بحوث مستقبلية (١) ٢٠٠٠
ص ص (٢٩-٤٧)

التوجهات المستقبلية للاستشعار عن بعد من خلال النظام الفضائي العالمي الجديد

الدكتور حكمت صبحي الداغستاني(*)

الملخص

ان دراسة موارد الأرض تتطلب جميع المعطيات الأرضية والجوية والفضائية التي يتم الحصول عليها بالمتحسسات المختلفة في شكلياتها المتنوعة مع الملاحظات التي تجرى على سطح الأرض. ولاشك في أن معرفتنا قد ازدادت عن أجهزة الاستشعار عن بعد المحمولة في الفضاء، السابقة والحالية والمتوقع صنعها والتي يحتمل أن يكون لها دور كبير في رصد كرتنا الأرضية في المستقبل. ويكفي أن نذكر أن تقنية الاستشعار عن بعد من الفضاء قد أحدثت ثورة في فهمنا وأساليبنا في مجالات رسم الخرائط وتطبيقات العلوم الجيولوجية والموارد المائية وتحليل استخدام الأراضي والزراعة والغابات وحفظ البيئة وعلوم البحار. وكان له أيضاً تأثير كبير في نظامنا التعليمي، وطرائقنا في البحث العلمي، واتصالاتنا بالعالم وتعاوننا معه. وقد حدث كل ذلك في مدة قصيرة من الزمن، ولايزال الاستشعار من الفضاء مستمراً في تطوره وذلك بادخال تحسينات على المركبات الفضائية الجديدة ووضعها في مدارات مختلفة حول الأرض. وهو يتطور كل يوم، ويزخر بما يفيض به من الفوائد الاقتصادية والاجتماعية والسياسية .. لذلك فهو منطلقنا لفهم الأرض ومواردها وبيئتها في القرن الحادي والعشرين المقبل.

المقدمة

الاستشعار عن بعد هو علم قديم حديث ، لم يتطور علم من العلوم بمعدل تطوره وهو علم يكاد يكون شاملاً لمختلف العلوم التطبيقية والاختصاصات التي تسمح باستخدام الفضاء الخارجي للأغراض العلمية والأقتصادية.

بدأ الاستشعار عن بعد منذ خلق الله الأنسان على وجه الأرض فجعل له وسيلة الشم ووسيلة السمع ووسيلة النظر ، فخلق له العين وهي احدى اجهزة التقاط الصور،

(*) استاذ/ مدير مركز الاستشعار عن بعد/جامعة الموصل

قبل للنشر في ١٩٩٩/١٠/١٢

والعقل وهو جهاز المعالجة والتحليل وتعد العين والعقل معاً أعقد جهازين للأستشعار عن بعد حتى الآن. وهذا العلم اصبح من الوسائل المهمة وخاصة مع بداية تطور الة التصوير والأ فلام ووسائل الطيران المختلفة. ومع بداية عصر ارتياد الفضاء بدأ الأهتمام ينصب في استخدام الفضاء منصة والأقمار الصناعية وسيلة لحمل آلات التصوير واجهزة الألتقاط المختلفة لمراقبة الكرة الأرضية وجمع المعلومات عنها، وتحليلها بوساطة الحاسبات الآلية الخاصة وباجهزة المعالجة والتحليل لتكوين بيانات وصور يمكن الأستفادة منها في التطبيقات المهمات المختلفة.

وقد ادركت مختلف بلدان العالم وتكتلاته الأقليمية ومنذ اواخر الستينات اهمية هذه التقنيات وذهبت تقيم على الأصعدة المحلية هيئات ومؤسسات ومراكز للأستشعار عن بعد تتكامل وتترافد مع بعضها الى وكالات ومنظمات اقليمية ذات فعالية كبيرة تترجم ببرامج علمية وتنفيذية ضخمة تتناسب مع شمولية معطيات الأستشعار عن بعد ودقتها.

تستعرض هذه الدراسة دور البحث العلمي في تطور تكنلوجيا الأستشعار عن بعد وتتناول نظرية الفضاء العالمي الجديد وتقدم عينات عن التوجهات المستقبلية لتنمية تطبيقات الأستشعار عن بعد الكلاسيكية منها والواعدة واخيراً تستعرض التطورات الحالية والمنتظرة في تكنلوجيا الفضاء وتقترح بعض الأفكار حول كيفية التعامل مع الوضع الجديد وتوظيفه الأمثل في اعظم الخدمات على مستوى الحياة اليومية للفرد.

