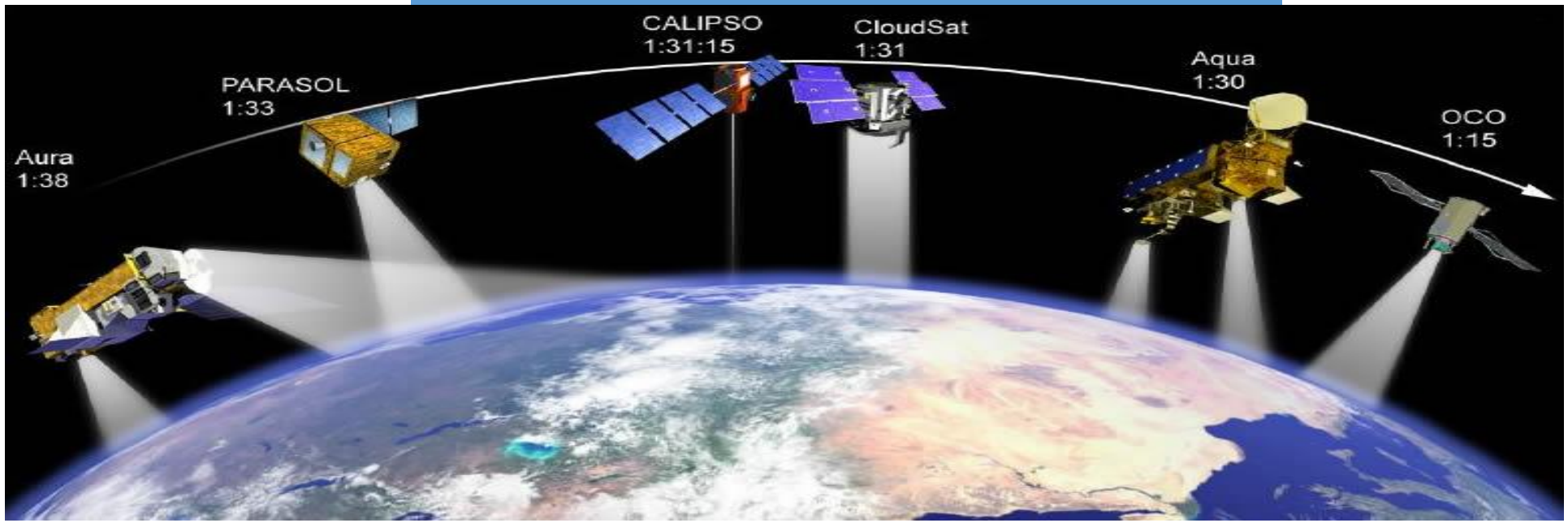
مقرر استعمالات الأراضي وتقييمها
السنة الخامسة – كلية الزراعة الثانية بالسويداء
المحاضرة التاسعة

Remote Sensing



تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع الغلاف الجوي

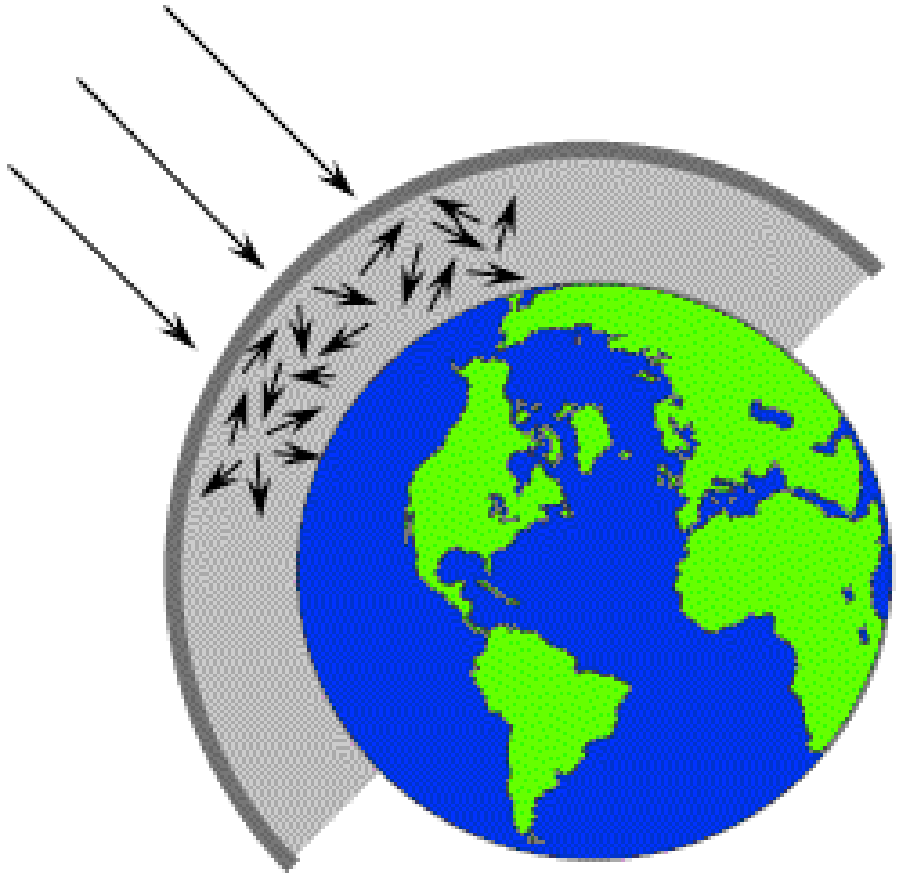
تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع الغلاف الجوي

