الفصل الثانى

رصـد الأرض

2 -1 : الأقمار التي ترصد الأرض

2-2 : الإرتفاع ومساحة تغطية القمر الصناعي

3-2 : أجهزة الإستشعار

1-3-2 : كاميرا الصور الثابتة

2-3-2 : الكاميرات التلفزيونية

3-3-2 : الماسحات

4-3-2 : التصوير الراداري

5-3-2 : أنظمة لاتصويرية

4-2 : الأحزمة الطيفية

رصد الأرض[2]
Earth Observation

2 -1 : الأقمار التي ترصد الأرض :

إن أوسع مجالات النشاط الفضائي هو رصد الأرض الذي نستخدم فيه كثير من التطبيقات، نشكر قدرة الأقمار الصناعية التي تصور في زياراتها المتكرره مساحات شاسعة من الأرض. عندما توضع هذه الصور بجوار بعضها البعض تعطي صورة كاملة للأرض بدون أي قيود مثل التي تلتزم بها الحدود السياسية للدول. إن أقمار أرصاد الأرض تقسم إلي ثلاثة مجموعات – أقمار الأرصاد الجوية، أقمار الإستشعار من بعد متوسطة التحليل Medium Resolution وأقمار عالية التحليل، والنوع الأخير أقتصر علي الإستخدمات العسكرية فقط (الاستطلاع والتجسس). لكن يتزايد استخدامها اليوم في النواحي المدنية.

أقمار المجموعة الأولي تمدنا بصور تغطي مساحات كبيرة ولكنها تقدم جودة ضعيفة أو تحليل ضعيف لكن يعتمد عليها في عدة أغراض. وهذه الأقمار هي أقمار ثابتة أو توضع في الحد النهائي الأعلي من المدارات الدائرية المنخفضة علي ارتفاعات تتراوح بين 900 إلي 1800 كم. وفي حالات أخري تنتشر في مجموعات من الأقمار الصناعية تختص بتنفيذ برنامج واحد مثل الذي استخدم في البرنامج الروسي لرصد النيازك أو البرنامج الأمريكي لأقمار نووا.

وأقمار المجموعة الثانية تعمل بصفة عامة في مدارات دائرية على ارتفاعات منخفضة بين 600 كم إلي 1000 كم. وتمدنا فى دوراتها المنخفضة المتكررة بصور فضائية عالية الجودة.

مثال لتلك الأقمار مجموعة أيرس الهندي وسبوت الفرنسي ولاندسات الأمريكي. أما أقمار المجموعة الثالثة تختص بالمدارات البيضاوية، ارصادها تتم

---

[2] هذا الباب من **"Fernand Verger, et al; The Cambridge Encyclopedia of space of Space;2003"**

على ارتفاعات منخفضة عند نقطة الحضيض (حيث يصل ارتفاعها عن الأرض 160 كم في حالة أقمار كوزموس)، لهذا نحصل علي صور للأرض عالية الدقة. و صمم عدد من الأقمار الحديثة للعمل لفترات طويلة وهي تشغل مدارات دائرية علي ارتفاعات تحت 300 كم وتعطي دقة عالية جدا. وكانت هذه الأقمار مقصوره علي النواحي العسكرية، ولكن هذه المجموعة الآن تستخدم لتلبية مهمات في بعض النواحي المدنية، وكان أول إطلاق لهذا النوع عام 1999م للقمر ايكونوز-2 وهو لشركة خاصة للتصوير الفضائي ودقتها تصل إلي عدة أمتار، ومدار القمر دائري تحت 700 كم. والمجموعات الثلاثة السابقة تختلف عن بعضها البعض من حيث الجهات المشرفة عليها. فأقمار الأرصاد الجوية تعمل تحت إشراف حكومي في نطاق برامج تكون احيانا دولية مثل مراقبة الطقس العالمي، وأحيانا يكون تحت إشراف تجاري لتوفير بعض الخدمات العامة.

أقمار الإستشعار عن بعد تعتمد علي التكنولوجيا البصرية وهي تحمل أجهزة رادارية تستخدم في رسم الخرائط أو دراسة ثروات القارات أو البحار. وهذه الأقمار تتبع هيئات مثل سبوت إيمدج في فرنسا أو ايوسات في الولايات المتحدة. ومنذ عام 1995م تخصصت شركات في هذا المجال.

والأقمار عالية الدقة لها صفة النشاط العسكري الإستطلاعي وهي لاتزال حتي الآن غير مسموح بإستخدامها مدنيا.

