A

الأمم المتحدة

Distr.
LIMITED

A/CONF.184/BP/3
26 April 1998
ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

الجمعية العامة

ادارة موارد الأرض

ورقة خلفية ٣

القائمة الكاملة للورقات الخلفية :

١ - الأرض وبيئتها في الفضاء

٢ - التنبؤ بالكوارث والانذار بحدوثها وتخفيف آثارها

٣ - ادارة موارد الأرض

٤ - النظم الساتلية للملاحة وتحديد المواقع

٥ - الاتصالات الساتلية وتطبيقاتها

٦ - علوم الفضاء الأساسية وبحوث الجاذبية الصغرى وفوائدها

٧ - الجوانب التجارية لاستكشاف الفضاء ، بما في ذلك الفوائد العرضية

٨ - نظم المعلومات للبحوث وتطبيقاتها

٩ - بعثات السواتل الصغيرة

١٠- التعليم والتدريب في علوم وتكنولوجيا الفضاء

١١- الفوائد الاقتصادية والاجتماعية

١٢- تعزيز التعاون الدولي

V.98-52828

المحتويات

	الفقرات	الصفحة
تصدير		٣
موجز		٤
أولا - النظم الساتلية لرصد موارد الأرض	١-١٠	٥
ألف - النظم التشغيلية الرئيسية الراهنة	٤-٦	٦
باء - الأنظمة الجديدة والمقبلة	٧-٩	٨
ثانيا - تطبيقات الاستشعار عن بعد والفوائد ذات الصلة	١٠-٤٧	١١
ألف - الاحتياجات من المعلومات	١٠-١٢	١١
باء - المزايا المتفوقة للاستشعار عن بعد باستخدام السواتل	١٣-١٨	١٢
جيم - التطبيقات	١٩-٢١	١٤
دال - الفوائد التي تعود على المجتمع	٢٢-٤٨	١٦
ثالثا - التعاون الدولي	٤٩-٥٤	٢٤
ألف - البرامج البيئية العالمية	٤٩-٥٠	٢٤
باء - التعليم والتدريب ونقل التكنولوجيا	٥١-٥٢	٢٥
جيم - التنسيق الدولي لرصد الأرض	٥٣	٢٦
دال - الوصول الى البيانات الدولية	٥٤	٢٦
رابعا - مسائل مختارة تهم الدول الأعضاء	٥٥-٦٤	٢٦
ألف - نقل التكنولوجيات التشغيلية بشكل فعال	٥٥-٥٨	٢٦
باء - الوصول الى البيانات	٥٩-٦١	٢٨
جيم - الخدمات التشغيلية في مجال الاستشعار عن بعد	٦٢-٦٤	٢٨

الجداول

١ -	النظم الساتلية الرئيسية العاملة حاليا والمستخدمة بانتظام فيما يتعلق بادارة موارد الأرض	٧
٢ -	المواصفات الرئيسية لنظم السواتل الرادارية الرئيسية العاملة حاليا (ذات الموجة الصغرية)	٨
٣ -	النظم الساتلية التي تشتمل على قدرات مفيدة فيما يتعلق بادارة موارد الأرض والمقرر أن تطلق خلال الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٠ من قبل وكالات تدعمها الحكومات	٩
٤ -	نظم ساتلية تجارية أطلقت حديثا أو خطط لاطلاقها	١٠
٥ -	أطوال الموجات المستخدمة في الطيف الكهرومغناطيسي بصورة روتينية لمختلف تطبيقات الاستشعار عن بعد	١٥

تصديـــر

وافقت الجمعية العامة في قرارها ٥٦/٥٢ على انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة الثالث المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية (اليونيسبيس الثالث) بمكتب الأمم المتحدة في فيينا من ١٩ الى ٣٠ تموز/يوليه ١٩٩٩ بصفة دورة استثنائية للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية تتاح المشاركة فيها لجميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة .

وستكون الأهداف الرئيسية لليونيسبيس الثالث ما يلي :

(أ) ترويج الوسائل الفعالة لاستخدام التكنولوجيا الفضائية في المساعدة على حل المشاكل ذات الأهمية الاقليمية أو العالمية ؛

(ب) تعزيز قدرات الدول الأعضاء ، ولاسيما البلدان النامية ، على استخدام تطبيقات بحوث الفضاء من أجل التنمية الاقتصادية والثقافية .

وستكون أهداف اليونيسبيس الثالث الأخرى ما يلي :

(أ) اتاحة الفرص للبلدان النامية لتحديد احتياجاتها من التطبيقات الفضائية الخاصة بالأغراض الانمائية ؛

(ب) النظر في سبل لتعجيل استخدام الدول الأعضاء التطبيقات الفضائية لتعزيز التنمية المستدامة ؛

(ج) تناول المسائل المختلفة المتصلة بالتعليم والتدريب والمساعدة التقنية في علوم وتكنولوجيا الفضاء ؛

(د) اتاحة محفل مفيد لاجراء تقييم نقدي للأنشطة الفضائية ولزيادة وعي عامة الجمهور بمنافع التكنولوجيا الفضائية ؛

(هـ) تعزيز التعاون الدولي في مجال تطوير واستخدام التكنولوجيا الفضائية وتطبيقاتها .

وفي اطار الأنشطة التحضيرية لليونيسبيس الثالث أعد مكتب شؤون الفضاء الخارجي التابع للأمانة عددا من ورقات الخلفية بغية تزويد الدول الأعضاء المشتركة في المؤتمر وكذلك في الاجتماعات التحضيرية الاقليمية بمعلومات عن أحدث الأحوال والاتجاهات في استخدام التكنولوجيات ذات الصلة

بالفضاء . وقد أعد مكتب شؤون الفضاء الخارجي تلك الورقات استنادا الى مدخلات مقدمة من منظمات دولية ووكالات فضائية وخبراء من جميع أنحاء العالم . وتم نشر مجموعة مؤلفة من ١٢ ورقة خلفية يكمل بعضها بعضا ، وينبغي قراءتها ككل .

ويجدر بالدول الأعضاء والمنظمات الدولية والصناعات الفضائية التي تعتزم حضور اليونيسبيس الثالث أن تنظر في فحوى هذه الورقة ، ولاسيما لدى اتخاذ قرار بشأن تشكيل وفودها ولدى اعداد المساهمات في أعمال المؤتمر .

وتعرب الأمانة بامتنان عن تقديرها للمساهمات التي قدمها عدة أخصائيين ومنظمات في اعداد واستعراض هذا التقرير ، ولاسيما الوكالة الفضائية الأوروبية ووكالة الفضاء الكندية والادارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء والادارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي والمركز الملكي للاستشعار عن بعد من الفضاء والمنظمة الهندية لبحوث الفضاء ومرصد مانيلا في الفلبين والمعهد الوطني للملاحة الجوية والفضاء في اندونيسيا وجامعة الفضاء الدولية والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية والمركز الوطني للدراسات الفضائية ولورانس فريتز وبروس فورستر بالنيابة عن الجمعية الدولية للمسح الفوتوغرافي الجوي والاستشعار عن بعد وراي هاريس ويو ، آر. راو وراي. أ. ويليامسون .

وتعرب الأمانة بامتنان عن تقديرها للمساعدة التي قدمها م.ج. رايكروفت (جامعة الفضاء الدولية في ستراسبورغ في فرنسا وجامعة كامبردج في المملكة المتحدة والمحرر التقني لورقات الخلفية ١ الى ١٠ (A/CONF.184/BP.1-10) .

موجز

يزداد عدد سكان كوكب الأرض بمعدل يربو على ٢٥٠ ٠٠٠ نسمة يوميا . وهذا النمو ، الذي يحدث معظمه في البلدان النامية ، يفرض ضغوطا هائلة لاستغلال الموارد الموجودة لتلبية احتياجات التنمية الاقتصادية والاجتماعية المتزايدة . وقد أدى استغلال الموارد الى عدة مشاكل بيئية كبيرة ولاسيما ازالة واسعة النطاق للأحراج وافراط في صيد الأسماك واتلاف موئل مصائد الأسماك وتردي التربة والتصحّر وانتشار الأمراض والآفات وتناقص التنوع البيولوجي وعدم الوصول بشكل كاف الى المياه العذبة واستنفاذ الأوزون والاحترار العالمي . وثمة اعتراف الآن بالحاجة الى ادارة موارد كوكب الأرض على نحو مستدام وحساس بيئيا . وتقدم سواتل الاستشعار عن بعد مجموعة متنوعة من المعلومات ذات أهمية أساسية لتيسير هذه الادارة .

وتعود تكنولوجيا الاستشعار عن بعد على المجتمع بفوائد كثيرة مباشرة وغير مباشرة ، من بينها (أ) وفورات في الوقت والتكاليف تنتج عن تحقيق قدر أكبر من الكفاءة والفعالية في مجموعة واسعة النطاق من أنشطة التخطيط والتشغيل والرصد بالمقارنة بالمصادر البديلة للمعلومات المماثلة مثل عمليات

المسح الفوتوغرافي الجوي ، (ب) انقاذ أعداد أكبر من الأرواح البشرية (عن طريق الامداد على نحو أفضل بالمعلومات المفيدة في ادارة الكوارث) ، (ج) تحسين نوعية الحياة (عن طريق زيادة الأمن الغذائي وتعزيز تدبير شؤون البيئة وادارة الموارد الطبيعية) ، (د) التقليل أكثر من درجة عدم التيقن في مجال اتخاذ القرارات العامة .

وعدد السواتل التشغيلية التي تحمل أجهزة استشعار مناسبة لرسم خرائط تفصيلية لموارد الأرض في ازدياد ، ويرجع ذلك جزئيا الى بدء عمليات ساتلية تجارية كاملة . كما أن استخدام البيانات التي ترسلها هذه السواتل يزداد . بيد أن معظم زيادة الاستخدام يحدث في البلدان الصناعية . وسوف يتطلب تعزيز تنمية استعمال الاستشعار عن بعد بالسواتل على المستوى العالمي معالجة عدد من مسائل السياسة العامة ، بما في ذلك تحسين الوصول الى المعلومات ، وانشاء آليات وبرامج تتيح زيادة استعمال الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل في الأنشطة الانمائية الروتينية .

أولا - النظم الساتلية لرصد موارد الأرض

١ - توجد حاليا مجموعة كبيرة من النظم الساتلية للاستشعار عن بعد تستعمل لتوفير البيانات للمساعدة في حل مسائل ذات أهمية وطنية واقليمية وعالمية . ودرجة التحليل المكاني لهذه الأنظمة تتراوح بين كيلومترات وأمتار وتسجل في أطوال موجية تتراوح بين أطوال موجات الأشعة فوق البنفسجية الى مناطق الأشعة المرئية والأشعة دون الحمراء والأشعة دون الحمراء الحرارية والموجات الصغرية من الطيف الكهرومغناطيسي . والمنطقة المعينة التي يحصل عنها جهاز استشعار على بيانات وكذلك درجة التحليل المكاني والقدرة على العودة الى تلك المنطقة (أي للفترات الفاصلة بين المرات المتتالية لرؤية الساتل لموقع معين) هي اعتبارات مهمة تحدد مدى فائدة البيانات من ناحية التطبيق في عدد من القطاعات الانمائية الرئيسية مثل الزراعة والتنقيب عن المعادن والحراجة ورصد الأخطار ومصائد الأسماك والهيدرولوجيا . وجميع النظم الساتلية تقريبا لها أنظمة جوية مناظرة ، بيد أن النظم الجوية لا تحصل على البيانات بصفة منتظمة ، ولا يمكنها أن ترى سوى مساحات محدودة من سطح الأرض .

