جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل – كلية العلوم

قسم الفيزياء

مشروع بحث تخرج

التحسس النائي والاقمار الصناعية

للطالبة

طيبة هادي خليل ابراهيم

بكلوريوس علوم فيزياء

العام الدراسي ٢٠٢٣-٢٠٢٤

بأشراف

أ. د. اميره ابو السود حمادي السعدوني

١٤٤٥هجري

٢٠٢٤ ميلادي

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Babylon

Collage of Science

Department of Physics

Project of Research

Remote sensing and satellites

التحسس النائي والاقمار الصناعية

By Student

Taiba Hadi Khalil Ibrahim

B.Sc. Physics

Scholar year 2023-204

Supervised by

Prof. Dr. Ameerah Aboalsawd Hammadi Al-Sadooni

1445 Hijri

2024 Gregorian

بسم الله الرحمن الرحيم

{ هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ }

صدق الله العلي العظيم

(سورة يونس - الآية (٥))

إقرار السيد المشرف

اقرار المشرف

أشهد بان موضوع البحث الموسوم (التحسس النائي والاقمار الصناعية) والمنجز من قبل الطالبة طيبة هادي خليل ابراهيم قد اجريت تحت اشرافنا في قسم الفيزياء كلية العلوم جامعة بابل كمتطلب جزئي لنيل شهادة البكلوريوس في علوم الفيزياء وذلك للفترة من ٢٠٢٣/١٠/١ ولغاية ٢٠٢٤/٤/١

التوقيع:

الاسم الثلاثي للسيد المشرف د . اميره ابو السود حمادي السعدوني

اللقب العلمي : استاذ

التاريخ:

إهداء

إلى من كلله الله بالهيبه والوقار .. الى من علمني العطاء بدون انتظار .. الى من احمل إسمه بكل افتخار .. **(والدي العزيز ❤)**

وإلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان

والتفاني .. إلى بسمه الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي إلى أغلى الحبايب

(امي الغاليه❤)

إلى ظلي الذي يمنعني من السقوط وسندي

(اخي ❤)

إلى رفاق الخطوة الأولى والخطوة الأخيرة إلى من كانوا في سنوات العجاف سحبا ممطرة انا ممتن جدا لكم

واخيرا إلى من علمني ولهم الفضل الأكبر بعد الله (اساتذتي الأفاضل)

الباحثة

الشكر والعرفان

الشكر والثناء لله عز وجل أولاً على نعمة الصبر والقدرة على إنجاز العمل ،

فلله الحمد على هذه النعم

واتقدم بالشكر والتقدير لمشرفتي الأستاذ

الدكتورة أميره أبو السود حمادي السعدوني

لمساعدتي على انجاز هذا البحث ، ولكل ما قدمها من دعم وتوجيه وإرشاد لإتمام هذا العمل

على ما هو عليه فلها أسمى عبارات الثناء والتقدير

كما لا يفوتني أن أتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى كل أساتذة

قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة بابل .

لهم مني كل الشكر و التقدير.

الباحثة

الخلاصة :

تناول البحث دراسة شاملة لعلم التحسس النائي لما له من اهمية في مختلف مجالات الحياة. حيث يعرف التحسس النائي بانه مجموع العمليات التي تسمح بالحصول على معلومات كمية عن جسم ما على سطح الأرض دون أن يكون هنالك اتصال فيزيائي مباشر بينه وبين جهاز التقاط المعلومات . حيث يمثل سلسلة كاملة يتناول جميع العمليات من التقاط المعطيات Data Accusation والى النتائج التحليلية Data Analysis ويجرى تجميع المعطيات بواسطة أجهزة الالتقاط (متحسسات وكواشف). تناول البحث استعراض كافة الامكانيات التي يمكن لعلم التحسس النائي ان يقدمها من ناحية تحسين الشمولية المكانية، امكانية وقف الحدث، ديمومة التسجيل ،اتساع مجال الحساسية الطيفية وتوفير الوقت والجهد. وركز البحث ايضا حول تصنيف الاستشعار عن بعد اضافة الى التوسع بمعرفة اجهزة الاستشعار عن بعد والتقاط البيانات والمنصات الحاملة لها.

تناول البحث دراسة شاملة للأقمار الصناعية لما لها من دور مهم في علم التحسس النائي ومعرفة الاجيال المختلفة لها وكذلك ما تحمله هذه الاقمار من متحسسات وما توفره من امكانيات وانواع النطاقات التي تعمل بها وبالتالي تحديد ايها اكثر ملائمة لنوع الدراسة المطلوبة. العوامل المؤثر بدورا ن الاقمار الصناعية والارتفاعات المناسبة لها والسرع المطلوبة والفترات الزمنة لدورانها واوزانها كل هذه العوامل تم دراستها للحصول على صورة واضحة وربط المفاهيم الفيزيائية بالتطبيق العملي والاستفادة منها في مجالات الحياة المختلفة.

جدول المحتويات

ت	العنوان	الصفحة
	الخلاصة	
الفصل الاول : نظرة عامة حول الاستشعار عن البعد		
١-١	المقدمة	١
١-٢	الاستشعار عن البعد	٢
١-٣	مراحل التحسس النائي	٣
١-٣-١	المميزات الاساسية لمعطيات التحسس النائي	٤
١-٤	أنواع الاستشعار عن البعد	٦
١-٥	تقنيات الاستشعار عن البعد	٦
١-٦	آلية الاستشعار عن البعد	٧
١-٧	أجهزة الاستشعار عن البعد	٧
١-٧-١	المنصات الحاملة لأجهزة الاستشعار عن البعد	٨
١-٧-٢	أجهزة التقاط البيانات	٨
١-٨	الهدف من البحث	٩
الفصل الثاني : الاقمار الصناعية		
٢-١	المقدمة	١١
٢-٢	الأقمار الصناعية ونشأتها وتطورها	١٢
٢-٣	نظام تشغيل الأقمار الصناعية	١٣
٢-٤	أنواع الأقمار الصناعية	١٤
٢-٥	أنظمة الاقمار الصناعية	١٦
٢-٦	خصائص الاقمار الصناعية	١٨
٢-٧	اقمار ومستشعرات الارض	٢٤
٢-٨	اقمار ومستشعرات الطقس	٣٦
الفصل الثالث		
٣-١	الاستنتاجات	٣٩
٣-٢	التوصيات	٣٩
	المصادر	٤٠-٤٥

الفصل الاول

نظرة عامة حول الاستشعار عن البعد

الفصل الاول

١-١ المقدمة Introduction

التحسس النائي هو علم قديم حديث وهو من أكثر العلوم تطورا ويعتبر شاملا لمختلف العلوم التطبيقية والاختصاصات العلمية. بدأ التحسس النائي منذ أن خلق الله عز وجل الإنسان، فجعل له وسيلة الشم والسمع والبصر، فتعتبر العين هي إحدى أجهزة التقاط الصور والعقل هو جهاز المعالجة والتحليل. هذا العلم أصبح من الوسائل المهمة وخاصة مع بداية تطور آلة التصوير والأفلام ووسائل الطيران المختلفة ومع بداية عصر ارتياد الفضاء بدأ الاهتمام ينصب في استخدام الفضاء كمنصة والأقمار الاصطناعية كوسيلة لحمل ألآت التصوير وأجهزة الالتقاط لمراقبة الكرة الأرضية وجمع المعلومات عنها وتحليلها بواسطة الحاسبات الخاصة وبأجهزة المعالجة والتحليل لتكوين بيانات وصور يمكن الاستفادة منها في التطبيقات والمهمات المختلفة وبتحليل تلك القيم الرقمية على الحاسوب باستخدام برامج خاصة يمَكن من الحصول على معلومات قُيمة [1] .

إن التحسس النائي Remote sensing يعني الاستشعار عن بعد وهو ترجمة شبه حرفية للعبارة الإنكليزية Remote Sensing. استخدم لفظ التحسس النائي لأول مرة عام ١٩٦٠ ورغم تنوع وتعدد التعريفات التي صاغها الباحثون لتعريف هذا العلم إلا إنها تتفق فيما بينها على وصفه عبارة عن التقنية التي تسعى الى تجميع المعلومات على الأجسام والمظاهر الأرضية دون أن يكون هنالك اتصال فيزيائي مباشر بينه وبين جهاز التقاط المعلومات، مع تطور مفهوم التحسس النائي ظهرت ثلاث تعار يف مختلفة لهذه التقنية [٢].

اولآ- يقصد بالتحسس النائي مجموع العمليات التي تسمح بالحصول على معلومات كمية عن جسم ما على سطح الأرض دون أن يكون هنالك اتصال فيزيائي مباشر بينه وبين جهاز التقاط المعلومات .

ثانيا- التحسس النائي هو ذلك العلم والفن الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من الاجسام الارضية للحصول على الصور والمعلومات الخاصة بالموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة التي يمكن تفسيرها لاستخراج معلومات مفيدة [٣].

ثالثا- يقصد بالتحسس النائي التأثير المشترك لاستخدام وسائل التحسس النائي الحديثة وأجهزة معالجة البيانات ،نظرية الاتصالات، والتطبيق من ناحية أخرى. وذلك من اجل الحصول على مسح جوي وفضائي لسطح الأرض والتي تسمح لبعض العناصر المكونة لسطح الأرض عن طريق خواصها الطبيعية [٤].

١-٢ الاستشعار عن بعد Remote Sensing

هناك تعريفات عديدة للاستشعار عن بعد، وفيما يلي عرض لأهم أربعة من هذه التعريفات [٥]:

١) يقصد بالاستشعار عن بعد مجموع العمليات، التي تسمح بالحصول على معلومات عن شئ ما، دون أن يكون هناك اتصال مباشر بينه وبين جهاز التقاط هذه المعلومات.
٢) الاستشعار عن بعد هو ذلك العلم، الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة، أو المنبعثة من الأشياء الأرضية، أو من الجو، أو من مياه البحر والمحيطات في التعرف عليها.
٣) يمكن النظر إلى الاستشعار عن بعد على أنه: مجموعة الوسائل، من طائرات، أو أقمار صناعية، أو بالونات، وأجهزة التقاط البيانات، ومحطات الاستقبال، ومجموعة برامج معالجة البيانات المستقبلة، التي تسمح بفهم المواد والظواهر من طريق خواصها الطيفية.
٤) الاستشعار عن بعد: هو علم يمكن من الحصول على بيانات الانعكاس والسلوك الطيفي للأشياء، التي يمكن أن تتحول إلى معلومات من خلال عمليات المعالجة والاستقراء.

إذن فعبارة "الاستشعار عن بعد" تستعمل لتعني مجموعة المعطيات، التي نحصل عليها من مسافة معينة؛ ناتجة عن تفاعل طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة، أو المظهر الذي ندرسه، والمقيس بإحدى وسائل أجهزة الاستشعار عن بعد [٦].

إن هذه التعريفات - وإن كانت شمولية - فإنها على درجة كبيرة من التعقيد أحياناً، فما تتضمنه دراسة المواد والثروات الأرضية، التي ليست على بعد كبير من الأجهزة، يجعل استعمال عبارة "عن بعد" موضعاً للتساؤل أحياناً. كما يعتقد البعض أن الوسائط الأخرى المخالفة للطاقة الإشعاعية، كالصوت مثلاً، يجب أن تكون مشمولة بهذه التعريفات [٧].

الاستشعار عن بعد remote sensing هو معرفة ماهية الأجسام دون التماس الفيزيائي أو الكيميائي المباشر مع هذه الأجسام .

وهو وسيلة علمية للحصول على معلوماتٍ عن شيء أو مساحةٍ أو ظاهرةٍ ما دون التماس معها فيزيائياً.

وهو يشتمل على عملياتٍ متسلسلةٍ لقراءة المعطيات التي تجمعها عن بعد مستشعرات مختلفة وتحليلها للحصول على المعلومات المطلوبة. وتختلف المعطيات التي تُجمع عن بعد باختلاف وسائل جمعها كالتباينات في قوى الجاذبية أو في توزع الموجات الكهرمغناطيسية أو الصوتية أو الحرارية أو الضوئية .

وسيتناول البحث فيما يلي المستشعرات التي تتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية والتي توضع على الطائرات أو في المركبات الفضائية والتي تساعد على كشف المصادر الطبيعية ومراقبتها ورسم خرائطها. وتحصل هذه المستشعرات على معطيات عن الموجات الكهرمغنطيسية الصادرة عن مختلف سطوح الظواهر الأرضية أو المنعكسة عنها وتحلل هذه المعطيات للحصول على معلومات حول المصادر التي هي قيد البحث [٨].

١-٣ مراحل التحسس النائي Stage of Remote Sensing

ان التحسس النائي هو سلسلة كاملة يتناول جميع العمليات من التقاط المعطيات Data Accusation والى النتائج التحليلية Data Analysis ويجرى تجميع المعطيات بواسطة أجهزة الالتقاط (متحسسات وكواشف).

وتشكل المعلومات المسجلة والمرتبطة بالطاقة الكهرومغناطيسية التي يتلقاها المتحسس ما يسمى بالبيان أو المرئية Image . المرئية مرتبطة بانتشار الموجات الكهرومغناطيسية عبر الأوساط المخترقة وبنوعية وحالة الهدف المرسل لهذه الموجات التي يمكن أن تتوقف طاقتها أو ترددها على عدة ظواهر مثل (الانعكاس ،الطاقة المستقبلة، الامتصاص، الحيود،.....الخ) وفي شروط محددة تماما وبما يسمى بمنحني الانعكاس الطيفي للهدف Spectral Reflectance profile والذي هو توزيع الطاقة لتي بعثها الهدف تبعا لطول الموجة [٩].