دور البحث العلمي في تطور تكنلوجيا الاستشعار عن بعد

يعد كسب رهان التكنلوجيا احد التحديات الكبرى التي ستواجهها بلدان العالم خلال القرن الحادي والعشرين مع المحافظة على الثروات الطبيعية ومراعاة متطلبات حماية البيئة وضمان تنمية مستديمة، وهو ما يتطلب ضبط سياسة واضحة المعالم تندرج ضمن التطور الجديد للعمل التنموي الشامل الذي يعطي الأولوية لتطوير القدرات الذاتية للبلاد. ويتطلب تطوير قطاع التكنلوجيا والبحث العلمي اتخاذ جملة من التدابير والأجراءات تتصل اساساً بضرورة وضع سياسة وطنية في ميدان البحث العلمي واكتساب النظرة الشمولية الى جانب ترشيد استغلال الموارد المالية والبشرية المتاحة وتقييم الجهود المبذولة في هذا المجال.

ولد قطاع الأستشعار عن بعد ونما وترعرع منذ اطلاق القمر الصناعي لاندسات عام ١٩٧٢ (وهو اول قمر صناعي لرصد الموارد الأرضية) في احضان الجامعات وفرق البحث والوكالات المختصة وبعض الشركات المهتمة مثل قطاع استكشاف النفط والمعادن.

وفي عقد الثمانينات ، ومع التطور الحاصل في ميدان انظمة الحاسوب والبرمجيات والأتصالات ، اصبح بامكان المراكز وفرق البحث الصغيرة استغلال معطيات الأقمار الصناعية في دراسة المحيط الطبيعي والبشري حيث ادى ذلك الى تطوير طرائقنا في البحث العلمي والتحليل الكمي والنوعي للمعطيات الفضائية . وكانت القوتان العظمتان (الأتحاد السوفيتي والولايات المتحدة) اكثر من غيرهما تتسابقان في هذا المجال وذلك في نطاق استراتيجية كل منهما لتوفير اكبر قدر من المعلومات حول الآخر. وبنهاية الحرب الباردة وقع تسريح كم لاحصر له من انشطة تكنلوجيا الفضاء ، والآف من المختصين في الميدان، وكذلك بعض الصور الفضائية التي كان لها طابع السرية. فنذكر في هذا المجال كيف انه خلال عام ١٩٩٥ تم تسريح صور منظومتين سريتين ، واحدة روسية واخرى امريكية ذات حيز مكاني دقيق يصل الى اقل من مترين(الطالبي ، ١٩٩٥) .

اما ثورة المعلومات فكانت هي الأخرى افرازات الحرب الباردة ، فشبكة الأنترنيت (Inter Net) مثلا كانت منذ نشأتها موجهة للأستعمال العسكري ثم سخرت للأغراض المدنية وتؤدي الأن اعظم الخدمات على مستوى الحياة اليومية للفرد (الدركزلي، ١٩٩٧).

تعد تقنيات الأستشعار عن بعد والعلوم الرافدة لها احد اهم روافد علوم الفضاء الحديثة (سوف يتم التطرق اليها لاحقا) والتي تسمح باستخدام الفضاء الخارجي للأغراض العلمية والأقتصادية . وانطلاقا من الدور الأساسي الذي يمكن ان تلعبه هذه التقنيات بوصفها مصدرا للمعطيات واداة تساعد على ادارة الموارد الطبيعية ومراقبة التغيرات البيئية . فقد تميزت السنوات الأخيرة بتعدد الدراسات والمشاريع وتنوعها ويتم تنفيذها من قبل مراكز بحثية متخصصة في قطاعات اقتصادية حيوية(شكل ١).

ان احد اهم المقومات الأساسية في نقل أية تكنلوجيا حديثة تساهم في اسراع عملية التطور والتقدم هو توفير الكادر البشري الذي يستوعب ويستخدم هذه التكنلوجيا. وهنا يبرز دور الجامعة من خلال تطوير الدراسات العليا وكذلك من خلال التعليم المستمر لخريجي

الجامعات الذين سبق او لم يسبق لهم ان درسوا مثل هذه التقنيات. ان البحث العلمي في هذه المجالات داخل الجامعة يساهم في خدمة العملية التعليمية حيث يرفع من مستواها ويقربها من واقع المجتمع وبالتالي يمكن خريجيها من خدمة مجتمعهم بصورة فاعلة.