قبل أن تصل الأشعة (أشعة الشمس أو الأشعة القادمة من أي مصدر طاقة اخر) إلى سطح الأرض لابد أن تمر في الغلاف الجوي، حيث تؤثر عليها غازات وجزيئات الغلاف الجوي (الصلبة و السائلة والغازية) . هذه التأثيرات يمكن أن تعزى لآليتي الانتشار(التشتت) والامتصاص.

التشتت (الانتثار) :

يحدث التشتت عندما تتواجد في الغلاف الجوي جزيئات صلبة أو جزيئات غازية او جزيئات سائلة تؤدي إلى انحراف الأشعة عن مسارها الأصلي . و تتعلق كمية الأشعة المشتتة او المنتثرة تحت تأثير الغلاف الجوي بعدّة عوامل منها:

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



يمكـن تمييـز ثلاثـة أنـواع مـن التشـتت (الانتشـار) تحـت تـأثير الغـلاف الجوي هي:

١. تشتت (انتشار) Rayleigh
٢. تشتت (انتشار) Mie
٣. التشتت (الانتشار) العشوائي Nonselective

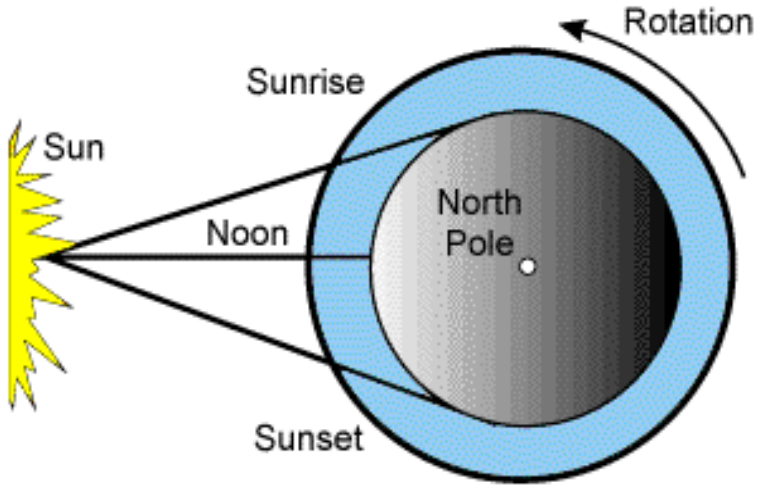
١- تشتت (انتثار) Rayleigh :

وهو يحدث عندما تكون الجزيئات صغيرة الحجم مقارنة بطول موجة الأشعة أي $\alpha < \lambda$

حيث: - λ = طول موجة الاشعة

- α = قطر الجزيئة

مثل الغبار وجزيئات الأوكسجين و الآزوت، هذا النوع من التشتت يعكس عادة الأشعة قصيرة الموجة أكثر من الطويلة و يحدث هذا النوع في طبقات الجو العليا، وهو المسؤول عن ظهور السماء باللون الأزرق(السماوي) لأن الأشعة القصيرة ضمن المجال المرئي (الأشعة الزرقاء و البنفسجية) تتشتت اكثر من الأشعة الطويلة وفقاً لهذا النوع من الانتثار . وكذلك عند ساعة الشروق والغروب تقطع الأشعة مسافة أطول عبر الغلاف الجوي وهذا ما يؤدي إلى تشتت كامل للأشعة القصيرة فالأطول تاركا المجال لوصول كمية كبيرة من الأشعة طويلة الموجة وهي الاشعة الحمراء و البرتقالية وهذا ما يفسر ظهور الأفق بلون احمر برتقالي عند الغروب و الشروق

