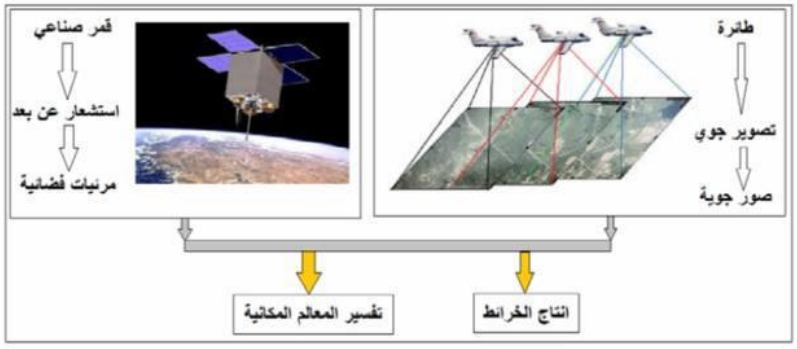
المرئيات الفضائية

٧-١ مقدمة

استمر التصوير الجوي لعدة عقود معتمدا علي وضع آلات التصوير في الطائرات الي أن بدأ عصر الأقمار الصناعية مع بداية النصف الثاني من القرن العشرين الميلادي. في البداية كانت الأقمار الصناعية مخصصة للتطبيقات العسكرية مثل إطلاق الصواريخ والتحكم فيها أثناء سيرها لمسافات طويلة عابرة للقارات، إلا أن فكرة وضع آلة تصوير داخل القمر الصناعي بدأت في الظهور الي أن تم إطلاق أول قمر صناعي مخصص للتصوير الفضائي في عام ١٩٧٢ (١٣٩١ هـ). ومنذ ذلك التاريخ ظهر علم الاستشعار عن بعد وبدأ استخدام مصطلح المرئيات الفضائية للدلالة علي الصور الملتقطة من الأقمار الصناعية. وطوال العقود الأربعة الماضية زاد الاعتماد بشدة علي المرئيات الفضائية و تطبيقاتها في العديد من المجالات العلمية و التنموية علي المستوي العالمي. يستعرض هذا الفصل نبذة مختصرة ومبسطة عن أسس علم الاستشعار عن بعد و تطبيقاته.



شكل (٧-١) الصور الجوية و المرئيات الفضائية

٧-٢ الأقمار الصناعية

القمر الصناعي هو جهاز أو آلة من صنع البشر يدور في مدار محدد في الفضاء الخارجي حول الأرض. في عام ١٩٥٧ (١٣٧٦ هـ) قام الاتحاد السوفيتي - روسيا الآن - بإطلاق أول قمر صناعي (القمر سبوتنيك-١) الي الفضاء الخارجي لتبدأ البشرية عصرا جديدا

من عصور العلم و التقنيات. ومنذ ذلك التاريخ تم إطلاق آلاف من الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض وتستخدم في العديد من التطبيقات المدنية و العسكرية.

بصفة عامة يمكن تقسيم أنواع الأقمار الصناعية الي ثلاثة مجموعات رئيسية تشمل:

- أقمار صناعية للاتصالات: وهي أقمار تساعد في نقل البيانات (مثل البث الإذاعي و التلفزيوني) وتوزيعها علي أجزاء كبيرة من سطح الأرض لتتغلب علي مشكلة كروية الأرض التي تعيق النقل المباشر الأرضي لهذه البيانات. ومن أمثلة هذه النوعية من الأقمار الصناعية: النيل سات و العرب سات المستخدمين في البث التلفزيوني.

- أقمار صناعية ملاحية: يكون هدفها الأساسي تقديم تقنيات ووسائل دقيقة لعمليات الملاحة بين موقعين (سواء الملاحة الأرضية أو البحرية أو الجوية أو حتى الملاحة الفضائية) ، وتأتي في هذه المجموعة من الأقمار الصناعية نظم أو تقنيات مثل نظام الجي بي أس الأمريكي و نظام جاليليو الأوروبي و نظام جلوناس الروسي.