٢ - بدأ الاستشعار المدني عن بعد من الفضاء في نيسان/أبريل ١٩٦٠ باطلاق الولايات المتحدة الأمريكية ساتل الرصد باستخدام تليفزيون الأشعة دون الحمراء (تيروس-١) (وهو سليف أولي لسلسلة السواتل التشغيلية البيئية ذات المدار القطبي (POES) التي تشغّلها حاليا الادارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (نوا)) باعتباره ساتلا تجريبيا للأرصاد الجوية . وأنتج هذا الساتل ذو المدار القطبي أول صور شبيهة بالصور التليفزيونية لسطح كوكب الأرض بطريقة منتظمة ومتكررة . وفي آب/أغسطس ١٩٦٠ أطلق جيش الولايات المتحدة الأمريكية أول ساتل له لرصد الأرض وهو ديسكفرر . وخلال الستينات أطلق كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفياتي سلسلة من سواتل الاستشعار عن بعد من أجل برامج للأرصاد الجوية والاستخبارات والهبوط على سطح القمر . وفي عام ١٩٧٢ كان الساتل المخصص لتكنولوجيا الموارد الأرضية (ERTS-1) ، الذي غُير اسمه فيما بعد الى ساتل استشعار الأرض عن بعد

لاندسات-١ ، هو أول ساتل مدني يصمم خصيصا لجمع بيانات عن سطح الأرض ومواردها . وأطلقت في الأعوام ١٩٧٥ و١٩٧٨ و١٩٨٢ و١٩٨٤ ، على التوالي ، سواتل لاحقة من هذه السلسلة هي لاندسات-٢ و-٣ و-٤ و-٥ .

٣ - خلال الفترة من عام ١٩٧٢ حتى عام ١٩٨٦ أتيحت للجمهور العام من سلسلة سواتل لاندسات فقط صور الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل . بيد أنه منذ ذلك الحين ازدادت باطراد الخيارات المتاحة لمستعملي البيانات . فقامت عدة وكالات فضائية ، بدعم من حكوماتها الوطنية ، باطلاق وتشغيل عدة نظم ساتلية أخرى لرصد موارد الأرض ، تتباين من حيث خصائصها التقنية (أي حمولتها من الأجهزة والتفاصيل المدارية ومجالات التطبيق الرئيسية) . ومازال عدد المصادر الممكنة لمعلومات الاستشعار عن بعد في ازدياد . وسوف تتوافر في المستقبل القريب نظم يمكنها التسجيل بدرجات تحليل مكاني وطيفي عالية للغاية ولها قدرات على رصد المواقع المختلفة مرات متعددة بفواصل زمنية قصيرة للغاية . وهذا سيضمن للمستعملين مرونة متزايدة في الحصول على المعلومات اللازمة في الوقت المناسب . وتتضمن الفقرات التالية نبذة عن النظم التشغيلية الحالية يليها مجمل لبعض النظم الجديدة التي ستطلق في المستقبل القريب (أي اعتبارا من مطلع عام ١٩٩٨ ، وهو وقت كتابة هذا التقرير) .

ألف - النظم التشغيلية الرئيسية الراهنة

٤ - تقدم ستة أنظمة في الوقت الحاضر معظم البيانات الراهنة لادارة موارد الأرض بصفة منتظمة . وهذه الأنظمة وتواريخ اطلاق سواتلها الأولى هي : المقياس الاشعاعي المتقدم ذو القدرة التحليلية العالية جدا التابع للادارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة ، ولاندسات ١٩٧٢ ، والنظام التجريبي لرصد الأرض (سبوت) ، ١٩٨٦ ، والساتل الهندي للاستشعار عن بعد (IRS) ، ١٩٨٨ ، والساتل المخصص لدراسة الموارد الأرضية (ERS) ، ١٩٩١ ، والساتل الياباني المخصص لدراسة موارد الأرض (JERS-1) ، ١٩٩٢ ، والساتل الكندي "رادارسات" ، ١٩٩٥ .

٥ - وكان نظام المقياس الاشعاعي ذو القدرة التحليلية العالية جدا التابع للادارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي قد صمم لتقديم معلومات من أجل دراسات الهيدرولوجيا والبحار والمحيطات والأرصاد الجوية ، وإن كانت البيانات قد استخدمت أيضا في تطبيقات رصد الأرض . وتوجد سلسلة من هذه الأنظمة في مدار الأرض ، ولكل منها دورتان (ليلية ونهارية) يوميا . وكانت أنظمة لاندسات هي أول أنظمة تصمم لتوفير تغطية عالمية لسطح الأرض بصفة منتظمة . وتحمل نظم لاندسات الحالية جهازين متعددي الأطياف للاستشعار عن بعد ذوى قدرتين على التحليل المكاني والطيفي وهما الماسح المتعدد الأطياف وجهاز رسم الخرائط الموضوعية بالاستشعار . وأطلقت أنظمة سبوت-١ و-٢ و-٣ في الأعوام ١٩٨٦ و١٩٩٠ و١٩٩٣ ، على التوالي . وهذه الأنظمة المتماثلة يمكنها الحصول على بيانات بالطرق الحساسة والمتعددة للألوان والأطياف . وأنظمة سبوت لها دورة عادية تتكرر كل ٢٦ يوما لكن يمكنها بسبب قدرتها على الرؤية الجانبية أن تعود الى رؤية أي موقع مرات أكثر تواترا (حتى مرة واحدة

كل يومين) ، ولها أيضا قدرة على انتاج أزواج من الصور المجسمة . وأطلقت أنظمة الساتل الهندي للاستشعار عن بعد (١أ و ١ب و ١ج و ١د) في الأعوام ١٩٨٨ و١٩٩١ و١٩٩٦ و١٩٩٧ ، على التوالي . وتستغرق دورتها ٢٢ يوما . وعلى متن النظامين IRS-1C و IRS-1D أجهزة استشعار حساسة للألوان ومتعددة الأطياف . ويرد في الجدول ١ خصائص أجهزة الاستشعار المركبة على متن هذه الأنظمة الساتلية الأربعة .

٦ - ويحمل رادارسات JERS-1 (الساتل الياباني المخصص لدراسة موارد الأرض) و ERS-1 و ERS-2 (الساتل المخصص لدراسة الموارد الأرضية) أنظمة استشعار عن بعد بالرادار أو بالموجات الصغرية . وهي أجهزة استشعار فاعلة لها مصادر طاقة خاصة بها ، ولذا يمكن الحصول على البيانات في أي وقت ليلا أو نهارا ، وهذا يعتمد على وضع الساتل بالنسبة الى سطح الأرض . وقد أطلق ERS-1 و ERS-2 في عامي ١٩٩١ و ١٩٩٥ ، على التوالي . وأطلق JERS-1 في عام ١٩٩٢ ورادارسات في عام ١٩٩٥ . و ERS-1 وJERS يحملان أجهزة استشعار أخرى علاوة على أجهزة التصوير الرادارية ، ولرادارسات عدد من طرائق التصوير بدرجات مختلفة من التحليل الأرضي . ويتضمن الجدول ٢ خصائص تقنية اضافية لهذه الأنظمة الثلاثة .

الجدول ١ - النظم الساتلية الرئيسية العاملة حاليا والمستخدمة بانتظام فيما يتعلق بادارة موارد الأرض

النظام	خصائصه	درجة التحليل المكاني (بالأمتار)
NOAA (A VHRR)	(٣) TIR (٢) VNIR	١ر١ كم
Landsat	(٤) VNIR	٥٦ م ٧٩م
	(٦) VNIR/SWIR	٣٠م
	(١) TIR	١٢٠م
SPOT	PAN	١٠م
	(٣) VNIR	٢٠م
IRS	PAN	٨ر٥م
	(٣) VNIR	٥ر٢٣م
	(١) MIR	٧٠م

ملاحظة : VNIR - مقياس اشعاعي للأطياف المرئية والأطياف دون الحمراء القريبة ؛ SWIR - الطيف دون الأحمر القصير الموجة ؛ PAN - حساس للألوان ؛ MIR - الطيف دون الأحمر المتوسط ؛ TIR الطيف دون الأحمر الحراري ؛ الرقم الوارد بين قوسين (...) يدل على عدد النطاقات الطيفية .

الجدول ٢ - المواصفات الرئيسية لنظم السواتل الرادارية الرئيسية العاملة حاليا (ذات الموجة الصغرية)

	ERS-1 & 2	JERS-1	رادارسات
طول الموجة	٥ر٧ سم	٢٣ر٥ سم	٥ر٧ سم
التردد	٥ر٣ جيغاهرتز	١ر٢٨ جيغاهرتز	٥ر٣ جيغاهرتز
الاستقطاب	عمودي عمودي (VV)	أفقي أفقي (HH)	أفقي أفقي (HH)
زاوية السقوط	٢٣ درجة	٣٥ درجة	٢٠-٤٩ درجة
عرض الرقعة	١٠٠ كم	٧٥ كم	٥٠٠/١٠٠ كم (الحالة العادية)
استبانة المساحة	٣٠ مترا	١٨ مترا	٢٥ مترا (الحالة العادية)
استبانة السمت	٣٠ مترا	١٨ مترا	٢٨ مترا (الحالة العادية)

باء - الأنظمة الجديدة والمقبلة

٧ - ركزت نظم الاستشعار عن بعد ، التي أنشئت بدعم حكومات وطنية ، على جمع بيانات واسعة النطاق بدرجات متوسطة ومنخفضة من التحليل أنسب لمعلومات عمومية جيدة مثل أبحاث المناخ والرصد البيئي وادارة الموارد . بيد أن الأنظمة الجديدة المزمعة أو التي أطلقها حديثا مشغّلون تجاريون حاليون أو جدد (الجدولان ٣ و ٤) تمثل اتجاها واضحا نحو درجات أعلى من التحليل المكاني والطيفي[١] (انظر أيضا ورقة خلفية ٩ (A/CONF.184/BP.9) بشأن البعثات الساتلية الصغيرة التي يتعلق عدد منها بالاستشعار عن بعد) . ولو نفذت جميع الخطط الراهنة لسواتل رصد الأرض ، سيكون هناك في المدار في سنة ٢٠٠٠ ٣١ ساتلا قادرا على توفير بيانات بدرجة تحليل قدرها ٣٠ مترا أو أفضل . وأعلى درجة تحليل مكاني للأنشطة المزمعة تبلغ ٨ر٠ م . وحيث أنه سيكون لعدد كبير من هذه الأنظمة أيضا قدرة تجسيمية فإنها ستكون قادرة أيضا على توفير نماذج رقمية للتضاريس على درجة عالية من التحليل بفواصل كونتورية معادلة تبلغ نحو مترين . وسوف تتيح درجة التحليل المكاني العالية التي تقدمها هذه الأنظمة وضع نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني ورسم خرائط لاستخدام الأراضي وليس للغطاء الأرضي . والسوق الرئيسية للبيانات الواردة من كثير من السواتل ذات القدرة التحليلية العالية تشمل ادارة المحاصيل بدقة ورسم الخرائط وتطبيقات شتى لنظام المعلومات الجغرافية (مثل التطبيقات المتعلقة بالمرافق العامة وتخطيط المدن والحراجة وادارة الكوارث) . ويزعم البائعون أن منتجات الأنظمة التجارية تتاح عموما خلال ساعات قليلة من الحصول على البيانات الساتلية . بيد أن هذا التوافر سيتوقف على مدى حصول

المستعملين على المعدات المناسبة لتكنولوجيا المعلومات التي تتيح نقل البيانات فيما يقرب من الوقت الحقيقي .

٨ - سترصد المنظومة الجديدة من سواتل رصد الأرض هيكل الغلاف الجوي وكمياءه والمحيطات وسطح الأرض والغطاء النباتي بقدر لم يسبق له مثيل من الدقة والتفصيل . وسوف تسهم عمليات الرصد هذه في التقدير الشامل لحالة نظام كوكب الأرض ، وتحدد طبيعة وسبب التغيرات الطبيعية والناجمة عن فعل الانسان في النظام العالمي على حد سواء .