وقد شهد نهاية القرن الحالي تحركا دوليا واسعا في مجال الأستشعار عن بعد في كثير من البلدان المتقدمة وبعض البلدان النامية. وكان للرؤية الواضحة للقيادة السياسية الحكيمة وعلى راسها السيد الرئيس القائد صدام حسين (حفظه الله ورعاه) الدور الأساسي في تشجيع الأنطلاقة العلمية في قطرنا العزيز. فقد تأسس مركز التحسس النائي (الأستشعار عن بعد) في جامعة الموصل بداية عام ١٩٨٥ بهدف اعداد الكوادر المتخصصة في المجالات المختلفة للأستشعار عن بعد وعلوم الفضاء الأخرى وكذلك للقيام بالدراسات الأكاديمية والبحوث التطبيقية وتقديم الأستشارات العلمية كافة لمؤسسات الدولة بما يساعدهم على الأنتفاع من تقنيات هذه العلوم في رفع كفاءة اسهامها في خطط التنمية القومية.

ولكي نشارك العالم في الاعتماد على العلم وتطبيقاته عنوانا ملزما لهذا العصر وخاصة في القرن الحادي والعشرين القادم ، لابد من توفر اقتصاد وادارة قادرة تواكب هذه التطورات، وتعتمد الخطة المقترحة لتطوير قطاع تكنلوجيا الفضاء على:

اولا: تأمين الحد الأدنى من المعرفة في مختلف علوم الفضاء وتقنيات الأستشعار عن بعد والعلوم الرافدة لها في الجامعات العراقية كافة.

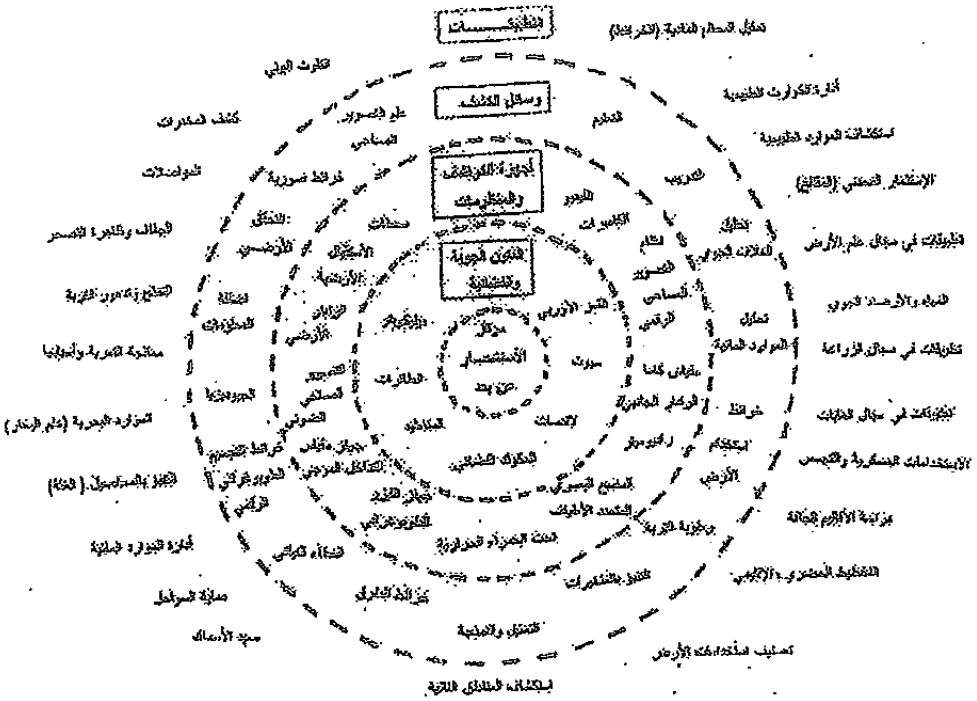
ثانيا: دعم وتقديم التشجيعات الوطنية للبحث العلمي وتطوير التكنلوجيا مع الأستفادة من تجارب الدول المتقدمة في مجال تطوير تطبيقات جديدة.