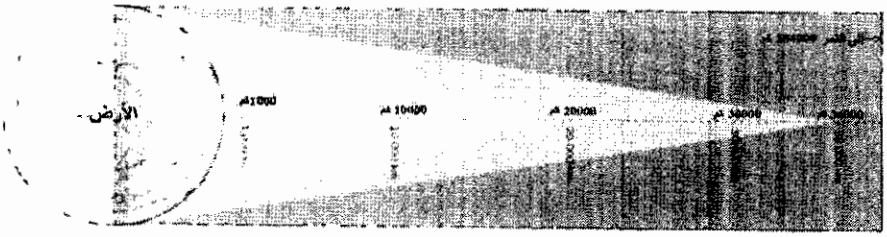
2-2 : الإرتفاع ومساحة تغطية القمر الصناعي :

إن المساحة التي يرصدها القمر الصناعي تزيد مع زيادة الإرتفاع ويشمل هذا الإرتفاع نصف الكرة الأرضية تقريبا عندما يكون القمر علي إرتفاع غير محدود. فعند الإرتفاعات المنخفضة يكون التغير في المساحة المرصودة واضح جدا: فعلى ارتفاع 200 كم ترصد مركبة ابولو-9 مساحة قدرها 1.5 % من سطح الأرض بزاوية 151 ° بينما القمر نووا-11 يمسح أكثر من 10 % على ارتفاع 1600 كم. وعلي العكس تحدث تغيرات صغيرة جدا علي ارتفاعات عالية: فعلي ارتفاع 20000 كم يرصد قمر نافستار حوالي 38% من سطح كوكبنا بزاوية 30 ° بينما يرصد قمر متيوسات الذي يقع علي ارتفاع 36000 كم مساحة 42 % بزاوية 17° الشكل (2-1).

2-3 : أجهزة الإستشعار Sensors :

تقيس أجهزة الإستشعار الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي ينبعث من مجال هندسي محدد. تحدد أبعاد المجال بواسطة بصريات أجهزة الإستشعار. وكامل المجال يستكشف مرة واحدة، حيث تجمع نقاط الصورة بطريقة فورية كصورة ثابتة أو صورة متحركة بكاميرات تليفزيونية. أو يمكن مسح الصورة بطريقة متعاقبة (أي علي أجزاء) والصورة النهائية تنتج من تجميع هذه الصورة بعضها إلى البعض.

ومجال أجهزة الإستشعار بصفة عامة يمثل حجم مساحة جغرافية تختار لرصدها. ومجال الرؤية الفوري IFOV يحدد بزاوية مجسمة Solid Angle يقاس منها الإشعاع الكهرومغناطيسي بواسطة أجهزة الإستشعار عند نقطة معينة عند زمن الإنبعاث. وينطبق مجال الرؤية في حالة الصورة الثابتة والكاميرات الرقمية CCD، وهذا لايحدث في حالة الصور المتعاقبة. حيث يمثل المجال الكلي الحركة المستمرة للمجال الفوري.



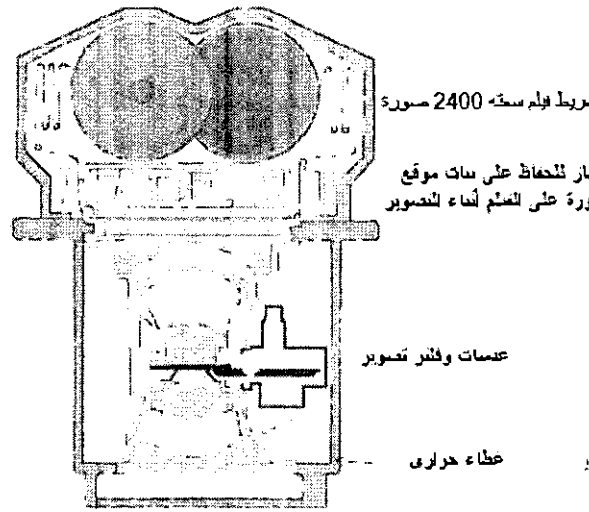
الشكل (2-1) ارتفاع القمر لمساحة التي يغطيها القمر.

