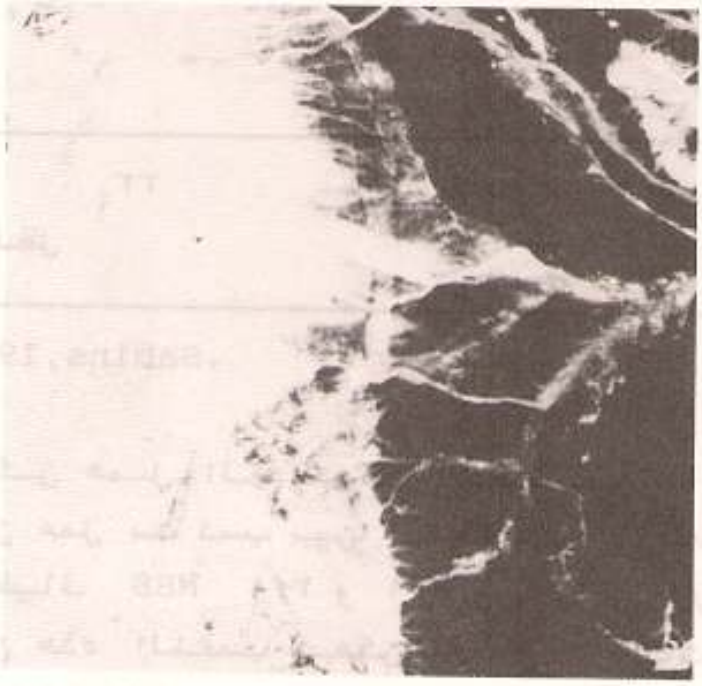
٣-١-٢-٤ نسب النطاقات:

في هذه الطريقة ينسب نطاق الى آخر وذلك بقسمة القيمة الرقمية لكل عنصر صورة في هذا النطاق على القيمة الرقمية لعنصر الصورة نفسه في النطاق الآخر (Sabins, 1978). ثم تطبق على هذه النسب (القيم الرقمية الجديدة لعناصر الصورة) طريقة زيادة التباين في المرئية. وتطبيق طريقة نسب النطاقات يساعد على التمييز بين الظواهر المتشابهة، وذلك لأنها تظهر الاختلافات في انحدارات منحنيات أطياف المواد بين نطاقين. يضاف الى ذلك أن تطبيق هذه الطريقة يساعد على التغلب على مشكلة اختلاف كمية الطاقة المنعكسة من الأجسام التي تتكون من المادة نفسها؛ وذلك بسبب تأثير طبوغرافية السطح (جدول

شكل ٢٩ مرئية نطاق ٤ التي تغطي جزءا صغيرا من أحد أحواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية (أ) المرئية الأصلية قبل تحسينها (ب) المرئية بعد تحسينها بمرشح الترددات العالية (٣×٣)



أ



ب

١٢). فمن هذا الجدول يتبين اختلاف كمية الاشعة المنعكسة في الجزء المعرض لضوء الشمس من طبقة الصخور الرملية عنها في الجزء الواقع في الظل في نطاق ١ (٤) ونطاق ٢ (٥)، ولكن النسب بين النطاقين تكاد تكون متساوية لكلا الجزأين.

وفي المقابل فان اخفاء او طمس Suppress الفروق في معامل الانعكاس يعد العيب الرئيسي لهذه الطريقة؛ وذلك لأن الأجسام التي تختلف كمية الطاقة المنعكسة منها يصعب التمييز بينها اذا كانت انحدارات منحنيات اطيافها متشابهة (Drury, 1987).

جدول ١٢ ازالة الاختلاف في كمية الطاقة المنعكسة بسبب الظل

	نطاق ١	نطاق ٢	نطاق ١ ÷ نطاق ٢
صخور رملية معرضة لضوء الشمس	٢٨	٤٢	٠,٦٦
صخور رملية واقعة في الظل	٢٢	٣٤	٠,٦٥

المصدر: Sabins,1978.

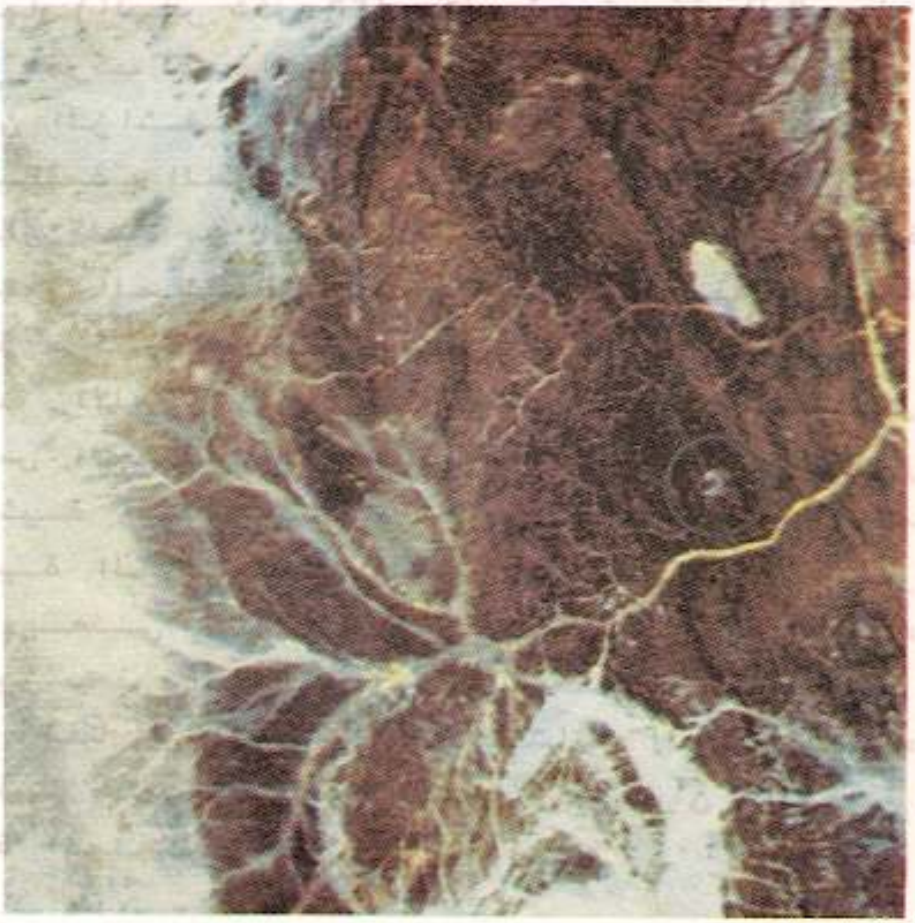
ويمكن عمل العديد من النسب بين النطاقات، فمثلا يمكن عمل ست نسب بين النطاقات الأربعة للماسح متعدد الأطياف MSS ٢/١ و ٣/١ و ٤/١ و ٣/٢ و ٤/٢ و ٤/٣. ومن هذه النسب يمكن انتاج مرئيات بالالوان الزائفة (الخاطئة)، وذلك بعمل مركب من ثلاث نسب.

الشكل ٣٠ عبارة عن مرئية مركب ثلاث نسب هي: ٢/١ (ازرق)، و٤/١ (اخضر)، و٤/٢ (احمر) التي تغطي الاجزاء العليا لاحد احواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية. وبمقارنة هذة المرئية مع مرئية مركب الالوان الزائفة العادية التي تغطي المنطقة نفسها (انظر شكل ٢٦) يتضح ان شبكة التصريف على مرئية مركب نسب النطاقات تكون اوضح منها على مركب الالوان الزائفة العادية. وبالاضافة الى ذلك فان المنطقة الصغيرة (المحاطة بدائرة) الواقعة الى الشمال قليلا من المجرى الرئيسي التي تختلف صخورها عن صخور المناطق المحيطة بها تبدو واضحة على مرئية مركب نسب النطاقات، بينما يصعب تمييزها على مركب الالوان الزائفة العادي. وفي المقابل ظهر القوس الجبلي الواقع في منتصف الجزء الجنوبي من المرئية بلون يشبه اللون الذي ظهرت به المنطقة السهلية الواقعة في الجزء الغربي من المرئية. وهذا يعني ان هذه الطريقة يمكن ان تسهل عملية تمييز بعض الظواهر، ولكنها مضللة احيانا. فكما ذكر آنفا ان الاجسام التي تتشابه انحدارات منحنيات اطيافها يصعب التفريق بينها، حتى وان اختلفت كمية الطاقة المنعكسة منها.

٣-١-٢-٥ تحليل المركبات الرئيسية:

في معظم الحالات يوجد تشابه في معامل الانعكاس للمواد في النطاقات المختلفة، ولذا فانه عندما يرسم شكل انتشاري Scatter Graph للقيم الرقمية لاي نطاقين من النطاقات فان معظم النقاط تقع على الخط القطري Diagonal Line للشكل او بالقرب منه (شكل ٣١-١). وهذا الارتباط العالي يدل على وفرة Redundancy المعلومات، مما يؤدي الى حجب (غمر) Obscure بعضها. وللتغلب على هذه المشكلة تستخدم

شكل ٣٠ مرئية مركب نسب النطاقات ٢/١ ازرق و٤/١ اخضر و٤/٢ احمر التي تغطي الاجزاء العليا لاحد احواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية.



