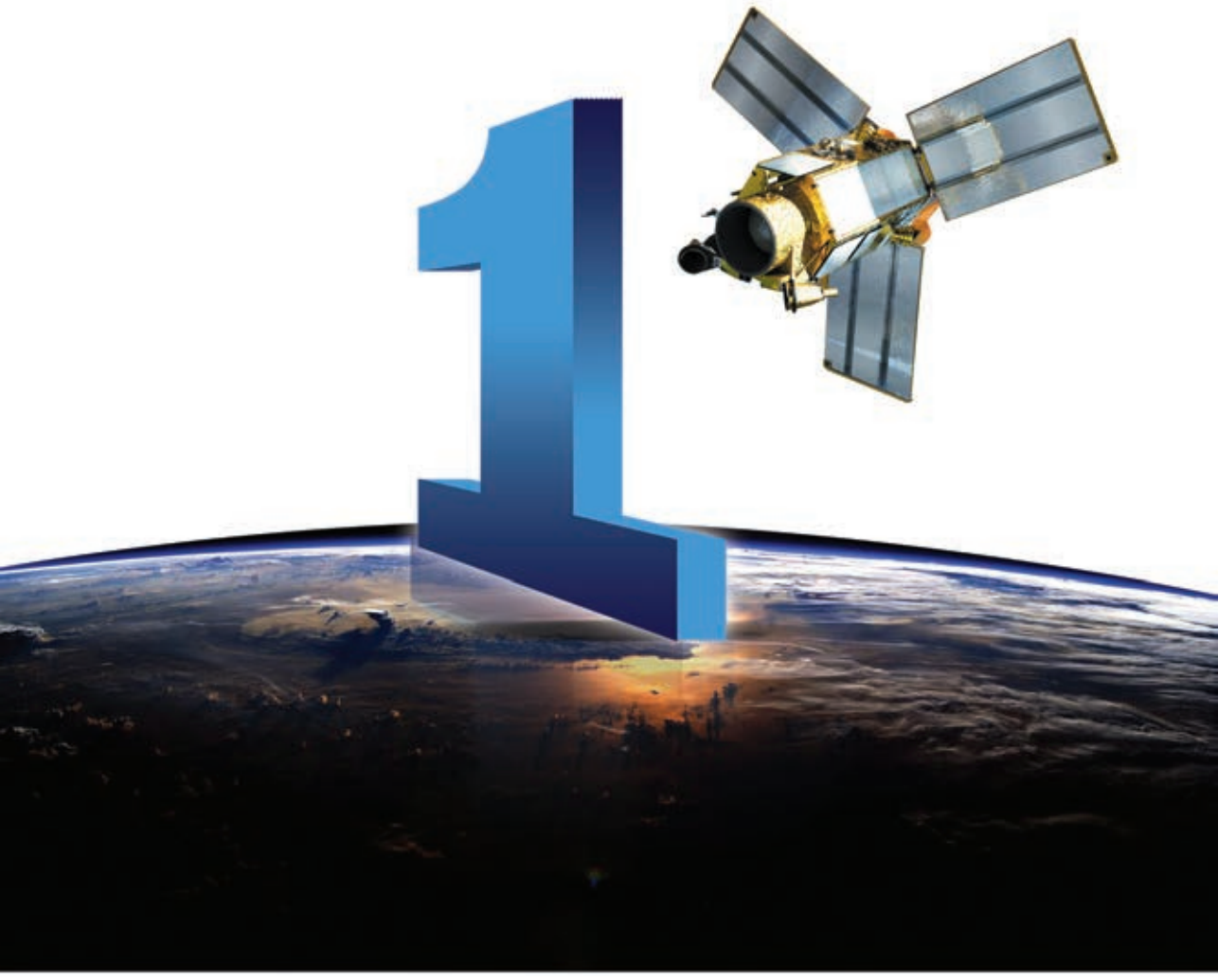
الفصل الأول



أساسيات الاستشعار عن بعد

١ـ١ ماهو الاستشعار عن البعد؟

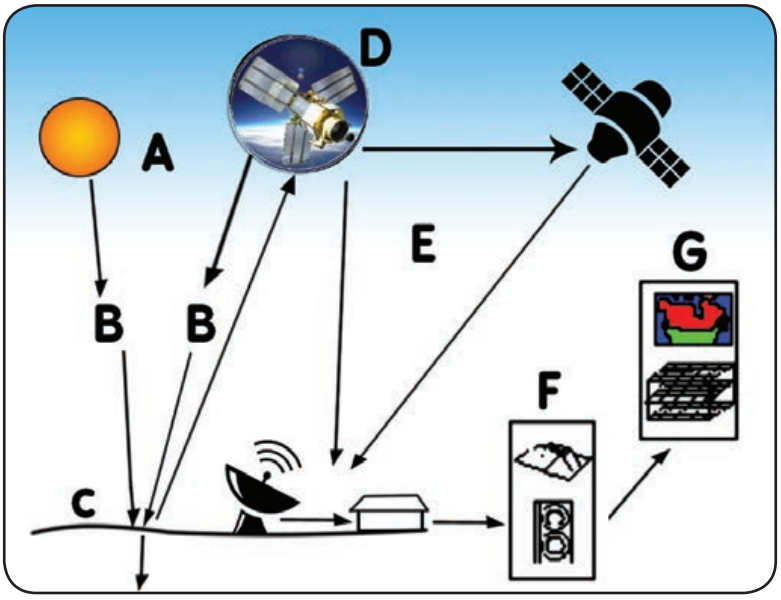
الاستشعار عن البعد: هو علم الحصول على معلومات عن سطح الأرض بدون الاقتراب منه، و يتم ذلك عن طريق استشعار و تسجيل الطاقة المنعكسة أو المنبعثة من سطح الأرض ومعالجتها وتحليلها لاستخراج ما بها من معلومات للتطبيقات المختلفة .

وتتضمن عملية الاستشعار التفاعل بين الأشعة الساقطة و الأهداف المقصودة ..، ومن أبسط الأمثلة في هذا المجال، استخدام أنظمة التصوير المختلفة (مع الإشارة إلى أن الاستشعار عن البعد يمكن أن يتم أيضاً بنوعيات أخرى من المستشعرات).

وهناك سبعة عناصر تتضمنها عملية استخدام أنظمة التصوير فى الاستشعار عن البعد، وهى :

١ـ مصدر الطاقة /الإضاءة (A):

مصدر لإضاءة المنطقة المستهدفة (A) أو بث طاقة كهرومغناطيسية في اتجاهها، هو أول العناصر التي يجب توافرها لتنفيذ عملية الاستشعار عن البعد.



٢.الغلاف الجوى (B):

خلال مسار الطاقة من مصدرها، فإنها تمر عبر الغلاف الجوى (B)، و تتفاعل مع الهدف... كما أنها قد تمر خلاله مرة أخرى أثناء مسارها (انعكاسها) من الهدف إلى جهاز الاستشعار.

٣. الهدف (المنطقة المستهدفة) (C):

بمجرد وصول الإشعاع إلى الهدف C ، فإنه يتفاعل معه، و يختلف أسلوب وطريقة التفاعل طبقا لطبيعة كلا من الهدف ونوعية الأشعة.

٤. تسجيل الطاقة (D):

بعد سقوط الأشعة على الهدف ، فإنها تتشتت أو تنعكس، حيث يتم التقاط هذه الأشعة (جمعها) بواسطة جهاز الاستشعار ، وقد يكون الهدف نفسه هو مصدر انبعاث هذه الأشعة التي تصل إلى جهاز الاستشعار الذي يقوم بتجميع و تسجيل هذا الإشعاع الكهرومغناطيسي.