2-3-1 : كاميرا الصور الثابتة :

يحمل القمر الصناعي كاميرا للصور الثابتة Still cameras لأخذ صور فورية لمساحة من سطح الكرة الأرضية التي يحلق فوقها القمر شكل (2-2). وهي تتكون من الجزء العلوي ويحتوي علي شريط فيلم فوتوغرافي طوله 1220 متر عالي الدقة لتسجيل 2400 صورة وهذه الصور تغطي مساحة من سطح الأرض مقدارها 153181 كم^2 (553 كم **x** 277 كم) من ارتفاع 370 كم. والجزء الأوسط أجهزة لتحافظ علي أداء الكاميرا أثناء فترة التصوير وتعويض حركة القمر الصناعي حتي تظهر الصورة وكأن القمر التقطها وهو ثابت. والجزء السفلي من الكاميرا يحتوي علي عدسة بعدها البؤري 305 مليمتر وفتحتها الزاوية 74 °، ونظام مرجعي للارتفاع يشمل آلتين تصوير بعدهما البؤري 152 مليمتر،

تسجل مجال نجمي عند نقطة مع كل صورة يتم التقاطها، ومع تجميع لحظي للبيانات التي تحتوي علي الإرتفاع والموقع نحصل علي خرائط عالية الدقة. ومجال الرؤية علي سطح الأرض يعتمد على العدسات المستخدمة في الكاميرا وعلي ارتفاع القمر. والصور الفوتوغرافية يكون مركزها عامة عند نقطة النظير Nadir ويحدد أبعاد المجال بفتحة زاوية لاتعتمد علي ارتفاع القمر أو بالإرتفاع معتمدا علي القياس الخطي علي الأرض (طول جانب المجال وقطره). ويمكن تحسين جودة الصورة بطرق تكنولوجية حيث يتم حساب التغير في موضع القمر أثناء أخذ الصور الفوتوغرافية.

بعض آلات تصوير الصور الثابتة تستخدم في أقمار الأستطلاع العسكري حيث يكون مجالها ضيق جدا ويكون بعدها البؤري كبير جدا، مثل كاميرا KFA3000 عالية الدقة التي تم تركيبها علي أنواع مختلفة من الأقمار الروسية التي تحتوي علي منظار بعده البؤري 3 أمتار.



الشكل (2-2) كاميرا الصور الثابتة وتركيبها الداخلي.

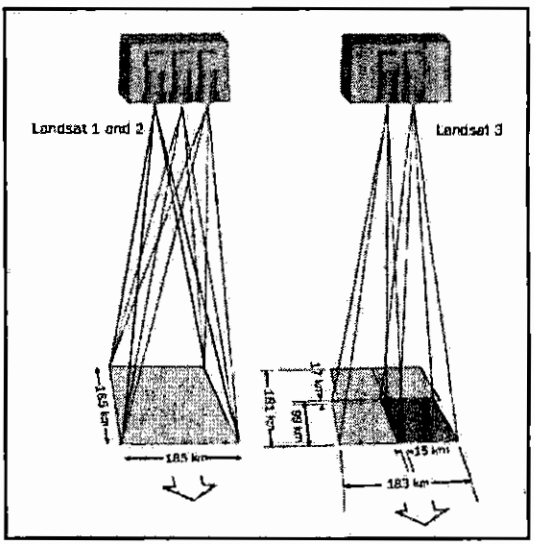
2-3-2 : الكاميرات التلفزيونية :

يختلف هذا النوع كثيرا عن كاميرات الصور الثابتة، فالكاميرات التلفزيونية TV Cameras تأخذ صورة كاملة لحظية للمجال بالكامل. وعندما يتم غلق فتحة الكاميرا يتم تخزين الصور حيث يتم رؤية الصور لاحقا. وأحسن مثال لذلك نظام الفيديكون The return beam Vidicon (RBV) المركب علي القمر لاندسات 1،2،3 شكل (2-3). حيث يتم أخذ صورة لحظية لمجال عرضه 185 كم وطوله

185 كم بثلاث كاميرات في لاندسات 1&2 ومجال عرضه 183 كم وطوله 181 كم بكامرتين في لاندسات 3.

3-3-2 : الماسحات والمستشعرات :

تأخذ الماسحات قياسات لحظية لمجال الرؤية أثناء حركتها. وعرض المجال اللحظي علي سطح الأرض IFOV (Instantaneous Field of view) يكون متعامد علي اتجاه المسح، ويزيد هذا العرض كلما زادت المسافة بين جهاز الإستشعار والأرض، أو بمعني آخر يتسع المجال بعيدا عن نقطة نظير القمر الصناعي متجها نحو حافة الكرة الأرضية ومع زيادة ارتفاع القمر الصناعي. يكون عرض المجال اللحظي صغير فى الأقمار الصناعية ذات الإرتفاعات المنخفضة.