بعض الطرق الاحصائية لوصف البيانات، وذلك باعادة توزيعها Redestribute على محاور جديدة. ومن أكثر الطرق الاحصائية استخداما طريقة تحليل المركبات الرئيسية التي يمكن تطبيقها على جميع النطاقات. وعند تطبيق هذه الطريقة توضع المتوسطات Means عند الصفر، وذلك بتغير مواقع المحاور كما في شكل ٣١-ب، ثم تحرك هذه المحاور بزاوية معينة حتى يمر أحدهما بأكبر عدد من النقاط، وبذلك يتكون محور المركب الرئيسي الأول Axis of the First Principle Component الذي غالبا ما يضم نسبة كبيرة من البيانات. والمحور المتعامد على محور المركب الرئيسي الأول يطلق عليه محور المركب الرئيسي الثاني الذي يظهر بعض المعلومات المغمورة (شكل ٣١-ج). واذا كان للبيانات أكثر من بعدين فانه يمكن عمل العديد من محاور المركبات الرئيسية يتفق عددها مع عدد النطاقات المستخدمة (Curran,1985, Drury, 1987).

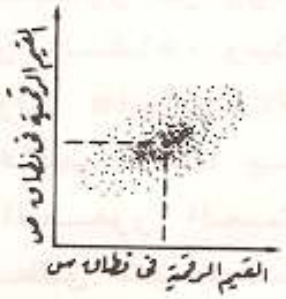
الشكل ٣٢ يمثل مرئيات المركبات الرئيسية للأجزاء العليا لاحد أحواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية. ويتبين من هذا الشكل ان التباين كبير، والنوعية جيدة في مرئية المركب الرئيسي الاول؛ وذلك لانه يعبر عن معظم بيانات المرئية (شكل ٣٢-١)، أما مرئية المركب الرئيسي الثاني فتمثل جزءا قليلا من بيانات المرئية على الرغم من ذلك، الا أن مرئية المركب الرئيسي الثاني توضح ظواهر معينه يصعب تمييزها في مرئية المركب الرئيسي الاول (شكل ٣٢-ب). أما مرئية المركب الرئيسي الثالث فتمثل جزءا ضئيلا من بيانات المرئية؛ ولذلك تظهر بنوعية رديئة، ولكنها تساعد على تمييز بعض الظواهر التي لاتظهر على مرئية المركب الرئيسي الأول (شكل ٣٢-ج). ويمكن جمع هذه

شكل ٣١ المركبات الرئيسية في المرئية

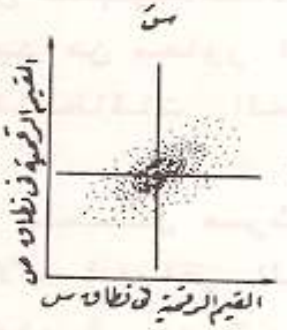
(ا) توزيع القيم الرقمية لنطاقين

(ب) وضع المتوسطات عند الصفر

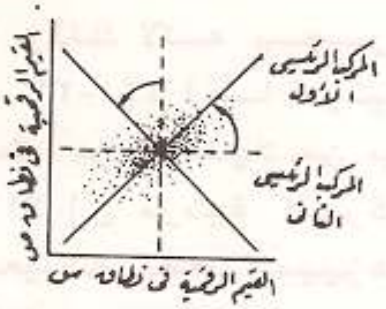
(ج) محورا المركبات الرئيسية الأول والثاني.



(ا)



(ب)



(جـ)

المصدر: Drury, 1987.

المركبات في مرئية ملونة وذلك لتسهيل عملية التمييز بين الظواهر المختلفة (شكل ٣٢-د).

٣-١-٣ تصنيف المرئية:

المقصود بالتصنيف هنا تقسيم المرئية الى اقاليم جغرافية حسب القيم الرقمية لعناصر الصورة في المرئية. ويمكن عمل التصنيف على أساس القيم الرقمية لنطاق واحد، او باستخدام معلومات أكثر من نطاق.

٣-١-٣-١ تصنيف المرئية حسب القيم الرقمية في نطاق واحد:

يطلق على هذه الطريقة تشريح الكثافة Density Slicing، فالعين البشرية قد يصعب عليها تفسير المرئية باللون الأسود والأبيض؛ وذلك لأنها تتكون من سلسلة متصلة من تدرج اللون الرمادي Continuous Range of Gray Tone. وتسهيلا لعملية التفسير يقسم المقياس الرمادي الى مجموعات حسب كثافتها، ثم تعطى كل مجموعة لونا او رمزا معينا، وبذلك يتم الحصول على خريطة موضوعية Thematic Map. ويمكن تطبيق هذه الطريقة على مرئية نطاق واحد فقط، وكذلك على مرئيات نسب النطاقات كل على حدة (Sabins, 1978, Gillespie, 1980, Drury, 1987).

وعلى الرغم من أن شرائح الكثافة لنطاق واحد يعد تصنيفا غير دقيق Crude Classification الا انه يمكن استخدامها لرسم خريطة موضوعية للمناطق التي تتكون من مواد سطحية قليلة ومتباينة في اطيافها بشكل كبير. أما اذا كان توزيع الأعمدة البيانية للقيم الرقمية في المرئية متقاربا فان نتائج هذا

شكل ٣٢ مرئيات المركبات الرئيسية التي تغطي الاجزاء العليا لاحد احواض التصريف بوسط المملكة العربية السعودية : (أ) مرئية المركب الرئيسي الأول (ب) مرئية المركب الرئيسي الثاني (ج) مرئية المركب الرئيسي الثالث (د) مرئية مركب الالوان الزائفة للمركبات الرئيسية الثلاثة .

أ

ب

ج

د

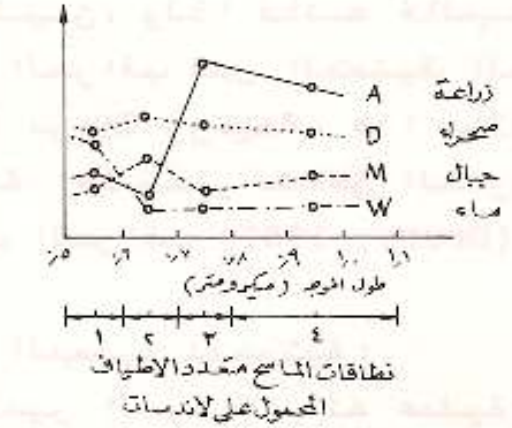
التصنيف قد تكون مضللة، ولكن هذه المشكلة يمكن التغلب عليها بتصنيف معلومات أكثر من نطاق في آن واحد.

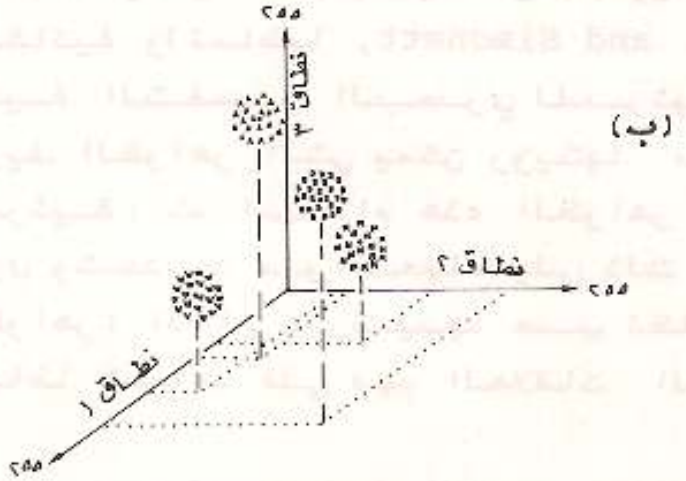
٣-١-٣-٢ تصنيف المرئية حسب القيم الرقمية لعدة نطاقات:

استخدام أكثر من نطاق يمكن من تحديد أبعاد الظاهرة Feature Space، وذلك يكون وفقا لمواقع القيم الرقمية على المقياس الرمادي في هذه النطاقات، ويتضح ذلك عند رسم القيم الرقمية لأكثر من نطاق بيانيا (شكل ٣٣)، ففي هذا الشكل يحدد موقع كل عنصر صورة حسب قيمته الرقمية في النطاقات ١ (٤) و ٢ (٥) و ٣ (٦)، وبذلك تكون عدة تجمعات Clusters.

يوجد طريقتان لتصنيف المرئية متعددة الأطياف، هما: التصنيف المراقب Supervised Classification، والتصنيف غير المراقب Unsupervised Classification. فالتصنيف المراقب يتطلب توفر قياسات ارضية Ground Truth لمعامل الانعكاس في مناطق معينة من المرئية تمثل فئات التصنيف التي تسمى مناطق التدريب Training Areas. وهذا يعني أن المحلل هو صاحب القرار في اختيار حقول التدريب التي تمثل بشكل جيد الظواهر السطحية في المرئية. وبناء على هذه المعلومات يقوم الكمبيوتر بفحص القيم الرقمية لكل عنصر صورة في النطاقات المستخدمة ثم يحدد فئتها. أما في التصنيف غير المراقب فتحدد الفئات موضوعيا Objectively بطريقة حسابية Algorithms، حيث يقوم الكمبيوتر بتقسيم المعلومات الى عدة فئات، ويتم ذلك بناء على العلاقة بين القيم الرقمية في النطاقات المستخدمة (Hord, 1982, Howard and Mitchell, 1985).