٥. الإرسال والاستقبال ومعالجة البيانات (E):

الطاقة التي يقوم المستشعر بتسجيلها (E) يتم إرسالها (غالباً بصورة إلكترونية) للمحطة الأرضية التي تقوم باستقبال و معالجة البيانات و تحويلها إلى صور مرئية.

٦. تحليل واستنتاج المعلومات (F):

بعد الحصول على الصورة الناتجة، يجب أن يتم تحليلها للحصول على المعلومات المطلوبة عن المنطقة التي تم تصويرها.

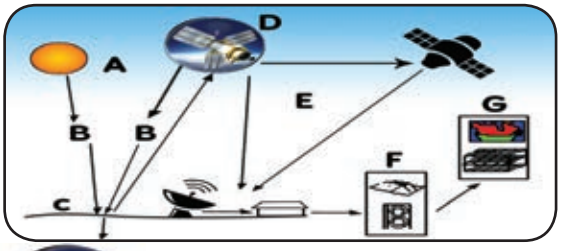
٧. التطبيقات (G):

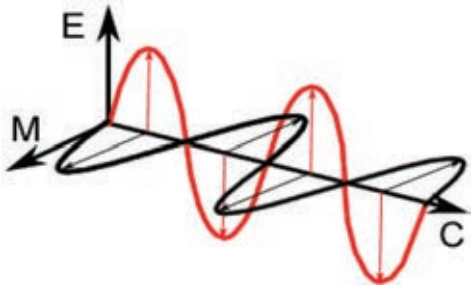
آخر مرحلة من عملية الاستشعار عن بعد، هي استخدام المعلومات التي تم الحصول عليها في فهم طبيعة المنطقة المستهدفة، أو اكتشاف بعض المعلومات الجديدة عنها، أو المساهمة في حل مشكلة معينة.

تلك هي العناصر السبعة لعملية الاستشعار عن بعد، من أول خطوة و حتى المرحلة الأخيرة.
و سوف نقوم في هذا الكتاب بتغطية هذه العناصر بشكل مفصل و بالترتيب.

١-٢ الإشعاع الكهرومغناطيسي:

مصدر الطاقة يمثل أول عنصر من عناصر الاستشعار عن بعد، حيث يقوم بإرسال الإشعاع للهدف (إلا إذا كانت الطاقة التي يتم استشعارها منبعثة من الهدف نفسه). وتكون هذه الطاقة على هيئة إشعاع كهرومغناطيسي.

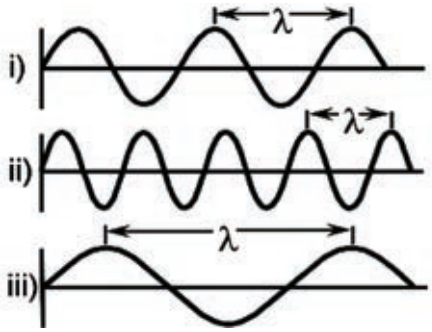




الإشعاع الكهرومغناطيسي بشكل عام لـه خصائص معروفة طبقا للنظرية الموجية، حيث إنه يتكون من مجالين، مجال كهربي (E)، و هو يختلف في مقداره و لكن اتجاهه عمودي على اتجاه حركة الأشعة نفسها، ومجال مغناطيسي (M) .

يكون اتجاهه عمودياً على اتجاه المجال الكهربي ، و سرعة كلا المجالين تساوي سرعة الضوء .

من أهم الخصائص التي يجب العلم بها لفهم عملية الاستشعار عن بعد، هما خاصيتا الطول الموجي و التردد:



الطول الموجي: هو طول دورة موجية واحدة، و يمثل المسافة بين قمتين موجيتين متتاليتين ، ويرمز لـه بالرمز (λ) ، ويقاس الطول الموجي بالمتر أو مشتقاته كالنانومتر (nm) ، ميكرومتر (μm)، ملليمتر (mm) ، سنتيمتر (cm) .

التردد: عدد الدورات الموجية التي تمر بنقطة محددة خلال وحدة زمنية واحدة، ويقاس التردد بالهرتز (Hz) ومضاعفاته ، ويكافئ الهرتز دورة موجية واحدة في الثانية .

هناك علاقة تربط بين الطول الموجي و التردد ..... $C = \upsilon * \lambda$

حيث إن (C) هي سرعة الضوء و تساوى (3×10^8 م/ث)

υ تمثل التردد (دورة / ث).

λ تمثل الطول الموجي (متر).

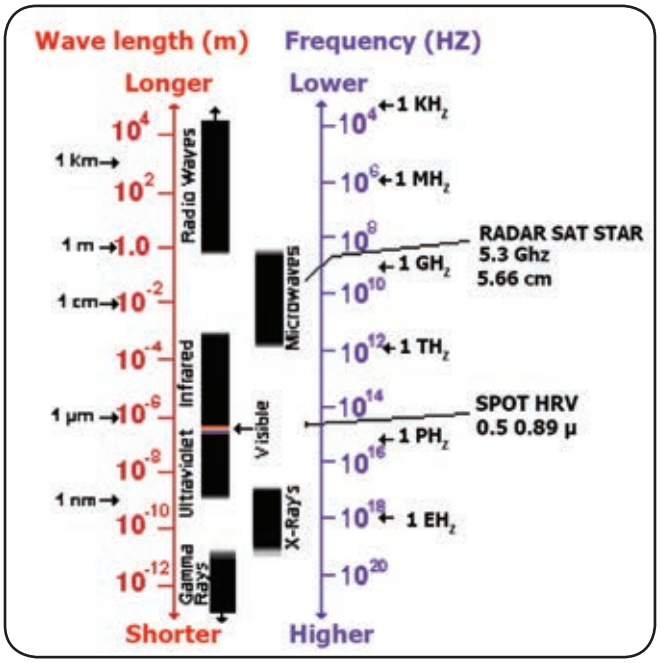
من هذه المعادلة يتضح أن العلاقة بين الطول الموجي و التردد هي علاقة عكسية، فكلمًا زاد الطول الموجي قل التردد، و العكس صحيح .

يجب فهم خواص الأشعة «الكهرومغناطيسية» عن طريق خاصيتي الطول الموجي و التردد، و ذلك لفهم المعلومات المستخرجة من بيانات الاستشعار عن بعد .

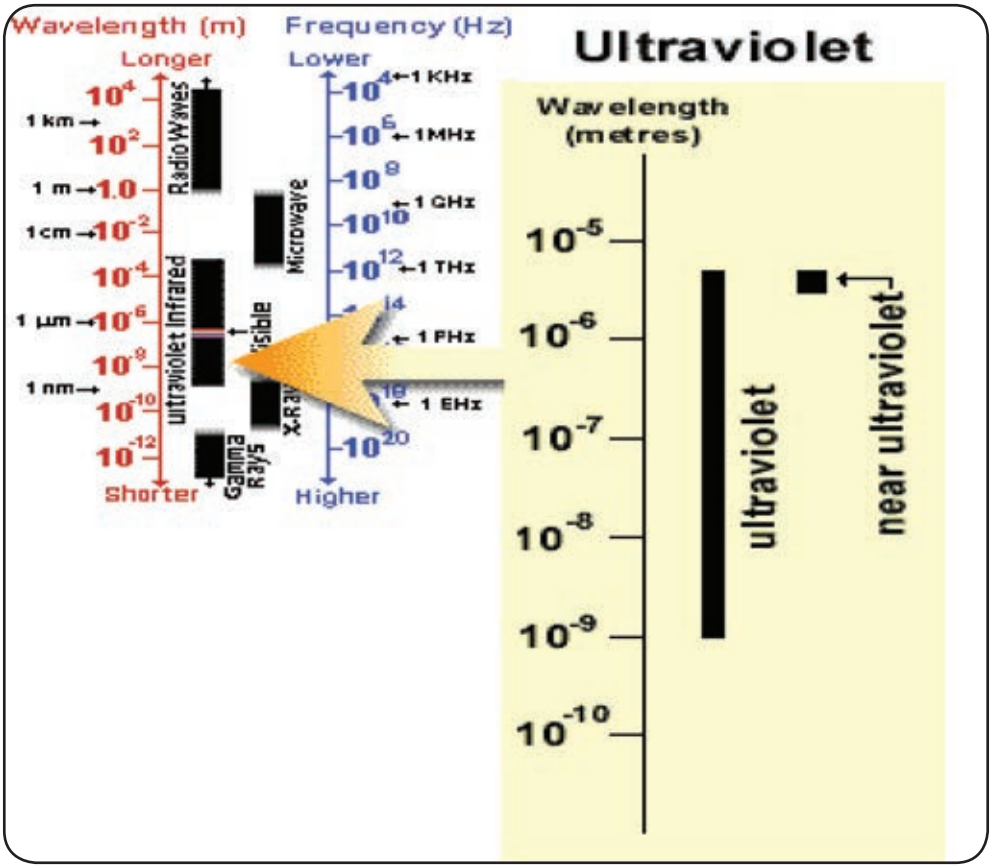
فيما يلي سوف نقوم بتصنيف الموجات الكهرومغناطيسية بناءً على تلك الخواص :