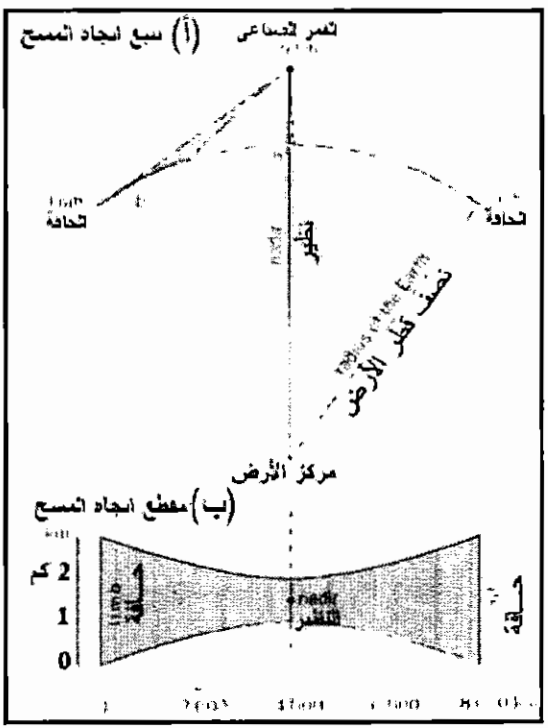


الشكل
(3-2)
نظام آلات التصوير التليفزيونية
RBV .

ويزيد عرض مجال الرؤية اللحظي في مستوي المسح كلما اتجهنا ناحية حافة الأرض. ففي المستشعرات التي تمسح سطح الأرض من الحافة إلي الحافة يتغير مجال الرؤية اللحظي بشكل ملحوظ. يوضح الشكل (2-4- أ) موقع قمر صناعي يمسح الأرض في اتجاه النظير عند b' (اتجاه مركز الأرض) فيكون عرض مجال الرؤية اللحظي أقصر ما يمكن. ويوضح الشكل (ب) مقطع للمجال اللحظي الذي يتم مسحه من حافة الكرة الأرضية إلي الحافة المقابلة. ونجد في الشكل (ب) أنه عند الحافة (b) يكون عرض المجال علي سطح الكرة أكبر من العرض عند نقطة النظير(b'). كما يوضح مقياس الرسم فى الشكل أن عرض المجال عند

الحافة حوالي 3 كم يتناقص كلما اتجهنا إلي النظير ليصبح كيلو مترا واحدا، ثم يتسع مرة أخري عندما يتجه للحافة الأخري من الكرة الأرضية والمساحات الممسوحه بواسطة المستشعر تمسح في خطوط متتالية. وعملية المسح وخطوط المسح تنتج من مجموع حركة القمر الصناعي وحركة الماسح نفسه. ففي حالة الأقمار الصناعية الثابته بالنسبه للأرض نحصل علي خطوط المسح المتتاليه بواسطة جهاز ميكانيكي يوجه الماسح. وكل خط جديد للصور الممسوحه بواسطة الماسح يزاح بمقدار ثابت من الخط السابق. فماسح القمر الصناعي متيوسات يتحرك 2500 خط في 18 ° في اتجاه شمال –جنوب. ويتأثر الخط الممسوح بدوران القمر الصناعي حول محوره.

في حالة الأقمار الصناعية غير الثابتة نحصل عامة علي خطوط المسح المتتالية عن طريق حركة القمر الصناعي في مداره. وخطوط المسح تتحرك من أحد حواف الكرة الأرضية إلي الحافة الأخري أو تتقلص في مسافة قصيرة جدا تمثل جزء صغير جدا من سطح الأرض.



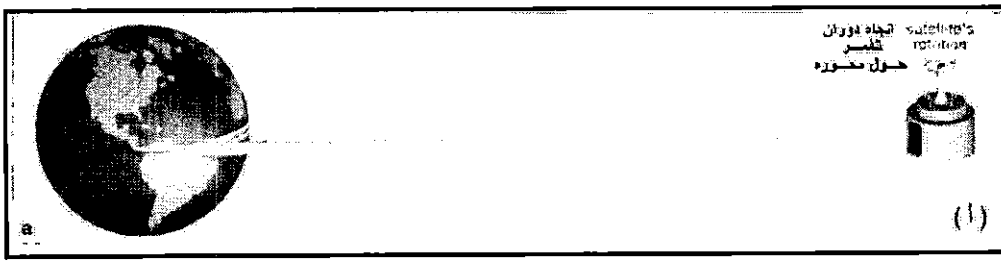
الشكل
(4-2)
تغير مجال الرؤية بالبعد عن النظير.

