توابع الطقس والرصد الجوي

(مقالة استعرضية)

سالم حامد جاسم قبع
مدرس/كلية الهندسة
جامعة الموصل

خلاصة المقالة

استخدمت توابع الطقس والرصد الجوي لغرض دراسة الاحوال الجوية وتحركات الغيوم وتركيب الطبقات الآيونية ، وتطورت لجمع المعلومات الدقيقة عن بعض المناطق الارضية برصدها عن بعد وتسجيلها بمختلف وسائل التكنولوجيا الحديثة واستعمال اجهزة تحسس صورية مختلفة وطرق متنوعة من طرق الارسال اللاسلكي .

يتضمن هذا البحث دراسة مستفيضة عن هذه التوابع – الامريكية منها بالذات لتوفر معلومات عنها – واغراض الاستفادة منها ، ولا يتطرق البحث الى التوابع التي تستخدم لاغراض الاتصالات اللاسلكية عبر الفضاء او الملاحة وعلوم سطح الارض او الاغراض العسكرية او علوم البيئة والاحياء او العلمية منها .

Summary

Meteorological Satellites are used to study the surface of earth and surrounding ionosphere from space by radio transmission. Earth stations receive day and night pictures of earth and surrounding clouds for meteorological predictions. This Has Opened the way for further research on ionosphere and study of earth resources and environmental activities measurements using high resolution radiometers and other sensor subsystems. This paper present wide survey of American meteorological /weather Satellites, their programs and applications.

https://doi.org/10.30684/etj.1978.1.5
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

1 . المقدمة : تأريخ وتطور توابع الرصد الجوي

1 . 1 التوابع الامريكية :

تأسست مصلحة الفضاء والملاحة الجوية الوطنية NASA* سنة 1958 لدعم وتعزيز برنامج علمي واسع في المواصلات اللاسلكية والملاحة ودراسات الاحوال الجوية باستعمال سفن فضائية . وكان القصد منها دراسات علمية لسطح الارض وطقسها والطبقات الايونية المحيطة بها بواسطة ارسال اشارات لاسلكية مختلفة . وتتأثر هذه الاشارات بقوانين ونظريات متعددة منها حقائق فارادي (Faraday Effects) واضمحلال الشرارة (Scintillation fading) والاعاقة اما باسباب التداخل بين الموجات او التأثيرات البيئية – وهذه الاشارات تتخصص في البحوث التجريبية على طبقات الفضاء الايونية المختلفة المحيطة بالكرة الارضية والطبقة الهوائية ومحتوياتهم من الذرات الفعالة وكثافة الالكترونات والمجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية والجذبية اضافة الى دراسة علوم الفلك والعلوم الثلاثية (Triosciences) [1] .

واطلق اول تابع صناعي طقسي امريكي بنجاح في الاول من شهر نيسان سنة 1960 ودعي تاروس – 1 TIROS في مدار شبه دائري على ارتفاع 690 كم/751 كم (اقمار التلفزة والملاحظات بالاشعة تحت الحمراء) لارسال المعلومات عن سطح الارض والغيوم المحيطة بها على شكل صور تلفزيونية كما تشاهد من الفضاء الخارجي لغرض التنبؤات المناخية ودراسة الاحوال الجوية . اعقبه ثمانية توابع صناعية طقسية تطبيقية متطورة وذات طاقة اكبر . وقد اطلق تاروس – 8 TIROS في الاول من شهر كانون الاول 1963 حاملا لاول مرة اجهزة الارسال التلقائي للصورة APT . وكافة توابع هذه السلسلة (تاروس) محددة بالاشتغال خلال النهار لاخذ المعلومات الصورية عن الجزء المضيئ من سطح الكرة الارضية والطبقات المحيطة بها ، مع ان تاروس – 2 حمل ثلاثة اجهزة رصد للملاحظات بالاشعة تحت الحمراء .

انتهت سلسلة تاروس في الثالث من شهر شباط سنة 1966 حين اطلق اول تابع صناعي طقسي من مجموعة توس TOS (توابع التلفزة والملاحظات بالاشعة تحت الحمراء العاملة) في مدار شمسي متزامن Sun Synchronous Orbit واطلق عليه اسم اسسا – 1 ESSA (نسبة الى مصلحة خدمات العلوم البيئية) ليجهز العالم يوميا بالبث الصوري عن سطح الارض والغيوم المحيطة بها من الفضاء باستعمال كاميرات تلفزيونية من نوع فيديكون VIDICON اضافة الى اجهزة احساس تحت الحمراء ولم يحتوي على اجهزة الارسال التلقائي للصورة . واستمرت سلسلة اسسا من التوابع الجوية لغاية كانون الاول 1968 حيث تم اطلاق تسعة توابع طقسية خلال تلك الفترة . حمل كل من اسسا – 4 ، اسسا – 6 ، واسسا – 8 اجهزة الارسال التلقائي للصورة واما اسسا – 3 ، اسسا – 5 ، اسسا – 7 ، اسسا – 9 فقد حملوا اجهزة كاميرات فيديكون المتقدمة . A.V.C.S. وحمل التابع الطقسي اسسا – 8 (الذي اطلق في 18 كانون الاول 1968) مجموعتين من اجهزة الارسال التلقائي للصورة ولا زالت احداهما تثبت على موجة الترددات العالية جدا V.H.F بتردد قدره 62ر137 (ميكاهيتز) .

