

ومقياس التشتت Disperometer رادار يغطي مساحة أكثر اتساعاً. فالشدة المتوسطة للموجات الرادارية، هي مقياس لاضطراب البحر نتيجة لهبوب الرياح. ومن ثم، فإن طريقة الكشف هذه، تتيح وسيلة لقياس الرياح، على سطح البحر في مساحات شاسعة، لا تعبرها السفن العادية، أو سفن الأرصاد الجوية. ويمكن تحسين التنبؤات الجوية بإدماج مثل هذه المعلومات بنماذج للتنبؤات الجوية.

وعلى الرغم من المشكلات، التي تسببها السحب، التي تغطي الجو، فإن أجهزة الاستشعار، التي تقيس الإشعاعات تحت الحمراء المنبعثة من البحر، تعطي صوراً لدرجة حرارة سطح البحر. ويستخدم علماء المحيطات هذه المعلومات لرصد الدوامات العنيفة في المحيط، أو الحدود بين الكتل المائية، التي تختلف درجات حرارتها. وفي البحار قليلة العمق، تفيد درجة الحرارة في الاستدلال على تدفقات المياه الخارجية من مصاب الأنهار، أو تمييز كتل المياه، التي لا يبدو أنها تتبدد في عرض البحر، ومن ثم، يمكن أن تدل على وجود أسراب السمك.

وهناك العديد من الطرق، التي تستخدم الاستشعار عن بعد في مجال البحار والمحيطات؛ منها:

(١) التصوير الجوي: ويستخدم لدراسة تلوث مياه البحار والمحيطات، وتحديد مواقع بقع فضلات الزيت الملقاة من السفن عابرة البحار والمحيطات، ورسم حدود الشواطئ للبحار والمحيطات، وتحديد أشكالها.

(٢) التصوير في مجالات ضوئية متعددة: ويستخدم في تحديد مواقع النباتات المائية) وتوزيعها، ورسم الخرائط لأعماق المياه، ودراسة التيارات الحرارية وحركة المياه المصاحبة لها، وتحديد مواقع المخلفات الصناعية، وانتشارها على امتداد الشواطئ، ودراسة توزيع المواد العالقة بالمياه والمواد المترسبة في البحيرات، ودراسة توزيع الكلوروفيل ومناطق تركيزه.

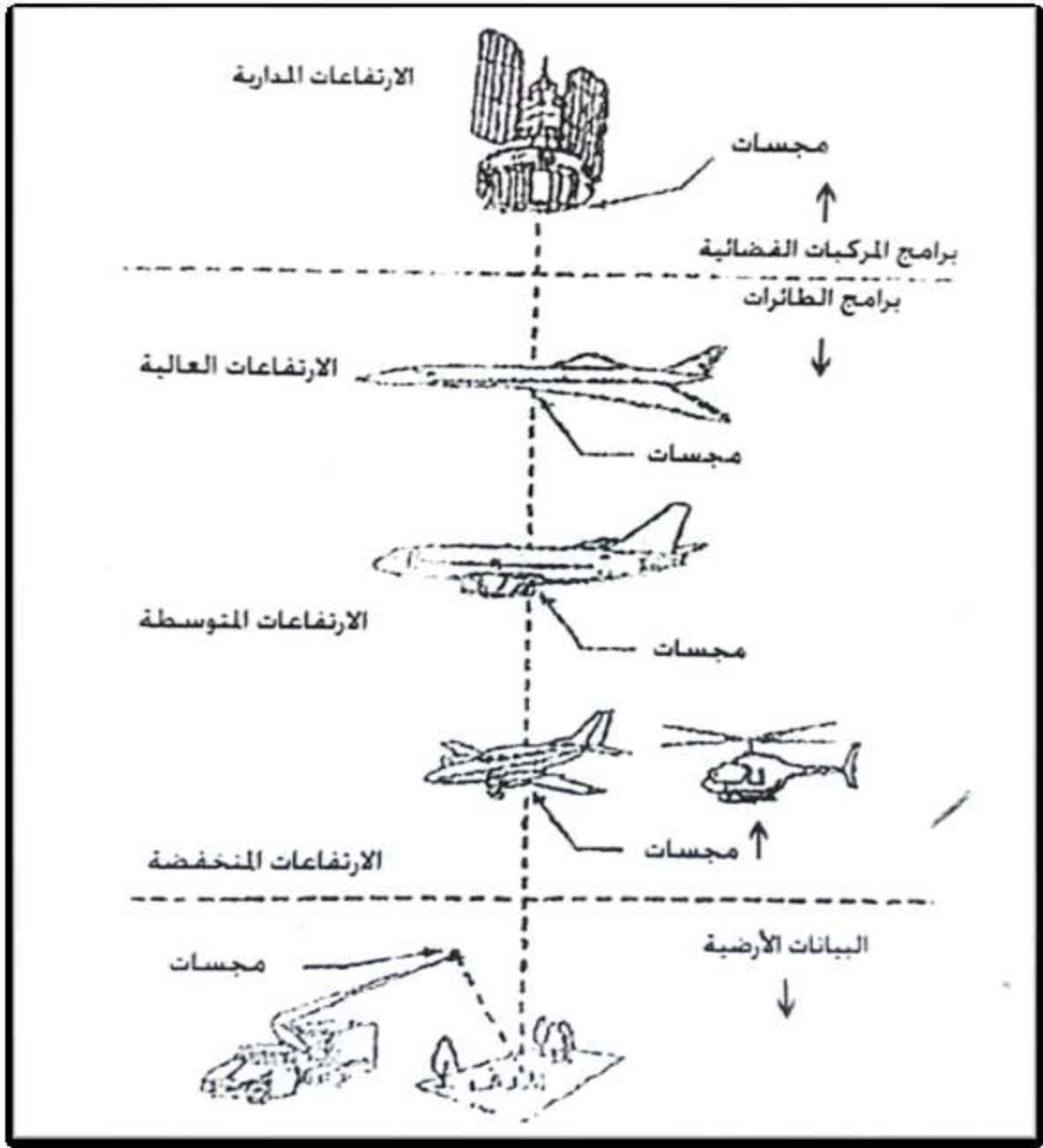
(٣) المسح الحراري: ويستخدم في التعرف على نظم التيارات الحرارية وانتشارها في الماء، وفي دراسة نوعية المياه وخصائصها الطبيعية، وتحديد أماكن بقع الزيوت الطافية على سطح الماء.

