الباب الثاني

الاستشعار عن بعد

Remote Sence

2-1 تعريف الاستشعار عن بعد:

هو وسيلة علمية للحصول على معلومات عن شيء أو مساحة أو ظاهرة ما، دون الالتماس معها فيزيائياً أو كيميائياً. وكذلك يمكن تعريفه بأنه العلم الذي يهتم بمسائل استخدام تقنيات التصوير الجوي أو الفضائي في مجال رسم وتحديث الخرائط وهو العلم الذي يهتم بتفسير الصور الجوية والفضائية.

والتعريف الأشمل يعرفه بأنه: تقنية مراقبة ودراسة والتعرف على الظواهر الأرضية أو القريبة من الأرض من دون الاحتكاك بها وذلك من خلال دراسة وتحليل الأشعة أو الطاقة الكهرومغناطيسية التي تنعكس أو تبث من تلك الأهداف والتي تحمل خواص الأهداف، حيث يتم تسجيل هذه الطاقة الكهرومغناطيسية بواسطة أجهزة الاستشعار التي تعمل عادة على منصات محمولة في الجو أو الفضاء.

2-2 مبدأ الاستشعار عن بعد:

يقوم مبدأ الاستشعار عن بعد على أن الأقمار الاصطناعية تقوم باستقبال الأشعة المنعكسة من سطح الأرض معتمدة في عملها على أجهزة حساسات تتحسس أنواع مختلفة من أطوال الأشعة الكهرومغناطيسية، على الرغم من

ذلك يُستفاد فقط من جزء يسير من الطيف الكهرومغناطيسي، ويشمل هذا الجزء الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء، الأشعة الحرارية، والميكروويف.

وتشكّل طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية الأساس الذي يقوم عليه علم الاستشعار عن بعد؛ إذ أنها تؤثر على المنطقة التي تسقط عليها فوق سطح الأرض بدرجات مختلفة حسب طبيعة تلك المنطقة والمواد الموجودة فيها والعوامل الطبيعية السائدة في الغلاف الجوي، ويمكن قياس ذلك الأثر بدقة خصوصاً بعد تطور علوم الفضاء وظهور الكثير من الأقمار الاصطناعية التي من ضمن مهامها مسح المجال الفضائي حول الأرض وجمع المعلومات والبيانات الخاصة بها بصورة دورية، وبذلك يمكن رصد ما يدور على الأرض من أنشطة طبيعية وصناعية.

2-3 مكونات الاستشعار عن بعد:

يمكن إيجاز مكونات الاستشعار عن بعد في العناصر التالية:

A-مصدر الأشعة.

B-مسار انتقال الأشعة.

C-الهدف.

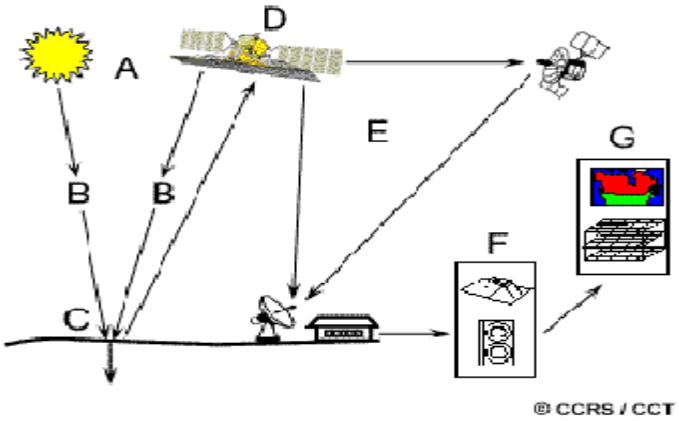
D-الجهاز المستشعر (المتحسس).

E-الإرسال والاستقبال والمعالجة.

F-التحليل والتفسير.

G-التطبيقات.

