مقرر الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية

المحاضرة الأولى

#

مقدمة

تعتبر الصور الجوية و الفضائية من مصادر البيانات الهامة للكثير من التطبيقات الهندسية و علوم الأرض المختلفة و الزراعة والمياه والمناخ . و قد استخدم مصطلح الاستشعار عن بعد منذ الستينيات من القرن الماضي **ويعرف الاستشعار عن بعد بأنه تقنية مراقبة و دراسة و التعرف على الظاهرات الأرضية أو القريبة من الأرض من دون الاحتكاك بها و ذلك من خلال دراسة و تحليل الأشعة أو الطاقة الكهرومغناطيسية التي تنعكس أو تبث من تلك الأهداف و التي تحمل خواص الهدف الذي تحت الدراسة .**

و يتم تسجيل هذه الطاقة الكهرومغناطيسية بواسطة أجهزة استشعار تعمل عادة من منصات محمولة في الجو أو الفضاء .

و لهذه التقنية أساليب متعددة. فمن ناحية مصدر الأشعة التي تنعكس من الهدف على الأرض هنالك أشعة طبيعية و هي أشعة الشمس ، و في هذه الحالة تسمى عملية الاستشعار **"الاستشعار السلبي"** . أما إذا كان مصدر الأشعة هو مصدر اصطناعي نقوم بتوليده بأنفسنا و نصوبه على الهدف تسمى العملية **استشعار نشط** ، و مثال لذلك نظام الرادار . و مع أن عمليات الاستشعار النشطة لها مميزاتها مثل قابليتها للاستخدام تحت كل الظروف الجوية و إمكانية عملها بالليل و النهار ، إلا أنها أكثر تعقيدا في التطبيق . و لذلك فإن استخدام الأشعة الطبيعية (أشعة الشمس) أو الطاقة الطبيعية هي الاكثر استخداما في عمليات الاستشعار من بعد .

و هنالك نوعان أساسيان من الأجهزة التي تستشعر الأشعة الكهرومغناطيسية و تسجلها لننتج منها صورا لسطح الأرض و ما عليه من أهداف . **أول هذه الأجهزة آلات التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) (photographic cameras)** التي يتم فيها تسجيل الأشعة المنعكسة من الهدف على فيلم بعد مرورها بعدسة آلة التصوير و بعد تفاعلات كيمائية تظهر صورة الهدف على الفيلم ، **و هنالك أجهزة الاستشعار الإلكترونية (electronic sensors)** و التي تنتج إشارات كهربائية بعد وصول الأشعة إليها ثم تحول هذه الإشارات إلى أعداد رقمية تتناسب مع كمية الأشعة الواصلة إليها و يكون الناتج صورا رقمية **(digital images)** يمكن أيضا تحويلها إلى صور مرئية سواء كان ذلك على شاشة أو على فيلم .

لقد بدأ تصميم نظم التصوير الرقمي و استخدامها في الاستشعار عن بعد منذ عقد الستينات من القرن الماضي . و تتميز الصور الرقمية على الصور الفوتوغرافية التي يتم التقاطها بواسطة آلات التصوير الضوئية الفوتوغرافية من عدة أوجه .

أول هذه المميزات هو أن مدى التدرج الرمادي الذي يمكن أن تعرض فيه الصور الرقمية أكبر بكثير من المدى الذي يمكن أن تعرض فيه الصور المرئية . ثم إن الصورة الرقمية تحتوي على معلومات في شكل أرقام و لذلك فإن تحليلها بواسطة النماذج و التقنيات الرياضية يصبح أسهل بكثير من حال الصور المرئية . إن هذه الخاصية تجعل من الصورة الرقمية قابلة للنسخ عدة مرات من دون أن يؤثر ذلك على قوة وضوحها ، و ذلك بعكس الصور المرئية التي يقل تكرارها بالنسخ من قوة وضوحها . و البيانات الرقمية يسهل إرسالها بالبريد الإلكتروني مما يمكن الباحثين الذين يريدون العمل على نفس البيانات من الوصول إليها في سهولة و يسر . إضافة إلى ذلك فإن التطور الهائل في صناعة و تقنية الحاسبات الآلية قد ساعد كثيرا في التعامل الرياضي مع بيانات الصور الرقمية الهائلة الكم مما سهل إمكانية تطبيق تقنيات تؤدي إلى تخزين بيانات الصور الرقمية و تحسينها و تحليلها و عرضها و تصنيفها أو تفسيرها يدويا و آليا و الحصول على أكبر قدر من المعلومات منها . إن هذه التقنيات سريعة التطور و تشكل جزءًا هامًا من نظم الاستشعار عن بعد .

مكونات الاستشعار عن بعد :

في معظم تقنيات الاستشعار عن بعد فإن هذه العملية تشمل التفاعل بين الاشعاع الساقط و الأهداف ذاتها. ولتبسيط هذه العملية فسنتحدث عن نظم التصوير حيث توجد سبعة عناصر متفاعلة مع بعضها و هي كالتالي :

أ. مصدر الطاقة أو مصدر الاضاءة : يتمثل أول متطلبات عملية الاستشعار عن بعد في وجود مصدر طاقة Energy source يقوم بإضاءة أو توفير طاقة كهرومغناطيسية electromagnetic energy للأهداف المطلوبة.

ب. الاشعاع و الغلاف الجوي : ستمر الطاقة من مصدرها و حتى وصولها للأهداف المطلوبة من خلال الغلاف الجوي ومن ثم ستتفاعل معه . وقد يتم هذا التفاعل مرة أخري عندما تسير أو تنعكس الطاقة من الأهداف الي أجهزة الاستشعار أو المستشعرات sensors .

