بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة الملك فيصل – كلية الآداب – المستوى الرابع

مقرر صور جوية واستشعار عن بعد

اعدد وتنسيق /يحيى العليلـــي

المحاضرة الأولى

أهمية الصور الجوية وأنواعها

مقدمة

تعد الصور الجوية احدى الوسائل الهامه في تنفيذ عمليات الحصر المختلفه وانتاج الخرائط ، وهي من اسرع الطرق في حصر الموارد الطبيعية ، واصبح التصوير الجوي يتغلب على العقبات التي تواجه المساحة الارضية مثل المناطق الوعرة والمستنقعات والكثبان الرملية.

التقطت أول صوره فتوغرافية عام ١٨٣٩م وأول صورة جوية تم التقاطها عام ١٨٥٨م من ارتفاع ٨٠ متر.

وقد تطور استخدام الصور الجوية كمصدر اساسي لنظم المعلومات الجغرافية من خلال ادخالها الى الحاسب في صوره رقمية Digital Image ومعالجتها وانتاج الخرائط منها ودراستها.

أهمية الصور الجويةتتمثل بـ :

- تعطي الصور الجوية للتعرف على بعض الاختلافات في انماط شكل سطح الارض .
- تعطي الصور الجوية صوره حقيقية لسطح الارض ومعالمه.
- تستخدم في حصر مساحة الاراضي الزراعية.
- تستخدم في حصر الاراضي وتحديد أنواع التربه.
- امكانية استخدام الصور الجوية في المناطق التي يصعب دراستها ميدانيا.
- تمكننا في التعرف على الوحدات الارضية وأشكال السطح.
- تعطي الصوره معلومات دقيقه عن مواقع بعض الظاهرات الارضية.
- تعد من ارخص طرق الحصر للمساحات الكبيره.
- تستخدم الصور الجوية في انتاج الخرائط الكنتورية.
- تستخدم في دراسات التخطيط العمراني والتخطيط الاقليمي .
- امكانية استخدام الصور الجوية في دراسات التتبع والمراقبة في الحروب وفي السلم.

تدخل موضوعات الصور الجوية ضمن المساحة التصويرية بحيث تضم:

أ. المساحة التصويرية الارضية والتي تؤخذ من خلال الة التصوير.

ب. المساحة التصويرية الجوية والتي تؤخذ من خلال الكاميرا الموجهة لسطح الارض بواسطة الطائرات.

ما الفرق بين الصور الجوية والخريطة ؟

- تركيب الة التصوير الجوي :
- العدسة
- مخروط العدسة
- جسم الة التصوير
- صندوق الفلم
- قاعدة الة التصوير

أنواع الافلام

- الافلام الابيض والاسود وهي حساسة للطاقة ويتراوح الطول الموجي من
- (٠،٣ – ٠،٧)
- الافلام الحساسة للاشعة تحت الحمراء Infra Red وهي تمتد من (٠،٣١ – ٠،٩) وتستخدم في حصر الاختلافات في النباتات الصحية أو اختلاف المحتوى الرطوبي.
- الافلام الملونة .
- تجد صور جوية تلون بألوان كاذبة False Color .

خصائص الصور الجوية

أنواع الصور الجوية :

طبقاً للابعاد :

ترتبط بنوع عدسة التصوير وارتفاع الطائرة والاغلب ضمن الابعاد التالية : ٢٣ × ٢٣ سم أو ١٨× ١٨سم .

طبقاً لمقياس الصور :

تختلف المقاييس حسب الهدف من الصوره الجوية وهي :

أ . الصور التفصيلية اقل من ١: ١٠٠٠٠٠ وتستخدم في مخططات المدن.
ب. من ١: ١٠٠٠٠٠ الى ١: ٢٠٠٠٠٠ وتستخدم عند انشاء البنية الاساسية .
ج. أكبر من ١: ٢٠٠٠٠٠ وتستخدم في الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية .

ويرجع اختلاف مقياس الرسم في الصور الجوية الى :

- مساحة المنطقة
- ودرجة التضرس
- والغرض من المسح

طبقاً لمقياس الرسم في الخريطة :
وهنا تعتمد على مواصفات الخريطة والتي تحدد حسب غرض الدراسة والمده الزمنية وغيرها.

طبقاً لآشكالها :

أ. الصوره المنفرده ز
ب. الموزييك : وهي مجموعة من الصور الفوتوغرافية المتتابعة أو المجاوره تمثل مساحة كبيرة من سطح الارض
ومن مميزاتها :
- عمل خرائط بسرعة
- أرخص في التكلفة
- كثرة التفاصيل عن المساحة العادية
- تستخدم في الاعمال الاستكشافية

المحاضرة الثانية

ج. مفتاح الصور :

وهو عبارة عن صوره واحده ملتقطة لمجموعة الصور الجوية التي تغطي منطقة ما بحيث يتضح فيها أرقام الصور وترتيبها المسلسل وكذلك خطوط الطيران واتجاهاتها ، وهو مفيد في التعرف على ترتيب الصور واتجاهات الطيران .

وتتمثل انواع الصور الجوية بنوعين النوع الاول الصور المفردة(تحدثنا عنها في المحاضره السابقة)، أما النوع الثاني: تتميز بوجود تداخل بينها وتظم :

١- زوجيات الصور Stereo Pair

حيث ان الرؤية المجسمة لاتتم الا بعد الوصول الى صورتين للموقع نفسه من منظور مختلف ، ومن هنا وجد التداخل الطولي والجانبي للصور من أجل ان تتم هذه الرؤية المجسمه وهنا لابد ايضا ان يكون نسبة تداخل في الصور الجوية Over Lap بين كل صورتين متتابعتين لاتقل عن ٥٠% داخل خط الطيران الواحد ، فالتداخل في الصور الجوية من شروط الواجب توفرها حتى تتحقق الرؤية المجسمة لآية ظاهره.

٢. الاستريوجرام :

من خلال كل زوجين من زوجيات الصور يمكن الحصول على الاستريوجرام وذلك بهدف ايضاح الرؤية المجسمة لظاهرة معينة دون غيرها ورؤيتها بواسطة الاستيريوسكوب الجيبي.

٣- الاستريو تريبلت :

وهوالذي يمكن من الرؤية المجسمة لظاهره بعينها، ولكن يتم عمله من خلال ثلاث صور متتالية ، أي ان الظاهرة المراد ايضاحها اكبر من اتساع قاعدة العين ، ومن ثم يتم استخدام الاستريوتريبلت.هكذا.

خصائص الصور الجوية :

- التداخل
- الابصار المجسم

التداخل في الصور الجوية :

تتم عملية التصوير من الطائرات تبعا لنظام يسمح بوجود تداخل طولي بين كل صورتين بنسبة ٦٠% مما يسمح بوجود ثلاث نقط متتالية على الصوره الواحده ، ويسمح هذا التداخل بالرؤية المجسمه من خلال الاستريوسكوب ، أما اذا كان من التداخل فقط في حالة الموزييك فيكفي ان يكون التداخل ٢٠ – ٣٠ %. واذا كان للرؤية المجسمة يجب ان يكون التداخل بين ٥٠ -٧٠%.

الإبصـــــار المجسم :

الإبصار المجسم هو قدرة من الله أعطاها لنا كي نرى الظواهر الجغرافية بأبعادها الثلاثة ، حيث حبانا الله بعينين لاعين واحدة حتى نتمكن من رؤية الأشياء مجسمة (طول،عرض،ارتفاع) فالعين الواحدة لا تمكننا من الإبصار المجسم **حيث :** إن فكرة التجسيم تنبع من مصدري الإبصار(العينين) حيث تتقابل صورتا الهدف (الظاهرة) بزاويتي إبصار من وضع العينين المتباعدتين والتي تسمى بقاعدة الإبصار ثم يقوم المخ بترجمة الصورتين لصورة واحدة، ويعد هذا العمل التصويري المجسم للعين عادياً حيث تشعر العين بالتجسيم وبالتالي تشترك العين مع عصب الإبصار ومركز الإبصار في المخ لأداء تلك المهمة.

شـــــــــروط الرؤية المزدوجـــــــــــة :

١. يجب أن تغطي الصورتان جزئيا نفس المنطقة.
٢. أن يكون محوري الكاميرا في مستوى واحد.
٣. لا يجب ان تكون المسافة بين الصورتين كبيرة.
٤. ان يكون مقياس الرسم للصورتين متساوياً.

العوامل المؤثرة على الإبصار المجسم :

١. عدم ثبات الطيران أثناء عملية التصوير حيث يؤدي اختلاف الارتفاع لاختلاف المساحة التي تم تصويرها مع اختلاف مقياس الرسم لاختلاف الارتفاع بين الصورتين مما يؤدي لعدم اندماج الصور المأخوذة وبالتالي صعوبة الرؤية المجسمة لعدم تساوي الظاهرات .
٢. ميل الطائرة يؤدي لحدوث ميل لصورة فلو حدث الميل فسف يؤدي الى عدم انطباق النقط بعضها على بعض عن الوضع الحقيقي فيما لو كانت رأسية .
٣. انحراف خط الطيران اثناء التصوير .
٤. الخطأ في توجيه الصور لصعوبة الرؤية المجسمة لاختلاف توجيه الصورة .
٥. الفروق في ارتفاعات المنطقة التي يتم تصويرها حيث يؤدي لإجهاد العينين بسب اختلاف زاويتي الرؤية .
٦. عدم الدقة في ضبط الخط الواصل بين عيني الجهاز وخط الطيران وبالتالي يجب تصحيحه حتى تتلاشى وتظهر الصورة المجسمة .
٧. وجود عيوب في بصر المفسر يؤدي لعدم رؤية الظاهرات بشكل مجسم .

أدوات الإبصار المجسم :

١. **الأناجليف:** وهو نظارة بها عدستين الاولى حمراء تسمح للاشعة تحت الحمراء بالمرور،والثانية زرقاء تسمح بالاشعة الزرقاء بالمرور. ومع دخول برامج نظم وبالتالي نراها DEM المعلومات الجغرافية ، تمكنا من عمل خرائط الارتفاع الرقمي مجسمة على الشاشة من خلال الاناجليف

٢. **الأستريوسكوب الجيبي**

٣. **الأستريوسكوب ذو المرايا .**

٤. **الأستريوسكوب الكهربائي .**

٥. **اجهزة الإبصار المجسم والتوقيع :** ونظرا لتطور استخدام الصور الجوية تم إنتاج انواع كثيرة اهمها ما يقوم بتكبير الأهداف ومدعم بحاسب آلى ويمكننا مباشرة من تحويل الصورة الى خرائط رقمية مباشرة وهي اجهزة كبيرة الحجم وذات تكلفة مرتفعة

مقياس الرســـــــــــــم : كيفية حساب مقياس الصورة :

$$\text{مقياس الصور} = \frac{ف}{ع - هـ}$$

حيث ان : ف = البعد البؤري لكاميرا التصوير/ سم

ع = ارتفاع الطيران/ بالمتر ويحول الى سم

هـ = متوسط ارتفاع الأرض المصورة / بالمتر ويحول الى سم

فإذا تم استخدام كاميرا ذات بعد بؤري يبلغ ١٠٠٠ملم في تصوير صور رأسية على ارتفاع طيران يبلغ ٢٧٨٠ مترا فوق سطح البحر . وكان متوسط ارتفاع المنطقة المصورة يبلغ ٥٠٠ مترا ،فإنه بتطبيق المعادلة السابق الإشارة اليها يكون من الممكن الوصول إلى القياس المنشود من تلك العملية كما يلي :

١٠٠ مللي =١٠سم

مقياس الرسم للصورة = ١٠ / ٥٠٠٠٠-٢٧٨٠٠٠ = ١ / ٢٢٨٠٠٠٠

ونظرا لتنوع المناطق بين المرتفعات والمنخفضات فقد ادى هذا للتأثير على مقياس رسم الصور حيث لعب دور المناسيب دورا في اختلاف المقياس داخل الصورة ولحل هذه المشكلة تم حساب مقياس الرسم المتوسط بالمعادلة التالية :

مقياس الرسم المتوسط = البعد البؤري لآلة التصوير / ارتفاع الطائرة – متوسط ارتفاع النقطة

وقد لوحظ أن مقياس الرسم المتوسط أكبر من مقياس الرسم العادي المكون من النقطة الواحدة في المناسيب المنخفضة وأقل من المقياس العادي في المناسيب المرتفعة.

أمثلة على مقياس الرسم

- احسب ارتفاع الطيران لصورة مقياسها ١: ١٥٠٠٠ والبعد البؤري ١٥٠ملم ؟

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل

مقياس رسم الصورة = البعد البؤري / ارتفاع الطائرة

١ / ١٥٠٠٠ = ١٥٠ملم(١٥سم) / ع

= ١٥سم × ١٥٠٠٠ = ٢٢٥٠٠٠ سم وتحول الى متر فتصبح ٢٢٥٠ مترا

المحاضرة الثالثة

مكونات الصور الجوية

ان الصور الجوية العادية (ابيض واسود) عبارة عن قطعه من الورق الحساس بأبعاد ٢٣سم × ٢٣سم ، مطبوع عليها ظلال تتدرج بين اللونين الأبيض والأسود . تلك الظلال تمثل اختلافات تفاعل ظاهرات سطح الأرض مع الأشعة الشمسية التي يتم تسجيلها بواسطة الفيلم الحساس المصور من الطائرة ، ويحرص القائمون بعملية التصوير على إظهار بعض البيانات على هوامش الصورة الجوية وإطارها تفيد في المقام الأول مستخدم الصورة في عملية تفسيره لها.

أ) علامات التنصيص Fiducial marks :

وهذه أما ان تظهر على هيئة دائرة في كل ركن من اركان الصورة الأربعة أو على هيئة فتحة في منتصف كل جانب من جوانب الصورة بحيث يمكن تعيين مركز الصورة (النقطة المركزية) عن طريق التوصيل بين كل علامتين متقابلتين بخط وحيث يتقاطع الخطان تقع الخطة المركزية ، ويتم الاستفادة منها في التعرف على مواقع مراكز الصور في رسم خط الطيران وفي عمل المجسمات والموزيك المحكم من الصور .

بيانات الصوره : (ارجع للمحاضرة لمشاهدة الصورة)

ب) ميزان التسوية Bubble level :

وهو عبارة خمس دوائر متحدة المركز وتقيس لأقرب نصف درجة ، تظهر بداخلها فقاعة هوائية (ميزان مياه) لتوضيح مدى أفقية الطائرة وقت التصوير ، ويفيد ظهور ميزان التسوية في تحديد درجة واتجاه ميل الطائرة . فمن المعروف انة أذا قل الميل عن ثلاث درجات يمكن معاملة الصورة الجوية على انها صورة رأسية اما أذا زاد عن ذلك تعتبر الصورة مائلة ويجب أخذ بياناتها ببعض الحذر وتحتاج لتعديل وتصحيح .

ج) ساعة زمنية Watch :

هي عبارة تدرج ساعة توضح وقت التصوير بالساعة والدقيقة . ويتم الاستفادة منة في التعرف على كمية الظل المتوقع ظهوره فيها لاختلاف درجة ميل أشعة الشمس باختلاف اوقات النهار والمعروف ان الظل له اهميتة عند دراسة الإزاحة التضاريسية وفرق الابتعاد في داخل الصور مما يفيد في تقدير الارتفاع او درجة الانحدار، فإذا كان الظل باتجاه الراصد نرى المعالم مجسمة وإذا حدث العكس تظهر المعالم معكوسة فالجبال منخفضة والوديان مرتفعة .