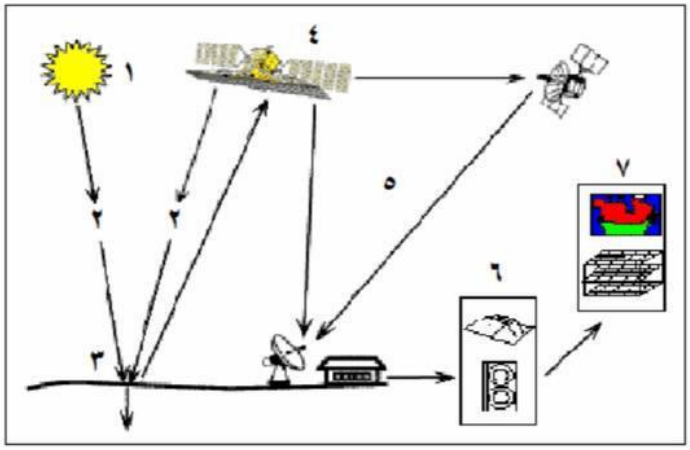
- أقمار صناعية لدراسة موارد الأرض: ومنها أقمار صناعية خاصة بدراسة البحار و أخري خاصة بدراسة الطقس و ثالثة مخصصة للتصوير الفضائي أو الاستشعار عن بعد.

بدأت الأقمار الصناعية كأقمار مخصصة للأغراض العسكرية في المقام الأول إلا أنها أصبحت تستخدم في العديد من التطبيقات المدنية سواء الهندسية أو البيئية أو الزراعية أو الجيولوجية .... الخ. وطوال ثلاثة عقود كانت معظم الأقمار الصناعية حكومية وكان الحصول علي المرئيات الفضائية يتم من خلال الجهات الحكومية في الدول من خلال اتفاقيات موقعة مع الدولة صاحبة القمر الصناعي. إلا أنه في السنوات الأخيرة ومن انتشار تطبيقات المرئيات الفضائية في عدة مجالات فقد زاد الطلب علي منتجات الأقمار الصناعية مما جعل بعض الشركات الكبرى تدخل هذا المجال المربح اقتصاديا. والآن أصبحت هناك عدة أقمار صناعية تجارية يمكن شراء منتجاتها بسهولة و يسر. الجدول التالي يقدم بعض المعلومات عن بعض الأقمار الصناعية المخصصة للاستشعار عن بعد.

الاستشعار أو التحسس عن بعد فالكاميرا الموجودة في الطائرة تسجل - أو تتحسس - الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة من معالم سطح الأرض وتخزنها علي الفيلم ثم بعد طباعة هذه الصور الجوية يتم الحصول علي كم هائل من المعلومات عن المعالم و الظاهرات المكانية دون حدوث تلامس مباشر معها.

٧-٣-٢ مكونات الاستشعار عن بعد

يعرف الاستشعار عن بعد بأنه: علم وفن جمع المعلومات عن سطح الأرض دون تلامس حقيقي معه، وذلك من خلال تحسس و تسجيل و تحليل الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة. وتتكون عملية التحسس أو الاستشعار من عدد من العناصر تشمل مصدر الطاقة و الغلاف الجوي و التعامل مع الأهداف الأرضية و استقبال و تسجيل و تحليل الطاقة الكهرومغناطيسية.



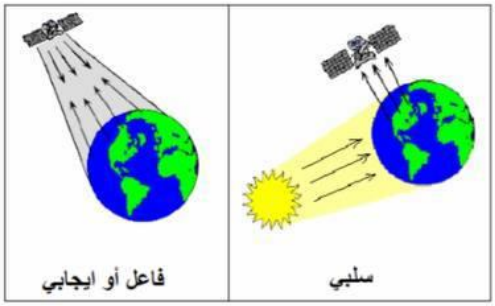
شكل (٧-٤) مكونات عملية الاستشعار عن بعد

١- مصدر الطاقة:

أولي خطوات عملية الاستشعار من بعد تتطلب وجود مصدر للطاقة الكهرومغناطيسية التي ستقع علي الأهداف المكانية علي سطح الأرض.

تعد الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة في أغلب تطبيقات الاستشعار عن بعد، وهذا النوع يسمي بالاستشعار عن بعد السلبي حيث أن القمر الصناعي يسجل فقط الطاقة المنعكسة من سطح الأرض. أما الاستشعار عن بعد الفاعل أو الايجابي فهو الذي يقوم فيه القمر الصناعي

ذاتـه بإرسـال أشـعة كهرومغناطيسية (مثـل أشـعة الـرادار) الـي سـطح الأرض ثـم يـسجلها بعـد انعكاسها و ارتدادها إليه مرة أخري.