بدأت سلسلة اتوس ITOS (توابع التلفزة والملاحظات بالاشعة تحت الحمراء العاملة والمحسنة) في 23 كانون الثاني 1970 حين اطلق التابع الطقسي اتوس – 1 ITOS وكان اول من حمل اجهزة التحسس والمسح بقياس

---

* فيما بعد مع منظمة الفضاء الاوربية ESO وحاليا مع وكالة الفضاء الاوربية ESA

حرارة النجوم الاشعاعية . S.R.S.S. اضافة الى اجهزة كاميرات فيديكون المتقدمة AVCS واجهزة الارسال التلقائي للصورة APT . والتابع الطقسي الثاني من السلسلة هو اتوس – 2 ITOS الذي اطلق في 11 كانون الاول 1970 ودعي نويبي – 1 NOAA نسبة الى ثلمصلحة الوطنية للانواء الجوية والمحيطات . والثالث نويبي – 2 NOAA (او اتوس – 3 ITOS) اطلق في 12 تشرين الاول 1971 ولكنه لم يصل مداره . وقد حمل نويبي – 1 NOAA (او اتوس – 2 ITOS) ثلاثة انواع من اجهزة التحسس وهي : اجهزة كاميرات فيديكون المتقدمة AVCS . اجهزة الارسال التلقائي للصورة APT . واجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية S.R. اضافة الى اجهزة احساس ثانوية . وكان هذا آخر تابع طقسي يحمل على متنه اجهزة الارسال التلقائي للصورة . وبهذه السلسلة من التوابع تمكن رصد الارض والطبقات المحيطة بها ليلا باستعمال اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية وارسال الصور التلفزيونية بقياس درجات الحرارة المشعة من سطح الارض والغيوم المحيطة بها . وفي 7 تشرين الثاني 1973 اطلق التابع الطقسي اتوس – دي والذي اعيد تسميته بعد ذلك بـ نويبي (3 – NOAA) وحمل اجهزة تحسس مختلفة كما هو موضح في القسمين الثاني والخامس من هذا البحث .

سلسلة نيمبوس NIMBUS مكونة من اربعة توابع طقسية علمية اطلقت في مدار شمسي متزامن بواسطة مصلحة الفضاء والملاحة الجوية الوطنية (ناسا) مركز كودارد للفضاء والطيران Goddard Space Hlight Centre لاجراء الدراسات والبحوث والتجارب على العوامل الفيزيائية والتأثيرات الجوية . وانتهت هذه السلسلة في الاول من نيسان 1970 باطلاق نيمبوس – 4 NIMBUS الذي حمل ثلاثة انواع من اجهزة الاحساس وهي : اجهزة القراءات المباشرة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء D.R.I.R واجهزة القراءات المباشرة لمقسم الصورة DRID (وهذه اجهزة ارسال بالزمن الحقيقي RTTS) واجهزة التحسس والمسح بقراءة حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء العالية والمتوسطة . M.R.I.R. and H.R.I.R. التابع الطقسي نيمبوس – 4 NIMBUS مازال يبث لفترات محدودة لاختبار اشارات اجهزة القراءات المباشرة لمقسم الصورة .

استعملت سلسلة توابع العلوم التطبيقية (أتس) A.T.S. للقيام بتجارب على الكاميرات الدوارة لمسح الغيوم S.S.C.C. واجهزة ارسال الصور الطقسية التقليدية WEFAX ومن هذه السلسلة أتس 1 – ATS وأتس – 3 ATS الذين مازالوا في حالة اشتغال . يقع أتس – 1 فوق المحيط الهادي مقابل 149° غرب ويغطي مدى الافقين (نصف الكرة الارضية تقريبا) ويبث يوميا على موجة الترددات العالية جدا VHF بتردد قدره 135.6 ميكاهيتز . ويقع اتس – فوق شمال غرب افريقيا الجنوبية بالقرب من 8° غرب ويبث مرتين يوميا على نفس الموجة والذبذبة .

1 . 2 . توابع الاتحاد السوفييتي

بدأ الاتحاد السوفييتي باطلاق اول تابع طقسي كوسموس – 23 COSMOS من قاعدة كابوستن يار في الثالث عشر من كانون الاول سنة 1963 . وحملت سفينة كوسموس – 44 التي اطلقت في 24 آب 1964 اجهزة التحسس للاشعة تحت الحمراء لاجراء الاختبار عليها والصور المأخوذة منها . وبصورة مشابهة اطلق كوسموس – 58 COSMOS في 26 شباط 1965 وكوسموس 118 في 11 مايس 1966 . ودعيت الاجهزة على سلسلة سفن كوسموس بالميترو METEOR وتكونت من كاميرات تلفزيونية وعدة اجهزة تحسس بالاشعة تحت الحمراء . ومن سلسلة ميترو التي اطلقت هي ميترو 144 ، 156 ، 184 ، 206 . ويعتقد ان ميترو 10 وميترو 12 مازالا يعملان . والمدار المستعمل هو قريب من قطبي .

وتبث التوابع الطقسية السوفييتية على موجة الترددات العالية جدا VHF او الموجات القصيرة HF وصيغة اشاراتها مشابهة باختلاف جزئي عن صيغة اشارات التوابع الطقسية الامريكية . وتستعمل اجهزة الارسال التلقائي للصورة APT حاملات ثانوية مختلفة الذبذبات .

2 . **توابع الرصد الجوي : حاليا ومستقبلا**

تحمل التوابع الطقسية حاليا اجهزة تحسس مختلفة بدلا من اجهزة الارسال التلقائي للصورة APT كما هو موضح في القسم الثالث من هذا البحث ومن هذه الاجهزة .

اجهزة المسح الدوارة بقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء المرئية VISSR
جهاز المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة .
اجهزة قياس حرارة النجوم الاشعاعية ذات التحليل العالي جدا DRSR
جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاحترار العمودي الجانبي VHRR
اجهزة ارسال الصور الطقسية التقليدية VTPR
جهاز مراقبة بروتوني شمسي WEFAX
اجهزة كاميرات فيديكون ذات الشعاع الراجع SPM
جهاز مسح متعدد الطيف RBVCS
MSS

ويحمل نويبي – 3 NOAA (اتوس – دي D · ITOS) الذي اطلق في 7 تشرين الثاني 1973 اربعة انواع من اجهزة التحسس وهي :

أ . قناتين للمسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR – للبث على موجة الترددات العالية جدا VHF واستعمال التردد المعدل F.M بترددين قدرها 137ر50 ميكاهيتز و 137ر62 ميكاهيتز .

ب . قناة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية ذات التحليل العالي جدا VHRR – للبث على الموجات الدقيقة – S – Band واستعمال التردد المعدل F.M. بذبذبة قدرها 1ر6975 جيكاهيتز .

جـ . قناة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاحترار العمودي الجانبي VTPR – للبث على الموجات الدقيقة S – Band واستعمال التردد المعدل FM بتردد قدره 1ر6975 جيكاهيتز .

د . قناة لجهاز بروتوني شمسي تجريبي .