إن هدف معالجة البيانات الرقمية Digital image processing هو استخراج المعلومات المتعلقة بموضوع معين منها وتقديمها على شكل قابل للاستعمال. وتأتي مرحلة التفسير على نوعين هما طريقة التفسير التصويري البصري وطريقة المعالجة الرقمية، حيث تعتمد الأولى على قدرة المحلل وقوة استنباطه بينما تشمل الطريقة الثانية استعمال الحاسبات للحصول على نتائج أكثر دقة.

وتأتي مرحلة دمج المعطيات للبيانات الفضائية بنضم المعلومات الجغرافية والتي هي عبارة عن تقنية قائمة على استخدام تكنولوجيا الحاسوب كأداة تطبيقية تمكن المستخدم من إدخال تخزين، معالجة البيانات والحصول على نتائج نهائية على هيئة رسومات بيانية وخرائط بالإضافة إلى الصور والجداول والتقارير الإحصائية [١٠].

١-٣-١ المميزات الأساسية لمعطيات التحسس النائي

The Basic Characteristic of Remote Sensing Data.

يمكن ان نلخص أهم المميزات الأساسية على شكل ستة نقاط رئيسية وهي [٩]:

١- تحسين الشمولية المكانية Improved Vantage Point

تغطي المرئيات الفضائية مناطق واسعة من سطح الأرض بما يوفر إمكانية للاستكشاف والمقارنة والتعرف على المعالم الأرضية والغطاء النباتي والوحدات التكوينية الإقليمية.

٢- قابلية وقف الحدث Capability to Stop Action

تختلف معطيات التحسس النائي عن العين البشرية بأنها توقف الحدث في عالم متحرك لهذا تفيد في دراسة الظواهر الديناميكية المتحركة مثل الفيضانات، الحرائق، الزلازل، البراكين وغيرها ومقارنتها مع ذلك قبل وقوعه.

٣- ديمومة التسجيل Permanent Recording

الصور الجوية هي من الناحية العلمية سجلات دائمة لأحداث وقعت ويمكن بواسطة الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض وفق مدار ثابت الأبعاد وبشكل متزامن مع دوران الأرض حول الشمس من الحصول على مرئيات متكررة لنفس المناطق وبفترات زمنية متساوية وبهذا يمكن دراسة التغيرات التي تحدثها الطبيعة او يد الإنسان على سطح الأرض ومتابعة تطورها ثم التأثير على مجراها وتوجهها في المنحني الايجابي المطلوب [١١].

٤- اتساع مجال الحساسية الطيفية Broadened Spectral Sensitivity

يمكن لفلم التصوير الجوي أن يرى ويسجل مجالا من طول الموجة ضمن الطيف الكهرومغناطيسي أوسع بنحو مرتين من المجال الذي ترى فيه العين البشرية. وفي التصوير الفضائي سيكون مجال الاتساع أوسع بكثير.

٥- زيادة قوة التمييز المكانية ودقة الأبعاد

Increased Spatial Resolution and Geometric Fidelity

إن الانتقاء الصحيح لآلة التصوير ونوع الفلم ومتغيرات الطيران تمكن من تسجيل تفاصيل مكانية بالغة الدقة على الصور الفوتوغرافية والمرئيات الفضائية أكثر مما تراه العين المجردة إلى جانب أن البيانات للأقمار الاصطناعية هي الأدق في قوة التمييز المكانية ونقل المعلومة الرقمية وحسب نوعية المتحسس المستخدم أثناء عملية المسح [١٢].

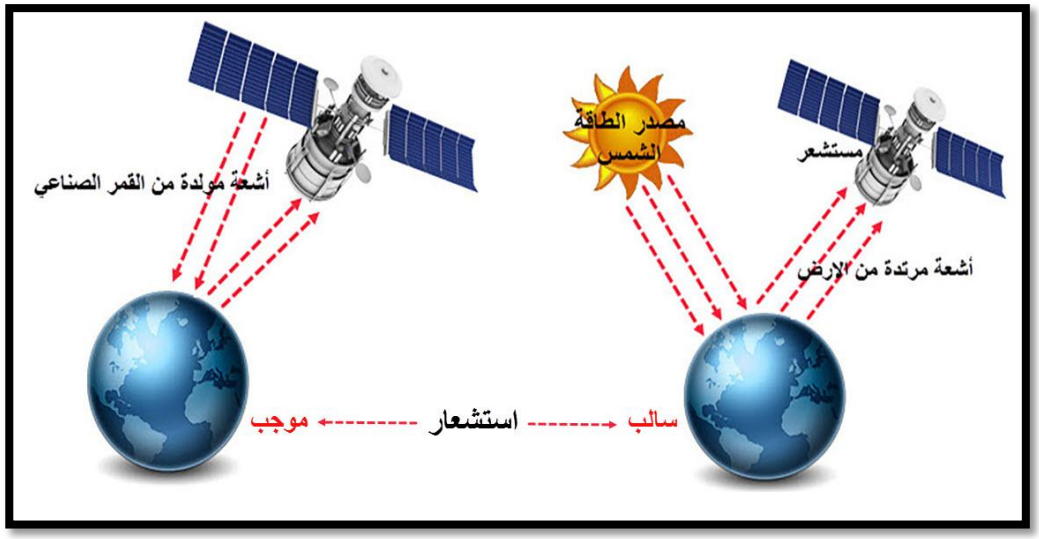
٦- توفير الوقت والجهد Reduced Time and Effort

تبقى التكاليف والجهود متواضعة نسبيا فيما إذا ما قورنت مع كثافة المعلومات المتوفرة المتعددة الأطياف إلى جانب توفير الوقت والجهد، الآن أصبحت مرئية فضائية واحدة يمكن أن تغطي مساحة أرضية مقدارها ٣٤.٠٠٠ كم^{٢}.

١-٤ أنواع الاستشعار عن بعد Types of Remote Sensing

يمكن تصنيف الاستشعار عن بعد طبقاً لنوع البيانات المستقبلة إلى [١٣].

- **الاستشعار عن بعد الإيجابي 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 Ground Reception Stations.
- **الاستشعار عن بعد السلبي Passive Remote Sensing:** وتكون البيانات المستقبلة فيه هي الانبعاث الطيفي من الأجسام.



الشكل (١-١) نظام المستشعر[١٤].

١-٥ تقنيات الاستشعار عن بعد Remote Sensing Techniques

تعتمد تقنيات الاستشعار عن بعد على حمل أنواع متعددة من المستشعرات Sensors، لتسجيل الظواهر المراد دراستها وقياسها، بناء على مفهوم؛ أن كل جسم يشع ويعكس مدى من الطاقة الكهرومغناطيسية، تكون غالباً في مجموعات متميزة، تسمى "بصمات طيفية" Spectral Signature، توضح معلومات عن خاصية معينة للجسم [١٥].

وعموماً، فإنه يمكن للإشعاع أن يبث من خلال الجسم، أو يمتص بواسطة الجسم، أو يشتت بواسطة الجسم، أو قد ينعكس الإشعاع، ويعني بذلك عودة الإشعاع دون تغيير، أي يكون الجسم في هذه الحالة مثل المرآة.

ويحدد اختيار أحد هذه التفاعلات السابقة طول الموجة لكل مادة، التي تعتمد أساساً على خصائص سطحها وجزيئات بنيتها، وهذه هي قواعد القياس بواسطة الاستشعار عن بعد. وجدير بالذكر أن للغلاف الجوي للأرض بعض المميزات الخاصة به، والمؤثرة في اختيار النطاقات الضوئية في الاستشعار.

وتختلف دقة كل جهاز استشعاري عن الآخر بدرجة التفريق Resolution،التي يحققها في رصد الأهداف، ويعتمد ذلك على خواص كل مادة بالنسبة لعكس الأشعة الساقطة عليها، أو امتصاص هذه الأشعة، جزئيا أو كلياً.

١-٦ آلية الاستشعار عن بعد Remote Sensing Mechanism

تتم آلية الاستشعار عن بعد على مراحل أربع [١٦].

١. جمع المعلومات بواسطة المستشعرات، وبثها إلى محطات الاستقبال الأرضية.

٢. خضوع هذه المعلومات لمعالجة أولية وتصحيحات، ثم معالجة نهائية.

٣. تفسير هذه المعطيات بعد تحويلها إلى صور.

٤. استخدام الصور في رسم البيانات الدقيقة والخرائط، التي تخدم المجالات المختلفة.

١-٧ أجهزة الاستشعار عن بعد Remote Sensing Instruments

أجهزة الاستشعار عن بعد أجهزة ميكانيكية أو إلكترونية، فيمكن أن تكون آلة التصوير العادية أكثر الأشكال المألوفة لأجهزة الاستشعار عن بعد، إذ إنها مثل العين تماماً، تستخدم الضوء المنعكس من الجسم، والمار خلال عدسات مختلفة، إلى سطح حساس للضوء لتشكيل الصورة، وكما تستعمل آلة التصوير لتسجيل الأحداث، التي نرغب في تذكرها، فإنه يمكننا استخدام آلة التصوير هذه للحصول على معلومات مناسبة، لموضوع معين، نهتم بدراسته [١٧].

وبالرغم من أن بعض أجهزة الاستشعار عن بعد قادرة على إعطاء معلومات / بيانات مستمرة في وقت تشغيلها نفسه، فإن أكثر أجهزة الاستشعار عن بعد تقوم بخزن المعطيات، بشكل أو بآخر. وكذلك فإن كمية المعطيات القابلة للاستخدام في الصورة الثابتة أكبر منها في اللقطات المتغيرة باستمرار، والمرئية على جهاز عرض ما.

فأجهزة الاستشعار عن بعد إذن هي الأجهزة، التي تجمع المعطيات، بشكل قابل للتخزين عادة من أجسام أو مشاهد معينة من مسافة ما منها، وبعض هذه الأجهزة، كآلات التصوير، تستعمل طاقة الضوء المرئي بينما يستعمل بعضها الآخر أنماطا أخرى من الطاقة، فهناك أجهزة استشعار عن بعد أقل شيوعاً من آلات التصوير، كأجهزة الرادار وأجهزة التصوير بالأشعة السينية X- Rays [١٨].

فبأستعمال الأشعة السينية مثلاً، يمكن أن تكون المسافة أكبر بقليل من سماكة طبقة من الجلد أو النسيج، أما الاختلاف الأكثر أهمية فهو طبيعة الأشعة المستعملة في كل نظام. فبالنسبة للرادار وللأشعة السينية يكون اختلاف طول موجة الإشعاعات المستخدمة هو السبب الذي يعطي كلاً من النظامين ميزاته لمهمات علمية معينة.

١-٧-١ المنصات الحاملة لأجهزة الاستشعار عن بعد Platforms Carrying Remote Sensors

الغرض الأساسي من المنصات، التي تحمل أجهزة الاستشعار عن بعد، هو وضع هذه الأجهزة على ارتفاع معين من سطح الأرض. وتستخدم البالونات والطائرات في الاستشعار الجوي للحصول على صور جوية ذات مقاييس كبيرة ومتوسطة، من ١:٢٠٠٠ حتى ١:٨٠٠٠، طبقاً لارتفاع البالون أو الطائرة، الذي يراوح بين ٣٠٠٠ و٧٠٠٠ متر، والبالونات قد تكون موجهة، أو غير موجهة، حيث يتوقف مسارها على الرياح [١٩][٢٠].

والنوع الثالث من المنصات هو المركبات الفضائية، وهذا النوع من المنصات باهظ التكاليف، ويتطلب تكنولوجيا رفيعة المستوى. وهذه المركبات نوعان: متحركة في مسارات Orbits حول الكرة الأرضية، وثابتة Geostationary، وهي التي تتميز بتواجدها الدائم، في موضع ثابت بالنسبة للأرض، وبذا توفر ملاحظة دائمة ومستمرة لجزء ما من الكرة الأرضية.

١-٧-٢ أجهزة التقاط البيانات Data Capture Devices

أجهزة التقاط البيانات هي التي تستقبل الأشعة المنبعثة والمنعكسة، على أطوال موجية معينة، ثم تحولها إلى أشعة، ترسل إلى محطات استقبال أرضية. وتنقسم أجهزة التقاط بيانات الاستشعار عن بعد إلى الأنواع الرئيسية الآتية [٢١]:

- أجهزة التصوير.

- الرادار، وهو جهاز التقاط الاستشعار الموجب، حيث يتولى بث الأشعة، والتقاطها، وإرسالها إلى محطات الاستقبال الأرضية.
- وعادة ما تزود الأقمار بتلسكوبات ضخمة، تزيد من دقة التقاط الأشعة. والأقمار الفرنسية "سبوت" SPOT مزودة باثنين من هذه التلسكوبات، التي يزن كل منها ٢٥٠ كغم، ويبلغ طوله مترين ونصف المتر، وبعد التقاط الصور بواسطة النظام البصري، يسقط الضوء على أجهزة الإحساس الضوئية، التي يتكون كل منها من ١٠٠٠ خلية، تحول الإشارات الضوئية إلى إشارات كهربائية.

