وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة تكريت
كلية التربية للعلوم الإنسانية
قسم الجغرافية

مكونات الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد

أ.د.صديق مصطفى الدوري

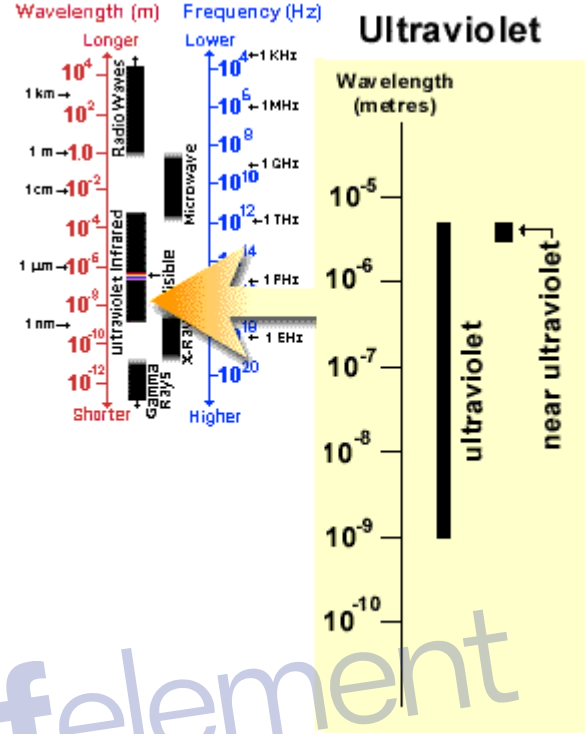
للعام الدراسي ٢٠٢٥ـ ٢٠٢٦

دراسة الماجستير
المحاضرة الثانية

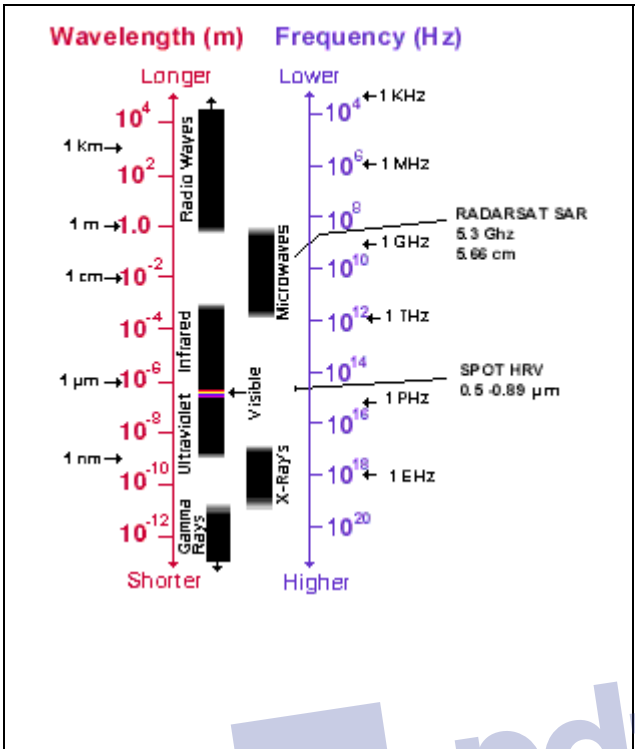
Remove Watermark Now

المجال تحت البنفسجي (Ultraviolet):

وهو من أقصر الموجات التي تهم الاستشعار عن بعد لأن الكثير من الأجسام الطبيعية تشع ضوءا مرئيا عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية الشكل (5).