شكل ٣٣: (ا) معامل الانعكاس لبعض الظاهرات (ب) مواقعها كتجمعات حسب القيم الرقمية لاكثر من نطاق





المصدر: Sabins, 1978.

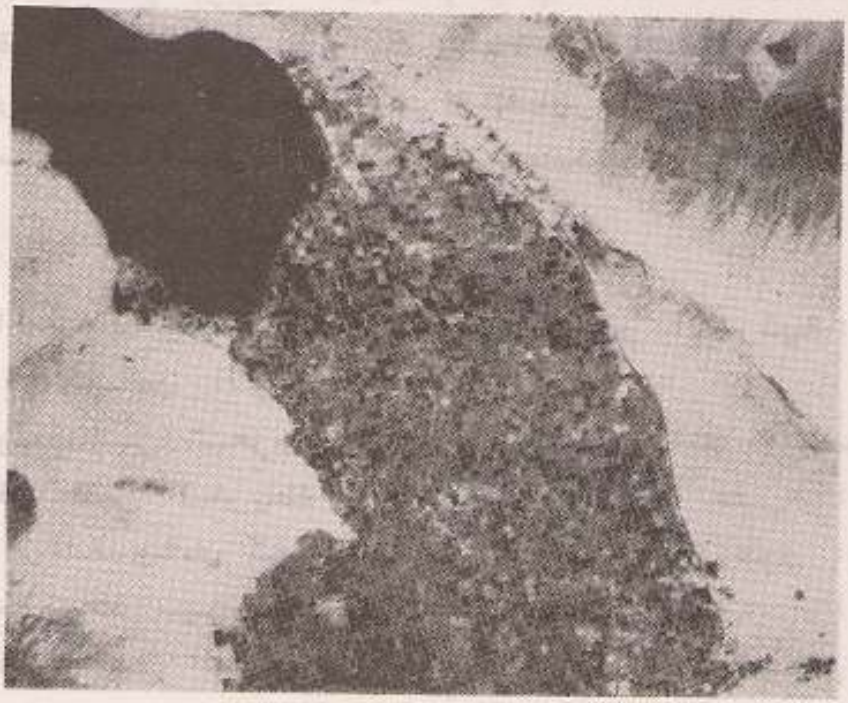
والتصنيف المراقب يعطي نتائج دقيقة اذا كانت حقول التدريب تمثل بشكل جيد الظواهر السطحية في المرئية، ولكن هذا لا يتحقق الا بمعرفة تفصيلية لمنطقة الدراسة تساعد على اختيار حقول التدريب المناسبة، الا أن مثل هذه المعرفة قد لا تتوفر لدى معظم الباحثين. ولذا فانه غالبا ما يستخدم التصنيف غير المراقب قبل التصنيف المراقب؛ وذلك لأن هذه الطريقة سريعة ورخيصة، هذا بالاضافة الى أنها تسهل عملية اختيار مناطق التدريب المطلوبة في تطبيق التصنيف المراقب (Drury, 1987) (شكل ٣٤).

٣-٢ التفسير البصري للمرئية:

يعرف تفسير المرئية بانه عملية فحص المرئية بهدف تعريف الظواهر الطبيعية والبشرية، وفهم علاقاتها المكانية وأنماطها (Estes and Simonett, 1975). فعملية التفسير البصري للمرئية تبدأ باكتشاف وتعريف الظواهر التي يمكن رؤيتها مباشرة من على المرئية، ثم استخدام هذه الظواهر للتعرف على ظواهر أخرى وتحديد مواقعها. يلي ذلك عملية تصنيف الظواهر، اذ ان ترتيبها حسب نظام معين سيعطي أنماطا تساعد على فهم العلاقات المكانية بين الظواهر.

وعلى الرغم من أن عملية التفسير تتأثر بهدف مستخدم المرئية Interpreter الا أن جميع المستخدمين لمرئيات الاستشعار عن بعد المختلفة يراعون عدة عوامل أثناء عملية التفسير، مثل مقياس الرسم والوضوح المكاني Spatial Resolution والغيوم، ومقدار الميل عن المحور الراسي، وكذلك الخصائص العامة للظواهر، مثل الحجم Size والشكل Shape والظل Shadow ودرجة اللون Tone/color والنسيج Texture والنمط Pattern. بالاضافة الى ذلك يستعين

شكل (٣٤) تصنيف مرئية للاندسات التي تغطي مجرى السترن ووادي امبريال بكاليفورنيا
(أ) مرئية نطاق ٢ (ب) تصنيف بيانات المرئية المثلة في شكل (٣٣)



(أ)

٢٠ كم

(ب)

ماء W- جبال M- صحراء D- زراعة A-

المصدر : Sabins, 1978

مستخدموا المرئيات ببعض الطرق لتسهيل عملية التفسير، وذلك مثل طريقة التجسيم Stereoscoping التي تسمح برؤية الأجسام بأبعادها الثلاثة، وكذلك طريقة انتاج الموزايك Images Mosaic التي تلعب دورا رئيسيا في عملية التفسير للمناطق الكبيرة. ولذلك ستناقش العناصر المذكورة آنفا في هذا الفصل.

٣-٢-١ أهم العوامل المؤثرة في تفسير المرئية:

٣-٢-١-١ مقياس الرسم:

يمكن تعريف مقياس الرسم بأنه النسبة بين المسافة على الخريطة والمسافة الأفقية على الطبيعة بوحدة القياس نفسها، فمثلا اذا كان طول المسافة على الخريطة بين نقطتين سنتيمترا واحدا والمسافة بينهما على الطبيعة ١٠٠٠٠٠ سم فان مقياس الرسم يكون ١:١٠٠٠٠٠. ومقياس الرسم قد يكون كبيرا (١:١٠٠٠٠) أو صغيرا (١:١٠٠٠٠٠٠). وعلى الرغم من أن المرئية ليست خريطة الا أنها سجلت (صورت) بمقياس رسم معين.

ولمقياس رسم المرئية يؤثر على كمية المعلومات التي يمكن الحصول عليها من المرئية؛ اذ ان بعض التفاصيل لاتظهر على المرئية صغيرة المقياس الا أنه بتكبير المرئية يمكن الحصول على معلومات اكثر؛ وذلك لأن حجم الظاهرة يكبر على المرئية، ومن ثم يسهل تمييزها. ولكن الحصول على تفاصيل أكثر من المرئية يتوقف اذا وصلت عملية التكبير الى حد معين يرتبط بالوضوح المكاني لها.

٣-٢-١-٢ الوضوح المكاني:

كل نظام استشعار له قدرة تبيين Resolution معينة يمكن تعريفها بانها قدرة جهاز الاستشعار عن بعد على تسجيل تفاصيل الظاهرات الصغيرة ليمكن تمييزها على المرئية (Estes and Simonett, 1975). وأبعاد أصغر جسم يمكن تمييزه على المرئية هي التي تحدد الوضوح المكاني للمرئية (Hord, 1982) والتي تعتمد بشكل رئيسي على وحدة التباين الأرضي Ground Resolution Cell التي يمكن تعريفها بانها المساحة التي يسجل المكشاف أشعتها في آن واحد (التي تمثل مساحة عنصر الصورة). وبناء على ذلك فانه كلما كان الوضوح المكاني صغيرا كلما زادت القدرة على تمييز الظواهر الصغيرة والعكس صحيح. فعلى سبيل المثال اذا كان الوضوح المكاني للمرئية ٨٠ م فان الأجسام التي تكون ابعادها مساوية لهذه القيمة أو أكبر منها يمكن تمييزها على المرئية، الا أنه يمكن تمييز ظواهر أصغر من ذلك، وذلك لأن الوضوح المكاني تأثر بعدة عوامل من أهمها حدة التباين بين الجسم والأجسام المحيطة به، وكذلك نسبة طول الجسم الى عرضه. ولهذا السبب يمكن تمييز الطرق والمجاري المائية الضيقة على مرئيات لاندسات التي لها وضوح مكاني قدره ٧٩ مترا.

٣-٢-١-٣ الغيوم:

نظرا لأن قطرات الماء الموجودة في السحب والضباب تؤدي الى تشتت معظم الطاقة الساقطة في موجات الطيف المرئي وتحت الحمراء (Drury, 1987)؛ لذا فان السحب تمنع استشعار الظواهر الأرضية عند استخدام الأجهزة الحساسة للطاقة في هذه الموجات. ولهذا السبب فان كثيرا من مرئيات الأقمار الصناعية للمناطق التي يسود فيها الطقس الغائم لا يستفاد

منها. وتؤثر الغيوم حتى القليل منها على عملية التفسير. فعلاوة على أنها تؤثر على تفسير المناطق التي تغطيها فظلها يغطي مناطق أخرى مؤديا الى خفض معامل الانعكاس فيها، ولذا تظهر هذه المناطق بلون قاتم يشبه اللون الذي تظهر به بعض الظواهر الطبيعية، وذلك مثل المسطحات المائية التي تظهر باللون الأسود. ولهذا السبب يجب مراعاة ظل السحب تفاديا لحصول أخطاء في عملية التفسير. ويساعد على ذلك معرفة اتجاه ظل السحب في المرئية الذي تحدده زاوية سقوط أشعة الشمس وموقع الشمس الافقي. (Richason, 1978). بالاضافة الى ذلك تظهر الغيوم ومناطق الثلج والجليد بلون فاتح على المرئية، وذلك ناتج عن تشابه معامل الانعكاس لهذه الظواهر. وهذا أيضا قد يؤدي الى حدوث أخطاء أثناء عملية التفسير الا أن وجود الظل يساعد على التمييز بين هذه الظواهر.