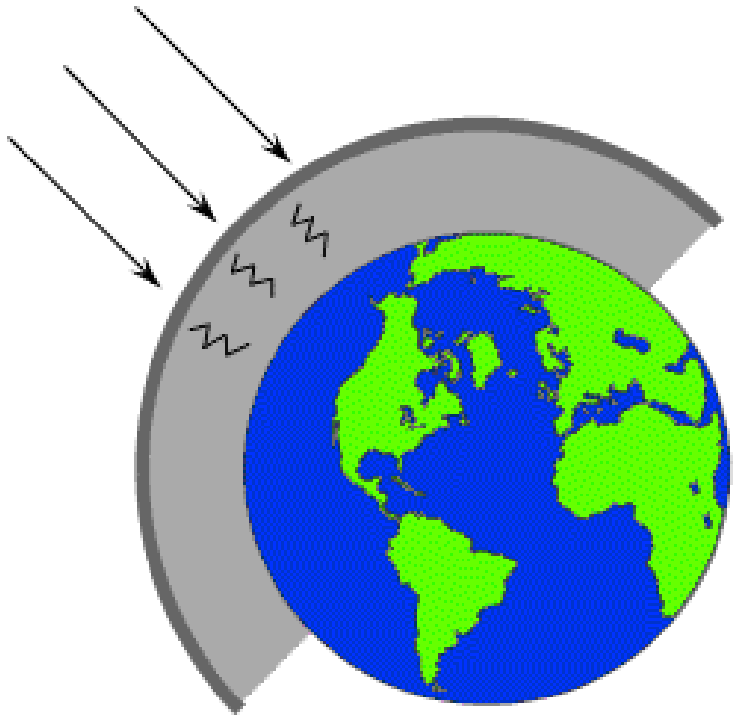


٢ – تشتت Mie: يحدث هذا النوع عندما تكون أحجام الجزيئات مماثلة لطول موجة الأشعة أي $\lambda = \alpha$ نتيجة لوجود الغبار وغبار الطلع وبخار الماء وهو يكثر في الجزء السفلي من الغلاف الجوي حيث تكثر الجزيئات الخشنة ويزداد أكثر ما يمكن في الأجواء الغائمة.

٣ – التشـــتت (الانتثـــار) العشـــوائي Nonselective: هـذا التشـتت ينـتج عن الجزئيـات الأكبـر من طول موجـة الأشـعة أي $\lambda < \varnothing$ مثـل قطـرات المـاء والغبار الغليظ، وهو يؤدي إلى انتشار كـل الأشـعة بشـكل متسـاو وهـذا مـا يعطـي السـماء اللـون الأبـيض عنـد وجـود الضـباب والغيـوم لأن الأشـعة الخضراء والزرقاء والحمراء تتشتت بشـكل متسـاو، ومـن المعـروف أن اجتمـاع هـذه الألـوان الثلاثـة بشـكل متساو يشكل اللون الأبيض.

الامتصاص:

هـو الآليـة الثانيـة مـن آليـات تـأثير الغـلاف الجـوي علـى الأشـعة الكهرومغناطيسـية المـارة بـه، حيث تقوم مكونات الغلاف الجوي بامتصاص جزء من الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة، يعتبر الأوزون وثـاني أوكسيد الكربـون وبخـار المـاء مـن أكثـر عوامـل امتصـاص الأشـعة فـي الغـلاف الجوي.



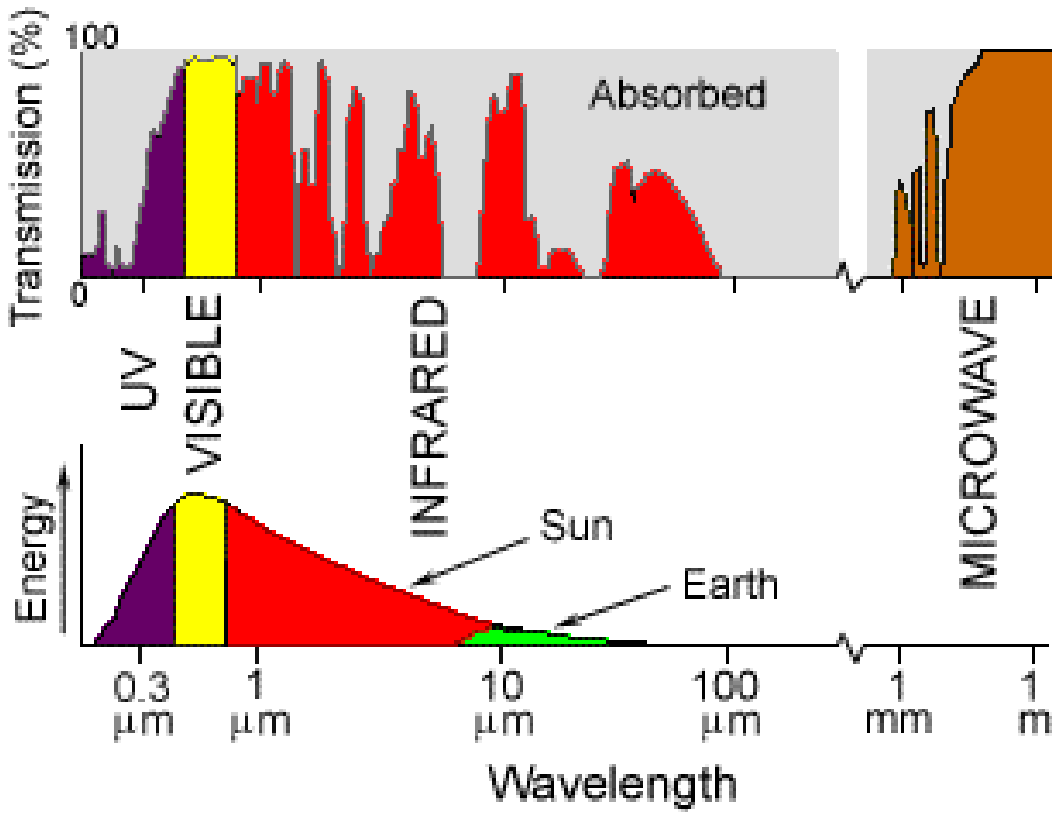
الأوزون: يقوم بامتصاص الأشعة الضارة (فوق البنفسجية) ولولا وجود الأوزون لانعدمت الحياة على سطح الأرض.