١-٨ الهدف من البحث

يهدف البحث الى تلخيص اهم المفاهيم والطرق والاجهزة التي يعتمد عليها التحسس النائي لما له من اهمية في مجالات مختلفة من المياه سواء كانت زراعية ، مناخية ، عسكرية ، جيولوجية او اتصالات

- ❖ الاستشعار عن البعد وكذلك مراحل التحسس النائي وأنواع الاستشعار عن البعد.
- ❖ المميزات الأساسية لمعطيات التحسس النائي .
- ❖ تقنيات وآلية الاستشعار عن البعد وكذلك الأجهزة التي تعمل عليها الاستشعار.
- ❖ الأقمار الصناعية ونشأتها وتطورها وأنواعها.
- ❖ القمر الصناعي النايل سات واهم الخدمات التي يقدمها النايل سات وكذلك مميزاتها وعيوبها.
- ❖ القمر الصناعي لاندسات وانواعه مثل (لاندسات ٥ ، ٧ ،٨ ، ٩).

الفصل الثاني

الاقمار الصناعية

الفصل الثاني

٢-١ المقدمة Introduction

تمثل الأقمار الصناعية ربما أهم طرق التجسس في الوقت الحالي، ويمثل التواجد الأمريكي في الفضاء الخارجي حوالي ٩٠% من المواصلات الفضائية. هناك أنواع عديدة من الأقمار الصناعية؛ فهناك مثلا الأقمار الخاصة بالتقاط الصور والتي تمر فوق أية نقطة على الكرة الأرضية مرتين يوميا. تتراوح قدرة التبين لهذه الأقمار ما بين ١٠ سنتيمترات إلى حوالي متر واحد [٢٢].

وقد حدثت تطورات هامة في تكنولوجيا تحليل الصور الملتقطة بحيث أصبح من الممكن تكوين صورة ثلاثية الأبعاد تبعًا للمعلومات القادمة من الفضاء الخارجي والتي استخدمت عام ١٩٩٥ في تزويد الطيارين بالمعلومات اللازمة عن الأهداف المنشودة في البوسنة، كما تستخدم في اكتشاف نقاط ضعف المناطق الواقعة تحت حراسة مشددة والتابعة لكبار تجار المخدرات من أجل اقتحامها.

وباستطاعة هذه الأقمار أيضا الرؤية عبر السحب وليلا، بل وباستطاعة بعضها اكتشاف التحركات القائمة تحت سطح الأرض!!، وكلنا ما زلنا نتذكر قدرات الأقمار الصناعية الأمريكية التي اكتشفت المقابر الجماعية المحفورة حديثا، والتي استخدمتها الناتو كأحد أدلة التطهير العرقي الذي قام به الصرب ضد ألبان كوسوفا [٢٣].

هناك نوع آخر من الأقمار الصناعية تقوم بالاستطلاع الإلكتروني، وربما أبرزها هي شبكة التجسس "إيتشالون"، والقادرة على اعتراض ملايين الاتصالات التليفونية ورسائل الفاكس والبريد الإلكتروني يوميا من العالم أجمع. ومع أن الشبكة تسيطر عليها الولايات المتحدة الأمريكية، فإن الدول الناطقة بالإنجليزية بريطانيا وكندا وأستراليا ونيوزيلندا تشترك معها فيها.

وقد صممت شبكة "إيتشالون" في أول الأمر منذ حوالي عشرين سنة من أجل مراقبة الاتصالات العسكرية والدبلوماسية للاتحاد السوفييتي وحلفائه من دول الكتلة الشرقية. ولكن تحولت مهمتها الرسمية بعد انتهاء الحرب الباردة للكشف عن خطط الإرهابيين وتجار المخدرات والاستخبارات السياسية والدبلوماسية. وقد قام الاتحاد الأوروبي العام الماضي باتهام الحكومة الأمريكية باستخدام الشبكة من أجل التجسس الصناعي.

وقامت الدول المشاركة في الشبكة بإنشاء محطات أرضية للاعتراض الإلكتروني، وبإنشاء أقمار صناعية لالتقاط جميع الاتصالات للأقمار الصناعية والموجات الصغرى والاتصالات الخلوية واتصالات الألياف الضوئية. تقوم الشبكة بتفنيد الإشارات المعترضة في كمبيوترات ضخمة تسمى بالقواميس، والمبرمجة على البحث في كل اتصال عن كلمات أو عبارات أو عناوين أو حتى أصوات معينة ومستهدفة. كل دولة من الدول المشاركة في الشبكة مسئولة عن مراقبة جزء معين من الكرة الأرضية [٢٤].

هناك بالإضافة إلى هذين النوعين من الأقمار الصناعية أقمار الإنذار المبكر والتي تكتشف إطلاق الصواريخ من أراضي العدو، وأقمار اكتشاف الانفجارات النووية من أجل متابعة التجارب النووية للدول المختلفة.

٢-٢ الأقمار الصناعية ونشأتها وتطورها

Satellites, Their Origin and Development :

إذا كان اكتشاف الطاقة البخارية إيذانا بالثورة الصناعية ، فإن اكتشاف الأقمار الصناعية والحاسبات الإلكترونية هو القوة الدافعة للإنتقال لمرحلة ما بعد الثورة الصناعية التي تتم بظهور المجتمعات المتطورة المبنية علي أساس التكنولوجيا والتطور .

ولقد عرف الخبراء القمر الصناعي satellite بأنه: [٢٥] "جسم دوار ينطلق من قاعدة علي الأرض في مدار معين حول الأرض ويستمر في الدوران بحكم الجاذبية الأرضية وفقا لقوانين الفضاء وبنفس السرعة التي انطلق بها ما لم يتدخل عامل خارجي – وغالبا ما يكون مزودا بمحطة إستقبال وارسال وعدد من الأجهزة الأخري كأجهزة التسجيل".

الشكل (٢-١) يوضح القمر الصناعي خارج الغلاف الجوي [٢٦].

وتعود فكرة إطلاق الأقمار الصناعية في الفضاء إلي شهر أكتوبر عام ١٩٤٥م حينما نشر المهندس البريطاني آرثر كلارك Arthurc Clarrse مقالا في مجلة "عالم اللاسلكي إقترح فيه إطلاق قمر صناعي يدور حول الأرض ولكن فكرته لم تلق قبولا واسعا في الأوساط العلمية في ذلك الوقت [٢٧] .

وبعد مرور اثني عشر عاما من طرح الفكرة سرعان ما تحول الحلم إلي حقيقة حينما قام الإتحاد السوفيتي بإطلاق أول قمر صناعي يدور في الفضاء يعرف بإسم Sputnir" وذلك في ٤ أكتوبر عام ١٩٥٧م .

وفي العام التالي أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية أول أقمارها الصناعية (Explorer I) ثم إطلقت بعد ذلك عدة أقمار صناعية أخري ففي عام ١٩٦٠ أطلق الأمريكيون قمر صناعي يستخدم لنقل إشارات الصوت والصورة الثابتة من نقطة علي الأرض إلي أخرى .

ثم تحقق حلم نقل برامج التلفزيون بين القارات في عام ١٩٦٢م عندما قامت الإدارة الوطنية للطيران والفضاء الأمريكي NASA بإطلاق القمر الصناعي تلستار" "Telstar وكان الإطلاق هذا القمر دور هام في مجال الإتصال والإعلام الدولي .

وفي العام التالي ١٩٦٣م تم بث أول حدث إخباري في تاريخ استخدام الأقمار الصناعية في مجال الإعلام الدولي غذ نقلت الأقمار جنازة الرئيس الأمريكي جون كندي في نوفمبر ١٩٦٣م إلي جميع أنحاء العالم .

وكذلك تم إنشاء المنظمة الدولية للإتصالات الفضائية INTELSAT وأطلق هذه المنظمة لقمر الصناعي EARLY في ٦ أبريل من عام ١٩٦٥م كأول قمر مداري تطلقه منظمة (أنتلسات) ثم تبعه سلسلة من الأقمار الصناعية التي تدور حول الكرة الأرضية بشكل متزامن [٢٨] .

وشهدت سنوات الستينات والسبعينات من القرن العشرين منافسة وسباقا بين كل الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي في مجال اطلاق الاقمار الصناعيه وفي اول الثمانيات كان هناك حوالي ٢٢٠ قمرا صناعيا يدور في الفضاء لشتي الأغراض الغير عسكرية.

وقبل أن تغرب شمس القرن العشرين كان قد بلغ عدد الأقمار الصناعية التي تدور في الفضاء قد تعدي الثلاثة آلاف قمرا وهذا دليل واضح علي مدي تطور الأقمار الصناعية.

٢-٣ نظام تشغيل الأقمار الصناعية Satellite Operating System

"الأقمار الصناعية عبارة عن استخدام خاص للإتصال عن طريق وصلات الميكروويف، حيث يتم وضع محطة تقوية ميكروويف تسمي المحول TRANSPONDER ويوضع هذا المحول داخل القمر الصناعي قبل إطلاق المركبة الفضائية من خلال صاروخ يتجه إلي الفضاء لكي يدور حول الكرة الأرضية بسرعة متزامنة مع سرعة دوران الأرض، ويستقر القمر الصناعي في مدار خاص علي إرتفاع معين من سطح الكرة الأرضية ويتم توجيه الإشارات من المحطة الأرضية الي القمر الصناعي باستخدام ترددات معينة، ويقوم جهاز التحويل الموجود بالقمر الصناعي بإستلام الوصلة الصاعدة UPLINR من المحطة الأرضية Earthstation ثم يقوم بتقوية هذه الإشارة حوالي عشرة ملايين مرة قبل أن ترتد إلي أسفل بإتجاه الأرض وحيث يدور القمر الصناعي حول الكرة الأرضية تؤثر عليه قوي عديدة منها [٢٩]:

أ- قوة الدفع MOMENTUM: وهي تجعل القمر الصناعي يتجه إلي أعلي بعد أن ينطلق من علي سطح الأرض أي أن قوة الدفع تزيد من الإرتفاع العمودي للقمر الصناعي .

ب- قوة الجاذبية Gravity: وهي تعمل علي جذب القمر الصناعي ناحية الأرض .

ويلاحظ أنه إذا كانت قوة الدفع معاوله لقوة الجذب يظل القمر الصناعي محافظا علي مداره في التحليق حول الكرة الأرضية .

ويحتاج القمر الصناعي الذي يدور حول الكرة الأرضية مره كل ٢٤ ساعه ان يكون ارتفاع حولي ٢٢.٥٠٠ كيلو متر من سطح الأرض .وهذا الارتفاع يحقق تزامن سرعة دوران القمر الصناعي مع سرعة دوران الكره الأرضية أي تعادل قوه الجذب مع قوة الدفع .

كما يراعى عند تصنيع أجهزة إرسال الأقمار الصناعية أن تعمل علي ترددات مختلفة .

ومن اكثر نطاقات الترددات المستخدمة في الاتصال عن طريق الأقمار الصناعية استخدام التردد " ٤ جيجا هرتز" في الاتصال الصاعد وحوالي " ٦ جيجا هرتز " الوصلة الهابطة وهناك ترددات أخري يتم استخدامها للأغراض العسكرية والاتصالات ذات الهداف الخاصة [٣٠].

٢-٤ أنواع الأقمار الصناعية Types of Satellites

تتعد أنواع الأقمار الصناعية بتعدد أهدافها والغاية من إطلاقها وهي كالتالي [٣١]:

- ❖ هناك أقمار تهدف إلي رصد أحوال الطقس والظروف المناخية .
- ❖ هناك أقمار تهدف للكشف عن الثروات الطبيعية في باطن الأرض .
- ❖ هناك أقمار التجسس وتصوير المواقع العسكرية وتحركات القوات.
- ❖ هناك أقمار الإتصالات التي أحدثت طفرة في عالم الإتصالات وخاصة بين الأقطار المتباعدة عن طريق الهاتف أو التلكس أو الفاكس او الطباعة المنقولة من بعيد أو عن طريق الراديو والتليفزيون والإنترنت.

ولقد قام خبراء الفضاء بتقسيم الأقمار الصناعية من حيث الإستخدام إلي أربعة أنواع هي [٣٢]:

١- أقمار للقياسات العلمية: وهي أقمار تقوم بجمع المعلومات العلمية وإجراء القياسات اللازمة لإستكشاف طبيعة الفضاء تمهيدا للإقتراب من القمر أو الهبوط عليه وبلوغ كواكب المجموعة الشمسية وهذا يتطلب معرفة الكثير عن الغلاف الجوي وأعماق الفضاء وقياس تحركات الأجرام الكونية وتحليل الإشعاعات الصادرة منها.

٢- أقمار قياسية: وهي ذات تصميمات خاصة تدور في مدارات خاصة في الفضاء تسجل المعلومات اللازمة وتختلف من حيث الغرض عن أقمار القياسات العلمية.

