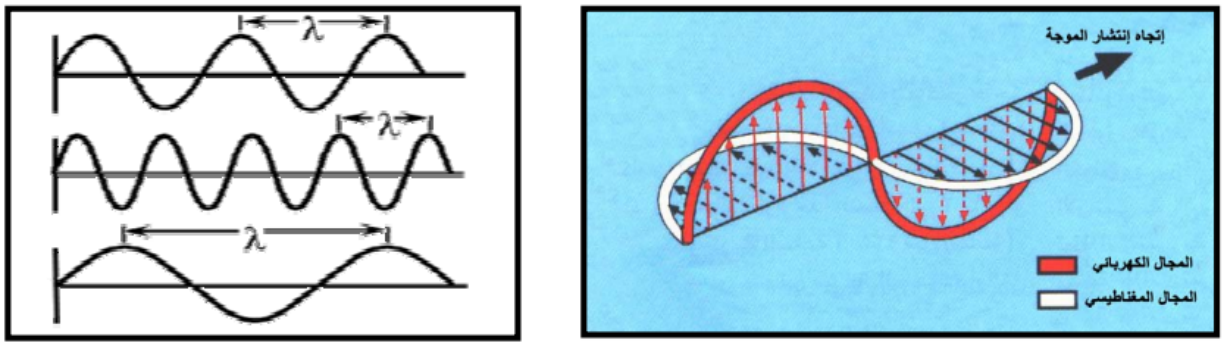
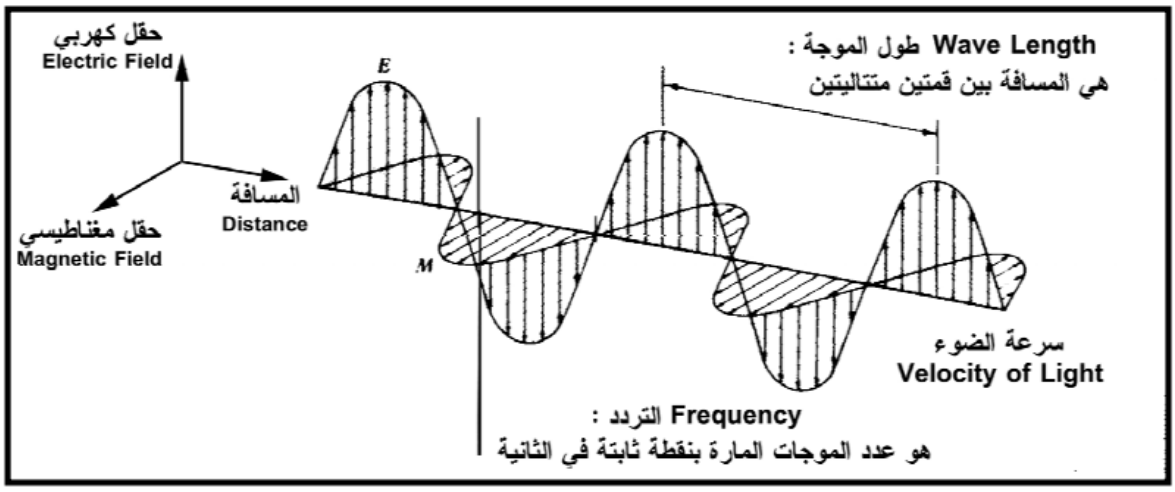
### 1 -4 -1 -1 الطاقة الكهرومغناطيسية:

الأشعة الكهرومغناطيسية أو الطاقة الكهرومغناطيسية هي عبارة عن إشعاع يتألف من حركتين اهتزازيتين متوافقتين تتحركان في مستويين متعامدين مصدر الحركة الأولى حقل كهربائي والأخرى مغناطيسي تشكلان معا حقلا كهرومغناطيسيا (اختصار و دمج لكلمتي كهربائي و مغناطيسي)، وتتحرك الطاقة الكهرومغناطيسية بشكل جيبي (شكل 1 -2) وتسير بسرعة الضوء (سرعة الضوء=300مليون متر في الثانية، أي $3\times10^8$ متر في الثانية). ومن خواص هذه الموجات، أنها تنتقل في خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس الواحد، وكلما قطعت الموجة الكهرومغناطيسية مسافة أطول كلما ضعفت قوتها. والمسافة بين قمتين في الموجة الكهرومغناطيسية متتاليتين تسمى بطول الموجة ($\underline{\lambda}$ Wave Length) و عدد القمم المارة في نقطة ثابتة في الفضاء في وحدة الزمن (ثانية) بالتردد ($\underline{F}$ Frequency)، (شكل 1 -3).