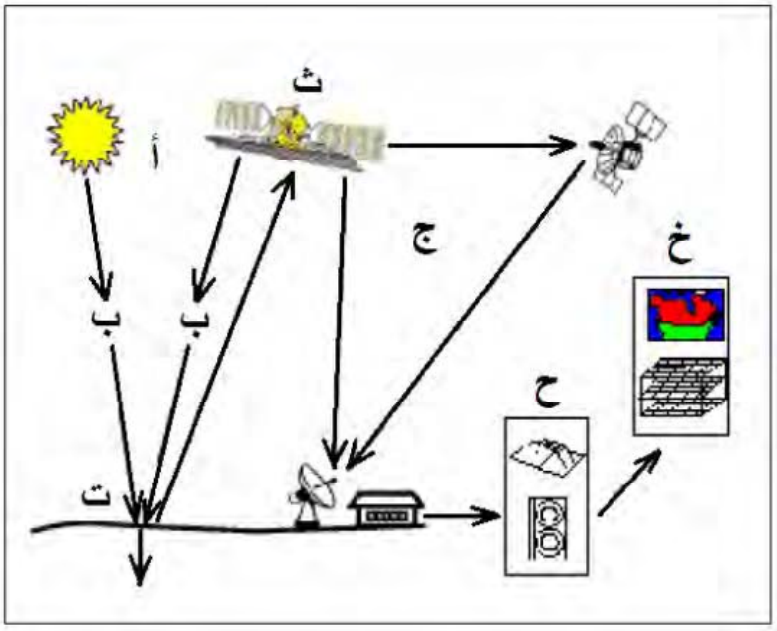
ت. التفاعل مع الأهداف :عندما تمر الطاقة خلال الغلاف الجوي لتصل الي الأهداف فأنها تتفاعل مع كل هدف طبقا لخصائص كلا من الهدف و الاشعاع .

ث. تخزين الطاقة من خلال المستشعرات : بعد أن تنعكس (أو تنبعث) الطاقة من الأهداف فأننا نحتاج لجهاز استشعار أو مستشعر sensor (من بعد و ليس متلامسا مع الهدف) لتجميع و تسجيل هذا الاشعاع الكهرومغناطيسي .

ج. الارسال و الاستقبال و المعالجة : تحتاج الطاقة التي تم تسجيلها بواسطة المستشعرات الي ارسالها transmission في صورة الكترونية غالبا الي محطة استقبال reception و معالجة processing حيث يتم معالجة البيانات وتحويلها الي مرئية (image) رقمية و أحيانا ورقية .

ح. التفسير و التحليل : يتم تفسير interpretation و تحليل analysis المرئية المسجلة سواء بصريا أو رقميا بهدف استخراج المعلومات عن الأهداف التي تم تحسسها عن بعد .

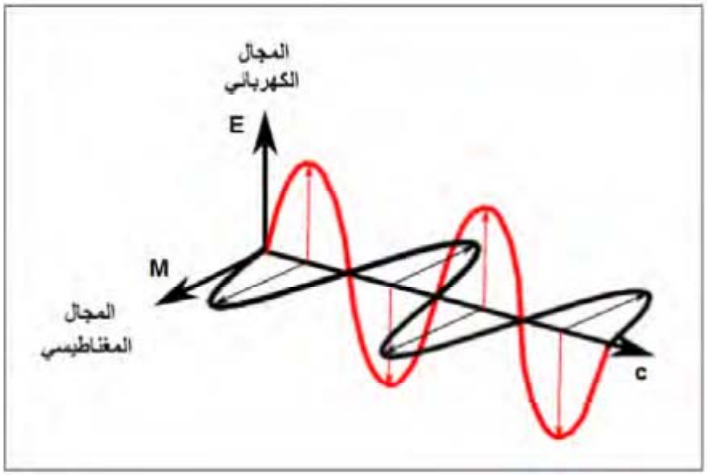
خ. التطبيق : يتمثل العنصر الأخير من عناصر عملية الاستشعار عن بعد في تطبيق المعلومات التي تم الحصول عليها عن الأهداف بهدف الفهم الأفضل والحصول علي معلومات جديدة عن هذه الأهداف ومن ثم المساعدة في حل مشكلة معينة.



مكونات الاستشعار عن بعد

الاشعاع الكهرومغناطيسى :

أول متطلبات عملية الاستشعار عن بعد هو وجود مصدر طاقة يضئ الأهداف (في حالة أن الطاقة لا تنبعث من الأهداف ذاتها). وتكون هذه الطاقة في صورة اشعاع كهرومغناطيسي . وللإشعاع الكهرومغناطيسي خصائص أساسية و يتصرف بطريقة محددة طبقا لقوانين نظرية الموجات ، يتكون الاشعاع الكهرومغناطيسي من مجال كهربائي Electrical Field (E) والذي يتغير في القيمة في اتجاه عمودي علي اتجاه سريان الاشعاع و مجال مغناطيسي Magnetic Field (M) يتعامد علي المجال الكهربائي (ومن هنا جاء مصطلح الكهرومغناطيسي). و كلا المجالين الكهربائي و المغناطيسي يسيران بسرعة الضوء speed of light وتأخذ الرمز c .



الاشعاع الكهرومغناطيسي

وهناك خاصيتين أساسيتين للإشعاع الكهرومغناطيسي لهما أهمية خاصة في فهم عملية الاستشعار عن بعد، وهما خاصيتي: طول الموجة و التردد.

طول الموجة wavelength هو طول دورة كاملة ، ويمكن قياسها كمسافة بين قمتين متتاليتين، وعادة ما يرمز لها بالحرف اللاتيني (λ لامدا). ويقاس طول الموجة بوحدات المتر (m) أو أجزاء منه ، مثل النانو متر(nm) الذي يساوي جزء من بليون

التـردد frequency فهـو عـدد موجـات الموجـة فـي فتـرة زمنيـة محـددة. ويقـاس التـردد بوحـدات الهرتـز (Hz) hertz وهـو موجـة واحـدة فـي الثانيـة ، ومضـاعفات الهرتـز . والعلاقـة بـين طـول الموجة و التردد تعبر عنها المعادلة التالية:

$$c = \lambda v$$

حيث :

c سرعة الضوء = ٣ *١٠ ^٨

λ طول الموجة بالمتر،

v التردد بالهرتز أي عدد الموجات /ثا

ومن هذه المعادلة يمكننا أن نقول أن طول الموجة و التردد لهما علاقة عكسية ، فكلما قصر طول الموجة أرتفع التردد وكلما زاد طول الموجة انخفض التردد. وتجدر الاشارة الي أن فهم خصائص الاشعاع المغناطيسي هام للغاية لفهم المعلومات التي يمكن الحصول عليها من عملية الاستشعار عن بعد.