الشكل التالي يوضح مكونات نظام الاستشعار عن بعد بشكل متسلسل:



الشكل (2-1) مكونات نظام الاستشعار عن بعد

2-4 مميزات الاستشعار عن بعد:

وفرت تقنيات الاستشعار عن بعد العديد من المميزات التي جعلت منها تقنية بديلة وجاذبة في الكثير من التطبيقات نذكر منها ما يلي:

- التغطية الواسعة الناتجة من الارتفاع الشاهق للمتحسسات.
- لا توجد موانع طبيعية أو سياسية تحول دون الوصول للمنطقة المستهدفة وجمع بياناتها.
- توافق البيانات بين الأقطار المتجاورة من حيث الإسقاط والمرجع وخلافه من الخصائص، الشيء الذي لا توفره طرق المسح الأخرى.
- البيانات متصلة حيزياً ولا توجد فراغات في التغطية.

-الشكل الرقمي للبيانات يجعلها قابلة للمعالجة بالحاسوب.

-إمكانية جمع البيانات بطريقة مكررة.

-التغيرات الحيزية في عناصر البيئة صغيرة وذلك لقصر الفترة الزمنية التي يتم فيها التغطية، فمثلا لا يتجاوز زمن تغطية 185 كلم في 170 كلم بالقمر الاصطناعي لاندسات حوالي 25.87 ثانية.

-تعتبر القياسات المأخوذة من مناظر الأقمار الاصطناعية مكملة للقياسات التقليدية الأرضية، بل يمكن الاعتماد على هذه القياسات التي كان من الصعوبة إجراؤها في المناطق الوعرة.

-تعتبر تقنية الاستشعار عن بعد الأرخص مقارنة مع الطرق التقليدية الأخـرى.

2-5 عمليات الاستشعار عن بعد:

تتم عملية الاستشعار عن بعد من خلال مرحلتين أساسيتين هما مرحلة اكتساب البيانات ومرحلة تحليل البيانات:

2-5-1 عملية اكتساب البيانات:

وتعتمد على العناصر التالية:

- وجود مصدر للطاقة: هذا المصدر يمكن أن يكون طبيعياً أو صناعياً، حيث نجد أن نوع المصدر المستخدم يحدد نوع نظام الاستشعار عن بعد.
- تأثير الغلاف الجوي على الطاقة المرسلة: يتفاعل الغلاف الجوي مع الطاقة الكهرومغناطيسية حيث يسمح لجزء منها بالنفاذ بينما يمنع الجزء الآخر من النفاذ.
- تفاعل الطاقة "الأشعة" مع الظواهر على سطح الأرض: تتفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع الظواهر إما بالامتصاص أو الانعكاس أو التشتت.

- وجود أدوات تحسس في الجو أو في الفضاء: يمكن أن تكون أجهزة التحسس عبارة عن كاميرات فوتوغرافية أو كاميرات تلفزيونية أو ماسحات، كما يمكن أن تكون مثبتة على بالونات أو طائرات أو أقمار اصطناعية أو حتى موجودة على سطح الأرض.
- طريقة عرض بيانات المتحسس في الشكل المناسب: هذه البيانات يمكن عرضها في شكل صور فوتوغرافية أو في شكل رقمي.

2-5-2 عملية تحليل البيانات:

وتعتمد على العناصر الآتية:

- فحص بيانات المتحسس: باستخدام الأجهزة المناسبة وذلك حسب نوع البيانات فمثلا تستخدم الأجهزة البصرية لفحص الصور الفوتوغرافية، أما الحاسوب فيستخدم لفحص الصور الرقمية.
- استخدام معلومات مرجعية مساعدة: مثل خرائط التربة أو الزيارات الحقلية وذلك للمساعدة في استنباط المعلومات من المناظر.
- إنتاج معلومات عن النوع أو الكم أو الموقع أو الحالة: في شكل مناسب للاستخدام مثل الجداول الاحصائية.
- تقديم المعلومات للمستخدمين: لاتخاذ القرار وذلك حسب نوع التطبيق.