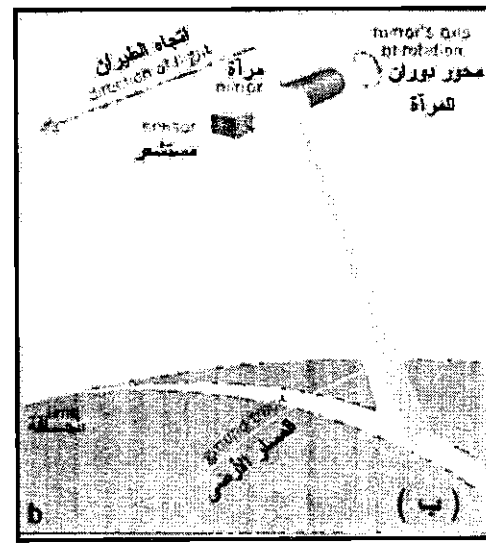
تمسح الماسحات التي تصور من الحافة إلي الحافة دائرة كاملة من الكرة الأرضية. وفي حالة الأقمار الثابتة يمثل الجزء الممسوح 17° من 360° . وهذه الماسحات تستخدم أنواع مختلفة من نظم الدوران. ففي بعض الحالات مثل قمر متيوسات تمسح 360° بدوران القمر حول نفسه كما هو واضح في الشكل (2-5 أ). وأنواع أخري من الماسحات تستخدم حركة مرايا تدور حول محور موازي لمتجه سرعة القمر الصناعى، وهذا النوع يستخدم في سلسلة الأقمار نووا 6-11 الشكل (2-5 ب). وبعض الماسحات لاتمسح دائرة كاملة، ولكن تمسح قوس فقط محدد من السطح المرئي من الأرض. وبعض الماسحات تتأثر بتذبذب مرآه حول محور موازي لمتجه سرعة القمرالصناعى، وهذا النوع يستخدم في سلسلة أقمار لاندسات الشكل (2-5 ج). وآخيرا بعض النظم الميكانيكية تعمل مسح مخروطي وميزة هذا النوع المحافظة علي مسافة ثابتة بين المستشعر والأرض خلال مسح المساحة المطلوبة. ويستخدم هذا النظام مع القمر إديوس 1 **(ADEOS 1)** .

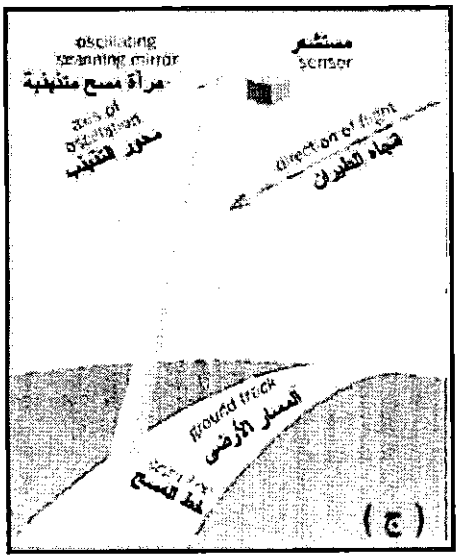
و خلايا المستشعر مرتبة في مصفوفه خطية حيث يمكن استخدامها بدون أي مسح ميكانيكي لتجميع بيانات علي طول خط المسح الأرضي بإستخدام حركة منصة مسح الأرض في اتجاه حركة القمر. والمستشعرات التي علي أقمار سبوت **Spot** التي تقيس الطاقة بإستخدام مستشعرات علي شكل مصفوفه من كاميرات الشحن المزدوج **(CCD)** ومثال علي ذلك الشكل (2-5 د). وهذا النوع من مصفوفة **CCD** يمكن استبداله بواسطة مستشعرات الخلايا النشطة **(APS)** حيث تقوم بمسح الكتروني بالتعاون مع عدة أدوات في المستشعر نفسه.