المجال الكهرومغناطيسي :

يتراوح المجال الكهرومغناطيسي electromagnetic spectrum بين أطوال موجات قصيرة مثل أشعة جاما gamma و الاشعة السينية x- ray وأطوال موجات طويلة مثل المايكرويف microwaves و موجات الراديو radio waves وهناك عدة مناطق في المجال الكهرومغناطيسي مفيدة للاستشعار عن بعد.

الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet (اختصار UV) لها أقصر طول موجة مما يجعلها عملية لبعض أنواع الاستشعار عن بعد. وهذا الجزء من المجال الكهرومغناطيسي يقع مباشرة خلف الاشعة البنفسجية من الضوء المرئي ومن هنا جاء أسمها. وتوجد بعض مواد سطح الأرض - خاصة الصخور والمعادن - ينبعث منها ضوءا مرئيا عندما تقع عليها الأشعة فوق البنفسجية.

ان الضوء الذي تراه أعيننا هو جزء من المجال الكهرومغناطيسي المرئي . visible spectrum ومن الجدير ملاحظة كم هو قليل بالمقارنة ببقية المجال الكهرومغناطيسي . أي أن هناك الكثير من أنواع الاشعاع حولنا لكن

أعيننا لا تستطيع رؤيتها، ولذلك تسمي أشعة غير مرئية invisible ، لكن يمكن تحسسها أو استشعارها من خلال أجهزة الاستشعار ومن ثم الاستفادة منها . يغطي الضوء المرئي مجالا يتراوح بين ٠,٤ الي ٠,٧ مايكرومتر. واللون أو الضوء الأحمر لها أطول موجة في مكونات الضوء المرئي، بينما اللون البنفسجي لها أقصر طول موجة . ويعد الأزرق و الأخضر و الأحمر الألوان الأساسية في المجال المرئي، وذلك بسبب أن أي لون أساسي لا يمكن أن يتكون من الألوان الأخرى بينما كل الألوان الأخرى مركبة من هذه الألوان الأساسية.

وينقسم الضوء المرئي الي ٣ أقسام رئيسية وهي:

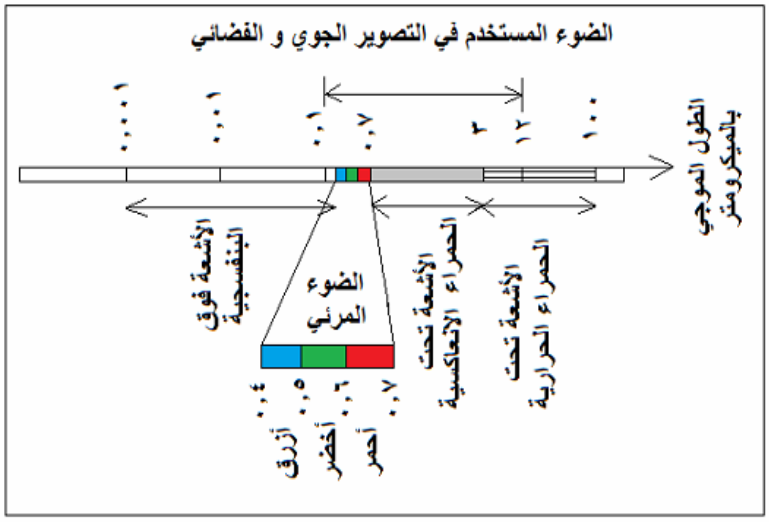
- اللون الأزرق :يتراوح طول الموجة من ٠,٤الي ٠,٥ مايكرومتر .
- اللون الأخضر :يتراوح طول الموجة من ٠,٥ الي ٠,٦ مايكرومتر .
- اللون الأحمر :يتراوح طول الموجة من ٠,٦ الي ٠,٧ مايكرومتر .

الجزء التالي الهام من المجال الكهرومغناطيسي هو الاشعة تحت الحمراء Infrared أو اختصارا (IR) والذي يغطي أطوال موجات من ٠,٧ تقريبا الي ١٠٠ مايكرومتر، أي أنها مائة مرة أعرض من الجزء المرئي. ويمكن تقسيم الاشعة تحت الحمراء الي مجموعتين بناءا علي خصائصهما الاشعاعية:

تحت الحمراء الانعكاسية Reflected IR ٠,٧ – ٣ مايكرومتر .

وتحت الحمراء الانبعاثية أو الحرارية Thermal IR ٣ – ١٠٠ مايكرومتر .

تستخدم الاشعة تحت الحمراء في الاستشعار عن بعد بطريقة تماثل استخدام الضوء المرئي. والأشعة تحت الحمراء الانعكاسية تغطي أطوال موجات تقريبا من ٠,٧ الي ٣ مايكرومتر. أما الاشعة تحت الحمراء الحرارية فتختلف تماما عن الضوء المرئي و الاشعة تحت الحمراء الانعكاسية ، فهذا الجزء من الطاقة الكهرومغناطيسية ينبعث أساسا من سطح الأرض في صورة حرارة. و تغطي الأشعة تحت الحمراء الحرارية أطوال موجات تقريبا من ٣ الي ١٠٠ مايكرومتر.



المجال الكهرومغناطيسي

التفاعل مع الغلاف الجوي:

قبل أن يصل الاشعاع المستخدم في الاستشعار عن بعد الي سطح الأرض فأنه يمر بطبقات الغلاف الجوي، ومن الممكن أن تؤثر الجزئيات و الغازات الموجودة في الغلاف الجوي علي هذا الاشعاع. **وتكون أسباب هذه التأثيرات ما يعرف بالتشتت و الامتصاص.**

١- التشتت Scattering

عندما توجد جزئيات كبيرة من الغازات في الغلاف الجوي يحدث التشتت للاشعاع الكهرومغناطيسي حيث ينحرف أو يتشتت عن مساره الأصلي .**ويعتمد حجم هذا التشتت علي عدة عوامل منها طول موجة الاشعاع ووفرة جزئيات الغازات و المسافة التي يقطعها الاشعاع خلال الغلاف الجوي.**

يوجد ثلاثة أنواع من التشتت:

تشتت Rayleigh : ويحدث عندما تكون الجزئيات صغيرة جدا بالمقارنة بطول موجة الاشعاع ، مثل جزئيات النتروجين و الاكسجين و ذرات التراب .ويؤثر هذا النوع من التشتت علي الطاقة ذات أطوال الموجة القصيرة بدرجة أكبر من تلك ذات أطوال الموجة الكبيرة، وهو نوع التشتت الأكبر في الطبقات العليا من الغلاف الجوي . وهذا التشتت هو السبب في رؤيتنا السماء باللون الأزرق خلال النهار حيث أن ضوء الشمس عندما يمر بالغلاف الجوي فأن الموجات القصيرة (الأزرق) من الضوء المرئي ستشتت و تنتشر بدرجة أكبر من الموجات الأطول موجة.