شكل (1 -2): مكونات الموجة الكهرومغناطيسية.



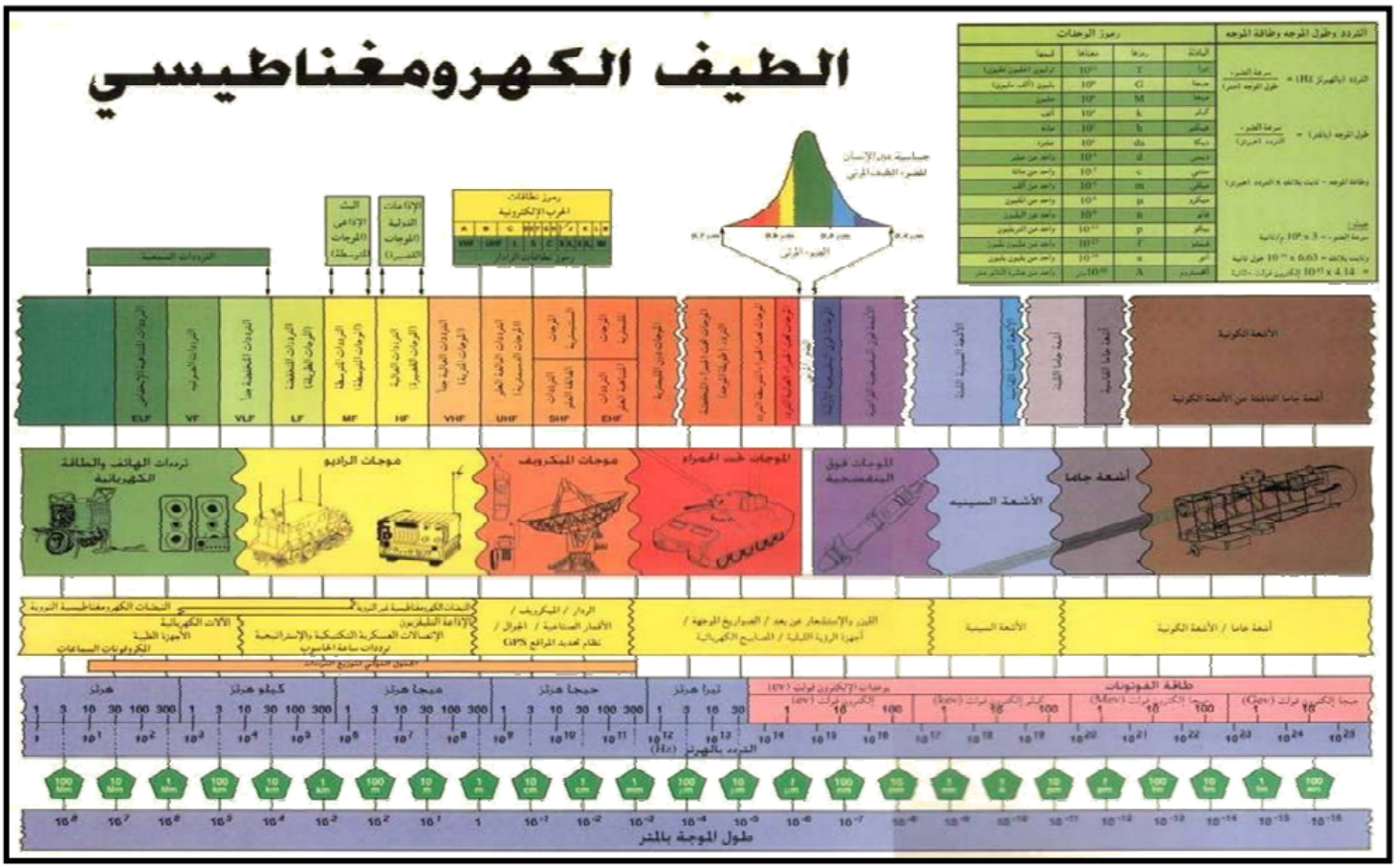

شكل (1 -3): الموجة الكهرومغناطيسية

### 1 -4 -1 -2 الطيف الكهرومغناطيسي:

يستعمل اصطلاح الطيف الكهرومغناطيسي لوصف مجالات الأشعة القصيرة والمتوسطة والطويلة، وقد قسم إلى مجالات طيفية( أو ما يعرف بالنطاقات Bands) متصلة (شكل 1 -4) ومن أهمها:

-الأشعة الكونية.
-أشعة إكس.
-الأشعة المرئية.
-الأشعة تحت الحمراء الحرارية.
-موجات الراديو والتلفزيون.
-أشعة جاما.
-الأشعة فوق البنفسجية.
-الأشعة تحت الحمراء.
-الموجات القصيرة ( الميكروويف).

أما ما يستعمل في الاستشعار عن بعد من هذه المجالات الطيفية فهو الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء و الأشعة تحت الحمراء الحرارية والأمواج القصيرة.




شكل (1 -4): نطاقات الموجات الكهرومغناطيسية

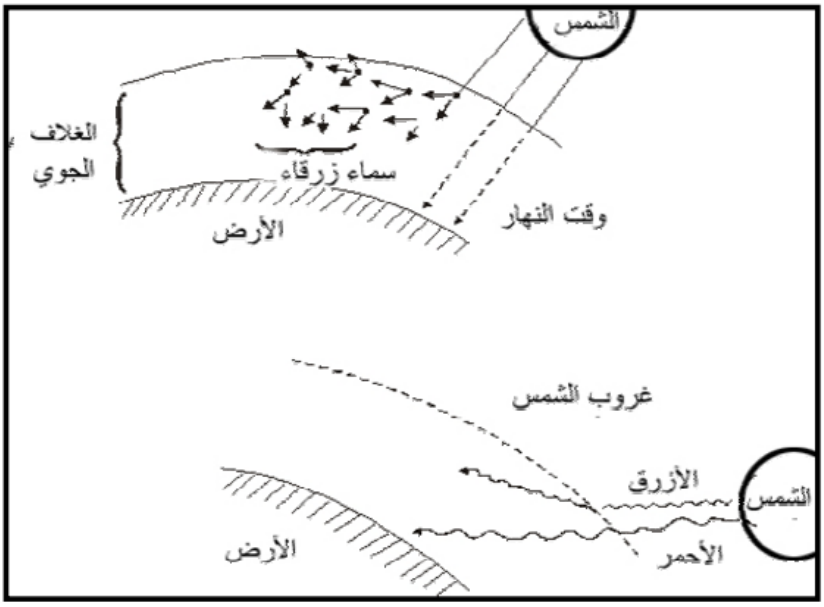
### 1 -4 -2 مسار انتقال الأشعة :

في نظام الاستشعار عن بعد تمر الأشعة الكهرومغناطيسية من المصدر إلى الهدف ومنه إلى جهاز الاستشعار، ويؤثر الغلاف الجوي في انتشار الطاقة بين مصدر هذه الطاقة وبين الهدف وجهاز الاستشعار المحمول على متن الأقمار الصناعية وبالتالي يؤثر في التحليل الطيفي للصور الفضائية، وهناك ثلاث حالات الطاقة عند انتقالها خلال غازات الغلاف الجوي وهي: التشتيت، الامتصاص والنفاذ.

**1 -4 -2 -1التشتيت:**

وهو تناثر للإشعاعات لا يمكن توقعه، يحدث بفعل الجزيئات الموجودة في الجو، وذلك عندما تصطدم الإشعاعات مع جزيئات الجو والجزيئات الصغيرة الأخرى ذات الأقطار الأصغر من أطوال موجات الأشعة المتداخلة، أوضح دليل على ذلك لون السماء الأزرق الناتج من تداخل أشعة الشمس مع جزيئات الجو وتشتت الأشعة الزرقاء الأقل طولاً (الطول الموجي)، بينما يصبح لون السماء مائلا إلى الأحمر أو البرتقالي عند الغروب أوالشروق إذ تنتقل حينها أشعة الشمس ضمن مسار أطول فيحدث تشتت للأشعة ذات الأمواج القصيرة بشكل كامل(شكل 1 -5)، ويظهر لون الأطوال الأقل تشتتا. ويعتبر هذا التشتت من الأسباب الرئيسة لظاهرة الضباب أو السديم التي تظهر في الصور الفضائية وتقلل من وضوح الرؤية والتميز.