ان اشارات اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR موافقة لاشارات اجهزة الارسال التلقائي للصورة APT حيث يمكن استلامها بنفس محطات استلام الارسال التلقائي للصورة مع بعض التغييرات البسيطة . اما استلام اشارات اجهزة قياس حرارة النجوم الاشعاعية ذات التحليل العالي جدا VHRR فيحتاج الى محطات استلام اكثر تعقيدا .

التوابع الطقسية المتزامنة سمس SMS التي بدأت باطلاق سمس – 1 في مايس 1974 من مركز كندي للفضاء فوق خط الاستواء بامتداد ساحل البرازيل بمدار ارضي متزامن على ارتفاع 781ر34 كم لتزويد اكثر من 10ر000 محطة ارضية مجندة وغير مجندة بصورة علمية عن النصف الغربي من الكرة الارضية كل نصف ساعة ليلا ونهارا وبدقة 900 م ويحمل على متنه تسعة اجهزة من اجهزة المسح الدوارة بقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء المرئية VISSR واجهزة تحسس ومراقبة مستلمة وعاكسة ومختلفة . وترسل الاشارات بصورة مباشرة

للدراسات العلمية ومجالات الفضاء في المستقبل وجمع المعلومات والقياسات عن الفضاء الخارجي والتأثيرات البيئية والفعاليات الطقسية وتأثيرها على اطلاق سفن الفضاء بالمستقبل والخطوط الجوية لطائرات مافوق الصوتية Supersonic Aircraft Flight وتحذيرات خطر العواصف الشديدة التي تسبق الرياح الهوجاء .

وترسل المعلومات على حاملات بعرض موجة مقدارها 25 ميكاهيتز خلال فترة الرصد البالغة 18 – 20٪ من دورة التابع او 30 ملي ثانية من فترة دوران التابع Spin Period البالغة 600 ملي ثانية وترسل المعلومات على حاملة بتردد قدره 1ر700 جيكاهيتز الى الاعلى و 2ر00 جيكاهيتز الى الاسفل .

كما تحتوي هذه التوابع على اجهزة ثانوية (مراقبة بروتونية شمسية SMP) لمراقبة تدفق الجزئيات الشمسية Sular Protrn Fluxes واشعاعات اشعة اكس وقياسات اتجاه ومقدار المجالات المغناطيسية .

توابع العلوم التطبيقية لموارد الارض ارتس ERTS* اطلق الاول من نوعه في 23 تموز 1972 وغير اسمه الى لاندسات LANDSAT لدراسة موارد الكرة الارضية من الجو التي تمكن دراسة مواقع معينة من سطح الارض ومساحات صغيرة بدقة 100 ميل بحري مربع باستعمال كاميرات فيديكون ذات الشعاع الراجع RBVCS واجهزة المسح المتعددة الطيف MSS في معظم طيف الاشعة تحت الحمراء والاشعة المرئية وخزن هذه المعلومات في السفينة لارسالها الى المحطات الارضية عندما يكون التابع خارج منطقة الرصد وحسب تعليمات محطات السيطرة والاحراز الارضية CDA . اضافة الى دراسات تدفق الجزئيات والمجالات الآيونية والمغناطيسية الجوية . وحاليا يوجد تابعان متشابهان لارسال معلومات متشابهة ويدوران بمدار قطبي تقريبي بارتفاع 900 كم وفترة مداره تبلغ 103 دقائق وبمعدل 14 مدارا باليوم ويرصد لاندسات مسافة عرضها حوالي 185 كم في اربعة اجزاء من حزم الطيف وهي : الازرق ، الاخضر ، الاحمر ، وجزئان قريبان من الاشعة تحت الحمراء . ويبلغ مقدار دقة التفحص 80م (وستزداد بالمستقبل الى 30 م) في كل من حزم اشعة الجزء المرئي والجزء القريب من الاشعة تحت الحمراء و 120 م في حزمة الاشعة تحت الحمراء الحرارية Thermal Infra Red Band . وترسل المعلومات الى المحطات الارضية بمعدل 15 مليون نبضة بالثانية (15 Mbits/sec) .

صممت عدة تجارب لتوضيح المنافع العلمية للسيطرة على الموارد بواسطة اجهزة اشعة الطيف المتعددة البعيدة المدى Multispectal Remote Sensing ومنها السيطرة على المياه والزراعة وتخطيط ومراقبة استعمال الاراضي وظروف الملاحة في البحيرات والمستنقعات وتجمع وتحلل كافة المعلومات باستعمال الحاسبات الالكترونية .

3 . اجهزة التحسس لتصوير سطح الارض

يتم تصوير سطح الارض وما يحيط بها بواسطة الصمامات المولدة للصورة التلفزيونية بالمسح مثال ذلك كاميرات الفيديكون او بواسطة قياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء Infrared Radiometer او اجهزة الكشف الحرارية Thermal Detectors او اجهزة الكشف الفوتونية Photon Detectors . وتحول اجهزة التحسس هذه الصورة الارضية الى اشارات كهربائية لامكان تحميلها على قنوات مواصلات باستعمال تضاعف الارسال Multiplexing وارسالها كقراءات مباشرة ليلا ونهارا بالاضافة الى تسجيل صوري يبقى على ظهر السفينة الفضائية . وتلخص اجهزة التحسس المستعملة لتصوير سطح الارض وجمع المعلومات الفيزيائية كالآتي :

---

* تعتبر من توابع علوم البيئة والحياة Ecological Satellite

3 . 1 . **الارسال التلقائي للصورة واجهزة كاميرات فيديكون المتقدمة** APT and AVCS

تلتقط كاميرات الفيديكون المتقدمة صور بدقة عالية وزاوية عريضة نهارا لسطح الارض والغيوم المحيطة بها وترسل الصور التلفزيونية الى الارض للاستفادة منهم في التنبؤات الجوية بثلاثة طرق كالآتي :

أ . التسجيل الصوري على جهاز التسجيل .

ب . اعادة التشغيل عند الطلب .

جـ . الارسال المباشر للصورة .

وتمسح هذه الاجهزة الصورية سطح الارض وما يحيطها بصورة بطيئة حيث يتم المسح من قبل كاميرات فيديكون بمعدل 240 خط بالدقيقة او اربعة خطوط بالثانية ومجموع الخطوط الكلية للصورة يبلغ 800 خط .