تشتت Mie : ويحدث عندما تكون الجزئيات بنفس حجم طول موجة الاشعاع، مثل جزئيات التراب و الدخان و بخار الماء .ويؤثر هذا النوع من التشتت علي الطاقة ذات أطوال الموجة الطويلة بدرجة أكبر من تلك ذات أطوال الموجة القصيرة، ومن ثم فهو يحدث في الطبقات السفلي من الغلاف الجوي وخاصة عندما تكون السحب معتمة أو غائمة.

التشتت غير الانتقائى nonselective : ويحدث عندما تكون الجزئيات أكبر من طول موجة الاشعاع، مثل جزئيات التراب الكبيرة وقطرات الماء .ويؤثر هذا النوع من التشتت علي جميع أنواع الطاقة لجميع أطوال الموجات بدرجة متساوية، وهو المسبب لظهور الضباب و السحب باللون الأبيض لأعيننا حيث أن الألوان الأزرق و الأخضر و الأحمر ستشتت بنفس الدرجة.

٢- الأمتصاص Absorption

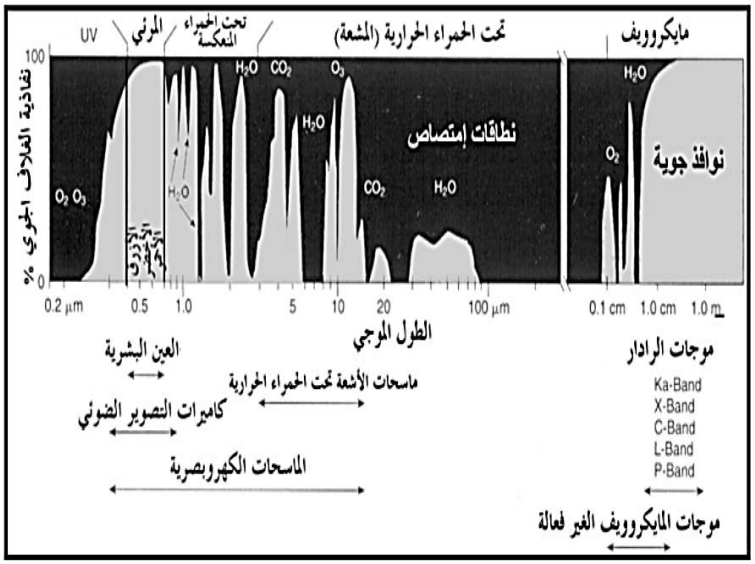
يحدث الامتصاص بصورة مغايرة للتشتت ، فالامتصاص يتسبب في أن تقوم جزئيات الغلاف الجوي بامتصاص الطاقة في أطوال الموجات المختلفة . **ويعد الاوزون و ثاني أكسيد الكربون و بخار الماء العوامل الثلاثة المسببة للامتصاص .** ان الاوزون يمتص الاشعاع فوق البنفسجي الضار للإنسان، ولولا وجود هذه الطبقة في الغلاف الجوي لاحترق جلد الانسان عند التعرض لأشعة الشمس .أما ثاني أكسيد الكربون فيمتص الاشعاع بقوة في نطلق الاشعة تحت الحمراء البعيدة من مجال الطاقة الكهرومغناطيسية مما يتسبب في احتفاظ الغلاف الجوي بالحرارة وهو المؤدي لظاهرة الاحتباس الحراري .أما بخار الماء فيمتص الطاقة في كلا من نطاق الاشعة تحت الحمراء طويلة الموجة و أيضا بنطاق موجات الميكروويف (بين ٢٢ مايكرومتر و ١ متر) . ويختلف وجود بخار الماء في الطبقات السفلي من الغلاف الجوي من مكان لآخر ومن وقت لآخر طوال العام ، فعلي سبيل المثال فأن المناطق الصحراوية بها القليل من بخار الماء بينما المناطق المدارية بها تركيز أعلي من بخار الماء أي رطوبة عالية .

بما أن هذه الغازات تمتص الطاقة الكهرومغناطيسية بصور مختلفة ضمن نطاقات أو الأطوال الموجية للأشعة الكهرومغناطيسية فأنها تؤثر في تحديد النطاقات التي يمكن استخدامها في تطبيقات الاستشعار عن بعد .

فالمناطق - داخل نطاق الطاقة الكهرومغناطيسية - التي لا تتأثر بشدة بالامتصاص في الغلاف الجوي تكون مناطق مفيدة للاستشعار عن بعد، ومن ثم يطلق عليها اسم "نوافذ الغلاف الجوي" وبمقارنة خصائص مصدري الطاقة (أي الشمس و الأرض) مع نوافذ الغلاف الجوي المتاحة فيمكننا تحديد أطوال الموجات التي يمكن استخدامها بكفاءة في عملية الاستشعار عن بعد .

بمعنى أخرى فإن النوافذ الجوية هي أجزاء من الطيف الكهرومغناطيسي التي يسمح الغلاف الجوي بمرورها او نفاذها بنسبة ٩٠ ٪ أو أكثر .

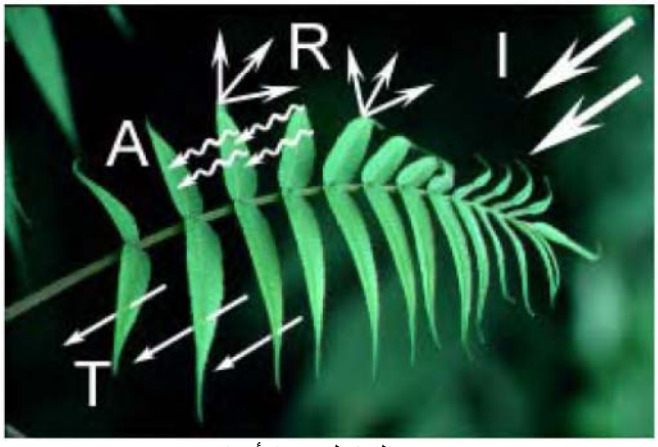
أهم النوافذ الجوية هي : (٠,٤ – ١,٣) ميكرومتر ، و (١,٥ – ١,٨) ميكرومتر ، و (٢- ٢,٦) ميكرومتر، و (٣ – ٥) ميكرومتر ، و (٨ -٩) ميكرومتر ، و (١٠- ١٣) ميكرومتر .