(٤) المسح الراداري: ويستخدم في قياس الخصائص السطحية لمياه البحار والمحيطات، ودراسة أحوال الأمواج البحرية، وتحديد أماكن بقع الزيت ومناطق تعكر المياه، والمواد العالقة قرب السطح، ودراسة بعض الخواص الطبيعية للمياه ونوعيتها. تحمل الأقمار الصناعية المخصصة لدراسة البحار والمحيطات أجهزة علمية لقياس ورصد وتصوير العناصر التالية:

١. سرعة الرياح .
٢. رسم التضاريس السطحية للمحيط .
٣. قياس درجة حرارة السطح .
٤. قياس الموجات السطحية والعميقة للمحيط .
٥. تحديد التيارات الرئيسية في المحيط .
٦. رصد الدوامات المحيطية .
٧. رصد وقياس حركة الثلج .
٨. رصد ومتابعة البقع الزيتية .
٩. رصد ومتابعة الثروة السمكية والحياة البحرية .

جهاز الاستشعار

هو جهاز يستقبل الطاقة المنعكسة والمنبعثة ، وتعد الكاميرات والآت التصوير الفوتوغرافي ، اجهزة الموجات القصيرة ، اجهزة قياس الاشعاعات الطبقية ، الماسحات الالكترونية المتعددة الاطراف ، الرادار ، الراديو ميتر وفضلا عن العين البشرية أنظمة لجمع المعلومات ووسائل للاستشعار عن بعد غالبا تقوم بقياس الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من قبل الأجسام التي تستلم الطاقة الشمسية وتعكسها او تعيد إشعاعها إلى المتحسس . ويمكن استخدام منصات جمع للمعلومات متفاوتة الارتفاع كالطائرات والبالونات ، او منصات على متن الأقمار الصناعية او المركبات الفضائية المأهولة وغير المأهولة يلاحظ الشكل (3)



شكل (3) منصات مختلفة الارتفاع تحمل جهاز الاستشعار عن بعد

٤. أجهزة تحليل البيانات ومعالجتها وتتكون أجهزة تحليل ومعالجة البيانات من:
أ. حاسب آلي ذو ذاكرة كبيرة، لدرجة تمكنه من تخزين أكثر من صورة ودراساتها.
وعند معالجة البيانات الرقمية للصور الفضائية، يمكن الاستعانة بأي من مستويات نظم الحاسب الآلي التالية:

١. الحاسب الشخصي Personal Compute

٢. محطة العمل Work Station

٣. الشبكة الرئيسية Main Frame

وتختلف هذه المستويات أساساً في عدد التعليمات أو الأوامر، التي تقوم بمعالجتها في الثانية الواحدة، ويتيح كل من محطة العمل والشبكة الرئيسية عدداً من الشاشات ولوحة المفاتيح، مما يسمح لأكثر من شخص بالعمل في الوقت نفسه.