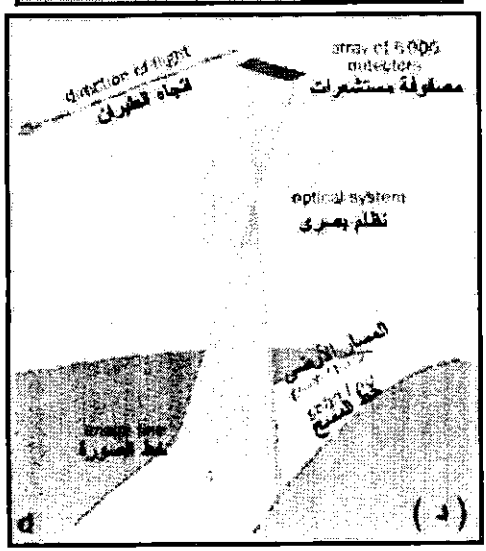
وخط الوسط الذي يمثل مركز مجال الرؤية لخط المسح يعرف بمسار الجهاز. وهو ينطبق علي المسار الأرضي للقمر الصناعي حيث يكون مركز الرؤية والمسح هو النظير، ولكن تنحرف عنه في حالة رصد المجال المائل (القريبان من الحافة) الشكل (2-6 أ). بعض أجهزة الإستشعار لها القدرة علي إمالة محور الرؤية علي جانبي النظير. ويستخدم هذا النظام علي أقمار سبوت 1-3 حيث يمكن عمل 90 ميل مختلف كل 0.6° في زاوية مقدارها 54° تقع 27° منها علي يمين النظير و 27° علي يسار النظير (90° **x** 0.6° = 54°) الشكل (2-6 ب).

ورؤية الأماكن البعيدة عن النظير تعطي صور لأماكن بعيدة عن المسار الأرضي للقمر. حيث تعطي صور لنفس الموقع من زوايا متعددة مختلفة. ولهذا يمكن الحصول علي صور مجسمه للتضاريس مثل ما تقوم به أقمار سبوت 1-4 (Spot-1-4).

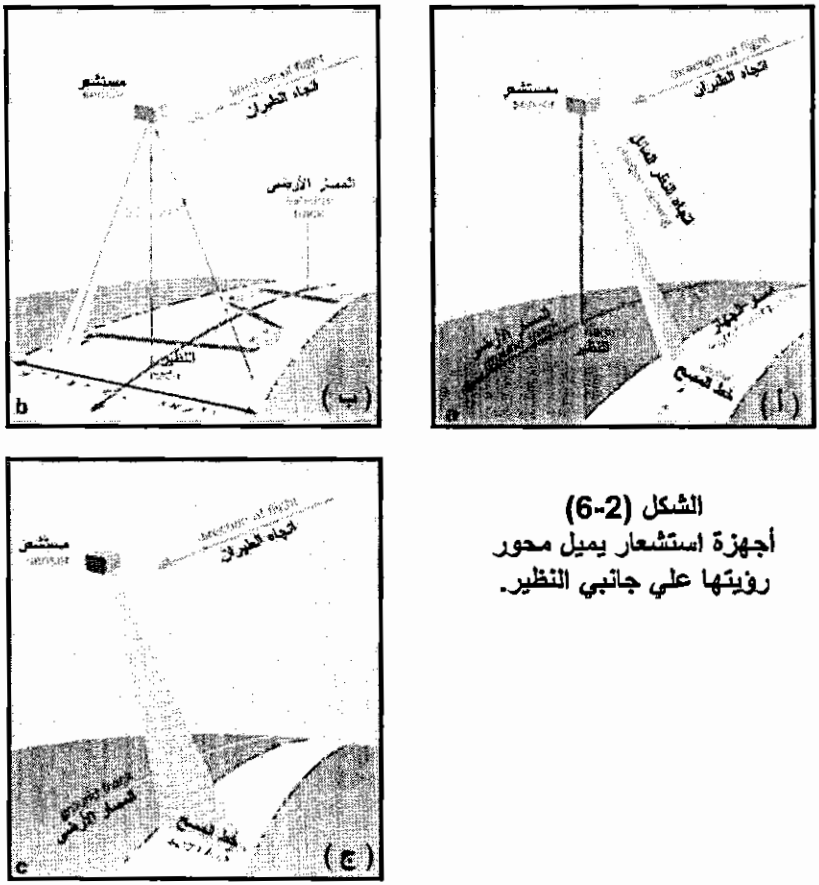








الشكل (2-5)
يوضح بعض نظم المسح المتعددة لمسح الأرض.



الشكل (2-6)
أجهزة استشعار يميل محور رؤيتها علي جانبي النظير.