وتجدر الإشارة إلى أن الاستشعار عن بعد يقسم إلى نوعين من حيث اعتماده على مصدر الطاقة هما:

- الاستشعار عن بعد الإيجابي active sensors: وهي التي تصدر أشعة لإضاءة المظاهر المدروسة، مثل نظم الرادار.

- الاستشعار عن بعد السلبي passive sensors: وهي التي تستشعر الطاقة المنعكسة والمنبثقة من المظاهر المدروسة عند استخدام مصدر طبيعي للطاقة "الشمس".

2-6 نظام الاستشعار عن بعد المثالي:

يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية:

- مصدر مثالي للطاقة يرسل كل الأطوال الموجية وبصورة منتظمة.
- انتقال الطاقة الكهرومغناطيسية كاملة من المصدر خلال الغلاف الجوي إلى أجسام منتظمة.
- تفاعل جزء معين من الطاقة مع الأجسام وعكس وإرجاع نوع واحد فقط من الطاقة.
- انتقال الإشارة المرتدة كاملة من خلال الغلاف الجوي الى جهاز حساس لكل الأطوال الموجية.
- تسجيل فوري للإشعاع والأطوال الموجية ومعالجة البيانات لتحديد نوعية المعالم (تحويل البيانات الى معلومات).
- إتاحة المعلومات ووضعها في شكل مناسب للاستخدام.

2-7 استخدامات الاستشعار عن بعد:

هنالك بعض الاستخدامات الخاصة نذكر منها ما يلي:

- الاستكشافات الجيولوجية.
- دراسة الغابات ومعرفة مناطق الحرائق.
- اكتشاف ومحاصرة أمراض المحاصيل.
- متابعة النمو والتوزيع السكاني.

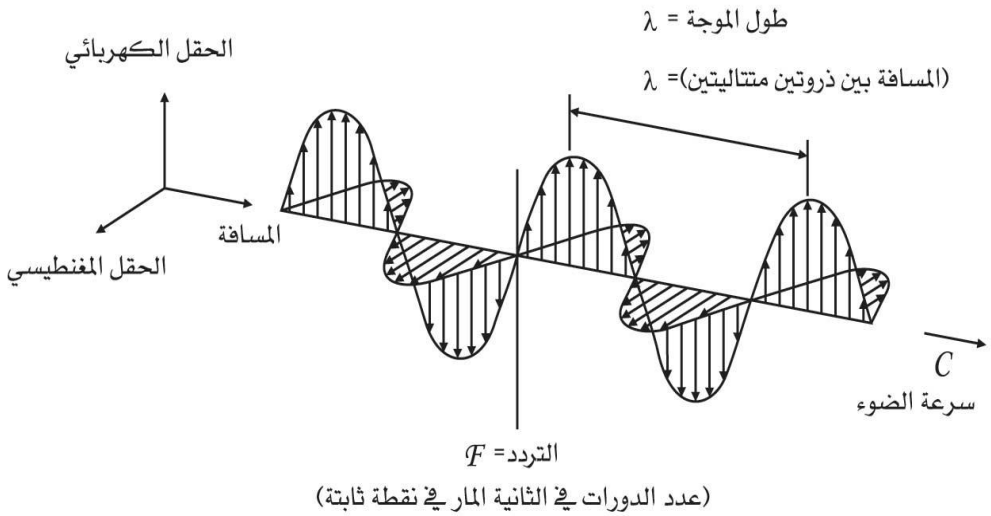
- متابعة التلوث المائي.
- معرفة مواقع الكتل الجليدية.
- الحياة البرية.
- الإرصاد الجوي.
- الاستخدامات الهندسية.
- الاستخدامات العسكرية.

2-8 الأشعة الكهرومغناطيسية:

هو عبارة عن إشعاع يتألف من حركتين اهتزازيتين تتحركان في مستويين متعامدين مصدر الحركة الأولى حقل مغنطيسي والآخر كهربي تشكلان معاً حقل كهرومغنطيسي.