٣-٢-١-٤ الميل في المرئية:

عند تفسير المرئية يؤخذ في الاعتبار مقدار الميل فيها؛ وذلك لأن الأشكال التي تظهر بها الظواهر تختلف حسب درجة ميل محور جهاز الاستشعار عن المحور الرأسي اذ انه في المرئية الرأسية يظهر مسقط الظاهرة، أما المرئية المائلة فهي تعطي رؤية جانبية للظاهرة. اضافة الى ذلك مقياس الرسم ليس موحدا على المرئية المائلة.

٣-٢-٢ الرؤية المجسمة:

الرؤية المجسمة هي ابصار الظواهر بأبعادها الثلاثة التي تتحقق نتيجة لحدوث الابتعاد Parallax في المرئيات. والابتعاد هو التغير الظاهري Apparent لموقع ظاهرة بالنسبة لأخرى عندما يتغير

مكان الرؤية (الطحلاوي، ١٩٧٩، العنقري، ١٩٨٦). فالابتعاد في المرئيات يحدث نتيجة لتصوير الظاهرة مرتين من موقعين مختلفين سواء على طول خط التصوير الأرضي، أو من خطين مختلفين، أو من ارتفاعين مختلفين.

في الصور الجوية يتم تصوير الظواهر من مكانين مختلفين على طول خط التصوير بطريقة تسمح بحدوث التداخل بين الصور المتلاحقة؛ ولذلك فان الأزواج المتداخلة من الصور الجوية تمكن من رؤية الظواهر بأبعادها الثلاثة. أما في مرئيات لاندسات فيحدث تداخل جانبي بين المرئيات المتجاورة، ولكن التداخل يختلف من مكان الى آخر. فمثلا التداخل بين مرئيات لاندسات-١ ولاندسات-٢ ولاندسات-٣ يتراوح مابين ١٤٪ و٨٥٪ عند خط الاستواء ودائرة عرض ٨٠ درجة على التوالي. وهذا التداخل يسمح بالرؤية المجسمة الا أن معامل المبالغة الرأسية منخفض في هذه المرئيات (Sabins, 1978). من ناحية أخرى صممت أجهزة الاستشعار التي يحملها القمر الصناعي الفرنسي سبوت، بحيث يمكن امالتها يمينا أو يسارا عن الممر الأرضي للقمر الصناعي بزاوية معينة تصل الى ٢٧ درجة، الامر الذي يجعل تصوير المنطقة ممكنا من موقعين مختلفين، وتوفر هذا النوع من المرئيات يسمح بالرؤية المجسمة (Curran, 1985). وأخيرا توجد أكثر من طريقة لاحداث الابتعاد في مرئيات الرادار وذلك بتصوير المنطقة مرة ثانية من الجانب المعاكس، وذلك بنفس زاوية الانخفاض أو بتصويرها من نفس الجانب، ولكن بزاوية انخفاض مختلفة. الا أن الرؤية المجسمة من المرئيات الماخوذة من جوانب متعاكسة صعبة وخصوصا في المناطق شديدة التضرس، وذلك بسبب الاختلاف في اتجاه الظل فيها (Lo, 1986).

٣-٢-٣ الموزايك:

يمكن تعريف الموزايك بأنه مجموعة من المرئيات المتجاورة تجمع بطريقة خاصة لتعطي مرئية واحدة لكامل المنطقة التي تغطيها المرئيات المفردة (فريدة، ١٩٨٢). ويعد الموزايك ذا أهمية كبيرة في عملية التفسير؛ وذلك لأنه يظهر مساحة اكبر من التي تظهرها المرئيات المفردة، وهذة الخاصية تساعد على تعريف الظواهر الجغرافية التي تغطي مساحة كبيرة، وفهم علاقاتها المكانية وأنماطها. والموزايك يمكن عمله من الصور الجوية، أو من مرئيات الاقمار الصناعية، أو من مرئيات الرادار.

٣-٢-٤ عناصر تمييز الظواهر في المرئية:

تستخدم خصائص الظاهرات كعناصر دالة Key elements للتعرف عليها. وفيما يلي أهمم عناصر تمييز الظواهر في المرئية:

١- درجة اللون: عرفنا في الفصول السابقة أن أجهزة الاستشعار عن بعد تسجل الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام حسب كثافتها التي تختلف باختلاف الأجسامم. ولذا فان الوان الأجسامم (مواد السطح) على المرئية تعتمد على كمية الطاقة المنعكسة أو المنبعثة منها. فالأجسام التي تعكس أو تبعث كمية كبيرة من الاشعاع الكهرومغناطيسي تظهر على المرئية (الاسود والابيض) باللون الفاتح، أما الأجسامم التي تعكس أو تبعث طاقة قليلة فتظهر باللون الداكن.

في المرئيات الملونة -سواء كانت الالوان الحقيقية أو الالوان الزائفة (الخاطئة)- يعد اللون عنصرا مهما في عملية تعريف الظواهر؛ وذلك لأن أعيننا قادرة على ادراك الالوان المختلفة وتمييزها اكثر من تدرج اللون الرمادي. فالالوان الحقيقية

تسهل عملية التفسير؛ وذلك لأن الأجسام تظهر برؤية مألوفة للشخص الذي يعمل على تفسير المرئية. أما الألوان الزائفة فتسهل ايضا العملية، لأن التباين بين الألوان يكون كبيرا. اضافة الى ذلك فان الألوان الزائفة العادية في المرئيات الماخوذة من الفضاء والألوان الزائفة في الصور الجوية تحت الحمراء لها مدلولات خاصة (انظر جدول ٧).

٢- النسيج: هو تكرار تغير درجة اللون في المرئية الذي يحتوي على عدد من الأجسام التي لايمكن تمييزها على انفراد، والذي يعطي انطباعا عن درجة خشونة أو نعومة الظواهر على المرئية. ويؤثر مقياس الرسم والوضوح المكاني على حجم الأجسام التي تحدد نسيج المرئية. كما أن المقياس يؤثر أيضا على درجة النعومة على المرئية اذ انه كلما صغر المقياس كلما زادت نعومة النسيج عليه.

٣- النمط: يقصد به الترتيب والتنظيم المكاني للاجسام على المرئية. فالعلاقات المكانية بين بعض الظواهر تعطي أنماطا معينة. فالعلاقات المكانية بين المجاري المائية في أحواض التصريف والعلاقات بين الشوارع في المدن -مثلا- تعطي أنماطا مميزة تسهل تعريفها.

٤- الشكل: يقصد به الهيئة التي يظهر بها مسقط الجسم (حدوده الخارجية) على المرئية. فالظواهر على المرئية تأخذ اشكالا مختلفة تساعد على تعريفها. فالمجاري والطرق -مثلا- تظهر على شكل خطوط، وبعض الكثبان الرملية تأخذ أشكالا هلالية، والمباني تظهر على شكل مربع أو مستطيل.

٥- الحجم: يقصد به أبعاد الظواهر في المرئية التي تحدد مساحتها وحجمها. فقياسات أبعاد الظاهرة تساعد على معرفتها خصوصا اذا وجدت اكثر من ظاهرة تاخذ الشكل نفسه.

٦- الظل: ظل الظاهرة يعطي صورة جانبية لها؛ ولذلك فهو يسهل عملية التعرف عليها، وخاصة الظواهر الخطية ذات الامتداد الراسي مثل أبراج المياه وأعمدة الكهرباء. ولكن عند استخدام عنصر الظل فانه يجب أن يؤخذ في الاعتبار الزمن الذي أخذت فيه المرئية، والموقع الجغرافي للمنطقة التي يغطيها.

المراجع

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

الدهراوي، خضر، (١٩٨٧)، مكوك الفضاء، دار المريخ، الرياض.

الطحلاوي، محمد رجائي، (١٩٧٩)، الجيولوجيا التصويرية، مكتبة الفلاح، الكويت.

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

رضوان، علي، (١٩٧٩)، المساحة التصويرية، دار عكاظ، جده.

شعبان، سعد، (١٩٧٣)، الاقمار الصناعية وسفن الفضاء، دار الفكر العربي، دمشق.

طربوش، امين، (١٩٨٢)، دراسة الأرض من الفضاء، دار الفكر، دمشق.

فرحان، يحيى عيسى، (١٩٨٧)، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، الجزء الأول الصور الجوية، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان.

فريدة، اسماعيل، (١٩٨٢)، الصور الجوية تفسيرها وتطبيقاتها، مكتبة الفلاح، الكويت.

Al-Khatieb, S.O., (1981), Detection of Surface Evidence of Sub-surface Structures by Interpretation Methods of Landsat Imagery in the Sedimentary Rocks of Central Saudi Arabia, Unpublished Ph D Thesis, University of London.

Al-Saleh, M.A., (1988), The Application of the Systematic Mapping of Geomorphology for Groundwater Assessment in Wadi Al-Khanagah, Central Saudi Arabia, Unpublished Ph D Thesis, University of Southampton.

Barrett, E.C., and Curtis, L.F., (2nd ed), (1982), Introduction to Environmental Remote Sensing, Chapman and Hall, London.

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

Drury, S.A., (1987), Image Interpretation in Geology, Allen & Unwin, London.