4-3-2 : التصوير الراداري Imaging radars :

المستشعرات التي تقيس الإشعاع الطبيعي المنبعث في صورة ضوء أو حرارة تعتبر من أهم أجهزة الإستشعار. وهناك أجهزة إستشعار ترسل إشعاع إلي مكان ما علي سطح الأرض ثم تقيس الشعاع المنعكس إلي المستشعر، مثال لذلك أجهزة الرادار. وفي هذا النظام يلزم تحديد الإرتفاعات التي تعمل عندها الأقمار، ويستخدم هذا النظام محاور المجال المائلة، ويحتاج إلي طاقة كافية لإصدار إشعاع من القمر الصناعي ليستطيع استقباله مرة أخري علي مسافات مختلفة. وتوفير هذه الطاقة علي القمر الصناعي تعتبر من المشاكل الصعبة وهذا ما يوضح ندرة إستخدام الرادار في الفضاء رغم استخدامه في الطائرات.

وأجهزة الرادار لها ميزة عن المستشعرات البصرية حيث يمكنها العمل علي مدار اليوم فبمجرد ارسال الإشارة الرادارية إلي الجسم فإنها ترتد إلي القمر

الصناعي منعكسة أو كصدي لها ويتم قياسها، وهي تستخدم موجات الميكروويف التي يمكنها إختراق السحب بدون تأثير في الصورة. يرسل الرادار الإشارة الرادارية ويستقبلها بعد إنعكاسها علي سطح الأرض في فترات زمنية مختلفة حسب المسافة التي تفصل بين المستشعر والهدف. والرؤية بإستخدام الرادار يلزم أن تكون مائلة ومحددة بجانب واحد من مدار القمر الأيمن أو الأيسر الشكل (2-6 ج).

2-3-5 : أنظمة لاتصويرية Non Imaging system :

لرصد الأرض يمكن استخدام مستشعرات تجمع بيانات لاينتج عنها صور للأرض، ويوجد أنواع مختلفة من المستشعرات اللاتصويرية. فهي تلتقط قياسات ترتبط بالجزء المرئي من سطح الأرض بكامله، وهذا النوع من أنواع المجال اللحظي للرؤية. أو هي تركز علي مساحة محددة من سطح الأرض مثل مستشعرات القمر أيرس-1 ERS-1 . ومقياس التشتت نوع أخري من الأنظمة اللاتصويرية التي لها مجال رؤية لحظي محدود. حيث تقيس التشتت المرتد من سطح البحر بزوايا رؤية مختلفة، والبيانات الناتجة تستخدم في حساب سرعة الرياح واتجاهها الشكل (2-7). وهذه المستشعرات تستخدم لنحصل منها علي صور خرائطيه للظاهرة التي يتم رصدها.

2-4 : الأحزمة الطيفية Spectral Bands :

جميع أنظمة أقمار الإستشعار عن بعد صممت لترصد سطح الأرض بإستخدام مناطق الطيف الكهرومغناطيسي التي يسمح لها الغلاف الجوي بالنفاذ، وتسمي هذه المناطق بنوافذ الغلاف الجوي Atmospheric Windows . وهذا يعتمد علي عوامل مختلفة مثل تركيب الغلاف الجوي (تركيز بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون- الأوزن ..... إلخ) أو مكونات العوالق الجوية. وتعتمد أيضا علي كثافة الغلاف الجوي التي تسقط عليها أو ينعكس منها الإشعاع. وتتأثر القياسات بزاوية الإضاءة وزاوية الرؤية وارتفاع المنطقة التي يتم رصدها.

المستشعرات التي تستقبل الحزم الطيفية التي تستقبلها العين البشرية أكثر استخداما للرصد في الفضاء. وتفسير الصور التي تلتقط في أطوال موجيه مرئية(450 نانوميتر إلي 710 نانوميتر) يتم من خلال ماهو متعارف عليه من خبره مشاهداتنا اليومية. فالمساحات المزروعه بالنباتات لها انعكاس ضعيف في الضوء المرئي حيث يمتص الكلوروفيل الإشعاع الشمسي في الحزم الموجية الأزرق والأحمر. وأقصي انعكاس يمكن الحصول عليه في منطقة الأصفر-

الأخضر عند حوالي 550 نانوميتر. وبصفة عامة إن انعكاس المعادن يكون أكثر من انعكاس المساحات الخضراء (المزروعة)، ويزداد الإنعكاس في الأطوال

الشكل
(7-2)
زوايا الرؤية لمقياس التشتت.

الموجية الأطول. والإختلاف في المركبات المعدنية وأحجام الجسيمات وتركيز الماء ينتج تغيرات في مستويات تفصيلية أكثر.