وهناك فترة زمنية قصيرة بين الصور لارسال معلومات الاشعة تحت الحمراء . تبث اجهزة الارسال التلقائي للصورة APT في زمن حقيقي (مباشرة) صورا للقسم المضيء من سطح الكرة الارضية وتفتح كاميرات الفيديكون عدساتها بصورة تلقائية بواسطة كاشف دائرة الافق Horizon Detector اضافة الى مفتاح زمني عندما تقابل الكاميرا سطح الارض . وترسل الاشارات الصورية بصورة تلقائية الى المحطات الارضية على حاملة ثانوية بتردد قدره 2400 هيتز باستعمال تعديل السعة AM ومحملة على حاملة رئيسية ذات الترددات العالية جدا VHF بذبذبة مقدارها 137ر5 و 137ر62 ميكاهيتز باستعمال التردد المعدل FM : وفي كل مدار كامل واحد للتابع حول الارض تأخذ ثمانية صور بتداخل مقداره 30٪ بين الصور المتتالية كما يمكن زيادة او نقصان عدد الصور المأخوذة لسطح الارض بأمر من محطات السيطرة الارضية .

3 . 2 . **اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية** . S.R.

تقيس هذه الاجهزة درجات حرارة الارض واعالي الغيوم ليلا ونهارا لارسالها الى المحطات الارضية المستلمة لاشارات الارسال التلقائي للصورة (بينما صور كاميرات فيديكون المتقدمة تشتغل خلال وجود ضياء الشمس) .

استعملت هذه الاجهزة اولا على سلسلة تاروس من التوابع الجوية لاخذ صور ليلا ونهارا لسطح الارض في كل من الاشعة دون الحمراء والجزء المرئي من الطيف . استعمل الطيف الضوئي (بين الموجات الدقيقة وموجات اشعة اكس) وعلوم البصريات لمسح سطح الارض خلال دوران التابع حولها ويتم انعكاس الاشعة بواسطة موشور واقراص مرآتية . واستعملت لهذا الغرض خمسة قنوات من الطيف الضوئي كالآتي :

من 0ر55 والى 0ر75 مايكرون (من الف من مليمتر) – لمسح سطح الارض في النهار (الجزء المضيء)

من 0ر2 والى 6 مايكرون – للاشعاعات الشمسية المنعكسة .

من 6 والى 6ر5 مايكرون – لامتصاصات بخار الماء .

من 8 والى 30 مايكرون – للاشعاعات الحرارية Thermal Radiations ونافذة لطبقة الجو الهوائي At mospheric Window

واستعملت اجهزة قراءة حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء المتوسطة والعالية MRIR and HRIR للقراءات المباشرة التي مازالت تحت التطوير وكذلك اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR والتي ستناقش في القسم الرابع من هذا البحث .

3 . 3 . **اجهزة ارسال الصور الطقسية التقليدية** WEFAX

هي اجهزة مؤتلفة لاجهزة الارسال التلقائي للصورة احتوتها توابع اتس – 1 واتس – 3 وسمس – أ وستحملها التوابع القادمة . يمكن اعادة ارسال اشارات الصورة الطقسية التقليدية للتحليل من والى المحطات الارضية التابع على موجات الذبذبات المتناهية العلو UHF وبتردد قدره 1ر690 جيكاهيتز اضافة الى موجات الذبذبات الدقيقة band – S والمعلومات عن هذه الاجهزة محددة ومقيدة التوزيع حاليا . وقد تم تجربة استلام اشارات الصور الطقسية التقليدية من اتس – 1 واتس – 3 على موجات الذبذبات العالية جدا VHF بذبذبة قدرها 135ر6 ميكاهيتز .

3 . 4 . **اجهزة قياس حرارة النجوم الاشعاعية ذات التحليل العالي جدا** VHRR

حملت هذه الاجهزة لاول مرة على ظهر سفينة نويي – 3 (اتوس – دي) وتقدم هذه الاجهزة بيانات بدقة عالية جدا من المعلومات والتفاصيل عن اجزاء مختارة من سطح الارض الى درجة من الدقة يبلغ نصف ميل بحري (او 95ر0 كم) . ويمكن تسجيل هذه المعلومات على سطح السفينة لارسالها حين الطلب وامكان ارسالها مباشرة الى المحطات الارضية حسب الاوامر . واستعمل قسمان من الاشعة لهذا الغرض الجزء المرئي 6ر0 الى 7ر0 مايكرون من الاشعة والثاني من 5ر10 والى 5ر12 مايكرون من الاشعة تحت الحمراء وكل منهم بعرض حزمة يبلغ مقدارها 35 كيلوهيتز . وتحتوي هذه الاجهزة على محلل معلومات واحد ومسجل شريطي ومرسلتان للموجات الدقيقة . وتستعمل هذه الاجهزة طرق تقسيم الزمن لمضاعفة الارسال Time Multiplexing عند الاشتغال بالطرق الاعتيادية وطرق تقسيم التردد لمضاعفة الارسال Frequeney Multiplex عند الاشتغال في صيغة ارجاع المعلومات . وتمسح مرايا هذه الاجهزة سطح الارض بمعدل 400 خط بالدقيقة . ويتم الارسال باستقطاب دائري يميني على حاملة بتردد قدره 1ر6975 جيكاهيتز .

3 . 5 . **اجهزة المسح الدوارة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء** VISSR

حملت هذه الاجهزة على سفن سمس SMS لتجهيز صور الاشعة المرئية بدرجة عالية من الدقة وصور الاشعة تحت الحمراء . وتأخذ الصور بواسطة مزج حركة دوران السفينة وعمل جهاز المسح الميكانيكي التدرجي بثلاثة اساليب (وسيتوفر عدد اكبر بالمستقبل) ، وترسل الاشارات الصورية محملة باستعمال طريقة زحزحة طور الاشارة – الثنائي الطور BI phased PSK على الموجات الدقيقة كالآتي :

أ . الاسلوب المرئي ، بدقة 800 م × 800 م ، وبمعدل 1ر8 مليون نبضة لكل بث باستعمال زحزحة طور الاشارة 8 . 1 Mbits/PSK transmission .

ب . احد اساليب الاشعة تحت الحمراء ، بدقة 4ر6 كم × 2ر3 كم ، وبمعدل 500 الف نبضة لكل مجموعة معلومات مخزونة 500 Kbits/acc. data .