الشكل 5 المجال فوق البنفسجي



الشكل 4 الطيف الكهرومغناطيسي

pdfelement

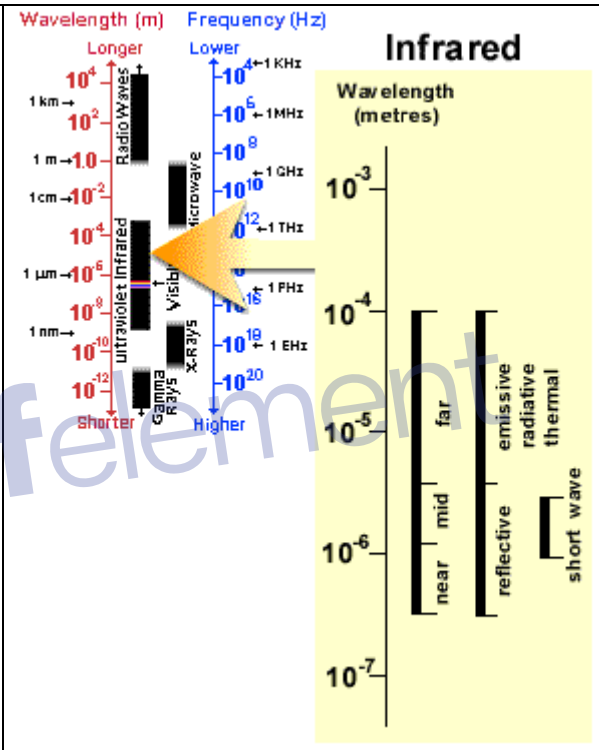
المجال المرئي:

إن الضوء الذي تراه أعيننا يدعى بالمجال المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي. ومن الهام معرفة مدى صغر المجال المرئي مقارنة بغيره من المجالات. يغطي المجال المرئي الأشعة التي يتراوح طولها من 400 نانومتر إلى 700 نانومتر، الشكل (6). أقصر الأطوال الموجية المرئية هو البنفسجي و أطولها هو الأحمر. ويمكن تقسيم المجال المرئي إلى الأقسام التالية:

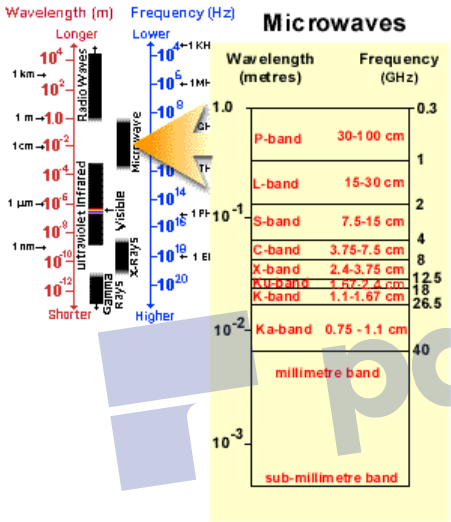
الأشعة تحت الحمراء الحرارية: وهي الأشعة التي تشعها الأجسام الطبيعية على شكل حرارة وبالتالي تختلف عن الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء المنعكسة وتغطي المجال من 3 إلى 100 ميكرومتر.

الأمواج الميكروية:

تتراوح الأمواج الميكروية من ا ميكرومتر إلى 1 متر الشكل (9).ويعتبر هذا المجال هاما للاستشعار عن بعد و سنتطرق لها بالتفصيل لاحقاً



الشكل 8 المجال تحت الأحمر



الشكل 9 الأمواج الميكروية

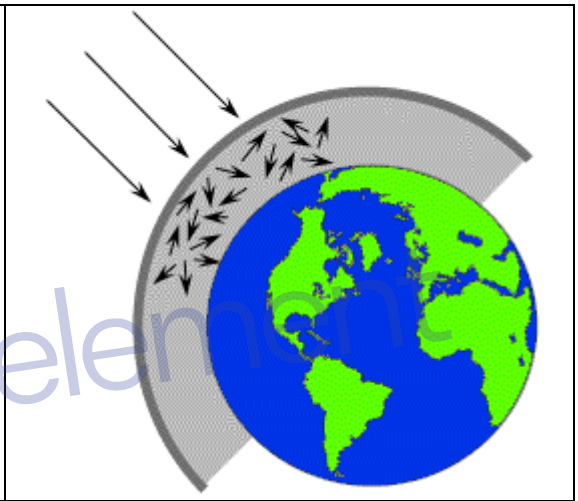
تفاعل الأشعة مع الغلاف الجوي:

قبل أن تصل الأشعة (أشعة الشمس أو أشعة أي مصدر آخر) إلى سطح الأرض لابد أن تمر في الغلاف الجوي، حيث يؤثر عليه غازات وجزيئات الغلاف الجوي.هذه التأثيرات يمكن أن تعزى لآليتي الانتثار والامتصاص.