١-٣ الطيف الكهرومغناطيسي :

يتراوح الطيف الكهرومغناطيسي من الأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة (مثل أشعة جاما و الأشعة السينية) إلى الأشعة ذات الأطوال الموجية الأكبر (مثل أشعة الميكروويف ، وموجات البث الإذاعي). هناك أكثر من نطاق في الطيف الكهرومغناطيسي مستخدم في مجال الاستشعار عن بعد .



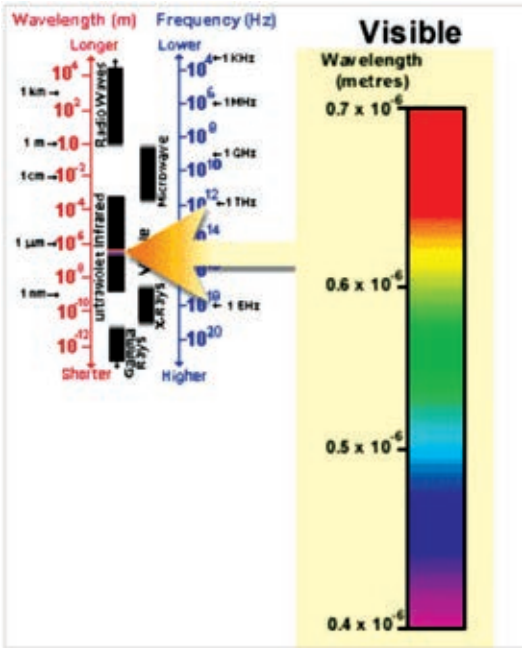
الأشعة فوق البنفسجية (UV) لها أقصر طول موجي فى الطيف الكهرومغناطيسى ، و هي ذات قيمة عملية في معظم أغراض الاستشعار عن بعد ، و تقع في النطاق التالي لنطاق اللون البنفسجي من الضوء المرئي مباشرة، وهناك بعض المواد الموجودة على سطح الأرض، مثل الصخور و المعادن ، تبث (تشع) ضوء مرئيا إذا ما تمت إضاءتها بالأشعة فوق البنفسجية .



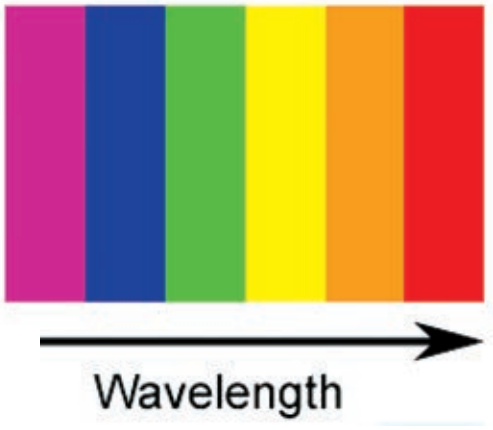
الضوء المرئي : هو الجزء الذي تستطيع أن تميزه أعيننا من الطيف الكهرومغناطيسي، ويمثل الضوء المرئي جزءا صغيراً جدا بالنسبة للطيف الكهرومغناطيسي بشكل عام .

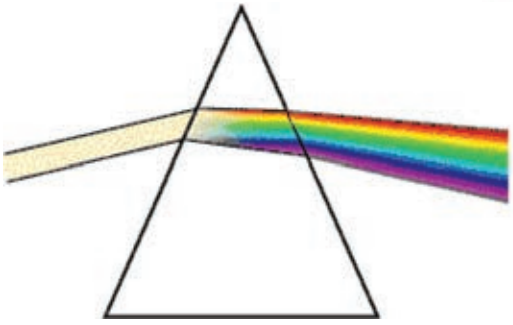
حيث يوجد حولنا الكثير من الإشعاعات غير المرئية يمكن استشعارها بواسطة أجهزة استشعار عن بعد ...

وتتراوح قيم الأطوال الموجية التي تقع في نطاق الضوء المرئي ما بين (٠,٤ ـ ٠,٧) ميكرومتر تقريباً، ويعتبر اللون الأحمر هو أطول طول موجي في الحيز المرئي، واللون البنفسجي هو أقصرها، فالضوء المرئي هو الجزء الوحيد في الطيف الكهرومغناطيسي الذي يمكن أن نعبر عنه باستخدام الألوان .



البنفسجي: ٠,٤٠- ٠,٤٤٦ ميكرومتر
الأزرق: ٠,٤٤٦ – ٠,٥ ميكرومتر
الأخضر: ٠,٥ – ٠,٥٧٨ ميكرومتر
الأصفر: ٠,٥٧٨ – ٠,٥٩٢ميكرومتر
البرتقالي: ٠,٥٩٢ – ٠,٦٢٠ ميكرومتر
الأحمر: ٠,٦٢٠ – ٠,٧ ميكرومتر

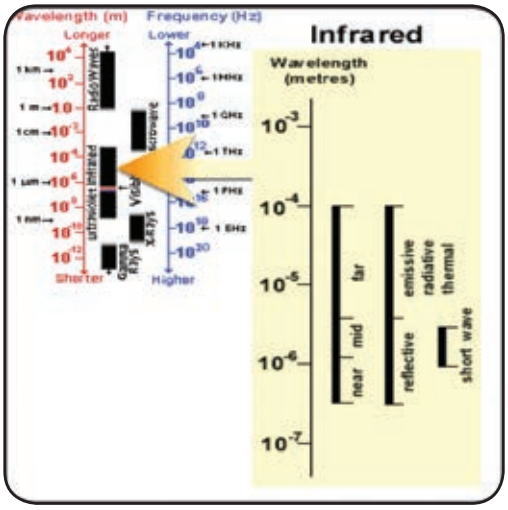




البنفسجي: ٠,٤٠ـ ٠,٤٤٦ ميكرومتر
الأزرق: ٠,٤٤٦ – ٠,٥ ميكرومتر
الأخضر: ٠,٥ – ٠,٥٧٨ ميكرومتر
الأصفر: ٠,٥٧٨ – ٠,٥٩٢ ميكرومتر
البرتقالي: ٠,٥٩٢ – ٠,٦٢٠ ميكرومتر
الأحمر: ٠,٦٢٠ – ٠,٧ ميكرومتر

الألـوان الأوليـة للطيف المرئي : وتتمثـل في «الأزرق و الأخضر و الأحمـر»، حيث إنه لا يمكن تكويـن أي لون منها من اللونين الآخرين، و لكن جميع الألوان الأخرى يمكن تكوينها من دمج الألوان الرئيسية الثلاثة بنسب مختلفة.