وهو عبارة عن دائرة مقسمة يتحرك عليها مؤشر لبيان أجزاء الكيلو متر أما الكيلومترات الصحيحة فتظهر من خلال فتحة داخل هذه الدائرة. ويفيد التعرف على ارتفاع الطائرة وقت التصوير في المقارنة بين الارتفاعات المختلفة للتصوير وتأثيرها المباشر على مقياس رسم الصورة التقريبي، حيث يمثل الارتفاع بعد خصم متوسط منسوب الأرض المقام بينما يمثل البعد البؤري لكاميرا التصوير البسيط .

د) مقياس الارتفاع Altimeter

هـ) عداد الصور :

وهو عبارة عن مستطيل صغير مقسم إلى ثلاث نطاقات في كل منها رقم ،يدل الأول على رقم الكاميرا ونوعها لما لذلك من دلالة على دقة الكاميرا وسنوات معايرتها وذلك عند استخدام الصور في صنع الخرائط ، أما الرقم الثاني فيدل على مسلسل الصورة داخل الفيلم مما يفيد في التعرف على ترتيبها بين الصور داخل الفيلم الواحد وعند ترقيمها داخل خط الطيران، والرقم الثالث يمثل البعد البؤري لعدسة التصوير وهو ذو قيمة كبرى في تحديد مقياس الرسم التقريبي للصورة الجوية .

و) رقم الخط ورقم الصورة :

في بعض الأحيان يكتب على هامش الصورة رقمان متتاليان،الأول من جهة اليسار يدل على خط الطيران أما الثاني فيدل على رقم الصورة داخل هذا الخط ، ويستفاد منة في تعيين موقع الصورة عند فهرسة خطوط الطيران للمنطقة المراد دراستها كذلك يفيد في ترقيم نقط الربط الأرضي .

الإزاحـــــــــــــــــــــــــــــــة :

هو اختلاف موقع الجسم المصور على صورتين متتابعتين يمثل الفرق نتيجة للاختلاف في موقع الكاميرا حيث نرى النقطة A لها خيال aعلى الصورة اليسرىولها خيال a على الصوره اليمنى . أي ظهور تفاصيل ظاهرات سطح الأرض بعيدا عن موقعها الحقيقي وبالتالي عدم دقة قياس المسافات بين الظاهرات

ويرجع السبب في ذلك إلى :

١ . طبيعة الإسقاط المخروطي .
٢. الإزاحة إذا كانت الصورة مائلة .
٣. إذا زاد التضرس زادت الإزاحة .
٤. تزيد الإزاحة مع زيادة الارتفاع وزيادة الانخفاض في سطح الارض.

شكل يمثل الازاحة الناتجة عن فرق الارتفاع كيفية تحديد مقدار الإزاحة : (راجع المحاضرة)

مثـــــــــــــــــال :

احسب مقدار الإزاحة لقمة جبل في موقعة الحقيقي إذا كان ارتفاعة٢٠٠٠م فوق سطح البحر بينما كان بعد قمته عن النقطه الرئسية١٠سم وارتفاع الطيران هو٥٠٠٠م فوق سطح البحر .

مقدار الإزاحة = ارتفاع قمة الظاهرة عن سطح البحر بالمت رx بعد قمة الظاهرة عن النقطة الرئيسية بالمتر
ارتفاع الطائرة عن سطح البحر بالمتر

٢٠٠٠م ×١٠ سم = ٢٠٠٠٠٠سم×١٠سم = ٤سم
٥٠٠٠م ٥٠٠٠٠٠سم

حساب ارتفاع الظاهرات من الصور الجوية :

تعد من أهم العناصر اللازمة لإنتاج الخرائط باستخدام ازواج الصور من خلال الإستريوسكوب وباستخدام عمود البرالكس يمكن لنا قياس ارتفاع الابراج والمباني على اعتبار ان القمة العليا سوف تكون منزاحة عن القاعدة وبموجب معرفة قيمة الإزاحة يمكن معرفة ارتفاع الظاهرة .
يتم بموجب المعادلة التالية :

ارتفاع الظاهرة = مقدار الإزاحة سم × ارتفاع الطيران عن مستوى المقارنة
بعد قمة الظاهرة النقطة الرئيسية

المحاضرة الرابعة

اسس قراءة الصوره الجوية

مقدمه

يقوم مفسر الصور الجوية بالاستعانه بالخرائط والخبره والزيارات الميدانية اذا تطلب الامر ذلك وبالاضافة الى تخصصه ، حيث أن تفسير الصور الجوية يأخذ عدة مستويات من التعقيد بداية من التعرف البسيط على الاشياء الموجوده على سطح الارض وصولاً الى المعلومات التفصيلية بين ظاهرات سطح الارض، بالاضافة ان جودة الصوره تؤثر في عملية التفسير.

عناصر تفسير الصور الجوية :

عند تفسير الصور في معظم التطبيقات يجب أخذ في الاعتبار مايلي:

١. الشكل
٢. الظلال
٣. الموقع
٤. الحجم
٥. درجة اللون
٦. الترابط
٧. النمط
٨. النسيج

الشكـــــــــــــــــل :

يشير الشكل الي الظواهر التي نراها من الجو وتستطيع من خلال الرؤية التفرقة بين ما تصنعه الطبيعة وما يصنعه الإنسان وعلى ذلك تساعد دراسة الشكل التي تبدو علية الظاهرات في الصورة الجوية في تفسير ما تتضمنه فعلى سبيل المثال يمكن لمفسر الصورة التعرف على الطرق ودرجاتها من خلال اتخاذها الشكل الخطى المستقيم من خلال اتساعها وما قد تتعرض له من انحناءات التدفقات الطينية تحمل شكل يختلف عن التدفقات المائية والحفر البالوعية دائما تكون دائرية والبراكين غالبا ماتميل لشكل المخروطي .

إذا كان قارئ الخريطة الكنتورية يستطيع التعرف من خلال خطوط الكنتور على شكل سطح معين كذلك قارئ الصورة الجوية يستطيع التعرف من خلال رؤيته للبعد الثالث أن يتعرف بعض الأشكال السابق معرفته لها مثل الهضاب والجبال والتلال والمدرجات النهرية فيمكن له ان يميز الآثار من خلال اشكالها مثل الأهرام في مصر والبنتاجون بالولايات المتحدة ، حيث تعطي له الصورة البعد الثالث على غير ما اعتدنا عليه في الدراسات الحقلية ، حيث مسقط الرؤية جانبي . وعلى الرغم من اهمية الشكل فإننا لا نستطيع الاعتماد عليه بمفردة في التعرف على الظاهرات الطبيعية والبشرية .انظر الشكل(الصورة الجوية)

١. **قنوات ري .**
٢. **قنوات ري من الدرجة الثانيه .**
٣. **سكة حديد .**
٤. **طريق رئيسي .**
٥. **طريق ثانوي .**
٦. **أراضي زراعية .**

الحجـــــــــــم Size :

حجم الأجسام غالبا ما يساعد على تمييز الظاهرات فبما بينها والتعرف على حجم الظاهرة لا يفيد في حد ذاته الإ من خلال مقارنتها بغيرها من الظاهرات . ولابد عند دراسة الحجم ان نتعرف على تأثير مقياس الصورة .فالصورة كبيرة المقاس ١:١٠٠٠٠ مثلا قد تظهر تفاصيل الظاهرة المدروسة على حين قد تضخم هذه التفاصيل ولا تظهر في الصور صغيرة المقياس ١: ٥٠٠٠٠ فأكثر.

يجب الحرص عند دراسة حجم الظاهرة بحيث نتعرف على موقع الظاهرة داخل الصورة ، فالظاهرات التي توجد على اطراف الصورة تكون احجامها معرضة للتشويه ، نتيجة ماتعانية من إزاحة تضاريسية وتشوهات الإسقاط المركزي لعدسة التصوير.

النمط Pattern :

نقصد به التوزيع المكاني للظواهر فطريقة انتظام الظاهرات تعطي للقارئ دلالة لتفسيرها والتعريف بها ، فعلى سبيل المثال إذا لاحظ قارئ الصورة انتظام توزيع الأشجار في مناطق الغابات ،فإن معنى ذلك أنة بصدد منطقة معاد تشجيرها Replantation فهي تختلف عن الغابات الطبيعية غير منتظمة التوزيع ، او من مناطق الزراعات البستانية المخططة حيث نجد ان هذه الزراعات منتظمة الصفوف والأبعاد .

كما قد يظهر اختلاف النمط في توزيع النباتات في المناطق الطبيعية تأثيرات جيمورفولوجية لها اهميتها . ومن الأمثلة التي تحتاج الى بيان انه من خلال دراسة انماط شبكات التصريف النهري وما تعرضه من تغيرات داخلها يمكن الخروج بدلالات جيمورفولوجية مهمة من عوامل نحت ومن طريقة انتظام الشبكة النهرية هل هي شجرية مثلا وعلاقتها بالتركيب الجيولوجي والفوالق والانكسارات على تحديد وتوجيه مسار الوديان في الشبكة .

الظلال Shadows :

تبدو اهمية الظل و استخداماته داخل زوجيات الصورة حيث يعتمد على استخدام الشكل واللون حيث يساعد الظل في رسم هيكل الظاهرة مثل المنخفضات والتضاريس الرأسية وتستخدم الظلال في المساعدة في تفسير المناطق المبهمة ربما كانت مترابطة مع انزلاقات أرضية وأخاديد وتكون هذه الظواهر بأحسن مايمكن في الصباح الباكر او بعد الظهر المتأخر حيث تكون الظلال طويلة .

والظلال قد تخفي تماما بعض الظاهرات الواقعة داخلة مما يزيد من صعوبة تفسير تلك المناطق ويتم الحصول على افضل تأثير لظلال عندما يتم توجيه الظل في اتجاه قارئ الصورة مما يساعد على اراحة العين واستحالة الحصول على نوع من الإبصار المعكوس للظاهرة.

درجة اللون Tone :

يعد اللون أحد المكونات الرئيسية في الصورة الجوية ويقصد به تدرج اللون الأبيض إلى اللون الأسود ويمكن ان يكون الاختلاف اللوني راجعا الى اختلاف الظاهرة مثل الكثبان الرملية قد تبدو بيضاء اللون على حين تبدو مناطق المستنقعات الرطبة سوداء داكنة او مثل السهول الزراعية تختلف باختلاف محاصيلها او مثل الغابات تختلف باختلاف عمر ونوع الأشجار .

بشكل عام فإن درجة اللون الغامقة تشير الى مواد ذات ألوان داكنة والعكس صحيح ، حيث يمكن تمييز الظواهر اعتمادا على درجة اللون ، فالصخور تختلف الألوان المنعكسة منها حسب مكوناتها المعدنية المتواجدة على السطح فالصخور الجيرية تظهر على شكل بقع بيضاء اللون بينما الصخور من أصل بركاني تكون غامقة اللون أميل للسواد .وطريقة التعرف على اللون باستخدام العين المجرده اولا ثم بالأستريوسكوب الجيبي .

النسيج Texture :

النسيج هو تذبذب تغير درجة اللون في الصورة وينتج عن ذلك بسبب مجموعة من الظواهر المفردة الصغيرة إلى درجة أنه يمكن تمييزها بمفردها ولكنها تميز طبقا لتوزيعها ولونها وحجمها وشكلها ونمطها ، فمثلا في الصورة لا نستطيع تمييز ورقة الشجرة لصغر حجمها لكن تجمع عدة اوراق بالإضافة للظلال يظهر نسيجا يمكن تمييزه ويزيد التمييز أذا كلما كانت الصورة كبيرة المقياس .

فأن "النسيج" يقصد به مجموع ما تعرضه ظاهرة معينة من علاقات منتظمة لمفرداتها ويتضح أثر النسيج في الغابات .

فالنباتات الأكبر حجما تعرض نوعا من النسيج الخشن والنباتات الصغيرة من النسيج الدقيق .

الموضع Site :

موضع الظاهرة له تأثيره على ما تعرضه من خصائص جيمورفولوجية مثل المناطق المرتفعة أكثرها حظا بالأمطار وتكون من اخفض المواقع حرارة.

يؤثر الموضع في طبيعة العمليات الجيمورفولوجية السائدة للظاهرة الواحدة فلا شك ان العمليات السائدة على السفح المواجه لأشعة الشمس او المواجهة للرياح كما ان ظاهرات المناطق الرطبة تختلف في اشكالها عن المناطق الجافة والاثنان يختلفان عن الاشكال التي توجد في المناطق الجليدية.

الترابط Association :

هي علاقة الظواهر مع محيطها او شكل تكوينها غالبا ما يوفر مفتاحا مهما في التفسير، فالظواهر المقوسة ذات اللون الداكن المترابطة مع السهل الفيضي، تفسر كبحيرات هلالية مملوءة بالتربة، وكذلك البحيرات البعيدة عن النهر تفسر كبحيرات مقتطعه.

المحاضرة الخامسة

تفسير الصورة الجوية :Interpretations of Aerial Photographs :

ان الصور الجوية توفر مصدر شاملا وزهيد الثمن للبيانات في هيئة صورة فورية محددة للأرض، ويمكن هذا المنظر (الشامل) للجغرافي عالم التربة والمخطط لأن يتوصل إلى استنتاجات علمية بارزة مثل نوع التربة وظروف التصريف وتطور نمو المدن واستخدام الارض،وانعدام استقرار المنحدرات . ويمكن للصور القديمة ان توفرت ان تعطي معلومات عن التغيرات التي حدثت في طبوغرافية ونظام التصريف والتعرية السواحل وملء الحفر وردم البحار. قد يكون تاريخ الموقع عملا حاسما في التصميم مثل نحت قيعان الأنهار.

وأثرها على تصميم السدود وحساب معدل التعرية للسواحل . وهي تعتبر مكملة للخرائط والمعلومات الاخرى حول المنطقة المراد دراستها .

وأن عملية تفسيرأية صورة سواء رقميا أو صوريا وتشتمل على مرحلتين:

١. تشخيص ظواهر الأرض .
٢. تحديد أهميتها .

واصبح لتفسير الصور الجوية تطبيقات واسعة في حقول علم الارض وعلم اشكال السطح والزراعة والغابات والاثار وعلم المياه والتربه والبيئة النباتية والجغرافيا.

العوامل الفوتوغرافية المؤثرة على التفسير :

- هندسة الصورة (اتجاه محور الكاميرا).
- تركيب المرشح .
- مقياس الصورة .
- اختلاف أنواع الصور المنتجة .
- وقت التصوير أثناء النهار .
- موسم التصوير .
- الحدود السياسية .
- خطة الطيران .

تتأثر الصور الجوية بعوامل طبيعية مثـــــــــــــــــل :

١. لون الجسم المراد تصويره .
٢. موقع الجسم بالنسبة لزاوية الشمس .
٣. كمية الضباب الموجود في الجو.

ويمكن تعديل العوامل الثابتة لجعلها ملائمة للتطبيقات التي سوف تستعمل بها الصور، وبالتالى ، فإنها تعتبر مؤشر لاختيار الصورة واتخاذ القرار بالتصوير الجوى.