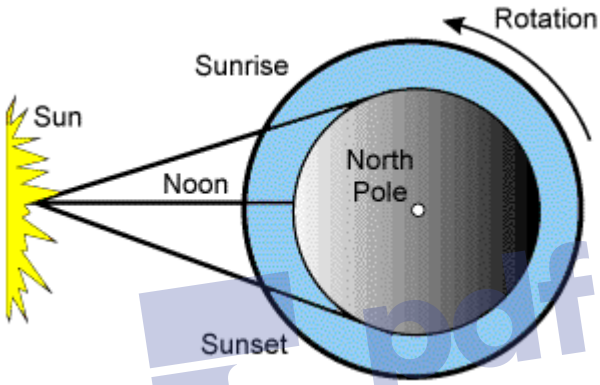
الانتشار:

يحدث الانتشار عندما تتواجد في الغلاف الجوي جزيئات صلبة أو جزيئات غازية ضخمة تؤدي إلى انحراف الأشعة عن مسارها الأصلي، الشكل(10). تتعلق كمية الأشعة المنتشرة تحت تأثير الغلاف الجوي بعدة عوامل منها:

- كمية (غزارة) الجزيئات أو الغازات في الغلاف الجوي.
- المسافة التي تقطعها الأشعة ضمن الغلاف الجوي.
- طول موجة الأشعة التي تخترق الغلاف الجوي.



الشكل 10 الانتشار



الشكل 11: الشروق والغروب

يمكن تميز ثلاثة أنواع من الانتشار تحت تأثير الغلاف الجوي هي:

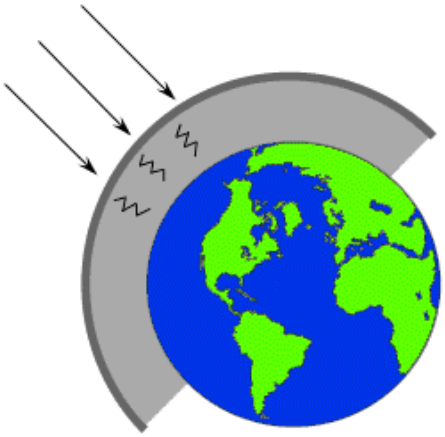
1- انتشار Rayleigh : وهو يحدث عندما تكون الجزيئات صغيرة الحجم مقارنة بطول موجة الأشعة مثل الغبار وجزيئات الأوكسجين و الآزوت، هذا النوع من الانتشار يعكس عادة الأشعة قصيرة الموجة أكثر من الطويلة.يحدث هذا النوع في طبقات الجو العليا، وهو المسؤول عن ظهور السماء باللون الأزرق(السماوي) لأن الأشعة القصيرة ضمن المجال المرئي (الأشعة الزرقاء) تنتشر اكثر من الأشعة الطويلة . في ساعات الشروق والغروب تقطع الأشعة مسافة أطول عبر الغلاف الجوي وهذا ما يؤدي إلى انتشار كامل للأشعة القصيرة تاركا المجال لوصول كمية كبيرة من الأشعة طويلة الموجة، الشكل (11).

2 – انتشار Mie: يحدث هذا النو ع عندما تكون أحجام الجزيئات مماثلة لطول موجة الأشعة نتيجة لوجود الغبار وغبار الطلع وبخار الماء وهو يكثر في الجزء السفلي من الغلاف الجوي حيث تكثر الجزيئات الخشنة ويزداد أكثر ما يمكن في الأجواء الغائمة.

3 – الانتشار العشوائي Nonselective: هذا الانتشار ينتج عن الجزئيات الأكبر من طول موجة الأشعة ، الشكل (12)، مثل قطرات الماء والغبار الغليظ، وهو يؤدي إلى انتشار كل الأشعة بشكل متساو وهذا ما

يعطي السماء اللون الأبيض عند وجود الضباب والغيوم لأن الأشعة الخضراء والزرقاء والحمراء تنتشر بشكل متساو، ومن المعروف أن اجتماع هذه الألوان الثلاثة بشكل متساو يشكل اللون الأبيض.