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.

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

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 ١٠ ميكرومتر(في المجال الحراري تحت الأحمر) يمكن اعتباره نافذة في الغلاف الجوي. بالإضافة الى الجزء القريب من الاشعة تحت الحمراء



بينما نجد أن أعرض نافذة تقــع عنــد الأطــوال الموجية الأكبر من

1 مم وهو مـا يتوافق مـع الأمواج الميكروية.

أي ان اشـعة المـايكروويف كلها تعتبر نافذة .

تفاعلات الأشعة الكهرومغناطيسية مع سطح الأرض

عند سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية على سطح الأرض يحدث لها التالي:

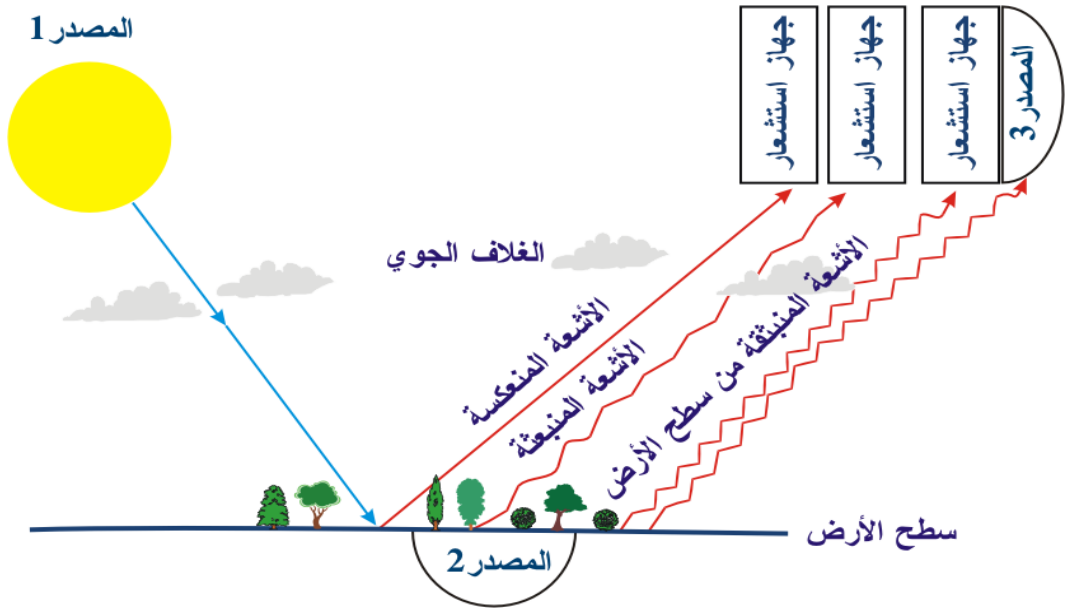
١- امتصاص للأشعة (Absorption)

٢- انبعاث (Emission source)

٣- انعكاس (Reflection)

٤- نفاذ (Transmission)

٥- تشتت (Scattering)



تفاعلات الطاقة مع معالم سطح الأرض

Energy Interaction with Earth Surface Features

عندما ترد طاقة كهرومغناطيسية على معلم أرضي محدد يمكن ملاحظة ثلاثة تفاعلات أساسية للطاقة مع هذا المعلم.