نطاقات الامتصاص و النوافذ الجوية

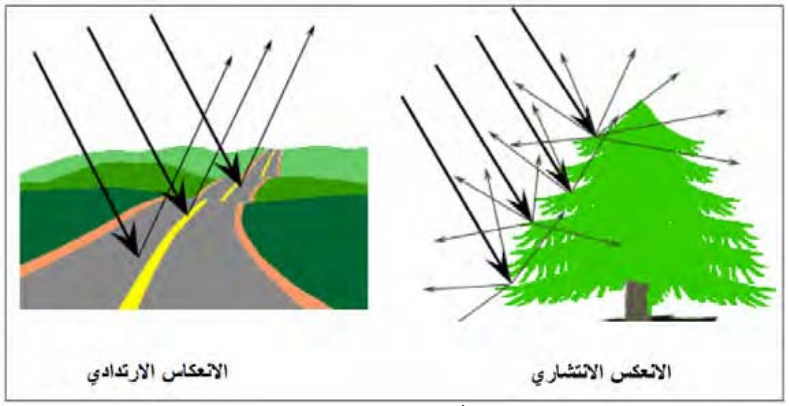
التفاعل مع الأهداف :

يمكن للإشعاع الذي لا يمتص أو يتناثر في الغلاف الجوي أن يصل و يتفاعل مع الأهداف الموجودة علي سطح الأرض . وهناك ثلاثة صور للتفاعل مع هذه الطاقة الساقطة I : الامتصاص A ، الانعكاس R ، النفاذ T ، **ويتم التفاعل مع الاهداف في واحدة أو أكثر من هذه الصور بناءا علي طول موجة الاشعاع و خصائص الأهداف ذاتها.**



صور التفاعل مع الأهداف

يحدث الامتصاص عندما يقوم الهدف بامتصاص الطاقة الساقطة بينما يحدث النفاذ عندما يتم مرور الطاقة من خلال الهدف، ويحدث الانعكاس عندما يعكس الهدف هذه الطاقة و يعيد توجيهها . **وفي الاستشعار عن بعد فأننا نهتم بقياس الاشعاع المنعكس من هذه الأهداف الأرضية، وهنا يوجد نوعين من الانعكاس : الانعكاس الارتدادي و الانعكاس الانتشاري .**



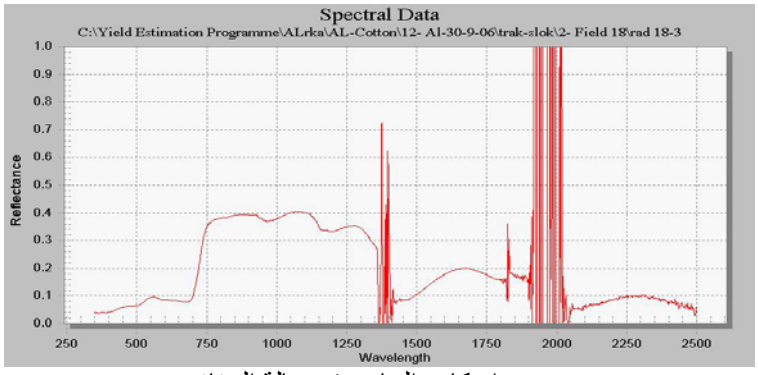
أنواع الانعكاس

عندما يكون الهدف أملس أو ناعم فيحدث الانعكاس الارتدادي أو ما يمكن تسميته الانعكاس كشبه المرآة حيث تنعكس كل أو معظم الطاقة الساقطة بعيدا عن سطح الهدف في اتجاه واحد .أما الانعكاس الانتشاري فيحدث عندما يكون سطح الهدف خشن حيث تنعكس الطاقة تقريبا بانتظام في جميع الاتجاهات . وكل الأهداف الأرضية تقع فيما بين حالتي الانعكاس هاتين اعتمادا علي درجة خشونة الهدف مقارنة بطول موجة الاشعاع الساقطة عليه . فإذا كان طول الموجة صغير جدا بالمقارنة بتغيرات السطح أو حجم الجزئ الذي يتكون منه سطح هذا الهدف فأن الانعكاس الانتشاري يكون هو الغالب . فعلي سبيل المثال فأن الرمال الدقيقة ستظهر ناعمة جدا بالمقارنة لموجات الميكروويف (طول موجة كبير) لكنها ستكون خشنة بالمقارنة لموجات الضوء المرئي.

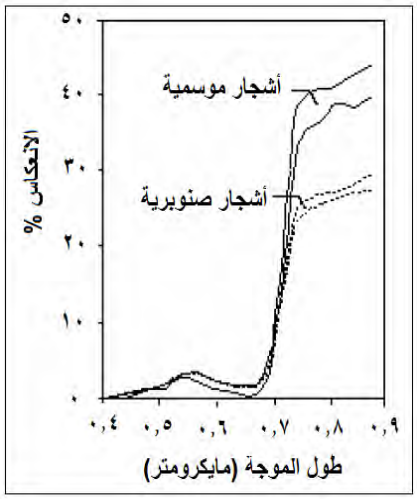
١- أوراق النباتات

وفيها فأن مادة الكلوروفيل ستمتص بقوة الاشعاع في أطوال الموجة : اللون الأزرق و الأحمر وستعكس طول موجة اللون الأخضر ، وهذا ما يجعلنا نري النباتات خضراء اللون ويزداد اخضرارها في فصل الصيف حيث تكون مادة الكلوروفيل في أقصي قيمها .بينما في فصل الخريف فيكون هناك كلوروفيل أقل مما يجعل انعكاس اللون الأخضر أقل بينما يكون هناك انعكس أكثر (أو امتصاص أقل) في اللون الأحمر مما يجعل لون النباتات أحمر أو أصفر (لاحظ أن اللون الأصفر ما هو إلا مكون من كلا اللونين الأحمر و الأخضر) . أيضا فأن التركيب الداخلي لصحة النبات يعمل كعاكس انتشاري مثالي في الأشعة تحت الحمراء القريبة near infrared ، أي أنه اذا كانت عين الانسان حساسة لهذه الأشعة فأننا كنا سنري النباتات أكثر لمعانا لطول الموجة هذه .وفي الحقيقة فأن قياس و متابعة الاشعة تحت الحمراء القريبة المنعكسة يعد مقياسا لمدي صحة النباتات في تطبيقات الاستشعار عن بعد . يمكن تلخيص تفاعل الأوراق النباتية مع الأشعة الكهرومغناطيسية كما يلي :

