الجامعة	الأنبار
الكلية	التربية للعلوم الإنسانية
القسم	الجغرافيا
اسم المادة باللغة العربية	الاستشعار عن بُعد
اسم المادة باللغة الانكليزية	Remote Sensing
اسم المحاضر	أ.م.د. علي خليل خلف الجابري
عنوان المحاضرة باللغة العربية	مقدمة في الاستشعار عن بُعد
عنوان المحاضرة باللغة الإنكليزية	Introduction to Remote Sensing
رقم المحاضرة	7

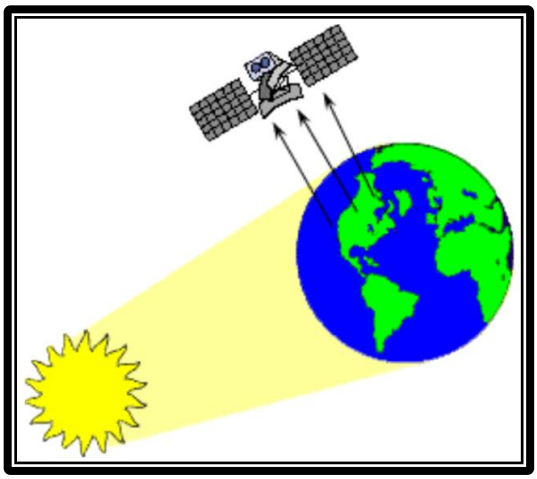
1-6-1-4: **نظاما الاستشعار عن بُعد**:

يتكون الاستشعار عن بُعد من نظاما حسب مصدر توليد طاقة الإشعاع وانعكاسه عن الأجسام، هما:

أولاً: **نظام الاستشعار عن بُعد غير الفعال أو السلبي** Passive Remote Sensing:

هو النظام الذي يقوم فيه المستشعر بتسجيل مقدار شدة طاقة الإشعاع الشمسي المنعكس والمشتت التي تعكس خصائصها الفيزيائية والكيميائية للأجسام، وتستطيع الأشعة المرئية والحرارية النفاذ من الغلاف الجوي ووصولها إلى مستشعرات الأقمار الصناعية التي لا يوجد بينهما أي تماس فيزيائي مباشر، وتسجلها على شريط ممغنط أو فلم الكاميرا أو ذاكرة داخلية، تتيح إمكانية إدخالها إلى الكمبيوتر لغرض معالجتها وتحليلها من أجل إعداد الخرائط منها وإجراء المسوحات المراقبة على الموارد الطبيعية على سطح الأرض، كما يبينه الشكل (9).

الشكل (9): عناصر مكونات نظام الاستشعار عن بُعد غير الفعال أو السلبي.

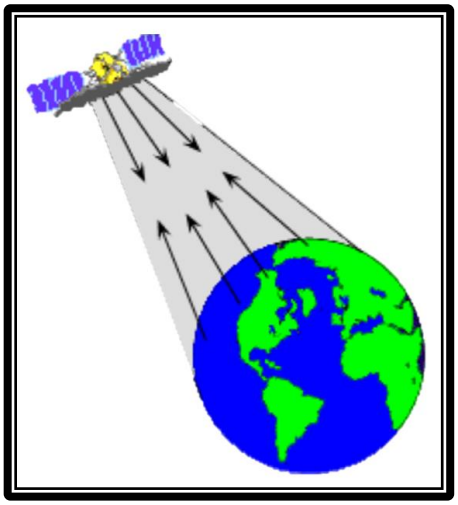


يتبين من الشكل (9)، بأن نظام الاستشعار عن بُعد غير الفعال أو السلبي يعمل خلال النهار فقط، ويتأثر هذا النظام في حالة الجو، مثل: وجود السحب، والعواصف الغبارية والترابية، كما يتأثر بمكونات الغلاف الجوي عند نفاذ الأشعة الشمسية في طريقها إلى الأجسام، والأشعة المنعكسة والمنبعثة من الأجسام حتى تصل إلى مستشعرات القمر الصناعي ليقوم بتسجيلها.

ثانياً: نظام الاستشعار عن بُعد الفعال أو إيجابي Active Remote Sensing:

هو النظام الذي يقوم فيه جهاز المستشعر بتوليد الموجات الميكروويفية التي تتراوح بين 1 مليمتر إلى 1 متر الذي يعرف بالرادار أو الأشعة الليزرية، وإرسالها نحو الأجسام، ومن ثم، يقوم المستشعر نفسه بتسجيل مقدار شدة طاقة الميكروويفية أو الليزرية المنعكسة بموجات مختلفة حسب اختلاف الخصائص الفيزيائية للأجسام والكيميائية، وتستطيع الأشعة الميكروويفية أو الليزرية النفاذ من الغلاف الجوي ووصولها إلى مستشعرات الأقمار الصناعية التي لا يوجد بينهما أي تماس فيزيائي مباشر، وتسجلها على شريط ممغنط، تتيح إمكانية إدخالها إلى الكمبيوتر لغرض معالجتها وتحليلها من أجل إعداد الخرائط منها وإجراء المسوحات المراقبة على الموارد الطبيعية على سطح الأرض، كما يبينه الشكل (10).

