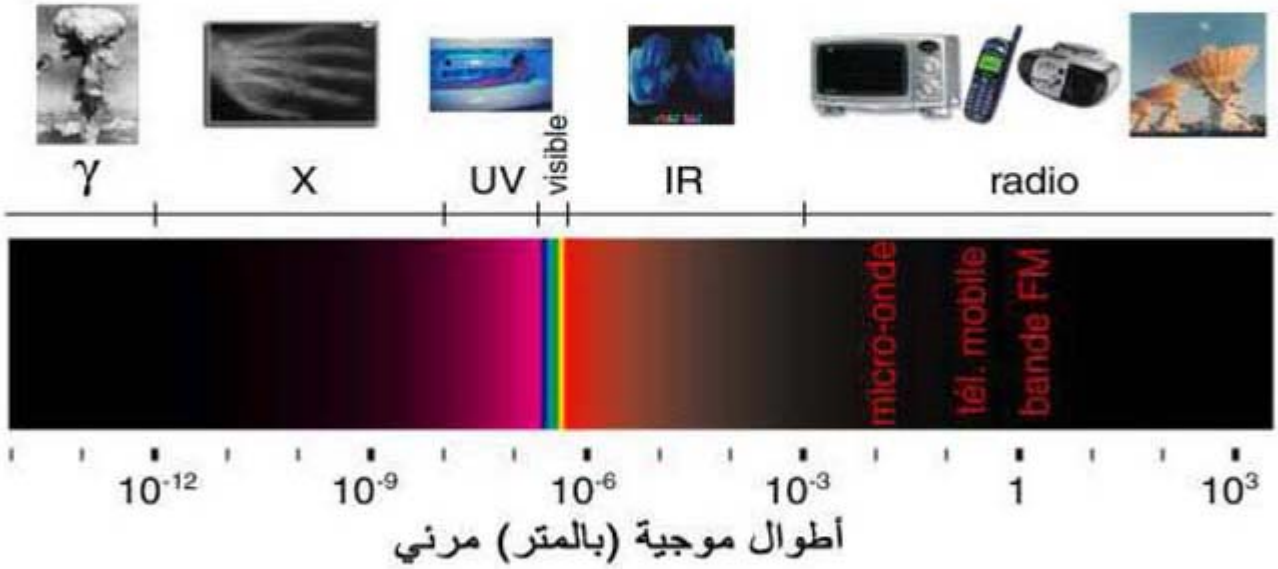
الإشعاع الكهرومغناطيسي

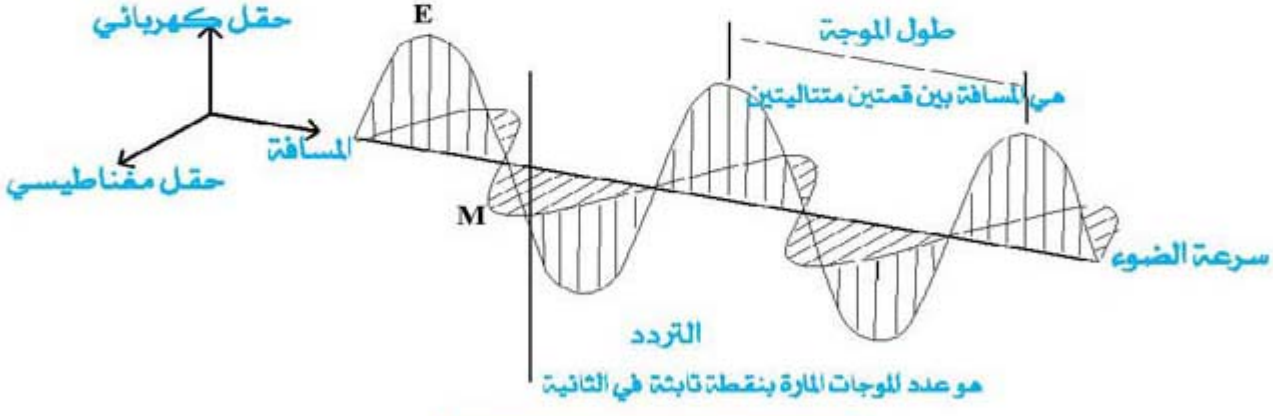


الإشعاع الكهرومغناطيسي :

يعتبر استشعار الطاقة الكهرومغناطيسية وتسجيلها وتحليلها هو أساس علم الاستشعار عن بعد، ويحدث الاستشعار وتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية نتيجة سلسلة من التفاعلات المعقدة بين الطاقة والمادة والبيئة، حيث تعمل مشتركة على إظهار الاختلافات بين ظاهرة ما والظواهر المحيطة بها (خالد محمد العنقري 1986). وتعتمد عملية تفسير صور الأقمار الصناعية على فهم الطريقة التي يتفاعل بها الإشعاع الطيفي الكهرومغناطيسي مع الغلاف الجوي ومع مواد سطح الأرض.