ورغم أننا نرى ضوء الشـمس كلون واحد متناسق، إلا أنه فى الحقيقة يتكون من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة، تتمثل في الأشعة فوق البنفسجية، و الضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء... الجزء المرئي من تلك الأشـعة يمكن رؤية مكوناته من الألوان إذا ما تم تمرير ضوء الشـمس خلال منشـور زجاجي، حيث يقوم بكسر أشعة الضـوء ممـا يـؤدي إلى خـروج الألـوان من الجهة الأخرى للمنشـور، كل منها بزاوية انحـراف مختلفـة حسـب طولهـا الموجـى، وبالتالي نستطيع رؤيتها متفرقة.



المنطقـــة التاليـــة مـن الطيـف الكهرومغناطيسـي الـتي لها أهميـة، هـي «منطقـة الأشـعة تحـت الحمـراء»، والتي تغطـي منطقة كبيرة مـن الأطوال الموجية، تمتد من ٠,٧ ميكرومتر إلـى ١٠٠ ميكرومـتر ، والـتي تعتبر أكثـر من مئة ضعف مساحة النطاق المرئي .

ويمكـن تقسـيم نطـاق الأشـعة تحـت الحمـراء إلى فئتـين طبقـاً لخواصها الإشـعاعية، همـا الأشـعة تحـت الحمـراء المنعكسـة، والأشـعة تحـت الحمـراء الحرارية (أو المنبعثة) .

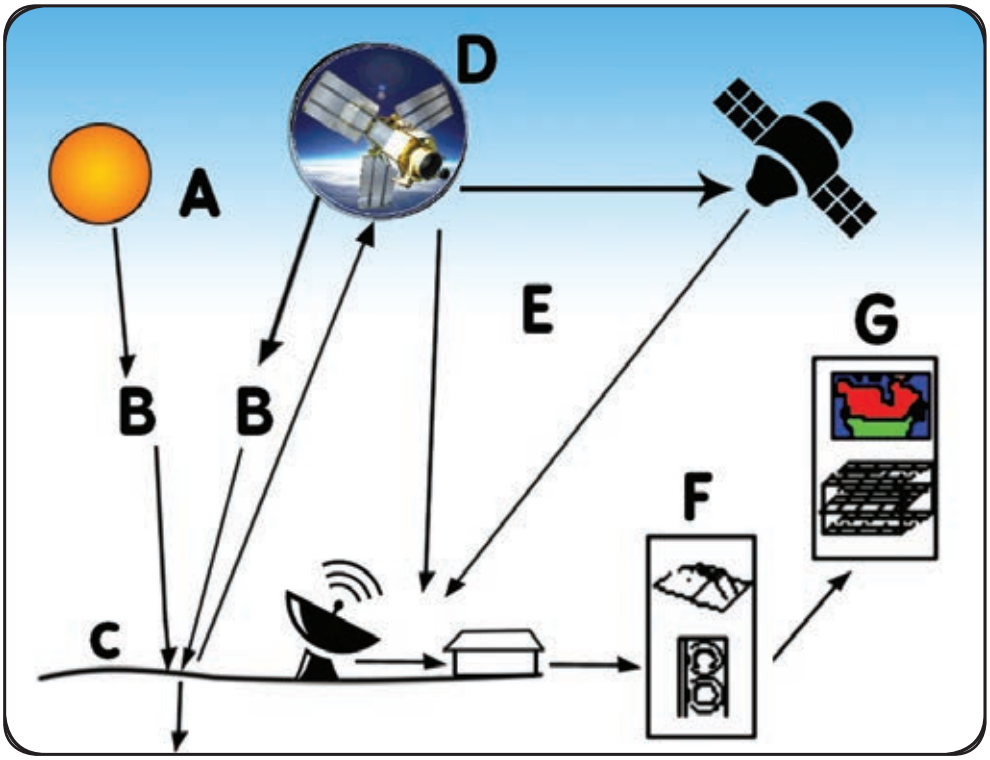
تسـتخدم الأشـعة تحت الحمراء المنعكسـة في أغراض الاستشـعار عن بعد بأسـاليب تماثل اسـتخدام الجـزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسـي، و تغطي الأطوال الموجيـة (من ٠,٧ – إلى ٣) ميكرومتر.

الأشـعة تحت الحمراء الحرارية تختلف عن الأشـعة المرئية، والأشعة تحت الحمراء المنعكسة، فهـى تمثـل الطاقـة المنبعثة من سـطح الأرض على هيئة حـرارة، و تغطي منطقة الأطـوال الموجية من ٣ ميكرومتر إلى ١٠٠ ميكرومتر.

يوجد حيز آخر من الطيف بدأ مؤخراً يلقى الاهتمام في مجال الاستشعار عن بُعد هو «حيز أشعة الميكروويف»، و الذي يمتد من ١ ملليمتر إلى ١ متر. و يمثل أكبر أطوال موجية مستخدمة في الاستشعار عن بعد. و الأطوال الموجية القصيرة في هذا الحيز لها خواص قريبة من خواص الأشعة تحت الحمراء الحرارية، بينما الأطوال الموجية الأطول لها خواص قريبة من موجات إذاعة الراديو .

١ – ٤ التفاعلات مع الغلاف الجوي:

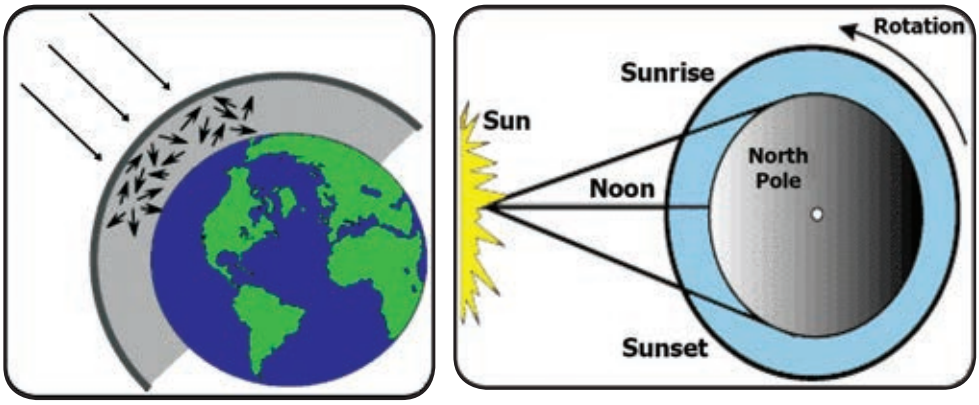
قبل أن تصل الأشعة المستخدمة في الاستشعار عن بعد إلى سطح الأرض ، فإنها تمر عبر الغلاف الجوي، الجسيمات و الغازات الموجودة بالغلاف الجوي يمكنها أن تؤثر على الضوء و الإشعاع القادمين من الخارج، هذه التأثيرات تحدث نتيجة خواص التشتت (Scattering) والامتصاص (absorption) .



التشتت (Scattering) يحدث عندما تصطدم الجسيمات و جزيئات الغاز الكبيرة الموجودة في الغلاف الجوي بالأشعة الكهرومغناطيسية، و تتسبب في انحرافها عن مسارها الأصلي .

يتوقف مقدار «التشتت» على عدة عوامل منها «الطول الموجي» للإشعاع، و كمية الجسيمات و الغازات الموجودة بالغلاف الجوي، و المسافة التي تقطعها الأشعة خلال الغلاف الجوي .