ب. الراسمة أو الناسخة الكبيرة Plotter ، وهي تستخدم لطبع الخرائط الناتجة من تقسيم البيانات الرقمية، التي تعرف بخرائط الانبعاث الطيفي المتعدد، المرسومة بالحاسب، (أنظر صورة الانبعاثات الطيفية) .

ج. الناسخة الصغيرة، وهي مخصصة لطبع الأرقام، أو أي إحصائيات تجري على البيانات الرقمية، وكذلك تستخدم لطبع خرائط على ورق.

د. جهاز دراسة البيانات الرقمية وتحليلها، التي تحمل على أقراص، وهي تعمل مستقلة عن الحاسب الآلي.

الأجهزة المعاونة في فهم السلوك الطيفي

وهذه الأجهزة تساعد على فهم السلوك الطيفي للمواد والأشياء، وتشمل هذه الأجهزة ما يلي:

أ. جهاز قياس الانعكاسات أو الانبعاثات، ويعرف بالراديو متر Radiometer وأجهزة الراديو متر من حيث طريقة وضعها على الأرض نوعان، أحدهما يثبت على الأرض بواسطة حامل أحادي الأرجل، أو ثلاثي الأرجل، على ارتفاع حوالي 1.5 متر عن سطح الأرض، والنوع الآخر من هذه الأجهزة يمكن حمله باليد.

وفي كلا النوعين يتم التقاط بيانات الانعكاس من مساحة أرضية تتراوح من 1 إلى 1.5 متر مربع، طبقاً لمدى ارتفاع القياس. وعند إجراء أي قياسات راديو مترية ينبغي الأخذ في الحسبان تاريخ إجراء الدراسة، ساعة أو زمن التقاط البيانات، والظروف المناخية، وكذا زاوية أخذ بيانات الانعكاس أو التقاطها، وضرورة إجراء معايرة للجهاز Calibration قبل استخدامه.

ب. جهاز فحص الأشعة المجسمة تحت الحمراء سبكترومتر

Spectrometer والفكرة الأساسية في هذا الجهاز هي وجود مصدر ضوئي يصدر أشعة ضوئية على العينة المراد قياس انعكاساتها.

ج. جهاز إسبكترومتر الأشعة تحت الحمراء Infrared Intelligent Spectrometer (IRIS) ويعمل هذا الجهاز على رسم منحنى الانبعاث الطيفي خلال المدى الطيفي من 300 إلى 3000 نانومتر ، وكذلك تسجيل البيانات الرقمية لهذا المنحنى بصفة مستمرة، كما يمكن استخدامه في الدراسات الحقلية والمعملية معاً، وبهذا فإنه يجمع بين خصائص جهاز الراديو متر، من حيث الاستخدام الحقلية، وخصائص جهاز الإسبكترومتر من حيث القياس المستمر للانبعاثات خلال إجمالي المدى الطيفي.

5. أجهزة تحديد الموقع GPS وتستخدم هذه الأجهزة في تحديد الإحداثيات لمناطق الفحص والدراسة الميدانية، التي حُددت بناء على دراسة الصور ومعالجتها. ومن هذه الأجهزة جهاز تحديد الموقع كونيًا Global Positioning System: GPS ، الذي يتصل بعدد حوالي 12 قمراً صناعياً، خاصة بتحديد الإحداثيات. وتتحقق القراءة الصحيحة بتوفر الاتصال بين الجهاز وأربعة أقمار صناعية على الأقل، وتختلف دقة الجهاز باختلاف نوعه.

والجدير بالذكر أنه عند التعامل مع الاستشعار عن بعد؛ فإن خط الصفر للإحداثيات الطولية هو خط جرينتش، وأما خط الصفر للإحداثيات العرضية فهو خط الاستواء، ووحدة قياس المسافة هي المتر.