يحدث الإشعاع الكهرومغناطيسي على شكل موجات تختلف حسب سرعتها أو طول موجاتها أو ترددها.

- السرعة : تسير جميع الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة واحدة هي سرعة الضوء.
- طول الموجة : ويقصد بذلك المسافة بين رأس موجتين متجاورتين وعادة ما يستخدم الميكرومتر (0.001 ملم) لقياس طول الموجة في نطاقات الأشعة المرئية والأشعة دون الحمراء ، إلا أنه قد تستخدم وحدات النانومتر (0.001 ميكرومتر µm أو 0.000001 ملمتر) في نطاق الأشعة المرئية.



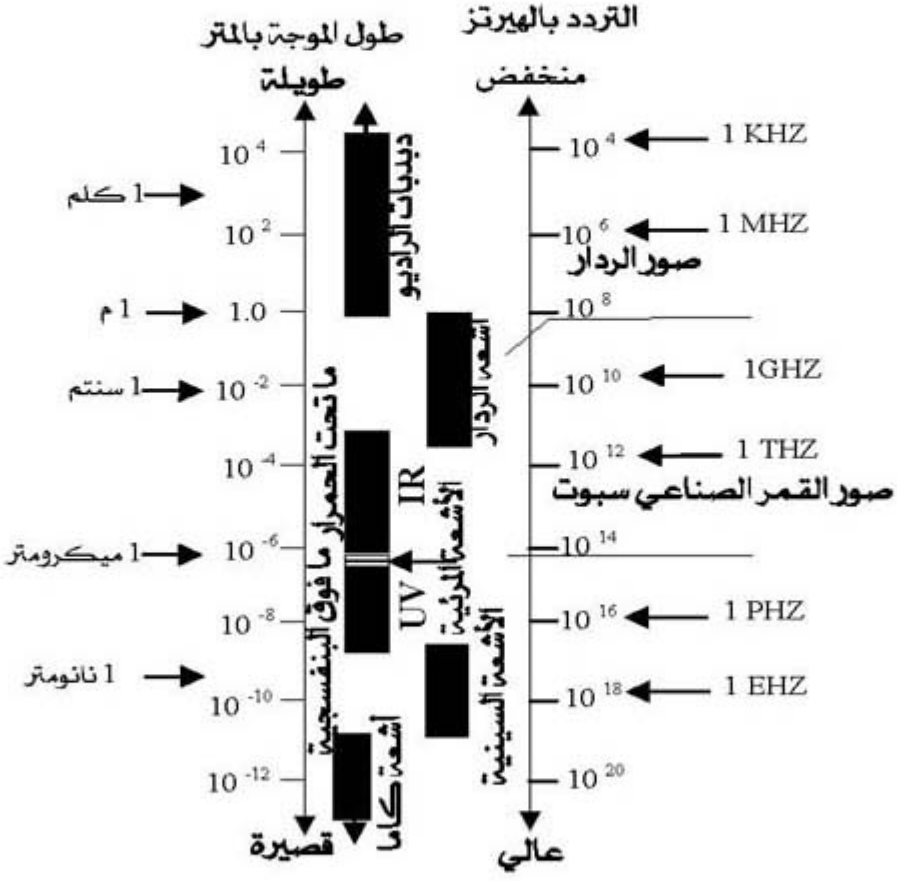
الموجة الكهرومغناطيسية

المصدر : الاستشعار عن بعد : المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ص8.

وتعتبر الطاقة الكهرومغناطيسية حسب Charles Elachi &All (2006) الوسيلة التي يتم بها إرسال المعلومات عن الهدف إلى المستشعر ، مباشرة من المصدر أو بطريقة غير مباشرة بفعل الإشعاعات المنعكسة في من مختلف الأهداف.