الشكل (10): عناصر مكونات نظام الاستشعار عن بُعد الفعال أو إيجابي.



يتبين من الشكل (10)، بأن نظام الاستشعار عن بُعد الفعال أو إيجابي يعمل هذا النظام تحت كل الظروف الجوية، ولا يتأثر في: وجود السحب، والعواصف الغبارية والترابية، وإمكانية عملها بالليل، والنهار، وتستطيع الأشعة الميكروويفية أو الليزرية النفاذ من مكونات الغلاف الجوي

في طريقها إلى الأجسام، والأشعة المنعكسة من الأجسام حتى تصل إلى مستشعرات القمر الصناعي ليقوم بتسجيلها. بناءً على ما سبق، فإن الطاقة الكهرومغناطيسية، هي أساس هذا العلم، وحجر الزاوية فيه. بحيث تعتمد تقنية الاستشعار عن بُعد على الطاقة المنعكسة من الأجسام، وهذه الطاقة ممكن أن تكون طاقة الضوء المرئي: (اللون الأحمر، واللون الأخضر، واللون الأزرق) أو طاقة حرارية أو أي نوع من الطاقة الكهرومغناطيسية.

1-6-2: **مسار انتقال الأشعة** Transmission Path:

يتعرض الإشعاع الشمسي أثناء مروره ذهاباً من المصدر إلى الهدف، وإياباً من الهدف على سطح الأرض إلى جهاز المُستشعر المحمول على متن الأقمار الصناعية، الذي يقوم بتسجيل الإشعاع الكهرومغناطيسي الواصل إليه في نظام الاستشعار عن بُعد غير الفعال في الغلاف الجوي إلى عمليات: الامتصاص، والانعكاس، والتشتت؛ نتيجة لمكونات الغلاف الجوي العديد من الغازات، وأبرزها: الأوكسجين، النتروجين، ثاني أوكسيد الكاربون، الأوزون، فضلاً عن جزيئات، مثل: بخار الماء، والغبار، والدخان، وغيرها، التي تضعفه، وتضيع جزءاً منه. ولهذا فإنه كلما كان مسار الإشعاع الشمسي في الغلاف الجوي أقصر وصل إلى سطح الأرض قوياً ومركزاً كما هو الحال في المناطق المدارية. أما إذا كان مساره طويلاً، فإن جزءاً كبيراً منه يضيع قبل أن يصل سطح الأرض، كما هو الحال في المناطق الباردة والقطبية. وبالتالي يؤثر تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع مواد الغلاف الجوي Energy Interaction In The Atmosphere في التحليل الطيفي للمرئيات الفضائية، وهناك ثلاث حالات تفاعل الطاقة عند انتقالها خلال غازات الغلاف الجوي، وهي:

1-2-6-1: **التشتيت أو التشتت** Scattering **أو التبعثر أو الانكسار** Deflection **أو الاستطارة**:

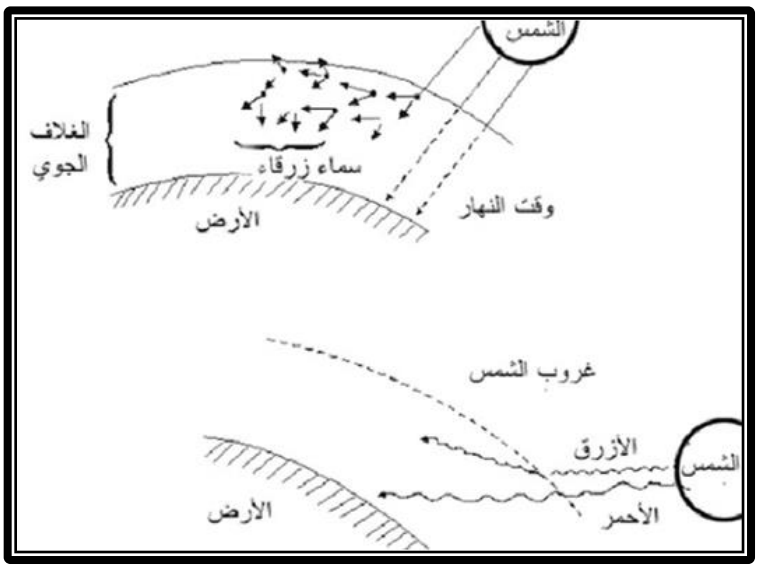
هو تناثر للإشعاعات بشكل عشوائي في مختلف الاتجاهات للأطوال الموجية في الغلاف الجوي لا يمكن توقعه؛ نتيجة اصطدام الإشعاع الكهرومغناطيسي بالجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي، مثل: بخار الماء، وذرات الغبار، والدخان، والأتربة، والأملاح، الشوائب العالقة فيه، وغيرها. تختلف عملية التشتت عن عملية الانعكاس، بأن جميع الموجات المشتتة تنتشر في جميع الاتجاهات بزوايا تختلف عن زاوية سقوطها، فيعود بعضها إلى الفضاء الخارجي، بينما يصل البعض الآخر إلى سطح الأرض، ويسمى: بالإشعاع السماوي.