الشكل 12: الانتشار العشوائي



الشكل 13: امتصاص الأشعة

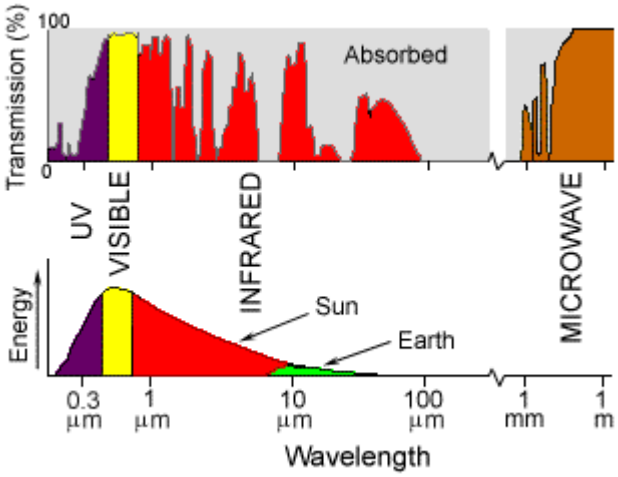
الامتصاص:

هو الآلية الثانية من آليات تأثير الغلاف الجوي على الأشعة المارة به، حيث تقوم مكونات الغلاف الجوي بامتصاص جزء من الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة، الشكل (13). يعتبر الأوزون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء من أكثر عوامل امتصاص الأشعة في الغلاف الجوي.

الأوزون: يقوم بامتصاص الأشعة الضارة (فوق البنفسجية)ولولا وجود الأوزون لانعدمت الحياة على سطح الأرض.

ثاني أوكسيد الكربون: يمتص هذا المركب الأشعة الطويلة ذات الطابع الحراري الناتج عن التسخين وبالتالي فإن أشعة الشمس تخترقه بسهولة بينما الأشعة طويلة الموجة المنعكسة عن سطح الأرض يمتصها مما يؤدي إلى ارتفاع حرارة الأرض وهذه الظاهرة تدعى ظاهرة الدفيئة.

تمتص الغازات الطاقة ليس على طول الطيف الكهرومغناطيسي بل في أجزاء محددة منه و هذا ما يدعونا إلى البحث عن تلك الأجزاء التي لا تتأثر بالغلاف الجوي لاستخدامها في الاستشعار عن بعد، هذه الأجزاء ندعوها نوافذ الغلاف الجوي، الشكل (14).



الشكل 14: نوافذ الغلاف الجوي

Remove Watermark Now

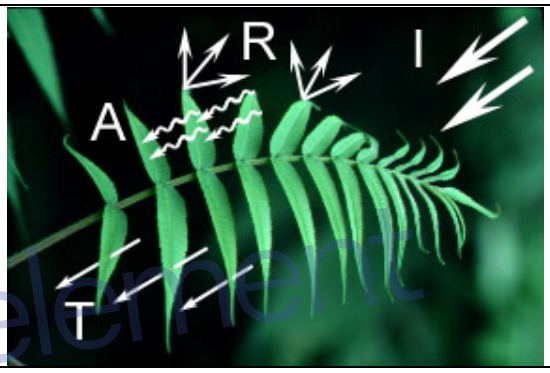
نجد أن إحدى النوافذ هي المجال المرئي الذي يتصف من جهة بأن مستوى الطاقة الصادرة عن أشعة الشمس تكون فيه اكبر ما يمكن ومن جهة أخرى فإن امتصاص الغلاف الجوي في هذا المجال يمكن إهماله.

يمكن أن نلاحظ أيضا أن الانبعاثات الحرارية الناتجة عن سطح الأرض عند الطول الموجي 10 ميكرومتر(في المجال الحراري تحت الأحمر) يمكن اعتباره نافذة في الغلاف الجوي.

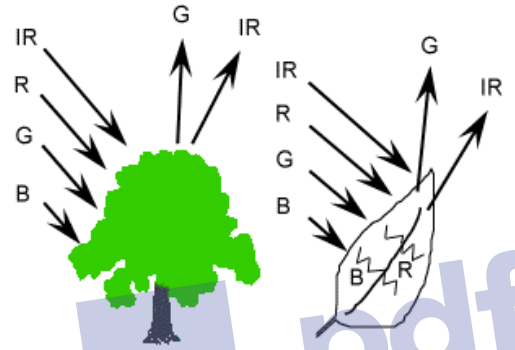
بينما نجد أن أعرض نافذة تقع عند الأطوال الموجية الأكبر من ا مم وهو ما يتوافق مع الأمواج الميكروية.