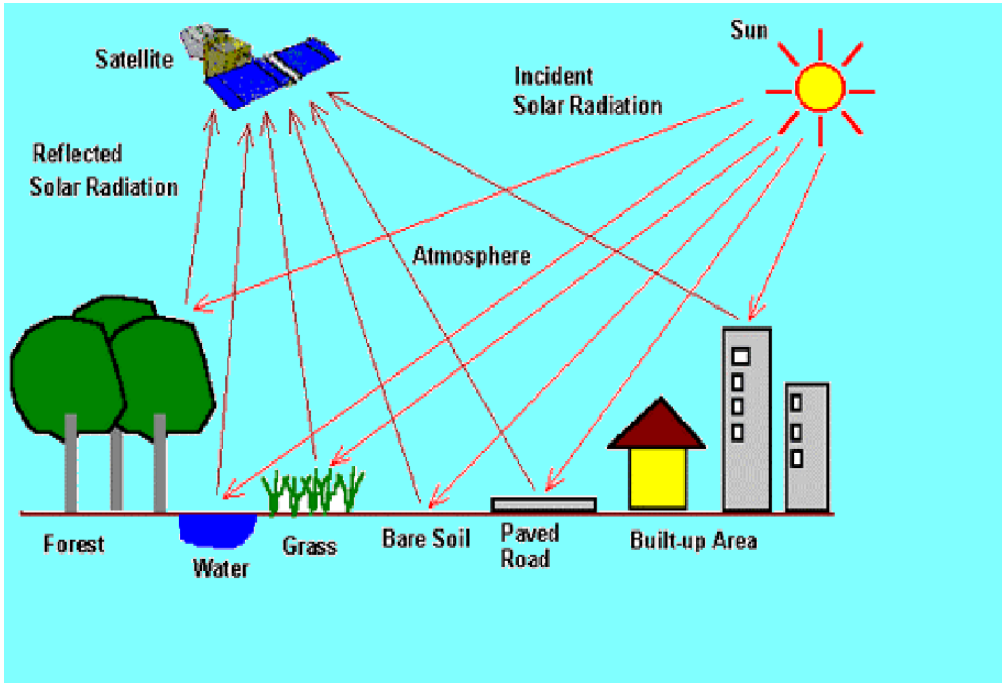
أن جزءاً من الطاقة الواردة ينعكس وجزء آخر يمتص وينفذ جزء ثالث فإذا طبقنا مبدأ حفظ الطاقة أمكننا صياغة العلاقة بين هذه التفاعلات الثلاث للطاقة كما يلي:

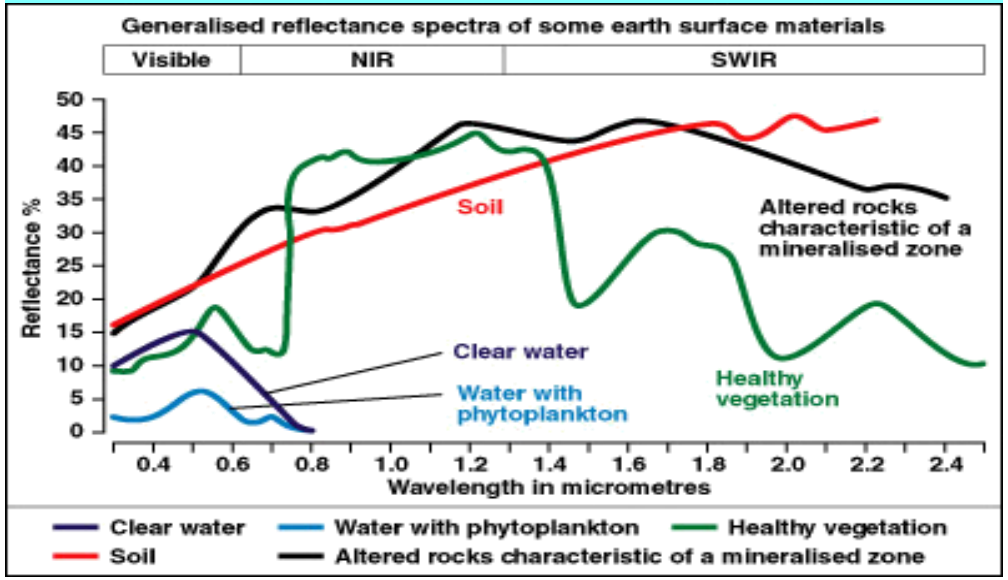
$$EI = ER + EA + ET$$

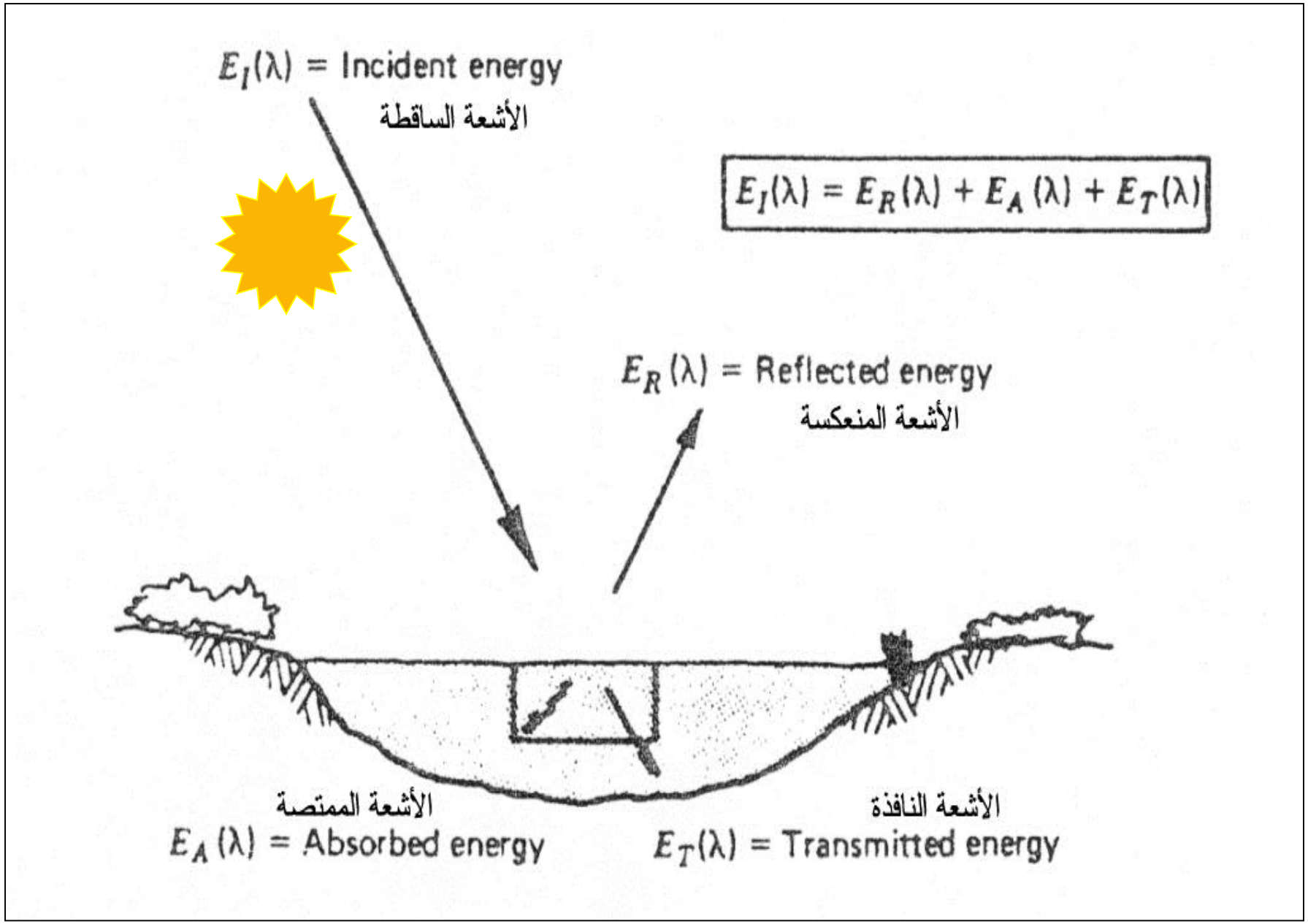
حيث ترمز EI إلى الطاقة الواردة و ER إلى الطاقة المنعكسة وEA إلى الطاقة الممتصة و ET إلى الطاقة النافذة، علماً أن كل مركبات الطاقة هي تابعة لطول الموجة

تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع مادة سطح الأرض

- عند سقوط الإشعاع الكهرومغناطيسي على مادة سطح الأرض فإنه يتفاعل معها بثلاثة طرق هي: الإمتصاص Absorption، المرور Transmission، والإنعكاس Reflection.
- بيانات الإستشعار من بعد هي تسجيل الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن سطح الأرض.
- لكل مادة في الكون نمط مميز من الإشعاعات المنعكسة يطلق عليه أسم البصمة الطيفية Spectral Signature.
- تستخدم البصمة الطيفية لتمييز مختلف مواد سطح الأرض عن بعضها البعض.