١.هندسة الصور الجوية Geometry of image :

صنفت الصورة الجوية اعتمادا على اتجاه محور آله التصوير إلى صور جوية رأسية وصور جوية مائلة ، وكلا النوعين يستعمل في التحري الموقعي.
إلا أن الصور الجوية الرأسية تستخدم على نطاق أوسع وذلك لأن الصور الجوية المائلة لا يمكن استخدمها بسهولة في المسح التفصيلي لقلة دقتها ، لذا فإن التغطية المتوفرة تميل إلى محدوديتها ، لأن المعلومات التي يمكن الحصول عليها من الصور الجوية المائلة رغم كونها مفيدة جدا لكنها أقل شمولية بالمقارنة مع المعلومات التي يمكن الحصو ل عليها من الصور الجوية الرأسية **وذلك للأسباب التالية:**

- التغير في المقياس عبر الصورة قد يكون سريعا في حالة الصور الجوية كبيرة الميل وقد يكون التغير معقدا في المناطق ذات الارتفاعات العالية ، والمناطق المضرسه بشكل عام مثل ظهور أشكال أكبر من حجمها الطبيعي.
- التشوه الحاصل في الصور الجوية المائلة يمكن أن يعطي انطباعا خاطئا عن بعض الظواهر المهمة.
- يمكن أن تختفي مساحات واسعة من الأرض عن النظر بسبب التلال (الأرض الميتة) .
- صعوبة إنتاج صور موزاييك باستخدام الصور الجوية المائلة وفي أحيان كثيرة تصبح مستحلية ويرجع ذلك لتأثير ميلان الصورة على دقتها خاصة هوامشها .

على الرغم من عيوب الصور المائلة إلا أنها أكثر سهولة في التفسير للمفسر عديم الخبرة تعطى رؤية مألوفة أكثر من الصور الرأسية كما أن الحصول على الصور المائلة أرخص في التكلفة حيث يمكن الحصول عليها بواسطة كاميرات عادية .

٢- تركيبة المرشح Filltar combination :

يلعب المرشح دورا في زيادة الرؤية حيث تشمل: مرشحات التصوير للصور الأبيض والأسود ، ومرشحات لاستخدامات الألوان المختلفة وقد وجد أن الصور الملونة أفضل حيث يمكن للعين تمييز ها لظاهرات بقدرة ١٠٠ مرة عن الصور الجوية الأبيض والأسود كما أنها تعطى نتائج جيدة في التفسير الجيولوجي .

كما تستخدم صور ملونة في :

- موجات مختلفة من الحمراء إلى القريبة من الحمراء في التعرف على أمراض النبات
- دراسة تصريف المياه في الوديان والأنهار
- وفي دراسة التركيب المحصولى..

٣- المقياس:

يؤثر على مقدار التفاصيل في الصور الجوية ويتوقف المقياس على ارتفاعات الأراضي ويتناسب مقياس رسم الخرائط الطبوغرافية أو التفصيلية (الكدسترالية) طرديا مع مقياس الصورة الجوية .

٤- اختلاف أنواع الصور:

هناك عدة أنواع من الصور وهى ٢٣×٢٣سم ، ١٨×١٨سم وهذه الصور تطبع على ورق .

٥- وقت التصوير:

يلعب وقت التصوير دورا في التأثير على الظاهرات الأرضية طبقا لوضع الشمس حيث يؤثر وضعها على كمية الظل ففي وقت الظهر لا يوجد ظل بينما ففي الصباح يزيد الظل.

٦- تعرض الطائرة للانحراف:

نتيجة لظروف الهواء في طبقات الجو العليا حيث يصبح ثبات الطائرة أمرا صعبا وتكون الرياح متعامدة على اتجاه هبوبها على خط الطيران مما يدفع الطائرة بعيدا عن المسار المحدد وبالتالي تصبح خطوط الطيران متعرجة.

٧- الحدود السياسية:

قد تؤثر أحيانا في عملية التصوير خاصة في المناطق الحدودية.

٨- خطة الطيران:

تتوقف على مساحة وشكل المنطقة، ويتم اختيارالطيران بطريقتين :

- الطريقة الأولي الطيران في اتجاه واحد وفيه يتم التصوير من اتجاه واحد وبالتالي تخضع الصورة لظروف واحدة من ناحية حركة التيارات الهوائية، وزاوية ميل الشمس وانعكاس أشعتها ، ويتطلب هذا أن تحتفظ الطائرة بأفقيتها وسرعتها وارتفاعها ، ويؤخذ على هذه الطريقة ارتفاع تكلفتها.
- الطريقة الثانية وفيها الطيران يكون ذهابا وإيابا وهذه الطريقة أقل في التكلفة وأقصر في الوقت ، وتقتصر على وقت استقرار الجو، وعلي أن يزيد ارتفاع الطائرة عن ١٠٠٠٠قدم .

المحاضرة السادسة

قراءة الصور الجوية Photo Interoeration :

يعني مصطلح قراءة الصورة Photo-Interpretationتعيين المظاهر الطبيعية والبشرية على سطح الأرض ويتوقف ذلك على كثير من المراحل والعمليات المختلفة نذكر منها ما يلي:

١- خبرة المفسر.
٢- الهدف من التفسير.
٣- نوع الصور المتاح.
٤- نوع الأجهزة المستخدمة.
٥- مقياس رسم الخريطة المطلوبة ومواصفاتها.
٦- البيانات المتاحة عن المنطقة.

هناك اربعة مراحل تمر فى تحليل الصور الجوية لكى تنتهى وهى :

١- مرحلة القراءة.
٢- مرحلة التحليل.
٣- مرحلة التصنيف.
٤- مرحلة الاستنتاج والتنميط.

يحتاج أى فرد خلال قراءته للصور الجوية إلى :

- قدر من المعرفة تمكنه من التعرف على محتويات صورته . وكلما زاد هذا القدر من المعرفة زادت قدرته على قراءة الصورة والخروج منها بنتائج طيبة .
- ولا شك في القول بان القراءة لأشكال السطح للصورة تحتاج إلي خلفية علمية وعملية في مجال الجيمورفولوجيا لإدراك الخصائص المختلفة لأشكال سطح الأرض وفهم طبيعة العمليات السائدة وانعكاسات ذلك في الصورة .
- كما يحتاج إلى بعض المهارات الخاصة باستخدام أجهزة التفسير لإدراك إمكاناتها.
- كما يحتاج كذلك إلى الإلمام ببعض خصائص الصور الجوية وأنواعها بهدف انتقاء المناسب والأفضل منها في مجال بحثه فإذا كان المفسر يهتم بجغرافيه الزراعة فعلية فهم الأنماط والأشكال الحقلية ودلالتها فمثلا حينما نرى الحقول الزراعية المستديرة وهو ما يعرف بنظم الري المحوري نربط بينها وبين الزراعات الحديثة المرتبطة بتقليل الفاقد في مياه الري .

الهدف من التفسير :

يؤثر الهدف من القراءة في طبيعة ما يمكن أن تستخرجه من الصورة من بيانات وفيما يمكن اختياره من أنواع الصور ومقاييسها المتوافرة فعلى على سبيل المثال إذا كان الهدف عمل خريطة استطلاعية فنحن بحاجة إلى صور جوية بمقياس رسم صغير ١:٥٠٠٠٠ أو أصغر. أما إذا كان الهدف دراسة الآثار الجانبية لبعض الفيضانات أو لعمليات الانهيارات الأرضية فان الأمر يتطلب الاستعانة بصور جوية كبيرة المقياس ١:١٠٠٠٠أو أكبر للخروج بالتفصيلات المطلوبة .

كما انه يفضل استخدام الصور الملونة عند دراسة المناطق الزراعية إن توافرت ويكون من الأفضل استخدام صور الأشعة الحمراء القريبة للاستفادة بها للفصل بين الزراعات المختلفة وتحديد أمراض النبات.

أحيانا لا يتوفر النوع المطلوب من الصور أو سنوات التغطية المطلوبة وكذلك مقياس الرسم المناسب. ولذلك يجب البحث عن أفضل البدائل فيما هو متاح من الصور أو التوصية بإنتاج النوع المفيد في المجال البحث.

ولا يفوتنا هنا الإشارة إلى أن الصور الجوية بما تمتاز به من تسجيلها لكافة تفاصيل الطبيعة بصورة مصغرة ومن إمكانية لرؤية البعد الثالث قد تفضل على الخرائط الطبوغرافية حتى لو اتحد المقياس فقد أوضحت الدراسات لشبكات التصريف أن الصورة الجوية بمقياس ١:٢٠٠٠٠ قد أظهرت من التفاصيل ما يفوق ما أتضح من خريطة طبوغرافية لنفس المنطقة بمقياس رسم ١:٥٠٠٠٠ بأربعة أضعاف في كل من أعداد المجاري ورتبتها وأطوالها وكثافتها بينما لم تتأثر كثيرا مساحة الأحواض بتغير المقياس.

مراحل إعداد الصورة للتفسير (القراءة):

سنتعرض إلى ثلاثة جوانب كما يلي:

أ- الأدوات المطلوبة للتفسير.
ب- طريقة تجهيز جهاز الاستريوسكوب.
ت- طريقة تجهيز الصورة.

الأدوات المطلوبة للتفسير :
تحتاج عملية تفسير الصورة الجوية إلى بعض الأدوات والأجهزة التي تسهل مهمة قراءة الصورة واستخلاص البيانات منها.

ومن هذه الأجهزة ما يلي بيانه :

- شفافيات (بلاستيك، ورق شفاف)للرسم عليها بدلا من الرسم المباشر على الصورة.
- أقلام رابيدوجراف بسنون مختلفة (٠،٢مم ،٠،٣مم ، ٠،٤مم) أو أقلام روترنج ٠،٥مم
- ممحاة لاستخدامها في إزالة أخطاء الرسم والتحديد.
- مسطرة عادية بطول ٥٠سم لاستخدمها في القياس.
- لفة شريط لاصق Scotch masking tape وذلك لسهولة إزالته.
- لغة شريط لاصق Magic tape حتى يتم تثبيت الصور والشفافيات بحيث لا يحجب تفاصيل الصورة.
- أقلام شمع ألوان لاستخدامها في الرسم على الصورة ذاتها وتحديد الوحدات الأرضية والتكوينات الجيولوجية مثلا وذلك لسهولة إزالتها بالكحول بعد ذلك.
- علبة ألوان رصاص(١٢لون على الأقل) لاستخدامها في تلوين الوحدات المختلفة.
- منقلة مستديرة ٣٦٠م أو مثلث قائم الزاوية لاستخدامها في إقامة الأعمدة.

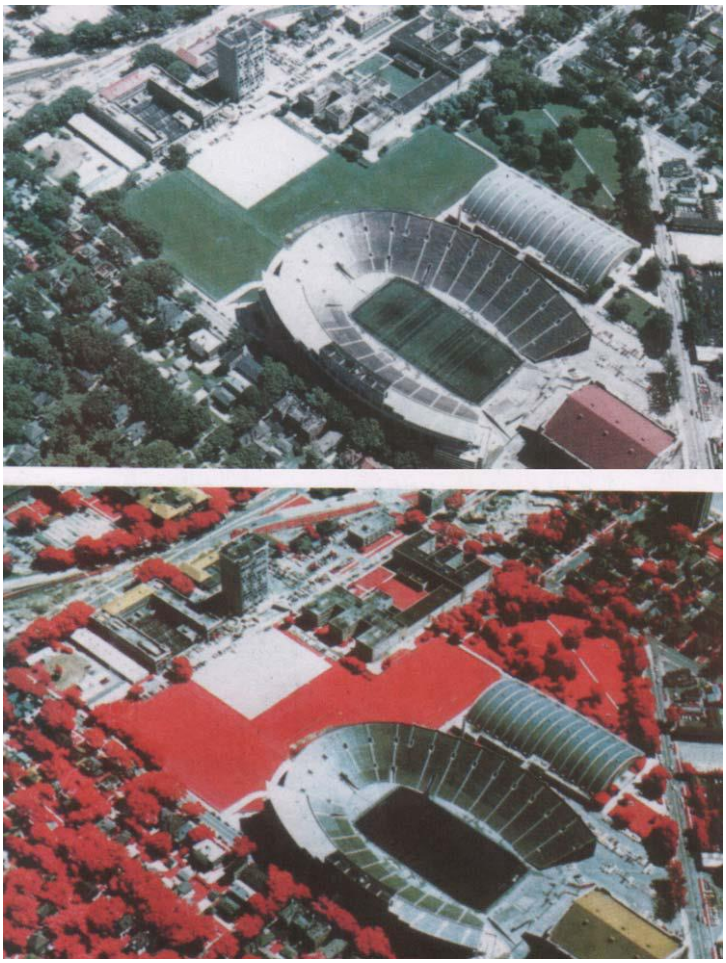
يتم تنصيف المسافة بين المركز الأوسط (مركز الصورة) وكذلك بين المركز الأوسط والمركز الأخير بواسطة المسطرة.

يتم إقامة عمود في مواقع التنصيف هذه وذلك بواسطة المنقلة أو المسطرة والمثلث قائم الزاوية.

بتنفيذ الخطوات الست السابقة على كل صورة، نكون قد حددنا الجزاء الأوسط من كل صورة والذي قد لا يتعدى اتساعه في معظم الأحيان عن ١٠سم. ظاهرات في النطاق المماثل على الصورة التالية. وهو الأمر الذي يعفي مستخدم الصورة والقائم بعملية التفسير من تكرار تفسيره لنفس المكان وهى الحالة التي يقع فيها عند تفسيره لكل الجزء المجسم (نطاق التداخل).

حيث إن هذه الطريقة والمعرفة باسم Matching lines تحدد خطا مستقيما يكون هو موضع التقاء التفسير داخل أقل مناطق الصورة تشوها مما يسهل من عملية استكمال التفسير على طول خط الطيران الواحد وسهولة نقل تفاصيله على الخرائط.

صوره ملونةعادية تظهر النباتات بلون احمر وهي حساسة دون الحمراء :



المحاضرة السابعة

مرحلة قراءة الصور الجوية

قراءة الصورة يعنى تحديد ما بها من ظاهرات وإدراك ما بينها من علاقات ، حقيقة أن درجة دقة أو كيفية تحديد الظاهرات التي تحتويها الصورة الجوية تعتمد في درجة وضوحها في ذهن القائم بعملية التحديد، فعلى سبيل المثال تحتوى الصور على بعض المظاهر كالأشجار والطرق والمسطحات المائية والعديد من المظاهر الجيمورفولوجية التي يمكن رؤيتها بسهولة والتعرف عليها منذ الوهلة الأولى مثل شبكات التصريف النهري، والأشكال البركانية، بينما قد يصعب تحديد نوع التربة أو نوع الصخر إلا من خلال الاستدلال عليها من بعض الشواهد التي تحتويها الصورة والتي تتطلب قدرا من المعرفة التخصصية بها.