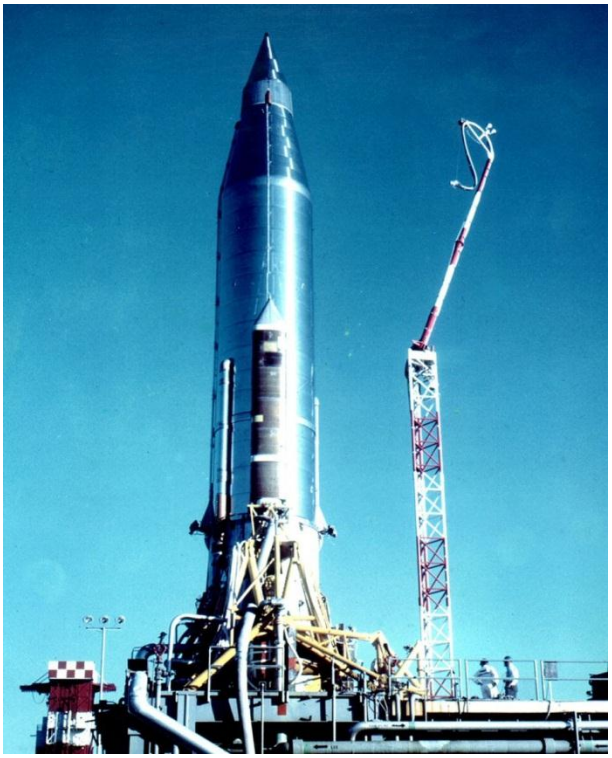
٣- أقمار تطبيقية: وهي تستخدم في تطوير الحياة علي الأرض، وتحسين الاستخدامات التكنولوجية لتحقيق رفاهية البشر ومنها الأقمار المستخدمة في تحسين الإتصالات اللاسلكية والأقمار الخاصة بالتنبؤات الجوية والمسح الفضائي والتصوير من الطبقات العليا وبذلك فتحت الأقمار التطبيقية أبواب العلم علي دنيا مبهرة حققت ما كان يصعب تصويره قبل ذلك بسنوات.

٤- أقمار الأغراض العسكرية: إنتشر إطلاق هذه الأقمار بعد إعتماد جيوش كل من الولايات المتحدة السوفيتي السابق في تسليحها أساسا علي الصواريخ. وتتعدد استخدامات الأقمار للأغراض العسكرية من الإستطلاع إلي الإنذار المبكر إلي التنصت الإلكتروني إلي التجسس لجمع المعلومات بالتصوير الدقيق إلي إكتشاف الموارد الطبيعية المخبوءة من معادن وآثار.

وهناك من الخبراء من لم يكتفي بهذا التقسيم بل قسم الأقمار إلي عدة أنواع أخري كالتالي :

أ- الأقمار السلبية أو السالبة Negatine Satellites: وهي عبارة عن بالون كبير له سطح معدني يستطيع أن يعكس الإشارات المرسلة إليه من الأرض فيتم إستقبالها في مكان آخر

ومن أنواع هذه الأقمار القمر الصناعي Score الذي أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية في ١٩ ديسمبر ١٩٥٨م.

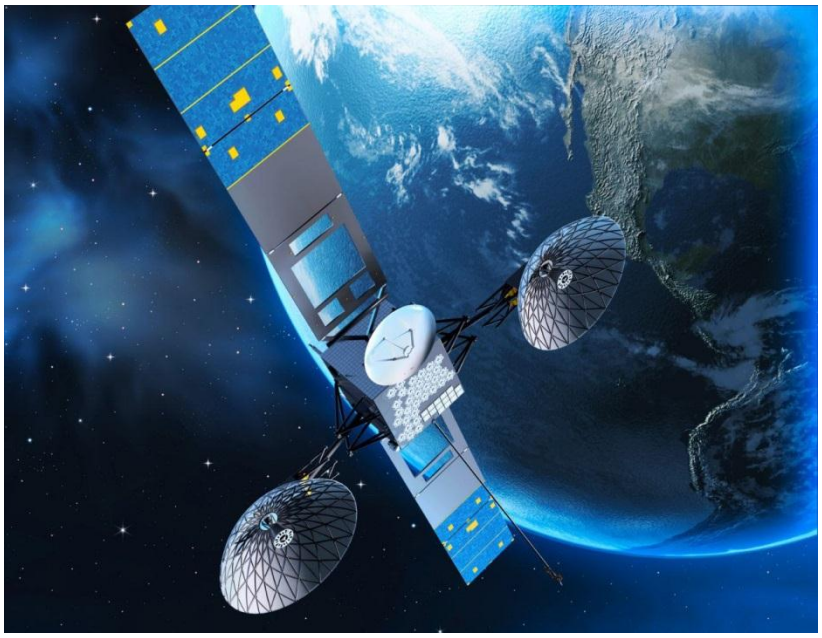


الشكل (٢-٢) يوضح القمر الصناعي Score.

أيضا القمر الأمريكي Echo-1 الذي أطلق في ١٢ أغسطس ١٩٦٠ وإستمر يعمل حتى عام ١٩٨٠ والقمر الصناعي ECHO 11 .

ب- الأقمار النشطة الإيجابية Active Satellite: وهي التي تحتوي علي أجهزة استقبال وارسال وأجهزة للتسجيل وغيرها مما يحتاجه العمل الإذاعي، لذلك فهي تحتاج إلي طاقة لتشغيلها وتستمد طاقتها من مجموعة البطاريات الشمسية علي سطحها وتتلقى الأقمار الإيجابية ثم تحولها إلي ترددات أخري ثم تبثها إلي الأرض مرة ثانية.

ومن أشهر الأقمار الإيجابية الآتي: أقمار Telestar وأقمار Relay.



الشكل (٢-٣) يوضح القمر الصناعي Relay.

وبفضل هذه الأقمار حدث تطور هائل في مجال الإتصال والإعلام الدولي [٣٣].

جـ- الأقمار الثابتة أو المتزامنة: وقد سميت بهذا الأسم لأن الناظر إليها يراها ثابتة في الفضاء لا تدور وهي تدور بنفس سرعة دوران الأرض حول نفسها.

ومن أنواعها أقمار Syncom التي أطلق أولها في عام ١٩٦٣م وثانيها في العام نفسه ثم أطلق الثالث في عام ١٩٦٤م فوق جزر جيلبرت بالمحيط الهادي الموضح بالشكل (٢-٤).

الشكل (٢-٤) يوضح القمر الصناعي Syncom.

٢-٥ أنظمة الاقمار الصناعية Satellite Systems

١ - نظام الحمولة الفضائية: وهو النظام المسئول عن تنفيذ الجزء الخاص بطبيعة المهمة الفضائية، فقد يكون هذا النظام عبارة عن آلة تصوير لالتقاط صور للأرض أو يكون عبارة عن نظام للاتصالات يقوم باستقبال الاتصالات من الأرض وإعادة إرسالها إلى؛ حيث يراد إرسالها [٣٤] .

٢ - نظام للطاقة: وهو النظام المسئول عن إمداد القمر الصناعي بالطاقة والتحكم في توزيع هذه الطاقة على الأنظمة المختلفة، يعتمد القمر الصناعي في مداره على الطاقة الشمسية؛ حيث يستخدم خلايا شمسية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية يستخدم بعضها مباشرة ويخزن بعضها في بطاريات لاستخدامها في أوقات لا تتوافر فيها الطاقة الشمسية؛ حيث يقع القمر الصناعي في ظل الأرض ولا يرى الشمس.

٣ - نظام للتحكم في وجهة القمر الصناعي: حيث يتعرض القمر الصناعي لمؤثرات خارجية تؤدي إلى تغيير وجهة القمر الصناعي، وبالطبع فإن الحفاظ على وجهة القمر - بحيث يظل دائمًا مطلاً بوجهه تجاه

الأرض ـ ضروري لإتمام عملية الاتصال ونقل المعلومات للأرض بشكل صحيح، ونظام التحكم في وجهة القمر هو المسئول عن هذا الدور.

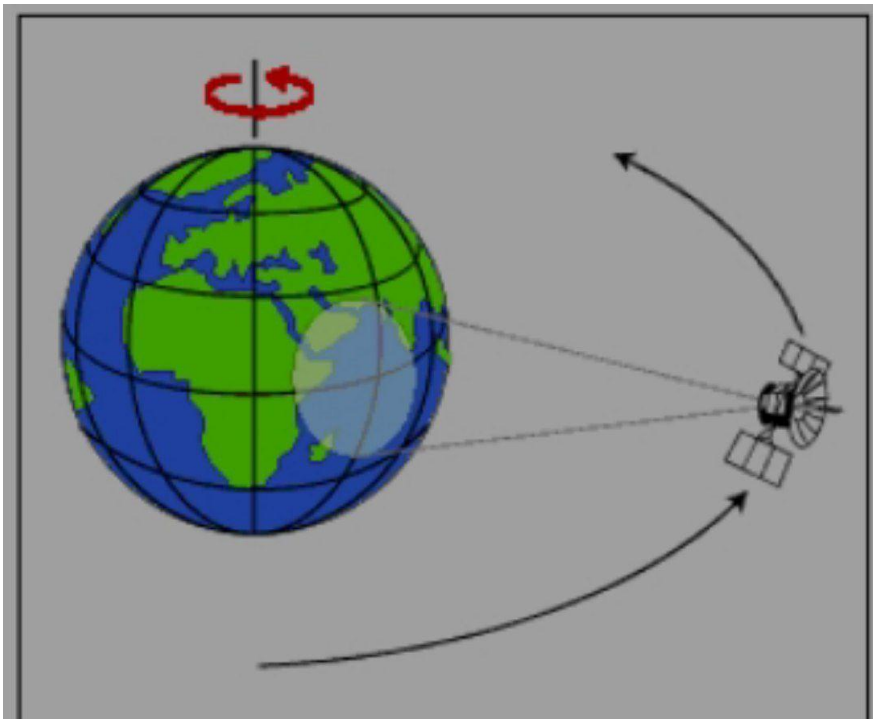
٤ ـ نظام للاتصالات: مسئول عن إتمام عملية الاتصال بالمحطة الأرضية اللازمة لعمل القمر الصناعي: حيث يتم إرسال أوامر من المحطة الأرضية للقمر الصناعي، يتم استقبالها عن طريق نظام الاتصالات، وكذلك يرسل القمر الصناعي معلومات للأرض خاصة بوضع القمر الصناعي ومستوى أداء أنظمته المختلفة [٣٥].

٥ ـ نظام للدفع : وهذا النظام قد لا يوجد في بعض الأقمار الصناعية الصغيرة؛ حيث لا تكون له حاجة ضرورية، وفي الأقمار التي تحتوي نظامًا للدفع يستخدم هذا النظام لنقل القمر الصناعي من مدار إلى مدار آخر أو لتصحيح مكان القمر الصناعي في مداره.

أما عن المحطة الأرضية فهي نوعان: نوع يستخدم للاتصال بالقمر الصناعي لتبادل الأوامر والمعلومات الخاصة بعمل القمر الصناعي نفسه، والنوع الآخر يستقبل المعلومات أو الاتصالات المطلوبة لإتمام إنجاز المهمة الفضائية.

٢ ـ ٦ خصائص الاقمار الصناعية Characteristics of Satellite

لكل قمر صناعي مدار orbit يناسب الهدف من المستشعر الذي يحمله القمر الصناعي ، وتختلف المدارات طبقا للارتفاع altitude ارتفاع المدار عن سطح الأرض والتوجيه orientation و الدوران rotation بالنسبة للأرض . فالأقمار الصناعية الموضوعة . على ارتفاعات عالية جدا بحيث انها ترى نفس المنطقة من الأرض في كل الأوقات يكون لها ما يسمي بالمدارات الثابتة مع الأرض geostationary orbits . وهذه الاقمار الثابتة مع الأرض تكون على ارتفاعات تقريبا ٣٠٠٠٠ كيلومتر و تدور بنفس سرعة الأرض بحيث انها تكون كما لو كانت " ثابتة " بالنسبة لسطح الأرض . ومن : ثم فإن هذه المدارات تسمح للأقمار الصناعية . بتجميع معلومات مستمرة عن منطقة محددة من الأرض، وتعد اقمار الاتصالات و اقمار المناخ من نوعية الاقمار الصناعية التي لها مدارات ثابتة.

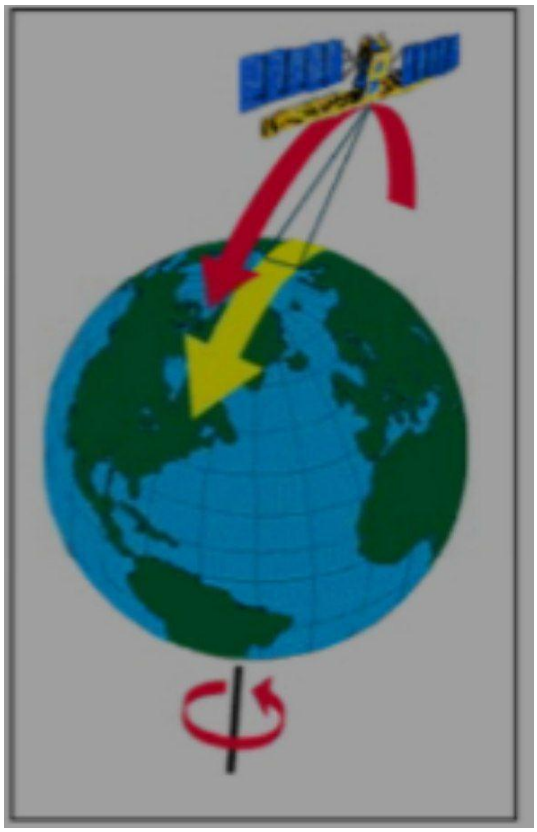


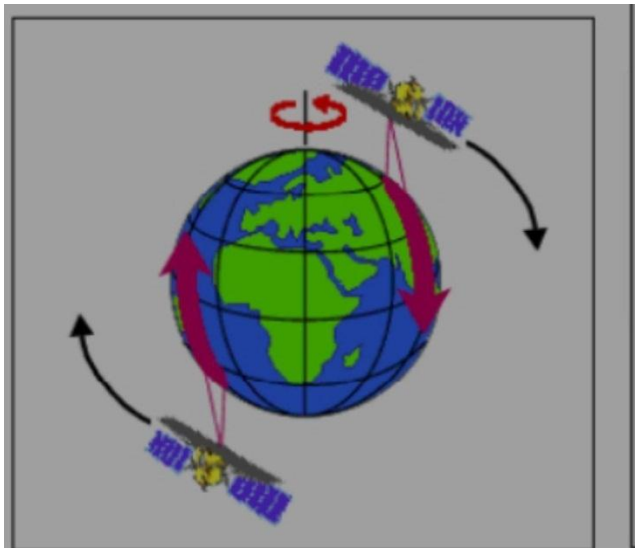
الشكل (٢-٥) يوضح المدارات الثابتة للأقمار الصناعية.