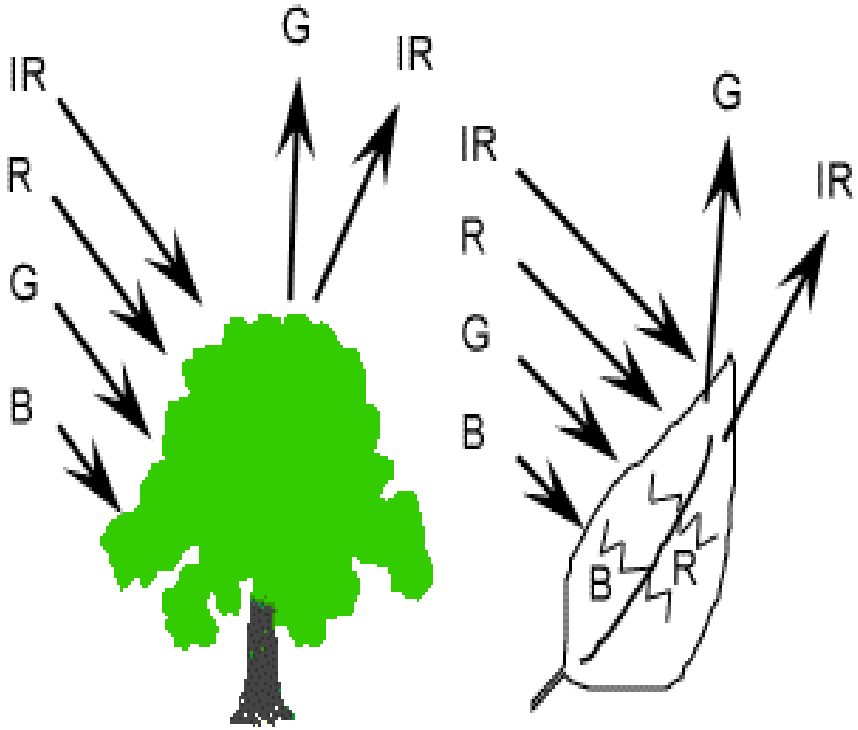

$E_I(\lambda)$ = Incident energy
الأشعة الساقطة
$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda)$
$E_R(\lambda)$ = Reflected energy
الأشعة المنعكسة
الأشعة الممتصة
$E_A(\lambda)$ = Absorbed energy
الأشعة النافذة
$E_T(\lambda)$ = Transmitted energy

ولخصائص الأشعة المنعكسة من معالم سطح الأرض شأن كبير جداً لأن كثيراً من أجهزة الاستشعار عن بعد تعمل في مناطق الموجات التي تسيطر عليها الطاقة المنعكسة لذلك كان من المفيد أن نفكر في علاقة توازن الطاقة الواردة في المعادلة السابقة بالشكل التالي:

$$ER = EI - (EA + ET)$$

أي أن الطاقة المنعكسة تساوي الطاقة الواردة على معلم ما من معالم سطح الأرض مطروحاً منها الطاقة الممتصة أو النافذة.

وللشكل الهندسي للجسم الذي يعكس الطاقة شأن كبير أيضاً والمقصود هنا بالدرجة الأولى خشونة سطح الجسم فالعواكس الملساء specular reflectors هي سطوح مستوية كالمرآة تتساوى فيها زاويتا الورود والانعكاس، أما العواكس الناثرة diffuse reflectors (أو اللمبرتية lambertian) فهي سطوح خشنة تعكس الأشعة في جميع الاتجاهات ومعظم السطوح الأرضية ليست سطوح ملساء بشكل مطلق كما أنها ليست سطوحاً ناثرة وإنما هي سطوح متوسطة بين هذين الحدين الأعظمين.



إن الأشـــعة التـــي لا تمتص من قبل الغلاف الجـوي أو تتشـتت فيـه تصل إلى سطح الأرض وتتفاعـل مـع الأهـداف الأرضية وهنا يمكن أن نميـز ثـلاث حـالات مـن تفاعل الأشـعة السـاقطة مـع الأجسـام المنتشـرة على سطح الأرض كمـا اوضحنا سابقاً

١. الامتصـــــاص (A): حيــث يقــوم الهــدف بامتصـــاص الأشـــعة إلى داخله.

٢. النفـاذ الاختـراق (T): تنتقــل الطاقــة عبــر الجسم.

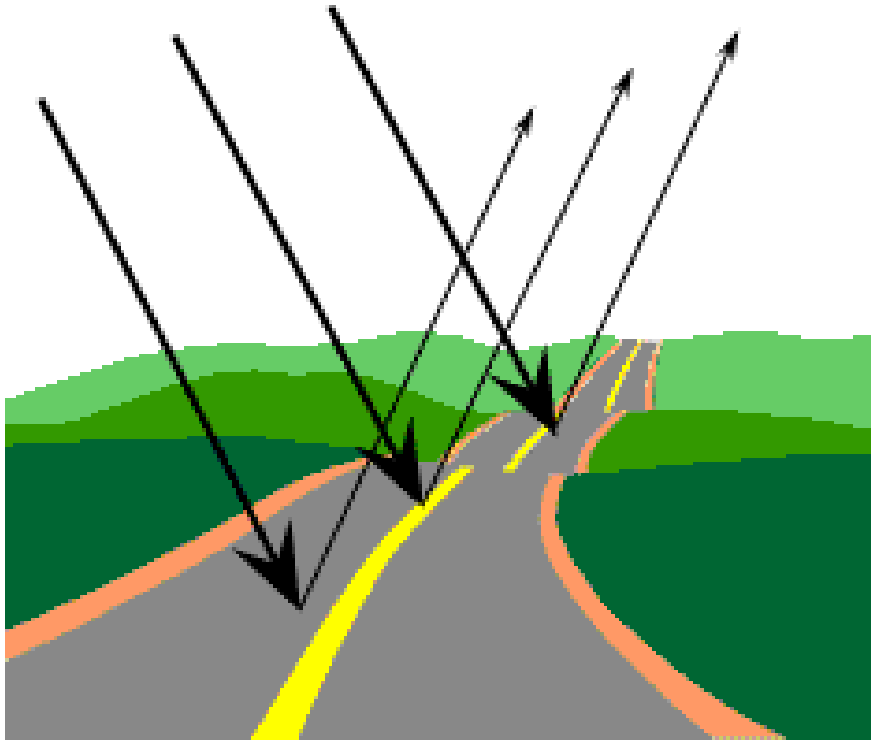
٣. الانعكاس (R): عندما يقـوم الهـدف بعكـس الأشــعة إلــى الغـلاف الجوي.