جـ . الاسلوب الاخر من الاشعة تحت الحمراء ، بدقة 4ر6 كم × 4ر6 كم ، وبمعدل معلومات يبلغ 33 الف نبضة بالثانية 33 kb/s .

3 . 6 . **اجهزة المراقبة البروتونية الشمسية** SPM

تستعمل هذه الاجهزة لقياس نشاطات تدفق البروتونات والالكترونات قرب سطح الارض Proton and Electron Flux Activities وتسجيل معلومات دورة كاملة للتابع حول الارض وارسال هذه المعلومات الى المحطات الارضية عند المرور فوقها او حين الطلب من محطات السيطرة والاحراز الارضية CDA على موجة الترددات العالية

جدا بتردد قدره 136ر77 ميكاهيتز . وقد حملت هذه الاجهزة على سفن اسسا لارسال ، بالافضلية ، تحذيرات العواصف البروتونية الشمسية Solar Proton Storms اضافة الى قياسات وتنبؤات فعاليات اللمعان الشمسي Solar Flare Activities التي تسبب خطرا على سفن الفضاء المجندة وتداخلا مع موجات المواصلات اللاسلكية .

وتحتوي هذه الاجهزة على ستة كواشف Detectors لقياس التدفق في عدة مجالات كالآتي :

كاشف 1 و 2 و 3 بمجال رصد نصف دائري لكشف البروتونات في طاقة 60 و 30 و 10 مليون الكترون – فولت MeV على التوالي .

كاشف 4 بمجال رصد يبلغ 13° لكشف البروتونات في حدود 100 والى 750 الف الكترون – فولت .

كاشف 5 و 6 بمجال رصد يبلغ 40° لكشف جزئيات الفا في حدود 12ر5 مليون الكترون – فولت والبروتونات في حدود 27ر0 والى 60 مليون الكترون – فولت .

يواجه كواشف 1 ، 2 ، 3 ، 6 الشمس دائما وبصورة عمودية على مسار التابع ليكون محور الرصد عموديا على المجال المغناطيسي الارضي . ويواجه كواشف 4 و 5 الارض دائما ليكون محور الرصد موازيا للمجال المغناطيسي الارضي . وتقوم الدوائر الالكترونية بتعديل معطيات الكواشف وتحولهم الى اشارات عددية غير راجعة للصفر Non Return to Zero (NRZ) Digital للتحليل .

3 . 7 . **اجهزة كاميرات فيديكون ذات الشعاع الراجع RBVCS واجهزة المسح المتعددة الطيف MSS**

حملت هذه الاجهزة على متن توابع ارتس (لاندسات) لارسال صورة ملونة لمساحات صغيرة من سطح الارض تبلغ 160 × 160 كم اما بالجزء المرئي من الاشعة (كاميرات فيديكون ذات الشعاع الراجع) بحدود 48ر0 والى 83ر0 مايكرون – الازرق والاخضر والاحمر – او في اربعة اجزاء من الاشعة تحت الحمراء (اجهزة المسح المتعددة الطيف) في حدود 5ر0 الى 1ر1 مايكرون . تخزن وترسل وتحلل كافة المعلومات بصيغ عددية Digital Form .

3 . 8 . **اجهزة قياس ثانوية VTPR and FPR**

حملت التوابع الطقسية اجهزة علمية مختلفة اخرى للقياسات ودراسة الطبقات الآيونية المحيطة بسطح الارض ومنها :

أ . اجهزة قياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاحترار العمودي الجانبي VTPR :—

وجربت لاول مرة على توابع نومبس لجمع قياسات الاحترار العمودي للاجواء المحيطة بسطح الارض وحساب درجات حرارتها باستعمال فواصل زمنية ضيقة وبقنوات مختلفة وبدقة قدرها 5ر30 كم .

ب . جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية المسطح FPR : حملت على توابع اتوس لقياس مقدار الحرارة المشعة الى الفضاء من الكرة الارضية ومقارنة هذه القياسات مع المقدار المعلوم الصادر من الشمس Solar Input الى الارض ، ويبيح هذا تعريف مقدار الحرارة الممتصة من الارض ، والملاحظات على المدى البعيد ستوضح فيما اذا كانت الكرة الارضية تسخن او تبرد بمرور الزمن .

4 . **اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR Sensor Subsystems**

تعرف هذه الاجهزة ايضا على سفن الفضاء اسسا ونويبي باجهزة القراءات المباشرة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء DRIR . وهي اجهزة ارسال بالزمن الحقيقي RTTS . واستعملت هذه الاجهزة في

سلسلة نومبوس من التوابع الصناعية لقياس وتسجيل درجات حرارة سطح الارض والغيوم المحيطة بها ليلا ونهارا (24 ساعة) وارسال صور نموذجية باستعمال طرق المسح بواسطة المرايا العاكسة وكاشف حراري للاشعة تحت الحمراء الذي يقيس درجات الحرارة ويظهر المساحات الباردة في ظل كاشف ويظهر المساحات الحارة في ظل غامق . وتحتوي هذه الاجهزة على قناتين في جزئين من حزمة الاشعة وهما .

أ . الجزء المرئي من الاشعة – للاشعاعات المنعكسة خلال النهار من الارض في الجزء من 52ر0 والى 73ر0 مايكرون من حزمة الاشعة .

ب . جزء من الاشعة تحت الحمراء – للاشعاعات المنبعثة من الارض ليلا ونهارا في الجزء من 5ر10 والى 5ر12 مايكرون من الاشعة .

وتتركب هذه الاجهزة من الاجزاء الرئيسية التالية :

1 . الاجهزة البصرية : وتتكون من مرآة مسح بيضوية الشكل تدور بمعدل زاوي مقداره 48 دورة بالثانية ومميل 45 درجة عن محور المسح وهذه السرعة تثبت بطرق ميكانيكية ودوائر سيطرة الكترونية وتبلغ مساحة المرآة 4ر100 سم² وتجمع الطاقة المشعة من خلال مشقق ثنائي للحزمة وعدسات توصيلية الى مجال صوري فجائي IFOV يبلغ مقداره 3ر5 ملي زاوية نصف قطرية Milliradians وقياس الطاقة الحرارية الاشعاعية بواسطة مقاومة حرارية Thermistor Polometer لطاقة الاشعة تحت الحمراء. وكاشف ضوئي جهدي سليكوني Silicon photo voltaic لطاقة الاشعة المرئية بمجال صوري فجائي IFOV يبلغ مقداره 8ر2 مللي زاوية نصف قطرية .