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

Fraser, R.S., and Curran, R.J., (1976), Effects of the Atmosphere on Remote Sensing. in: J. Lintz, and D.S. Simonett, (eds), Remote Sensing of Environment, Addison-Wesley Publishing Company, London.

Gillespie, A.R., (1980), Digital Techniques of Image Enhancement, In: B.S. Siegal, et. al., (eds), Remote Sensing in Geology, John Wiley & Sons, New York.

Haefner, H., (1989), Remote Sensing - Thematic, Methodological and Technical Perspectives, Applied Geography and Development, Vol 34, pp 68-89.

Hardy, J.R., (1981), Data Collection by Remote Sensing for Land Resources Survey, In: J.R.G. Townshend, (ed), Terrain Analysis and Remote Sensing, George Allen & Unwin, London.

Hord, R.M., (1982), Digital Image Processing of Remotely Sensed Data, Academic Press, New York.

Howard, J. A., and Mitchell, C. W., (1985), Phytogeomorphology, John Wiley&Sons, New York.

Hunt, G.R., (1980), Electromagnetic Radiation: The Communication Link in Remote Sensing, In: B.S. Siegal, et. al., (eds), Remote Sensing in Geology, John Wiley & Sons, New York.

Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W., (1987), (2nd ed), Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, New York.

Lo, C.P., (1976), Geographical Applications of Aerial Photography, Crane, Russak & Company, Inc., New York.

Lo, C.P., (1986), Applied Remote Sensing, Longman Scientific&Technical, Harlow, England.

MacDonald, H. C., (1980), Techniques and Applications of Imaging Radars, In:B.S. Siegal, et. al., (eds), Remote Sensing In Geology, John Wiley & Sons, New York.

Millington, A.C., and Townshend, J.R.G.,(1987), The Potential of Satellite Remote Sensing for Geomorphological Investigations - An Overview, In: V. Gardiner, (ed), International Geomorphology 1986, John Wiley & Sons, pp 331-342.

Rehder, J. B., (1978), Multispectral Remote Sensing, In: B.F. Richason,JR., Introduction to Remote Sensing of the Environment, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

Richason, B.R., JR, (1978), Landsat Platforms, Systems, Images, and Image Interpretation, In: B.R. Richason, JR, (ed), Introduction to Remote Sensing of the Environment, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

Sabins, F. F., JR, (1978), Remote Sensing Interpretation, W.H. Freeman and Principles and Company, San Francisco.

Slater, P.N., (1980), Remote Sensing Optics and Optical Systems, Addison-Wesley Publishing Company, London.

Tarabzouni, M. A., (1981), Computer-enhanced Landsat Images for Ground Water Exploration in the Northern Arabian Shield: Ha'il Test Site, Unpublished Ph D Thesis, University of Tennessee.

Townshend, J.R.G. (1981), Image Analysis and Interpretation for Land Resources Survey, In: J.R.G. Townshend, (ed), Terrain Analysis and Remote Sensing, George Allen & Unwin, London.

Townshend, J.R.G., (1987), Remote Sensing - Global and Local Views, In: M.J. Clark, et. al. (eds), Horizons in Physical Geography, Macmillan Education Ltd, London.

Whiteford, G., (1978), Aerial Photograph Interpretation as Remote Sensing, In: B.F. Richason, JR., Introdution to Remote Sensing of the Environment, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

المصطلحات
انجليزي-عربي

Absolute zero	الصفر المطلق
Active microwave	الميكروويف الفعال
Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)	الراديومتر عالي الوضوح المتقدم جدا
Albedo (reflection coefficient)	معامل الانعكاس
Apollo	ابولو
Atmospheric windows	نوافذ الغلاف الجوي
Band	نطاق
Band ratioing	نسب النطاقات
Blackbody	الجسم الاسود
Charge transfer	انتقال الشحنة
Chlorophyll	الكلوروفيل (اليخضور)
Complex dielectric constant	ثابت العازل المركب
Computer compatible tape (CCT)	اشرطة كمبيوتر
Contrast stretching	زيادة التباين
Corner reflection	انعكاس الاركان
Cosmas	كوزموس
Costal Zone Colour Scanner (CZCS)	ماسح المناطق الساحلية الملون
Density slicing	تشريح الكثافة
Depression angle	زاوية الانخفاض
Detector	المكشاف
Diffuse reflection	الانعكاس الانتشاري
Digital image	المرئية الرقمية
Digital number (DN)	القيمة الرقمية
Earth Resource Technology Satellite (ERTS)	القمر الصناعي التكنولوجي للموارد الأرضية
Earth Terrain Camera	آلة تصوير البيئة الطبيعية لسطح الأرض
Electromagnetic radiation	الاشعاع الكهرومغناطيسي
Electromagnetic spectrum	الطيف الكهرومغناطيسي
Electronic process	العملية الالكترونية
Emissivity	قدرة الانبعاث
EROS Data Center	مركز بيانات ايروس
False colour composite	مركب الالوان الزائفة
Free electrical charges	الشحنات الكهربائية الحرة
Filter	مرشح
Frequency	التردد
Gemini	جيمني
Geosynchronous	متزامن مع دوران الأرض
Gray scale	المقياس الرمادي
Ground resolution cell	وحدة التباين الأرضية
Ground truth	قياسات ارضية
High Resolution Visible (HRV)	جهاز الاستشعار عالي الوضوح
High pass filter	مرشح الترددات العالية

Image	مرئية (منظر)
Image classification	تصنيف المرئية
Image correction	تصحيح المرئية
Image enhancement	تحسين المرئية
Incidence angle	زاوية سقوط الاشعاع
Ka band	نطاق Ka
Kinetic temperature	الحرارة الحركية
L band	نطاق L
Landsat	لاندسات
Lineaments	السمات الخطية
Line scanner	الماسح الخطي
Low pass filter	مرشح الترددات المنخفضة
Mercury	ميركوري
Meteor	ميتور
Microwave	ميكروويف
Microwave Radiometer	راديومتر الميكروويف
Mie scatter	تشتت مي
Mosaic	الموزايك
Multispectral camera	آلة التصوير متعددة الاطياف
Multispectral scanner system (MSS)	الماسح متعدد الاطياف
Nadir	النظير
NASA	ناسا
NOAA	نوا
Non-selective scatter	التشتت غير الانتقائي
Orbit	مدار
Overlap	التداخل
Parallax	الابتعاد
Passive microwave	الميكروويف غير الفعال
Pattern	النمط
Photograph	الصورة
Photosynthesis	التمثيل الضوئي
Picture element (Pixel)	عنصر الصورة
Principal component analysis (PCA)	تحليل المركبات الرئيسية
Pulse	نبضة
Pushbroom system	نظام الصف الخطي
Radar	الرادار
Radiant temperature	الحرارة الاشعاعية
Rayleigh scatter	تشتت رايلي
Reflection	الانعكاس
Remote sensing	الاستشعار عن بعد
Return Beam Vidicon (RBV)	آلة التصوير التلفزيونية
Salut	ساليوت
Satellite	قمر صناعي
Scale	مقياس الرسم
Scan line	خط المسح
Shadow	الظل

Shape	الشكل
Shells	اغلفة (مدارات)
Side-looking airborne radar (SLAR)	الرادار الجوي ذو النظرة الجانبية
Signals	الاشارات
Size	الحجم
Skylab	سكايلاب
Shuttle Imging Radar (SIR-A)	رادار المكوك الفضائي-ا
Shuttle Imging Radar (SIR-B)	رادار المكوك الفضائي-ب
Shuttle Multispectral Infrared Radiometer	راديومتر المكوك الفضائي متعدد الاطياف للاشعة تحت الحمراء
Space Shuttle	مكوك الفضاء
Spatial filtering	الترشيح المكاني
Spatial resolution	الوضوح المكاني
Specular reflection	الانعكاس البراق
Soyus	سيوز
Spot	سبوت
Stereoscoping	الرؤية المجسمة
Sun-synchronous	متزامن مع الشمس
Supervised classification	التصنيف المراقب
Surface roughness	خشونة السطح
Target	الهدف
Television and Infrared Observation Satellite (TIROS)	تيروس
Terrain	البيئة الطبيعية لسطح الارض
Texture	النسيج
Thematic Mapper (TM)	الماسح الموضوعي
Thermal Infrared Multispectral Scanner (TIMS)	الماسح متعدد الاطياف للاشعة تحت الحمراء الحرارية
Tone	درجة اللون
Training area	حقول التدريب
Vertical exaggeration	المبالغة الراسية
Vibrational process	العملية التذبذبية
Visual interpretation	التفسير البصري
Voshkod	فوشكود
Vostok	فوستوك
Unsupervised classification	التصنيف غير المراقب
Wavelength	طول الموجة
X band	نطاق X

المصطلحات
عربي-انجليزي

الابتعاد Parallax: هو التغير الظاهري لموقع ظاهرة بالنسبة لاخرى عندما يتغير مكان الرؤية.

ابولو Apollo: برنامج امريكي للاقمار الصناعية الحاملة لثلاثة اشخاص.

الاستشعار عن بعد Remote sensing: عبارة عن مجموعة من الطرق تستخدم لجمع المعلومات عن الأجسام والظواهر على سطح الأرض دون ملامستها وذلك من مسافات قد تكون قريبة اوبعيدة.

الاشارات Signals: يقصد بها الاشارات التي يرسلها المكشاف في جهاز الاستشعار ليتم تحويلها الى ارقام ثم تسجيلها.

