

13. نماذج تفاعل الإشعاع الكهرو مغناطيسي مع أهداف سطح الارض:

سوف نعرض امثلة تفصيلية لأهداف سطح الارض وكيف تتفاعل مع الطاقة في نطاق الضوء المرئي ونطاق الاشعة تحت الحمراء, وهي كالآتي:

1. **الصخور (Rocks):** التركيب الكيميائي للصخور يشبه التركيب الكيميائي للتربة لاحتوائهم على بير وكسيد الكالسيوم او مايسمى فوق أكاسيد الكالسيوم (CaO_2). لذا انعكاس الاشعة من سطح الصخور هو تقريبا نفس الانعكاس من سطح التربة اي ان منحنى الانعكاسية الطيفية (البصمة الطيفية) للهدفين تقريبا متشابه مع بعض الاختلاف بالانعكاسية عند منطقة الطيف المرئي, يرجع السبب الى لون الصخور. اضافة لاحتواء بعض الصخور على المحتوى المائي في تركيبها الكيميائي, فزيادة المحتوى المائي يلاحظ وجود انخفاض في منحنى الانعكاسية الطيفي عند منطقة الطيف الاشعة تحت الحمراء المتوسطة عند الحزم μm (1.4, 1.9).

2. **الغيوم (Clouds):** وجد ان انعكاسية منطقة الغطاء الثلجي لا يمكن ان تميز عن انعكاسية الغيوم عند الطيف المرئي والاشعة تحت الحمراء القريبة. وهذه مشكلة كبيرة بصور التحسس النائي فالهدفين لونهما ابيض بالصور وقد تكون انعكاسيتهما عالية جدا عند الطيف μm (0.5, 1.1), وكذلك عند منطقة الاشعة تحت الحمراء الحرارية فإن الغيوم والثلوج لهما المدى الحراري نفسه. يمكن التميز بين انعكاسيتهما لبعض اجهزة التحسس النائي عند طيف الاشعة تحت الحمراء المتوسطة عند الطيف μm (1.55, 1.75) و μm (2.10, 2.35), حيث تملك الغيوم انعكاسية عالية جدا عند هذه الاطوال الموجية وتظهر ببيضاء بالصور, بينما الثلوج تملك انعكاسية منخفضة جدا وتظهر داكنة بالصور. يمكن ايضا ببساطة التمييز بينهما والكشف عن الغيوم بالصور خلال حساب ظل الغيوم (Shadow) في صور التحسس النائي, حيث ان الغيوم تأخذ مساحة واسعة بالصور, عند استخراج الظل لصور التحسس النائي كبعد ثالث للصورة.

3. **اوراق النباتات Leaves :** فيها مادة الكلورفيل ستمتص بقوة الاشعاع ضمن الطول الموجي للون الأزرق والأحمر وستعكس طول موجة اللون الاخضر, لذا تبدو النباتات خضراء اللون ويزداد اخضرارها في فصل الصيف حيث تكون مادة الكلوروفيل في أقصى قيمتها. بينما في فصل الخريف تكون مادة الكلوروفيل اقل, مما يجعل انعكاس اللون الاخضر اقل أو امتصاص اقل في اللون الاحمر مما يجعل لون النباتات احمر أو اصفر (اللون الاصفر ما هو الا مكون من كلا اللونين الاحمر والاخضر). التركيب الداخلي لصحة النبات يعمل كعكس انتشاري مثالي في الاشعة تحت الحمراء القريبة (NIR). فأن قياس ومتابعة الاشعة تحت الحمراء القريبة المنعكسة (NIR) يعد مقياسا لمدى صحة النباتات في تطبيقات التحسس النائي.