الطيف الكهرومغناطيسي :

الطيف الكهرومغناطيسي هو نطاق متصل من الموجات الكهربائية والمغناطيسية ذات الأطوال المختلفة، التي تبدأ من موجات قصيرة وترددات عالية في جانب، إلى موجات طويلة جدا وترددات منخفضة في الجانب الآخر. وتختلف الطاقة المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام حسب ترددها وأطوال موجاتها في جميع أقسام الطيف الكهرومغناطيسي. ويكون توقيع (Signature) الظاهرات المستشعرة محكوما بحجم الطاقة الواصلة إلى الجسم أو المنعكسة منه، إضافة إلى طبيعة جهاز الاستشعار من حيث طول الموجات التي يستطيع استشعارها (خالد محمد العنقري 1986).



الطيف الكهرومغناطيسي

وأهم أقسام الطيف الكهرومغناطيسي هي :

1- قسم الأشعة المرئية:

وهي توافق تلك المنطقة من الطيف التي يمكن تمييز إشعاعاتها بالعين المجردة أو آلات التصوير العادية. ويمكن تقسيم هذه المنطقة إلى مناطق أصغر توازي الألوان التي يمكن للعين البشرية أن تميزها، وهذه المناطق هي:

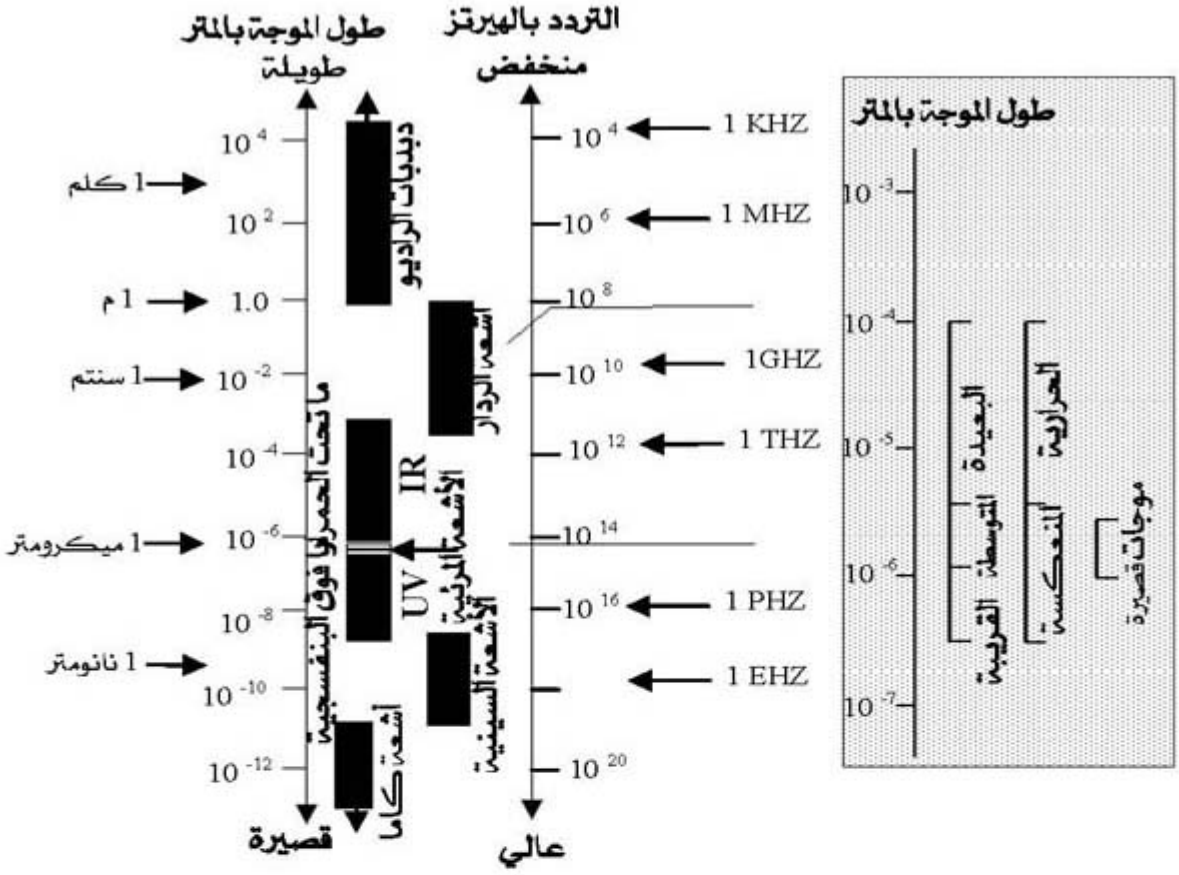
- اللون البنفسجي : من 0.4 وحتى 0.446 µm.
- اللون الأزرق : من 0.446 وحتى 0.5 µm.
- اللون الأخضر : من 0.5 وحتى0.578 µm.
- اللون الأصفر :من 0.578 وحتى0.592 µm.
- اللون البرتقالي :من 0.592 وحتى 0.62 µm.
- اللون الأحمر :من 0.62 وحتى0.7 µm.