يوجد ثلاثة أنواع من التشتت تحدث، سوف نتكلم عن كل منها:



تشتت رايليه (Rayleigh Scattering): سمي باسم العالم البريطاني «جون ويليم رايليه» .

يحدث هذا النوع من التشتت عندما تكون الجسيمات الموجودة بالغلاف الجوي صغيرة جداً بالمقارنة مع الطول الموجي للإشعاع ، و هذه الجسيمات قد تكون ذرات من الغبار أو جزيئات أوكسجين و نيتروجين .

يؤثر تشتت رايليه على الأطوال الموجية القصيرة هذه أكثر من الطويلة ، و يعتبر هو أكثر أنواع التشتت تأثيرا في طبقات الغلاف الجوي العليا، بسبب هذه الظاهرة فإن «السماء» تظهر زرقاء أثناء النهار ، فعندما تمر أشعة الشمس خلال الغلاف الجوي، تتشتت الأطوال الموجية القصيرة للضوء المرئي (الطول الموجي للون الأزرق) أكثر من باقي الأطوال الموجية للضوء المرئي .

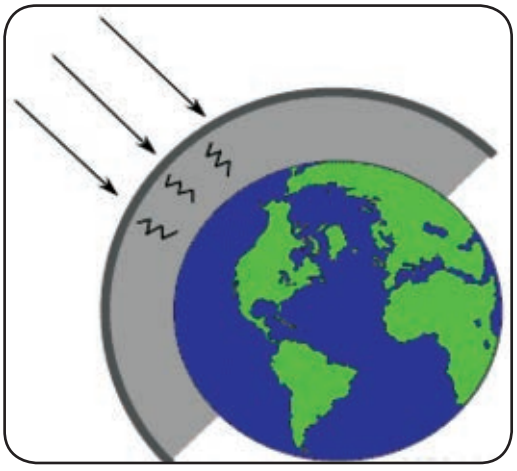
عند شروق الشمس و غروبها، فإن الضوء يقطع مسافة أكبر من تلك التي يقطعها في منتصف النهار، و بالتالي يكون التشتت للأطوال الموجية القصيرة تم بالكامل، و بالتالي جزء أكبر من الأطوال الموجية الأكبر يخترق الغلاف الجوي، و بالتالي يتغير لون السماء إلى لون مائل «للحمرة».

تشتت ماى (Scattering) Mie: سمي بذلك نسبة للعالم "جوستاف مای» يحدث عندما يكون حجم الجسيمات يساوي تقريباً حجم الطول الموجي للإشعاع، تعتبر المسببات الأساسية له هي جزيئات الغبار و الملوثات و الدخان و بخار الماء، و يؤثر بشكل أكبر في أطوال موجية أطول من تلك التي يؤثر فيها تشتت رايليه، و يحدث بشكل أكبر في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي، حيث تتواجد الجسيمات الكبيرة بكثرة، و يتضح تأثيره أكثر كلما كانت السماء ملبدة بالغيوم.

التشتت الغير انتقائي (Nonselective Scattering): و يحدث عندما تكون الجسيمات بالغلاف الجوي أكبر من الطول الموجي للإشعاع، و تتسبب في هذا النوع من الإشعاع قطرات الماء وجسيمات الغبار الكبيرة.

جاءت تسميته من كونه يؤثر على جميع الأطوال الموجية بشكل متساو تقريباً، هذا النوع من التشتت هو المسئول عن ظهور «الضباب و الغيوم» باللون الأبيض، و ذلك لأن الألوان الأزرق و الأخضر و الأحمر يحدث لها تشتت بشكل متساو، مما يؤدي لظهور اللون الأبيض (أزرق + أخضر + أحمر = أبيض).

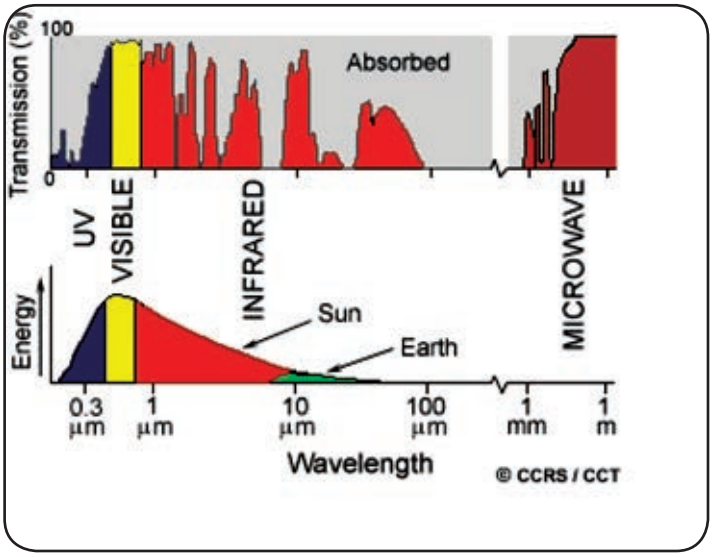
الإمتصاص "Absorption": هو الخاصية الرئيسية الثانية التي تؤثر على الموجات الكهرومغناطيسية في الغلاف الجوي.



وعلى عكس التشتت، فإن هذه الظاهرة تجعل الجزيئات في الغلاف الجوي تمتص الطاقة بمختلف أطوالها الموجية... ويعتبر «غاز الأوزون و ثاني أوكسيد الكربون و بخار الماء» هي أهم وأكثر مكونات الغلاف الجوي التي تمتص الإشعاعات.

«الأوزون» يقوم بامتصاص الجزء الضار من الأشعة فوق البنفسجية (الذي يؤثر على الكائنات الحية) القادمة من الشمس، فبدون هذه الطبقة الواقية في الغلاف الجوي سوف تحترق بشرتنا بمجرد تعرضها لأشعة الشمس.

«غاز ثاني أوكسيد الكربون» عادة ما يشار إليه بغاز الصوبات الزجاجية، وذلك لأنه يمتص الإشعاع خاصة في الجزء البعيد من نطاق الأشعة تحت الحمراء (الأشعة تحت الحمراء الحرارية)، مما يؤدي إلى احتباس تلك الحرارة داخل الغلاف الجوي و عدم تسربها للفضاء الخارجي .



«بخار الماء» الموجود بالغلاف الجوي يمتص معظم الأشعة تحت الحمراء ذات الأطوال الموجية الكبيرة، و كذلك أشعة الميكروويف ذات الأطوال الموجية القصيرة. ويختلف وجود بخار الماء في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي كثيراً من مكان لمكان وأيضاً باختلاف الوقت من السنة، فعلى سبيل المثال ، كتلة الهواء فوق «الصحراء» بها كمية بسيطة من بخار الماء الذي يمتص الطاقة ، بينما في المناطق «الاستوائية» يتركز بخار الماء بشكل كبير (مناطق عالية الرطوبة) .

لأن تلك الغازات تمتص الطاقة الكهرومغناطيسية لمناطق معينة من الطيف، بالتالي فإننا لا نستطيع استخدام كل مناطق الطيف في عملية الاستشعار عن بعد.