اشرطة كمبيوتر Computer compatible tape (CCT): اشرطة كمبيوتر تسجل عليها البيانات الرقمية لمرئيات الاستشعار عن بعد.

الاشعاع الكهرومغناطيسي Electromagnetic radiation: هو عبارة عن طاقة ذات موجات مختلفة الاطوال تسير بسرعة الضوء.

اغلفة اومدارات Shells: هي اغلفة ضبابية حول النواة في الذرة تدور فيها الالكترونات حسب مستويات طاقتها التي يزيد مقدارها من الداخل الى الخارج.

آلة التصوير التلفزيونية Return Beam Vidicon (RBV): جهاز استشعار حمله لاندسات-١ ولاندسات-٢ ولاندسات-٣ يعطي معلومات مرئية عن سطح الأرض، والوضوح المكاني في مرئياته ٨٠م في لاندسات-١ ولاندسات-٢ و٣٠م في لاندسات-٣ والمعلومات التي جمعت بهذا النظام ذات نوعية رديئة.

آلة التصوير متعددة الاطياف Multispectral camera: آلة تصوير متعددة العدسات صممت لتصور كل عدسة نطاق معين من الطيف الكهرومغناطيسي.

آلة تصوير البيئة الطبيعية لسطح الأرض Earth Terrain Camera (ETC): آلة تصوير تم اختبارها في محطة سكايلاب والبعد البؤري لعدساتها ٤٠٠مم.

انتقال الشحنة Charge transfer: يقصد به انتقال الالكترونات من ايون الى آخر، مثل انتقال الالكترونات من ايونات الحديد الى ايونات الاوكسجين في المعادن التي تحتوي على هذين العنصرين.

انعكاس الاركان Corner reflection: هذا الانعكاس يؤدي الى اعادة كمية كبيرة من الطاقة الى الرادار والذي يحدث عندما يسقط الاشعاع الكهرومغناطيسي على السطوح المستوية التي تتقاطع بزوايا قائمة مثل الحافات الصخرية وجدران المنازل.

الانعكاس الانتشاري Diffuse reflection: هو انعكاس الاشعة بشكل متساو في جميع الاتجاهات وهذا النوع من الانعكاس يحدث عندما تكون فروق الارتفاع على السطح اكبر من طول موجة الاشعاع الساقط.

الانعكاس البراق Specular reflection: هو انعكاس الاشعة بزاوية مساوية لزاوية الاشعاع الساقط وهذا النوع من الانعكاس يحدث عندما تكون فروق الارتفاع على السطح اقل من طول موجة الاشعاع الساقط.

البيئة الطبيعية لسطح الارض Terrain: الخصائص الطبيعية لسطح الارض والتي تتضمن الاشكال الجيومورفولوجية والنبات والتربة.

تحسين المرئية Image inhancement: يقصد به زيادة التباين بين الظواهر في المرئية وذلك ليسهل تفسيرها بصريا.

تحليل المركبات الرئيسية Principal component analysis (PCA): هي عملية احصائية تستخدم لوصف بيانات المرئية وذلك باعادة توزيعها على محاور جديدة.

التداخل Overlap: يقصد به المنطقة التي يشترك في تغطيتها مرئيتان متلاحقتان او متجاورتان.

التردد Frequency: يقصد به عدد الموجات التي تعبر نقطة معينة في فترة زمنية معينة.

الترشيح المكاني Spatial filtering: هو عبارة عن عملية تغير القيم الرقمية في المرئية بهدف تحسين ظواهر معينة فيها.

التشتت غير الانتقائي Non-selective scatter: هو احد انواع التشتت للاشعاع الكهرومغناطيسي في الغلاف الجوي والذي يحدث اذا كانت اقطار جزيئات المواد اطول بكثير من طول موجة الاشعاع.

تشتت رايلي Rayleigh scatter: هو احد انواع التشتت للاشعاع الكهرومغناطيسي في الغلاف الجوي والذي يحدث اذا كانت اقطار جزيئات المواد اصغر بكثير من طول موجة الاشعاع.

تشتت مي Mie scatter هو احد انواع التشتت للاشعاع الكهرومغناطيسي في الغلاف الجوي والذي يحدث عندما تكون اقطار جزيئات المواد بنفس طول موجة الاشعاع.

تشريح الكثافة Density slicing: هي عملية تقسيم بيانات المرئية في المقياس الرمادي الى مجموعات حسب كثافتها ثم أعطاء كل مجموعة لونا او رمزا معينا معطية بذلك خريطة موضوعية.

تصحيح المرئية Image correction: يقصد به تصحيح التشويه الراديومتري والهندسي الناتج عن حركة اجهزة الاستشعار ووسائل حملها ودوران الأرض.

التصنيف غير المراقب Unsupervised classification: هو عملية تقسيم المرئية الى اقاليم جغرافية بطريقة حسابية بناء على العلاقة بين القيم الرقمية في النطاقات المستخدمة.

التصنيف المراقب Supervised classification: هو عملية تقسيم المرئية الى اقاليم جغرافية بناء على قياسات ارضية لمعامل الانعكاس في مناطق معينة من المرئية تمثل فئات التصنيف.

تصنيف المرئية Image classification: يقصد به تقسيم المرئية الى اقاليم جغرافية حسب القيم الرقمية لعناصر الصورة.

التفسير البصري Visual interpretation: هو عملية فحص المرئية بهدف تعريف الظواهر الطبيعية والبشرية وفهم علاقاتها المكانية وانماطها.

التمثيل الضوئي Photosynthesis: هو عملية امتصاص الأشعة المرئية بواسطة الكلوروفيل في النبات وتحويلها الى طاقة كيميائية تستغلها لانتاج مواد كربوهيدراتية من الماء وثاني اوكسيد الكربون كما ينتج الاوكسجين اثناء هذه العملية ايضا.

تيروس Television and Infrared Observation Satellite (TIROS): برنامج امريكي للاقمار الصناعية الأوتوماتيكية اطلق اول قمر صناعي من هذه السلسلة في ابريل ١٩٦٠م والذي يعد اول قمر صناعي اوتوماتيكي لجمع المعلومات المرئية عن سطح الكرة الأرضية.

ثابت العازل المركب Complex dielectric constant: يقصد به الخصائص الكهربائية للمادة التي تؤثر في الطاقة العائدة الى الرادار.

الجسم الاسود Blackbody: يقصد به الأجسام القادرة على امتصاص كل الطاقة الساقطة عليها وتبعث اعلى كمية من الطاقة في جميع الموجات، وخصائص المواد في الطبيعة لاتماثل هذه الخصائص المثالية للجسم الأسود.

جهاز الاستشعار عالي الوضوح High Resolution Visible (HRV): جهاز استشعار يحمله سبوت-١ وسبوت-٢ يعمل بنظام الصف الخطي، والوضوح المكاني في مرئياته بالنظام البانكروماتيكي ١٠م و٢٠م بالنظام متعدد الاطياف.

جيمني Gemini: برنامج امريكي للاقمار الصناعية الحاملة لشخصين في الفترة من ١٩٦٥ـ١٩٦٦م.

الحجم Size: يقصد به ابعاد الظواهر في المرئية والتي تحدد مساحتها وحجمها.

الحرارة الاشعاعية Radiant temperature: يقصد بها الحرارة الخارجة من الأجسام وهي التي يمكن قياسها بأجهزة الاستشعار عن بعد.

الحرارة الحركية Kinetic temperature: يقصد بها الحرارة الفعلية للأجسام التي تقاس بالترمومتر.

حقول التدريب Training area: مناطق معينة معروفة خصائصها تمثل فئات التصنيف في المرئية.

خشونة السطح Surface roughness: هو التضرس الصغير على سطوح الأجسام.

خط المسح Scan line: عبارة عن الشريط الارضي الذي يتكون من عدد كبير من المساحات الصغيرة المتجاورة (عناصر الصورة) والمتعامدة مع وسيلة الحمل والمرئية تتكون من عدد من خطوط المسح.

درجة اللون Tone: يقصد به تدرج اللون من الابيض الى الاسود فالأجسام التي تعكس أو تبعث كمية كبيرة من الاشعاع الكهرومغناطيسي تظهر على المرئية باللون الفاتح اما الأجسام التي تعكس او تبعث طاقة قليلة فتظهر باللون الداكن.

الرادار Radar: جهاز استشعار يرسل اشعاعا كهرومغناطيسيا في موجات الميكروويف الى الأجسام لينعكس عنها ثم يعود ليسجله هذا الجهاز.

الرادار الجوي ذو النظرة الجانبية Side-looking airborne radar (SLAR): احد انواع نظم الرادار وسمي بهذا الاسم لانه ينظر من جانب واحد الى الأرض.

رادار المكوك الفضائي-ا Shuttle Imging Radar (SIR-A): وهو رادار ذو نظرة جانبية يرسل طاقته في نطاقL (٢٣ سم) بزاوية انخفاض قدرها ٤٣ درجة والوضوح المكاني في مرئيته ٤٠م.

رادار المكوك الفضائي-ب Shuttle Imging Radar (SIR-B): وهو رادار ذو نظرة جانبية يرسل طاقته في نطاقL (٢٣ سم) بزاوية انخفاض متغيرة مابين ٣٠ درجة و٧٥ درجة والوضوح المكاني في مرئياته مرئياته مابين ١٧-٥٨م.