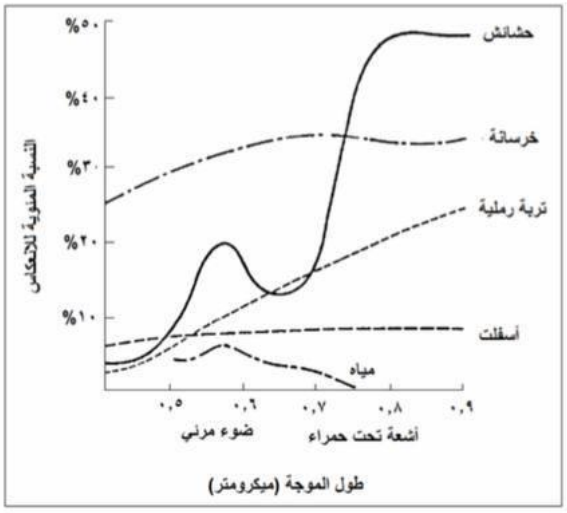
شكل (٧-٥) الاستشعار عن بعد السلبي و الايجابي

٢- الغلاف الجوي:

تمـر الطاقـة المنبعثـة مـن المـصدر مـن خـلال طبقـات الغـلاف الجـوي لـلأرض حتـى وصـولها لـسطح الأرض، ثـم تمـر مـرة أخـري فـي هـذه الطبقـات عنـد انعكاسـها الـي الجهـاز المستشعر. وتؤثر طبقات الغلاف الجوي علي الأشعة الكهرومغناطيسية بثلاثة صور متعددة تـشمل التـشتت و الامتـصاص و النفاذيـة، وطبقـا لطـول الموجـة لكـل نـوع مـن أنـواع الطيـف الكهرومغناطيسي فستختلف درجات التعامل مع الغلاف الجوي.

٣- التعامل مع سطح الأرض:

بوصول الطاقة الكهرومغناطيسية الي سطح الأرض فأنها ستتفاعل مع الأهداف المكانية بطـرق مختلفـة اعتمـادا علـي طبيعـة و خـصائص هـذه الأهـداف. فجـزء مـن هـذه الطاقـة سـيتم امتصاصه بواسطة الأهداف المكانية بينما سينفذ جزء آخر الي باطن الأرض وسيكون هناك جـزء آخـر مـن الطاقـة سـيتم عكـسه أو ارتـداه مـرة أخـري وهـذا هـو الجـزء الهـام فـي عمليـة الاستشعار عن بعد. لكل مادة علي الأرض نمط مميز لكيفية التعامل مع الطاقة الساقطة عليها وهذا ما يطلق عليه اسم البصمة الطيفية، وهذا النمط هو ما يمكننا من تمييز مواد سطح الأرض عن بعضها البعض.



شكل (٧-٦) مثال لتعامل مواد سطح الأرض مع الطاقة

٤- تسجيل الطاقة من خلال المستشعرات:

تنعكس الأشعة من سطح الأرض لتصل الي القمر الصناعي، وهنا لا بد من وجود جهاز لاستقبال و تسجيل هذه الطاقة المنعكسة. قد يكون هذا الجهاز كاميرا تسجل المعلومات فوتوغرافيا أو جهاز رقمي يتحسس الأشعة الكترونيا ويسمي جهاز المستشعر أو المجس. ويقوم جهاز المستشعر بتقوية الأشعة المنعكسة ثم تسجيلها بطريقة تعتمد علي شدة كل شعاع منعكس من الهدف الأرضي. تجدر الإشارة لوجود تقنيات للاستشعار عن بعد بواسطة الطائرات أيضا كمنصة توضع داخلها المستشعرات.

تنقسم أجهزة الاستشعار أو المستشعرات بصفة عامة طبقا لنوع الاستشعار ذاته من حيث كونه سلبيا أو فاعلا. تتعدد المستشعرات السلبية لتشمل كاميرات التصوير و كاميرات الفيديو و المسحات الضوئية متعددة الأطياف و الماسحات الضوئية الحرارية والمنصات الراديومترية. بينما تشمل المستشعرات الفاعلة أو الايجابية (التي تصدر الطاقة) كلا من ماسحات الليزر و ماسحات الرادار وأجهزة التصوير الراديومتري.