2 . جهاز تحليل Processor : يمزج هذا الجهاز الشفرة الزمنية Time Code مع المدلولات المقاسة من بعيد Telememetry Data لكل من اشارات قناة الاشعة المرئية وقناة الاشعة تحت الحمراء لغرض تسجيلها وارسالها .

3 . جهاز تسجيل صوري ذو ثلاثة اوجه تسجيل : يسجل على الوجه الاول صور الاشعة تحت الحمراء ويمكن اعادة تشغيلها من نفس الوجه . وتسجل صور الاشعة المرئية ويعاد تشغيلها على الوجه الثالث واما الوجه الثاني فيستعمل لتسجيل تردد نغمة الرفرفة والدفيف Flutter and Wow Tone بتردد قدره 125ر3 هيتز لغرض فحص سرعة المسجل . ويستعمل المسجل الصوري سرعة قدرها 875ر1 انج بالثانية عند التسجيل وسرعة قدرها 30 انج بالثانية عند اعادة التسجيل (اي ستة عشر مرة بقدر سرعة المسجل عند التسجيل الصوري) . ويمكن التسجيل على كل من الاوجه الثلاث لمدة 145 دقيقة متواصلة اي مايقارب زمن استحصال معلومات من دوران التابع حول الارض مرتين .

تمسح المرآة الارض في دورة كاملة من خط افق الى خط افق آخر مرة واحدة في حالة اجهزة القراءات المباشرة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء DRIR ومرتان في حالة اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR لاعطاء معلومات عن خط مسح واحد من الصورة وفي خلال هذه الفترة يتحرك التابع في مداره مسافة قدرها خمسة اميال بحرية تقريبا .

وترسل معلومات واشارات اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR في زمن حقيقي في كل من اشعة الجزء المرئي وتحت الحمراء وباستعمال تقسيم الزمن لارسال كلا الاشارتين وتحمل الاشارات الصورية على حاملة ثانوية بتردد قدره 2400 هيتز باستعمال تعديل السعة AM وحاملة رئيسية على موجات الترددات العالية جدا VHF بتردد قدره 137ر5 ميكاهيتز وباستعمال التردد المعدل FM وبهذه الطريقة سيتوفر اتصال دائمي

لمدة 12 ساعة لكل قناة (بينما يتوفر اتصال لمدة 24 ساعة لكل قناة في اجهزة القراءات المباشرة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء DRIR) . ترسل اشارات قناة الاشعة تحت الحمراء بصورة مباشرة بينما تسجل اشارات القناة المرئية ليعاد تشغيلها بعد فترة زمنية مقدارها 0ر625 ثانية او نصف الفترة الزمنية اللازمة لدوران مرآة المسح بعد ذلك (1ر25 ثانية بالنسبة لاشارات الـ DRIR) وستناقش هذه الاشارات بصورة مفصلة اكثر في القسم الخامس من هذا البحث كما يمكن استلام هذه الاشارات بواسطة محطات استلام اشارات الارسال التلقائي للصورة APT مع بعض التغييرات .

5 . **شكل وتفاصيل الاشارات المستلمة من اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة** DRSRS SIGNAL FORMT

يدور التابع الطقسي نويبي – 3 (اتوس – دي) في مدار شمسي متزامن على ارتفاع 1464 كم (790 ميل بحري) فوق سطح الارض ينحني 7ر101 درجة وتبلغ فترته العقدية Nodal Period 14ر115 دقيقة ويقطع خط الاستواء باتجاه الشمال في الساعة 15 والساعة 21 بالتوقيت الشمسي المحلي Local Solar Time . ويحمل القمر جهازين من اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR وجهازين من اجهزة قياس حرارة النجوم الاشعاعية ذات التحليل العالي جدا VHRR كأجهزة احساس رئيسية بالاضافة الى جهاز مراقبة بروتوني شمسي واحد SPM كجهاز احساس ثانوي .

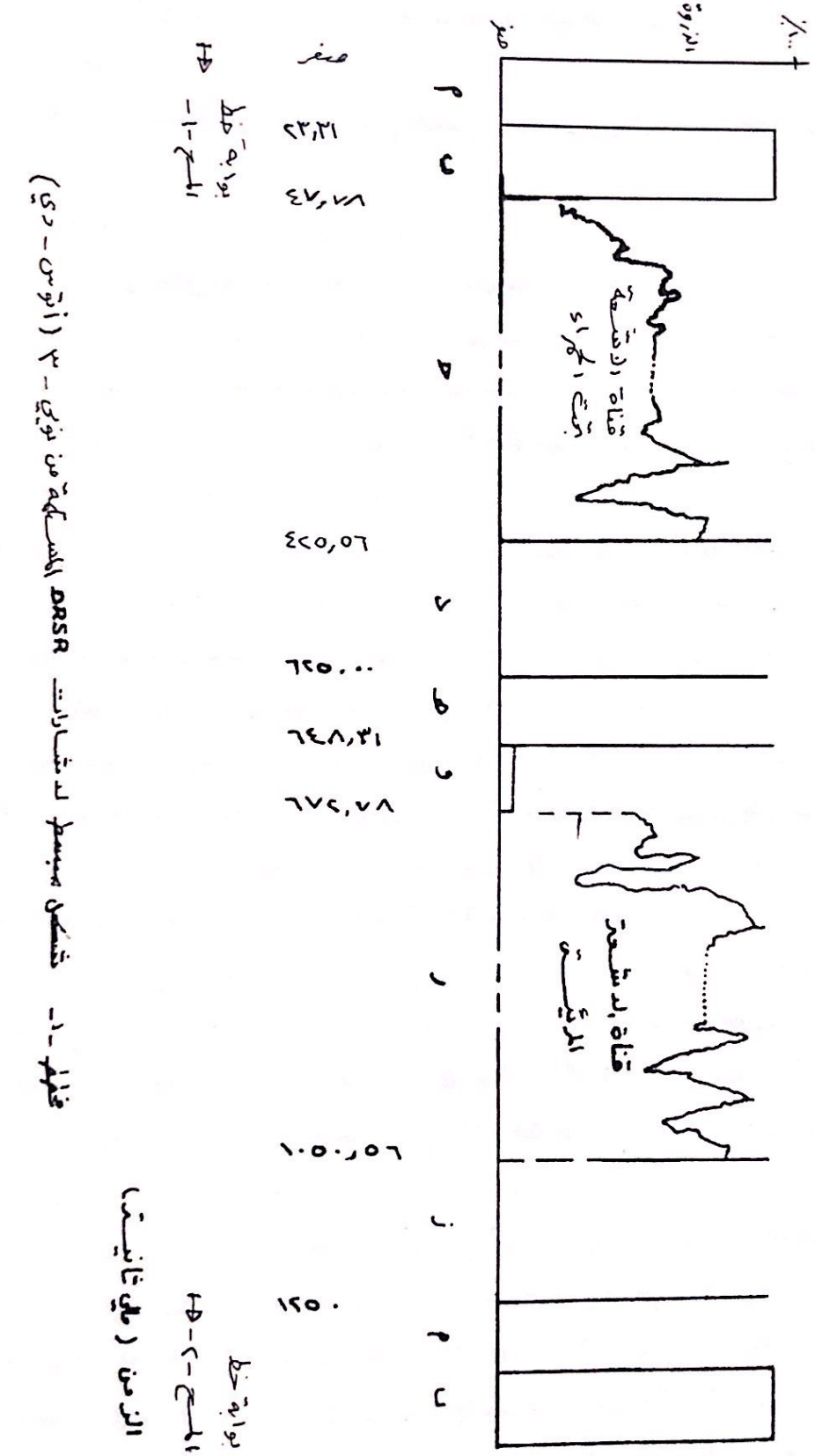
يحتوي كل من اجهزة المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة DRSR على قناتين بطرق تقسيم الزمن لمضاعفة الارسال Time Multiplexing احدهما القناة المرئية من حزمة الاشعة المضيئة من 5ر0 والى 7ر0 مايكرون من الطيف والاخرى قناة الاشعة تحت الحمراء بحدود 5ر10 والى 5ر12 مايكرون من الطيف .