هناك اربعة مراحل تمر في تحليل الصور الجوية لكى تنتهى وهى :

١- مرحلة القراءة Photo Reading
٢- مرحلة التحليل
٣- مرحلة التصنيف Classification
٤- مرحلة الاستنتاج والتنميط Idealization Deduction and

١- مرحلة القراءة للصوره Photo Reading

تمثل قراءة الصورة المرحلة الأولى وتتضمن ثلاث خطوات هى:

أ- فحص Detection الصور الجوية لاستكشاف ما تحتويه من ظاهرات جغرافية.
ب- الإدراك Recognition وذلك من خلال التعرف على النمط واللون والشكل لإدراك تفسير الظاهرات. ج- تحديد Identification ونقصد بفحص الصورة تبين وجود أشياء مختلفة داخل الصورة الواحدة على حين نقصد بالإدراك إدراك الظاهرة أي رصدها من خلال توظيف خصائصها المختلفة من حيث الشكل والحجم وظلال وأنماط توزيعية ...الخ. أما الخطوة الأخيرة فهي مجرد تحديد الظاهرة من حيث الموقع والامتداد وتسميتها أى تحديد اسم لها.

وتجدر الإشارة إلى أن ما يمكن أن يتحقق من نجاح في قراءة الصورة يتوقف بدرجة كبيرة على خلفية قارئ الصورة العملية وخبرته العملية (فالإنسان منا لا يرى إلا ما يعرفه فقط) فعلى سبيل المثال سوف لا يجد أى منا صعوبة في تحديد احد المظاهر الحضارية كالمباني والطرق بل وتحديدها تحديداً دقيقا، ولكن يبدو أن الأمر يصبح أكثر صعوبة إذا ما طلب تحديد وظيفة المبنى وتتزايد الصعوبة عند التعرف على الحواجز البحرية أو أنواع الكثبان الرملية أو السبخات فالأمر في هذا وذاك يحتاج إلي معرفة تخصصية دقيقة لا تتوافر لكل الأشخاص.

إن قراءة الصورة على هذا النحو قد تساعد في عمل مفتاح لـتلك الظاهرات وتعطى اسمها ونظرا لتعدد الظاهرات فان الأمر يحتاج لمزيد من الاهتمام والتدقيق في التحديد في تلك المرحلة تختلف النتائج باختلاف القائمين بعملية التحليل واهتماماتهم، فعلى سبيل المثال سيبدأ الجيولوجي مرحلة التحليل بقياس مكاشف الطبقات وتحديد درجات واتجاهات الميل على حين يبدأ الجيمورفولوجى تحليله لنفس الصورة بتحديد ورسم خطوط التصريف ومناطق تقسيم المياه وعلاقتها بمظاهر السطح الأخرى. ومن ثم فان الأمر يحتاج منا إلى مفتاح يوضح هدف التفسير ويرسم الحدود بين ما نتناوله من ظاهرات فيتم عزل وتحديد المناطق التي تتضمن ظاهرات معينه (مناطق السفوح غير المستقرة المعرضة للتعرية –المناطق المعرضة للفيضان).

٢. طرق تحليل وتفسير الصور الجوية photo-Analysis Methods of Aerial :

تقسيم تحليل الصور الجوية إلى أربعة أقسام هي:
١- التحليل العنصري Element analysis
٢- تحليل الوحدات الأرضية Physiognomic analysis
٣- تحليل أشكال السطح Physiographic analysis
٤- تحليل النماذج analysis Pattern

أولاَ : التحليل العنصرى Element analysis :

وتتم هذه الطريقة بوسيلتين الأولى تحليل كل عنصر على حدة وفيه يتم تحليل كل عنصر خريطة منفردة ثم تركيبها فوق بعضها لتتوافق حدود الوحدات مع بعضها، والثانية يتم تجميع العناصر قبل رسم خطوط التفسير .

ويمكن تلخيص خطوات التحليل الأولى كما يلي:

- اختيار العناصر elements Choice of ؛
- عمل تحليل منفصل لكل عنصر elements Separate analysis of individual
- عمل تطبيق للتحليل Overlay the analysis
- رسم الوحدات المركبة Drawing of combination
- وضع رموز للوحدات المفصولة لمفتاح التفسير
- قد يجرى تعديل باستعمال التطبيق في طبقة واحدة وإنتاج الوحدات بتكرار العمل لكل عنصر.

٣- مرحلة التصنيف Classification :

يتم خلالها المقارنة بين خصائص الوحدات السابق عزلها وتحديدها في مرحلة التحليل وتسمى هذه المرحلة بالمرحلة الأولية المكتبية وينتج عنها خريطة أولية. يتم تحسين التفسير من خلال عمل دراسة ميدانية لمنطقة العمل بحيث يتم المقارنة بين خصائص كل وحده من الوحدات على الطبيعة من اجل التعرف على الاختلافات بينها وبالتالي المزيد من التفاصيل والتحديد الأوضح للظاهرة مما يفيد في التعامل مع الظاهرة في مجالات العلوم التطبيقية وتسمى الخريطة الناتجة بالخريطة النهائية.

٤- مرحلة الاستنتاج والتنميط Idealization Deduction and :

هي المرحلة الأخيرة والغاية التي يصل إليها قارئ الصورة، وهى من أصعب المراحل وأدقها ففيها يتم توليف وتوظيف مجموعة الملاحظات المأخوذة على الصور مع بعض المعلومات المتباينة في مصادرها بهدف الخروج ببيانات ومعلومات غير مباشرة لا يمكن استقصائها من الصورة وحدها. بمعنى أن مرحلة الاستنتاج يمكن أن يبلغها الجيومورفولوجي من خلال تجمعه لمشاهداته وملاحظاته وبالتالي الخروج بدلالات جيمورفولوجية في الوقت الذي يصعب فيه الوصول إلى تلك النتائج لو أخذت تلك المشاهدات بمفردها.

ويجب الالتزام بقواعد أربعة هى:

- إتباع القائم بالتفسير خطوط واضحة متتابعة في قراءته لكل الصور.
- أن ينتقل من العام إلى الخاص أي من الوحدات الكبيرة Unit إلى الوحدات الصغيرة Subunit.
- أن يبدأ في تفسيره بالظاهرات المعروفة له أولا ثم ينتقل منها إلى ما لا يعرفه من ظاهرات.
- الاستعانة بما تقدمه الصورة من خصائص وأسس للتفسير (الشكل-الحجم-الظلال-درجة اللون-النمط-الترابط الخ .

وللوصول إلى أفضل تفسير للصور الجوية لعمل خريطة جيمورفولوجية على مستوى جيد فقد تم تلخيصها في خمسة خطوات كالاتي:

١- تحديد أشكال التضاريس والوحدات الأرضية.
٢- تحديد خطوط التصريف.
٣- دراسة التربة من حيث اللون والعمق والقوم لكل وحدة.
٤- دراسة الحياة النباتية واستخدامات الأرض دخل الوحدات الأرضية.
٥- تحليل الاختلافات الليثولوجية والبنيوية.

استخدام الصور الجوية في المسح الأرضي :

طريقة Oxford-Mese:لقد لخص Hughes وآخرين (١٩٦٥) هذه الطريقة كالآتي:

١- اختيار منطقة معينة تمتاز بقلة الطرق التي تخترقها لاختيار العينات، ولكن هذه المنطقة مغطاة بالصور الجوية.

٢- تجهيز معلومات هامة عن المنطقة من تحليل الصور الجوية مثلاً عن التضاريس، الجيولوجيا، واستخدام الأرض، إضافة إلى بعض التقارير المنشورة والبحوث العامة إضافة إلى الخرائط الطبوغرافية والمعلومات المناخية.

٣- دراسة تفصيلية لبعض المناطق التي يمكن الوصول إليها من ناحية المواصلات وإخراج عدد من نماذج السطح المتكررة بحث تظهر العناصر الأرضية.

٤- تحليل ووصف هذه العناصر.

٥- تعميم ما حصل عليه من معلومات من منطقة الدراسة التفصيلية على بقية مناطق المنطقة ككل والتي لا يمكن الوصول إليها نتيجة إيجاد الخصائص المشتركة المتشابهة الخاصة بنماذج أشكال الأرض.

٦- لابد من إدراج تقييم أو تنبؤ عن صلاحية هذه المنطقة أو تلك والتي هي تحت الدراسة لغرض استخداماتها المختلفة (كالزراعة والرعي...الخ).

وقد تم تطبيق هذه الدراسة في الولايات المتحدة قام Kreig (1970) على سبيل المثال بمسح الأرض لغرض استخداماتها ومواردها الطبيعية مستخدماً الصور الجوية حيث طبق ذلك على ولاية نيويورك.انظر الشكل

مراحل إنتاج الخرائط من الصور الجوية :

المعالجة الحديثة للصور الجوية من خلال نظم المعلومات الجغرافية :

كان لظهور نظم المعلومات الجغرافية وما صاحبها من ثورة رقمية دور أساسي في تطوير أسلوب تفسير الصور الجوية حيث ابتكرت عدد من الشركات أجهزة ومعدات تسمح بالرؤية المجسمة للصور الجوية.
كما ابتكرت ايرداس Erdas من خلال برامج تتعامل خصيصاً مع الصور الجوية من خلال نظارات خاصة تمكننا من الرؤية المجسمة وإجراء عمليات رسم لمحتوى الصورة بطريقة دقيقة **وتعتمد هذه الطريقة على الخطوات التالية :**

- إدخال الصورة بواسطة الماسح .
- عمل تصحيح هندسي للصور الجوية من خلال الشاشة.
- عمل رسم من الصورة من خلال الشاشة من خلال أعداد مشروع معين.
- تعريف المحتوى من طرق واستخدامات مختلفة عن طريق بناء قاعدة بيانات لمحتواها .

المخرجات النهائية وهي قد تكون صورة أو خريطة أو معلومات رقمية .

المحاضرة الثامنة

الاستشعار عن بعد :

مقدمة

فالاستشعار عن بعد ، أو الكشف عن بعد ، أو الاكتشافات عن بعد ، كلها عبارات تطلق على العلم والتقنية التي تجمع المعطيات والمعلومات المأخوذة عن بعد وتفسرها ، باستخدام طرق متعددة ، للنظر وللدراسة لظواهر وأهداف معينة ، من مسافات بعيدة ، دون الحاجة إلى الاقتراب من هذه الظواهر أو الأهداف أو ملامستها ، ويكون ذلك تحت ظروف لا يمكن للعين البشرية أن تصل إليها ، سواء كان ذلك نهاراً أو ليلاً .

تعريف الاستشعار عن بُعد

هو علم وفن امتلاك المعلومة عن بعد ومنها : الحصول على معلومات عن أشياء أو ظواهر بدون أن يكون هناك اتصال طبيعي معهما .

كما يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بأنه ذلك العلم ، الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة ، أو المنبعثة من الأشياء الأرضية ، أو من الجو، أو من مياه البحر والمحيطات في التعرف عليها .

أي أن علم الاستشعار عن بعد يستطيع إمدادنا بالوسائل التي تمكننا من التعرف على الأشياء دون لمسها وذلك باستخدام أجهزة محسات ، بينما فن الاستشعار عن بعد يكمن في تطوير تقنيات التحليل واستخدامها للحصول على المعلومات المطلوبة.

وباختصار يمكن القول بأن الاستشعار ينحصر في نقطتين هما :

١. جمع البيانات .
٢. تحليل البيانات وتفسيرها للحصول منها على معلومات تفيد مجال البحث العلمي .

تطور عمليات الاستشعار :

في عام ١٨٩١م قام الألماني لوديج بأول نشاط للتصوير من الفضاء ساعده على ذلك اكتشاف البالون وكاميرا التصوير حيث كانت الفرصة مهيأة للدخول إلى عالم التصوير من الفضاء ، ومع الحرب العالمية الأولى تم تطوير التصوير من الفضاء لخدمة الأغراض العسكرية ، وبعد الحرب عاد الكثير ممن لهم خبرات في الرصد من الفضاء فبدأت الولايات المتحدة أول محاولات رصد للغابات ، وتم فيها تحديد المساحات التي تم اقتطاعها ، والمساحات التي يتم البدء في تشجيرها . لذا كانت وزارة الزراعة الأمريكية سباقة في هذا المجال الأمريكية سباقة في هذا المجال لملاحظة التغير في مناطق الغابات ، وقد تطورت أساليب الصور الجوية حتى أصبحت أساسية في عمليات المسح واستخدام الأرض في إنشاء الخرائط .

وبعد الحرب العالمية الثانية تم استخدام أجهزة حساسة غير الكاميرات خاصة مع تطوير الطائرات لكي ترتفع في السماء أكثر سمحت لأجهزة التصوير مجال رؤية أكبر .

وقد أطلق إيفلين بروت مصطلح الاستشعار عن بعد سنة ١٩٦٠م التي صاحبت إطلاق الأقمار الصناعية حيث بدأ ظهور علم تفسير الاستشعار عن بعد التي تطورت بسرعة حتى أصبح الآن من أهم مجالات البحث في دراسة الموارد الطبيعية والتغيرات البيئية وأسس تقييمها وتخطيط إدارتها مما أدى لفتح مجالاً خصباً جديداً للبحث الجغرافي .

وقد تركزت أهمية الاستشعار عن بعد في استكشاف الموارد ورصدها وتسجيلها ، من ماء ، ومعادن ، وغطاء نباتي ، وتربة ، وما تحت التربة ، وتسجيل التغيرات التي على هذه الموارد ، سواء كان هذا التغير ناتجاً عن الإنسان أو عن الطبيعة ، ويكون الهدف بطبيعة الحال هو التنبؤ بالتغيرات ، خاصة تلك التغيرات ذات التأثير السلبي، مثل الجفاف والفياضانات ، والتصحر ، وتآكل الشواطئ ، والتلوث بمختلف أنواعه واكتشاف موارد جديدة واستغلالها ، وإعطاء المؤشرات لتخطيط حركة العمران .

الاستشعار من بعد وعلم الجغرافيا :

لانستطيع أن ننكر الإنجازات الضخمة التي حدثت في مجال عمليات المسح الجوي ، وما أسهمت به الصور الجوية في رسم الخرائط وفي الدراسات الجغرافية فإن دور الاستشعار من بعد خطير كتقنية جديدة من تقنيات البحث العلمي ، ووسيلة فعالة من وسائل الدراسات الجغرافية التطبيقية ، لما حققه استخدام صور الأقمار الصناعية من جمع البيانات وتحليلها والوصول الى النتائج.
وأثبت الاستشعار من بعد من الفضاء بأنه وسيلة لها فائدتها الكبيرة في حصر الموارد البيئية ورصد التغيرات التي تطرأ عليها ، واتسعت مجالاته اتساعاً كبيراً من خلال عقد واحد من الزمن خاصة في دراسة استخدامات الأرض والتخطيط الزراعي ، وإدارة الموارد البيئية ، ورصد نوعية هذه الموارد وتقديرها إلى غير ذلك من المجالات ، لقد ساعد على اتساع مجال الاستشعار من بعد كوسيلة من وسائل البحث الجغرافي والبيئي هو إمكانية استخدام البيانات التي تبثها الاقمار الصناعية عن مناطق شاسعة من العالم فضلاً عن التغطية التكرارية المتتابعة التي تمكن من إجراء المقارنات واستخلاص التغيرات التي طرأت أو التي تطرأ عليها .

وكثير من الجغرافيين يقومون بالتدريس والبحث في مجال الاستشعار عن بعد الا أنه قلما يقومون بتحويل نتائج اعمالهم الى علم الجغرافيا ويعتقد هولز أن ذلك يعود الى :

١. أن الاستشعار عن بعد تلتقي عنده عدة تخصصات وبالتالي لايجد طريقه الى الدوريات الجغرافية.
٢. ان المقالات والابحاث المتعلقة بالاستشعار عن بعد اذا ما نشرت في دوريات جغرافية لاتجد طريقها إلى
المهتمين في الاستشعار عن بعد خارج مجال الجغرافيا.