٩ - مع زيادة توافر طيف واسع من البيانات الساتلية يمكن الاختيار من بينها ستلقى فكرة دمج البيانات أيضا اعترافا أوسع نطاقا . فبدلا من استخدام بيانات آتية من نظام واحد على درجة واحدة من

التحليل وفي تاريخ معين قد لا تلبي جميع احتياجات المستعمل من المعلومات سينفذ تكامل مجموعات متعددة من البيانات . وسوف تتاح برامجيات لاستخلاص المعلومات لتطبيقات معينة على النحو الأمثل .

الجدول ٣ - النظم الساتلية التي تشتمل على قدرات مفيدة فيما يتعلق بادارة موارد الأرض والمقرر أن تطلق خلال الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٠ من قبل وكالات تدعمها الحكومات

النظام	خصائصه	درجة التحليل المكاني
CBERS (١٩٩٩-٢٠٠٠)	VNIR (٤) ٢٠م ؛ ٢٦٠م ؛ PAN ٢٠م ، ٨٠م ؛ SWIR ٨٠م ؛ TIR ١٦٠م	
RADARSAT-II (٢٠٠٠)	SAR(C)	
Envisat-1 (١٩٩٩)	VNIR (١٥) ٢٥٠م ، ١كم ؛ SAR (C) ٣٠م ، ١٠٠م	
SPOT-4 (١٩٩٨)	VNIR/SWIR (٤) ، ١٠م ، ٢٠م	
SPOT 5A (٢٠٠٢)	VNIR/SWIR (٤) ١٠م ، PAN ٥م	
IRS-1D (١٩٩٧)	VNIR (٤) ٢٣ر٦م ؛ PAN ٨ر٥م ، SWIR ٧٠ر٨م ، WiFS ١٨٨م	
IRS-P5 (١٩٩٩-٢٠٠٠)	PAN ٢ر٥م	
IRS-P6 (٢٠٠٠-٢٠٠١)	VNIR (٤) ٢٣م ، VNIR (٣) ٦م ، A WiFS (٣) ٨٠ ١٠٠م	
ALOS (٢٠٠٣)	VNIR ١٠م ، PAN ٢ر٥م ، SAR(L)	
KOMPSAT (١٩٩٩)	VNIR ١٠م	
Resource-01 N4 (١٩٩٨)	VNIR (٣) ، ٢٥م	
Resource-F2M (١٩٩٨)	VNIR (٤) ٦-٩م ، تصوير فوتوغرافي	
NIKA-Kuban (٢٠٠٠)	VNIR (١) ٢-٤م ، تصوير فوتوغرافي ؛ VNIR (٩) ، ٣ ٥م ، ٦-٨م ، تصوير فوتوغرافي	
SICH-1M (١٩٩٩)	VNIR ٤٥م	
LANDSAT-7 (١٩٩٨)	VNIR/SWIR (٦) ٣٠م ؛ TIR ٦٠م ، PAN ١٥م ، ٥م ، ١٠م	

النظام	خصائصه	درجة التحليل المكاني
EOS-AMI (١٩٩٨)	VNIR (٣) ١م ؛ SWIR (٦) ٣٠م ؛ TIR (٥) ٩٠م	
EO-1 Exp-(١٩٩٩)	VNIR/SWIR (٩) ٣٠م ، PAN ١٠م ؛ H كثير الأطياف	
LightSAR (٢٠٠٠)	SAR(L)	
TOPSAT (٢٠٠١)	SAR(L)	

ملاحظة : Exp - بعثة تجريبية ؛ SWIR - طيف دون الأحمر ذو موجة قصيرة ؛ VNIR - مقياس اشعاعي للأطياف المرئية والأطياف دون الحمراء القريبة ؛ PAN - حساس للألوان ؛ (...) SAR - رادار ذو فتحة اصطناعية ونطاق (...) ؛ H - جهاز استشعار كثير الأطياف .

(أ) تواريخ الاطلاق عرضة للتغيير . ولم تذكر إلا البعثات التي يوجد فيها جهاز استشعار رئيسي واحد على الأقل يعطي استبانة حيزية أفضل من ١٠٠ متر .

الرقم الوارد بين قوسين (...) يدل على عدد النطاقات الطيفية .

الجدول ٤ - نظم ساتلية تجارية أطلقت حديثا أو خطط لاطلاقها

البعثة	خصائص جهاز الاستشعار(أ)	الاطلاق
Israel Aircraft Industries (IAI)	PAN ٣ر١م	؟
Orbview-3 (ORBIMAGE)	PAN ١م ، ٢م ؛ VNIR (٤) ٤م ، H ٨م	١٩٩٩
IKONOS-1 (Space Imaging EOSAT)	PAN ١م ؛ VNIR (٤) ٤م	١٩٩٨
IKONOS-2 (Space Imaging EOSAT)	PAN ١م ؛ VNIR (٤) ٤م	١٩٩٨
Quich Bird (Earth Watch)	PAN ١م ، ٢م ؛ VNIR (٤) ٤م	١٩٩٨
GDE Systems	PAN ٨ر٠ م	١٩٩٨
West Indian Space (EROS-A)		١٩٩٨
Resource 21	VNIR (٤) ١٠م ؛ SWIR ٢٠م ، ١٠٠م	١٩٩٩
ARIES-1	VNIR (٣٢) ٣٠م ؛ SWIR (٣٢) ٣٠م	٢٠٠٠
EROS-B1 (West Indian Space)		١٩٩٩
EROS-B2, B3 (West Indian Space)		٢٠٠٠
GEROS I,II (GER Corporation)		٢٠٠٠
GDE Systems		٢٠٠٠
CIBSAT (Kodak)		٢٠٠٠
Resource 21 -A,-B (Resource 21)		٢٠٠٠
EROS-B4, -B5 (West Indian Space)		٢٠٠١
XSTAR A (Matra-Marconi)		٢٠٠١
Orb View -3B (ORBIMAGE)		٢٠٠١

البعثة	خصائص جهاز الاستشعار[أ]	الاطلاق
GEROS-III, IV (GER Corporation)		٢٠٠١
Resource21 -C,-D (Resource21)		٢٠٠١
EROS-B6 (West Indian Space)		٢٠٠٢
XSTAR-B (Matra-Marconi)		٢٠٠٢
GEROS-V,-VI (GER Corporation)		٢٠٠٢
EROS-B6 (West Indian Space)		٢٠٠٣

ملاحظة : Exp - بعثة تجريبية ؛ SWIR - طيف دون الأحمر ذو موجة قصيرة ؛ VNIR - مقياس اشعاعي للأطياف المرئية والأطياف دون الحمراء القريبة ؛ PAN - حساس للألوان ؛ (...) SAR - رادار ذو فتحة اصطناعية ونطاق (...) ؛ H - جهاز استشعار كثير الأطياف .

(أ) ذكرت خصائص جهاز الاستشعار في حالة توافرها .

الرقم الوارد بين قوسين (...) يدل على عدد النطاقات الطيفية .

ثانيا - تطبيقات الاستشعار عن بعد والفوائد ذات الصلة

ألف - الاحتياجات من المعلومات

١٠ - يتزايد عدد سكان العالم الذي يقدر حاليا بنحو ٦ بلايين نسمة بمعدل يزيد على ٠٠٠ ٢٥٠ نسمة يوميا ، ويحدث قدر كبير من هذا النمو في البلدان النامية . وقد فرض هذا النمو ضغطا كبيرا على الموارد المتاحة ، وأسهم في عدد من المشاكل البيئية الكبرى . وتتطلب معالجة هذه المشاكل ادارة أفضل لموارد الأرض وبيئتها على أساس قدر كاف من المعلومات عن حالة أراضي العالم وسطح مياهه والمعلومات المتعلقة بالغلاف الجوي للأرض . والمعلومات المستمدة من الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل يمكن أن تسهم اسهاما كبيرا في الحصول على هذه المعرفة ، وبالتالي في تحسين ادارة الموارد المحدودة .

١١ - في حين يسهم الاستشعار عن بعد اسهاما كبيرا في تلبية الاحتياجات من المعلومات فإنه يجب التسليم بأن الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل يؤدي دورا تكميليا لوسائل أخرى للحصول على البيانات المكانية . فالمصادر الأخرى للبيانات ، بما في ذلك الخرائط الموجودة والصور الجوية والتقارير والبيانات الاحصائية والمعلومات التاريخية والمقابلات التي تجرى مع حائزي الأراضي ينبغي أن تمثل جزءا من العملية العامة لجمع البيانات . والبيانات التي يجري جمعها في الميدان وباستخدام الطائرات والمركبات الفضائية لا يمكن أن تكون ذات فائدة في النهاية إلا اذا ساعدت على تلبية حاجة الى المعلومات بتكلفة

مناسبة للمستعمل سواء كان فردا أو مؤسسة أو بلدان أو منظمة دولية . وبفهم مزاياها وأوجه قصورها يمكن للمرء أن يضع استراتيجيات يسهم فيها الاستشعار عن بعد بشكل ملحوظ في تحقيق فعالية تكاليف جمع البيانات .

١٢ - المعلومات اللازمة لدعم عملية اتخاذ القرارات في عدة قطاعات مهمة هي من بين الاحتياجات الرئيسية التي يحتاجها كثير من البلدان النامية . وهذه القطاعات هي في العادة : (أ) الموارد الطبيعية (بما في ذلك الزراعة والحراجة والمعادن والمياه ومصائد الأسماك) ؛ (ب) البيئة ؛ (ج) الموارد البشرية (بما في ذلك الخدمات التعليمية والصحية) ؛ (د) اتقاء الكوارث الطبيعية والمنازعات والتخفيف من وطأتها ؛ (هـ) منع الجريمة . وقد وضعت تطبيقات ناجحة للاستشعار عن بعد في كل من هذه القطاعات الانمائية ؛ وهي تعود على المجتمع بعدة فوائد مباشرة وغير مباشرة .

باء - المزايا المتفوقة للاستشعار عن بعد باستخدام السواتل

١٣ - يتيح الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل عدة مزايا فريدة بالمقارنة بالوسائل البديلة لجمع البيانات مثل عمليات المسح الجوية والأرضية ، وهذا يجعله أداة مثالية لتلبية احتياجات معينة من المعلومات . وتتعلق هذه المزايا عموما بما يلي :

(أ) الحصول على الصور بتكاليف أقل ،

(ب) الحصول على الصور الفضائية بسرعة وبسهولة نسبية ،

(ج) التواتر الكبير لعملية جمع المعلومات ، وهذا يؤدي الى الحصول على معلومات حالية أي حديثة ،

(د) تجانس جمع البيانات نتيجة لاستخدام جهاز واحد للحصول على البيانات عن مساحات كبيرة ،

(هـ) تغطية محسنة بالبيانات ، ولا سيما في المناطق النائية ، وعن المناطق الكبيرة ،

(و) الاستمرارية المكانية لعمليات الرصد .