ثالثا: اجر اء البحوث في الميادين الأستراتيجية كحماية الموارد الطبيعية والأمن الغذائي والمائي والمحافظة على البيئة باستخدام معطيات الأقمار الصناعية.

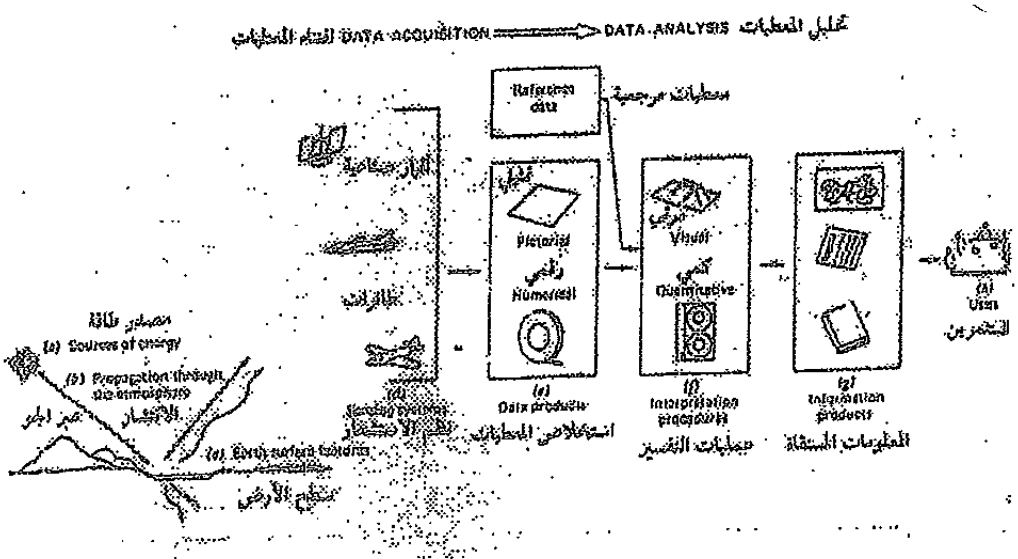
رابعا: رسم سياسة متكاملة لوضع التوجيهات والأختيارات الكبرى لتطور البحث العلمي والتكنلوجي في مجال علوم بحوث الفضاء الحديثة.

نظرية الفضاء العالمي الجديد

ربما لم يعرف اشتراك تقانتين على نطاق واسع في دراسات وتطبيقات مهمة، كما حصل في اندماج تقانتي الأستشعار عن بعد واستكشاف الفضاء . وبالرغم من ان الكثـــير من مظاهر هذا الأشتراك لا يزال في مرحلة التطوير ، فان دراسة الأرض من الفضاء قـد تحول من حقل البحث المجرد الى حقل التطبيق اليومي ذي الأنتشار الواسع لمختلف العلوم والتطبيقات والاختصاصات. فتقنيات الاستشعار عن بعد والعلوم الرافدة لها أصبحـت الآن أحد أهم روافد علوم الفضاء الحديثة التي تسمح باستخدام الفضاء الخـــارجي للأغـراض العلمية والأقتصادية (الشكل ١).



شكل ١ : التوجهات المستقبلية لتنمية تطبيقات الاستشعار عن بعد للأغراض العلمية والاقتصادية



شكل ٢ : مخطط لنظام الاستشعار عن بعد للموارد والعلوم الأرضية

تتميز الخطوط الكبرى للوضع الجديد بالدور المتزايد للقطاع الخاص ، واستثمار هذا الأخير التكنلوجيا العسكرية المسرحة بعد الحرب الباردة ، واعتماد اخر ما توفره ثورة الأتصالات ، واخيرا تطوير تطبيقات جديدة تعطي القيمة المضافة المنتظرة من طرف المستهلك للمعلومات. في هذا الأطار بدأت تظهر اشارات على الفلسفة الجديدة ، وأصبحنا نسمع اكثر فأكثر عن نظرية (النظام الفضائي العالمي الجديد) ، وهي نظرية شمولية تضم في ان واحد أربعة قطاعات كانت متباعدة عن بعضها وهي:

اولا: الاستشعار عن بعد REMOTE SENSING.
ثانيا: نظام تحديد الموقع GLOBAL POSITION SYSTEMS.
ثالثا: نظم المعلومات الجغرافية GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS.
رابعا: نظم الاتصالات TELECOMMUNICATIONS .