- الخواص الانعكاسية للنباتات تعتمد على خواص الاوراق و تشمل توجيه و تركيب الأوراق .
- نسبة الاشعة التي تنعكس في الاطوال الموجية المختلفة تعتمد على : صبغة الأوراق ، سمك الأوراق ، تركيب الخلية الورقية ، و كمية الماء الحر في الأنسجة الورقية .
- ففي المنطقة ذات الضوء المرئي يكون معامل الانعكاس من الازرق و الاحمر منخفض نوعا حيث تمتص عن طريق مادة الكلوروفيل في النبات و يكون معامل الانعكاس أكثر في الضوء الأخضر .
- في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة يكون معامل الانعكاس كبير وذلك نظرا لتركيب الخلية النباتية . أما في منطقة الأشعة تحت الحمراء المتوسطة يكون معامل الانعكاس صادر من الماء الحر في الأنسجة الورقية . فالأنسجة ذات الماء الحر الأكثر تكون أقل في معامل الأنعكاس و لذلك تسمى بالحزمة الضوئية للإمتصاص المائي .
- عندما تكون النباتات في حالة جافة (أي في موسم الحصاد) تختلف الحالة عما سبق و غالبا يكون لون النبات قد تحول الى الأصفر و في هذه الحالة لا يكون هناك تمثيل ضوئي و يكون معامل الانعكاس أعلى ما يمكن في الجزء الأحمر .
- عندما تكون الأوراق جافة يكون معامل الانعكاس في منطقة الأشعة تحت الحمراء المتوسطة كبير وذلك يعود للمحتوى المنخفض من الماء الحر ، و منخفض في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة .



منحنى انعكاس النبات في حالة الجفاف



التمييز بين الأشجار دائمة الخضرة و متساقطة الأوراق باستخدام منحنيات الانعكاس

٢- المياه

وفيها سيتم امتصاص أطوال الموجات الكبيرة من الضوء المرئي و الأشعة تحت الحمراء القريبة بدرجة أكبر من تلك الأشعة ذات أطوال الموجة القصيرة .ومن ثم فأن المياه تظهر باللون الأزرق أو الأزرق - الأخضر نتيجة الانعكاس القوي لهذه الموجات القصيرة ، وتظهر المياه داكنة عند رؤيتها بالأشعة تحت الحمراء . فإذا وجدت مواد عالقة
Suspended sediments (S) في الطبقة العليا من المسطح المائي فأنها ستسبب في انعكاس أفضل و مظهر أكثر لمعانا. لكن هذه المواد العالقة قد تسبب ارتباكا 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 اخضرارا عند وجود الطحالب .أيضا فأن تضاريس المسطحات المائية (النعومة و الخشونة والمواد العائمة) قد تسبب في تعقيدات أكثر عند تفسير مكونات هذه المسطحات وتفاعلها في ظاهرة الانعكاس الارتدادي.

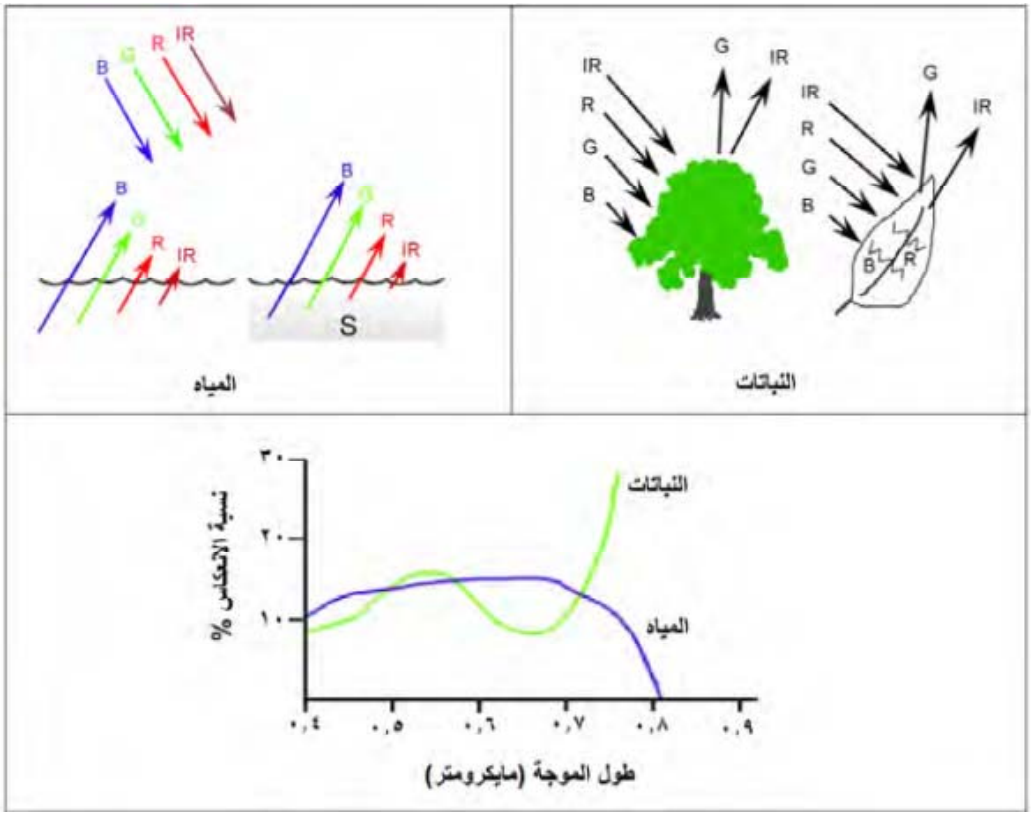
٣- التربة :

يعتمد الانعكاس من التربة على عوامل عديدة و لذلك من الصعب القول أن هناك منحى انعكاس مثالي معروف للأرض . العوامل التي تؤثر على معامل الانعكاس هي : لون التربة و المحتوى من المادة العضوية و المحتوى الرطوبي للتربة و وجود الكربونات و محتوى أكاسيد الحديد و القشرة السطحية و ملوحة التربة .