١٤ - إن مزايا الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل لا تكون بالنسبة للمناطق موضع الاهتمام الكبيرة جغرافيا (مثلا بلد بأكمله) فحسب ، كما كان الحال تاريخيا ، بل أيضا بالنسبة للمناطق الصغيرة التي تبلغ مساحتها عدة كيلومترات مربعة ، كما ثبت في الفترة الأخيرة بظهور السواتل التجارية للاستشعار

عن بعد التي تقدم صورا على درجة عالية من التحليل . وهذه الأنظمة تجارية تستهدف على وجه التحديد المستعملين الذين يحتاجون الى معلومات عن مساحات صغيرة نسبيا ، ولا تكون بالنسبة لها عمليات الحصول على البيانات ولاسيما العمليات المتعددة باستخدام الطائرات فعالة من حيث التكلفة ، بسبب ما للاضطلاع ببعثات جوية من تكاليف ثابتة كبيرة . وبالمقارنة يقدر أن الخريطة المستمدة من صور رأسية ساتلية بدرجة تحليل تبلغ مترين تكلف في المتوسط في أمريكا الشمالية ما يتراوح بين نصف وثلث تكاليف الخريطة المستمدة من صور جوية . وفي الصين كشفت دراسة مقارنة للمسح الجوي وللاستشعار عن بعد باستخدام السواتل لرسم خريطة لمنطقة تبلغ مساحتها ٠٠٠ ٦٠٨ هكتار أن استعمال الاستشعار عن بعد بالسواتل قد حقق وفورات بنسبة ٥٥ و ٦٦ في المائة في تكاليف الحصول على الصور أو البيانات وفي تكاليف القوى البشرية ، على التوالي . وفي الهند تسفر تكاليف وضع خريطة متكاملة للموارد باستعمال الاستشعار عن بعد بالسواتل بالمقارنة بالطرق التقليدية (المعتمدة على الصور الجوية) عن وفورات تبلغ نسبتها ٥٢ في المائة في المتوسط . وتبين أمثلة من قطاع الزراعة في المملكة المتحدة نسب تكلفة الى العائد تبلغ ١٠:١ باستعمال البيانات المستمدة من الاستشعار عن بعد بالسواتل في برامج الرصد التشغيلي .

١٥ - يحصل كثير من النظم الساتلية غير التجارية بصورة روتينية على صور لمناطق كبيرة من كوكب الأرض . وتمثل البيانات المحفوظة مصدرا قيما للمعلومات المتسقة التي تتيح اجراء دراسات لفترات سابقة المتسلسلات الزمنية مثل تحديد مصدر تلوث بحري أو معدل نضوب مورد معين . والآن يمكن الاطلاع على محفوظات الصور الساتلية بسهولة من أماكن نائية ، بفضل نمو نظم المعلومات والانترنت ، وبذلك تحسّن وصول المستعملين في جميع أنحاء العالم الى هذه الصور . ومن أمثلة المواقع ذات الصلة في الشبكة العالمية ما يلي : مركز رصد الأرض -(www.ceo.org) ؛ اللجنة المعنية بسواتل رصد الأرض (ceos.esrin.esa.it/dossier/) ؛ والمحفوظات الساتلية النشطة - (www.saa.noaa.gov) ؛ والمعهد الأوروبي لبحوث الفضاء -(http://shark1.esrin.esa.it/informations.html) .

١٦ - ييسر الشكل الرقمي للصور وما تحققه سواتل الاستشعار عن بعد من تغطية شاملة جعل الصور منتجات تلبي مجموعة متنوعة من الاحتياجات . فيمكن بسهولة استخلاص أو تكوين صور متعلقة بمجموعة مختلفة من الأحجام (مثل موقع أو ورقة خريطة عادية أو دولة أو بلد بأكمله) باستخدام الأشكال الفسيفساء . وهذه الخاصة تتيح مثلا عمل منتجات جاهزة لنظام المعلومات الجغرافية ذات قيمة مضافة تلبي الاحتياجات المعينة لمجموعات مختلفة من المستعملين من مجموعة واحدة من الصور المصدرية . وهذا يشجع على تحقيق وفورات الحجم الكبير وتحديد أسعار تنافسية ويزيد من تحسين فعالية تكاليف الحصول على البيانات الساتلية .

١٧ - من المسلم به على نطاق واسع الآن أن كثيرا من المشاكل البيئية ذو نطاق عالمي وعابر للحدود الدولية . ولذا فإن قرارات معالجة هذه المشاكل لا يمكن أن تتخذ في عزلة . وتمثل النظم الساتلية

للاستشعار عن بعد المصدر الوحيد للبيانات الذي يمكن أن يقدم صورة شاملة ومتكاملة تتفق وحجم هذه المشاكل .

١٨ - وصل الاستشعار التشغيلي عن بعد في تطوره الآن الى مرحلة يمكن فيها للمستعمل النهائي أن يحصل بسهولة نسبية وبسرعة على صور جديدة أو محفوظة لأي منطقة جغرافية يريدها خلال فترة قصيرة نسبيا ، تتراوح بين ساعات قليلة وأسابيع قليلة . أما تنفيذ عمليات مسح جوية لمساحات مماثلة فقد يتطلب عدة أشهر .

جيم - التطبيقات

١٩ - مع اتساع المجموعة المتنوعة لمصادر بيانات الصور المستشعرة عن بعد في أطوال موجات متباينة وبدرجات تحليل فضائي مختلفة ، اختلفت تطبيقات نظم رصد الأرض من أجل ادارة الموارد الطبيعية حسبما تبين القائمة التالية :

(أ) الزراعة ، مثل اكتشاف الأمراض وتقدير الاحتياجات من المياه ؛

(ب) اكتشاف الحرائق والأخطار ورصدها ؛

(ج) الرصد والإغاثة في حالات الكوارث ؛

(د) الرصد البيئي ولاسيما حالات انسكاب البترول والتلوث به ؛

(هـ) ادارة وهندسة الموارد الساحلية ؛

(و) المعلومات المتعلقة بالأراضي وغيرها من منتجات التخطيط الحضري والاقليمي ؛

(ز) سلامة الملاحة ؛

(ح) رسم الخرائط الطبوغرافية بمقاييس رسم كبيرة ؛

(ط) الرصد الهيدرولوجي للمستجمعات الحضرية وغيرها من المستجمعات ؛

(ي) استنساب مواقع المرافق مثل الطرق والأنابيب وخطوط الكهرباء وغيرها من الهياكل الأساسية ؛

(ك) التعداد والضرائب وتقييم الممتلكات ؛

(ل) السياحة والترفية ؛

(م) الأعمال التجارية والتسويق ، بما في ذلك أبحاث السوق والعوامل الديمغرافية ؛

(ن) انفاذ القوانين ؛ حفظ السلم ورصد تنفيذ المعاهدات .

٢٠ - يرتبط مدى فائدة البيانات المستمدة من نظم رصد الأرض مباشرة بالنطاقات الطيفية المستخدمة للحصول عليها . ويتضمن الجدول ٥ قائمة بأطوال الموجات المستخدمة بصورة روتينية لاستشعار مجموعة من موارد الأرض عن بعد ، بما في ذلك الموارد التي تهتم بها البلدان النامية بصفة خاصة مثل الموارد الزراعية والحرجية والساحلية وموارد المياه العذبة . ويمكن استخدام مقارنة بين هذه الأطوال الموجية والنطاقات الطيفية لأجهزة الاستشعار المحمولة على متن النظم الساتلية المختلفة الحالية والمزمعة المدرجة في الجداول ١ الى ٤ لقياس مدى فائدة النظم الساتلية بالنسبة الى تطبيق معين من التطبيقات . ومن بين الاعتبارات الأخرى درجة التحليل الفضائي للصورة وكذلك مدى التواتر الذي يمكن به الحصول على الصور .

الجدول ٥ - أطوال الموجات المستخدمة في الطيف الكهرومغناطيسي بصورة روتينية لمختلف تطبيقات الاستشعار عن بعد

مدى طول الموجة	المناطق المتصلة بالتطبيقات
٠ر٤٠-٠ر٥٠ ميكرومتر (أزرق)	اختراق الماء وعمق الماء .
٠ر٥٠-٠ر٦٠ ميكرومتر (أخضر)	خضرة الغطاء النباتي ، لون المحيط .
٠ر٦٠-٠ر٧٠ ميكرومتر (أحمر)	امتصاص الكلوروفيل في النباتات السليمة ، محتوى التربة من أوكسيد الحديد ، حمل ترسب الماء .
٠ر٧٠-٠ر٩٠ ميكرومتر (دون أحمر قريب)	استجابة النباتات السليمة ، رصد المحاصيل وتصنيفها ، الفصل بين اليابسة والماء . الفصل بين النباتات والتربة . الفصل بين السطوح المبنية والسطوح المغطاة بالنباتات .
١ر٥٥-١ر٧٥ ميكرومتر (دون أحمر قريب)	محتوى التربة من الرطوبة .
٢ر٢٠٠-٢ر٤٠ ميكرومتر (دون أحمر قصير الموجة)	وجود معادن صلصالية .

مدى طول الموجة	المناطق المتصلة بالتطبيقات
٠٠ر٣-٠٠ر٤ ميكرومتر (دون أحمر متوسط + دون أحمر قريب)	نشاط بركاني ، حرائق حرجية ، حرائق جوفية .
٠٠ر٩-٥٠ر١٢ ميكرومتر (دون أحمر بعيد + دون أحمر حراري)	حرارة الأرض والمحيط واليابسة .
٤٠ر٢-٧٥ر٣ سم (موجة صغرية ذات نطاق (X)	شكل الظلة الحرجية ، تصنيف المحاصيل . اضطراب المحيط ، سرعة الريح .
٧٥ر٣-٥ر٧ سم (موجة صغرية ذات نطاق (C)	كثافة الظلة التاجية ، حجم الأوراق والأغصان واتجاهها . شكل النباتات . اضطراب سطح المحيط ، سرعة الريح ؛ التسربات النفطية ؛ ارتفاع السطح ؛ حجم اليابسة ؛ قياس الأعماق ؛ الجيولوجيا ؛ مجالات الجانبية ؛ رصد الجليد البحري والجبال الجليدية .
١٥-٣٠ سم موجة صغرية ذات نطاق (L)	حجم الجذوع وكثافة الأشجار . اضطراب المحيط . وعورة سطح التربة . محتوى التربة من الرطوبة . المناطق الحرجية الواضحة المعالم .
٣٠-١٠٠ سم موجة صغرية ذات نطاق (P)	حجم الجذوع وكثافة الأشجار . محتوى التربة من الرطوبة . اختراق سطح التربة والظواهر الجوفية ، اختراق الثلج .

٢١ - ومن زاوية تشغيلية تقنية يتوقف التطبيق الناجح للاستشعار عن بعد على عدة عوامل تشمل ما يلي : (أ) فهما للاستجابات الطيفية النسبية للمواد المستشعرة ؛ (ب) اختيارا مناسبا لما سيستخدم من درجات للتحليل الطيفي والمكاني والزماني للبيانات المستشعرة عن بعد مع مراعاة خصائص الملامح أو الظاهرة محل الاهتمام والمقياس الذي ستعرض به ؛ (ج) الحصول على الصور في أنسب وقت أو أوقات عندما يكون تمييز الملامح محل الاهتمام بأقصى قدر ممكن من السهولة وبالتالي قابلا للرصد ؛ (د) استخدام منهجيات التفسير الملائمة ، بما في ذلك استخدام النهج البصرية والرقمية ، واستعمال تقنيات النمذجة/تكامل البيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

دال - الفوائد التي تعود على المجتمع

٢٢ - يستفيد المجتمع استفادة كبيرة من استعمال الاستشعار عن بعد بالسواتل . وتقدم في هذا الجزء عدة أمثلة للتطبيقات المفيدة . ويركز على التطبيقات التي تعتمد جدواها التقنية والاقتصادية الى حد بعيد على المزايا الكامنة في الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل بالمقارنة بالوسائل البديلة لجمع البيانات . والواقع هو أنه بالنسبة لتطبيقات معينة تمثل السواتل ، بسبب قيود تتعلق بالوقت أو التغطية الجغرافية أو التكاليف أو الخصائص الأساسية للبارامترات المقاسة ، الوسيلة الوحيدة الممكنة لجمع

البيانات . ويمكن عموما تصنيف التطبيقات حسب الفئات التالية : رسم الخرائط والرصد والنمذجة والقياس . وتعرض الفوائد التي تعود على المجتمع حسب هذا التصنيف .