فصور الأقمار الصناعية هي معلومات مرئية ، وتحديد الموقع بدقة هي معلومات تعتمد على الأقمار الصناعية ، ونظم الأتصالات عبر الأقمار هي معلومات ، ونظم المعلومات الجغرافية شعار يحمل الكلمة في اسمه ويعتمد على الأنشطة الثلاثة السابقة (الطالبي،١٩٩٧). ومفهوم النظرية الجديدة على ان الفضاء يمثل العصب الرئيس في ثورة المعلومات ، وانه سوق شمولية تتلاقى فيه القطاعات الأربعة اعلاه لتكون اجزاء من (طيف معلوماتي فضائي فسيح Broader Space Based Information System). وفيما يأتي توضيح للقطاعات الأربعة المذكورة اعلاه:

اولا: الاستشعار عن بعد REMOTE SENSING

يختص علم الأستشعار عن بعد برصد ودراسة الموارد البيئية والمعالم الأرضية عن بعد وذلك من خلال معالجة وتفسير المعطيات الرقمية والصور التي ترسلها المتون الجوية او الفضائية المزودة بمثل هذه الأجهزة. ويتم الحصول على هذه المعطيات بوساطة اجهزة خاصة تتألف من مواسح الكترونية متعددة الأطياف واجهزة رادارية محمولة على هذه المتون تختلف مميزاتها وقدراتها الأستشعارية من متن الى آخر . وبعد التقاط وتسجيل

هذه المعطيات من الهدف المرصود يتم بثها الى محطات استقبال ارضية خاصة حيث يتم تخزينها في صورة قيم رقمية على اشرطة ممغنطة (الشكل ٢).

وبتحليل تلك القيم الرقمية على الحاسوب باستخدام برامج خاصة بمعالجة الصور الفضائية يمكن الحصول على معلومات قيمة يصعب الحصول عليها بالطرائق التقليدية. وتبرز اهمية الأستشعار عن بعد في امور عدة اهمها القدرة على التغطية الشاسعة في آن واحد (تحت الظروف نفسها) ومن خلال مجالات طيفية مختلفة تمكننا من استخلاص معلومات غير مرئية يتعذر الحصول عليها بطرائق التصوير التقليدية ، هذا فضلا عن ميزة التغطية الزمنية المتكررة للمكان نفسه والتي تتطلبها عمليات الرصد وتحديث المعلومات في المجالات المختلفة (Lillesand and Kiefer , 1987) .

ثانيا: نظام تحديد المواقع العالمي

GLOBAL POSITIONING SYSTEMS

يعتمد هذا النظام (GPS) على منظومة تتألف من ٢٤ قمرا صناعيا اطلقتها وزارة الدفاع الأمريكية . ويوفر هذا النظام امكانية تحديد المواقع بدقة وعلى مدار الساعة ، كما يمكن زيادة دقة الحصول على نسبة خطأ اقل من (متر) وذلك باستخدام نظام التصحيح (Differential Correction) . وقد كان لأستخدام نظام (GPS) تأثير ايجابي كبير في الملاحة البرية والجوية والبحرية فضلا عن فائدتها الكبيرة في المسوحات التفصيلية وعمل الخرائط . فبينما كانت بعض المسوحات تتطلب في الماضي شهورا عديدة من العمل الشاق، اصبح بالأمكان اليوم انجازها في غضون ايام قليلة (Keith , 1997).

ولا شك بان لهذه التقنية الجديدة اهمية كبيرة في الأستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية حيث انها توفر وسيلة سريعة سهلة ودقيقة للتحقيق الميداني عند تفسير الصور الفضائية وكذلك تحديد مواقع المعالم الأرضية المراد ادخالها في قاعدة نظم المعلومات الجغرافية.

