11. تفاعل الأشعة مع الأهداف على سطح الأرض :

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

1. **الامتصاص Absorption (A) :** حيث يقوم الهدف بامتصاص الأشعة إلى داخله.
2. **الانتقال Transmission (T) :** تنتقل الطاقة عبر الهدف (الجسم) .
3. **الانعكاس Reflection (R) :** يقوم الهدف بعكس الأشعة إلى الغلاف الجوي.

إن الانعكاس هو مايهمنا في دراسة نظام التحسس النائي.

1.11 الانعكاس (Reflection):

تبرز من خلال تفاعل الجزيئات على سطح الأرض مع أشعة الطيف الكهرومغناطيسي, حيث ان لكل ظاهرة أرضية خاصية في انعكاس الأشعة الواردة إليها و هذا الاختلاف في خاصية الانعكاس هو المهم في تطبيق التحسس النائي.

يحسب الانعكاس بأستعمال معادلة توازن الطاقة الاتية:

$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda)$$

الأشعة المنعكسة = الأشعة الساقطة –(مجموع الأشعة الممتصة + الأشعة النافذة أو المارة)

$$E_R(\lambda) = E_I(\lambda) - (E_A(\lambda) + E_T(\lambda))$$

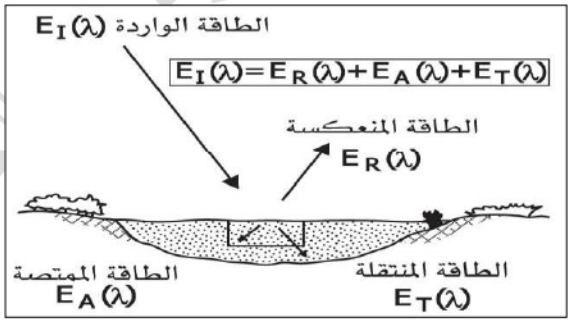
حيث ان:

$E_R(\lambda)$ =طاقة الأشعة المنعكسة (Reflected Energy)

$E_I(\lambda)$ = طاقة الأشعة الساقطة أو الواردة (Incident energy)

$E_A(\lambda)$ = طاقة الأشعة الممتصة (Absorbed Energy)

$E_T(\lambda)$ = طاقة الأشعة المنتقلة او النافذة أو المارة أو المرسلة (Transmitted Energy)



شكل (12) معادلة توازن الطاقة نتيجة تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع الوسط المادي (الأهداف)

تقاس الخواص الانعكاسية لجسم ما على سطح الأرض بجزء الطاقة المنعكسة من سطح هذا الجسم وهو تابع لطول الموجة ويسمى معامل الانعكاس الطيفي ويعبر عنها رياضيا كنسبة مئوية (%) بالمعادلة الاتية :

$$R(\lambda) = (E_R(\lambda) / E_I(\lambda)) \times 100\ \%$$

$R(\lambda)$ = معامل الانعكاس الطيفي.

$$\text{معامل الانعكاس} = \frac{\text{كمية الأشعة المنعكسة لموجة معينة}}{\text{كمية الأشعة الساقطة للموجة نفسها}} \times 100\ \%$$

ظاهرة الالبيدو (الضوء المنعكس): تعرف على أنّها نسبة الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة من سطح جسم ما الى نسبة الطاقة الكهرومغناطيسية الواردة (الساقطة) على سطح هذا الجسم.

كيف يتم تحديد الالبيدو:

يساعد الالبيدو على معرفة انعكاسية الأشعة عن الأسطح، ويتم عادةً قياسه وفق مقياسٍ يتراوح بين 0 و1، وتختلف الأسطح في الألبيدو إلا أنها تتراوح جميعًا بين النسبة 0 و1.

- **القيمة 0 :**تعطى القيمة صفر للأسطح الماصة بشكلٍ كبيرٍ، أي تلك التي تقوم بامتصاص الأشعة الشمسية وتأخذ كل الضوء الذي يصلها، وتتميز الأسطح السوداء بدرجة ألبيدو صفرية.
- **القيمة 1 :**هذه النتيجة تعتبر دليلًا على أن السطح لا يمتص الضوء الوارد بل يعكسه، وعادةً ما تكون هذه القيمة دليلًا ومؤشرًا على اللون الأبيض.

بسبب اختلاف خصائص المواد او الظواهر الموجودة على سطح الارض وطبيعة موادها وطول الموجة الواردة, تختلف كمية الأشعة المنعكسة منها في الموجات المرئية وتحت الحمراء والأشعة تحت الحمراء الحرارية المنبعثة وأشعة الرادار.

يتأثر الانعكاس بالعوامل الاتية:

1. طول الموجة الواردة.
2. زاوية سقوط أشعة الشمس (العصر في الصيف غير العصر في الشتاء)
3. الخواص الفيزيائية والكيميائية للهدف.
4. نسيج سطح الهدف (خشن أو ناعم).

اختلاف كميات الأشعة التي يسجلها جهاز التحسس النائي للأجسام والمعالم والمناطق الأرضية يجعلها تظهر على الصور بدرجات مختلفة من اللون الرمادي الأمر الذي يمكن من التمييز بين الظواهر المختلفة. فكلما انخفضت كمية الأشعة المسجلة للظاهرة كلما كان لونها على الصورة داكنا (قاتما) dark والعكس صحيح.