وتشتت آخر يحدث عندما تكون أقطار الجزيئات الجوية مساوية لأطوال موجات الطاقة الكهرومغناطيسية التي تصطدم بها، ومن الأسباب الرئيسة لهذا التشتت جزيئات الغبار وبخار الماء العالقة في الجو، ويؤثر هذا التشتت في الموجات الأطول.



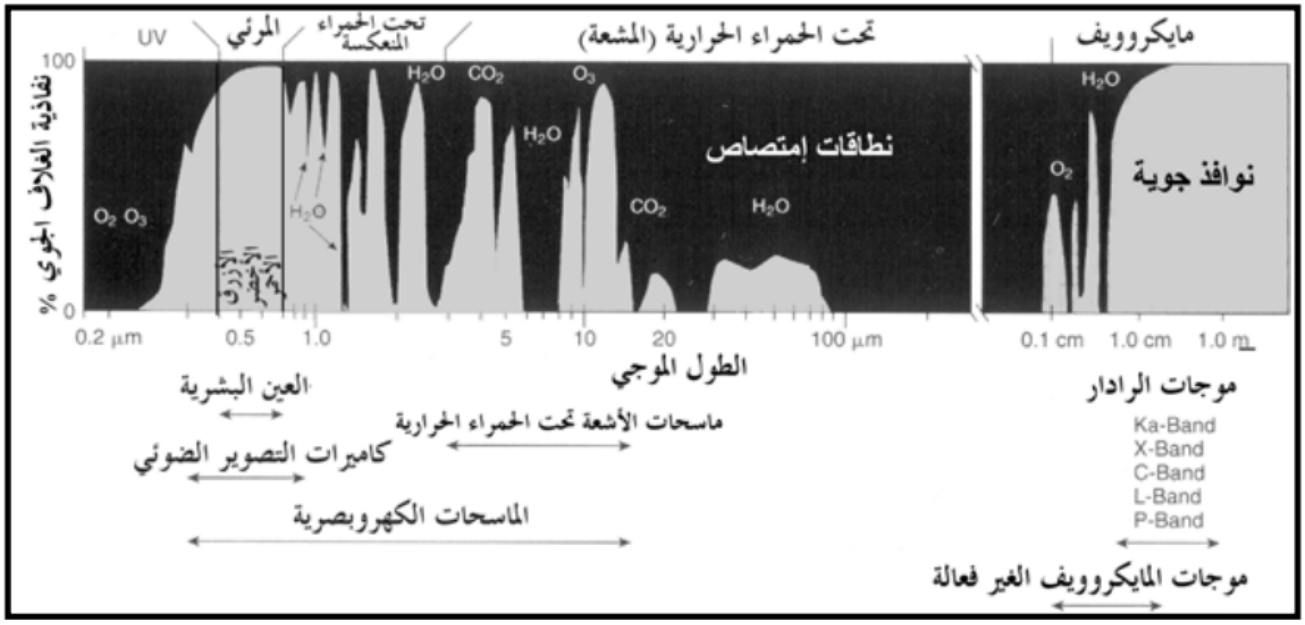

شكل (1 -5): تشتت الأشعة الشمسية

### 1 -4 -2 -2 الامتصاص والنفاذ:

يسبب الامتصاص فقداناً للطاقة عند طول موجة معين ضمن نطاقات تسمى نطاقات الامتصاص، وأكثر المواد امتصاصا للإشعاعات الشمسية بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون وغاز الأوزون، كما يسمح الغلاف الجوي بانتقال الطاقة في نطاقات تسمى النوافذ الجوية أو نطاقات النقل الجوي (شكل 1 -6). وبهذا يتحدد المجال الطيفي الذي يمكن استخدامه لأجهزة الاستشعار، ونبين في (الجدول 1 - 2) أهم المجالات الطيفية المستعملة في أجهزة الاستشعار عن بعد وبعض تطبيقاتها.