الراديومتر عالي الوضوح المتقدم جدا Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) : جهاز استشعار يقدم معلومات مرئية حملته الاقمار الصناعية لمراقبة الطقس في برنامجي نوا NOAA وتيروس TIROS.

راديومتر المكوك الفضائي متعدد الاطياف للاشعة تحت الحمراء Shuttle Multispectral Infrared Radiometer: جهاز استشعار يعطي معلومات غير مرئية في تسعة نطاقات بين ٠,٥-٢,٤ ميكرومتر.

راديومتر الميكروويف Microwave Radiometer: عباره عن جهاز استشعار يقيس الاشعاع الكهرومغناطيسي في موجات الميكروويف تم اختباره في محطة سكايلاب.

الرؤية المجسمة Stereoscoping: هي ابصار الظواهر بابعادها الثلاثة والتي تتحقق نتيجة لحدوث الابتعاد في المرئية.

زاوية الانخفاض Depression angle: في الرادار ذي النظرة الجانبية يقصد بها الزاوية المحصورة بين المحور الافقي والخط الموصل بين هوائي الرادار والهدف.

زاوية سقوط الاشعاع Incidence angle: في الرادار ذي النظرة الجانبية يقصد بها الزاوية المحصورة بين المحور الرأسي والخط الموصل بين هوائي الرادار والهدف.

زيادة التباين Contrast stretching: هي عملية نشر القيم الرقمية للمرئية على كامل المقياس الرمادي.

سبوت Spot: برنامج فرنسي للاقمار الصناعية الأوتوماتيكية الخاصة بجمع المعلومات المرئية عن سطح الكرة الأرضية، ويشتمل هذا البرنامج على سلسلة من الاقمار الصناعية التي اطلق منها حتى الآن اثنان.

سيوز Soyus: برنامج روسي للاقمار الصناعية الحاملة للانسان.

ساليوت Salut: ساليوت عبارة عن برنامج روسي لمحطات فضائية تحمل عدة اشخاص بدأ في اوائل السبعينات الميلادية.

سكايلاب Skylab: سكايلاب عبارة عن محطة فضائية صممت لتحمل ثلاثة اشخاص في الفترة من ١٩٧٣-١٩٧٤م.

السمات الخطية Lineaments: الظواهر الطبوغرافية الخطية التي تظهر على المرئية مثل السدود الرأسية dykes.

الشكل Shape: يقصد به الهيئة التي يظهر بها مسقط الجسم على المرئية.

الصفر المطلق Absolute zero: هو صفر كلفن Kelvin الذي يساوي ٢٧٣ درجة مؤية تحت الصفر.

الصورة Photograph: هي المرئية التي يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي فيها على الفيلم مباشرة.

طول الموجة Wavelength: يقصد به المسافة بين قمتي موجتين متلاحقتين.

الظل Shadow: يقصد به ظل الظاهرة الذي يعطي صورة جانبية لها في المرئية.

العملية الالكترونية Electronic process: وهي العملية التي تؤدي الى تحول الالكترونات من غلاف الى آخر.

العملية التذبذبية Vibrational process: هي العملية التي تؤدي الى حدوث ازاحة بسيطة لذرات الجزيء.

عنصر الصورة Picture element (Pixel): عباره عن وحدة (مساحة) صغيرة تمثل بقيمة رقمية في المرئية وهذه القيمة الرقمية تمثل الطاقة التي سجلها جهاز الاستشعار لهذه المنطقة الصغيرة، والمرئية تتكون من عدد كبير من هذه الوحدات الصغيرة.

فوستوك Vostok: برنامج روسي للاقمار الصناعية الحاملة للانسان.

فوشكود Voshkod: برنامج روسي للاقمار الصناعية الحاملة للانسان.

قدرة الانبعاث Emissivity: يقصد بها النسبة بين الطاقة المنبعثة من الجسم عند درجة حرارة معينة والطاقة المنبعثة من الجسم الاسود عند درجة الحرارة نفسها.

قمر صناعي Satellite: هو تابع يدور حول الأرض في مدار معين وعلى ارتفاع معين، والاقمار الصناعية التي تحمل أجهزة الاستشعار عن بعد يمكن تقسيمها الى نوعين هي الاقمار الصناعية الحاملة للانسان والاقمار الصناعية الأوتوماتيكية.

القمر الصناعي التكنولوجي للموارد الأرضية Earth Resource Technology Satellite (ERTS): هو قمر صناعي اوتوماتيكي امريكي اطلق في يوليو ١٩٧٢م وهو اول الاقمار الصناعية في برنامج لاندسات ويسمى حاليا لاندسات-١.

قياسات ارضية Ground truth: يقصد بها البيانات المقاسة في الحقل.

القيمة الرقمية Digital number (DN): عباره عن قيمة الطاقة التي سجلها جهاز الاستشعار لوحدة مساحية صغيرة (عنصر الصورة) في المرئية، والقيم الرقمية في العادة تتراوح بين صفر و٢٥٥.

الكلوروفيل (اليخضور) Chlorophyll: هو عبارة عن مادة اساسية في عملية التمثيل الضوئي، اذ انه يقوم بامتصاص الأشعة المرئية وبذلك يدفع الخلايا الحية الى انتاج المواد الكربوهيدراتية.

كوزموس Cosmas: برنامج روسي للاقمار الصناعية الأوتوماتيكية الخاصة بجمع البيانات عن سطح الكرة الأرضية بهدف مراقبة الطقس وللاغراض العسكرية، ويشتمل هذا البرنامج على سلسلة من الاقمار الصناعية قصيرة العمر.

لاندسات Landsat برنامج امريكي للاقمار الصناعية الأوتوماتيكية الخاصة بجمع المعلومات المرئية عن سطح الكرة الأرضية، ويشتمل هذا البرنامج على سلسلة من الاقمار الصناعية التي اطلق منها حتى الآن خمسة.

الماسح متعدد الاطياف Multispectral scanner system (MSS): جهاز استشعار تحمله جميع الاقمار الصناعية في برنامج لاندسات ويعطي معلومات مرئية عن سطح الأرض في اربعة نطاقات والوضوح المكاني في مرئياته ٧٩م.

ماسح المناطق الساحلية الملون Costal Zone Colour Scanner (CZCS): جهاز استشعار يعمل بنظام المسح الخطي ويقدم معلومات مرئية يحمله Nimbus-7.

الماسح الموضوعي Thematic Mapper (TM): جهاز استشعار يحمله لاندسات-٤ ولاندسات-٥ ويعطي معلومات مرئية عن سطح الأرض في سبعة نطاقات والوضوح المكاني في مرئياته ٣٠م ماعدا نطاق ٦ (تحت الحمراء الحرارية) يعطي وضوحا مكانيا حوالى ١٢٠م.

المبالغة الراسية Vertical exaggeration: يقصد بها مقدار الزيادة في المقياس الرأسي عن المقياس الافقي لنموذج التجسيم.

متزامن مع دوران الأرض Geosynchronous: عبارة عن مدار للقمر الصناعي على ارتفاع معين بحيث يبقى ثابت فوق مكان معين من سطح الكرة الأرضية اي ان دورانه حول الأرض متزامن مع دورانها.

متزامن مع الشمس Sun-synchronous: عبارة عن مدار للقمر الصناعي على ارتفاع معين ويكون قريبا من القطب، وفي هذا المدار يعبر القمر الصناعي جميع الاماكن التي تقع على دائرة العرض نفسها مرتين يوميا بنفس التوقيت الشمسي المحلي.

مدار Orbit: مسار القمر القمر الصناعي حول الأرض.

مرئية (منظر) Image: عبارة عن تمثيل تصويري للاجسام التي سجلت الطاقة المنعكسة او المنبعثة منها بواسطة أجهزة الاستشعار عن بعد.

المرئية الرقمية Digital Image: هي المرئية التي تمثل الوحدات الصغيرة فيها (عناصر الصورة) بقيم رقمية عادة تتراوح ما بين صفر الى ٢٥٥.

مرشح Filter: المرشحات الفوتوغرافية عبارة عن سطوح زجاجية او جلاتينية تركب على عدسات آلات التصوير لتمنع وصول اشعاع كهرومغناطيسي معين الى الفيلم وذلك بامتصاصه او انعكاسه.

مركب الالوان الزائفة False colour Composite: هو انتاج منظر ملون باستخدام نطاقات الطيف غير المرئية، ففي هذه العملية تستخدم ثلاثة نطاقات وتعطى الالوان الازرق والاخضر والاحمر.

مركز بيانات ايروس EROS Data Center: ايروس عباره عن الحروف الاولى من نظام مراقبة الموارد الارضية Earth Resources Observation System الذي تديره المساحة الجيولوجية الامريكية US Geological Survey، وهذا المركز من المراكز الرئيسية التي تتوفر لديها مرئيات الاستشعار عن بعد لكل مناطق العالم.

معامل الانعكاس Albedo (reflection coefficient): هو نسبة الاشعة المنعكسة من على السطح.

مقياس الرسم Scale: هو النسبة بين المسافة على الخريطة او المرئية والمسافة على الطبيعة بنفس وحدة القياس.

المقياس الرمادي Gray scale: مقياس تدرج كمية الطاقة المسجلة لكل عنصر صورة في المرئية وهو يتدرج من صفر (اسود) الى ٢٥٥ (ابيض).

المكشاف Detector: احد مكونات بعض اجهزة الاستشعار عن بعد الذي يقوم بتحويل الاشعاع الكهرومغناطيسي الى اشارات لترسل الى المسجل.