فعندما نتعامل مع الماء السائل سيحدث منظر انعكاس خلابا. فالإنعكاس يكون قويا فقط في الأطوال الموجية القصيرة من الضوء المرئى، مما يفسر اللون الأزرق للماء الصافي من مسافة بعيدة. وعامة فإن الإنعكاس للماء يعتمد أساسا علي المواد العالقة المنتشرة أو المذابه في الماء، علي الرغم من ان طبيعة القاع تكون عامل في ذلك. والمواد العضوية المذابة تنتج أساسا من تحلل النباتات والتي تحمل عن طريق القنوات المائية التي تجمع مياه الصرف والتي تتميز بدرجة عالية من الإمتصاص في اللون الأزرق.

والموقف يتغير عندما نتعامل مع الماء الصلب Solid water. فالثلج عالي العاكسية في الضوء المرئي مع قليل من الإنحراف قرب منطقة الأشعة تحت الحمراء.

لو تحركنا خارج الطيف المرئى، قرب منطقة الأشعة تحت الحمراء NIR من 0.7 ميكروميتر إلي 1.1 ميكروميتر- تستخدم بإنتظام في التصوير الجوي – وهذا مفيد

جدا لتشتت الغلاف الجوي الضعيف الذي يحدث في هذا المدي من الطيف ومستويات التباين الحاد للإنعكاس. فالكلوروفيل علي سبيل المثال عاكس قوي في منطقة قرب الأشعة الحمراء بينما الماء يمتصها بقوة. وفي كثير من الأقمار الصناعية تكون استجابه المستشعرات محدودة في المنطقة المرئية، والمنطقة قرب الأشعة تحت الحمراء. وهما منطقتان من الطيف لهما تاريخ طويل في الإستخدام في أقمار الإستطلاع الحربية. وفوق منطقة الأشعة قرب تحت الحمراء توجد منطقة موجات تحت الحمراء القصيرة SWIR بين 1.4 ميكروميتر إلي 2.5 ميكروميتر وفي هذه المنطقة الطيفية يتم امتصاص الأشعة بواسطة الماء عند الأطوال الموجية قرب 1.45 ميكروميتر، 1.95 ميكروميتر، 2.5 ميكروميتر، بينما المناطق الخضراء تظهر أقصي انعكاس عند 1.65 ميكروميتر، 2.2 ميكروميتر.

الأشعة تحت الحمراء الحرارية The Thermal Infrared (TIR) منطقة أخري من الطيف أكثر استخداما، خاصة بواسطة أقمار الطقس Weather Satellite. والبيانات التي تحصل عليها هي درجة حرارة سطح المحيطات واليابسة والسحب. وتوجد أجزاء أخري من الطيف مثل موجات الميكروويف تستخدم الآن بكثرة. أستعملت الأقمار الصناعية الصور الرادارية في الأغراض المدنية منذ عام 1978 في مهمة القمر سي سات-1**(Seasat-1)**. واستخدمت المستشعرات الرادارية في مكوك الفضاء في ثلاث تجارب.

تستخدم عدة مناطق طيفية مختلفة من أطول الموجات إلي أقصرها: (L, S, C, X). أطولها يمتاز بقدرته علي إختراق الأرض والغطاء النباتي بينما أقصرها تخبرنا عن تفاصيل أكثر عن طبيعة أسطح المعادن. والمساحات المرصودة إذا احتوت علي ماء فإنها تؤثر بقوة علي قوة إختراق موجات الرادار. وإشعاعات الميكروويف تخترق الأرض الجافة لأعماق بعيدة أكثر من الأرض المشبعة بالماء. لهذا يمكن استخدام هذه التقنية لمعرفة الأجسام المغطاه بالرمال الجافة في المناطق الصحراوية. ومن المتوقع تزايد استخدام الرادار في المركبات الفضائية زيادة سريعة، وسوف ترسل حزم الرادار بدرجات سقوط مختلفة علي سطح الأرض وفي عدة حزم موجية مثل برنامج أيوس (EOS) الفضائي الذي عمل في الحزم L, C , X . ويمتاز الرادار بأنه يرسل موجات إلي موقع علي سطح الأرض بأي زاوية ومهما كانت صعوبة سطح الأرض أو المساحة الشاسعة من القارات فإننا سنعرف منه الكثير عن طبيعة الأسطح الثانوية كما يكشف لنا علي تخطيط قيعان البحار والمحيطات. والصور الرادارية لها أهمية بالغة أيضا في الأغراض العسكرية.