| طوال الموجة (مايكرو متر) | المجال | الفائدة التطبيقية |
|---|---|---|
| 0.45 – 0.52 | الضوء المرئي (اللون الأزرق) | اختراق الأجسام المائية، رسم خرائط السواحل وتمييز التربة عن النبات والأشجار المتساقطة عن الدائمة الخضرة |
| 0.52 – 0.60 | الضوء المرئي (اللون الأخضر) | قياس انعكاس الغطاء النباتي السليم. |
| 0.63 – 0.69 | الضوء المرئي (اللون الأحمر) | تساعد الحساسية لامتصاص الكلوروفيل في هذا المجال على تمييز النباتات. |
| 0.76 – 0.90 | تحت الحمراء المنعكسة | تقدير الإنتاجية للنبات السليم وتحديد الأجسام المائية. |
| 1.55 – 1.75 | تحت الحمراء المنعكسة | قياس رطوبة الغطاء النباتي والتربة وتمييز الغيوم عن الثلج. |
| 2.08 – 2.35 | تحت الحمراء المنعكسة | الدراسات الجيولوجية وتمييز أنواع الصخور ورسم الخرائط الحرارية للمياه. |
| 10.40 - 12.50 | تحت الحمراء الحرارية | رسم الخرائط الحرارية، قياس رطوبة التربة والإجهاد النباتي. |

جدول(1 -2): بعض المجالات الطيفية المستخدمة في الاستشعار عن بعد.




شكل (1 -6): نطاقات الامتصاص والنوافذ الجوية.

### 1 -4 -3 الهدف المرصود :

يطلق اصطلاح الهدف على جميع العناصر من سطح الأرض التي تضمن مجال رؤية جهاز الاستشعار.ولولا تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الأهداف لما أمكن مشاهدة أو تحسس هذه الأجسام. فالطاقة لا تتفاعل مع نفسها بل في الحقيقة تسقط من مصدرها على الأجسام فتتفاعل معها ، ونحن من خلال أعيننا ومن الأجهزة والنظم الإلكترونية والبصرية الخاصة نتحسس آثار هذا التفاعل، فتتحقق أهداف تقنية الاستشعار عن بعد في استنباط المعلومات والكشف عن هوية هذه الأهداف (مزروعات، أبنية، مياه، طرق، ... الخ).

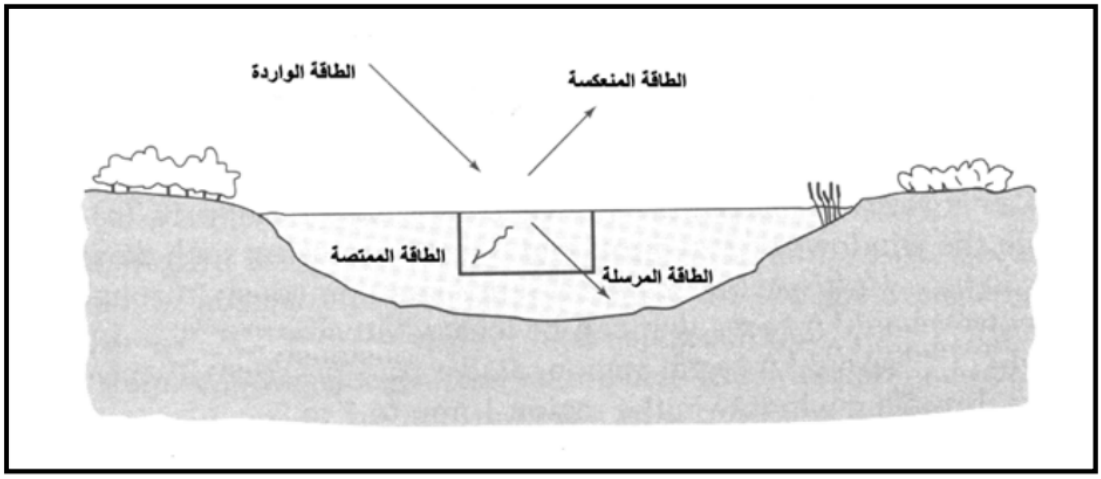
فعندما تسقط الأشعة الكهرومغناطيسية على سطح الهدف، فإن ثلاثة تفاعلات أساسية للطاقة يمكن حدوثها ، فالأشعة الواردة إما أن تمتص أو تنفذ من خلال الهدف أو تنعكس (شكل 1 -7). ويلاحظ أن الطاقة المنعكسة أو الممتصة أو النافذة تتغير قيمتها بتغير الأهداف ( نبات، ماء، تربة...)، ولكل هدف خاصية انعكاس للأشعة الواردة إليه تكون مميزة له، وهذا الاختلاف في خاصية الانعكاس هو المهم في تطبيقات الاستشعار عن بعد. وتتأثر الانعكاسات بالعوامل التالية:

أ. طول الموجة الكهرومغناطيسية.