خامسا : مميزات الاستشعار عن بعد :

تعد معطيات الاستشعار عن بعد ذات قيمة علمية تطبيقية في دراسة أي موضوع لأنها تتميز بالمميزات الآتية :

1. الشمولية : تغطي مرئيات الاستشعار عن بعد مساحات واسعة من الأرض ، وبذلك توفر امكانية للكشف والمقارنة للظواهر الأرضية المختلفة يصعب على الباحث مراقبتها ميدانياً.
 2. قدرة التمييز الزمني يمكن الحصول على مرئيات مكررة لنفس المناطق وخلال مدة زمنية متساوية لأن الأقمار الصناعية تدور حول الأرض على وفق مدار ثابتة الأبعاد وبشكل متزامن مع دوران الأرض حول الشمس ، وبذلك يمكن مراقبة التغيرات التي تحدث للظواهر عبر الزمن .
 3. قدرة التمييز الطيفي والمكاني من المعروف بان الصورة بهيئتها الرقمية تعبر بدقة عن اي ظاهرة ارضية فضلا عن كونها تمتاز بالتعددية الطيفية (أحزمة مختلفة مما يساعد على الحصول على معلومات اكثر دقة وبقدرات تمييزية طيفية و مكانية تتناسب مع نوعية المتحسس الذي يستخدم في القمر الصناعي .
- أن القدرة التمييزية المكانية هي عبارة عن اصغر وحدة صورية يمكن تمييزها على الصورة الفضائية فمثلا دقة التمييز العالية للمتحسس TM ساعدت بشكل كبير على تمييز الظواهر .

أ. الصور العمودية (Vertical Photographs) : يتميز هذا النوع من الصور بأن يكون الميل عن الوضع العمودي قليلا جدا ولا يزيد عن 4 درجات و تتميز هذه الصور بتماثل وتجانس المقياس على جميع أجزاء الصورة ، كما يكون كما يكون الاختلاف قليل جدا مع الخارطة الطبوغرافية مما يسهل عملية نقل المعلومات من الصورة الى الخارطة .

ب - الصور المائلة (Oblique Photographs) - وهي الصور التي يميل فيها المحور الأساسي عن المحور العمودي بأكثر من ٤ درجات ، ولا يكون المقياس متجانسا على جميع اجزاء الصورة ، اذ يتناقص المقياس اعتبارا من الأمام الى الخلف ، وتختلف عن الخارطة من حيث المقياس ودقة المعلومات ، ويمكن تصنيفها الى صور ذات انحراف شديد عن الوضع العمودي والتي تتميز بظهور خط الافق على الصورة ، اما الصور ذات الانحراف القليل عن الوضع العمودي فلا يظهر خط الافق على الصورة .

وتتميز الصور المائلة باستخدامها في تصوير المناطق العسكرية دون الحاجة للمرور فوقها مباشرة او بالقرب منها ، فضلا على انه يمكن تمييز التفاصيل بسهولة اكثر منها في حالة الصور العمودية كالتلال والأبنية العالية والأشجار وغيرها ، ويعود السبب في ذلك الى ان طريقة اسقاط التفاصيل مظهرة للظلال واشكال السطح الطبيعية والاصطناعية ومن مساوئ الصور المائلة انه لا يمكن استخدامها في قياس المساحات و المسافات نظرا لانعدام تماثل وتجانس المقياس في جميع أجزاء الصورة ، كما يصعب وضع خرائط طوبوغرافية من الصور المائلة لاختفاء نسبة كبيرة من التفاصيل بسبب اختلاف المقياس على أجزاء الصورة .

٢- الموزاييك (Mosaic) :

الموزاييك عبارة عن مجموعة من الصور الجوية المتتابعة والمأخوذة في شريط طيران واحد أو عدة أشرطة طيران متجاورة ، وغالبا يتم صنع الموزاييك من الصور الجوية العمودية ، وتلصق ببعضها البعض بحيث تبدو المعالم الطبيعية والحضرية بصورة متكاملة .

ويمتاز الموزاييك بأنه يظهر مساحة كبيرة من سطح الأرض بصورة واحدة ، ومن عيوب الموزاييك انه لا يظهر بيانات تتعلق بالمناسيب والفروق في ارتفاعات سطح الأرض وغيرها . ويستخدم الموزاييك والخرائط الطوبوغرافية في الدراسات الاستطلاعية في المسح الجغرافي والجيولوجي والمسوحات الزراعية وتخطيط المشاريع الهندسية وبخاصة مشاريع الطرق الكبرى ، وفي مجالات التخطيط الاقليمي وتخطيط المدن واستعمالات الأراضي وغيرها .