رسم الخرائط

٢٣ - ان وجود الخرائط المناسبة أمر ضروري لمجموعة كبيرة من أنشطة التخطيط والتنمية . بيد أن هذه الخرائط نادرة أو قديمة العهد في المناطق النامية بل وفي بعض البلدان الصناعية ، وذلك يرجع جزئيا الى ارتفاع تكاليف اعداد هذه الخرائط باستخدام النهج التقليدية . وازدياد توافر صور الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل يعدل الطريقة التي تعد بها الخرائط حاليا والتي تستخدم بها بعد ذلك . فبدلا من استخلاص البيانات الموضوعية يدويا من صور جوية وعرضها في شكل خرائط تصحح الصور ذاتها بازالة التشوهات الناتجة عن الارتفاع ، وتوضع لها شروح وتستخدم باعتبارها خرائط . وهذه الخرائط تحتوي على قدر أكبر من المعلومات ويكون فهمها أيسر من جانب مجموعة كبيرة متنوعة من المستعملين النهائيين الحاصلين على مستويات مختلفة من التعليم النظامي . ونتيجة لذلك فانها تستخدم حاليا بشكل متزايد باعتبارها أداة فعالة وغير منقحة للاتصال بين عدة أطراف في مشاريع تتعلق بالبيئة والموارد الطبيعية ولا سيما المشاريع التي تشترك فيها مجتمعات محلية ريفية في بلدان نامية . وارتفاع درجة الدقة الموقعية للخرائط المصححة بازلة التشوهات الناتجة عن الارتفاع والمستمدة من سواتل للاستشعار عن بعد ذات قدرات تحليلية عالية يجعل هذه الخرائط بديلا فعالا من حيث التكلفة لعمليات المسح الميدانية ولا سيما في المناطق النائية والتي يتعذر الوصول اليها ، والتي يمكن أن تكون عمليات المسح الأرضي أو الجوي فيها صعبة للغاية .

٢٤ - يضطلع بالاصلاح الزراعي في عدد من البلدان في جميع أنحاء العالم ، بما في ذلك البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية وصولا الى نظام السوق الحرة . والملكية الخاصة للأرض هي دافع رئيسي في الاقتصادات الوطنية وعامل مهم في التنمية المستدامة . ويجري تلبية الحاجة الى الاستجابة بسرعة الى الطلب الضخم على سندات الملكية بأسعار في متناول الأيدي باستخدام نهج جديدة غير مكلفة لرسم الخرائط المساحية ينطوي على استخدام الصور الساتلية التي هي على درجة عالية من التحليل وعمليات المسح الأرضية .

٢٥ - وأتاح المنظور الواسع للصور الساتلية للجيولوجيين أن يرسموا بمنتهى السهولة ملامح جيولوجية اقليمية دقيقة (مثل الصدوع أو المعالم الطولية أو التضاريس أو التماسات الصخرية) ما كان ليتسنى بدونه ملاحظتها بسهولة من على الأرض بسبب انعدام التعبير السطحي لكن يمكن تبينها في الصور ذات المقياس الصغير . وييسر رسم خرائط لهذه الملامح التنقيب عن المعادن والمياه الجوفية اللذين كثيرا ما يكونا موردين مستهدفين رئيسيين لأغراض التنمية .

٢٦ - يمكن أن تستمد البيانات الطوبوغرافية ، وهي مدخلات شائعة في كثير من الدراسات التخطيطية والهندسية من صور رادارية أو بصرية مجسمة . وتولد نماذج الارتفاع الرقمية من الصور الرادارية الساتلية باستخدام تقنيات القياس الراداري وقياس التداخل . وتتيح الدقة الكبيرة لهذه النماذج استخدامها في رصد الأخطار التي تسبقها تحركات أرضية مثل البراكين والزلازل والانهيارات الأرضية .

٢٧ - في تلك المناطق من العالم التي يحول فيها وجود غطاء سحابي شبه دائم دون الحصول على صور ساتلية بصرية تقليدية تستخدم الصور الرادارية لرسم خرائط حديثة بمقياس رسم ١ : ٠٠٠ ٢٠٠ على مستويات مقبولة من الدقة الموقعية . وقد تحقق ذلك باستخدام التثليث والبيانات المدارية الدقيقة دون الحاجة الى عمليات مسح أرضي محلية .

٢٨ - وفي الزراعة يستخدم الاستشعار عن بعد (من السواتل البصرية والرادارية على حد سواء) لتكميل المصادر التقليدية للمعلومات في تحديد الاحصاءات الزراعية على المستويين الوطني والاقليمي . وتستخدم في تحديد المحاصيل صور بصرية ملتقطة في أيام مختلفة وتختلف درجة تحليلها الفضائي بين منخفضة وعالية وكذلك صور رادارية . والصور الرادارية مفيدة بصفة خاصة في مناطق مثل المناطق المدارية الرطبة وأوروبا الشمالية حيث قد يحجب سطح الأرض الغطاء السحابي ، الذي كثيرا ما يتكون هناك . وتستخدم الصور الساتلية مقترنة بعينات أرضية محدودة بصورة روتينية لتحديد وقياس مساحة المحاصيل وكذلك مساحة الأراضي الزراعية في البلدان التي يضمها الاتحاد الأوروبي في اطار برنامجه للسياسة الزراعية المشتركة . ويضطلع بهذا النشاط لدعم منح اعانات للمزارعين معتمدة على المساحة . ويحرر سنويا نحو ٣ ملايين اقرار بشأن المحاصيل ، ويتعين التحقق من مدى دقتها قبل حصاد المحاصيل . ويجري التحقق بصورة منهجية من نحو ٥ في المائة من الاقرارات الفردية باستخدام المعلومات المستمدة اما من الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل أو من الصور الجوية أو من كليهما معا . وتوجد برامج مماثلة لقياس المساحات المزروعة والتنبؤ بغلات المحاصيل في عدة بلدان أخرى ، مثل السنغال والصين والمغرب والهند .

٢٩ - تستخدم الخرائط المستمدة من الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل لدعم التنمية المستدامة . ففي الهند مثلا تستخدم خرائط الموارد الطبيعية الواردة من السواتل مقترنة بالبيانات الملازمة المتعلقة بالجوانب الاقتصادية - الاجتماعية والثقافية والديموغرافية والأرصاد الجوية لوضع خرائط لوحدات فريدة من الأرض تعد لها خطط معينة للتنمية المستدامة (مثلا توضع ممارسات استخدام الأرض المسموح بها وتدابير الحفظ) .

٣٠ - بعض الأنشطة الزراعية لها تأثير كبير في تركز غازات الدفيئة وتسهم في الاحترار العالمي . ويؤدي الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل دورا قيما للغاية في رسم خرائط حقول الأرز في الأراضي المغمورة بالمياه ، وبالتالي في تحديد مقدار ما تسهم به في الجو من غازات الميثان .

الرصد

٣١ - ان تواتر مرور الساتل فوق موقع معين مع قدرة أجهزة استشعار كثيرة على رؤية المواقع الخارجة عن النظير ييسران مجموعة من أنشطة الرصد فوق الأرض والبحر على حد سواء . وعادة ما تكون الأهداف محل الاهتمام ظواهر أو معالم تتغير بمرور الوقت .

٣٢ - ثمة عامل رئيسي في التنمية المستدامة هو معرفة معدل نضوب مورد موجود حتى يمكن وضع استراتيجيات الادارة المناسبة . وتيسر التغطية المتكررة التي توفرها سواتل الاستشعار عن بعد تحقيق هذا الهدف بتقديم معلومات المتسلسلات الزمنية عن مجموعة متنوعة من الموارد المهمة ، بما في ذلك : الغطاء النباتي (الغابات والمراعي) والتربة ومصادر المياه السطحية . وفي مجال الحراجة مثلا تيسر المعلومات المستمدة من الاستشعار عن بعد رصد مناطق ازالة الأحراج والتحريج وحجم الكتلة الاحيائية والاصابة بالأمراض وبالحشرات وحرائق الغابات . ويتيح هذا الرصد للحكومات أن تقدر بسرعة تأثير السياسات المختلفة ، وأن تجري ما قد يلزم من تغييرات . وتوجد صور ساتلية لمناطق كثيرة من العالم يرجع تاريخها الى عام ١٩٧٢ (وقبل ذلك في حالة الصور التي جمعت لأغراض استخبارات عسكرية) في محفوظات المشغلين المختلفين للسواتل والوكالات ذات الصلة . وهذه البيانات تمثل موردا قيما ومتسقا للدراسات التي تتطلب تحليل التغيرات الاقليمية الواسعة النطاق عبر الزمن مثل ازالة الأحراج وتآكل السواحل والتغيرات في مستوى مياه البحيرات .

٣٣ - ثبت وجود ترابط بين درجة حرارة سطح البحر ولونه والمناطق التي تبلغ فيها انتاجية الأسماك أقصى درجة لها . وتستخدم المعلومات المتعلقة بلون المحيطات بصفة منتظمة لرصد المناطق البحرية التي توجد فيها المياه الغنية بالعوالق النباتية أو التي تحدث فيها عمليات ارتفاع مياه باردة نسبيا من الأعماق السحيقة الى الأعماق الضحلة . وتنقل هذه المعلومات فيما يقرب من الوقت الحقيقي الى أساطيل صيد الأسماك لاستغلالها ، وبذلك تزيد من ربحيتها . بيد أن كثيرا من قوارب الصيد المحلية في البلدان النامية ليست كبيرة بالقدر الكافي أو مجهزة تجهيزا مناسبا لسوء الحظ للاستفادة من هذه القدرة . كما تتيح المعلومات التاريخية المتعلقة بلون المحيطات تحديد المناطق التي يوجد احتمال كبير لتدهورها بسبب التلوث والتي تتطلب حماية لهذا السبب . كما أن بيانات الاستشعار عن بعد مفيدة في تحديد التزهر الطحلبي وأراضي صيد السمك الساحلية المهددة بالتلوث من المصادر الأرضية أو بتدمير مناطق اطلاق البيض أو الحيوانات المنوية مثل أراضي المستنقعات . والحصول بصورة روتينية على صور ساتلية لتلك المناطق من العالم التي تتعرض للخطر بسبب ارتفاع مستويات حركة المرور في البحر مفيد في الكشف عن أعمدة التلوث وفي تحليل مساراتها . وهذه البيانات مفيدة أيضا في تقييم تأثير التلوث في البيئات البحرية والقريبة من الساحل . وبيانات الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل تستخدم بصورة روتينية في بعض البلدان مثل اندونيسيا لرصد نمو الشعب المرجانية وكذلك لتقدير أرصدة الأسماك البحرية .

٣٤ - أثناء حالات الطوارىء مثل الزلازل والأعاصير والفيضانات الواسعة النطاق ، يتيح توافر الصور الحديثة بسرعة لهيئات مكافحة الطوارىء معرفة أكثر المناطق تضررا وأشدها حاجة ، وبذلك يتيح التخطيط لتدابير الاغاثة الفعالة وتنفيذها اللاحق . كما تستخدم شركات التأمين هذه المعلومات لكي تدفع بسرعة قيمة مطالبات دفع التعويضات عن الأضرار التي لحقت بالمنازل أو المحاصيل . وفي حالات الكوارث المتعلقة بالطقس تستخدم الأرصاد الجوية الساتلية للتوصل الى فهم أفضل لنظم الطقس يؤدي الى تحسن الانذارات بالكوارث . وييسر الاستشعار عن بعد باستخدام السواتل الرصد المنتظم للفيضانات السنوية ورسم خرائط للمناطق المعرضة لخطر الفيضانات وكذلك وضع تدابير مناسبة للحد من شدة التعرض لأخطار الفيضانات . وعادة ما تكون الشبكات الأرضية للرصد الشامل للطقس غير كافية ، وذلك يرجع عموما الى انخفاض كثافة نقاط الملاحظة . وتوفر المنصات الفضائية من جهة أخرى تغطية فضائية واسعة النطاق للمناطق الأرضية والبحرية على حد سواء ، ولا تحدها العوامل التي عادة ما تعرقل الوصول الى تلك المناطق بعمليات المسح الأرضية .