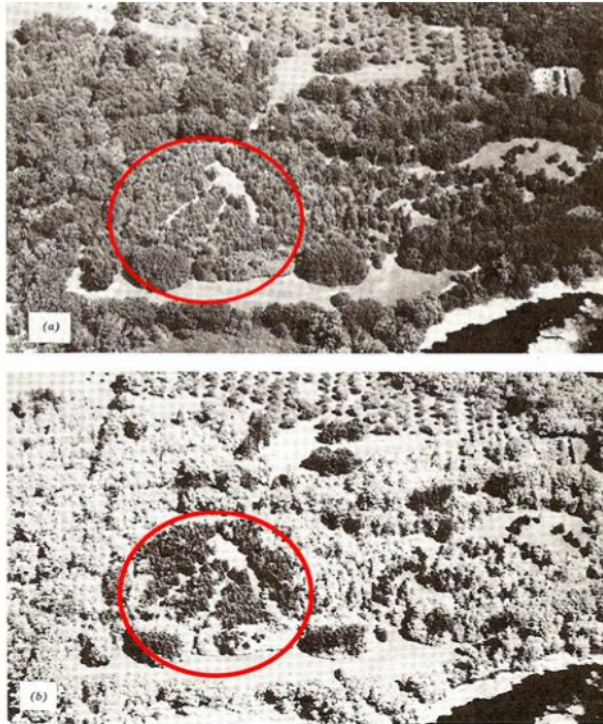


Figure 1.9 Low-altitude oblique aerial photographs illustrating deciduous versus coniferous trees, June 29, 1970. (a) Panchromatic photograph recording reflected sunlight over 0.4 to 0.7 μm wavelength band. (b) Black and white infrared photograph recording reflected sunlight over 0.7 to 0.9 μm wavelength band.

+ الصورة (a) و الصورة (b) تغطي منطقة واحدة يوجد فيها نوعين من الأشجار هما الأشجار النفضية deciduous مثل القيقب maple والأشجار دائمة الخضرة coniferous مثل الصنوبر pine.

+ وقد استخدم في تصوير الصورة (a) فيلم باللون الأبيض والأسود حساس للأشعة المرئية 0.4 - 0.7 ميكرومتر. أما الصورة (b) فقد استخدم في تصويرها فيلم باللون الأبيض والأسود حساس للأشعة تحت الحمراء القريبة (0.7-0.9 ميكرومتر).

+ بالنظر إلى المنطقة المحددة بدائرة في الصورتين يلاحظ تشابه لون الأشجار في صورة الأشعة المرئية (a) مع لون الأشجار الأخرى المحيطة بها، بينما في صورة الأشعة تحت الحمراء (b) يلاحظ اختلاف لون الأشجار فيها عن لون الأشجار المحيطة بها.

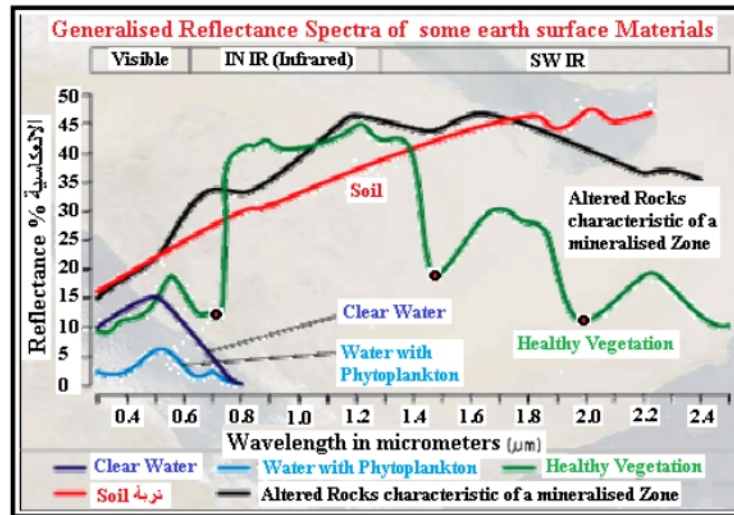
+ السبب في ذلك هو أن معامل الانعكاس للأشعة المرئية يتشابه لجميع النباتات لأن جميع النباتات تمتص الأشعة الزرقاء والأشعة الحمراء وتعكس الأشعة الخضراء. في حين أن معامل الانعكاس في موجات الأشعة تحت الحمراء يختلف من نبات إلى آخر الأمر الذي يمكن من التمييز بين النباتات المختلفة.

4. **الحمم البركانية الجارية (النشاط البركاني):** من بيانات الأشعة تحت الحمراء الحرارية وبيانات الرادار المحمول على مكوك الفضاء، يتم مراقبة الحمم البركانية الجارية (النشاط البركاني) وإعداد خرائط.