توجد عدة منصات للاستشعار عن بعد مصممة لتدور في مدار (غالبا من الشمال إلى الجنوب) بحيث أنها ومع دوران الأرض تتيح تغطية معظم سطح الأرض في فترة زمنية معينة . وهـ وهذه المدارات تسمى بالمدارات شبه القطبية ncar-polar orbits وجاء هذا المصطلح يسبب ان المدار يميل على الخط الواصل بين القطبين الشمالي والجنوبي للأرض كما أن كثير من هذه المدارات تكون ايضا متزامنة مع الشمس sun-synchronous بحيث انها تغطي كل منطقة من العالم في وقت محلي وهو constant local time ثابت ما يطلق عليه اسم الوقت الشمسي المحلي . ففي أي دائرة عرض latitude فان موقع الشمس في السماء عندما يمر القمر الصناعي فوقه سيكون واحدا في نفس الفصل المناخي. وهذا يضمن ظروف اضاءة متناسقة عند الحصول على المرئيات في فصل مناخي محدد على سنوات متتالية . وهذا الأمر هام جدا المتابعة التغيرات change detection بين مرئيات متعاقبة زمنيا وأيضا لدمج عمل (موزاييك) لعدة مرتيات معا حيث أنهم في هذه الحالة لن يحتاجوا لتصحيح ظروف أضاءة مختلفة.

ان معظم الأقمار الصناعية للاستشعار عن بعد اليوم تكون من ذات المدارات شبه القطبية ، أي أن القمر يسير باتجاه القطب الشمالي في أحد أوجه الأرض ثم يسير باتجاه القطب الجنوبي في النصف من مداره ، وهذا ما يسمى بالمسار الصاعد ascending pass و المسار الهابط descending pass . فإذا كان المدار متزامن مع الشمس أيضا فعادة ما يكون المسار الصاعد في الجانب ذو الظل من الأرض بينما

يكون المسار الهابط في الجانب المضاء المواجه للشمس من الأرض. ومن ثم فان المستشعرات التي تقوم بتحسس و تسجيل الطاقة الشمسية الانعكاسية فستسجل الطاقة في المسار الهابط فقط أما المستشعرات الموجبة التي لها مصدر اضاءة

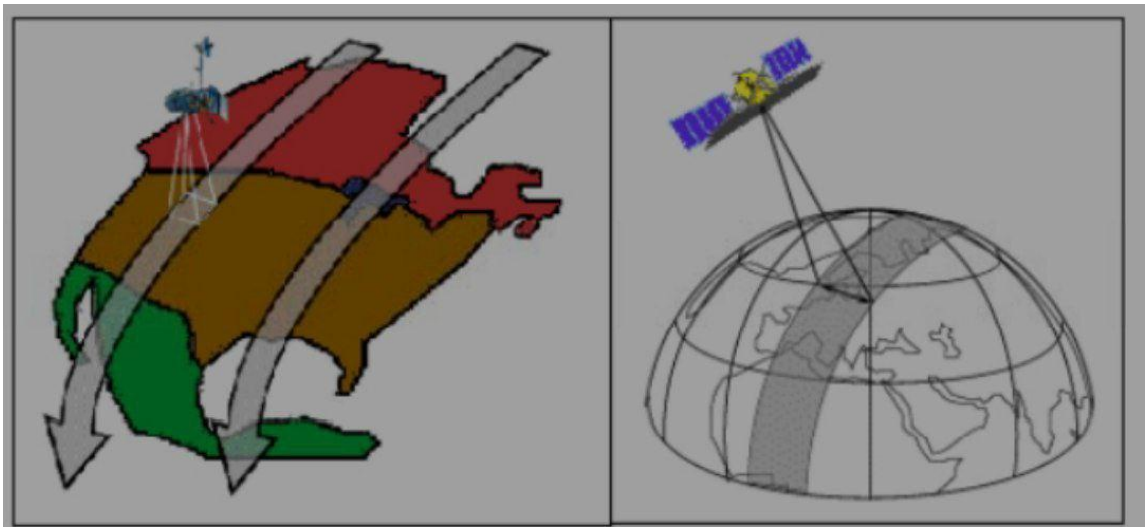




الشكل (٢-٧) يوضح المسار الصاعد والمسار الهابط للاقمار الصناعية.

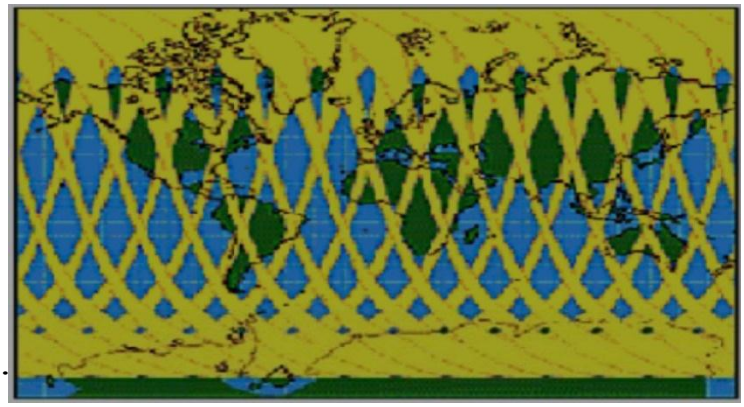
الشكل (٢-٦) يوضح المدارات شبه القطبية للاقمار الصناعية.

كلما يدور القمر الصناعي حول الأرض فأن المستشعر" يري " جزءا من سطح الأرض، وهذه المنطقة هي ما يطلق عليه اسم صف التحسس swath"، وتختلف صفوف التحسس التي يمكن استشعارها من مستشعر إلى آخر بحيث يتراوح عرضها ما بين عشرات ومئات من الكيلومترات. وبالطبع فأن حركة دوران الأرض حول نفسها من الغرب الى الشرق فأن صف التحسس سيتحرك ناحية الغرب، مما يجعل القمر الصناعي يمر فوق صف تحسس اخر عند تتابع المسارات. ومن ثم فإن مدار القمر الصناعي و حركة الأرض معا يتيحان التغطية الكاملة التحس و استشعار السطح الأرض من بعد .



الشكل (٢-٨) يوضح صفوف تحسس الاقمار الصناعية.

تكتمل دورة كاملة من المدارات : عندما يعود القمر الصناعي للمرور مرة ثانية فوق نفس النقطة على سطح الأرض تسمى نقطة النديرnadir point). وتختلف الفترة الزمنية لدورة المدارات من قمر صناعي الى اخر، ويطلق علي . أما في . حالة استخدام مستشعرات متحركة steerable sensors فأن المستشعر يستطيع رؤية بقعة أرضية خارج نقطة النديرoff-nadir قبل و بعد مسارات المدار، مما يجعل فترة اعادة الزيارة أقل زمنيا من زمن دورة المدارات . وتعد فترة اعادة الزيارة هامة للغاية في عديد من تطبيقات الاستشعار عن بعد خاصة عند الحاجة المرئيات متتالية ، ومنها على سبيل هذه الدورة اسم فترة اعادة الزيارة المثال مراقبة انتشار تسرب بقعة من الزيت أو مراقبة اثار الفيضانات. وفي حالة المدارات شبه القطبيةnear-polar orbits فأن المناطق مرتفعة دوائر العرضhigh latitude سيتم تحسسها بتكرار أكبر من المناطق الاستوائية نتيجة التداخل بين المسارات المتجاورة للقمر الصناعي حيث أن المسارات يتكون متقاربة عند القطبين.



٢ – ٧ اقمار ومستشعرات الارض Earth's satellites and sensors

٢-٧-١ اقمار لاندسات Landsat satellites

أطلقت ناسا أول قمر صناعي للاستشعار عن بعد مصمم ومخصص لدراسة ومراقبة سطح الأرض في عام ١٩٧٢ وهو القمر الصناعي لاندسات ١- Landsat (كان اسمها الأولى هو قمر تقنية وتم . ERTS-1 أو اختصارا Earth Resources Technology Satellite موارد الأرض تصميم لاندسات كقمر تجريبي لدراسة امكانية تجميع بيانات متعددة النطاقات لسطح الأرض من خلال الأقمار الصناعية. ومنذ ذلك الحين فقد تمكن هذا البرنامج الناجح في تجميع كم هائل من البيانات حول العالم باستخدام عدة أقمار صناعية. وفي عام ١٩٨٣ انتقلت مسؤولية ادارة برنامج لاندسات من ناسا الى الهيئة الأمريكية للطقس والمحيطات NOAA ، وفي عام ١٩٨٥ تحول البرنامج الى برنامج تجاري يسمح بتقديم البيانات للمستخدمين المدنيين وكل أقمار لاندسات near-polar sun-synchronous orbits موضوعة في مدارات شبه قطبية متزامنة مع الشمس وكانت الأقمار الثلاثة الأولى على ارتفاع ٩٠٠ كيلومتر بينما باقي الأقمار التالية على ارتفاع ٧٠٠ كيلومتر مما يسمح بفترة اعادة زيارة تبلغ ١٦ يوم . توجد عدة مستشعرات على متن أقمار لاندسات وتشمل نظم كاميرات تسمى BRV و نظم ماسحات متعددة الأطياف MSS والماسح الموضوعي Thematic Mapper أو TM ، وكل مستشعر يجمع بيانات على مسار يبلغ عرضه ١٨٥ كيلومتر ، أي أن عرض المرئية الواحدة يبلغ ١٨٥ x ١٨٥ كيلومتر. ويقوم الماسح متعدد الأطياف بتحسس الأهداف في أربعة نطاقات طيفية ولكل منهم درجة وضوح مكانية تقريبا .... ودرجة وضوح راديومترية ٦ بت أي ٦٤ رقم). وبدءا من عام ١٩٩٢ تم ايقاف العامل بالماسح المتعدد MSS وإحلاله بالماسح الموضوعي TM بدءا من القمر لاندسات ٤. وقد زاد عدد المتحسسات لكل نطاق فأصبح ١٦ متحسسا بدلا من ٦ متحسسات فقط في مستشعرات (MSS) وباستخدام المرأة المتأرجحة فقد أصبح هناك ١٦ خط تحسس يمكن تجميعهم بالتبادل للنطاقات غير الحرارية (٤) خطوط للنطاق الحراري) . وتحسن الوضوح الهندسي و الراديو متري للبيانات تبلغ درجة الوضوح المكانية للماسح الموضوعي ٣٠ متر (١٢٠ متر لنطاق الأشعة تحت الحمراء الحرارية ، وتبلغ درجة الوضوح الراديو مترية لكل النطاقات ٨ بت (أي ٢٥٦ رقم) وتستخدم بيانات كلا المستشعرين MSS و TM في عدد كبير من تطبيقات الاستشعار عن بعد والتي تشمل ادارة الموارد والخرائط ومراقبة البيئة و اكتشاف التغيرات.

جدول رقم (٢-١) نطاقات المستشعر MSS في اقمار لاندسات.

القناة		طول الموجة (مايكرومتر)
لاندسات١،٢،٣	لاندسات٤،٥	
MSS 4	MSS 1	٠.٥-٠.٦ (أخضر)
MSS 5	MSS 2	٠.٦-٠.٧ (أحمر)
MSS 6	MSS 3	٠.٧-٠.٨ (تحت الحمراء القريبة)
MSS 7	MSS 4	٠.٨-١.١ (تحت الحمراء القريبة)

جدول (٢-٢) نطاقات المستشعر TM في اقمار لاندسات.

القناة	طول الموجة (مايكرومتر)	الاستخدام
TM 1	٠.٤٥-٠.٥٢	التمييز بين التربة والنباتات،رسم خطوط الشواطي،تحديد الأهداف العمرانية
TM 2	٠.٥٢-٠.٦٠ أخضر	خرائط النبات الأخضر(قمة الانعكاس)،تحديد الأهداف العمرانية
TM 3	٠.٦٣-٠.٦٩ أحمر	التمييز بين النباتات وغيرالنباتات حتى وان كانت خضراء اللون،تحديد ألاهداف العمرانية
TM 4	٠.٧٦-٠.٩٠ تحت حمراء قريبة	تحديد أنواع وصحة ومحتوي النباتات،رطوبة االتربة
TM 5	١.٥٥-١.٧٥ تحت حمراء قصيرة	رطوبة التربة ورطوبة النباتات،التمييز بين المناطق المغطاة بالسحب والمغطاة بالثلوج
TM 6	١٠.٤-١٢.٥ تحت حمراء حرارية	رطوبة التربة وعمل الخرائط الحرارية
TM 7	٢.٠٨-٢.٣٥ تحت حمراء قصيرة	التمييز بين أنواع الصخور والمعادن،محتوي الرطوبة في التربة

يعد لاندسات ٨٠ أحدث أقمار سلسلة لاندسات وتم اطلاقه في ١١ فبراير ٢٠١٣ ، وهو يمسح الأرض كاملة كل ١٦ يوم ، كما تم اضافة مستشعرات جديدة في لاندسات - منهم مستشعر مصور الأرض الفعال Operational Land Imager اختصارا (OLI) . و مستشعر الاشعة تحت الحمراء الحراريةThermal Infrared Sensorاختصارا (TIRS).