٣٥ - ان المحطات الأرضية غير المكلفة لاستقبال معلومات الأرصاد الجوية من السواتل القطبية والثابتة المدار بالنسبة للأرض قد أصبحت الآن في متناول معظم البلدان النامية . وفي بعض البلدان النامية أتاحت الصور تحديد المناطق التي ستتأثر بالأعاصير الحلزونية ويسرت اصدار الانذارات . وعلى هذا النحو ساعد الاستشعار عن بعد على انقاذ عدد كبير من الأرواح بتوفير الانذارات واتاحة اجلاء الناس والماشية في الوقت المناسب . ويتيح الانذار المبكر بما فيه الكفاية اتخاذ تدابير علاجية أخرى معينة مثل استدعاء قوارب الصيد الى الميناء والحصاد المبكر للمحاصيل وحماية الخزانات . ومن بين الفوائد الأخرى لعمليات الأرصاد الجوية الساتلية تعزيز سلامة الطيران وكفاءته وتحسين الكشف عن العواصف الترابية والرملية وأعمدة الرماد البركاني .

٣٦ - يساعد رصد المحاصيل في المزارع كل على حدة باستخدام الصور العالية التحليل على تحديد المناطق التي تعاني من ضغط بسبب الافتقار الى المياه أو تحتاج الى أسمدة أو تعاني من أمراض قبل أن تظهر على النباتات أدلة بوقت طويل . وهذا ييسر التوزيع الأمثل للمياه ، وبذلك يتسنى تحقيق وفورات وكذلك تحسين غلات المحاصيل . كما يؤدي ذلك الى تلافي الافراط في استخدام الأسمدة ، وما يترتب على ذلك من آثار قد تضر بالبيئة .

٣٧ - ان سرعة الوصول الى بيانات رصد الأرض يتيح فعلا فرصا جديدة لزيادة الانفتاح الاجتماعي والسياسي بين البلدان . ويمكن للمسؤولين الحكوميين أن يشتروا بصورة مشروعة المعلومات التي يمكن أن تسهم في اتخاذ قرارات في الوقت المناسب تؤدي الى زيادة الأمن . ومن أمثلة ذلك المعلومات المتعلقة بالاتجاهات البيئية الرئيسية في البلدان المجاورة أو الأقاليم المتنازع عليها . وتفيد معلومات الاستشعار عن بعد ، بوصفها أداة غير منحازة ، في مناقشة المسائل التي يمكن أن تكون جدلية .

النمذجـة (التنبؤ)

٣٨ - ان الغالبية العظمى من بيانات الاستشعار الساتلي عن بعد تتوفر بيسر بشكل رقمي . وقد تم تطوير عمليات خوارزمية عديدة للتصنيف بغية تحويل البيانات الرقمية بصورة آلية الى معلومات موضوعية مفيدة ، ويبسّط هذا التحويل ادماج المعلومات المستشعرة عن بعد في نظم المعلومات الجغرافية . وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية الآن على نطاق واسع ليس كقاعدة بيانات لتخزين واسترجاع المعلومات الحيّزية فحسب بل أيضا كأداة ادارة تفاعلية من أجل تحليل الاستراتيجيات البديلة المتعلقة بتحديد مواقع الموارد . وتدعم برامجيات نظم المعلومات الجغرافية الآن مجموعة متنوعة من نهوج النمذجة بغية التنبؤ بالنتائج استنادا الى المعلومات الموفرة في قاعدة البيانات الحيّزية . ويمكن لقاعدة البيانات الحيزية ، فيما يتعلق ببعض التطبيقات ، أن تتألف من معلومات خاصة بمتتاليات زمنية مستمدة من سواتل الاستشعار عن بعد .

٣٩ - وتستخدم الصور الساتلية المتعددة التواريخ (البصرية والرادارية على السواء) المأخوذة للمحاصيل في مراحل مناخية احيائية مختلفة بالاقتران مع معلومات أخرى ، مثل بيانات الأرصاد الجوية والتربة ، من أجل وضع نماذج للتنبؤ بالانتاج قبل بضعة أسابيع من الحصاد . ويمكن لهذه التطبيقات أن تكون ذات قيمة بالغة في البلدان النامية التي لا توجد لديها عمليات مسح زراعي موثوق بها . فالتنبؤات مفيدة في تحديد الأسعار ، وتوفير المدخلات الحيوية اللازمة للتأمين على المحاصيل ، ووضع الترتيبات الموقوتة من أجل تخزين المنتجات الزراعية واستيرادها وتصديرها وتوزيعها محليا بكفاءة . أما التنبؤات بالانتاج المنخفض (نتيجة أحوال الجفاف ، على سبيل المثال) فتتيح الوقت الكافي لاتخاذ التدابير العلاجية المناسبة التي ينبغي تنفيذها . وهذا هو أساس برامج ، مثل نظام الانذار المبكر بالمجاعات الذي يجري تطبيقه في عدد من البلدان النامية في افريقيا .

٤٠ - وتستخدم البيانات التي يوفرها الرصد المنتظم لحرارة سطح البحر وارتفاعه بواسطة سواتل رصد الأرض في التنبؤ ببدء ظاهرة "النينيو" في المحيط الهادئ . وترافق هذه الظاهرة أحوال مناخية غير عادية في أمريكا الجنوبية وآسيا وافريقيا . والتنبؤات المتعلقة بظاهرة "النينيو" مفيدة لأنها تساعد على توقع ما قد يلحق بالأنشطة البشرية من آثار ضارة ، مثل انخفاض الانتاج الزراعي .

٤١ - تستخدم بيانات الاستشعار عن بعد ، مصحوبة بمعلومات أخرى ، في نظم المعلومات الجغرافية من أجل تحليل العلاقات القائمة ، في الوقت كما في المكان ، بين أنماط عناصر سطح الأرض الحاسمة بالنسبة الى نقل الأمراض والتوزيع المكاني للأمراض المعدية سواء كانت مستجدة أو متجددة . وتتيح هذه التحاليل وضع تنبؤات مستشعرة عن بعد بشأن مخاطر الأمراض يمكن تطبيقها على مناطق أوسع لا تتوفر فيها بيانات ميدانية . ومن الأمثلة على بعض التطبيقات الحديثة تحديد مزارع للأرز في كاليفورنيا تنتج بعوض الملاريا بكثافة ، والتنبؤ بوجود البعوض بكثرة في عدة قرى في منطقة شياباس بالمكسيك ؛ وقياس مدى التعرض لمرض "لايم" (Lyme) في الولايات المتحدة ؛ والكوليرا في بنغلاديش ،

وداء الليشمانيات في البرازيل ، والأمراض التي تنقلها الحشرات في جنوب شرق تركيا ، ودراسات عن التهاب الدماغ الخيلي في فنزويلا .

٤٢ - وتستخدم الصور الساتلية التي تبين حجم مساحات الثلج كمدخلات في النماذج الهيدرولوجية بغية التنبؤ بالصرف السطحي للمياه نتيجة لذوبان الثلج . ويتيح هذا التنبؤ ادارة أفضل في ري المساحات المزروعة الواقعة في مناطق تجمع المياه عند المصبات .

٤٣ - ويجري استخدام المعلومات التاريخية عن الأمواج والرياح التي تجمعها السواتل المخصصة لدراسة الموارد الأرضية في تطبيقات التنبؤ والاستدلال الارتجاعي بشأن حالة البحر . ويستخدم الاستدلال الارتجاعي في التأكد من أحوال المحيطات والأحوال الجوية في مواقع معينة وفي أوقات محددة . وتستخدم شركات التأمين المعلومات التي يتم الحصول عليها في تحليل المخاطر وتسديد المطالبات . وتتيح السواتل الرادارية أيضا الرصد المحسن للجليد البحري والجبال الجليدية من أجل الأنشطة البحرية وتحديد مسارات السفن في المناطق القطبية . وتتيح قواعد البيانات التي تتضمن معلومات رصد تاريخية عن أحوال الجليد البحري وضع بارامترات تصميمية للسفن والمنصات البحرية واختيار الطرق المثلى لسير السفن .

٤٤ - وقد أدى ازدياد الطلب على الماء الصالح للشرب في جميع أرجاء العالم نتيجة لازدياد عدد السكان وازدياد مستويات استخدام الماء بصورة عامة الى ازدياد الحاجة الى تقدير موارد المياه وادارتها . وتوفر سواتل الاستشعار عن بعد بيانات عن عدة متغيرات هيدرولوجية رئيسية (مثل هطول الأمطار ورطوبة التربة والتبخر وسقوط الثلج) على نطاق ملائم للتقدير . وتشتمل النظم الساتلية المفيدة في تقدير موارد المياه بواسطة السواتل القطبية المدار (مثل سلسلة سواتل الادارة الوطنية الأمريكية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي وبعثة قياس الهطول في المناطق المدارية) . والسواتل الثابتة بالنسبة للأرض (مثل متيوسات ونظام المراقبة العالمي والساتل العامل البيئي الثابت بالنسبة للأرض) وبصورة أولية ، سواتل الأرصاد الجوية . وبالاضافة الى ذلك ، فان النظم الساتلية الرادارية (انظر الجدول٢) التي يمكن الحصول منها على المعلومات المتعلقة برطوبة التربة والنظم البصرية (انظر الجدول٣) ، التي تعطي معلومات مفيدة من أجل نمذجة الصرف السطحي للمياه والنمذجة الهيدرولوجية ، لا يوجد غنى عنها من أجل التقدير الصحيح . ولهذا النهج الساتلي لتقدير موارد المياه أهمية خاصة في مناطق العالم التي لا توجد فيها شبكات مناخية مائية .

٤٥ - وتقدم المعلومات المتوفرة عن أحوال الجفاف السابقة والحالية مساعدة كبيرة في مجال التنبؤ بالجفاف . ويكاد الجفاف يؤثر في مساحات كبيرة في وقت واحد ، ولذا لا بد من القيام بعمليات الرصد على نطاق مناسب . وليس من الضروري ، بصورة عامة ، رصد الجفاف على أساس استبانة حيّزية عالية ، غير أن من المهم رصد تأثيره بصورة منتظمة . والنظام المناسب لرصد الجفاف هو المقياس الاشعاعي السيني المتقدم ذو القدرة العالية جدا على الاستبانة التابع للادارة الوطنية لدراسة

المحيطات والغلاف الجوي والذي توجد لديه نطاقات طيفية مناسبة والقدرة على رصد مساحات شاسعة على أساس يومي . ويمكن التكهن ببداية أحوال الجفاف في سنة معينة عن طريق اجراء تحليل لمقارنة اتجاه مؤشرات الغطاء النباتي في تلك السنة مع اتجاهها في سنة عادية . وهذه القدرة على التحذير أتاحت للسلطات في بعض البلدان النامية التي يتغير فيها معدل هطول الأمطار السنوي تغيرا كبيرا امكانية التقليل من آثار الجفاف عن طريق اجراء اعادة توزيع مناسبة لامدادات الغذاء اللازمة للبشر وللعلف اللازم للمواشي . ويستند نظام "أرتميس" للانذار المبكر الخاص بافريقيا والتابع لمنظمة الأغذية والزراعة الى هذه القدرة ويجري فيه استخدام مؤشرات الغطاء النباتي وبارامترات مدة بقاء الغطاء السحابي المستمدة في الحالتين من سواتل الاستشعار عن بعد . أما تكلفة استخدام واستقبال بيانات الادارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي فمنخفضة . ومن ثم فان هذه التطبيقات قد تمثل ، بالنسبة لبعض البلدان النامية ، وسيلة منخفضة التكلفة لتنمية الخبرة المحلية في مجال استخدام نظم رصد الأرض من أجل ادارة الموارد .