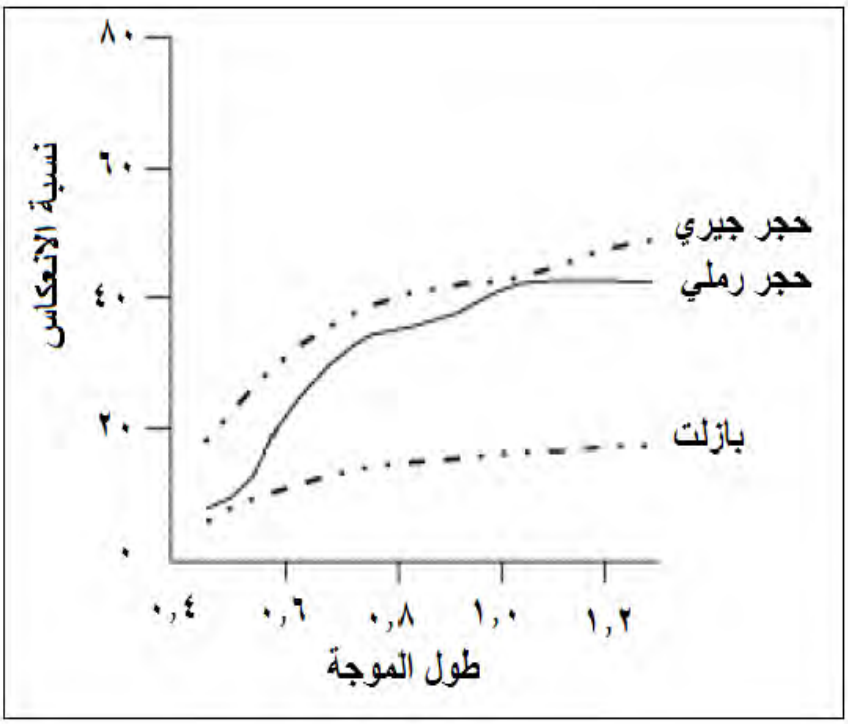
- في الترب السلتية الناعمة نجد زيادة خطية في معامل الانعكاس في الحزمة الضوئية الخضراء و الحمراء و حتى الأشعة تحت الحمراء القريبة (١,٢ ميكرومتر) ، ولكن في الأشعة تحت الحمراء المتوسطة يوجد منطقتي امتصاص قوية للماء خصوصا عند ١,٤٥ و ١,٩٥ ميكرومتر .
- الأراضي السوداء يكون معامل انعكاسها أقل من الأراضي الفاتحة اللون و خصوصا في منطقة الضوء المرئي .
- الترب الغنية بالمادة العضوية يكون معامل انعكاسها منخفض .

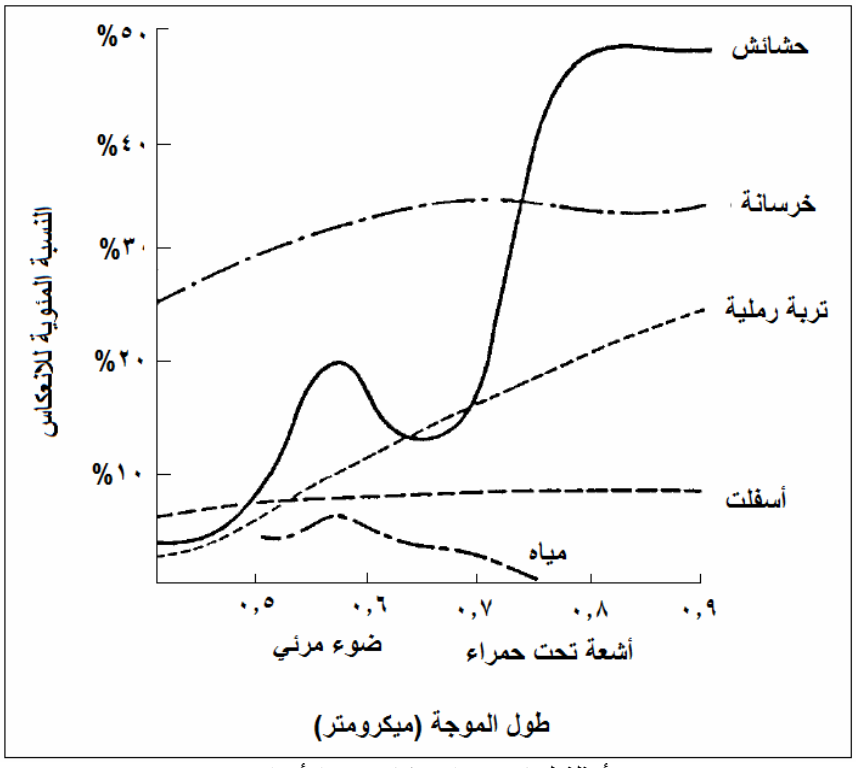
- الترب الغنية بكربونات الكالسيوم كما في مناطق البحر البيض المتوسط يكون معامل الانعكاس لها مرتفع على طول الأطوال الموجية .
- الترب الغنية بأكاسيد الحديد يكون لها تأثير على معامل الانعكاس للتربة و يكون امتصاص أكاسيد الحديد عند الحزمة الضوئية ٠,٩ ميكرومتر .
- القشرة السطحية تزيد من معامل انعكاس التربة كما في القشرة الملحية الموجودة في السطح و لكن بالترب الملحية الرطبة و المبتلة يكون مقدار معامل الانعكاس قليل .
- إذا كانت التربة ليست بور تماما و لكن مغطاة جزئيا بالنباتات فعند ذلك يكون معامل الانعكاس هو متوسط قيمة نتائج الانعكاس من الانواع المختلفة من النباتات و نتائج الانعكاس من التربة .