ثالثا: نظم المعلومات الجغرافية
GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

نظم المعلومات الجغرافية (GIS) عبارة عن تقنية قائمة على استخدام تكنلوجيا الحاسوب الشخصي كاداة تطبيقية تمكن المستخدم من ادخال ، تخزين ، معالجة واستحداث البيانات ذات الخاصية المكانية كمية كانت او نوعية ، والحصول على نتائج نهائية على هيئة خرائط ورسومات بيانية ، فضلا عن الصور والجداول والتقارير الأحصائية (الشكل٢). وترجع اهمية هذه الأنظمة الى الطريقة التي يتم التعامل بها مع المعلومات والتي تتميز بالقدرة على المطابقة الوصفية من خلال قواعد المعلومات في الوقت نفسه، مع امكانية استخلاص معلومات جغرافية جديدة تجيب عن التساؤلات المختلفة في مجال التطبيق وعرضها مباشرة على شاشة الحاسوب ويتم ذلك بسرعة فائقة وبصورة اكثر فاعلية ودقة اذا ما قورنت بالأساليب التقليدية المتبعة في التعامل مع المعلومات الجغرافية (Lillesand and Kiefer , 1987) .

رابعا: نظم الاتصالات TELECOMMUNICATIONS

تسود العالم اليوم موجة عارمة للتعرف على الأنترنت (الشبكة الدولية للمعلومات Inter Net) وامكانياتها وخاصة بين من يهتم بالحواسيب والأتصالات من خلال الشبكات والأقمار الصناعية . وتعد الأنترنت اهم وسيلة في ميدان الأتصالات في اواخر القرن العشرين بعد الهاتف والتلفزيون .

بدأت الأنترنت في اواخر الستينات كشبكة تجريبية من قبل وكالة مشروعات البحوث المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع في الولايات المتحدة الأمريكية . وتطورت هذه المنظومة خلال السبعينات والثمانينات قبل توقفها عن العمل في عام ١٩٩٠ . وخلال ذلك، في عام ١٩٨٦، انشأت مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية National Science Foundation شبكتها ليستفيد الباحثون في شتى التخصصات. ثم تطور ذلك الى تنوع شامل لتوزيع المعلومات التي تستخدمها المؤسسات العلمية والمكتبية لغرض تعميم فائدتها على اكبر عدد ممكن من الباحثين وعامة الناس، واصبحت وسائل الأنترنت الأساسية

الثلاث ، البريد الألكتروني e-mail وبروتوكول نقل الملفات File transfer protocol والنص المتشعب Hypertext من على الشبكة العنكبوتية العالمية World wide web ، من الأتساع بحيث يصعب حصر مجالات الأستفادة منها بمقالات او حتى كتب (الدركزلي، ١٩٩٧).

دخلت شبكة الأنترنيت العالمية بمختلف خدماتها الكثير من القطاعات والمجالات المختلفة ، واثرت فيها تاثيرا مباشرا وخلقت الكثيرمن المفاهيم والأساليب الجديدة ، وكان من ضمن هذه المجالات وضع الصور الفضائية على هذه الشبكة للتعرف عليها مباشرة. فنرى اليوم الكثير من الشركات الخاصة تأخذ بزمام المبادرة لتقديم انشطتها المختلفة عبر خدمات الأنترنيت ، وتحولت الكثير من هذه الشركات الى نطاق العالمية بدلا من المحلية ، بمعنى ان خدماتها باتت تشمل العالم اجمع بدلا من نطاق المنطقة التي تقع فيها ، وبالتالي فان مفهوم (العالم القرية Global Village) اصبح جليا واضحا من خلال الانترنيت وتقانة الأتصالات الحديثة.

تطوير تطبيقات الأستشعار عن بعد

ان التوجهات المستقبلية لتنمية تطبيقات الأستشعار عن بعد ترتكز على فكرتين وهما زيادة الأهتمام بالتطبيقات الكلاسيكية والعمل على ابراز مجالات جديدة.

اولا : التطبيقات الكلاسيكية

نشير هنا الى المجالات المختلفة التي عمل ويعمل فيها الأستشعار عن بعد بفاعلية ونجاح:

١- مجال استكشاف الموارد الطبيعية

تمثل انشطة استكشاف الموارد الطبيعية وخاصة النفط والمعادن اكبر مستهلك لصور الأقمار الصناعية اذ تمثل حصته ٤٠% من مجمل المبيعات (Gotfired , 1996). وباستخدام هذه التقنية امكن وضع الخرائط الشمولية الدقيقة لمناطق التنقيب حيث تظهر هذه الصور المؤشرات الأولية للتوضعات المعدنية والنفطية .