تعتمد كمية كل من الأنـواع الثلاثــة علــى طــول الموجة ومادة الهدف وظروفه.

إن الانعكاس هو ما يهمنا في الاستشعار عن بعد ويمكن أن نميز نوعين من الانعكاس:

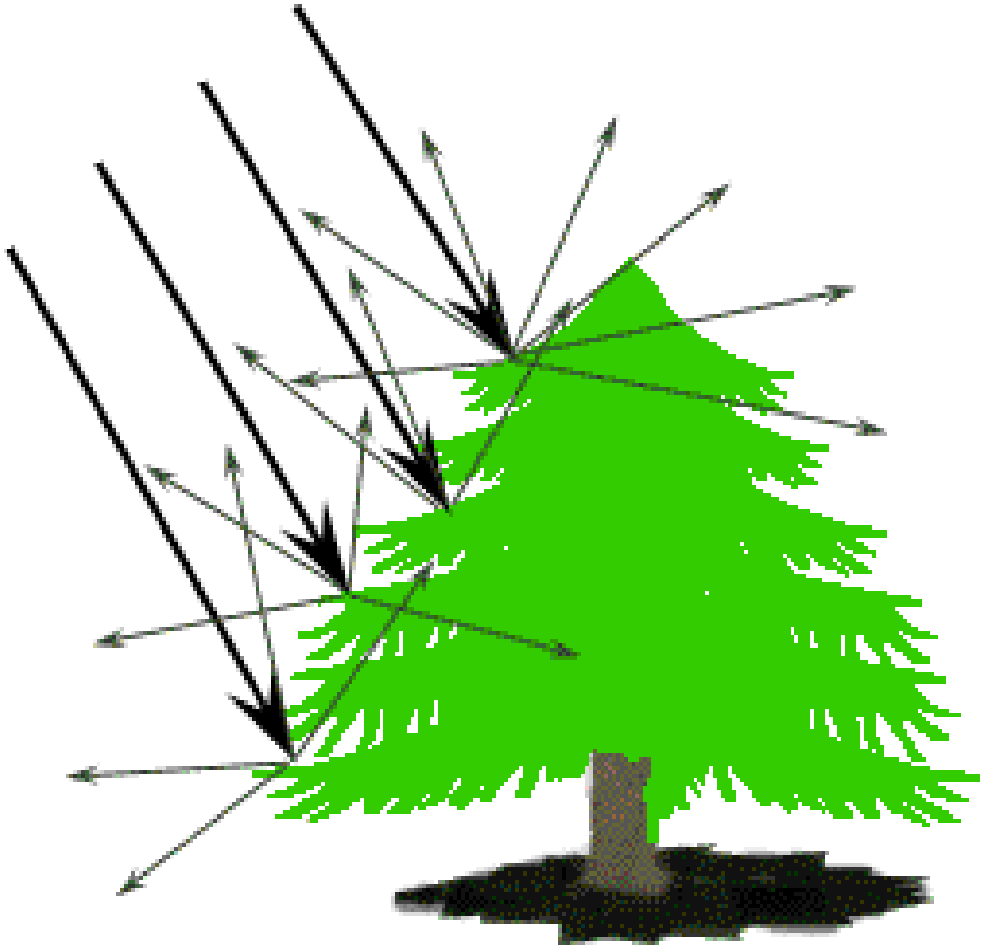
١. الانعكاس المنظاري أو المرآتي (Specular)

٢. الانتشار(DIFFUSE)



الانعكـــــاس المنظـــــاري أو المرآتـــــي(Specular):

وهـو ارتـداد معظـم الأشـعة عـن سـطح الجسـم وفـق زاويــة واحــدة،أي زاويــة الــورود تســاوي زاويــة الانعكاس.



الانتثار(DIFFUSE):

تحدث عندما يكون السطح خشنا، عندها ترتد الأشعة في كل الاتجاهات تقريبا.

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 في المحاضرة القادمة .