يمكن تصنيف التشتت إلى ثلاثة أنواع هي:

أولاً: تشتت رايلي Rayleigh Scattering:

أكتشف اللورد رايلي L. Rayle، تشتت الإشعاع الكهرومغناطيسي نتيجة تفاعله مع جزيئات ذات أقطار أصغر من طول موجة الإشعاع المُتفاعل معها في الجو، مثل: جزيئات الأوكسجين والنتروجين؛ لذلك تكون الموجات القصيرة أكثر عرضة للتشتت وخصوصاً الموجات الزرقاء وتحت البنفسجية. أوضح دليل على ذلك، لون السماء الأزرق الناتج من تشتت أشعة الشمس من جزيئات الجو؛ نتيجة حدوث تشتت الأشعة الزرقاء ذات أطوال موجية قصيرة بنسبة أكبر خلال ساعات النهار من يقل تشتت الموجات المنظورة الأخرى (الموجات الطويلة البرتقالية والحمراء)، إذ تزداد السماء زرقة مع زيادة نقاء الجو، كما تزداد أيضاً مع زيادة زاوية سقوط أشعة الشمس، بينما يصبح لون السماء مائلاً إلى الأحمر أو البرتقالي عند الغروب أو الشروق، إذ يحدث تشتت للأشعة القصيرة بشكل كامل عند الشروق أو الغروب؛ نتيجة طول مسار الإشعاع الشمسي وزاوية سقوطه القريبة من الأفق، كما يبينه الشكل (11) ويظهر لون الأحمر أو البرتقالي ذات أطوال الموجية الأطول التي تكون أقل تشتتاً.

الشكل (11): تشتت الأشعة الشمسية.



ويُعد هذا التشتت من الأسباب الرئيسة لظاهرة الضباب Hazy أو السديم التي تظهر في المرئيات الفضائية، وتقلل من وضوح الرؤية والتميز أو تباينها Contrast. وذلك بأن الطاقة

الواصلة إلى المستشعر هي ليست فقط المنعكسة من الظواهر الأرضية، بل إن بعض الأشعة تتشتت من الغلاف الجوي تدخل ضمن الحزمة الواصلة إلى المُستشعر، لهذا يتم إزالة أو تخفيف الضبابية بوضع المرشحات الزرقاء Blue Filter أمام عدسة آلة التصوير لا تسمح بمرور الموجات القصيرة عند التصوير من ارتفاعات عالية. تختلف المرشحات حسب اختلاف الارتفاع، وتدعى بالضوضاء الخلفية أو الضوضاء القصيرة.

ثانياً: تشتت مي Mie Scattering:

أكتشف جوستاف مي Gustave Mie، تشتت الإشعاع الكهرومغناطيسي نتيجة تفاعله مع جزيئات ذات أقطار مساوية لطول موجة الإشعاع المُتفاعل معها في الجو، وعندها يكون التشتت في اتجاهٍ واحدٍ دائماً نحو الأمام. ويحدث تشتت مي عندما تكثر جزيئات: بخار الماء، والغبار في الغلاف الجوي. لذلك تكون الموجات الأطول من الموجات الزرقاء أكثر عرضة للتشتت. إن تأثير هذا النوع من التشتت في الموجات الأطول، إذا ما قورن بتشتت رايلي، كما إن تشتت مي تكون فاعلة عندما يكون الجو غائماً، بينما تشتت رايلي في معظم الظروف الجوية. وينتج عن هذا التشتت الضباب الأبيض White Haze، والضباب البني Brow Haze، وفي بعض الأحيان يظهر اللون الأحمر في الجو ذلك عندما يكون الجو محملاً بالغبار أو الدخان ويلاحظ هذا التشتت عند الغروب.

ثالثاً: التشتت اللانتقائي Nonselective Scattering أو اللالوني:

هو تشتت الإشعاع الكهرومغناطيسي نتيجة تفاعله مع جزيئات ذات أقطار أكبر بكثير من طول موجة الإشعاع المُتفاعل معها في الجو. مثل: قطرات الماء الموجودة في السحب أو الضباب. إذ تتسبب قطرات الماء ذات الأقطار من: 5 – 100 ميكرومتر في تشتت متساوية بكافة الموجات المنظورة والموجات تحت الحمراء المنعكسة. لهذا يُعد هذا التشتت غير انتقائي لطول الموجة. ففي الموجات المنظورة تتشتت كميات متساوية من الضوء الأزرق والأخضر والأحمر؛ لذلك يظهر الضباب والسحب بلون أبيض وخاصة بوجود القطرات الصغيرة بقطر 20 ميكرومتر، كما تبدو السحب السميكة غامقة اللون؛ لأنها لا تسمح للأشعة بالنفاذ خلالها.