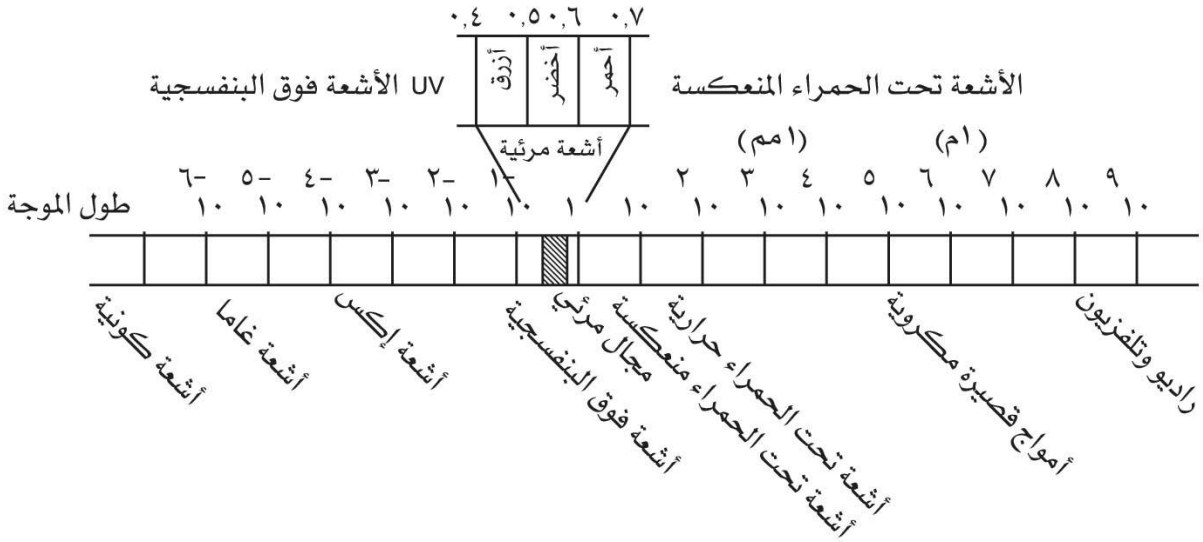
الطاقة الكهرومغناطيسية المستخدمة في الاستشعار عن بعد يمكن أن تكون من مصدر طبيعي (الشمس) أو من مصدر صناعي (مثل الأنظمة الرادارية).

تنتشر الموجة الكهرومغناطيسية ومركّباتها جيبياً وبسرعة الضوء c، وتسمى المساحة بين ذروة الموجة والذروة التي تليها طول الموجة λ، ويسمى عدد الذرات المارة بنقطة ثابتة في الفراغ في وحدة الزمن تَرَدُدَ الموجة f، وعليه يكون $C=\lambda . f$ حيث C سرعة الضوء وهي ثابتة في الفراغ وتساوي تقريباً 3×10^{8}م/ثانية.



شكل (2-2) مسار الأشعة الكهرومغناطيسية

ويستعان في الاستشعار عن بُعد بموجات الطاقة الكهرومغناطيسية التي تقاس أطوالها λ بالمكرومترات (10^{6}م) في الطيف الكهرومغنطيسي.



شكل (2-3) طيف الموجات الكهرومغناطيسية

ويلاحظ من الشكل أن القسم المرئي من الطيف يشغل حيزاً ضيقاً منه (الأزرق فالأخضر فالأحمر من 0.4إلى 0.7 ميكرومتر). أما الأشعة فوق البنفسجية فتحتل المجال الأقصر (أقل من 0.4 ميكرومتر) في حين تحتل الأشعة تحت الحمراء المجال الأطول (أعلى من 0.7 مايكرومتر)، وتحتل الموجات الميكروية في الطيف المجال من 1مم إلى 1م.

ويعمل معظم منظومات الاستشعار عن بُعد في مجال واحد أو عدة مجالات من الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء المنعكسة والحرارية وفي القسم الميكروي من الطيف.