انواع الانعكاس :

1. **الانعكاس التناظري (Symmetric):**

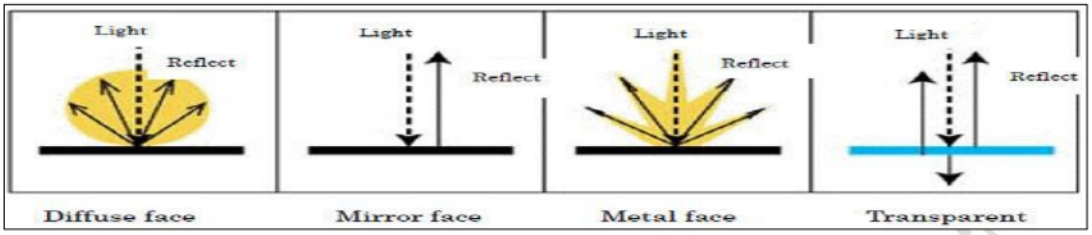
وهو ارتداد معظم الأشعة عن سطح الجسم وفق زاوية واحدة. يحدث عندما يكون السطح ناعماً كالمرآة مثل الماء الساكن وبعض أنواع الترب والصخور وتكون زاوية سقوط الأشعة تساوي زاوية انعكاسها وهذا النوع من الانعكاس لا يفيد في التحسس النائي, لأنه يبدو في الصورة الفضائية ضوءاً لامعاً وباهراً مما يقلل من أمكانية التميز بين الأشياء.

2. **الانعكاس المنتشر(Diffused Reflectance Absorption):**

تحدث عندما يكون الانعكاس بمثابة عاكس مثالي لان المادة ذات السطح الخشن (Rough) تعكس الاشعاعات بشكل متماثل في كافة الاتجاهات تقريبا, يعتمد على خشونة السطح مقارنة بطول موجة الأشعة الواردة عليه. فبعض الأجسام تنشر الأمواج القصيرة وتعكس الطويلة منها. ففي المجال المرئي من الطيف تظهر المواد الرملية الناعمة سطوحاً خشنة, بينما تبدو التضاريس الصخرية سطوحاً عاكسة ناعمة في مجال الأمواج الطويلة وبصورة عامة عندما يكون طول موجة الأشعة الواردة أصغر بكثير من تغير ارتفاعات السطح أو حجم الجزيئات المكونة لسطح المادة فأن هذا السطح يبدو خشناً ويعمل سطحاً ناشراً ويعطي معلومات طيفية ولونية مميزة للسطح الناشر بعكس العواكس البراقة

وهذا الانعكاس هو النوع المفيد في التطبيقات التحسس النائي حيث يمكن تميز الأجسام بعضها عن البعض الأخر, إلا أنه في الواقع لا توجد عواكس مثالية ناشرة تعكس الأشعة بشكل متناظر تماماً.

تقع الأجسام من حيث صفاتها الانعكاسية بين الانعكاس التناظري الكامل و الانعكاس المنتشر (الانتشار الكامل) .



شكل (13) تفاعل الإشعاع الكهرو مغناطيسي مع الوسط المادي

12. الهدف (Target): هو جميع مواد الارض (الظاهرة الأرضية المراد دراستها) التي تتضمن مجال رؤية نظام التحسس النائي الذي يسجل الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة او المنبعثة من هذه المواد او الاهداف, حيث تتغير قيمة الطاقة بتغير الاهداف مما يساعد في استنباط البيانات والكشف عن هوية الهدف المدروس.

وتتباين الأهداف فيما بينها من خلال:

1. التباين الطيفي: يعتمد هذا العامل على كمية الأشعة المنعكسة عن المواد المدروسة ونوعيتها إذ تختص كل مادة من المواد بعكس كمية معينة من الأشعة الساقطة عليها. فالنباتات تعكس الأطوال الموجية μm (0.6 to 1.4), والماء يعكس الأطوال الموجية μm (0.4 to 1.4). لذا يظهر انعكاس كل هدف بصورة تميزه عن بقية الانعكاسات للاهداف الاخرى. كل هدف (مادة مدروسة) له نمط مميز من الاشعاعات المنعكسة وفي شروط محددة تماما يدعى بالبصمة الطيفية (Spectral Signature) أوبما يسمى بمنحني الانعكاس الطيفي للهدف (Spectral reflectance curve), هو توزيع الطاقة التي يبعثها الهدف تبعا لطول الموجة.

تتأثر البصمة الطيفية بالاتي:

- الفصل من السنة.
- الموقع الجغرافي.

لذا من الصعب عمليا الحصول على بصمة طيفية واحدة لكل الاهداف في جميع المناطق أو في كل فصل من فصول السنة

البصمة الطيفية (الاستجابة الطيفية او منحنى الانعكاس الطيفي) : هو نمط مميز لأشعة الطاقة المنعكسة من كل هدف ويختلف من هدف الى آخر. يستعمل لتمييز أهداف سطح الارض عن بعضها البعض. تتأثر هذه القاعدة بالفصل من السنة والموقع الجغرافي. ومن الصعب عمليا ان تكون البصمة واحدة في جميع المناطق أو لكل فصل من فصول السنة.

2. التباين الهيكلي : يتعلق هذا العامل بتركيب ومظهر المادة المدروسة.

3. التباين الزمني: يتعلق هذا العامل بالوقت الذي يسجل فيه البيانات الفضائية لظاهرة أرضية مراد دراستها, مثال على ذلك: صور فضائية ملتقطة بأزمنة مختلفة متعاقبة لنفس المنطقة لدراسة المراحل المختلفة للمحاصيل الزراعية والتغير الحاصل بها من مرحلة أنبات, تفرع, نضج ثم حصاد. يرجع سبب اختلاف المراحل الى أختلاف نمو و أشكال النباتات وكثافتها.