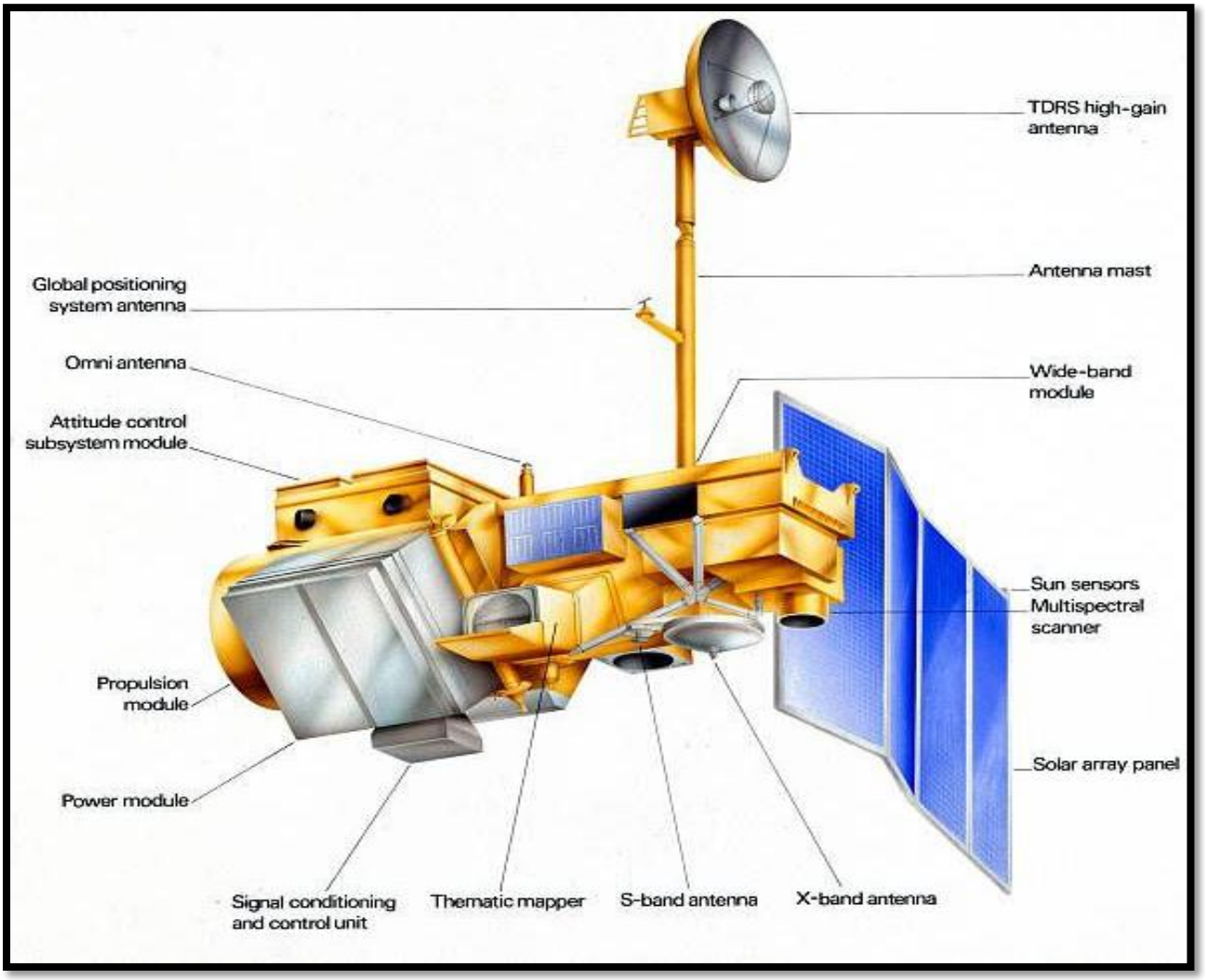
جدول (٢-٣) نطاقات المستشعرات الجديدة في قمر لاندسات - ٨

النطاق	طول الموجة (مايكرومتر)	الدقة المكانية (متر)
Band 1 ضباب الشواطئ	٠.٤٣-٠.٤٥	٣٠
Band 2 الأزرق	٠.٤٥-٠.٥١	٣٠
Band 3 الأخضر	٠.٥٣ ٠.٥٩	٣٠
Band 4 الأحمر	٠.٦٤-٠.٦٧	٣٠
Band 5 تحت الحمراء القريبة	٠.٨٥-٠.٨٨	٣٠
Band 6 تحت الحمراء القصيرة ١	١.٥٧-١.٦٥	٣٠
Band 7 تحت الحمراء القصيرة ٢	٢.١١-٢.٢٩	٣٠
Band 8 البانكروماتي	٠.٥٠-٠.٦٨	١٥
Band 9 السحاب الرقيق	١.٣٦-١.٣٨	٣٠
Band 10 تحت الحمراء الحرارية ١	١٠.٦٠-١١.١٩	١٠٠ ثم يعاد معالجتها لتصبح ٣٠
Band 11 تحت الحمراء الحرارية ٢	١١.٥٠-١٢.٥١	١٠٠ ثم يعاد معالجتها لتصبح ٣٠

١ - لاندسات ٥ Landsat 5

وقد أطلق في عام ١٩٨٤ م وظل في Landsat هو قمر صناعي سابق ينتمي إلى برنامج Landsat الخدمة حتى تم إيقاف تشغيله في عام ٢٠١٣ م كان يعد أول قمر صناعي في البرنامج يحمل الذي كان يستخدم لتحديد التغيرات في تركيبة الأرض Thematic Mapper مستشعر والتغيرات البيئية ، ولهذا السبب كان يستخدم في العديد من الدراسات البيئية و الجغرافية [٣٦].

تم تطويره من قبل وكالة ناسا ، وتم إطلاقه من قاعدة فاندنبرغ الجوية ، كاليفورنيا ، في ١ مارس ١٩٨٤ م ، مع نفس جهاز المسح متعدد الأطياف (MSS و Thematic Mapper t مثل لاندسات .٤ قدم لاندسات ٥ ما يقرب من ٢٩ عاما من بيانات تصوير الأرض قبل إيقاف تشغيله في ٥ يونيو٢٠١٣ م، مسجلاً رقما قياسيا في موسوعة غينيس " لأطول قمر صناعي عامل لرصد الأرض كان عمر تصميم القمر الاصطناعية أطول بكثير من ثلاث سنوات بيانات القمر الاصطناعية لاندسات ٥.



الشكل (٢-١٠) يوضح أجزاء لاندسات ٥ [٣٧].

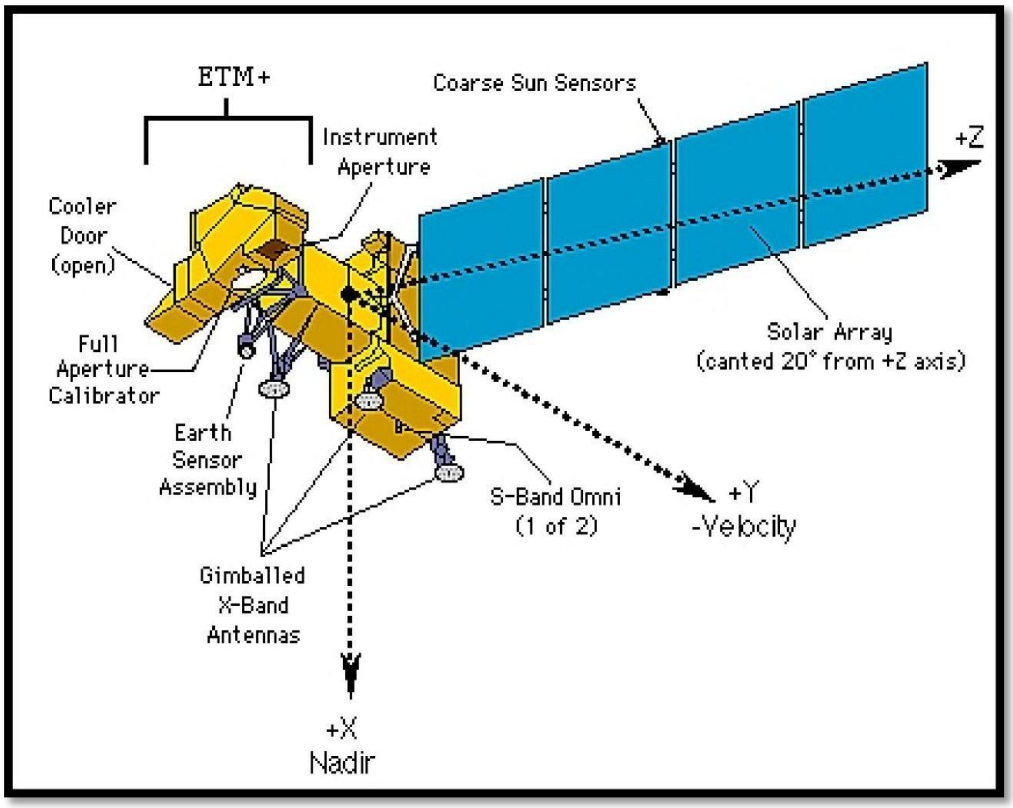
ويتكون من ٧ حزم الطيف كل حزم الطيف يعمل بطول موجي مختلف عن الآخر وهذا مخطط بياني يوضح الأطوال الموجية التي يعمل عليها كل حزم الطيف.

الجدول (٢-٤) يوضح الأطوال الموجية والدقة لكل حزم الطيف من الحزم الطيف لقمر لاندسات ٥ [٣٨].

Landsat 4-5 Thematic outline™		
Landsat 4-5	Wavelengh (um)	Resolution (m)
Band 1	٠.٤٥-٠.٥٢	٣٠
Band 2	٠.٥٢-٠.٦٠	٣٠
Band 3	٠.٦٣-٠.٦٩	٣٠
Band 4	0.76-٠.٩٠	٣٠
Band 5	1.55-١.٧٥	٣٠
Band 6	12.50 -١٠.٤٠	٣٠
Band 7	2.08-٢.٣٥	٣٠

٢- لاندسات ٧ Landsat 7

تم اطلاق ٧ - Landsat للغلاف الجوي في عام ١٩٧٣ م ولتصوير خرائط استخدام الأراضي في كاليفورنيا وقد نما هذا الاستخدام مع تطور تكنولوجيا الفضاء وبرامج التحليل المرئي وبرامج الكمبيوتر. تحديد نظم المعلومات الجغرافية والموارد الطبيعية، تأتي أهمية الدراسة من استخدام التقنيات الحديثة والمتقدمة لتحل محل الأساليب التقليدية لعمليات مسح الأراضي، من قبل وكالة ناسا بالتعاون مع وكالة تم اطلاق القمر الاصطناعية الاستكشاف الجيولوجي الأمريكية . ويتكون القمر الاصطناعية من مجموعة من الأجهزة والأدوات التي تستخدم للتصوير الجوي والاستشعار عن بعد، وهو مصمم خصيصا لتلبية احتياجات العلماء والمهندسين والباحثين في مجالات عدة [٣٩].



الشكل (٢-١١) يوضح أجزاء لاندسات ٧ [٤٠].

العديد من الأدوات الحيوية للتصوير الجوي والاستشعار عن لاندسات ٧ يستخدم القمر الاصطناعية بعد ، وهي :

١) ETM+:- وهو جهاز استشعار عن بعد يستخدم الأشعة تحت الحمراء والمرئية لتحديد خصائص سطح الأرض والتي تشمل النباتات والمياه والتضاريس والمساحات الحضرية.

٢) SLC:- وهو جهاز ميكانيكي يتحرك بشكل مستمر لتصحيح الخطأ الناجم عن عملية الفحص العرضي .

٣) TIRS:- وهو جهاز استشعار عن بعد يستخدم لقياس درجات الحرارة على سطح الأرض.

ويستخدم تقنية الاستشعار النشط، والتي لاندسات ٧ ومن المهم ملاحظة أن القمر الاصطناعية تستخدم إشارات الرادار لتحديد خصائص سطح الأرض . ويتميز هذا القمر الاصطناعية بأنه يوفر صورا فائقة الدقة ومفصلة لسطح الأرض، ويساعد في دراسة التغيرات البيئية والتغيرات المناخية على مستوى الكوكب [٤١].

يحتوي لاندسات ٧ على ٨ بندات مختلفة في الدقة و الأطول الموجية والجدول التالي سوف يوضح الدقة و الطول الموجي لكل حزم الطيف من الحزم الطيف .

الجدول (٢-٥) يوضح الأطوال الموجية والدقة لكل من الحزم الطيف لقمر لاندسات ٧ [٤٢].