تمسح كل من القناة المرئية وقناة الاشعة تحت الحمراء سطح الارض في حوالي 0ر37778 ثانية اوفي الزمن الذي تستغرقه المرآة للدوران دورة كاملة خلال 360 او 1ر25 ثانية وخلال الفترة المتبقية (1/3 زمن دوران المرآة) تضاف معلومات السيطرة البعيدة المدى واشارات التزمين الى الاشارات الصورية وتستغرق كل قناة على انفراد 0ر625 ثانية (اي نصف زمن دوران المرآة دورة كاملة) لارسال معلوماتها الى الارض وترسل معلومات قناة الاشعة تحت الحمراء رأسا بينما تسجل معلومات القناة المرئية لترسل بعد 0ر625 ثانية بعد ذلك (اي بعد نصف فترة دوران المرآة) .

يوضح مخطط (1) شكل مبسط لتفاصيل الاشارات المركبة المرسلة من تابع نويبي – 3 وترسل هذه الاشارات المركبة على حاملة ثانوية بتردد قدره 2400 هيتز باستعمال تعديل السعة AM وبذروة تعديل قدرها 90٪ وعلى حاملة رئيسية على موجة الترددات العالية جدا بتردد قدره 5ر137 و 62ر137 ميكاهيتز باستعمال تعديل التردد FM وتبلغ قدرة المرسلة خمسة واطات وعرض حزمة الصورة حوالي 600 هيتز لقناة الاشعة تحت الحمراء و 1200 هيتز للقناة المرئية لاغراض تحليل الاشارات الكترونيا .

تبدأ الاشارات الكهربائية لمعلومات الصورة الارضية في كل قناة كما هو موضح في مخطط (1) بسبعة نبضات متزامنة بأمد قدره 31ر23 ملي ثانية وبمعدل قدره 300 هيتز ويتبعه زمن مسحي ما قبل جزء المسح الارضي مقداره 47ر24 ملي ثانية بذروة مقدارها 96٪ (مستوى البياض White Level) لقناة الاشعة تحت الحمراء او ذروة قدرها 4٪ (المستوى الاسود Black Level) للقناة المرئية . وتحتوي الاشارات المركبة كذلك على فترة ترامنية ما بعد المعلومات الارضية بأمد قدره 10 ملي ثانية بمستوى اشاري مقداره صفر قبل وبعد نبضات اعادة التسجيل الذي يبلغ

امدها 30 ملي ثانية . واما قسم مدلولات القياس البعيد فتحتوي على خمسة تدرجات جهدية لقناة الاشعة تحت الحمراء و 25 خط مسح للقناة المرئية (11 خط مسح لمدلولات القياس البعيد لتعيير خروجية الاشعة تحت الحمراء و 14 خط مسحي لتدرجات تعييرية جهدية) ويخصص في هذا الوقت لارسال معلومات التعيير والقياسات .



فيلم ١- خليط مبسط لـ شارات DRSR المستلمة من نوبي - ٣ (أغسطس - دي)

تفاصيل مخطط (1)

(أ) سبعة نبضات تزامنية بمعدل 300 هيتز في بداية كل خط مسح من قناة الاشعة تحت الحمراء .

(ب) فاصل ماقبل قسم النظر الارضي (بارد) ، ذروة مقدارها 96٪ .

(جـ) معلومات صورية لقناة الاشعة تحت الحمراء .

(د) معلومات سيطرة وتعيير وتحتوي : فاصل مابعد قسم النظر الارضي ، شباك القياسات البعيدة المدى (تدرجات جهدية للتعيير) . النبض الخلفي (نبض تزامني لاعادة التشغيل) ، النبض الامامي . المسح الخلفي ، ومعلومات التداخل . زمن نقاهة للاجهزة .

(هـ) سبعة نبضات تزامنية بمعدل 300 هيتز في بداية كل خط مسح من القناة المرئية .

(و) فاصل ماقبل قسم النظر الارضي بذروة قدرها 4٪ .

(ز) معلومات صورية لقناة الاشعة المرئية .

(ز) معلومات سيطرة وتعيير «مشابهة للفقرة (د) اعلاه» .

(أ) سبعة نبضات تزامنية بمعدل 300 هيتز (بداية الخط المسح الثاني لقناة الاشعة تحت الحمراء) .