5. **المسطحات المائية:** يمكن تحديد المسطحات المائية بسهولة باستعمال الأطوال الموجية الخاصة بمنطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والمتوسطة (MIR). بينما يمكن تحديد بعض حالات المياه بصورة أفضل بالأطوال الموجية للأشعة المرئية. الماء الصافي يظهر بمظهر أسود، والماء العكر يظهر باللون الأزرق. وقد استعملت معلومات الأقمار الاصطناعية (التصوير بحزم طيفية متعددة) في تطبيقات متنوعة كحساب إمتداد الفيضانات في الأنهار الكبرى. فأن المياه تظهر باللون الأزرق أو الأزرق مخضر نتيجة الانعكاس القوي للموجات تحت الحمراء المتوسطة (MIR)، وتظهر المياه داكنة عند رؤيتها بالأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR)، وذلك بسبب امتصاص أطوال الموجات الكبيرة من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) بدرجة أكبر من الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (MIR). فإذا وجدت مواد عالقة في الطبقة العليا من المسطح المائي فأنها ستسبب في انعكاس أفضل ومظهر أكثر لمعاناً، لكن هذه المواد العالقة قد تسبب ارتباطاً مع المياه الضحلة النظيفة، حيث أن كلاهما سيظهران متشابهين بدرجة كبيرة، ان الكلوروفيل في الطحالب يمتص الأشعة الزرقاء بدرجة أكبر ويعكس اللون الأخضر مما يجعل المياه تظهر أكثر اخضراراً عند وجود الطحالب، أيضاً فأن حالة المسطحات المائية (النعومة والخشونة والمواد العائمة) قد تسبب في تعقيدات أكثر عند تفسير مكونات هذه المسطحات وتفاعلها في ظاهرة الانعكاس المنتشر.

من خلال هذه الامثلة نلاحظ وطبقا لطبيعة الهدف ولطول موجة الاشعاع المستعمل فيمكننا أن نرى صور مختلفة من تفاعلات الامتصاص والنفوذ والانعكاس. بقياس الطاقة المنعكسة (او المنبعثة) من أهداف سطح الارض في عدة اطوال موجات, نستطيع بناء او تكوين الاستجابة الطيفية أو البصمة الطيفية لكل هدف. فاذا قارنا الاستجابة الطيفية لعدة اهداف ارضية يمكننا ان نفرق بينهم بصورة افضل من التفرقة بينهم في طول موجة واحد فقط, لانه كل هدف يعطي نسبة انعكاس مختلفة عن الاخر.

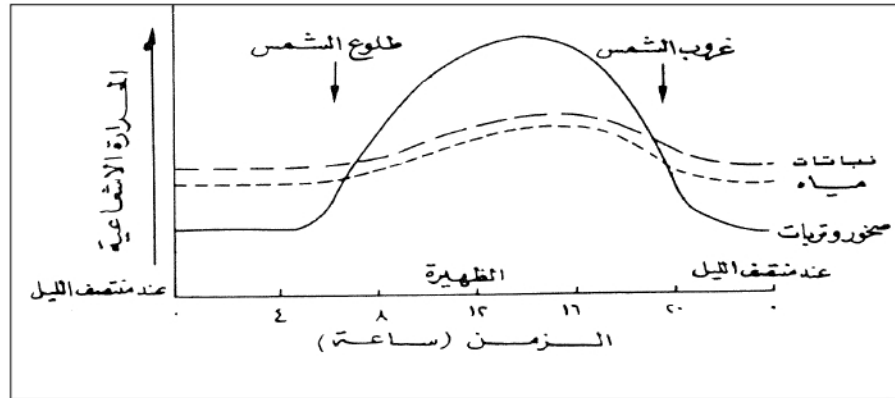
فعلى سبيل المثال: المياه والنباتات قد يعكسان الاشعة بصورة متشابهة في الضوء المرئي, لكنهما منفصلان تماماً ومختلفان عند التعامل مع الاشعة تحت الحمراء, معرفة اي جزء من نطاق الضوء الكهرومغناطيسي يجب ان نبحث ليتمكننا الوصول الى تفسير وتحليل افضل وادق للإشعاع وكيفية تفاعله مع الاهداف الارضية.