٥- بث و استقبال الطاقة:

يقوم القمر الصناعي في هذه المرحلة ببث الأشعة المسجلة - في صورة رقمية - الي محطات الاستقبال الموجودة علي سطح الأرض حيث يتم تحليلها.

٦- التفسير و التحليل:

بعد استقبال الأشعة المرسلة من القمر الصناعي تبدأ مرحلة تفسير و تحليل هذه الأشعة (المرئيات الفضائية) لاستنباط المعلومات عن الأهداف المكانية الموجودة علي سطح الأرض.

٧- التطبيقات:

تتكون آخر مراحل عملية الاستشعار عن بعد من تطبيق المعلومات التي تم الحصول عليها واستخدامها في مجالات و مشروعات التنمية.

٧-٣-٣ تطبيقات الاستشعار عن بعد

انتشرت تطبيقات الاستشعار عن بعد في الفترة الماضية بدرجة كبيرة جدا لتدخل استخدامات المرئيات الفضائية في عدد كبير من المجالات تشمل:

- الدراسات الحضرية مثل تحديد أنواع استخدامات الأراضي.
- إعداد الخرائط التفصيلية.
- إعداد الخرائط الكنتورية لبيان تضاريس سطح الأرض.
- دراسة النباتات و تحديد أنواع المحاصيل و تحديد المحاصيل المريضة و مراقبة نمو النباتات أثناء مراحل الزراعة.
- إعداد خرائط رطوبة التربة في الحقول الزراعية.
- إعداد خرائط التربة.
- إعداد خرائط المواقع الأثرية.
- تحديد فروع الأنهار و قنوات المياه و المستنقعات و حدود الشواطئ وتحديد أعماق المياه.
- دراسات تخطيط شبكات النقل و المواصلات.
- دراسات توزيع الخدمات العامة.
- مراقبة ومتابعة الفيضانات وتأثيراتها البيئية.
- إعداد الخرائط الجيولوجية.
- متابعة التغيرات الزمنية لنمو و امتداد وحركة الظاهرات الجغرافية مثل حركة الكثبان الرملية و التصحر.
- دراسات تلوث الهواء.

متابعة ظاهرة ذوبان الجليد في المناطق القطبية

-متابعة الظاه ا رت البحرية مثل ال تيا ا رت البحرية و درجات ح ا ررة مياه البحار و المح يطات
-متابعة الظاه ا رت المناخية مثل حركة و خصائص الرياح والسحب
-البحث عن الموارد الطبيعية مثل البترول و المعادن
-البحث عن المياه الجوفية

ممي ا زت الاستشعار عن بعد:

تعد معطيات الاستشعار عن بعد ذات قيمة علمية تطبيقية في د ا رسة اي موضوع لأنها تتميز بالمي ا زت الاتية:

- **1الشمولية :-** تغطي مرئيات الاستشعار عن بعد مساحات واسعة من الارض، وبذلك توفر امكانية جيدة للكشف والمقارنة للظواهر الارضية المختلفة يصعب على الباحث م ا رقبتها ميداني ا.

٢ - **قدرة التمييز الزمني** :- يمكن الحصول على مرئيات مكررة لنفس المناطق وخلل مدة زمنية متساوية ، لان ا لاقمار الصناعية تدور حول الارض على وفق مدار ثابتة لأبعاد وبشكل مت ا زمن مع دو ا رن الأرض حول الشمس ، وبذلك يمكن م ا رقبة التغي ا رت التي تحدث للظواهر عبر الزمن.

٣ - **قدرة التمييز الطيفي والمكاني** - من المعروف بأن الصورة بهيئتها الرقمية تعبر بدقة عن اي ظاهرة ارضية، فضل عن كونها تمتاز بالتعددية الطيفية)احزمة مختلفة مما يساعد على الحصول على معلومات أكثر دقة وبقد ا رت تمييزية طيفية ومكانية تتناسب مع نوعية المتحسس الذي يستخدم في القمر الصناعي.