ويشكل الأزرق والأخضر والأحمر الألوان الأساسية الحقيقية أما ما هو دونها فهو عبارة عن تراكيب مختلفة النسب من هذه الألوان.

2- قسم الأشعة ما تحت الحمراء (Infra-rouge)

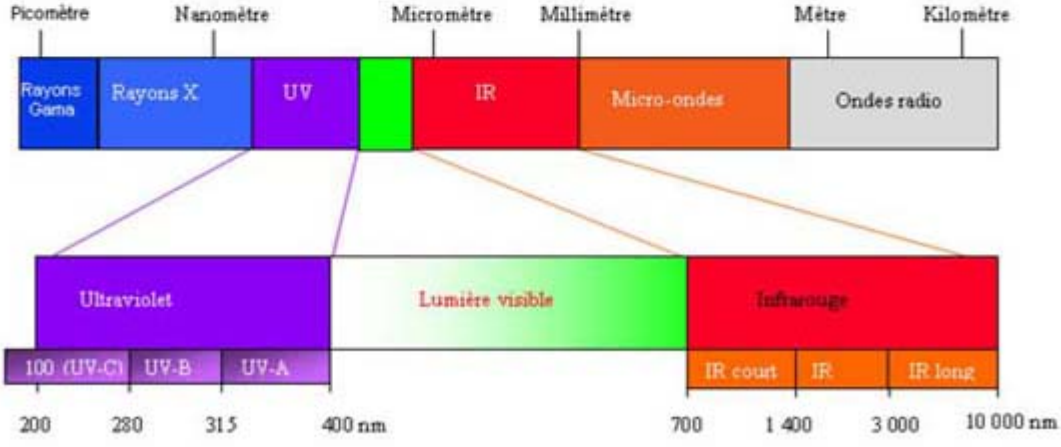
تشغل منطقة طيف الأشعة ما تحت الحمراء بين 1 ميكرومتر إلى 100 ميكرومتر. وهذا القسم ينقسم بدوره إلى قسمين:

- الأشعة تحت الحمراء المنعكسة بين 0.7 حتى 3 µm
- الأشعة تحت الحمراء الحرارية بين 3 و100 µm



وهذا القسم الأخير ينقسم بدوره إلى ثلاثة أقسام فرعية أخرى وهي :

- الأشعة ما تحت الحمراء القريبة (IR proche)
- الأشعة ما تحت الحمراء المتوسطة (IR moyen)
- الأشعة ما تحت الحمراء البعيدة (IR lointain)



Spectre électromagnétique

3- أشعة الميكرويف (Micro-ondes)

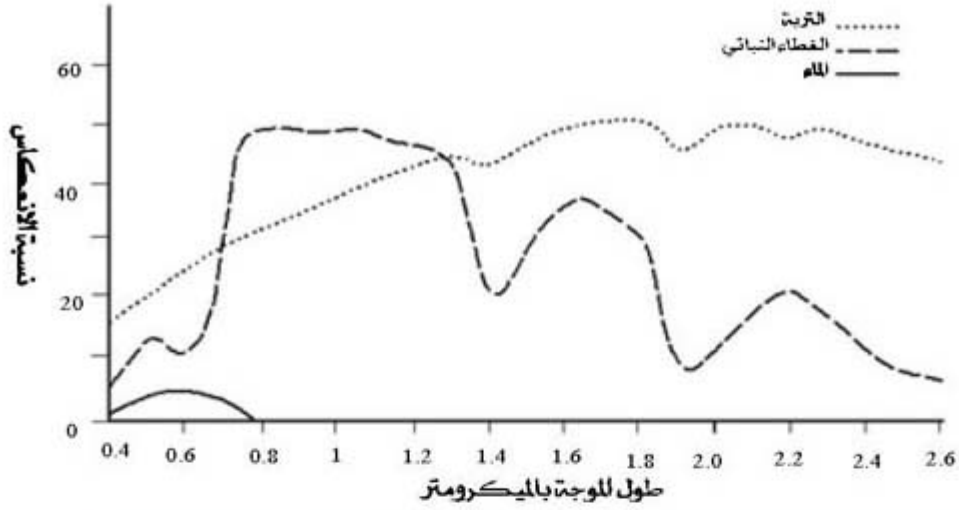
وهي أشعة ذات موجات أطول من الأشعة الحمراء وتستخدم في الاستشعار بواسطة الرادار والراديومتر . وتتجلى أهمية أنظمة الاستشعار من بعد العاملة في نطاق طيف لميكرويف في البلدان الشمالية مثل كندا حيث تكثر السحب ويصبح من الصعب الاعتماد على أنظمة الاستشعار من بعد التي تعمل في منطقتي الطيف المنظور وتحت الحمراء.