شكل (14) منحنيات الانعكاسية الطيفية لمظاهر سطح الأرض المختلفة (الماء الصافي والعكر والنبات الصحي والتربة والصخور) وأنماط الاستجابة الطبيعية لها ومناطق الامتصاص

14. انبعاث الاشعاع الكهرومغناطيسي من مواد سطح الارض في موجات الأشعة تحت الحمراء الحرارية:

- جميع مواد السطح تشع طاقة في موجات تحت الحمراء سواء في النهار أو الليل. وهذا يمكن من جمع المعلومات عن الظواهر في جميع الأوقات (النهار والليل).
- الحرارة الفعلية للأجسام (التي تقاس بالترمو متر *) تسمى بالحرارة الحركية Kinetic Temperature أما الحرارة الخارجة من الأجسام فتسمى الحرارة الاشعاعية Radiant Temperature، وهي التي يمكن قياسها بأجهزة التحسس النائي.
- دائماً تكون الحرارة الاشعاعية للمواد على سطح الأرض أقل من حرارتها الحركية؛ وذلك بسبب قدرة الانبعاث Emissivity للمواد.
- تختلف كمية الحرارة الاشعاعية لمواد سطح الأرض خلال اليوم الواحد حيث ترتفع بشكل عام مع طلوع الشمس، وتبلغ ذروتها بين الساعة الواحدة والثالثة ظهراً، ثم تبدأ في الانخفاض الى أن تصل الى معدل ثابت بعد منتصف الليل.



شكل (15) منحنى اختلاف كمية الحرارة الاشعاعية لمواد سطح الأرض باختلاف الوقت خلال اليوم الواحد.
* الترمومتر: مقياس درجة الحرارة أو المحرار.

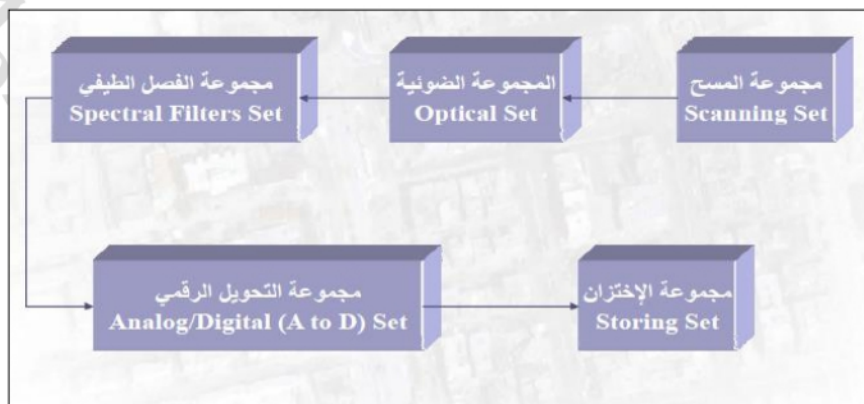
15. جهاز التحسس النائي (المتحسس) (Sensor): أداة تستقبل وتسجل الأشعة المنعكسة أو المنبعثة عن المادة

المدرسة منها ضمن مجال (حزمة) طيفي واحد أو عدة مجالات طيفية. وتقسم اجهزة التحسس النائي إلى ما يأتي:

- كاميرات الفيديو والتصوير الجوي و التصوير الفضائي.
- أجهزة قياس الأشعة (الراديو متر) التي تسجل الأشعة ضمن حزم طيفية معينة.
- أجهزة قياس الطيف (سبيكترومتر) التي تسجل الأشعة ضمن حزمة طيفية معينة.
- أجهزة المسح والتي تقوم بعملية مسح لمنطقة منتظمة من الأرض.

1.15 المكونات الاساسية لجهاز التحسس النائي:

1. مجموعة المسح (Scanning Set).
2. المجموعة الضوئية (Optical Set).
3. مجموعة الفصل الطيفي (Spectral filter Set).
4. مجموعة التحويل الرقمي (Analog/Digital (A to D Set).
5. مجموعة الاختزان (Storing Set).



شكل (16) المكونات الاساسية لجهاز التحسس النائي