الهيئات العاملة في مجال الصور الجوية والاستشعار عن بعد في المملكة العربية السعودية:

(أ) إدارة المساحة الجوية .
(ب) إدارة المساحة العسكرية .
(ج) وكالة تخطيط المدن بوزارة الشؤون البلدية والقروية .

الجهات المهتمة بالاستشعار عن بعد في المملكة :

أولاً: مركز الاستشعار عن بعد في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية وهو يعد أهم مراكز الاستشعار
عن بعد في منطقة الشرق الأوسط ومن أهداف ومهام المركز:

١. جمع المعلومات وتوزيعها على الجهات المستفيدة لاستخدامها في الدراسات التطبيقية والنظرية والميدانية .
٢. تنسيق المعلومات بين الجهات المستفيدة وتبادلها .
٣. تطوير البحث العلمي في مجال الاستشعار عن بعد ونشر الوعي التقني بين المواطنين والباحثين .
٤. متابعة أحدث الوسائل لمراقبة البيئة والبحث عن مصادر الثروات .
٥. تدريب القوة الوطنية اللازمة إدارة المركز وتشغيله .
٦ . إجراء أبحاث متخصصة لتحديد الاستفادة القصوى من تطبيقات على الاستشعار عن بعد .

ثانياً: مركز معالجة الصور الفضائية بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن ومن أهدف المركز :

أ- تقديم تقنية الاستشعار عن بعد في المملكة .
ب- الحصول على أشرطة البيانات الفضائية .
ج- القيام بالبحوث التطبيقية في مجالات البحث عن البترول والمعادن .

ما هي امكانيات الاستشعار عن بعد ؟ وماذا يقدم؟

١. تتيح وسيلة الاستشعار عن بعد للجغرافي في كافة تخصصاته المختلفة في جمع بياناته وتحليلها بواسطة الحاسب ، فيمكن للجغرافي المتخصص في جغرافية المدن من الإطلاع على تطور حركة نمو المدينة في الفترات المختلفة من خلال البيانات المتكررة والمتابعة ، واتجاهات هذه الحركة .

٢. فالأقمار الصناعية تقوم بتصوير سطح الأرض من أعلى (٩١٨ كم في حالة أقمار اللاندسات) ومن ثم فإن المنظر الواحد يغطي مساحة كبيرة تبلغ مساحتها ٣٤٠٠٠كم٢ وتحتوي على معلومات كثيرة عن المنطقة التي تم تصويرها ، بينما إذا صورت بالصور الجوية فإنها تحتاج إلى أكثر من ١٠٠٠لقطة بالإضافة للوقت والنفقات لتفسيرها ، وبالتالي فإن الصور الفضائية تعمل على توفير النفقات والوقت

٣. الصورة الواحدة الفضائية يمكن لأكثر من فرع من فروع الجغرافيا الإفادة منها واستخراج بيانات كل في مجال تخصصه لذا فإن الاستشعار عن بعد مهم للجغرافي كوسيلة لجمع المعلومات خاصة مع تطور السفن الفضائية وتطور تكتيك التصوير مما أدى لزيادة الدقة والتفاصيل حيث يتم الآن التصوير بدقة ٣٠×٣٠م فلا اللاندسات ١ ،٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ بينما اللاندسات ٦ وصلت إلى دقة ١٥م بينما سبوت قد وصل إلى ١٠ ×١٠م أما القمر الصناعي الروسي فقد وصل لدقة ٢ × ٢ م وتحمل الأيام كثير من الأخبار عن الأقمار العسكرية التي تقوم بالتصوير لدقة أقل من ٢م سيتم التصريح ببيع صورها خاصة مع انتهاء الحرب الباردة.

تطبيقات الاستشعار عن بعد :

في مجال الجيولوجيا الهندسيه تستخدم الصور الفضائيه لأختيار أفضل المواقع الهامه لأقامة المنشآت العمرانيه والصناعيه والهندسيه ، كالسدود والطرقات والسكك الحديديه والأنفاق.

أما في مجال الهيدرولوجيا فأستخدمت الصور الفضائيه في حل الكثير من مشاكل المياه السطحيه والجوفيه (التحت سطحيه) . وبإستخدام الصور المركبه الملونه ذات الألوان الكاذبه (false color composite) يمكن بسهوله تحديد المياه السطحيه وامتداد الفيضانات على جانبي الأنهار والوديان وتمتاز المياه بأن لها أعلى حراره نوعيه وبالتالي فيمكن الإحساس بالمياه والرطوبه بإستخدام الطاقه الحراريه المنبعثه حيث تكون المياه بارده في الأيام الدافئه ودافئه في الليالي البارده وبإستخدام معلومات الأقمار الصناعيه الحراريه يمكن بسهوله التعرف على البرك المائيه والأنهار والبحار .

بالنسبه للمياه الجوفيه فلقد وجد أن هناك علاقه وثيقه بين درجة حرارة التربه وأعماق مناسيب المياه ، ومن هذه الخاصيه يمكن تحديد مناسيب المياه في منطقة الدراسه . والمصدر الثالث للمياه هو تلك المياه المقيده (الثلوج) والموجوده على قمم الجبال وفي المناطق البارده ، وتعتبر الثلوج مصدر أرضي يمكن رؤيته من الفضاء ، ومن خلال هذه الصور يمكن تعيين سمك هذه الثلوج ، وبالرصد المستمر لها يمكن التنبؤ بذوبانها لأنها مصدر مهم من مصادر توليد الطاقه الكهربائيه عند ذوبانها وأنحدارها لأسفل.

كما يمكن من هذه الصور الجويه التفريق بين المياه العكره والمياه الصافيه الخاليه من الشوائب التي تمتص الأشعه القريبه من التحت حمراء ، ولكن حينما تكون ملوثه أو بها شوائب ، فإنها تعكس بعض من الأشعه في الجهاز المرئي من الطيف ، أما على الصوره المركبه فتظهر المياه النقيه على لون أزرق داكن أما المياه الملوثه والعالق بها شوائب فتظهر على هيئة لون أزرق فاتح .

في مجال البيئة :

تستطيع الصوره الفضائيه أن ترصد التلوث ومسبباته في الهواء والماء والتربه وتسهل بذلك متابعة هذه التأثيرات على مرافق الحياة ومواردها ومن ثم إتخاذ الإجراءات المضاده، كما يميز التحليل الطيفي للصوره مثلا بين الماء العذب ولملوث بالأملاح وغيرها ، ويرصد غازات الإحتراق وسحب الدخان المتصاعده من المنشاءات الصناعيه ومتابعة التأثير على جو الغطاء النباتي ، أما بصدد الكوارث الطبيعيه فإن الصور الفضائيه لتكراريتها تستطيع إعطاء المعلومات الدقيقه والسريعه عن مثل هذه الكوارث قبل حدوثها أوخلالها أو بعد حدوثها بوقت قصير كالفضيانات والسيول ، فتحليل الصور الفضائيه أظهرت إمكانيه جيده لمراقبة ورسم خرائط تلوث الماء والهواء والتربه ، بناء على خبرات دول كثيره طبقت هذه التقنيات، ومازالت تطبقها حتى الآن في كثير من مشاكل التلوث ومثال ذلك : دراسة مشاكل التلوث ذات الإمتداد المساحي الواسع ، كمراقبة البقع النفطيه والزيتيه المختلفه ، التي تعد مهمه لكثير من بلدان العالم .

حيث تستطيع أجهزة المسح التي تقيس الأشعه الحراريه تحت الحمراء ، وأجهزة قياس الإشعاع متناهي القصر الدقيق fine microwaves الكشف عن تسرب النفط والبقع الزيتيه أيضا ، كما يمكن رسم خريطه لتوزيع درجة حرارة سطح ماء النهر الملوث من الصوره الفضائيه في المجالات الحمراء والحراريه وكذلك يمكن إستخدامها في التعرف على حرارة المياه السطحيه للمحيطات ، ومن ثم دراسة ظاهرة النينو.

المحاضرة التاسعة

مكونات تحليل بيانات الاستشعار عن بعد ومعالجتها :

تعتمد عملية تحليل معلومات الإستشعار عن بعد على مايلي :

١. أجهزة تحليل ومعالجة البيانات .
٢. البرامج.
٣. الانسان.
٤. اجهزة فهم السلوك الطيفي والمكاني

أولا: اجهزة تحليل ومعالجة البيانات :
١. حاسب آلي سريع يحتوي على ذاكره تسمح له بالعمل في معالجة البيانات ، وقد سمح التطور في الحاسبات بزيادة السرعه والقدره على التخزين مع أنخفاض السعر لأجهزة الحاسب .
٢. طابعة ألوان قد تعتمد تقنية نفث الحبر أوتقنية الليزر الملون ، وتغطي الطباعات من مقاييس مختلفه صغيره ومتوسطه.
٣. الناسخه الكبيره plotter،ويستخدم لطبع الخرائط الناتجه عن تفسير البيانات .
٤. لوحه رقميه digitizerلأدخال الخرائط .

ثانيا: البرامج Software:
وهي برامج تفسير صور الأقمار الصناعيه الرقميه ، وقد تنوعت وتعددت البرامج وأتفقت فيما بينها في أغلب المكونات الداخليه ، ولكن تختلف في دقة سرعة التفسير .

ومن أهم البرامج المستخدمه في هذا المجال :
١. برنامج إيرداس erdas ويعد من أهم برامج الإستشعار عن بعد. وكان في بداية الأمر يتعامل مع الصور الرقميه في صورة خلايا (بكسل وكان يعتمد على برامج أخرى في التعامل مع الأشكال الخطيه وخرائط المتجهات من خلال رابط الحياه life link من شركة إيزري ، حتى تم إضافة هذا النمط إليه.
٢. برنامج ألوز llwis، وهو برنامج متخصص في النمطين منذ بدايته وقام بتقديمه والأشراف على تطويره معهد علوم الأرض itc بهولندا، وهو من البرامج المفيده في مجال التعليم والبحث العلمي ويلبي كافة الأحتياجات على الرغم من أنخفاض سعره .
٣. برنامج الأدريسي ، وقامت بتطويره جامعة كلارك بالولايات المتحده ، وهو برنامج تعليمي ، يمكن الإستفاده منه في تدريب طلاب المراحل الأولى ، يصعب إستخدامه في المشروعات البحثيه الكبرى .

ثالثا: العنصر البشري :
وهو يعد من أهم عناصر علم الإستشعار لذا أهتمت الجامعات منذ التسعينات بمحاولة تدعيم وتعليم وتدريب الطلاب من خلال إقامة مراكز الإستشعار عن بعد .

رابعا: أجهزة دراسة السلوك الطيفي والمكاني :
وهذه الأجهزه تساعد على فهم السلوك الطيفي للمواد والأشياء ، وتشمل هذا الأجهزه مايلي :
١. جهاز قياس الإنعكاسات أو الإنبعاثات ، ويعرف بالراديومتر
radiometerوأجهزة الراديومتر ، وهي أجهزه تقوم بمحاكاة المحس في القمر الصناعي حيث يتم القياس في الحقل للظاهرات المختلفه .

ولكي يكون القياس دقيقا يجب مراعاة مايلي :
ا. تاريخ أجراء الدراسه
ب. زمن إلتقاط البيانات
ج. الظروف المناخيه :
د. زاوية أخذ بيانات الإنعكاس .

٢. جهاز إسبكترومتر الأشعه تحت الحمراء :
يعمل هذا الجهاز على رسم منحنى الإنبعاث الطيفي خلال المدى الطيفي من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠ نانومتر ، وكذلك تسجل البيانات الرقميه لهذا المنحنى بصفه مستمره ، كما يمكن أستخدامه في الدراسات الحقليه.

٣. أجهزة تحديد المواقع global positioning system (GPS) :

ظهر GPS كفكره بعد أن أطلق الروس القمر الصناعي sputnik للفضاء عام ١٩٥٧م ، وقد أستخدمو الإزاحه الترددیه أو مايعرف بإزاحة دوبلر في التحكم بالقمر ومتابعته (ومفهومها ببساطه حين ترسل موجة تردد معين على جسم ثابت ، فالإشاره المرتده كصدى تكون بنفس التردد ، أما إذا أرسلت الموجه ، وتردد معين على هدف متحرك كالأقمار الصناعيه ، فإنها تستقبل كصدى لكن بتردد مختلف عن تردد الإرسال ، وهذه هي الإزاحه الترددیه أو إزاحة دوبلر) ، وذلك عن طريق الإشارات التي يتم إرسالها ، وأستقبالها من وإلى القمر . وقد أستغلت البحريه الأمريكيه هذه الفكره لتحديد مواقع سفنها وغواصاتها .
ويعمل هذا النظام بصوره مستمره على مدى ال٢٤ ساعه ، وتحت جميع أحوال الطقس المختلفه ويزود مستخدميه في أي مكان في العالم بمعلومات دقيقه عن مواقعهم ، وسرعاتهم ، والتوقيت الزمني لكل منطقه.

ويتكون هذا النظام من أربع وعشرين قمرا تدور حول الأرض في ستة مدارات دائريه على أرتفاع ١٠،٩٠٠ ميلا، وبكل مدار أربعة أقمار ، ويميل المدار على خط الأستواء بزاويه مقدارها خمس وخمسون درجه حتى تغطي مناطق القطبين الشمالي والجنوبي.

وتتم مراقبة وتتبع الأقمار عن طريق خمس محطات حول العالم في كل من :

١. كولورادو
٢. هاواي
٣. جزيرة الإسراء في المحيط الأطلنطي
٤. جزيرة دييجو جارسيا في المحيط الهندي .
٥. جزيرة كواجالين جنوب المحيط الهادي

<u>أنواع أجهزة تحديد المواقع :</u>

تختلف أجهزة أستقبال (GPS)حسب أوجه تطبيقاتها ودرجات دقتها ، فمنها مايحمل باليد وهو للملاحه ، وتتراوح دقتها من ٣٠ إلى ١٠٠ متر ، وهناك نوع من أجهزة الإستقبال الجديده التي تعرف بالمميزه التي تعطي درجة دقه عاليه في حال إستخدامها للملاحه تتراوح من متر إلى ٥ أمتار ، تصل إلى أجهزة تخطيط ورسم الخرائط إلى أقل من متر واحد ، بينما في أجهزة المساحه تصل الدقه إلى مليمترات .

ويعمل GPS عن طريق حساب الفرق في زمن إرسال الإشارات من القمر وزمن الإستقبال في GPS ، وبمعالجة هذه البيانات تحسب المسافه بين القمر وGPS ، وحين يستقبل GPS إشارات من أربعة أقمار ، فأنه يحدد خطوط الطول ، ودوائر العرض ، والإرتفاع ، والزمن بالنسبه لموقعها.

<u>الخدمات التي يقدمها نظام تحديد المواقع :</u>

١. خدمات تحديد المواقع الأصليه standar positioning service (sps)
وتعمل على التردد الأول ، وتوفر هذه الخدمات البيانات للمستخدمين دون أي تكلفه .
٢. أما خدمة تحديد المواقع الدقيقه ~precise positioning service (pps)

المدارات ومقدار التغطيه :

يقصد بالمدار هو مسار القمر الصناعي حول الأرض وكلما كان المدار قريبا من الأرض كانت سرعة القمر أكبر والعكس صحيح .