Landsat 7 Enhanced Thematic Outline Plus (ETM+)		
Landsat 7	**Wavelength (µm)**	**Resolution (m)**
Band 1	0.45 – 0.52	30
Band 2	0.52 – 0.60	30
Band 3	0.63 – 0.69	30
Band 4	0.77 – 0.90	30
Band 5	1.55 – 1.75	30
Band 6	10.40 – 12.50	30
Band 7	2.09 – 2.35	30
Band 8	0.52 – 0.90	15

٣- لاندسات ٨ Landsat 8

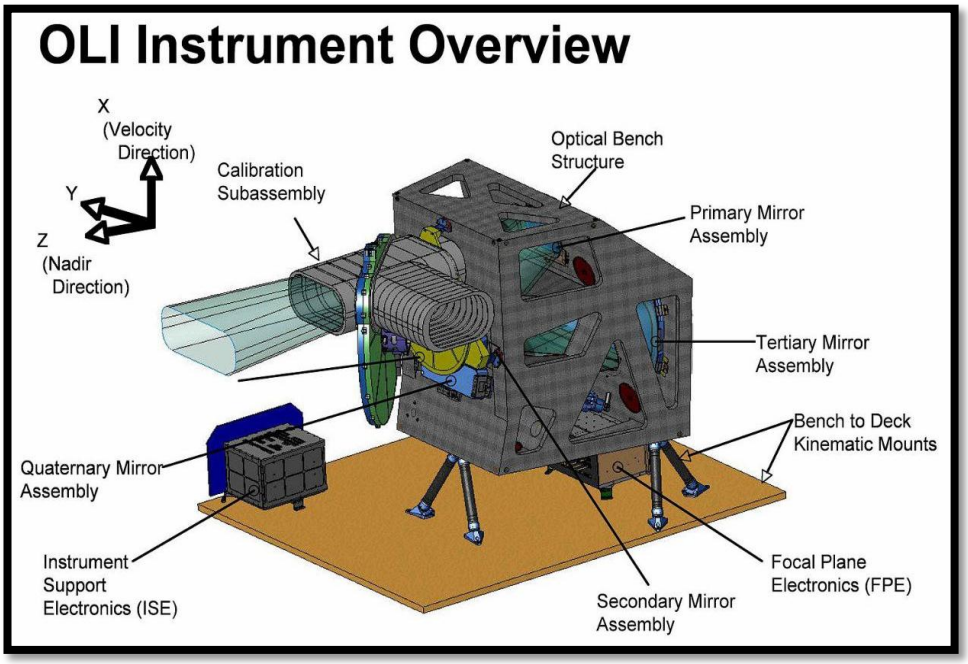
في ١١ فبراير ٢٠١٣ م من قبل وكالة ناسا بالتعاون مع وكاله تم إطلاق القمر الاصطناعية أحدث الأقمار الاصطناعية لاندسات ٨ الاستكشاف الجيولوجي الأمريكية. ويعتبر القمر وهو يستخدم للتصوير الجوي

والاستشعار عن بعد، ويتميز بدقة فائقة في اللانسات في سلسلة التصوير والاستشعار وتم تصميمه خصيصا للتعرف على المساحات الحضرية والنباتات والمياه و التضاريس هو الأحدث في سلسلة أجهزة استشعار الأرض البعيدة التي بدأت في عام ١٩٧٢ م مهمة المسح العالمية: تُنشئ بيانات لاندسات ٨ بشكل منهجي وتحدّث بانتظام أرشيفا عالميًا لصور الأرض المضاءة بنور الشمس والغيوم و الأرض . منتجات البيانات القياسية المجانية : تتوفر منتجات بيانات Landsat ٨ مجانًا من خلال مركز (USGS EROS) ومعايرة القياس الإشعاعي والهندسي، للحصول على نسبة خطأ تصل لأقل من ٥ % في الانعكاس الجوي أو الإشعاع الطيفي المطلق ، والحصول على دقة مطلقة أفضل خطا دائري من ٦٥ متر بمستوى موثوقية ٩٠% (CE ٩٠) [٤٣].

ويعد لاندسات ٨ هو جزء من برنامج بحثي يسمى مديرية المهام العلمية التابعة لوكالة ناسا، وهو برنامج طويل الأمد لدراسة التغيرات في البيئة العالمية للأرض في تقليد برنامج لاندسات. بمرور الوقت، يواصل Landsat ٨ تقديم معلومات حيوية لأولئك الذين يصفون سطح الأرض ويديرونه ويستكشفونه ويراقبونه لطالما كانت هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية رائدة على المستوى الوطني في رسم خرائط الغطاء الأرضي واستخدام الأراضي ومراقبتها.

تعتبر بيانات لاندسات، بما في ذلك لاندسات ٨، بالغة الأهمية لجهود هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية لتوثيق معدل وأسباب الغطاء الأرضي وتغير استخدام الأراضي، ومعالجة العلاقة بين ديمومة الغطاء الأرضي والاستخدام في نوعية المياه وكميتها، والتنوع البيولوجي، وتطوير الطاقة، و العديد من الجوانب البيئية الأخرى تواصل مع الموضوعات الهامة. بالإضافة إلى ذلك، تلتزم هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية بتوفير سجلات بيئية طويلة الأجل تصف اضطرابات النظام البيئي وظروفه . وجه قانون سياسة الاستشعار عن بعد للأراضي لعام ١٩٩٢ م تدرس الوكالات الفيدرالية المشاركة في برنامج Landsat خيارات مهمة متابعة ل Landsat ٧، والتي تم إطلاقها في نهاية المطاف في عام ١٩٩٩ م ولديها عمر تصميم لمدة خمس سنوات واستمرارية البيانات مع نظام Landsat بدقة عالية ومتعددة، الموجات وتشمل : لانسات ٨ تتميز أدوات القمر الاصطناعية [٤٤]:-

١. OLI :- وهو جهاز استشعار عن بعد يستخدم الأشعة تحت الحمراء والمرئية لتحديد رية والمائية وخصائص سطح الأرض، ويوفر صورا فائقة الدقة ومفصلة للمساحات الخضراء للنباتات.



الشكل (٢-١٢) يوضح أجزاء OLI للاندسات ٨ [٤٥].

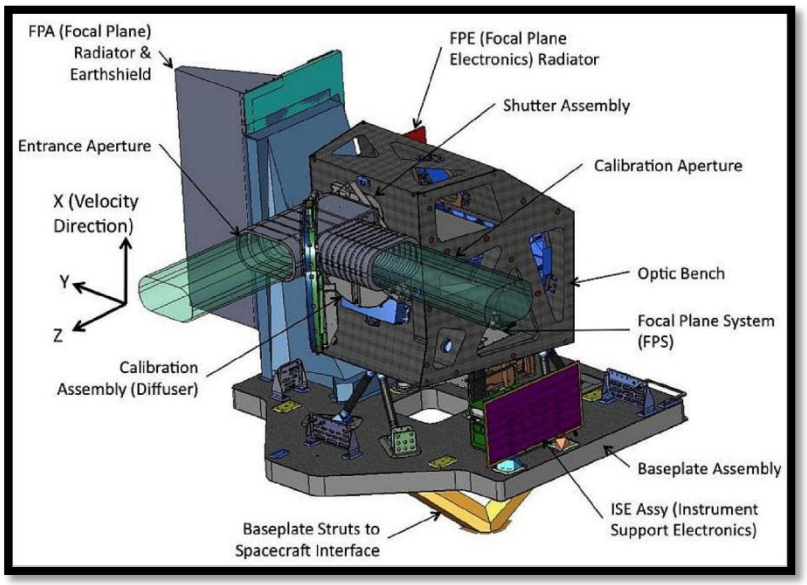
٢. TIRS :- هو جهاز استشعار عن بعد يستخدم لقياس درجات الحرارة على سطح الأرض . بشكل واسع في الدراسات البيئية والتغيرات المناخية ، ويساعد لاندسات ٨ يستخدم القمر الاصطناعية في فهم الآثار الناجمة عن التغيرات البينية على الكوكب . كما يتيح للباحثين والمهندسين إمكانية الحصول على صور مفصلة ودقيقة للمناطق النائية والصيغة الوصول .

٤- لاندسات ٩ landsat9

لاندسات٩: في ٢٧ سبتمبر ٢٠٢١ م من قبل وكالة ناسا بالتعاون مع وكالة تم إطلاق القمر الاصطناعية ليحل محل القمر السابق لانسات والاستكشاف الجيولوجي الأمريكية . يأتي القمر الاصطناعية بدقة فائقة في لانسات و الذي تم إطلاقه في عام ١٩٩٩ م ويتميز بميزات القمر الاصطناعية لاندسات ٧ التصوير والاستشعار ، ويتميز بخصائص فريدة من نوعها في تقديم المعلومات الدقيقة عن الأرض، لاندسات يمتاز بدقة عالية ومتعددة الموجات وتشمل [٤٦]: -

❖ OLI :- وهو جهاز استشعار عن بعد يستخدم الأشعة تحت الحمراء والمرتبة لتحديد خصائص سطح الأرض، ويوفر صورا فائقة الدقة ومفصلة للمساحات الحضرية والمائية والنباتات.

❖ TIRS:- هو جهاز استشعار عن بعد يستخدم لقياس درجات الحرارة على سطح الأرض. بشكل واسع في الدراسات البيئية والتغيرات المناخية، ويساعد لاندسات و يستخدم القمر الاصطناعية في فهم الآثار الناجمة عن التغيرات البيئية على الكوكب، كما يتيح للباحثين والمهندسين إمكانية الحصول على صور مفصلة ودقيقة للمناطق الاصطناعية والصعبة الوصول.



الشكل (٢-١٣) يوضح أجزاء لاندسات ٩ [٤٧].

يشترك كل من لاندسات ٨ ولاندسات ٩ في دقة والطول الموجي للحزم الطيف حيث كلاهما يحتويان على ١١ حزم الطيف والجدول التالي سوف يوضح الطول الموجي والدقة لكل حزم الطيف من الحزم الطيف.

الجدول (٢-٦) يوضح الاطوال الموجية والدقة لكل من الحزم الطيف للأقمار الاصطناعية لاندسات ٨-٩ [٤٨].

Landsat 8 – 9 جهاز Operational Ground Imaging (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)		
Bands	**Wavelength (µm)**	**Resolution (m)**
Band 1 – Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
Band 2 – Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 – Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 – Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
Band 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 – Panchromatic	0.50 – 0.68	15
Band 9 – Cirrus	1.36 – 1.38	30
Band 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10.6 – 11.19	100
Band 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

٢ – ٧ – ٢ اقمار سبوت Spot Satellites

كيلومتر من من . سطح الأرض ، مما مماء يسمح بفترة اعادة الزيارة كل ٢٦ يوم الأقمار سبوت نظامين من نوع النظام المرني او اختصارا HRV) High Resolution Visible عالي الدقة للحصول على المرئيات، وكلا منهما قادر على التحسس بطريقة القناة الأحادية (البانكرومانية) وطريقة متعددة النطاقات في ثلاثة : وكل مستشعر مع المسار يتكون من : مصفوفات خطية من المحددات : قوات. صف من ٦٠٠٠ عنصر النطاق البانكروماتي تستطيع تحسس درجة وضوح مكانية متر ١٠ ، صف من ٣٠٠٠ عنصرلكل نطاق من النطاقات المتعددة تستطيع تحسن درجة وضوح مكانية ٢٠ متر ويبلغ عرض المسار ٦٠ كيلومتر.

جدول (٢-٧) نطاقات المستشعر HRV في اقمار سبوت

النطاق / الطريقة	طول الموجة (مايكرومتر)
الطريقة البانكروماتية PLA	٠.٥١ ٠.٧٣ (أزرق-أخضر- أحمر)
الطريقة متعددة النطاقات MLA	
Band 1	٠.٥٠-٠.٥٩ (أخضر)
Band 2	٠.٦١-٠.٦٨ (أحمر)
Band 3	٠.٧٩-٠.٨٩ (تحت الحمراء القريبة)

تتميز مرتبات سبوت بدرجة الوضوح في المكانية الدقيقة، واستخدام النطاقات الثلاثة في كما تستخدم المرتبة البالكرومانية المرتبات زائفة الألوان false color images الحصول علي في زيادة وضوح sharpness المرئية الملونة وتستخدم مرئيات سبوت في التطبيقات التي تحتاج لوضوح تفصيلي مثل خرائط النمو العمراني، وأيضا لتطبيقات. التي تحتاج مراقبة متكررة (مثل التطبيقات الزراء احة كما أن مرتبات سنوت الاستريسكوبية تلعب دورا هاما في تطبيقات الخرائط الطبوغرافية وعمل طول الموجة (مايكرومتر) ٠.٢٣-٠٥١ (أرزق - اخضر - احمر) ٠٥٩٠٠,٠٠ ٠,٦٨٠٠,٦١ (أحمر) (اخضر) ٠.٨٩-٠٧٩ (تحت الحمراء الغربية) نماذج ارتفاعات رقمية Digital Elevation Model اختصار (DEM)

٢ – ٨ اقمار ومستشعرات الطقس Satellites and Weather Sensors

تعد أقمار مراقبة الطقس واحدة من أوليات الأقمار الصناعية المدنية في الاستشعار عن بعد حيث تم اطلاق أول قمر للطقس (TIROS-١) في عام ١٩٦٠ بواسطة الولايات المتحدة الأمريكية. وفي خلال الخمس سنوات التالية تم اطلاق عدد من هذه الأقمار في مدارات شبه قطبية near polar orbits تقدم تغطية عالمية كاملة لنماذج الطقس. وقدمت وكالة الفضاء الأمريكية المعروفة اختصارا باسم ناسا (NASA) في عام ١٩٦٦ أول مرئية تغطي نصف الكرة الأرضية تبين توزيع السحب كل نصف ساعة. والآن توجد عدة دول تدير نظم أقمار صناعية لمراقبة ومتابعة الظروف المناخية حول العالم وبصفة عامة

فأن هذه الأقمار تستخدم مستشعرات لها دقة وضوحها الزمنية المؤقتة فتكون عالية حتى يمكنها تقديم أرصاد متكررة لسطح الأرض والرطوبة و غطاء السحب مما يسمح بمراقبة شبة مستمرة للظروف المناخية العالمية ومن ثم امكانية التنبؤ. وضوح مكانية قليلة أو خشنة بالمقارنة بأقمار رصد الأرض وتقدم تغطية مكانية كبيرة أما درجة .