وسيكون هذا القطاع اكبر مستفيد من التطورات الجديدة سواء من حيث توفير معطيات فضائية دقيقة جدا او من حيث انه اكبر المستهلكين لأجهزة تحديد الموقع (GPS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) وكذلك الأتصالات عبر الأقمار الأصطناعية.

٢- مجال الزراعة والغطاء النباتي واستعمالات الأراضي

تطبيقات الأستشعار عن بعد في مجال الزراعة متعددة ومتنوعة وقد دفعت نتائجها السريعة والأيجابية دول العالم ومنظماته الى توسيع نطاق الأعتماد عليها . فمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو- FAO) قد أنشأت مركزا للأستشعار عن بعد لتمد من خلاله يد المساعدة لدول العالم الثالث التي بات ينهكها التخلف الزراعي.

وباستخدام هذه التقنية يمكن تصنيف التربة الزراعية ووضع الخرائط لتنظيم الري والخطط الزراعية والكشف المبكر عن الآفات ووضع الأحصائيات الدقيقة عن المساحات المزروعة ورطوبة التربة ومراقبة ظواهر التصحر والجفاف والحرائق .

٣- مجال البيئة وكشف التلوث

تعد المشاكل البيئية والصحية من الأزمات الخطيرة التي تواجه البشرية في العصر الحالي ، ولكن حتى بداية التسعينات، لم يكن هذا القطاع يستهلك الا نسبة مئوية ضئيلة من جملة مبيعات سوق الصور الفضائية. لكن بعد قمة الأرض بالبرازيل (١٩٩٢)، وزيادة الأهتمام بقضايا البيئة والتخلف ، ورصد اموال طائلة للغرض ، فرضت تكنلوجيا الفضاء نفسها ، واصبح استعمال الصور الفضائية واجهزة تحديد المواقع ونظم المعلومات الجغرافية من ضروريات المشاريع ... وسنرى في مستقبل قريب ان استعمال منتوجات (الفضاء العالمي الجديد) ستكون من احد شروط مشاريع دراسة البيئة والتلوث لما لهذا القطاع من بعد تجاري استراتيجي للشركات العاملة وحكوماتها والصناديق المانحة التي تقف وراءها.

٤- مجال التخطيط الهندسي الأقليمي والمدني

هناك اهمية كبيرة لتقنية الأستشعار عن بعد في مجال تنظيم اقامة المدن والمناطق العمرانية واتجاهات التوسع فيها فضلا عن اختيار افضل المواقع لأقامة المنشآت الصناعية الهندسية كالسدود والطرقات والسكك الحديدية وغيرها.

كان استعمال وسائل الأستشعار عن بعد لرسم الخرائط من اكثر الأنشطة في العقدين الأخيرين وذلك لأفتقار العالم (والعالم الثالث خاصة) للخرائط الضرورية لعمليات البناء والتنمية. الا انه بالرغم من الجهود المبذولة فان نقص الخرائط وخاصة الدقيقة منها يؤثر سلبا في مجهودات التنمية وحسب تقارير الأمم المتحدة التي تؤكد هذا النقص (UNHDR, 1997). وعلما بان كلفة الخرائط بالطرائق التقليدية باهظة جدا وان التكلفة يمكن ان تكون من مرتين الى اربع مرات ارخص باستعمال الصور الفضائية، فان هذا القطاع سيحظى بدعم كبير، وذلك نظرا لأن تحديث الخرائط القديمة ، وكذلك انجاز الخرائط الجديدة ، يتماشى تماما والنظرة الجديدة لأنشطة الفضاء ، ويستهلك كما وافرا من الصور الفضائية، واجهزة تحديد المواقع ونظم المعلومات الجغرافية والأتصالات .

٥- مجال المياه السطحية والجوفية والأرصاد الجوية

يمكن بوساطة الصور الفضائية تحديد مواقع الأحواض المائية وتوجيه استغلالها باعلى درجة من الجدوى في الري ووضع اسس علمية لمراقبة التغيرات المناخية ودرجات الحرارة والساقط المطري والتنبؤ المبكر عن الكوارث الطبيعية والكشف عن مواقع تواجد المياه الجوفية.