2-9 تأثير الغلاف الجوي ونوافذه Atmospheric windows:

لكي تتم عملية الاستشعار عن بعد لابد من وصول الأشعة من مصدر الطاقة إلى الهدف ومن الهدف إلى المستشعِر، وهذا يتم عبر ما يسمى ممر الانتقال transmission Path. إن جميع الإشعاعات التي تحسسها منظومات الاستشعار عن بعد، بغض النظر عن مصادرها تمر في طبقات الجو ويختلف مسارها اختلافا كبيراً. فالصور الفوتوغرافية الفضائية تنتج من انعكاس ضوء الشمس الذي يمر من خلال الغلاف الجوي مرتين، في حين تكشف المستشعرات الحرارية المحمولة في الطائرات الطاقة الصادرة من الأرض مباشرة، ومن ثم فإن مسار الإشعاع هو من سطح الظاهرة الأرضية إلى المستشعر.

وعلى هذا فإن تأثير الغلاف الجوي يختلف باختلاف الفروق في أطوال المسارات، كما يختلف باختلاف الطاقة المستشعرة وبطول الموجة. ويؤثر الجو أيضاً في مركّبات الطيف (الموجات الطيفية) التي تحسسها المستشعرات وذلك بسبب ميكانيكية التبعثر والامتصاص في الجو.

I- التبعثر في الجو:

يحدث ثلاثة أنواع من التبعثر في طبقات الجو:

- تبعثر ريليه (Rayleigh scattering) ويحدث عندما تكون أقطار الجسيمات التي في الجو أصغر من أطوال موجات الإشعاعات ويتناسب التبعثر عكسياً مع λ^4. ولهذا يكون تبعثر الموجات القصيرة أكثر من تبعثر الموجات التي هي أطول. ولهذا تبدو السماء من الأرض زرقاء، ولولا التبعثر لظهرت السماء سوداء؛ ذلك لأن الأشعة الزرقاء القصيرة الموجة تتبعثر أكثر من غيرها من موجات الطيف الشمسي وترى السماء زرقاء. وعند شروق الشمس وغروبها تمر أشعتها في مسارات أطول في طبقات الجو منها في وقت الظهيرة، وعليه يكون التبعثر والامتصاص تأمين للموجات القصيرة وتبدو السماء حمراء أو برتقالية لأن أطوال موجات الأشعة الحمراء والبرتقالية أكبر من الزرقاء وأقل منها تبعثراً.
- تبعثر ماي (Mie scattering)ويحدث عندما تكون أقطار الجسيمات في الجو مساوية لأطوال موجات الطاقة التي تصطدم بها. ومن الأسباب الرئيسية لهذا التبعثر وجود جسيمات الغبار وبخار الماء العالقين في الجو.
- التبعثر اللاإنتقائي (Non-selective Scattering) ويحدث عندما تكون أقطار الجسيمات المسببة للتبعثر أطول بكثير من أطوال موجات الطاقة الكهرومغناطيسية
- كالتبعثر الحاصل بفعل قطرات الماء التي تراوح أقطارها بين 5 و100 مايكرومتر والتي تبعثر كل الأشعة المرئية وتحت الحمراء بعثرة متساوية تقريباً.

II- الامتصاص:

يؤدي الامتصاص إلى ضياع الطاقة في طبقات الجو، ويكون ذلك بامتصاص طول موجة معينة. وإن العوامل الرئيسة لامتصاص الإشعاعات هي بخار الماء، وذرات غاز الأوزون، وثاني أوكسيد الكربون. وتمتص هذه الغازات الطاقة الكهرومغناطيسية في أطوال موجات محددة، وهذا يؤثر في الطيف الذي تلتقطه منظومات الاستشعار عن بعد. أما مجالات أطوال الموجات التي تمر إشعاعاتها من خلال طبقات الجو من دون امتصاص طاقتها أو تبعثرها فتعرف بالنوافذ الجوية atmospheric windows