مكوك الفضاء Space Shuttle: برنامج امريكي لمحطات فضائية يتضمن على عدة مركبات فضائية صالحة للاستخدام اكثر من مرة هي كولومبيا وتشالينجر (انفجرت عام ١٩٨٦م) وديسكفري واتلانتس.

الموزايك Mosaic: هو مجموعة من المرئيات المتجاورة تجمع بطريقة خاصة لتعطي مرئية واحدة لكامل المنطقة التي تغطيها المرئيات المفردة.

ميتور Meteor: برنامج روسي للاقمار الصناعية الاوتوماتيكية الخاصة بجمع البيانات عن سطح الكرة الارضية بهدف مراقبة الطقس والموارد الارضية، ويشتمل هذا البرنامج على سلسلة من الاقمار الصناعية تشبه الى حد كبير الاقمار الصناعية في برنامج لاندسات الامريكي من حيث مداراتها والاجهزة التي تحملها.

ميركوري Mercury: برنامج امريكي للاقمار الصناعية الحاملة لانسان واحد في الفترة من ١٩٦٢-١٩٦٣م.

الميكروويف Microwave: جزء من الطيف الكهرومغناطيسي يقع بين الموجات ١مم و١م.

الميكروويف غير الفعال Passive microwave: هو نظام الاستشعار عن بعد الذي يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي الطبيعي في موجات الميكروويف.

الميكروويف الفعال Active microwave: هو نظام الاستشعار عن بعد الذي يرسل اشعاعا كهرومغناطيسيا صناعيا في موجات الميكروويف مثل الرادار.

ناسا NASA: وكالة الفضاء الأمريكية.

نبضة Pulse: يقصد بها الاشعاع الكهرومغناطيسي المرسل من الرادار الى الهدف.

نسب النطاقات Band ratioing: هي نسبة نطاق الى آخر وذلك بقسمة القيم الرقمية لكل عنصر صورة في هذا النطاق على القيمة الرقمية لعنصر الصورة نفسه في النطاق الآخر.

النسيج Texture: هو تكرار تغير درجة اللون في المرئية التي تحتوي على عدد من الأجسام التي لايمكن تمييزها على انفراد، والذي يعطي انطباعا عن درجة خشونة او نعومة الظواهر على المرئية.

نطاق Band: جزء محدد من الطيف الكهرومغناصيسي.

نطاق Ka band Ka: هو نطاق موجات الميكروويف التي يكون طولها الموجي بين ٠,٨- ١.١ سم.

نطاق L band L: هو نطاق موجات الميكروويف التي يكون طولها الموجي بين ١٥-٣٠ سم.

نطاق X band X: هو نطاق موجات الديكرويف التي يكون طولها الموجي بين ٢,٤-٣,٨ سم.

نظام الصف الخطي Pushbroom system: هو احد الانظمة التي تعمل بها اجهزة الاستشعار عن بعد والاجهزة التي تعمل بهذا النظام تسجل المعلومات لخط المسح في آن واحد بواسطة عدد كبير من المكشافات الصغيرة.

النظير Nadir: هي النقطة الأرضية التي تكون في وضع عمودي مع مركز جهاز الاستشعار عن بعد.

النمط Pattern: يقصد به الترتيب والتنظيم المكاني للاجسام على المرئية.

نوا NOAA: وكالة المحيطات والجو الامريكية.

نوافذ الغلاف الجوي Atmospheric windows: يقصد بها النطاقات التي تسمح بانتقال الاشعاع الكهرومغناطيسي.

وحدة التباين الأرضية Ground resolution cell: المساحة التي يسجل المكشاف اشعتها في آن واحد (عنصر الصورة).

الوضوح المكاني Spatial resolution: هو قدرة جهاز الاستشعار عن بعد على تسجيل تفاصيل الظاهرات الصغيرة ليمكن تمييزها على المرئية.

إصدارات المركز

(١) أطلس السكان للمملكة العربية السعودية، لجنة الأطلس الوطني بإشراف الأستاذ الدكتور أسعد سليمان عبده (١٤٠١هـ/١٩٨١م).

(٢) تغيب العمال في المجال الصناعي: دراسة اجتماعية لأسباب تغيب العمال بالمؤسسات الصناعية الموجودة في مدينة الرياض، د. طلعت بن إبراهيم لطفي (١٤٠٤هـ/١٩٨٤م).

(٣) الهور في المجتمع العربي السعودي، فريق بحث من قسم الدراسات الاجتماعية بإشراف الدكتور عبدالله الفيصل (١٤٠٤/١٤٠٥هـ).

(٤) أطلس المدينة المنورة، د. محمد بن شوقي مكي، تحت إشراف لجنة الأطلس الوطني (١٤٠٥هـ/١٩٨٥م).

(٥) تطور ملامح ظاهرة جنوح الأحداث في المملكة العربية السعودية، د. جلال بن مدبولي محمد (١٤٠٥/١٤٠٦هـ).

(٦) خارطة مدينة الرياض (١٤٠٥هـ) د. غازي بن عبدالواحد مكي (١٤٠٥هـ/١٩٨٥م).

(٧) ظاهرة الغش في الامتحانات وأسبابها: دراسة استطلاعية بجامعة الملك سعود. د. مختار بن إبراهيم عجوبة، د. إبراهيم خليفة (١٤٠٦/١٤٠٧هـ).

(٨) اللغة المروية: أبجديتها وطبيعة كتابتها وقصة فك رموز خطها، الجزء الأول، أ. د. عبدالقادر بن محمود عبدالله (١٤٠٧هـ/١٩٨٦م).

(٩) الأسواق المركزية في مدينة الرياض: دراسة جغرافية في التوزيع والسلوك. د. محمد بن شوقي مكي، تحت إشراف لجنة أبحاث مدينة الرياض (١٤٠٧هـ/١٩٨٦م).

(١٠) أثر مشروع الري والصرف على منطقة الأحساء: دراسة في التغير الاجتماعي القروي بالمملكة العربية السعودية، د. طلعت بن إبراهيم لطفي (١٤٠٧هـ/١٩٨٦م).

(١١) الإعلام.. الوسائل.. الرسائل.. الرجال.. ترجمة الدكتور ساعد العرابي الحارثي (١٤٠٨هـ/١٩٨٨م).

(١٢) الخدمات البريدية في مدينة الرياض، دراسة جغرافية في تحليل الشبكة، د. صبحي أحمد قاسم السعيد، تحت إشراف لجنة أبحاث مدينة الرياض (١٤٠٩هـ/١٩٨٩م).

(١٣) صحة الأطفال ووفياتهم في إطار التغير الاجتماعي والاقتصادي في المملكة العربية السعودية، د. عثمان الحسن محمد نور (١٤٠٩هـ/١٩٨٩م).

(١٤) مختصر شرح أمثلة سيبوية للعطار، تأليف الجواليقي، تحقيق وتعليق د. دفع الله عبدالله سليمان (١٤١٠هـ).

(١٥) سوق صنعاء، تأليف والتردوستال، ترجمة وتعليق د. وفيق محمد غنيم، قسم الآثار والمتاحف، (١٤١٠هـ/١٩٩٠م).

(١٦) الترويح في المجتمع العربي السعودي، د. إبراهيم محمد خليف، د. إدريس سالم الحسن (١٤١٠هـ/١٩٩٠م).

(١٧) أسعار السلع الغذائية والجوامك في مصر، في عصر دولة المماليك الجراكسة، د. رأفت محمد النبراوي، قسم الآثار والمتاحف، (١٤١١هـ/١٩٩٠م).

(١٨) كتاب إصلاح المنطق لأبي القاسم الراغب، دراسة وتحقيق د. فوزي مسعود، قسم اللغة العربية، (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(١٩) مدى تجاوب المواطنين السعوديين مع قضايا سياسات الرعاية الاجتماعية في قطاعات الصحة والتعليم والشئون الاجتماعية، إعداد الدكتور مختار إبراهيم عجوبة، قسم الدراسات الاجتماعية (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(٢٠) نظام حماية حقوق المؤلف في المملكة العربية السعودية، دراسة تحليلية مقارنة، د. سعد بن عبدالله الضبيعان، قسم علوم المكتبات والمعلومات، (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(٢١) نقشان من شبه جزيرة سيناء يؤرخان لعمارة السلطان المملوكي قانصوة الغوري لطريق الحج المصري والأماكن المقدسة في الحجاز، د. علي حامد غبان، قسم الآثار والمتاحف (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(٢٢) THE ANCIENT HISTORY OF TACHLIB, Dr. Fadhl Ammar al-Ammary

(٢٣) لامية العرب: أو رحلة التوحش، دراسة تطبيقية حول مفهوم الوحدة في النص الشعري، إعداد الدكتور سعود دخيل الرحيلي، قسم اللغة العربية، (١٤١٢هـ/١٩٩١م).

(٢٤) شرح المعربات للكافي، تحقيق ودراسة الدكتور صالح بن سليمان العمير، قسم اللغة العربية (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(٢٥) بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف، الدكتور محمد عبدالله الصالح، الأستاذ المساعد بقسم الجغرافيا، (١٤١٢هـ/١٩٩٢م).

(٢٦) السيات الشخصية للشباب السعودي الأستاذ الدكتور مختار محمد عبدالله، والدكتور عبدالله عبدالرحمن الفيصل قسم الدراسات الاجتماعية، (١٤١١هـ/١٩٩١م).