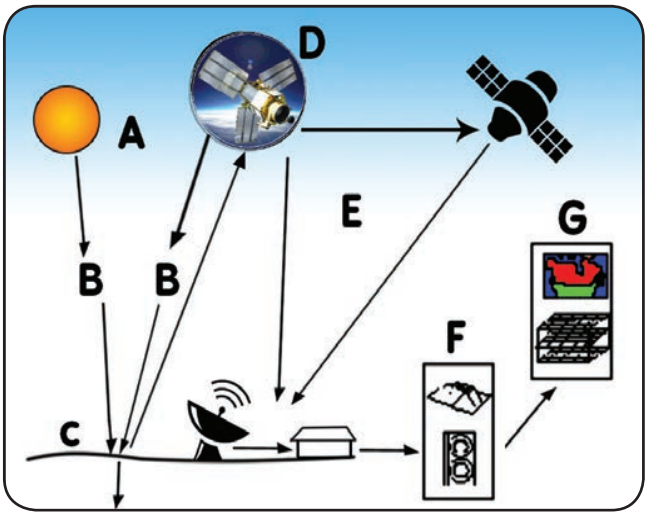
المناطق التي لا تؤثر فيها ظاهرة الامتصاص بشكل كبير ، هي التي تستخدم في الاستشعار عن بعد، و تسمى " نوافذ الغلاف الجوي"، و بمقارنة الخصائص الطبيعية لأهم مصدري طاقة، و هما الشمس و الأرض، بنوافذ الغلاف الجوي المتاحة لنا، نستطيع تحديد الأطوال الموجية الملائمة أكثر لعملية الاستشعار عن بعد .

فالجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي ، ملائم لطبيعة الغلاف الجوي، و أقصى مستويات طاقة الشمس، و الحرارة المنبعثة من الأرض ملائمة للطول الموجي الذي يساوي تقريباً ١٠ ميكرومتر في مجال طيف الأشعة تحت الحمراء الحرارية .

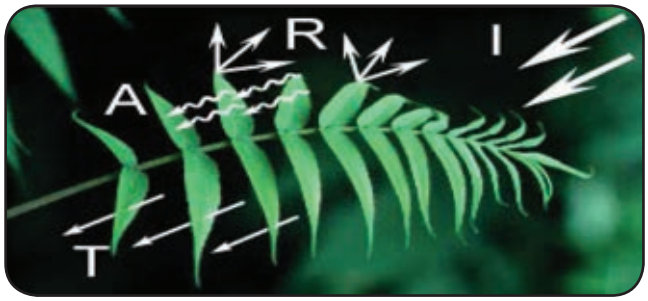
وبذلك نكون وصلنا لنهاية رحلة الطاقة الكهرومغناطيسية من مصدرها إلى سطح الأرض، سوف نتعرض فيما يلي لما يحدث لتلك الأشعة عندما تصل إلى سطح الأرض:

١ـ٥ تفاعل الإشعاع مع الهدف:

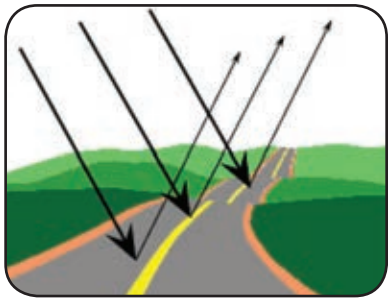
الإشعاع الذي لم يمتص أو يتشتت يستطيع الوصول لسطح الأرض، توجد ثلاث صور من التفاعلات تحدث بين الإشعاع الساقط (I) و الهدف، و هي: الامتصاص (A) ، الانتقال (T)، و الانعكاس (R)، كل الأشعة الساقطة تتفاعل مع السطح الذي سقطت عليه بواحدة أو أكثر من تلك الصور، نسبة حدوث كل واحدة منها تعتمد على الطول الموجي للأشعة الساقطة و نوع المادة التي سقط عليها الإشعاع و الظروف المحيطة .

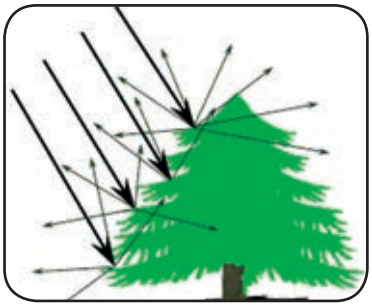


الامتصاص (A) يحدث عندما يمتص الهدف الأشعة (الطاقة) الساقطة عليه، ويحدث الانتقال (T) عندما يمر الإشعاع الساقط خلال الهدف، ويحدث الانعكاس (R) عندما يرتد الإشعاع الساقط عن الهدف و يغير اتجاهه، في مجال الاستشعار عن بعد، نهتم أكثر بقياس الأشعة المنعكسة عن الهدف .



يوجد نوعان من الانعكاس هنا، الانعكاس المنتظم (انعكاس شبيه بالمرآة)، و الانعكاس العشوائي.

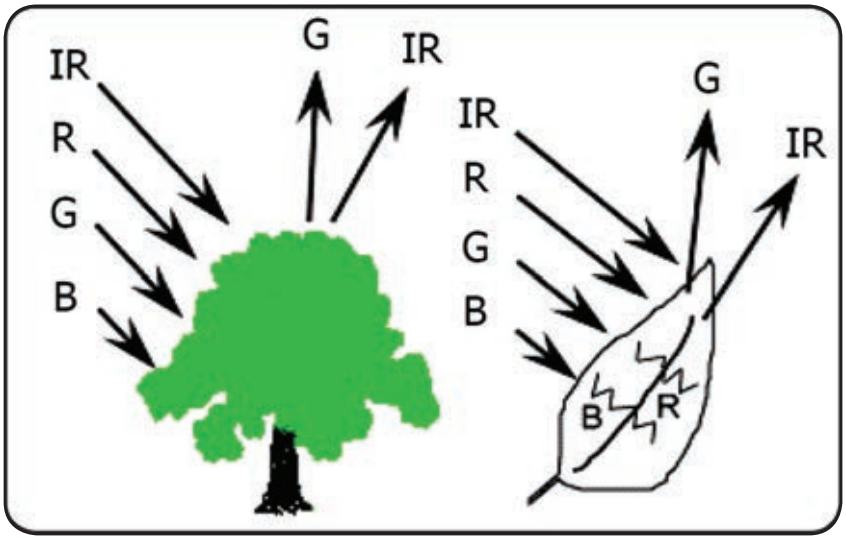




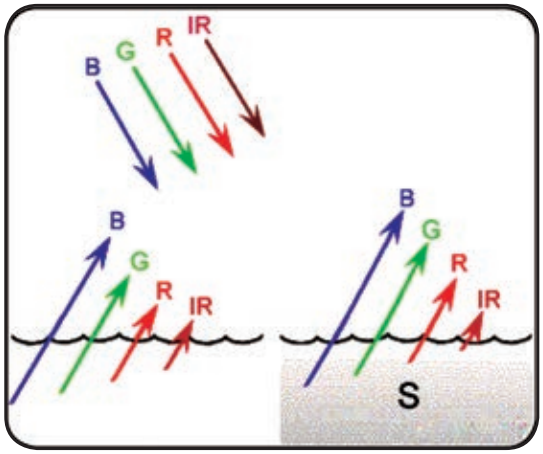
عندما يكون السطح ناعماً (منتظماً) ، نحصل على انعكاس منتظم، و الذي تكون فيه معظم الطاقة المنعكسة عن السطح موجهة إلى اتجاه واحد فقط .

عندما يكون السطح خشناً (غير منتظم)، تتجه الأشعة المنعكسة تقريباً في كل الاتجاهات بشكل متساو، معظم ظواهر سطح الأرض تتراوح بين السطح المنتظم تماماً وغير منتظم تماماً، و ذلك يعتمد على وعورة السطح و الطول الموجي للإشعاع القادم. فإذا كانت الأطوال الموجية للإشعاع أصغر من تفاصيل السطح أو الأجزاء المكونة له، فإن الانعكاس غير المنتظم سيكون هو الأكثر ظهوراً، مثال على ذلك ، الرمال ذات الحبيبات الناعمة سوف تظهر كسطح ناعم متساوي بالنسبة للأطوال الموجية الطويلة لأشعة الميكروويف ، و لكنها ستظهر بشكل أقل انتظاماً و نعومة بالنسبة للأطوال الموجية للضوء المرئي .