ومن هذه الأمثلة يمكننا أن نلاحظ أنه و تبعا لطبيعة الهدف و لطول موجة الاشعاع المستخدم يمكننا أن نرى صور مختلفة من تفاعلات الامتصاص و النفاذ و الانعكاس . **ومن ثم فأننا وبقياس الطاقة المنعكسة (أو المنبعثة) من أهداف سطح الأرض في عدة أطوال موجية فنستطيع بناء أو تكوين قاعدة للتفاعل الطيفي spectral response لكل هدف .** فإذا قارننا هذا التفاعل الطيفي لعدة أهداف أرضية فيمكننا أن نفرق بينهم بصورة أفضل من التفرقة بينهم في طول موجة واحدة فقط . فعلي سبيل المثال فأن المياه و النباتات قد يعكسان الأشعة بصورة متشابهه في الضوء المرئي ، لكنهما منفصلان تماما و مختلفان عند التعامل مع الاشعة تحت الحمراء . فبمعرفة في أي جزء من نطاق الضوء الكهرومغناطيسي يجب أن نبحث فيمكنا الوصول الي تفسير و تحليل أفضل و أدق للإشعاع وكيفية تفاعله مع الأهداف الأرضية.

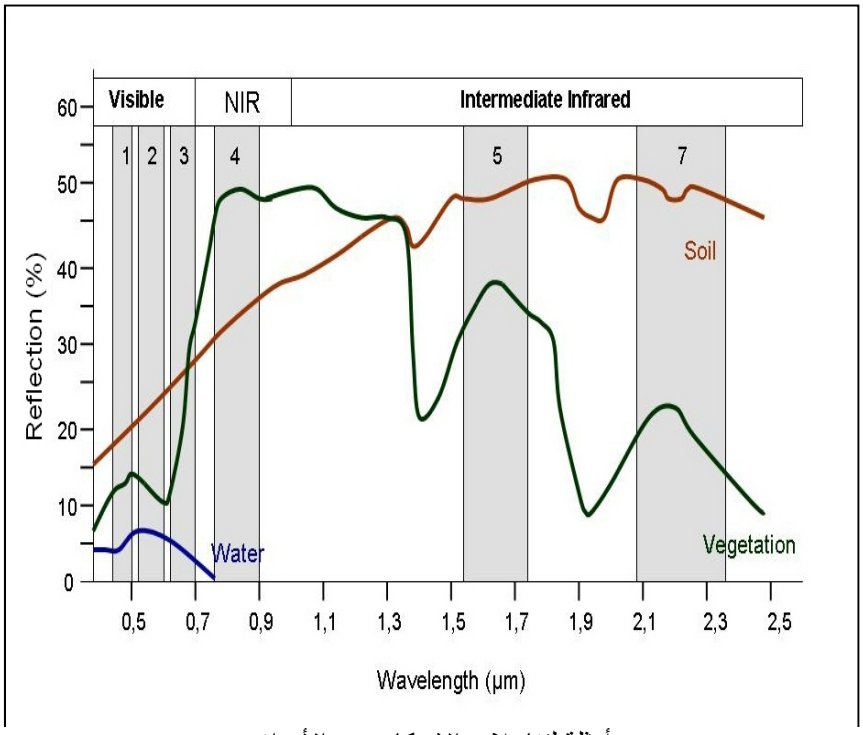


أمثلة لتفاعلات الانعكاس مع الأهداف





أمثلة لتفاعلات الانعكاس مع الأهداف

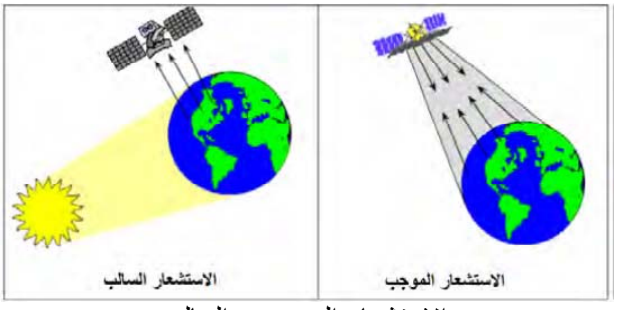


أمثلة لتفاعلات الانعكاس مع الأهداف

الاستشعار الموجب و السالب :

تمثل الشمس مصدرا هاما من مصادر الطاقة أو الاضاءة المستخدمة في الاستشعار عن بعد ، فطاقة الشمس اما أن تنعكس عند سقوطها علي سطح الأرض كما في حالة أشعة الضوء المرئي أو أن يتم امتصاصها ثم انبعاثها مرة أخري كما في حالة الاشعة تحت الحمراء الحرارية . ومن ثم فأن أجهزة الاستشعار عن بعد التي تقيس الطاقة الطبيعية المتاحة - مثل طاقة الشمس - يطلق عليه اسم مستشعرات سالبة أو سلبية passive sensors أي أن هذه المستشعرات السالبة تقيس الطاقة فقط عندما يكون هذا المصدر الطبيعي متاحا ، وبالنسبة للطاقة المنعكسة فأن هذا يحدث فقط في النهار فلا توجد طاقة منعكسة في الليل .أما الطاقة المنبعثة فمن الممكن قياسها و تحسسها نهارا أو ليلا طالما كانت كميتها كافية بحيث تسمح بالتحسس.

علي الجانب الاخر فأن أجهزة الاستشعار أو المستشعرات الموجبة أو الايجابية active sensors تستخدم طاقتها الخاصة للإضاءة أو التحسس ، فهي تبث الاشعاع الموجهه الي الأهداف الأرضية ثم تستقبله و تسجله بعد انعكاسه ومن مميزات المستشعرات الموجبة أنها تعمل في أي وقت من اليوم أو فصول السنة ، كما أنها تستخدم لفحص أطوال موجات لا يمكن توافرها في طاقة الشمس الطبيعية ، مثل الموجات القصيرة أو المايكروويف .لكن هذه المستشعرات الموجبة تتطلب توليد كمية كبيرة من الطاقة تكفي لإضاءة الأهداف، ومن أمثلتها مستشعرات الليزر و مستشعرات الرادار المعروفة باسم Synthetic Aperture Radar (SAR).



الاستشعار الموجب و السالب

المرجع :

- Dawod, Gomaa M., 2015, Fundamentals and applications of remote sensing (in Arabic), Cairo, Egypt.