ب. زاوية سقوط الأشعة.

ت. الخواص الفيزيائية والكيميائية للهدف.

ث. تركيب سطح الهدف.



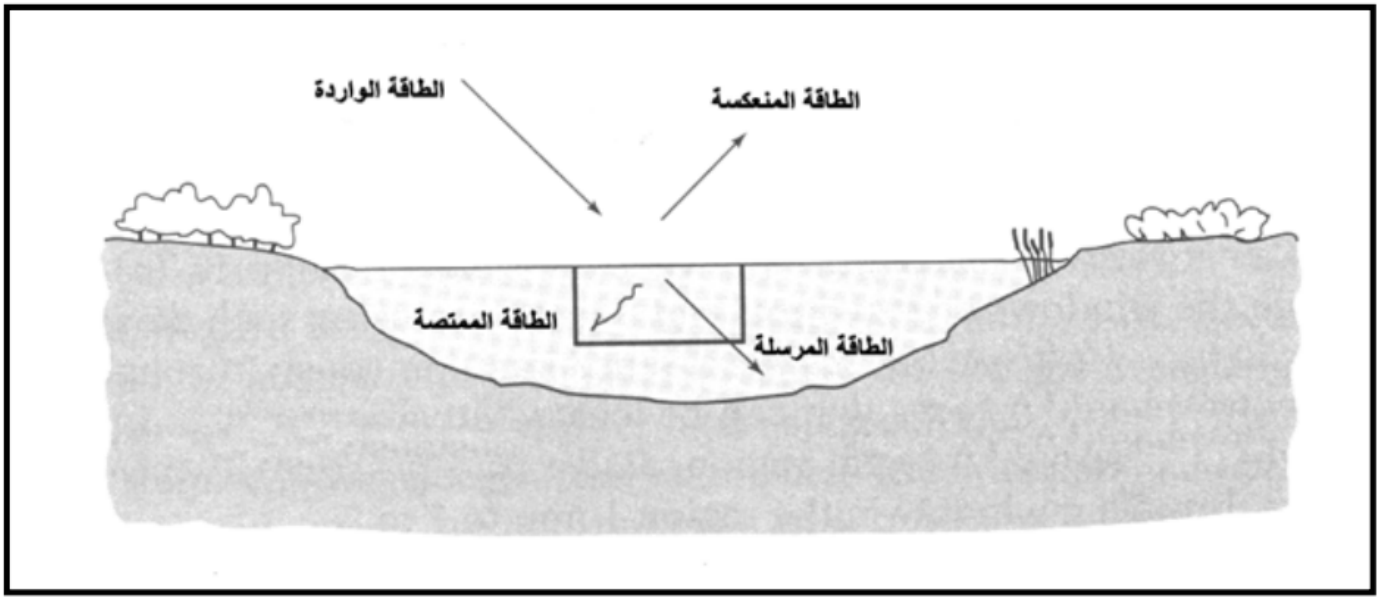

شكل (1 -7): تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الهدف

واستنادا إلى هذه العوامل يمكن تمييز عدة أشكال من أهمها:

- **الانعكاس التناظري**: ويحدث هذا النوع من الانعكاس عندما يكون السطح العاكس ناعما يعمل كالمرآة في خواصها الانعكاسية، مثل الماء الساكن وبعض أنواع التربة والصخور، وتكون زاوية سقوط الأشعة على سطح الهدف تساوي زاوية الانعكاس (شكل 1 -8). و هذا الانعكاس لا يفيد في الاستشعار عن بعد لأنه يبدو في الصور الفضائية ضوءاً لامعاً وباهراً مما يقلل من إمكانية التمييز بين الأشياء.
- **الانعكاس المنتشر**: تكون العواكس الناشرة المثالية ذات أسطح خشنة تعكس الإشعاعات بشكل متماثل في جميع الاتجاهات، حيث عندما يكون طول موجة الأشعة الواردة أصغر بكثير من تغير ارتفاعات السطح أو حجم الجزيئات المكونة لسطح الهدف فإن هذا الهدف يبدو خشنا ويعمل سطحا ناشراً ويعطي معلومات طيفية لونية مميزة بعكس العواكس البراقة. وهذا النوع من الانعكاس هو المفيد في تطبيقات الاستشعار عن بعد، حيث يمكن

ت. الخواص الفيزيائية والكيميائية للهدف.