تفاعل الأشعة مع الأهداف على سطح الأرض:

إن الأشعة التي لا تمتص من قبل الغلاف الجوي أو تنتشر فيه تصل إلى سطح الأرض وهنا يمكن أن نميز ثلاث حالات من تفاعل الأشعة الساقطة مع الأجسام المنتشرة على سطح الأرض، الشكل (15).



الشكل 15 تفاعل الأشعة مع الأهداف الأرضية



الشكل 16 انعكاس الأشعة عن الأوراق النباتية

الامتصاص (A): حيث يقوم الهدف بامتصاص الأشعة إلى داخله.

الانتقال (T): تنتقل الطاقة عبر الجسم.

الانعكاس (R): عندما يقوم الهدف بعكس الأشعة إلى الغلاف الجوي.

تقع الأجسام من حيث صفاتها الانعكاسية بين الانعكاس الكامل والانتشار الكامل وهذا يعتمد على خشونة السطح مقارنة بطول موجة الأشعة الساقطة عليه فبعض الأجسام تنشر الأمواج القصيرة وتعكس الطويلة منها.ولتوضيح ذلك نورد بعض الأمثلة:

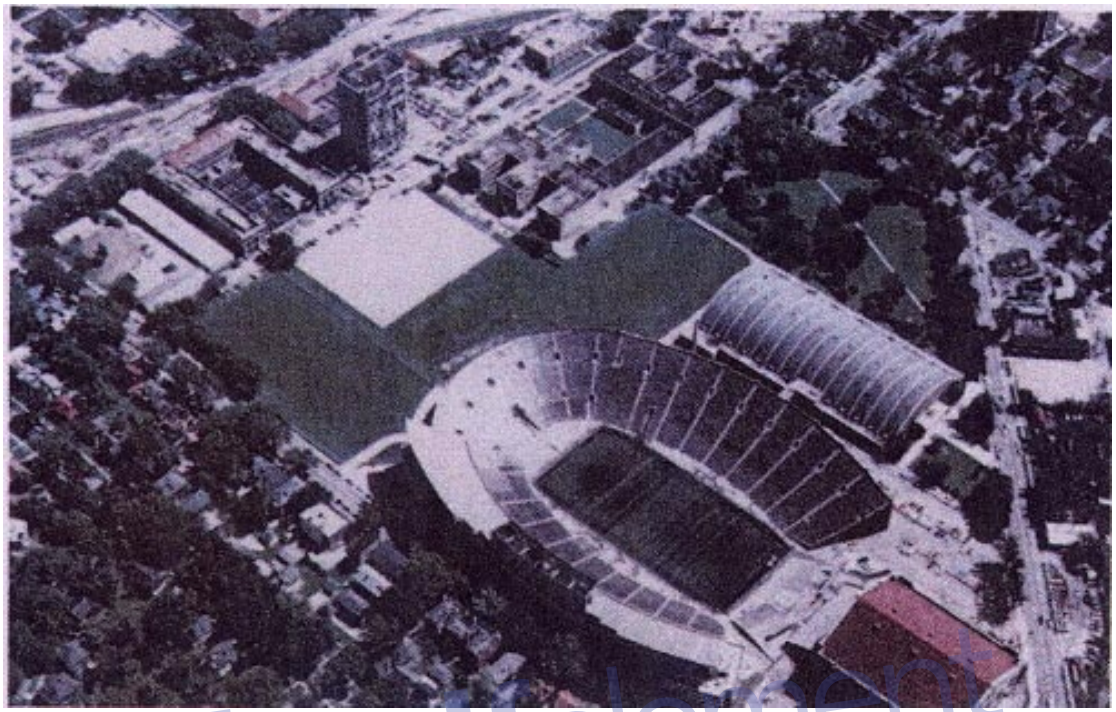
الأوراق النباتية:

يعتبر اليخضور من أهم مكونات الورقة النباتية وهو يمتص الأشعة الحمراء والزرقاء ويعكس الخضراء منها ولذلك تبدو الأوراق خضراء اللون في فصل الصيف بينما في الخريف تقل كمية اليخضور فيعكس جزءا أكبر من اللون الأحمر ولذلك تبدو الأوراق حمراء أو صفراء (لأن اللون الأصفر ينتج من تمازج اللونين الأحمر و الأخضر، الشكل(16)، وبذلك يمكن التمييز بين النباتات السليمة والمصابة. إن الراصد للنباتات في المجال تحت الأحمر(لو كانت أعيننا ترى الأشعة تحت الحمراء) سيجد أن لونها فاتحا جدا

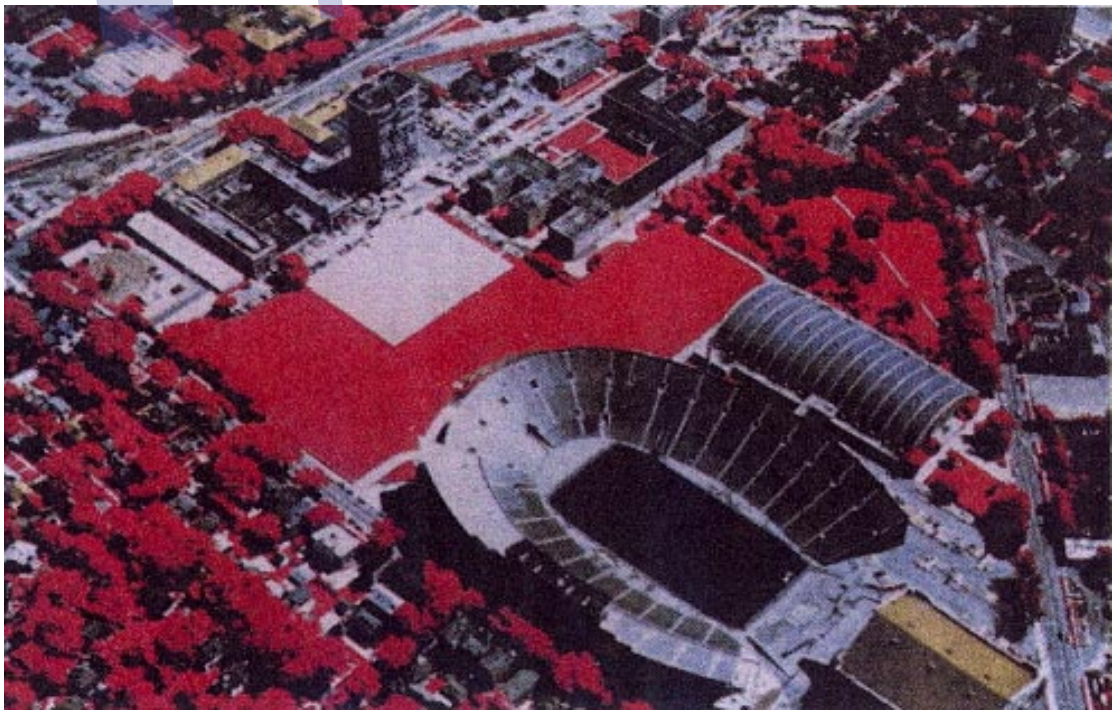
Remove Watermark Now

وذلك لأن الأوراق السليمة تعتبر عاكسا ممتازا لهذه الأشعة لذلك يستخدم العلماء هذه الأشعة لتحديد سلامة الغطاء النباتي.

يمكن إعطاء مثالا عن آلية استخدام الصور تحت الحمراء في تحديد مدى سلامة الغطاء النباتي.