وهناك ٣ أنواع من المدارات هي:

١. المدار الأرضي المنخفض low earth orbit

هو مدار قريب من الأرض ويكون أرتفاعه في حدود ٢٠٠ كم وهو يستخدم لرصد منطقه معينه ويكون المدار المنخفض إما دائريا ويعرف بالمدار الأعلى أو بيضاويا وفي هذا الحاله يعرف بالمدار الأدنى وأقصى أرتفاع له عن الأرض . وتعد الأقمار التي أطلقتها إسرائيل من هذا النوع وهي سلسلة أفق ١ ، ٢ ، ٣ ويتراوح أرتفاعها بين ٢٥٠ كم إلى ٧٠٠ كم في أقصاها ويقوم بدوره كامله حول الأرض كل ٩٠ دقيقه.

ويتميز هذا النوع من المدارات بأن سرعة دوران القمر الصناعي أكبر من سرعة دوران الأرض حول نفسها ، وبالتالي فإن القمر الصناعي لايثبت فوق مكان بعينه على سطح الأرض ، وأنما يمر فوق هذا المكان كل فتره معينه يتم أختيارها وتحديدها أثناء تصميم مهمة القمر الصناعي . ومن أمثلة الأقمار الصناعيه الصغيره التي تدور في مدارات دائريه منخفضه الأرتفاع : القمر Uosat1+2 اللذان أنتجتهما جامعة surry الأنجليزيه وكذلك القمر الكوري kitsat1.

كيف يتم تحديد المنطقه المراد تصويرها ؟

أ- يتم تحديد المدار
ب- ثم درجة ميل أجهزة التصوير

٢. المدار الثالث الجغرافي geostationary orbit

أ- وفيه يصل أرتفاع القمر إلى ٢٢ ألف ميل ويكون في مستوى دائرة الأستواء
ب- والسرعه تعادل دوران الأرض حول محورها .
ت- والقمر هنا ليس ثابتا وأنما يدور مع دوران الأرض بنفس السرعه.

ولتوضيح سبب ثبوت القمر بالنسبه للأرض فتذكر أن سرعة القمر الصناعي في المدار الدائري تتناسب عكسيا مع أرتفاع المدار عن سطح الأرض فكلما زاد أرتفاع المدار عن سطح الأرض تقل سرعة دورانه حول الأرض حتى نصل إلى الأرتفاع ٣٦ ألف كم عن سطح الأرض حيث تكون سرعة دوران القمر الصناعي في المدار مساويه تماما لسرعة دوران الأرض حول نفسها ، وبالتالي فإن القمر يظل ثابتا بالنسبه للأرض ، ويجب ملاحظة أن هذا المدار يقع في المستوى الاستواء الأرضي وهو المستوى العامودي على محور دوران الأرض .

عند وضع الأقمار الصناعيه في هذا المدار يجب مراعاة ألا تقل المسافه عن حد معين حتى لايحدث تداخل بينها في الموجات المنقوله من وإلى الأقمار الصناعيه المتجاوره.

٣. المدار القطبي Polar Orbit

أ- هو امتداد متوسط الارتفاع حول الارض.

ب- توضع فيه الاقمار المستخدمة في الاستشعار عن بعد والمسح الفضائي.

ت- .يدور القمرفي مدار قطبي من الجنوب الى الشمال.

ث- يتميز كل قمر يدور في المدار القطبي بأنه يستطيع رصد كل نقطة على سطح الارض في وقت معين ويعود اليها في عدد محدد من الايام في نفس وقت مروره الاول .

المحاضرة العاشرة

التغطية والتداخل :

تختلف التغطية الجانبية للاقمار الصناعية حسب اختلاف الارتفاع واختلاف المسافة فمثلاً القمر الصناعي لاند سات تكون التغطية له عند خط الاستواء ٢٧كم والمسافة بين المسارات ١٥٨كم ، اما عند القطبين فتبلغ التغطية ٦٣كم والمسافة بين المسارات ١١٨كم.

يقوم القمر الصناعي بتغطية الكرة الارضية خلال فتره زمنية حسب نوع القمر، وتتحكم المحطة الارضية في عملية التصوير ويتم عن طريق المحطة ايضاً تصحيح مسار القمر في مداره، يكون القمر في مساره متزامناً مع الشمس.
أنواع منظومات المسح

هناك نوعان هما:

١. الاقمار السلبية PASSIVE (يعرف بأقمار الموارد الارضية)
٢. الاقمار الايجابية ACTIVE (يعرف بالاقمار الرادارية)

النوع الاول: الاقمار السلبية :

وهي أقمار لاند سات وسبوت التي تعتمد على التصوير في النهار وتظم عدة اجيال من الاقمار الصناعية:

الجيل الاول ويشمل :

١. قمر لاند سات ١(LANDSAT1) اطلق عام ١٩٧٢ على ارتفاع٩٩٠كم وانتهى به العمل عام ١٩٨٧.
٢. قمر لاند سات ٢ : اطلق عام ١٩٧٥ ومكننا من الحصول على معلومات عن مساحة الكرة الارضية وقج انتهى به العمل عام ١٩٨٢م.
٣. قمر لاند سات ٣: اطلق عام ١٩٧٣ وانتهى به العمل عام ١٩٨٣م.

رقم الموجة	المدى الطيفي	النوع	التطبيق
٤	٠،٥-٠،٦	مرئي(أخضر)	اختراق الماء
٥	٠،٦ – ٠،٧	مرئي(أحمر)	تمييز النباتات
٦	٠،٧- ٠،٨	**قريبة من تحت الحمراء**	تمييز الغطاء الارضي
٧	٠،٨- ١١،	**قريبة من تحت الحمراء**	تمييز الماء
٨	١٠،٤ – ١٢،٦	**قريبة من تحت الحمراء الحرارية**	الخرائط الحرارية مثل الضغط الجوي

الجيل الثاني من الاقمار الصناعية :

- القمر لاند سات ٤: اطلق عام ١٩٨٢، وتراوحت دقة التمييز ٣٠متراً وانتهى به العمل عام ١٩٨٣م.
- القمر لاند سات ٥: اطلق عام ١٩٨٤م، واستخدم نظامين هما المتعدد الاطياف والثاني بنظام الخرائطي الموضوعي، ووصلت دقتة حوالي ٣٠متراً.وكان يمسح الكرة الارضية كل ١٦ يوم.

نتائج استخدامات صور اللاندسات:

- تغطية مساحات واسعة من الكرة الارضية.
- تغطية متتابعة تعطي فرصة دراسة التطور سواء في الزراعة او العمران.
- يمكن استخدام الحاسب في التحليل.
- يمكن الحصول عليها بسهولة من خلال مدينة الملك عبدالعزيز بالرياض.
- اكتشاف مساحات من الصدوع في الاسكا والتي ربطت بالرواسب المعدنية.
- عمل حصر للمحاصيل الزراعية.
- نتيجة لزيادة الطلب على الصور الفضائية تطورت برامج الاستشعار عن بعد.

اقمار NOAA :

تهدف لدراسة الظواهر الجوية واطلقت عام ١٩٦٠م وقدرة تمييزية تصل الى ٩٠٠متر.

أقمار سبوت:

اطلقت فرنسا سبوت ١ عام ١٩٨٦م وكان يمر على نفس المنطقة كل ٢٦يوم، **والهدف من هذا القمر:**

أ. ادارة المصادر الطبيعية

ب. تسهيل ادارة نظم الري والصرف

ج. جمع المعلومات

د. انتاج صور ثلاثية الابعاد لدراسة التضاريس الارضية وبالتالي يسهل انتاج الخرائط الطبوغرافية.

الاقمار الهندية IRS1C: اطلق عام ١٩٩٥م وهو متنوع الدقة كالاتي:

	الدقة	استخداماته
النوع الاول	٥ متر	التخطيط الحضري
النوع الثاني	٢٥ متر	مراقبة النبات ودراسة الموارد الطبيعية
النوع الثالث	١٨ متر	التعرف على المساحات الكبيرة

النوع الثاني : الاقمار الايجابية PASSIVE

وهي الاقمار الرادارية ، بحيث يعتمد على ارسال موجات لسطح الارض واستقبالها مره اخرى .

واهم الاقمار التي اطلقت في هذا المجال هي:

- قمر سيسات SEASAT : وهو أول رادار تصويري مدني ، اطلق عام ١٩٧٨م، ومن خلاله تم رسم صوره لقيعان البحار في العالم بسبب اظهارة الارتفاعات والانخفاضات لكتلة سطح الارض.
- النظام الراداري للمكوك كولومبيا: ومن ميزاتة ان الموجات التي يرسلها تخترق الرمال من ٢ – ٥ متر، وهذا ساعد الى التقاط صور اظهرت الاثار المدفونة لانهار قديمة.
- القمر الراداري رادار ١: اطلق للاستخدامات العسكرية والمدنية ، ووصلت دقتة الى ١ متر.

وسائل تخزين الصور الفضائية :

- شريط مغناطيسي متعدد المسارات يتراوح من ٢ – ١٠ جيجا بايت(GB).
- قرص ليزر CD .
- قرص دي في دي DVD .

المحاضرة الحادية عشر

الاساس العلمي لعملية الاستشعار عن بعد :

الاشعاع الكهرومغناطيسي :
وهي طاقة ذات موجات مختلفة الاطوال بسرعة الضوء ويتناقص ترددها بزيادة طول الموجة.

تختلف مظاهر واشكال سطح الارض في طبيعة وخواص الانعكاس الطيفي وتصنف الموجات في الطيف الكهرومغناطيسي الى الاشعة الكونية وتنتهي بموجات الراديو وتشمل فيما بينها :

- اشعة جاما
- أشعة اكس
- الاشعة فوق البنفسجية
- الاشعة المرئية الحمراء وتحت الحمراء
- اشعة الميكروويف

جميع المواد التي تزيد درجة حرارتها على الصفر المطلق Absolute zero(صفر كلفن Kelvin) ينبعث منها إشعاع كهرومغناطيسي، ولكن تختلف كمية الإشعاع وموجاته باختلاف حرارة المادة وطبيعتها فعند ازدياد درجة حرارة المادة تزداد كمية الطاقة المنبعثة منها وخصوصا في الموجات القصيرة فالطاقة المنبعثة من الشمس ٦٠٠٠كلفن ومعظمها تكون في الموجات القصيرة على حين تبلغ الطاقة المنبعثة من الأرض ٣٠٠كلفن وموجاتها تقع ضمن الموجات الطويلة.

وخلال رحلة الإشعاع الكهرومغناطيسى من المصدر إلى جهاز الاستشعار عن بعد يمر من خلال الغلاف الجوي الذي يحتوى على مواد تعمل على امتصاص ونفاذ وانعكاس الأشعة أو يشتتها مما يقلل من كمية الطاقة المنعكسة من سطح الأرض وطول الموجة.

تفاعلات الإشعاع الكهرومغناطيسى مع مواد الغلاف الجوى :
يعد الغلاف الجوى الوسط الذي تمر من خلاله الإشارات الصادرة من الأجسام الموجود على سطح الأرض إلى القمر الصناعي في الفضاء، ويتكون الغلاف الجوى من العديد من الغازات أهمها الأكسجين و النيتروجين والأزون وثاني أكسيد الكربون إضافة لبخار الماء وتعمل هذه المواد على التأثير على الإشعاع الكهرومغناطيسى أثناء مروره في الغلاف الجوى، فتعمل على إنكساره أو تشتيته أو امتصاصه وتختلف قيمة التشتت والامتصاص تبعا لاختلاف طول الموجة حيث يتناقص معدل التشتت بزيادة طول موجة الإشعاع.

بينما نجد عملية الامتصاص بواسطة مواد الغلاف الجوى تؤدي لفقد جزء من الطاقة الكهرومغناطيسية فمثلا الموجات الأقل من ٠,٣ ميكرومتر (الأشعة فوق البنفسجية تمتص في طبقة الأوزون الموجودة في الطبقات العليا من الغلاف الجوى والموجات التي تزيد عن ٣ميكرومتر تمتص وتتشتت بواسطة جزيئات المياه في السحب تأثير الغلاف الجوى على الأشعة الكهرومغناطيسية.

تأثير الغلاف الجوى على الأشعة الكهرومغناطيسية ويتم ذلك من خلال كل من :

أ- التشتت
ب- الامتصاص
ج- الظاهرات التي يتم رصدها

أ- التشتت scatter :
وفيه تتشتت الأشعة الكهرومغناطيسية القادمة للأرض و المنعكسة منها بفعل المكونات الغازية أو الغبار، وبخار الماء الموجود داخل الغلاف الجوى مما يؤدي لعدم وضوح الرؤية في الصورة.

ب- الامتصاص Absorption :
ويحدث امتصاص الأشعة بفعل بعض الغازات مثل الأزون وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والغلاف الجو في أطوال موجية معينة لذا فهي تسبب فقدانا للطاقة عند طول موجي معين حيث تتحكم بأي بالموجات التي تمتص والموجات التي يسمح لها بالمرور .
نتيجة لهذا التفاعلات فإن جزء من لطيف الكهرومغناطيسى لا يمكن استخدامه لأن الإشعاع لا يتمكن من النفاذ من خلال الغلاف الجوى. ولحل هذه المشكلة وجب البحث عن النوافذ التي يمكن من النفاذ من خلالها النفاذ من خلال الغلاف الجوى وهو الذي أطلق علية نوافذ الغلاف الجوى.

أنواع التشتت:
الاول : رايلى: وهو تفاعل الجزيئات الغازية ذات أقطار أقل من الطول الموجى.

والثاني تشتت ماي Mie Scatter : ويتم تبادل بين جزيئات الغبار والدخان مع الإشارات الكهرومغناطيسية

و الثالث هو التشتت العشوائي : وفيه الأجزاء المسببة للتشتت أكبر بعدة مرات من الطول الموجي.

<u>نوافذ الغلاف الجوي :</u>
يقصد به النوافذ الذي تمر فيه الأشعة خلال الغلاف الجوى من خلال الطيف الكهرومغناطيسى بدون أن تؤثر على كمية الأشعة المنعكسة أو الممتصة أو المنتشرة وبالتالي يمكن استغلالها في التصوير بالاستشعار عن بعد ومن خلال تحديد هذه النوافذ يتم تحديد الأطوال الموجية التي يمكن استعمالها في الاستشعار عن بعد ويلاحظ أن هناك منطقتين تسمحان بنفاذ الأشعة المنعكسة من الظاهرات الموجودة على سطح الأرض الأولى من طول موجى ٣-إلى٥،٥ ميكرون والثانية من طول الموجود ٨إلى ١٤ ميكرون والمنطقة الواقعة بين المنطقتين لا تسمح بنفاذ الأشعة المنعكسة.

ج. الظاهرات التي يتم رصدها :
وهى تمثل الهدف الذي يقع في مجال الرؤية للمحسSensor ويعد هذا السبب الرئيسي للاستشعار عن بعد؛ حيث تسجل هذه المحسات الظاهرات الأرضية في مجالات المختلفة تبدأ من المرئية، إلى الحمراء، وتحت الحمراء الحرارية، وتعد الاختلافات الانعكاسية بمثابة الاختلافات في الظاهرات الأرضية، حيث وجد أن لكل مظهر على سطح الأرض بصمة تختلف عن المظاهر الأخرى .