باقي الأقسام: وتشمل قسم أشعة الراديو وتقع بين 1 متر إلى حوالي 10 كلم وقسم الأشعة فوق البنفسجية وهي موجات قصيرة جدا أقصر من موجات الأشعة المرئية، ثم الأشعة السينية وأشعة كاما وهما أقصر من الأشعة فوق البنفسجية ، وهذه الأقسام لا تهمنا في مجال الاستشعار عن بعد.

تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع ظواهر السطح و البيئة :

من المعروف أن مختلف ظواهر سطح الأرض تعكس جزء من الطاقة الكهرومغناطيسية التي تصل إليها، كما أنها تمتص جزء آخر والباقي يخترقها . وتختلف نسبة الإشعاع المنعكس أو الممتص أو المتغلغل عل كل من طول موجة الإشعاع وطبيعة المواد التي يتكون منها السطح (Berret & curtis 1982) .

وتعد الخصائص الانعكاسية لأي سطح معيارا لقوانين الانعكاس أو ما يطلق علية باسم الألبيدو وهو العلاقة بين كمية الإشعاعات الكهرومغناطيسية الواصلة إلى سطح ما والأشعة المرتدة عن هذا السطح في جميع الاتجاهات . وتتعلق درجة الانعكاس وشدته في الموجات الكهرومغناطيسية على طبيعة السطح، فكلما زادت خشونة السطح كلما قل انعكاسه، وعلى العكس كلما كان أملسا كلما زاد انعكاسه (فتحي عبد العزيز أبو الراضي 2005) كما تختلف أطوال موجات الأشعة المنعكسة منه حسب تفاعل الإشعاع مع مختلف الأجسام وفق التركيب الكيميائي والفيزيائي والظروف المحيطة بها .



منحنيات الانعكاسات الطيفية للغطاء النباتي والتربة والماء

وتحدث عدة تفاعلات بين الطاقة المغناطيسية والبيئة عندما تحتك هذه الطاقة بالمادة، سواء كانت غازية أو سائلة أو صلبة . وينتج عن التفاعل سواء كان على سطح المادة أو داخلها تغيير في طبيعة الإشعاعات الداخلة، والتي تشمل حجم الطاقة واتجاه وطول الموجات ومن أهم التفاعلات حسب خالد محمد العنقري 1986:

- الانتقال : ويقصد به مرور الاشعاع من خلال الجسم أو المادة. فعلى سبيل المثال تتغير سرعة الاشعاع الكهرومغناطيسي من خلال انتقاله من الغلاف الجوي إلى المواد الأخرى.
- الامتصاص : تمتص جزيئات بخار الماء وثاني أكسيد الكاربون والأوكسجين والأوزون الطاقة الكهرومغناطيسية في مجالات محددة من أطوال الموجات وبذلك تحد من مدى المجال الطيفي الذي يمكن أن تستشعره الأجهزة.
- الانبعاث : وهو يرتبط بدرجة حرارة المادة، حيث أن كل المواد التي تزيد درجة حرارتها عن الصفر المطلق [1] تبعث الطاقة، ويعد الانبعاث طاقة غير مرئية.
- التشتت : وهو تبعثر الإشعاعات بفعل الجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي في مختلف الاتجاهات والتي تتلاشى في النهاية عن طريق الامتصاص أو تشتت آخر.
- الانعكاس : وهو يعني عودة أو ارتداد الإشعاع دون أن يتأثر بالمادة .