ان **القدرة التمييزية المكانية** هي عبارة عن اصغر وحدة صورية) وحدة مساحية) يمكن تمييزها على الصورة الفضائية . فمثل دقة التمييز العالية للمتحسسTM في القمر الصناعي لاندسات ساعدت بشكل كبير على تمييز كثير من الظواهر

- **3الكلفة** ان التكاليف والجهود المبذولة اقل من الطرق التقليدية الأخرى الى جانب انها تقلل من الوقت والجهد المبذول ولا تحتاج الى انشاءات مدنية مكلفة.

الموزئيك: mosaics :

هو تجمع عدد من الصور الجوية ، لتكوين صورة واحدة متكاملة لمنطقة ما ويتم بقطع اج ا زء الصور الغير المتداخلة وتجميعها بصورة دقيقة تجعل خطوط التماس بين كل صورتين متجاورتين ويتم استخدام الصور ال ا رسية عادة او تستخدم الصور المائلة في بعض الاحيان . ويستعمل المو ا زئيك مثل الخ ا رئط في كثير من الد ا رسات والتحريات مما قد يعوض عنها وذلك لما يمتاز به من **خصائص منها:**

- 1المو ا زئيك يبين الاوضاع النسبية المستوية للعديد من العوارض التي يمكن التعرف عليها بسهولة من خلل مشاهدتها ، بينما تمثل هذه العوارض على الخارطة برموز محددة للمصور.
- 2يمكن تحضير المو ا زئيك لمنطقة واسعة في وقت اقصر واقل تكاليف مما يستغرقه اعداد الخارطة.
- 3يمكن فهم الم ا زئيك وتفسيرها دون الحاجة لد ا رسة المسح الجوي ، لذا فأنها ذات فائدة كبيرة لمعرفة الإنشاءات المشيدة والمفتوحة التي لا تتضح على الخ ا رئط.

ورغم ذلك فان للمو ا زئيك عيوبا لأنه عبارة عن تجمع للعديد من الصور المفردة ، وكل صور بها الا ا زحة الظرسية وتتغير في مقياس الرسم نتيجة في الارتفاعات الارضية ، وميل محور الة التصوير وتغيير ارتفاع الطي ا رن ، فضل عن التشوية البسيط الناتج عن انكماش وتمدد الورق او الفلم او التشوية الناتج عن عدسة الة التصوير لذا فان مقياس الرسم لا يكون متماثل في لوحة المو ا زئيك الا اذا كانت المنطقة المصورة مسطحة تماما ، ولهذا يوجب عند قياس المسافات او الاتجاهات من الموازئيل ان يؤخذ بنظر الاعتبار.

ويستخدم الموازئيك للأغ ا رض التالية-:

- 1لتخطيط المشاريع الهندسية والاستخدامات الارضية. land-use
- 2لد ا رسة الظواهر الجيولوجية والكشف عن المعادن ومظاهر سطح الارض المختلفة
- 3لتسجيل نمو المدن والمناطق السكنية الكبيرة.
- 4لرسم حدود الملكيات.
- 5لد ا رسة الغابات والمسطحات المائية والا ا رضي الز ا رعية المحروثة منها والمتروكة
- 6تستعمل كبديل للخ ا رئط المستوية لكثير من المشاريع الهندسية ومشاريع التخطيط لأنشاء الطرق الرئيسية السريعة وخطوط السكك الحديد وخطوط انابيب النفط والغاز وغيرها.

اقسام المو ا زئيك:

تقسم صور المو ا زئيك الى ثلث اقسام هي:

- 1المو ا زئيك المقاوم:

وهو أكثر دقة من الانواع الاخرى لأنه يعد من صور مقومة وموحدة المقياس ومسقط عليها وبنفس المقياس نقاط الضبط الارضي ويبقى رغم ذلك اثر الا ا زحة الضرسية التي تجعل الصورة المجاورة غير مت ا رفقة تماما ومقاسها غير ثابت.

- 2المو ا زئيك غير المقاوم:

وهو اقل دقة من المقاوم ولا تستخدم فيه نقاط الضبط الارضي لذى فأنها تستخدم للتحريات العامة الاستطلعية التي تحتاج اي قياس دقيق

- 3المو ا زئيك الشبه المقاوم:

وهو مو ا زئ يك غير مقاوم وضع بمواصفات تقريبية جدا ويستفاد منه لتحديد العلقة بين ارقام الصور وشكل المنطقة لمعرفة الصورة التي تغطي المنطقة وتعمل دون قطع الاج ا زء المتداخلة فيها.