القياس (الاكتشاف)

٤٦ - تتيح الطبيعة المتعددة الأطياف لمعظم الصور الساتلية تحديد وتمييز مجموعة واسعة من السمات السطحية نتيجة لاستجاباتها المتميزة في مجالات مختلفة من الطيف الكهرومغنطيسي (تتراوح عادة بين المجال المرئي والمجال دون الأحمر القريب والمجال دون الأحمر القصير الموجة ، والمجال دون الأحمر المتوسط ، والمجال ذي الموجة الصغرية) . وهذه القدرة مسؤولة عن اكتشاف أهداف مختلفة ذات أهمية في مجال ادارة الموارد الطبيعية مثل الأجسام المائية ، والأراضي الرطبة ، والتسربات النفطية ، وازدهار الطحالب ، ومقذوفات المياه الساخنة من محطات توليد الكهرباء ، ومنتجات التغير الجيولوجي التي تدل على التمعدن ، وأكسيدات الحديد المسؤولة عن تدفق الأسيد من المناجم ، وأمراض الأشجار ، ومناطق الملوحة في الحقول الزراعية . ويمكن أيضا استخدام عمليات المسح الجوي في هذه التطبيقات ؛ غير أن تكاليف جمع البيانات ذات النوعية المماثلة ستكون أعلى كثيرا .

٤٧ - وقد تم منذ بعض الوقت تطوير أجهزة استشعار محمولة جوا وذات نطاقات طيفية يفوق عددها الحد الأقصى من النطاقات المتوفرة حاليا والبالغ سبعة نطاقات على منصة محمولة فضائيا (لاندسات ٥) . بيد أن الاستبانة الراديومترية لأجهزة الاستشعار المحمولة على السواتل آخذة في التحسّن . فالمركبة الفضائية "EO-1" المقرر اطلاقها في عام ١٩٩٩ (انظر الجدول ٣) ستحمل جهازي استشعار تجريبيين يشتملان على ٢٣٣ و ٣٠٩ نطاقات طيفية ضيقة تغطي المدى الطيفي البالغ ٤-٥ر٢ ميكروميتر ، واستبانة حيزية مقدارها ٣٠ مترا . وكانت المركبة الفضائية "لويس" السيئة الحظ التي أطلقت في آب/أغسطس ١٩٩٧ تحمل جهاز استشعار كثير الأطياف ذا قدرة على الحصول على صور في ٣٨٤ نطاقا . فالتصوير الكثير الأطياف لا يتيح ، على سبيل المثال ، اكتشاف اجهاد الغطاء النباتي في محصول زراعي فحسب ، بل يتيح أيضا تقدير ضخامة الاجهاد وسببه . ويمكن للاجهاد أن ينتج عن مجموعة متنوعة من العوامل ، بما فيها عدم كفاية الأسمدة أو كثرتها المفرطة أو عدم كفاية المياه .

٤٨ - وبالاضافة الى زيادة الاستبانة الراديومترية ، يجري بصورة متزايدة تطوير أجهزة استشعار ذات نطاقات دينامية أكبر . وهذا ما يتيح زيادة ابراز التباين ويتيح بالتالي قدرة أفضل على استخراج المعلومات من المساحات المصورة ، وخاصة اذا تم الحصول عليها في حالات الضوء الخفيف . وسيكون لنظام تجاري مقترح واحد على الأقل نطاق دينامي يبلغ ١١ بتة (٢٠٤٨ مستوى) في مقابل معظم السواتل المخصصة لدراسة الموارد الأرضية المتوفرة الآن والتي يبلغ نطاقها ٨ بتات (٢٥٦ مستوى) .

ثالثا - التعاون الدولي

ألف - البرامج البيئية العالمية

٤٩ - يتزايد الوعي العام الآن ازاء الأثر العالمي الذي تتركه الأنشطة البشرية على صلاحية الأرض للحياة وازاء الحاجة الى سن تدابير ملائمة للتصدي لمشاكل معقدة ومترابطة لها علاقة بالنشاط البشري وتبرز المشاكل التي تسبب أشد القلق الحاجة الى ادارة موارد الأرض والبيئة بطريقة مستدامة . وتتصل هذه المشاكل ، في جملة أمور ، بما يلي : (أ) استنفاد طبقة الأوزون في الغلاف الطبقي ؛ و (ب) ازالة الأحراج ؛ و (ج) تدمير مصائد الأسماك ؛ و (د) تحات اليابسة والتصحر ؛ و (هـ) انتشار الأمراض والأوبئة ؛ و (و) انخفاض التنوع البيولوجي ؛ و (ز) الوصول غير الكافي الى المياه العذبة ؛ و (ح) الاحترار العالمي في الأرض نتيجة استخدام الوقود الأحفوري مع ما يصاحبه من مشاكل (مثل ازدياد التلوث وارتفاع مستوى البحر ، وزيادة التبخر ، وتغير أنماط تساقط الأمطار والثلوج مما يؤدي الى زيادة احتمال حدوث فيضانات وجفاف) .

٥٠ - وهناك الآن عدة اتفاقات دولية وبرامج رصد وبحوث وكذلك نظم رصد عالمية ذات صلة بالبيئة العالمية . وتتضمن الاتفاقات ، على سبيل المثال ، بروتوكول مونتريال المتعلق بالمواد المستنفدة لطبقة الأوزون في الغلاف الطبقي المبرم في مونتريال في ١٦ أيلول/سبتمبر ١٩٨٧ ، [٢] واعلان ريو بشأن البيئة والتنمية ، ١٩٩٢ ،[٢] والاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي ، ١٩٩٢ ،[٣] وبيان رسمي غير ملزم قانونا بمبادئ من أجل توافق عالمي في الآراء بشأن ادارة جميع أنواع الغابات وحفظها وتنميتها المستدامة ، ١٩٩٢ ،[٤] واتفاقية الأمم المتحدة الاطارية بشأن تغير المناخ ، ١٩٩٤ A/AC.237/18(Part) II(1.rroC dna 1.ddA ، المرفق الأول) ، واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر في البلدان التي تشهد جفافا خطيرا و/أو تصحرا في افريقيا [١٩٩٤] A/49/84/Add.2) ، المرفق ، التذييل الثاني) . أما برامج الرصد والبحث الدولية التي تشمل مشروع علوم الأرض ، والبرنامج الدولي للغلاف الأرضي والمحيط الحيوي ، والبرنامج العالمي لبحوث المناخ ، وبرنامج "ديفيريسيتاس" (DIVERSITAS) ، والبرنامج الدولي للجوانب البشرية المرتبطة بالتغير البيئي العالمي ، فتركز على الجوانب المتنوعة للبيئة العالمية . واقتناء المعلومات المستشعرة عن بعد حاسم بالنسبة الى تنفيذ هذه البرامج بنجاح . وقد تم مؤخرا تطوير ثلاثة نظم رصد عالمي تشمل قياسات من قواعد أرضية وقياسات مستشعرة عن بعد وتيسر جمع وتقاسم مجموعات عالمية من البيانات ، وهي : النظام العالمي لرصد المناخ (بدأه كل من برنامج الأمم المتحدة للبيئة (اليونيب) ، والمجلس الدولي للاتحادات العلمية ، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

واللجنة الأوقيانوغرافية الدولية الحكومية التابعة لليونسكو) ؛ والنظام العالمي لرصد المحيطات (يقوم بتطويره كل من اليونيب ، واللجنة الأوقيانوغرافية الدولية الحكومية التابعة لليونسكو ، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، والمجلس الدولي للاتحادات العلمية) ؛ والنظام العالمي للرصد الأرضي (طوره كل من اليونيب ، ومنظمة الأغذية والزراعة ، واليونسكو ، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، والمجلس الدولي للاتحادات العلمية) .(٥)

باء - التعليم والتدريب ونقل التكنولوجيا

٥١ - توجد لدى بلدان عديدة اتفاقات ثنائية توفر فرصا محدودة من التدريب والتعليم ونقل التكنولوجيا للبلدان النامية في مجال تكنولوجيا الاستشعار الساتلي عن بعد . ويتم بصورة منتظمة أيضا توفير فرص التعليم والتدريب ، على شكل منح دراسات عليا وحلقات عمل ومؤتمرات واجتماعات خبراء ودورات تدريبية قصيرة لمشتركين من بلدان نامية ، من قبل عدة وكالات فضائية وجمعيات علمية مهنية وجامعات (بما في ذلك جامعة الفضاء الدولية) ولجان الأمم المتحدة الاقليمية وكذلك من قبل مكتب شؤون الفضاء الخارجي من خلال برنامج التطبيقات الفضائية التابع له . وتدعم هذا البرنامج ماديا الدول الأعضاء التي تستضيف المناسبات المختلفة كما تدعمه جهات راعية مختلفة تشمل منظمات تنال دعم الحكومات والقطاع الخاص ولها صلة بالأنشطة الفضائية .

٥٢ - ويجري انشاء عدد من المراكز الاقليمية لتعليم علوم وتكنولوجيا الفضاء في جميع أنحاء العالمي النامي بمساعدة مكتب الأمم المتحدة لشؤون الفضاء الخارجي . وكان أول هذه المراكز قد أنشئ في الهند في عام ١٩٩٦ ويخدم بلدانا في آسيا والمحيط الهادئ . وتبذل الجهود لانشاء مراكز اقليمية مماثلة في افريقيا وأمريكا اللاتينية وأوروبا الشرقية وغربي آسيا . والى جانب تعزيز التعاون بين بلدان الجنوب ، تسهم هذه المراكز في بناء الخبرة المحلية وبالتالي في نجاح برامج نقل التكنولوجيا .

جيم - التنسيق الدولي لرصد الأرض

٥٣ - في ضوء تزايد عدد السواتل وضرورة تلبية احتياجات المستخدمين النهائيين من المعلومات ، أصبح من الضروري تحسين التنسيق بين سواتل رصد الأرض . والهدف المحدد لمبادرة استراتيجية الرصد العالمي المتكاملة التي تقوم بصوغها اللجنة المعنية بسواتل رصد الأرض هو توفير اطار متكامل لعمليات الرصد التي تتم من قواعد فضائية وقواعد أرضية واللازمة لدعم متطلبات نظم الرصد العالمية الدولية (مثل النظام العالمي لمراقبة المناخ والشبكة العالمية لمراقبة الأوزون والنظام العالمي لرصد الأرض) وكذلك برامج البحوث العالمية والاقليمية .

دال - الوصول الى البيانات الدولية

٥٤ - يعتبر الوصول بشكل ملائم الى البيانات اللازمة للتصدي للمشاكل البيئية العالمية ضروريا للأوساط العلمية العالمية . وقد أنشأت عدة برامج دولية نظم معلومات على شبكة الانترنيت تتيح وصول المستخدمين في جميع أنحاء العالم الى البيانات . وتشمل هذه النظم الآن نظام البيانات والمعلومات التابع لنظام رصد الأرض ، والنظام العالمي للمعلومات الأرضية ، والنظام الأوروبي لرصد الأرض ، ونظام البيانات والمعلومات المتعلقة برصد الأرض ، والخدمة العالمية لتحديد مواضع المعلومات البيئية ، وشبكة الدليل الدولي التابعة للجنة المعنية بسواتل رصد الأرض . وتقوم الوكالات الوطنية المعنية بالفضاء والاستشعار عن بعد ، حاليا ، بانشاء شبكات وصل خاصة بها (مثل CEONet في كندا) لتوفير الوصول الى البيانات المحلية والدولية من عدة مصادر . ويعتمد الوصول الفعال الى نظم المعلومات هذه على وجود روابط اتصالات كافية مع شبكة الانترنيت .