6 . الخلاصة

يعتبر استخدام التوابع الصناعية لغرض التنبؤ بالظروف الجوية ودراسة سطح الارض والطبقات الآيونية المحيطة بها قفزة نوعية هائلة في تقديم معلومات دقيقة عن سطح الارض والفضاء الخارجي . وينعكس هذا التطور على الكثير من اوجه الحياة المختلفة الزراعية والهندسية والاقتصادية والعلمية . ومن ثم بات استخدام مثل هذه التوابع ضرورة بشرية لا يمكن اغفالها او تجاوزها في مجالات كثيرة .

7 – المصطلحات الرمزية

– الارسال التلقائي للصورة	A.P.T. - Automatic Picture Transmission
– اجهزة كاميرات فيديكون المتقدمة	A.V.C.S. - Advanced Vidicon Camera Systems
– توابع العلوم التطبيقية (اتس)	A.T.S. - Applied Technology Satellites
– السيطرة واحراز المعلومات	C.D.A. - Command and Data Aquisitions
– القراءات المباشرة لمقسم الصورة .	D.R.I.D. - Direct Readout Image Disector
– جهاز القراءة المباشرة لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء	D.R.I.R. - Direct Readout Infrared Radiometer
– جهاز المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية للقراءات المباشرة	D.R.S.R. - Direct Readout Scanning Radiometer
– منظمة الفضاء الاوربية	E.S.O. - European Space Oragnisation
– وكالة الفضاء الاوربية	E.S.A. - European Space Agency
– توابع العلوم التطبيقية لموارد الارض	E.R.T.S. - Earth Resources Technology Satellites
– مصلحة خدمات العلوم البيئية (اسسا)	E.S.S.A. - Environmental Science Services Administration

G.O.E.S. - Geostationary Operational Environmental Satellites	– جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية المسطح
H.R.I.R. - High Readout Infrared Radiometer	– التوابع البيئية الثابتة مع دوران الارض (جويس)
M.R.I.R. - Medium Readout Infrared Radiometer	– جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء العالي
I.F.O.V. - Instantaneous Field Of View	– جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء المتوسط
I.T.O.S. - Improved TIROS Operational Satellites	– مجال الصورة الفجائي
M.S.S. - Multi Spectral Scanner	– توابع التلفزة والملاحظات بالاشعة تحت الحمراء العاملة والمحسنة (آتوس)
N.A.S.A. - National Aeronautics and Space Administration	– جهاز مسح متعدد الطيف
N.O.A.A. - National Occanic and Atmospheric Administration	– مصلحة الفضاء والملاحة الجوية الوطنية
R.B.V.C.S. - Return Beam Vidicon Camera Sensor	– المصلحة الوطنية للانواء الجوية والمحيطات (نويي)
R.T.T.S. - Real Time Transmitting Systems	– اجهزة كاميرات فيديكون ذات الشعاع الراجع
S.M.S. - Synchronous Meteorological Satellites.	– اجهزة الارسال بالزمن الحقيقي
S.P.M. - Solar Proton Monitor	– التوابع الطقسية المترامنة (سمس)
S.R. - Scanning Radiometer	– جهاز مراقبة بروتوني شمسي
S.R.S.S. - Scanning Radiometer Sensor Systems	– جهاز المسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية
S.S.C.C. - Spin Scan Cloud Cameras	– اجهزة التحسس والمسح بقياس حرارة النجوم الاشعاعية
T.I.R.O.S. - Television and Infra-Red Observation Satellites	– الكاميرات الدوارة لمسح الغيوم
T.O.S. - TIROS Operational Satellites	– توابع التلفزة والملاحظات بالاشعة تحت الحمراء (تاروس)
V.I.S.S.R. - Visual Infrared Spin Scan Radiometer	– توابع التلفزة والملاحظات بالاشعة تحت الحمراء العاملة (توس)
V.H.R.R. - Very High Resolution Radiometer	– جهاز المسح الدوار لقياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاشعة تحت الحمراء المرئية
V.T.P.R. - Vertical Temperature Profile Radiometer	– جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية ذات التحليل العالي جدا
WEFAX - Weather Facsimile.	– جهاز قياس حرارة النجوم الاشعاعية بالاحترار العمودي الجانبي
	– ارسال الصور الطقسية التقليدية

1. Proc. I.R.E., 48, April 1960, pp. 433-845.
2. Albert, G.A., (characteristics of Direct Scanning Radiometer Data), Supplement 1 to NESC Technical Memoraddum NECTM 7 The Improved Tiros Operational Satellite., U.S. Department of commerce, Washington D.C., April 1969.
3. NASA, General A.P.T. Information Note No.2, US. Department of Commerce, June 1st 1971.
4. NASA, A.P.T. Information Note 70-9, U.S. Department of commerce, July 6th 1971.
5. Schwalb, A., (Modified Version of the Improved Tiros Operational Satellite (1TOS-D-G)), NOAA Technical Memorandum NESS 35, U.S. Department of Commerce, April 1972.
6. Vermillion, C.H., (Weather Satellite Picture Receiving Stations), A report NASA-SP 5080, U.S. Department of commerce, 1969.
7. Fordyce, D.V., (Synchronous Meteorological Satellite Program), NASA, G.S.F.S., Maryland, 1971.
8. Science Horizon, (Earth Resources Satellites Big Benefits from Mankind), U.S. Information Service, London, No. 129, December 1971.
9. Stubbs, P., (Remote Sensing Sans Satellites) New Scientist, 52, No. 774, pp. 148-150, 16th December 1971.
10. U.S. Government Printing Office, (ITOS Night-Day Meteorologitical Satellites), Superintendent of Decuments, Washington D.C.
11. Wireless World, (Space News):
    Volume 80, 1974, pp. 288.
    81, 1975, pp. 174.
    82, July 1976, pp. 59.
12. JASIM, S.H. Quboa, (FSS gives Improved Satellites Pictures), Electronic Engineering, 44, No. 534, pp. 12-13, August 1972.
13. JASIM, S.H. Quboa, (The Detection of the 300 Hz Weather Salellites Pulses), Electronic Engineering (London), February 1978.
14. سالم حامد جاسم قبع ، قاموس مصطلحات ورموز الاجهزة الالكترونية للأتصالات اللاسلكية (تحت الطبع)