وعلى ذلك تعد الأشعة المنعكسة من المظاهرات أساسا لجمع المعلومات عن هذه الأهداف الأرضية، وذلك بدراسة خواصها الطيفية من خلال قياس اختلافات مظاهر سطح الأرض في المجال الطيفي من حيث :

- قياس الاختلافات الموجية المستخدمة.
- قياس الاختلافات الانعكاسية مظهر الأخر.
- قياس الانعكاس من وقت الأخر للتعرف على التغيرات التي حدثت للمنطقة الواحدة على فترات زمنية متباعدة .

<u>مكونات نظام الاستشعار عن بعد :</u>
هناك أربعة مكونات أساسة يمكن توضيحها المعرفة نظام الاستشعار عن بعد :
١- مصدر الإشعاع الضوئي (أشعة الشمس).
٢- الوسط الحامل لهذا الإشعاع (الغلاف الجوى).
٣- الجسم لمراد معرفته.
٤- الجهاز المستخدم للحس و التسجيل Sensor.

<u>التحليل الطيفي لأشعة الشمس:</u>
<u>يمكن تقسيم التحليل الطيفي لأشعة الشمس إلى:</u>

١- مجال مرئي Visible.
٢- مجال غير مرئي invisible.
٣- مجال فقير POTC.

أنواع الاستشعار عن بعد :
يمكن تصنيف الاستشعار عن بعد طبقاً لنوع البيانات إلى:

١- الاستشعار عن بعد السالب Passive Remote Sensing :
وتكون البيانات المستقبلة فيه هي الانبعاث الطيفي من الأجسام' ويعد هذا المصدر طبيعي للأشعة Passive R.s النظام المستخدم في نظم الاستشعار وهي الأشعة الكهرومغناطيسية ويطلق عليه الاستشعار السالب.

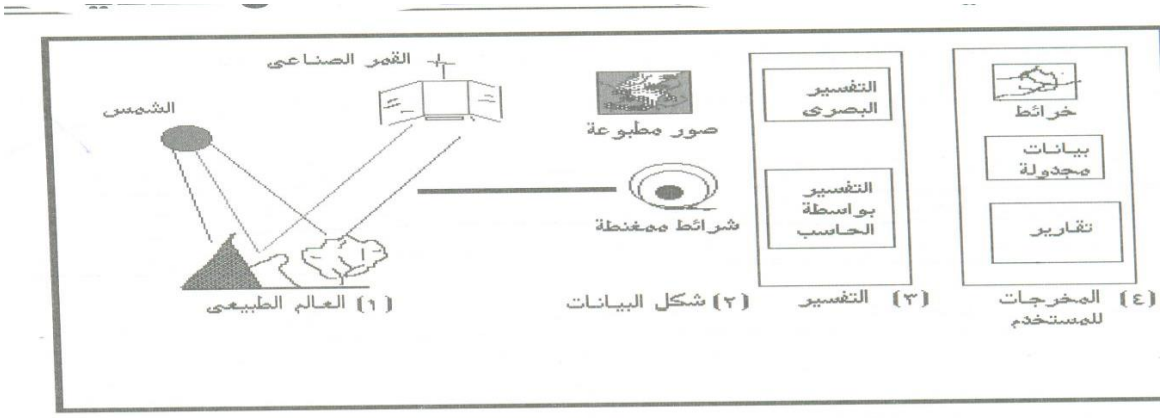
٢- الاستشعار عن بعد الموجات:Active Remote Sensing :
وتكون البيانات المستقبلة فيه انعكاسات طيفية حيث تقوم المنصات الحاملة لأجهزة الاستشعار بإرسال الموجات الكهرومغناطيسية إلى الأهداف المراد دراستها، فترتطم بها، وتنعكس لتستقبلها المستشعرات , Sensors التي تقوم بإرسالها إلى محطات الاستقبال الأرضية stations Reception Groundويسمي هذا النوع من التصوير بالراداري.

الاستشعار عن بعد السالب Passive Remote Sensing :
هو عبارة عن الانبعاث الطيفي من سطح الأرض و الأجسام التي عليها ويعرف مقدار هذه الانعكاسات بالبيانات الرقمية data Digital، فعندما تضيء الطاقة الالكترومغناطيسية الموجودة في ضوء الشمس الأشياء على سطح الأرض، فإنها تتفاعل معها ويتم امتصاص جزء من الطاقة وينعكس جزءا منها مرة أخرى، والطاقة المنعكسة هنا هي التي تهمنا؛ وهى المتاحة للاستكشاف .
وتعد الطاقة التي تصل للمحس هي نتاج للتفاعلات الثلاثة الطاقة المنعكسة، والممتصة، و المرسلة.

وتختلف القيمة الانعكاسية للمواد الموجودة على سطح الأرض اختلافا واسعا في خصائصها الانعكاسية بعدد من العوامل منها:
١- طول المودة الضوئية.
٢- زاوية سقوط أشعة الشمس.
٣- الخواص الطبيعية و الكيمائية للظاهرة المرصودة.
٤- تركيب سطح الظاهرة (من حيث القوام Texture) خشن أم ناعم.
٥- حجم الظاهرة وطريقة توزيعها.
٦- الوضع الطبوغرافي للظاهرة من ارتفاع وانخفاض وانحدار.

أي أن الطاقة التي تأتي من الشمس؛ تنتشر من خلال الغلاف الجوى وتتفاعل مع الأشياء على سطح الأرض ويعود جزء من هذه الطاقة إلى الفضاء من خلال الغلاف الجوى، ويتم رصدها وتسجيلها بواسطة المحس في القمر الصناعي.

وعلى ذلك فإن الاستشعار عن بعد هو علم وفن الحصول على معلومات من الأشياء بتحليل الطاقة التي تستقبلها من هذه الأشياء وتتحول إلى بيانات التي يتم تسجيلها بواسطة المحس في القمر الصناعي في صورة رقمية تخزن على شرائط ممغنطة يتم استخدامها بواسطة الحاسب.



شكل (٩١) المراحل الرئيسية المستخدمة في تفسير الصور الضوئية

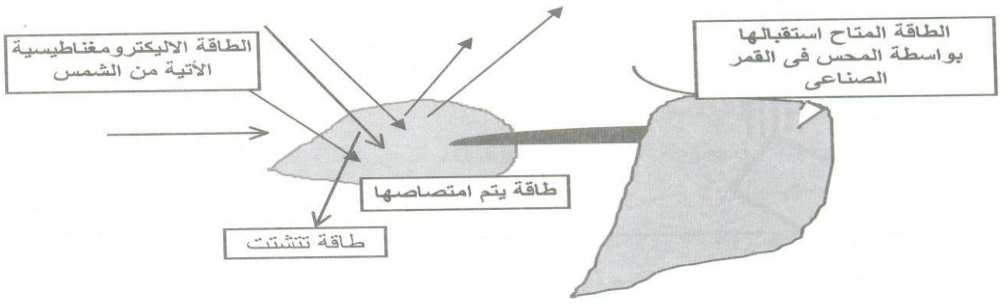
المحاضرة الثانية عشر

العلاقة بين الطاقة المنعكسة و الظواهر الأرضية

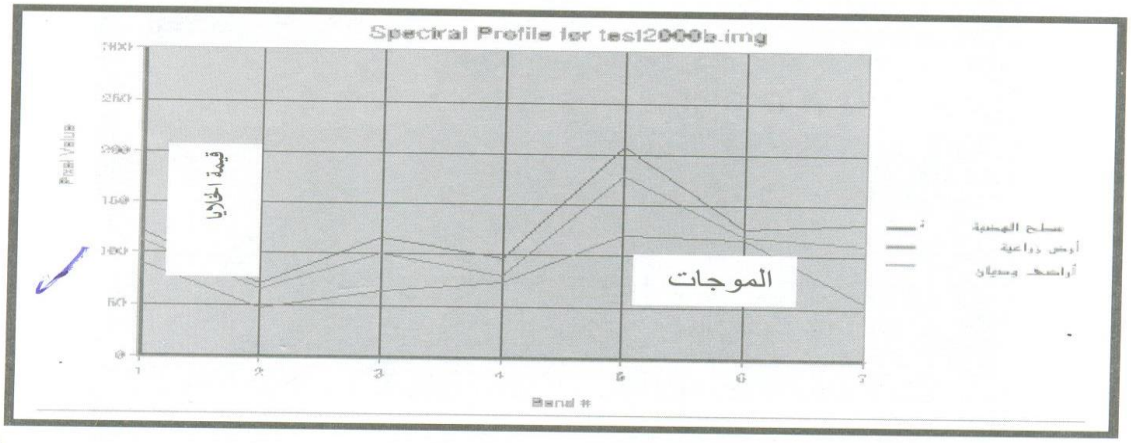
هناك علاقة بين الطاقة الالكترومغناطيسية الآتية من الشمس والظاهرات الطبيعية وكذلك أوراق الأشجار.

أن الطاقة المنعكسة تتغير قيمتها بتغير الظواهر الأرضية (نبات، وأراضى ووديان، وسطح الهضبة) مما يعطى فرصة بمشاهدة العديد من المظاهر الأرضية مع إمكانية تمييزها في الصورة الفضائية وكذلك يلعب اختلاف الموجات في تباين هذه الظاهرات.
وتعد عملية الانعكاس Reflectance هي نتاج التفاعل بين أشكال سطح الأرض مع أشعة الطيف الكهرومغناطيسى، حيث وجد أن لكل جسم قيمة انعكاسية تختلف عن الأجسام الأخرى.

ن الشمس والظاهرات الطبيعية بل وأوراق الأشجار شكل (٩٢) .



، (٩٢) العلاقة بين الطاقة الالكترومغناطيسية الآتية من الشمس والأوراق



شكل (٩٣)
اختلاف قيمة الخلايا باختلاف المظاهر الأرضية واختلاف الموجات

من خلال دراسة الانعكاس للظاهرات المختلفة وجد أن هناك عدة أشكل للانعكاس منها :

- الانعكاس التناظري Secular Reflectance
- الانعكاس المنتشر Diffused Reflectance

١- الانعكاس التناظريSpecula Reflectance

ويظهر الانعكاس التناظري عندما يكون السطح ناعما يعمل كالمرآة، مثل المياه وأنوع من الصخور والتربة وتكون زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس أو قريبة منها .

ويعد هذا الانعكاس غير مفيد في صور الاستشعار عن بعد، حيث تظهر الأجسام المنعكسة في شكل ضوء مبهر لا يساعد على تمييز الأشياء.

٢- الانعكاس المنتشر Diffused Reflectance :

وتكون فيه مظاهر السطح ذات أسطح خشنة، تعكس الإشعاعات في جميع الاتجاهات وتحدد خشونة السطح طول الأوجه الواردة له، ففي المجال المرئي من ٠،٣إلى ٠،٧ ميكرون تكون الأسطح الصخرية سطوحا عاكسة ناعمة على حين تكوون الرواسب الرملية سطوحا خشنة .

خصائص الانعكاس الطيفي للنبات

تقوم الصبغيات في ورقة النبات، وخاصة الكورورفيل بامتصاص الأشعة الواردة بشدة عند مدى موجى من ٠،٤٥ -٠،٦٥ ميكرومتر وقد ساعدت قدرة النبات على امتصاص الأشعة الواردة إلى التعرف على النباتات المصابة حيث يقل في أوراقها القدرة على امتصاص الأشعة مما يقلل الانعكاس عند طول الموجة الحمراء، وبالتالي يكون لون النبات أصفر (أى مزيجا من اللون الأحمر والأخضر).

ويؤثر في مقدار كمية الانعكاس للنبات ما يلي:

- التركيب الداخلي لأوراق النبات .
- الاختلافات بين النوع الواحد من النبات من حيث الارتفاع والعمر.
- تأثير عوامل خارجية على الأوراق مثل وجود غبار عليها يؤدي لتقليل من قيم الانعكاس

ويظهر هذا جليا في الصور الخاصة بالمناطق الصحراوية مثل الواحات المصرية.

نظام الاستشعار من بعد :

أ- نظام فيديو الشعاع المرتد:

يتألف من ثلاث كاميرات تلفزيونية (في لاندسات١،٢) تعمل في ثلاثة مجالات ضوئية (الأشعة الخضراء، و الحمراء، وتحت الحمراء المنعكسة) حيث تتجمع الصورة على أنبوية كاميرات ضوئية حساسة، ويتم مسح هذه الصور بواسطة شعاع إلكتروني، ثم تبث الإشارات الناتجة إلى محطات الاستقبال الأرضية، وتغطى صورة هذه الكاميرات التلفزيونية الثلاثة مساحة ١٨٥×١٨٥ كيلو متراكما هو الحال في صورة نظام المسح المتعدد المجالات الطيفية (Mss).

ب- نظام المسح المتعدد المجالات الطيفية:.Multispectral Scanner(MSS)

ويستخدم جهاز المسح المتعدد الأطياف مرآة تتذبذب بين زاوية مقدارها ٥٦،١١درجة تقوم بعملية مسح إلكتروني (Scanning) لسطح الأرض بمساحة ١٨٥×١٨٥ كيلو مترا في كل مرة تمثل منظرا واحدا يغطى ٢٢٥ر٣٤كم٢ ويتم تسجيل بياناته على شكل صفوف (rows) من الخلايا أو عناصر الصورة (pixels) (٢٢) ويبلغ عدد هذه الصفوف ٢٣٤ صفا، وكل صف يضم ٣٢٦٤ خلية (pixel) وكل خلية تمثل ٧٩ر٥٦مترا على سطح الأرض ،وهذه الخلية (أو عنصر الصورة) تمثل أصغر مساحة يمكن الاستشعار باللاندسات رصدها على سطح الأرض. ومعنى ذلك أنه في المنظر الواحد يتوفر لدينا أكثر من ٥ مليون معلومة.

وتقوم أجهز الاستشعار(Sensors) باللاندسات بتسجيل كثافة الأشعة الضوئية المنعكسة من الأجسام الموجودة على سطح الأرض، وذلك في أربعة قنوات أو مجالات طيفية (spectral pands) تحول القيم الأصلية إلي أشارات (Signals) الكترونية، وتبث إلى أجهزة الاستقبال في المحطات بمعدل ١٥ مليون وحدة في كل ثانية، وتسجيل البيانات عل أشرطة مغناطيسية، ومن ثم يمكن أن يعاد إنتاجها على أجهز الكمبيوتر بعد المعايرة. ويتم عمل تصيح ومعايرة (Calibration) لإزالة أي تشوه هندسي (Distortion) مما يحسن من سلامة الصورة ونوعيتها.

هذا ويلاحظ أن البيانات التي ترسلها أجهزة الاستشعار باللاندسات قد تبتها مباشرة إلى محطات الاستقبال الأرضية في محيط يبلغ قطرة ٢٨٠٠ كيلو مترا، أو تسجل على مسجل بالقمر الصناعي لكي يعيد بثها عندما يصبح في مجال محطة من محطات الاستقبال الأرضية.