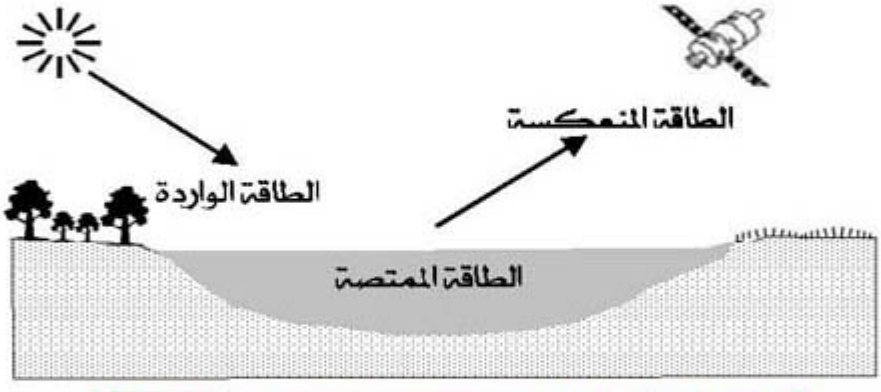
[1] يسمى الصفر المطلق باسم كالفن وهو يساوي 273 درجة مئوية تحت الصفر

تأثير مواد سطح الأرض على الأشعة الكهرومغناطيسية

عند سقوط الإشعاع الكهرومغناطيسي على مادة سطح الأرض فإنه يتفاعل معها بثلاثة طرق هي: الامتصاص والمرور والانعكاس ، ويعمل الاستشعار من بعد بتسجيل بيانات الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن سطح الأرض. وتتميز كل مادة في الكون بنمط مميز من الإشعاعات المنعكسة يطلق عليه أسم البصمة الطيفية و هي التي تمييز مختلف مواد سطح الأرض عن بعضها البعض.

إن الاختلاف في خاصية الانعكاس هو المهم في تطبيقات الاستشعار عن بعد .وتتأثر الانعكاسات بالخاصيات التالية :

- طول الموجة الكهرومغناطيسية.
- زاوية سقوط الأشعة.
- الخواص الفيزيائية والكيمائية للهدف.



تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الهدف

واستناد إلى هذه العوامل يمكن تمييز عدة أشكال من الانعكاسات أهمها:

- **الانعكاس التناظري**: ويحدث هذا النوع من الانعكاس عندما يكون السطح العاكس ناعما كالمرآة في خواصها الانعكاسية، مثل الماء الساكن وبعض أنواع الصخور والتربة، وتكون زاوية سقوط الأشعة على سطح الهدف تساوي زاوية الانعكاس وهذا الانعكاس لا يفيد في الاستشعار عن بعد لأنه يبدو في الصور الفضائية ضوءا لامعا مما يقلل من إمكانية التمييز بين الأشياء.
- **الانعكاس المنتشر** :تكون العواكس الناشرة التالية ذات أسطح خشنة تعكس الإشعاعات بشكل متماثل في جميع الاتجاهات ، حيث عندما يكون طول موجة الأشعة الواردة أصغر بكثير من تغير ارتفاعات السطح أو حجم الجزيئات المكونة لسطح الهدف فان هذا الهدف يبدو خشنا ويعمل سطحا ناشرا ، ويعطي معلومات طيفية لونية

مميزة بعكس العواكس البراقة . وهذا النوع من الانعكاس هو المفيد في تطبيقات الاستشعار عن بعد، حيث يمكن تمييز الأجسام بعضها عن بعض.
كما تستعمل كمية و نوعية الإشعاعات المنعكسة من مختلف الأجسام لتحديد طبيعة السطح (تربة أو صخور أو مياه أو غطاء نباتي...) فلكل عنصر من هذه العناصر له طريقة خاصة في التفاعل مع الأشعة الساقطة والتي يتم عكسها ووصفها بواسطة الإجابة الطيفية لمختلف الأهداف. وفي بعض الحالات تختلف التفاعلات بين الأشعة و الأهداف حسب الفصول كما هو الحال بالنسبة للغطاء النباتي. كما تختلف استجابة الطيف الكهرومغناطيسي حسب زاوية ميل أشعة الشمس وارتفاعها وحسب اتجاه المستشعر (Paul M. Mather(2004 .