الصورة (17) التقطت في المجال المرئي تبدو النباتات باللون الأخضر

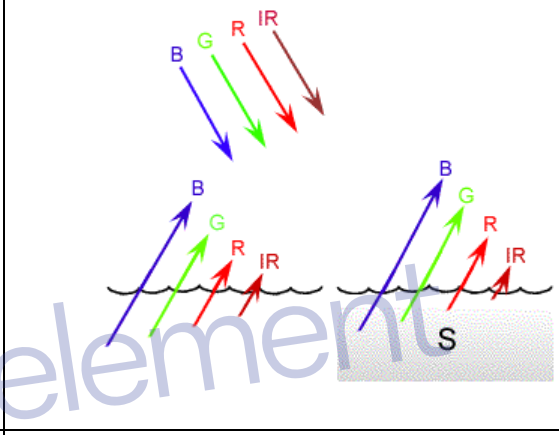


الصورة (18) التقطت في المجال تحت الأحمر تبدو النباتات باللون الأحمر

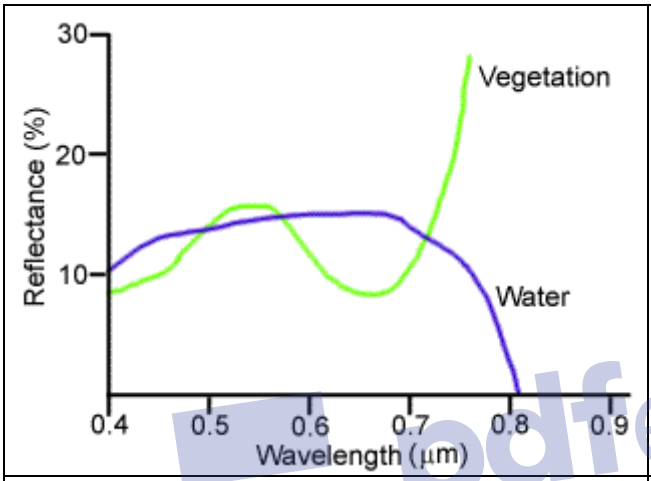
Remove Watermark Now

الماء:

يمتص الماء الأشعة المرئية الطويلة والأشعة تحت الحمراء القريبة بدرجة أكبر من الأشعة المرئية القصيرة، لذلك ترى المياه عادة باللون الأزرق أو اللون الأزرق المخضر حسب شدة انعكاس الأشعة قصيرة الموجة. المياه العكرة(نتيجة وجود المعلقات الناتجة عن الطمي الناعم) في أجزائها العلوية تبدو بلون أفتح من المياه النقية لأن العكارة تعكس الأشعة الطويلة بشكل أفضل، إلا أنه لا يمكن تمييز المياه العكرة عن المياه النقية الضحلة نظرا لتشابه الحالتين. إن وجود اليخضور في الطحالب المائية يؤدي إلى امتصاص أكبر للأشعة الزرقاء فتظهر المياه باللون الأخضر. تلعب صفات السطحية للمياه (الخشونة، النعومة، المواد الطافية، ....) دورا كبيرا في تعقيد عملية تفسير خصائص المياه بواسطة الاستشعار عن بعد. الشكل(19).



الشكل 19 انعكاس الأشعة عن المياه



الشكل 20 الاستجابة الطيفية

pdfelement

الاستجابة الطيفية *Spectrometric*:

يمكن القول من خلال الأمثلة السابقة أن طبيعة ظهور هدف ما (لونه مثلا) يعتمد على صفات الهدف (طبيعة السطح، صفات فيزيائية، صفات كيميائية) وعلى طول الأشعة المستخدمة في المراقبة(الإضاءة)، وبالتالي تتمايز الأهداف المختلفة عن بعضها البعض بما يدعى الاستجابة الطيفية للهدف. يمكن مراقبة صفات كل هدف (الامتصاص، *****الانتقال، الانعكاس) عن طريق رصد خصائصه الانعكاسية على طول الطيف الكهرومغناطيسي وبالتالي يمكن استخدام الأشعة المنعكسة في تمييز الأهداف عن بعضها البعض بطبيعة ونوع وشدة الأشعة المنعكسة عنها الشكل(20).

الاستشعار الفعال و الاستشعار السالب:

على الرغم من أننا اعتمدنا في هذا الفصل على الشمس كمصدر طاقة لشرح الأفكار الواردة فيه، إلا أن الشمس تعتبر بحق من أهم مصادر الطاقة بالنسبة للاستشعار عن بعد، حيث أن الأشعة الشمسية إما أن تنعكس عن الأهداف والأجسام الطبيعية كما هو الحال في المجال المرئي، أو يتم امتصاصها ومن ثم تقوم الأجسام بإعادة انبعاث الأشعة كما هو الحال في المجال تحت الأحمر الحراري. وبناء عليه يمكن تقسيم