٢ – ٨ – ١ اقمار NOAA - AVHRR

تتبني وكالة الفضاء الأمريكية عدة نظم أخري من الأقمار الصناعية المخصصة للتطبيقات المناخية تسمح بالحصول على تغطية كاملة للأرض وفي فترات مستمرة لا تتجاوز ٦ ساعات لأي بقعة في العالم والمستشعر الرئيسي الموجود في هذه الأقمار يسمي الراديومتر المتقدم عالي الدقة جدا ويستشعر هذا المستشعر AVHRR أو اختصارا Advanced Very High Resolution Radiometer الاشعاع في النطاق المرئي والاشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة والحرارية من خلال مسار يبلغ عرضه ٣٠٠٠ كيلومتر كما في الجدول التالي :

جدول (٢-٨) خصائص مرئيات اقمار الطقس NOAA – AVHRR.

النطاق	طول الموجة(مايكرومتر)	الوضوح المكاني	الاستخدام
١	٠.٥٨-٠.٦٨	١.١	السحب،الغيوم،الثلوج
٢	٠.٧٢٥-١.١ الاشعة تحت الحمراء القصيرة	١.١	المياه،النباتات،المسح الزراعي
٣	٣.٥٥-٣.٩٣ الاشعة تحت الحمراء المتوسطة	١.١	حرارة سطح البحر،البراكين.حرائق الغابات
٤	١٠.٣-١١.٣ الاشعة تحت الحمراء الحرارية	١.١	حرارة سطح البحر،رطوبة التربة
٥	١١.٥-١٢.٥	١.١	حرارة سطح البحر،رطوبة التربة

ومع أن بيانات AVHRR مستخدمة على نطاق واسع في نظم التنبؤ و التحليل للطقس ، إلا أنها أيضا مناسبة لتطبيقات أخرى تشمل درجات حرارة سطح البحر ومراقبة النبات الطبيعي وظروف نمو المحاصيل . فعملية انشاء موزاييك mosaic من مرئيات هذا القمر الصناعي لتغطي مساحات كبيرة من الأرض تسمح بعمل خرائط و اجراء التحليل صغير المقياس للغطاء النباتي [49].

الفصل الثالث

الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الثالث

إذا سلمنا بالمقولة القائلة " لكل بداية نهاية " فيمكننا القول أن بدايتها خير ونهايتها ألف خير بدايتها جهد وعناء، ونهايتها استحقاق، وثناء، وأما مجمل قولنا، وعصارة عملنا، هو " نهاية البداية "، وعليه يمكننا الخروج ببعض الاستنتاجات والتوصيات بعد دراستنا للموضوع أهمها:

٣-١ الاستنتاجات

1) تعد الأقمار الصناعية هي الوسيلة الأكثر استخداما في علم التحسس النائي هذه الأيام.
٢) النظام لاندسات Landsat : هو نظام أنشأته الولايات المتحدة الامريكية وجرى تشغيله منذ عام ١٩٧٢ .
٣) الاقمار الاصطناعية تمثل قفزة عملاقة في مجال الاتصال الدولي .
٤) التسمية بالاقمار (الصناعية) خاطئة لانه يفهم من هذا انها تختص بالصناعة والتسمية الصحيحة (اصطناعية) أي من صنع الانسان وليست (صناعية) خاصة بالصناعة .
٥) تستخدم الأقمار الصناعية لأغراض عديدة. من بين العديد من التطبيقات الأخرى، يمكن استخدامها لعمل خرائط للنجوم وخرائط لأسطح الكواكب، وكذلك التقاط صور للكواكب التي يتم إطلاقها فيها.
٦) يصل عدد الاقمار الاصطناعية اليوم الى ما يقرب من ٣٠٠٠٠٠ قمر تحلق حول الكرة الارضية.

٣-٢ التوصيات

١) ضرورة المنافسة في مجال تقنية الاقمار الاصطناعية من قبل الدول الاسلامية والعربية والمؤسسات الخاصة للاستفادة من وظائها الايجابية واستخداماتها النافعة .
٢) الاستفادة من تقنية الاقمار الاصطناعية في نشر العلوم النافعة و الاخلاق الفاضلة ومحاربة العلوم الضارة و التحذير من الرذيلة وايجاد البدائل الايجابية .

References المصادر

[1] Abiodun, A. A. (2001). Development and Utilization of Remote Sensing Technology in Africa. ASPRS Publication 2000.

[2] Adeniyi, P.O. (2001). Pitfalls of Geoinformation Technology Implementation in Africa. Ad-hoc Expert Group Meeting of CODI, UNECA, Addis Ababa, Ethiopia.

[3] AfricaGIS (2001). Enhancing Socio-economic Development with Geo-Spatial Knowledge. UNEP, Nairobi, Kenya.

[4] ECA (2001). The Future Orientation of Geo-information in Africa. UN Economic Commission for Africa (ECA), Addis Ababa, Ethiopia.

[5] Conitz, M.W. (2002). GIS Application in Africa. ASPRS Publication 2000.

[6] EIS-Africa (2001). Environmental Information Systems Development in Sub-Saharan Africa--- approaches, lessons and challenges. EIS-Africa, Johannesburg, South Africa .

[7] FAO (1998). State of the World's Forests. FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org

[8] UNEP (2000). Global Environment Outlook. Earthscan Publications Ltd., London.

[9] UNDP (1997). Urban and Rural Areas, 1950-2030 (the 1996 revision). United Nations, New York, U.S.A.

[10] World Bank (1995b). Towards Environmentally Sustainable Development in Sub-Saharan Africa: A World Bank Agenda. World Bank, Washington D.C., U.S.A.

[11] Sandra May (2017-8-7), "What Is a Satellite?" ،www.nasa.gov, Retrieved 2021-2-17. Edited .

[12] FRASER CAIN (2009-12-2), "Artificial Satellites" ، www.universetoday.com, Retrieved 2021-2-17. Edited.

[13] Anji Reddy , Remote Sensing and Geographical Information Systems , BS Publications 2001 .

[14] M.G. Srinivas , Remote Sensing Applications , Narosa Publishing House , 2001 .

[15] Lillesand T.M. and Kiefer R.W. Remote Sensing and Image Interpretation , John Wiley and Sons , Inc , New York .

[16] Janza F.J. , Blue , H.M. , and Johnston , JJ.E. , Manual of Remote Sensing Vol.I , American Society of Photogrammetry , Virginia , U.S.A , 1975 .

[17] Barrow . , G. M. , 1962 , Introduction to Molecular Spectroscopy , New York , McGraw - Hill .

[18] Mather , P. M. , 1987 , Computer Processing of Remotely Sensed Images : An Introduction , John Wiley & Son .

[19] Fisher . , J. , 1989. The pixel , a snare and a delusion , International Journal of Remote Sensing , 18 , pp . 679-685

[20] Hunt . , G. R , Salisbury , J. W. , and Lenyoff , C. J. , 1973 , Visible and Near Infrared Spectra of Minerals and Rocks . V11 . Acidic Igneous Rocks , Modern Geology , Vol . 4 , pp 217-224 .

[21] Curran . , P. , 1989 , Principles of Remote Sensing , Longman , London .

[22] Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing , 2nd ed . by Charles Elachi , John Wiley and Sons , New York , 2006 .

[23] Principles of Remote Sencing , by Lucas L. F. Janssen and Gerrit C. Huurneman , ITC Educational Textbook Series ; 2 , Netherlands , 2001

[24] Training material on radar system , WMO , Instruments and observing methods , WMO / TD - No . 1308 , 2006 .

[25] Textbook of Remote Sensing andGeographical Information Systems , 3ed ed . By M. ANJI REDDY , BS Publications , India , 2008 .

[26] Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction , 4th ed . By John A. Richards and Xiuping Jia , Springer , 2006 .

[27] Navalgund , R. R. and Kasturirangan , K. , The remote sensing satel- lite - A programme overview . Proc . Indian Acad . Sci . Engg . Sci . - Remote Sensing - III , 1983 , 6 , 313-336 .

[28] Navalgund , R. R. , Indian earth observation system : An overview . Asian J. Geoinf . , 2006 , 6 , 17-25 .

[29] Joseph , G. , Fundamentals of Remote Sensing , Universities Press , Hyderabad , 2003 , p . 433 .

[30] Navalgund , R. R. , Remote sensing : Basics and applications . Reso- nance , 2001 , 6 , 51-60 .

[31] Patel , N. K. , Medhavy , T. T. , Patnaik , C. and Hussain , A Multi - temporal ERS - 1 SAR data for identification of rice crop . J.I Indian Soc . Remote Sensing , 1995 , 23 , 33-39 .

[32] Panigrahy , S. , Chakraborty , M. , Sharma , S. A. , Kundu , N. , Ghose , S. C. and Pal , M. , Early estimation of rice acre using temporal ERS - 1 synthetic aperture radar data - A case study for Howrah and Hooghly districts of West Bengal , India . Int . J. Remote Sens- ing , 1997 , 18 , 1827-1833 .

[33] Panigrahy , S. , Chakraborty , M. , Manjunath , K. R. , Kundu , N. and Parihar , J. S. , Evaluation of radarsat ScanSAR synthetic aperture radar data for rice crop inventory and modeling . J. ISRS , 2000 . 28 (1) , 59-65

[34] Parihar , J. S. and Oza , M. P. , FASAL : An integrated approach for crop assessment and production forecasting , Proc . of SPIE , Agri- cultural and

hydrology applications (eds Robert , J. , Kuligowski , J. S. , Parihar , Genya Saito) , 2006 , vol . 6411 , 641101-641113 .

[35] Mehta , N. S. , Rajawat , A. S. , Bahuguna , I. M. , Mehta , D. S. and Srimal , A. K. , Geological potential of ERS - 1 SAR data : Observa- tions in parts of Aravali and Thar Desert , western India . Proc . Second ERS - 1 Symp . Space at the service of our Env . , Ham- burg , Germany , 11-14 Oct. 1993 , ESA - SP - 361 , pp . 931-936 .

[36] Mohan , S. , Mehta , N. S. , Patel , P. , Radar remote sensing for land applications A review , Scientific Report , 1990, ISRO - SAC - SR- 36-91 .

[37] Vasudevan , B. G. , Gohil , B. S. and Agarwal , V. K. , Back- propagation neural network based retrieval of atmospheric water vapour and cloud liquid water from IRS - P4 MSMR . IEEE Trans . Geosci . Remote Sensing , 2004 , 42 (5) , 985-990 .

[38] Mather , P. M. , Land cover classification revisited . In Advances in Remote Sensing and GIS Analysis (eds Atkinson , P. M. and Tate , N. J.) , John Wiley , Chichester , 1999 , pp . 7-16 .

[39] Richards , J. A. , Remote Sensing Digital Image Analysis : An Intro- duction , Springer - Verlag , Berlin , 1986 , p . 281 .

[40] Jensen , J. R. , Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective , Prentice - Hall , New Jersey , 1990 , p . 379 .

[41] Jayaraman , V. , Srivastava , S. K. , Kumaran Raju , K. and Rao , U. R. , Total solution approach using IRS - IC and IRS - P3 : A perspec- tive of multi - resolution data fusion and improved vegetation indi- ces . IEEE Trans . Geosci . Remote Sensing , 2000 , 38 , 587-604 .

[42] Burrough , P. A. , Principles of Geographical Information Systems for Earth Resources Assessment , Clarendon Press , Oxford , 1986 , p . 193 .

[43] Joseph , G. , Imaging sensors for remote sensing . Remote Sensing Rev. , 1996 , 13 , 257-342 .

[44] Kasturirangan , K. , Science and technology of imaging from space . Curr . Sci . , 2004 , 87 (5) , 584-601 .

[45] Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction , 4th ed . By John A. Richards and Xiuping Jia , Springer , 2006 .

[46] Anji Reddy , Remote Sensing and Geographical Information Systems , BS Publications 2001 .

[47] Mohan , S. , Mehta , N. S. , Patel , P. , Radar remote sensing for land applications A review , Scientific Report , 1990 , ISRO - SAC - SR- 36-91.

[48] Dawod, Gomaa M., 2015, Fundamentals and applications of remote sensing (in Arabic), Cairo, Egypt.

[49] Campbele, J. B., "Introduction to Remote Sensing," Guilford Press, New York, USA، ٢٠٠٢.