رابعا - مسائل مختارة تهم الدول الأعضاء

ألف - نقل التكنولوجيات التشغيلية بشكل فعال

٥٥ - هناك عدد من العقبات التي تعوق استخدام البيانات المتاحة من نظم رصد الأرض ، وخاصة في البلدان النامية . وهذه العقبات هي تكلفة شراء البيانات ، وتكلفة مرافق اقتناء البيانات ، وتكلفة مرافق تجهيز البيانات ، والعدد المحدود من الموظفين المدربين تدريبا كافيا على المستوى التقني والمهني وعلى مستوى ادارة المشاريع والبحوث ، وعدم معرفة المستخدمين المحتملين ، وعدم مرونة مديري الموارد الموجودين حاليا . ونتيجة لذلك ، لا يستفيد استفادة مثلى من البيانات المتاحة من نظم رصد الأرض حاليا الا القليل من البلدان النامية . ويعتبر عدم توفر الآليات المناسبة لنقل التكنولوجيا عاملا رئيسيا من العوامل التي تحد من استخدام هذه البيانات . وعلى الرغم من وجود حالات عديدة يجري فيها نقل المعدات وأجهزة الاستشعار ونظم تحليل الصور بصورة مباشرة ، يجب أن يشتمل مفهوم النقل على مفهوم استيعاب التكنولوجيا من جانب البلدان المتلقية لها .

٥٦ - ولكي يكون نقل التكنولوجيا فعالا ، ينبغي القيام بالتعليم والتدريب في عدد من المستويات بغية انتاج النطاق الكامل من الأنشطة التي تتراوح بين البحوث والدعم التقني . وعلى الرغم من أن عدد الأشخاص اللازمين للبحوث صغير نسبيا بالمقارنة بعدد الأشخاص اللازمين للدعم على المستوى التقني ، لا مغالاة في التأكيد على حاجة البلدان النامية بسرعة الى استحداث قدرة أساسية محلية مستقلة للبحوث . وتؤدي هذه القدرة الى تشجيع التفكير الخلاق وتعزيز القدرة المحلية على التكيف مع التقنيات الجديدة التي تسهم في التنمية الوطنية وتعديل هذه التقنيات وتكوينها . وبغية تطوير البحوث على الوجه الأمثل ، قد يكون من المناسب النظر في انشاء مراكز بحوث محورية تلحق بالجامعات حيث يستطيع "التركز الحدي" للعلماء والتكنولوجيين العمل بطريقة حفازة بغية مضاعفة مردود نفقات البحث والتطوير .

٥٧ - ولم توجه البلدان حتى الآن الا القليل من جهودها لتقرير احتياجاتها من الموارد البشرية والبرامج التعليمية اللازمة التي تحتاج الى صوغها . وقد تم تقديم التعليم والتدريب تدريجيا كجزء من مجموعة متنوعة من المشاريع التي ترعاها مختلف هيئات المساعدة أو الهيئات المصرفية أو الثنائية أو المتعددة الأطراف . وجرى توجيه هذا التدريب على الأكثر الى الفئة الغنية ، مع التأكيد على تطبيقات محددة عادة . وبدون البحوث والدعم التقني ، تذوي التكنولوجيا المنقولة في النهاية ويبحث الموظفون الفنيون المدربون تدريبا جيدا عن مستقبل وظيفي بديل أو يغادرون البلد .

٥٨ - ولم تعد المعدات اللازمة لنقل الخبرة في مختلف تطبيقات تكنولوجيا الاستشعار عن بعد غالية الثمن . بيد أنه لا يمكن أن يتم النقل الناجح بدون أموال . ولهذا السبب ، اضطرت بلدان نامية عديدة الى الاعتماد على مجموعة من المصادر الثنائية والمتعددة الأطراف من أجل التمويل وغير ذلك من الدعم . الا أن الأنشطة المختلفة التي تولدها هذه المجموعات غير منسقة على الأكثر ، مما يؤدي الى حالات عديدة من التشابك غير الفعال بين الأنشطة والبرامج المتماثلة . وبالاضافة الى ذلك ، فان الأمر الهام هو أن المجالات التي تستهدفها هذه الهيئات لا تشمل بالضرورة احتياجات البلد الكاملة للاستشعار عن بعد أو قد تعطى أولوية منخفضة . ومن ثم فانه على الرغم من أن التمويل الدولي مرغوب فيه وضروري طبعا ، فانه ينبغي على كل بلد أن يوجه جهدا أكبر كثيرا الى تقرير احتياجاته المحددة والى تحسين أنشطة التنسيق من خلال اللجان الوطنية . ويتوجب على كل بلد أن يقدر احتياجاته التمويلية ويقرر جدارة كل فرصة تمويل على أساس الاحتياجات الوطنية . وينبغي ايلاء عناية كبيرة لاقتراحات التمويل التي تفرض معدات ومنهجيات محددة على البلد المستخدم . وقد تؤدي هذه ، على المدى الطويل ، الى صيانة عالية التكاليف ، وتقييد الفرص المتاحة ، والنقل غير الملائم للتكنولوجيا .

باء - الوصول الى البيانات

٥٩ - وصول البلدان الى البيانات المتاحة من سواتل رصد الأرض له تأثير حاسم في تنمية القدرات المحلية في مجال الاستشعار عن بعد . وبينما يمكن تحقيق ذلك من خلال انشاء مرفق وطني لتلقي البيانات وآلية ملائمة لتوزيع البيانات ، فان اقتناء هذا المرفق قد لا يكون في متناول جميع البلدان أو حتى ملائما لها كلها . والأهم من ذلك بكثير بالنسبة الى بلدان عديدة هو الطرق التي تستطيع بواسطتها الوصول الى البيانات التي تحتاج اليها بشكل ناجع من حيث التكلفة .

٦٠ - ويعتبر ظهور مقدمي بيانات الاستشعار عن بعد بشكل تجاري كامل بشيرا بازدياد توفر البيانات التي تفي بمجموعة واسعة من الاحتياجات . الا أن من غير المحتمل أن يكون المستخدمون في بعض البلدان النامية قادرين على تحمل معدلات الأسعار التجارية .

٦١ - وهناك تباين كبير بين السياسات المتعلقة بالبيانات التي تعتمدها نظم الاستشعار عن بعد المدعومة حكوميا . فالعوامل الرئيسية التي تؤثر في سياسات التسعير هي امكانية الحصول على البيانات

بيسر من جهة واستدامة برامج رصد الأرض من جهة ثانية . ولا يمكن استدامة توفر البيانات مجانا أو بتكلفة منخفضة الا عن طريق التمويل الحكومي المستمر . وترك توفير البيانات في يد القوى السوقية تماما أو توفيرها بالتكلفة الحقيقية سيؤدي الى استبعاد المستخدمين ذوي الميزانيات المنخفضة . أما مخططات التسعير الأخرى ، مثل نظام المستويين أو التسعير المستند الى قيمة المعلومات المأخوذة من بيانات رصد الأرض ، فقد جرت معارضتها . ويبدو أن الحل المثالي هو الحل الذي يجري فيه بيع كميات كبيرة بوحدات سعر منخفضة . ويتيح هذا الحل بيانات رخيصة للمستخدمين كما يوفر لموردي البيانات ايرادات كافية تتيح لهم مواصلة برامجهم الخاصة برصد الأرض . ومن الضروري استحداث هذه السياسات والآليات لتحقيق هذا الهدف تدريجيا .

جيم - الخدمات التشغيلية في مجال الاستشعار عن بعد

٦٢ - على الرغم من النمو الكبير في حجم بيانات رصد الأرض ، لم يحدث نمو مماثل في تطبيقات البيانات ، وخاصة في المجالين التشغيلي والتجاري . وحتى البلدان الصناعية وجدت أن من الضروري أن تضع برامج وطنية للحفز على تطوير التطبيقات . ولذا فان استخدام الفضاء ليس مجرد مسألة قدرة تقنية على تجهيز البيانات وتحقيق المنتوج . فمعظم أنشطة رصد الأرض في الوقت الحاضر تقتصر على استحداث قدرة تقنية على اقتناء بيانات رصد الأرض وتجهيزها وعلى القيام بالدراسات التجريبية . بيد أنه بغية تحقيق الفعالية لترويج تكنولوجيا الفضاء ، لا بد من وجود استثمارات أكبر في المراحل اللاحقة من مراحل تطوير التطبيقات ، أي تنفيذ الخدمات النموذجية التي تتبعها خدمات سابقة للتشغيل تعدّل بحيث تفي بمتطلبات المستخدمين وتتبعها أخيرا خدمات تشغيل متكاملة تماما مع بيئة المستخدم .

٦٣ - والتحدي الأولي في تأمين استخدام معلومات الاستشعار عن بعد على نطاق أكبر هو استحداث طرق جديدة لاستخدام البيانات المتاحة بصورة أكثر فعالية ومن أجل مجموعة أوسع من التطبيقات . وسيتطلب هذا الأمر استحداث برامجيات جديدة للتحليل والتفسير البصري والعرض . وسيتطلب أيضا جهدا جديدا لتوفير التدريب لأوساط مستخدمي البيانات المحتملين .

دال - صوغ البرامج الفضائية المناسبة محليا

٦٤ - هناك حواجز عديدة تعوق استخدام المعلومات المستمدة من الاستشعار عن بعد على نطاق أوسع في بعض البلدان النامية ، ولذا يجب العثور على آليات ملائمة للتغلب عليها . وفيما يلي بعض الأنشطة التي يمكنها أن تسهم في صوغ البرامج الفضائية محليا والتي تتيح الفرص للتعاون الدولي : (أ) بناء الوعي محليا ازاء تكنولوجيا الفضاء وفوائدها ؛ و (ب) تعزيز برامج التدريب ونقل التكنولوجيا ، بما في ذلك تقاسم الخبرات فيما بين البلدان النامية ؛ و (ج) صوغ أطر وسياسات تنظيمية وطنية مناسبة بشأن المسائل ذات الصلة بالفضاء ؛ و (د) تنمية القطاع الخاص المحلي في مجال الاستشعار عن بعد ؛ و (هـ) اقامة نقاط محورية وطنية للاتصال من أجل ترويج الاستشعار عن بعد بطريقة تتناسب مع

الاحتياجات الحقيقية ؛ و (و) ترويج الاستشعار عن بعد في المؤسسات الأكاديمية واتاحة فرص أكبر من أجل التدريب والتعليم* على المدى القصير والمدى الطويل على حد سواء ؛ و (ز) اعتراف الحكومات بأن تكنولوجيات الفضاء تدبير ذو أولوية من أجل تلبية احتياجات التنمية الوطنية .

الحواشي

(١) تقسم درجات التحليل المكاني الى ما يلي : منخفضة جدا ≥ ٣٠٠ متر ؛ ومنخفضة ≥ ٣٠ < ٣٠٠م ؛ ومتوسطة ≥ ٣ < ٣٠ م ؛ وعالية ≤ ٥ر٠ < ٣م ؛ وعالية جدا < ٥ر٠م .

(٢) تقرير مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية ، ريو دي جانيرو ، ٣-١٤ حزيران/يونيه ١٩٩٢ (منشورات الأمم المتحدة ، رقم المبيع E.93.I.8 and Corrigenda) ، المجلد الأول : القرارات التي اتخذها المؤتمر ، القرار ١ ، المرفق الأول .

(٣) انظر برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، اتفاقية التنوع البيولوجي (القانون البيئي ومركز نشاط برنامج المؤسسات) ، حزيران/يونيه ١٩٩٢ .

(٤) تقرير مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية ... ، المرفق الثالث .

(٥) انظر أيضا اليونيسبيس الثالث ، ورقة خلفية ١ بشأن الأرض وبيئتها في الفضاء (A/CONF.184/BP.1)

---

* يمكن أن تقاس بشكل تقريبي الفوائد التي يستطيع أي بلد أن يجنيها من الاستشعار الساتلي عن بعد عن طريق عدد الفنيين العاملين في أنشطة رسم الخرائط والمسح . وتبين المقارنة أن فنيي رسم الخرائط في البلدان النامية منقوصو التمثيل بعامل يزيد على ٧ في أكثر الأحيان ، مقارنة بعددهم في البلدان الصناعية المساوية في الحجم والكثافة السكانية .

- - - - -