أن عملية المسح وتسجيل قياسات الاستشعار المنعكسة من سطح الأرض بواسطة أجهزة الاستشعار في مجالات طيفية متعددة (Mss) تقوم على أساس أن كل مظهر من المظاهر على سطح الأرض نباتات وتربة وصخور ومياه وغيرها تعكس كميات من الأشعة الضوئية بموجات مختلفة مما يسمح بتسجيلها بواسطة أجهزة الاستشعار في اللاندسات حيث تقوم مرشحات خاصة بفصل الأشعة المنعكسة من سطح الأرض إلى خمس موجات طيفية Spectral bands (هذا في اللاندسات٣ أما في اللاندسات١، ٢فتوجد أربع موجات فقط).

وفيما يلي المجالات الطيفية وأطوال الموجات الضوئية في المسح المتعدد الأطياف (MSS) في أقمار اللاندسات، نموذجا للمنحنيات البيانية للانعكاسات الطيفية لعدد من المظاهر التي ترتبط باستخدام الأراضي يتضح منه أن النباتات تعكس أكثر أشعة ضوئية في الموجتين الضوئيتين ٧,٦ وهي في المجالات الطيفية للأشعة تحت الحمراء على حين أن التربة تعكس أكثر في الموجتين ٤,٥ (أشعة الضوء المرئي) وخاصة إذا كانت المياه كدرة.

هناك مشكلات تتعلق بتفسير الصور اعتماد على الاختلافات في درجة الظل أو اللون على الصورة، وذلك عندما تعطى أسطح مختلفة انعكاسات طيفية متشابهة خلال موجة من الموجات الضوئية، فعلى سبيل المثال في الموجة رقم٥ تعطى النباتات الخضراء الصحية النمو وكذلك الأسطح المائية قيما متشابهة لانعكاسها الضوئية كما أن المواد اللومية الجافة والحشائش الجافة تعطى قيما متشابهة تقريبا في مجال.

المحاضرة الثالثة عشر

درجة الوضوح الأرضي أو قوة التفريق Resolution

يعني مصطلح قوة التفريق (resolution) في الاستشعار عن بُعد القدرة على التميز بين جسمين متجاورين أو درجة الوضوح الأرضي، وبتحديد أكبر فإن قوة التفريق تعني أدنى شيء ممكن رؤيته بين جسمين يظهران متباينين على الصورة أو بمعنى آخر تشير قوة التفريق إلى قدرة التفريق أي نظام مسح على تسجيل جسمين مميزين ومنفصلين على سطح الأرض كظواهر منفصلة. والصورة التي تنتج من بيانات MSS في اللاندسات تبني من عملية مسح الكتروني Scanning على شكل صفوف Scan line وتتألف الصورة في النهائية من عدد هائل من الخلايا أو عناصر الصورة(pixels (picture Elements وعنصر الصورة هو الخلية وهي أصغر وحدة يمكن إظهارها.

وتختلف مساحة الخلية التي تسجلها أدوات الاستشعار في اللاندسات باختلاف الأقمار واختلاف نظم التصوير ففي الاندسات ٢،١ تبلغ حوالي ٧٩ م وذلك في الموجات الطيفية الأربعة الأولى (هي موجات الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة) على حين تبلغ ٢٣٧ م في القناة الخامسة وهي الموجة الحرارية Thermal band.

إن معنى ذلك أنه كلما صغرت خلية الصورة أو عنصرها (Pixel) كلما كانت التفاصيل أكثر وكانت القدرة على التمييز بين الظواهر أقوى، أو معنى آخر كلما كانت قوة التفريق Resolution كبيرة وكلما كانت الظواهر على سطح الأرض متباينة تباينا كبيرا أمكن تمييزها على الصورة ،وبالتالي رسمها بدقة على الخرائط. (راجع المحاضرة لمشاهدة الصورة)

ويلاحظ أن "قوة التفريق" الضعيفة نسبيا (٧٩م٢) في أجهزة الاستشعار في اللاندسات تعد العامل الرئيسي الذي يقيد رسم خرائط دقيقة لأنماط استخدامات الأرض، لأن أصغر عنصر هو ٧٩ مترا مربعا تعتبر وحدة واحدة في مقدار ما تعكسه من أشعة بغض النظر عن الاختلافات التي قد تكون موجودة داخل هذه المساحة. ومن ثم فان بيانات اللاندسات تفيد في رسم الخرائط ذات المقياس الصغير التي توضح الأنماط العامة لاستخدامات الأرض ، وليست الخرائط ذات المقياس الكبير التي تبين التفصيلات الدقيقة في المساحات الصغير.

رقم	المميزات الاساسية	لاندسات١،٢،٣	لاندسات ٤،٥	سبوت Spot
١	الارتفاع عن سطح كم	٩٢٠	٧٠٥	٨٣٢
٢	مساحة الصورة	١٨٥×١٨٥كم	١٨٥×١٨٥كم	٦٠ × ٦٠
٣	التطابق الجانبي عند خط الاستواء	١٤% أي ٢٧كم	٧،٦%	٥% ٣ كم لكل ٦٠ كم
٤	فترة العودة لنفس النقطة	١٨يوم	١٦ يوم	٢٦ يوم
٥	نوع الماسح	MSS	Tm,MSS	SPOT HRV
٦	عدد الموجات المستعملة	٤	٧	٤

اختلاف درجة الدقة باختلاف الأقمار الأقمار :

نوع القمر الصناعي	نظام المحس	الدقة (بالمتر)	الاتساع(كم)
لاندسات LANDSAT	MSS TM	٣٠×٣٠	١٨٥ ١٨٥
سبوتSPOT	XS PAN	٢٠×٢٠ ١٠ × ١٠	٦٠
الصور الجوية ١:....١		٥×٥	

المحاضرة الرابعة عشر

الموجات الضوئية

أن التصوير من خلال عدة مجالات ضوئية تختلف في عددها وفي أطوال موجاتها باختلاف نوع الأقمار ، ويفيد تعدد الموجات في تعدد الرؤية للشكل الواحد من اختلاف الموجات ، وأصبح لكل موجة مميزات يمكن استخدامها في التفسير.

وبالتالي أصبح الباحث الذي يستخدم صور وبيانات اللاندسات يواجه بمشكلة اختيار الموجات الضوئية الأنسب. نظرا لأن هناك موجات معينة أكثر من غيرها ملائمة لتحليل وتفسير الظواهر الموجودة على سطح الأرض، وكذلك لتحديد أنماط استخدام الأراضي، وهناك قوائم وضعها مركز ايروس للبيانات EROS Date Centerعن الاستخدامات الرئيسية لكل موجة في المجالات الطيفية المختلفة، كما أن خبرات الباحثين تنمو باستمرار من خلال البحث والمقارنة بين الخواص الموجات المختلفة في مناطق العالم المتنوعة فقد أصبح لديهم يقين ومعرفة بخواص قنوات الجيل الثاني من اللاندسات ومجالات استخدامها.

أن الاختلافات في طبيعة الأجسام الموجودة على سطح الأرض وبالتالي في الأشعة الضوئية المنعكسة منها لها أهمية كبيرة في الإفادة من ذلك في دراسات المتعلقة باستخدامات الأرض الزراعية وبالتعرف على حالة نمو النبات، وبالتالي إمكانية استخدام بيانات اللاندسات الرقمية في رصد التغيرات التي تعتري النبات والتنبؤ بإنتاجية المحصول قبل حصاده. وهناك طريقة تقوم على مبدأ أن النبات عندما يتحول إلى اللون الأخضر فإن مادة الكروفيل في الأوراق تمتص الأشعة الحمراء وفي نفس الوقت تزيد من انعكاس الأشعة تحت الحمراء، ومن ثم فإن القيم الرقمية في الموجة الضوئية Band٥ في أجهزة المسح(MSS) باللاندسات تتناقص على حين أن القيم الرقمية في الموجة الضوئية Band ٧ تزداد ومن هنا استخدمت هاتان الموجتان لحساب المؤشر الخضري Vegetation index .

أشكال بيانات الاستشعار

توجد عدة أنواع منتجة من بيانات اللاندسات،وهذه تتضمن شرائح وصور أسود وأبيض وملونة وكذلك أشرطة كمبيوتر مغناطيسية تشتمل على البيانات الرقمية digital data ويلاحظ أن صور اللاندسات الملونة لا تمثل اللون الحقيقي للظواهر التي تمثلها على سطح الأرض ولذا فانه يطلق عليها صور بالألوان غير الطبيعية (False color images) ويتم إعداد هذه الصور اللونية من دمج عدة صور أسود وأبيض من خلال أجهزة وبرامج خاصة مثل ILWIS، ERDASحيث تمر كل موجة ضوئية خلال مرشح خاص وتخلط هذه الصور باستخدام هذه الاسقاطات الملونة.

وتمر خلال مرشح أخضر أما الموجة Band٧ (أشعة تحت الحمراء المنعكسة) تمر خلال مرشح أحمر وأما الموجة Band٦ فغير مستخدمة. وبناء على ذلك فإن النباتات الخضراء التي لها خاصية انعكاسية عالية في الأشعة تحت الحمراء القريبة near infrared تظهر في الصور غير الطبيعية الألوان بمختلف درجات اللون الأحمر على حين أن الصخور والأتربة تتراوح مابين الألوان الأسود أما الماء المحمل بمواد عالقة وإرسابات فيظهر باللون الأزرق الناصع وتظهر المدن والظاهرات الحضارية اللون مابين الرمادي والأزرق. وهذه الألوان التي تختلف طبقا للتباين في الظاهرات المختلفة على سطح الأرض تختلف أيضا إلى حد ما طبقا للوقت الذي أخذته فيه الصورة وفصل النمو بالنسبة للنبات، بالإضافة إلى الطرق الفنية المستخدمة في عمليات إنتاج الصور الفضائية الملونة.

٢- الاستشعار الموجب (استخدام الموجات الرادارية في التصوير)

يعد التصوير الراداري من أحدث طرق التصوير الفضائي التي لاقت تطورات ملحوظة في استخلاص المعلومات وذلك باستخدام موجات ذات ترددات موجبة طويلة مما يجعل الأرض شبه شفافة بالنسبة للتصوير الراداري فيمكن من خلال هذه الخاصية النفاذ إلى باطن سطح الأرض، وتزيد المسافة التي يتم اختراقها باستخدام موجات ترددية ذات أطوال موجات أكبر مما يتيح النفاذ لعمق عدة أمتار . وقد أظهرك مكوك الفضاء الأمريكي عند مروره على الصحراء الغربية المصرية وجود أدوية صرف قديمة تحت سطح الأرض لم يتمكن الماسح المتعدد الأطياف من رؤيتها.

مميزات التصوير الراداري

١- يتم التقاط الصور ليلا ونهارا.

٢- لا يتأثر بالعوائق والقدرة على اختراق الدخان،السحب،والضباب،والأمطار والأتربة،والظلام.وهذا يؤذي إلى التقاط المستمر للصور الرادارية بالنهار والليل،على حد سواء،وتزداد أهمية هذه القدرة الاختراقية الكثيفةالأشجار، والساحلية،والقطبية.
٣-التحكم في ميل الحزمة الرادارية على المحور العمودي على مستوى الأرض،بحيث تراوح هذه الزاوية بين صفر و ٦٠ درجة.وقد أدى ذلك إلى إمكانية المتابعة اليومية الظواهر الطبيعية،في أوقات نشاط تغييرات عالية،من خلال دراسات اكتشاف التغييرات.
٤- المساحة التي يغطيها المنظر الرادارية يتراوح بين ٥٠×٥٠ كم ،بدرجة دقة ٨م.
٥- تكرار مرور القمر الصناعي، الحامل لأجهزة الرادار،فوق موقع ما بالكرة الأرضية يفيد في الحصول على عدة صور كل يوم ما يتيح المتابعة، شبه المستمرة وتتوقف الفترة بين الزيارات المتكررة للمكان نفسه، على نوع الرادار على خطوط العرض والطول لهذا الموقع،حيث تزداد هذه الفترة في اتجاه خط الاستواء،وتقل الفترة الزمنية عند خطوط العرض الأخرى لقصر المسافة بينهما.
٦-إمكانية اختراق سطح الأرض وإعطاء عما يخفيه تحت سطحه مثل الآثار المدفونة والوديان القديمة واكتشاف البترول،والغاز والمعادن.
٧-يتيح الرادار الإمكانية لرؤية نفس الموقع من اتجاهين مختلفين، وبالتالي الحصول على صورتين لمنطقة ما من اتجاهين متقابلي، الأمر الذي يساعد على الحصول على أكبر قدر من المعلومات.
٨- القدرة على دمج البيانات الرادارية.
٩- تنوع درجات الدقة(التفريق) للبيانات الرادارية، من ٨ متر إلى ١٠٠ متر.

أسس التصوير الراداري

يقوم التصوير الراداري على خاصية إرسال موجات من القمر الصناعي وإعادة استقبال الصدى أو الموجات المرتدة مرة أخرى بواسطة إريال (مستقبل) وتختلف الفترة الزمنية بين الإرسال والاستقبال طبقا للمسافة بين القمر الصناعي والظاهرة التي يتم رصدها وقد انعكس هذا الاختلاف على إمكانية تمييز الظاهرات فالبحيرات كثافة انعكاسها Reflection intensity أقل من الأشكال الدائرية المحددة مثل المباني والأشجار أكثر من الحشاش إلى جانب اختلاف الانعكاس .

ونتيجة لدور الرادار في إرسال هذه الموجات وعدم اعتماده على انبعاثات كهرومغناطيسية ذاتية من الجسم ، كما هو الحال في الاستشعار السالب،فيعرف هذا النوع باسم" الاستشعار الموجب".

فالرادار يلتقط الصور الجانبية ،أو القطاعية فالجهاز"سار Synthetic :SAR Aperture Radar " ،يرسل نبضات تجاه المنطقة المستهدفة ، تم يتلقى الطاقة المنعكسة وبقياس الزمن الذي يستغرقه الإشارات لقطع المسافة من الرادار إلى الهدف والعودة، يمكن قياس الارتفاعات النسبية للتضاريس المختلفة

وقد تم استخدام وسيلة التصوير الراداري بواسطة الأقمار الصناعية من خلال القمر الصناعي سيسات ١ Sesat الذي تم إطلاقه في يونيه ١٩٧٨ ، ويدور في مدار على بعد ٨ كم من سطح الأرض قريبا من المدار القطبي. وقد خطط لهذا القمر بأن يقوم بالتصوير ليلا ونهارا ويستطيع تصوير نفس المنطقة كل ٣٦ ساعة، وقد تم استخدامه في تصوير القنال الصناعي عند مضيق دوفر وقد أمكن استخلاص خريطة كنتورية لقاع القناع الانجليزي.

العوامل المؤثرة على كثافة الموجات المرتده

- شكل سطح الارض.
- ارتفاع القمر الصناعي عن الارض.
- التقنية المستخدمة في عملية التصوير الراداري.

اهمية التصوير الراداري

- تعطي الصوره الرادارية بالاحساس بالطبوغرافية.
- أفضل في اظهار التضاريس والتغيرات في اشكال سطح الارض.
- تعدد تطبيقاتها ومجالاتها.
- تمكن من قياس اضطرابات البحر وقياس الرياح على سطح البحر.
- يستخدم في قياس الخصائص السطحية لمياه البحار والمحيطات.

ملحوظه/ التأكد من تتطابق المحتوى مع المقرر الحالي للعام نفسه.