فيما يلي سنعرض مثالين للأهداف الموجودة على سطح الأرض ، و كيف تتفاعل معها الطاقة الخاصة بالأطوال الموجية للضوء المرئي و الأشعة تحت الحمراء:



أوراق الشجر: تمتص مادة «الكلوروفيل الكيميائية» الموجودة بأوراق الشجر إشعاع اللونين الأحمر و الأزرق بقوة و لكنها تعكس الأطوال الموجية للون الأخضر، و بالتالي تظهر أوراق الشجر شديدة الخضرة في فصل الصيف حيث تكون مادة الكلوروفيل آنذاك في أقصى قيمة لها، أما في فصل الخريف، فتقل مادة الكلوروفيل بالأوراق، و بالتالي يقل امتصاص اللون الأحمر و تزيد كمية اللون المنعكسة، فتظهر الأوراق حمراء أو صفراء (الأصفر هو خليط من اللونين الأحمر و الأخضر) . كما أن التكوين الداخلي لورقة الشجر السليمة، يعمل كسطح عاكس غير منتظم تماماً ، و ذلك للأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء القريبة، فلو كانت أعيننا تستطيع الإحساس بها ، كانت ستبدو الأشجار ساطعة جداً بالنسبة لنا عند تلك الأطوال الموجية، و بالتالي يستخدم العلماء تلك الأشعة لمعرفة إذا كانت الأشجار سليمة أم لا.



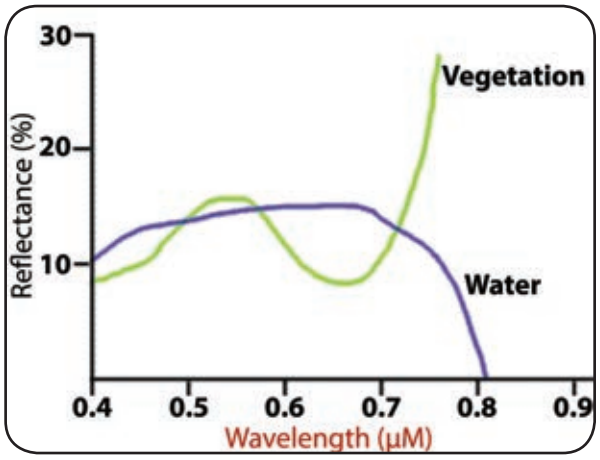
المياه: تمتص المياه الأطوال الموجية الكبيرة في حيزي الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة بدرجة أكثر من امتصاصها للأطوال الموجية القصيرة في حيز الضوء المرئي .

لذلك تظهر المسطحات المائية «بلون أزرق أو لون أزرق مائل للخضرة»، نتيجة الانعكاس القوي لتلك الأطوال الموجية القصيرة، و تظهر بلون «داكن» إذا استخدمنا اللون الأحمر أو الأشعة تحت الحمراء لرؤيتها، أما إذا كانت هناك بعض الرواسب العالقة في الطبقات العليا للماء، فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الانعكاس و ظهور الماء بشكل أكثر سطوعاً.

وجود الرواسب العالقة (S) يمكن أن يؤدي إلى تشابه و اختلاط بينها و بين المسطحات المائية الضحلة و لكنها نقية، و ذلك نظراً للتشابه الكبير بين تلك الظاهرتين، كما أن وجود مادة الكلوروفيل في الطحالب البحرية يؤدى إلى امتصاص الأطوال الموجية للون الأزرق ، و يعكس اللون الأخضر ، مما يجعل المياه تظهر باللون الأخضر عند وجود الطحالب، بالتالي فإن أي تغيير في سطح المياه يؤثر على اللون المنعكس عنها .

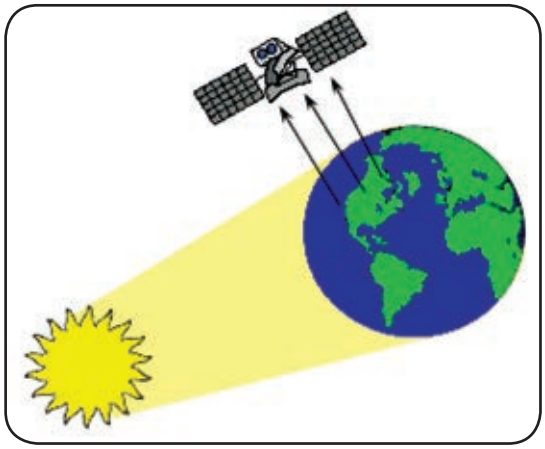
مما سبق نستنتج أن الاستجابة للإشعاعات تختلف حسب تكوين الهدف المراد تصويره ، والأطوال الموجية المستخدمة .

يمكن تحديد الاستجابة الطيفية لمعظم الأهداف على سطح الأرض عن طريق قياس الطاقة المنعكسة أو المنبعثة منها عند استخدام أطوال موجية مختلفة . ويمكن التمييز بين الأهداف المختلفة عن طريق مقارنة أنماط الاستجابة الخاصة بها، و لكن قد لا نستطيع التمييز بينها إذا استخدمنا طولاً موجياً واحداً. فعلى سبيل المثال، المسطحات المائية و المزروعات قد تتشابه عند استخدام الضوء المرئي، و لكن دائماً يمكن التمييز بينهما عند استخدام الأشعة تحت الحمراء .

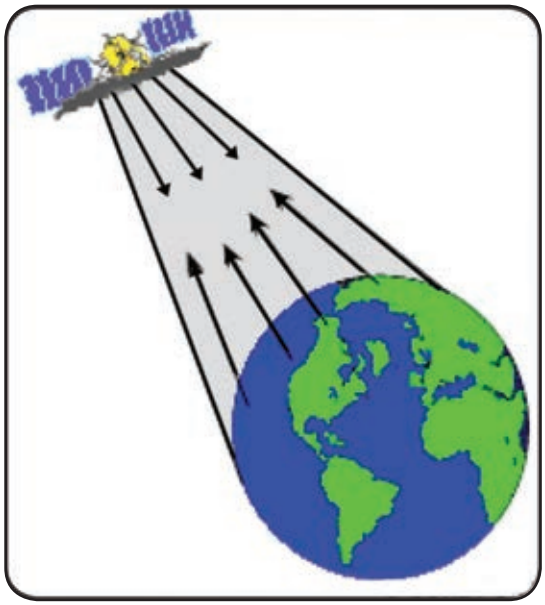


ولكن ذلك لا يعني أن الاستجابة الطيفية ثابتة دائماً لنفس الهدف ، فهي تختلف باختلاف الوقت (كدرجة خضرة أوراق الأشجار) و المكان، و لذلك فإن فهم العوامل المؤثرة على الاستجابة الطيفية ، و كذلك معرفة أي جزء من الطيف يجب استخدامه، ضروريتان للفهم الصحيح لتفاعلات الأشعة الكهرومغناطيسية مع الأسطح .

١ – ٦ الاستشعار السلبي و الإيجابي:



ذكرنا أكثر من مرة خلال هذا الفصل أن «الشمس» هي مصدر الطاقة و الإشعاع، حيث تمدنا الشمس بمصدر طاقة ملائم جداً لعملية الاستشعار عن بعد، فطاقة الشمس إما أن تنعكس كما يحدث مع الأطوال الموجية للضوء المرئي ، أو تمتص و يعاد انبعاثها من جديد، كما يحدث مع الأشعة تحت الحمراء الحرارية .



أنظمة الاستشعار عن بعد التي تقيس الطاقة الموجودة طبيعياً تسمي "مستشعرات سلبية"، ويمكنها فقط قياس الطاقة الموجودة بالفعل ، و بالتالي لا يمكن استخدامها إلا في الوقت الذي تضئ فيه الشمس الأرض، لأنه لا توجد طاقة منعكسة عن سطح الأرض أثناء الليل، أما الطاقة المنبعثة بشكل طبيعي من الأرض (مثل الأشعة تحت الحمراء الحرارية) ، فيمكن استشعارها نهاراً أو ليلاً، طالما كانت كمية الطاقة المنبعثة كبيرة بما يكفي لاستشعارها وتسجيلها .