سادساً : تفسير وتحليل بيانات الاستشعار عن بعد :

وهي عملية فحص وتحويل البيانات الخام التي تتضمنها الصور الجوية والفضائية الى معلومات يمكن الاستفادة منها وتشمل عملية التفسير على تحسس ثم تشخيص ثم تصنيف الخصائص بناء على الغرض الذي جمعت من اجله واخيرا الحكم على محتوياتها ويقسم تفسير بيانات الاستشعار عن بعد الى قسمين هما :-

١. تفسير الصور الجوية (Aerial Photography) : بأنه عملية التصوير من على المنصات ضمن المجال الجوي والصورة الجوية ماهي الانماذج وصفية للمواقع على الطبيعة . يعتمد التفسير الناجح للصور الجوية على الخلفية والمعرفة للمفسر عن المنطقة المراد تفسير صورها الجوية ويسمى بالمستوى القياسي الأساسي ، ودرجة امكانية اتساعه كما يتطلب ايضا قوة ملاحظة و خيال من المفسر وتشتمل عملية تفسير الصور الجوية على ما يأتي:-

أ. اسس تفسير الصور الجوية :-

يتم التعرف الى الظواهر او (الأجسام او الأشياء) والعناصر عند تفسير الصور الجوية بالاستعانة بمعلومات تمثل النمط الفوتوغرافي للصور الملونة او من نوع الأبيض والأسود والتي تطبع من الأفلام الحساسة لجميع الالوان المرئية في الطيف الكهرومغناطيسي ، وتتضمن هذه الخصائص ما يأتي :

- ١ - درجة اللون Tone
- ٢ - النسيج Texture
- ٣ - النمط pattern
- ٤ - الشكل Shape
- ٥ - الظلال Shdow
- ٦ - الحجم Size
- ٧ - الموقع Site

وهذه الأسس عبارة عن القواعد الأساسية المتبعة لاستنباط المعلومات من الصور الجوية عن المنطقة المراد دراستها ، وكلما كان المفسر أكثر خبرة ومهارة كلما استطاع توظيف أسس التفسير بشكل أفضل في وصف المنطقة ، وغالبا ما يتم استخدام هذه الخصائص مجتمعة مع بعضها البعض للتعرف على الظواهر الأرضية التي يتم فحصها وتقدير أهميتها ، ومنها على سبيل المثال لا الحصر النباتات ، أنظمة الصرف المائي ، اشكال سطح الأرض ، نظام استخدامات الأرض ، الطرق وغيرها

أن عملية تفسير الصور الجوية استنباطية أكثر منها استقرائية ، بمعنى أن التفسير يبدأ من الظواهر المرئية المعروفة وينتهي بالظواهر غير المرئية او غير المعروفة .

ويساعد جهاز تجسيم الصور الجوية (الستيريوسكوب) في سهولة تفسير وتحليل الظواهر والتضاريس المناطق التي تظهر في الصور الجوية بأبعادها الثلاثة وامكانية الرؤية المستريوسكوبية المجسمة لصورتين متتاليتين للظاهرة نفسها ، بينهما منطقة مشتركة (تداخل) مقداره ٦٠% على نفس خط الطيران يلاحظ ، بحيث تظهر المرتفعات والمنخفضات لتضاريس الأرض كما لو كنا ننظر إليها من الطائرة .

وهناك ثلاثة أنواع شائعة من أجهزة الستيريوسكوب :-

الستيريوسكوب العدسي
الستيريوسكوب ذو المرايا
ستيريوسكوب زووم .

مراحل تفسير الصور الجوية :

يشتمل اسلوب التفسير العام للصور الجوية على أربع مراحل :

- مرحلة التعرف الاولي او العام : ويطلق عليها أحيانا مرحلة الفحص الابتدائي ، ويتم في هذه المرحلة الحصول على تصور عام عن الموقع والمنطقة المحيطة به لكي يتمكن المفسر من معرفة المنطقة ويمكن في هذه المرحلة تمييز الظواهر المألوفة .

٢ - مرحلة تمييز المحتوى : وتسمى أحيانا مرحلة الفحص التفصيلي ، ويتم فيها تمييز الأهداف والمعالم الأرضية في الصور الجوية باستخدام أسس التفسير .

٣.التفسير والتحليل :تعد هذه المرحلة استكمالاً للمرحلة السابقة ، ويتم في هذه المرحلة تصنيف المعالم الأرضية المراد تفسيرها .

٤ - التنسيق : يتم في هذه المرحلة استنتاج المعلومات المستنبطة من الصور الجوية واجراء عملية التمثيل القياسي لما تم رؤيته في الصور وتم تفسيره وتحليله على الخارطة ، ونتاج الخرائط والمخططات من الصور الجوية .