ث. تركيب سطح الهدف.

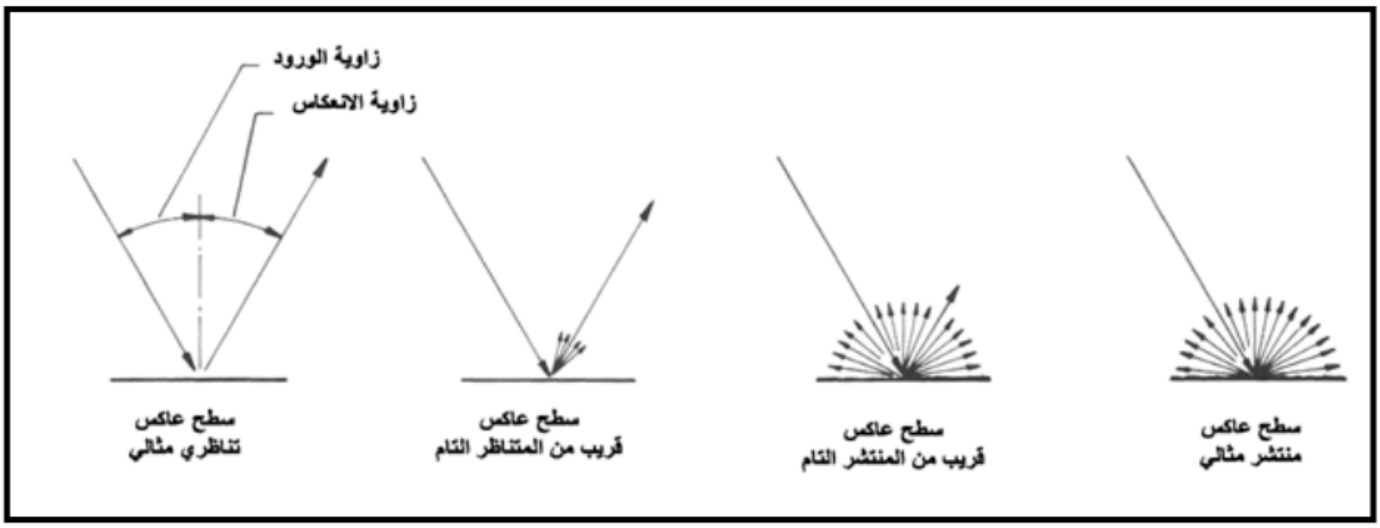



شكل (1 -7): تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع الهدف

واستنادا إلى هذه العوامل يمكن تمييز عدة أشكال من أهمها:

- **الانعكاس التناظري**: ويحدث هذا النوع من الانعكاس عندما يكون السطح العاكس ناعما يعمل كالمرآة في خواصها الانعكاسية، مثل الماء الساكن وبعض أنواع التربة والصخور، وتكون زاوية سقوط الأشعة على سطح الهدف تساوي زاوية الانعكاس (شكل 1 -8). و هذا الانعكاس لا يفيد في الاستشعار عن بعد لأنه يبدو في الصور الفضائية ضوءاً لامعاً وباهراً مما يقلل من إمكانية التمييز بين الأشياء.
- **الانعكاس المنتشر**: تكون العواكس الناشرة المثالية ذات أسطح خشنة تعكس الإشعاعات بشكل متماثل في جميع الاتجاهات، حيث عندما يكون طول موجة الأشعة الواردة أصغر بكثير من تغير ارتفاعات السطح أو حجم الجزيئات المكونة لسطح الهدف فإن هذا الهدف يبدو خشنا ويعمل سطحا ناشراً ويعطي معلومات طيفية لونية مميزة بعكس العواكس البراقة. وهذا النوع من الانعكاس هو المفيد في تطبيقات الاستشعار عن بعد، حيث يمكن

تمييز الأجسام بعضها عن بعض، إلا أنه في الواقع لا توجد عواكس ناشرة مثالية تعكس الأشعة بشكل متناظر تماما (شكل 1 -8).




شكل (1 -8): أشكال انعكاس الأشعة.