على الجانب الآخر يوجد نوع ثان من المستشعرات و هو «المستشعرات الإيجابية»، و التي تمتلك مصدر الطاقة الخاص بها . يقوم المستشعر بإرسال الطاقة باتجاه الهدف المراد استكشافه، ثم يقوم باستشعار و قياس الطاقة المنعكسة عن الهدف، من مميزات استخدام هذا النوع من المستشعرات،

القدرة على استخدامه في أي وقت بغض النظر عمَّا إذا كان الوقت نهاراً أو فصلاً معيناً من فصول السنة، و كذلك استشعار بعض الأطوال الموجية التي لا توفرها الشمس بكفاءة كبيرة مثل «أشعة الميكروويف»، و كذلك التحكم بشكل أكبر في الطريقة التي يضاء بها الهدف، ولكن المستشعرات الإيجابية تحتاج أن تولد كمية كبيرة من الطاقة الملائمة لإضاءة الأهداف المراد تصويرها .

١ـ٧ خصائص الصور :

قبل أن ننتقل للفصل التالي ، و الذي يتعرض بالتفصيل للمستشعرات و خصائصها ، يجب أن نفهم بعض المصطلحات و المفاهيم الأساسية المرتبطة بصور الاستشعار عن بعد .

الطاقة الكهرومغناطيسية يمكن استشعارها عن طريق التصوير الفوتوغرافي أو استشعارها إلكترونياً .

عملية التصوير الفوتوغرافي تستخدم تفاعلات كيميائية على سطح فيلم حساس للضوء لتسجيل التغيرات في الطاقة .

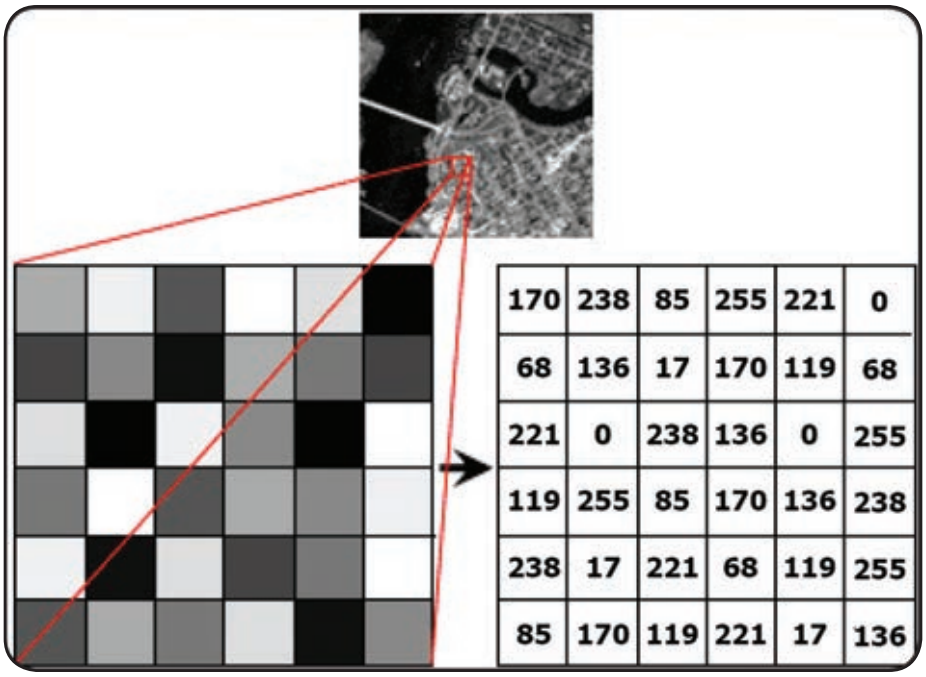
يجب التمييز بين مصطلح «صورة» (Image) و مصطلح "صورة فوتوغرافية" (Photograph) في مجال الاستشعار عن بعد .

الصور (Images): تدل على أي تمثيل صوري ، بغض النظر عن الأطوال الموجية أو أجهزة الاستشعار عن بعد المستخدمة لاستشعار و تسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية .

الصور الفوتوغرافية (Photographs): تستخدم بشكل خاص للدلالة على الصور التي تسجل على فيلم فوتوغرافي.

الصورة الموجودة بالأعلى هي صورة باللونين «الأبيض و الأسود» لمدينة «أوتاوا بكندا» ، تم التقاطها في المجال المرئي للطيف، في حزمة الأطوال الموجية من ٠,٣ ميكرومتر إلى ٠,٩ ميكرومتر .

بناءً على التعريفات السابقة ، يمكننا القول : بأن كل الصور الفوتوغرافية هي صور، ولكن ليست كل الصور هي صور فوتوغرافية. و لذلك سوف نستخدم مصطلح صورة (Image) دائماً ما لم يذكر غير ذلك .



يمكن كذلك تمثيل الصور الفوتوغرافية رقمياً عن طريق تقسيم الصورة إلى أجزاء صغيرة متساوية في المساحة، تسمى عناصر الصورة أو «البكسل» (Pixels)، و تمثل شدة اللون وسطوعه لكل جزء من أجزاء الصورة ، و تعبر عنها بقيمة عددية. و هو ما يمثله الشكل بالأعلى.

باستخدام التعريفات السابقة ، فإن تلك الصورة هي صورة رقمية للصورة الفوتوغرافية الأصلية، فيتم عمل مسح ضوئي للصورة، ثم تقسم إلى أجزاء صغيرة (Pixels)، و يكون لكل «بكسل» قيمة عددية تمثل شدة اللون، ويقوم «الكمبيوتر» بتمثيل كل رقم كدرجة لونية محددة.

المستشعرات التي تقوم بتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية، تسجل الطاقة على شكل مصفوفة من الأرقام .

وبذلك فإنه توجد طريقتان لتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية، إمًا عن طريق تمثيلها على هيئة صورة، أو تمثيلها رقمياً، و يتم استخدام الطريقتين بالتبادل مع بعضهما .

في الجزء السابق ، تكلمنا عن الجزء المرئي من الطيف، و الألوان . و تستطيع أعيننا تمييز الألوان، لأن بإمكانها تمييز كافة الأطوال الموجية للضوء المرئي، و تقوم عقولنا بمعالجة تلك المعلومات لنتمكن من رؤية الألوان المختلفة.

هل يمكننا تخيل شكل العالم لو كانت أعيننا تميز قدراً صغيراً من الأطوال الموجية فقط؟ ذلك هو حال الكثير من المستشعرات، فإن المعلومات التي يتم الحصول عليها باستخدام نطاق صغير من الأطوال الموجية، يتم تخزينها في قناة أو نطاق (Channels or Bands) . و نقوم بدمج عدة قنوات معاً ، ممثلين في الألوان الثلاثة الأساسية (الأزرق ، الأخضر ، الأحمر)، و كل قناة تمثل أحد الألوان الأساسية، و القيمة الرقمية لكل «بكسل» تمثل شدة اللون و سطوعه، وبالتالي نحصل على صورة ملونة .

عندما نستخدم الطريقة السابقة ، لتمثيل قناة واحدة ، فإننا نكون في الحقيقة نمثل هذه القناة عبر الألوان الأساسية الثلاثة، و لأن شدة اللون لكل بكسل ستكون واحدة في الألوان الثلاثة، فبالتالي نحصل على صورة من تدرجات اللون الرمادي من اللون الأسود و حتى الأبيض .