٦- مجال الأغراض العسكرية

تتركز تطبيقات الأستشعار عن بعد للأغراض العسكرية في نظم الأستخبارات الأرضية. اذ يساعد هذا النظام على توفير دائرة العمليات الحربية تباعا باحدث المعلومات عن تحركات العدو العسكرية. فضلا عن امكانية معرفة خصائص الأراضي التي تخضع للعمليات الحربية المختلفة والمنشآت العسكرية ومواضع الأسلحة الإستراتيجية مما يساعد على تخطيط العمليات الحربية بكفاءة عالية.

ثانيا: التطبيقات الواعدة :

يدخل في هذا مجموعة من الأنشطة التي يمكن ان تكون سوقا مهمة لمنتوجات (الفضاء العالمي الجديد). واهمها تخطيط المدن والزراعة المحكمة، وتحديد المواقع، والعمليات الأنسانية .

١- تخطيط المدن والأراضي

نظرا لما سيتوفر في المستقبل القريب من صور فضائية ذات حيز مكاني دقيق مع كم من المعلومات تمتاز بالجودة والوضوح تنافس بشكل خطير قدرة تمييز الصور الجوية. ويتميز هذا المنتوج الفضائي فضلا عن صفته الرقمية ، بتحديد المعلومات بصفة آلية، مما يسمح باجراء الدراسات المقارنة او تتبع الظواهر الخارقة (فيضانات ، حرائق، زلازل)بالسرعة الكافية وكذلك التوسع العمراني باقل التكاليف (الطالبي ، ١٩٩٧) . ونظرا لكثرة المشاريع والخدمات المتاحة في ميدان تخطيط المدن والتهيئة الترابية ، وكذلك تعامل القطاع مع مكونات الفضاء الجديد الأخرى ، فمن المنتظر ان يكون الأهتمام به شديدا في المستقبل. ولايخفي مسؤولوا بعض البرامج الفضائية الرقمية المناسبة، والتي يمكن ادماجها مباشرة في نظم المعلومات الجغرافية.

٢-الزراعة المحكمة :

الكلمة ترجمة حرة لمعنى (Precision Farming) ، والكلمة اللاتينية مصطلح جديد الأستعمال ، ويعني استغلال كل وسائل جمع المعلومات من مختلف المصادر (ومنها الفضائية خاصة) حول منطقة او حقل زر اعي ، ثم ترجمة هذه المعطيات الى معلومات لمصلحة الساهرين على تنمية تلك المنطقة الزراعية ، حتي تساعدهم على معرفة النقائص المسجلة ومعالجتها وتفادي وقوعها(الطالبي ، ١٩٩٧).

وبموجب المعطيات التي سيوفرها (النظام الفضائي الجديد) واهمها صور فضائية على غاية من الوضوح، فانه بامكان صاحب حقل قمح او بطاطة مثلا ، ان يتابع نمو محصوله، اعتمادا على معالجة الصور ضمن نظام معلوماتي حقلي ، وان يعالج نقائص التربة او الري بعد تحديدها جغرافيا وبدقة بنظام تحديد الموقع.

كما سيسمح هذا التطبيق لاصحاب القرار ان يتابعوا المحاصيل الزراعية، وان يأخذوا فكرة حول وفرة الأنتاج او ندوته واخذ الأحتياجات الضرورية (للخزن في صورة وفرة الأنتاج او الشراء في صورة ضعف المحاصيل) . وعلى هذا الأساس فان فكرة (الزراعة المحكمة) ستمثل طليعة الأنشطة التي ستعمل الشركات والهيئات المختصة التعريف بها لدى الجمهور العريض وخاصة المزارعين في الدول المتقدمة كمرحلة أولى، وستجني تلك الشركات أرباحا طائلة من جراء تبني جمهور المزارعين لفكرة "الزراعة المحكمة"، نظرا لمردوديتها المالية الواضحة والعاجلة لكل الأطراف.

٣. دعم العمليات الانسانية:

وهذا هو الآخر جديد، أفرزه استغلال شركات التسويق "منتوجات الفضاء العالمي الجديد" للكوارث الانسانية الواقعة في شتى انحاء العالم (الطالبي، ١٩٩٧)، لما في ذلك من ربح مادي وفير وأدرج ادناه ثلاثة أمثلة:

وقع تسويق الفكرة لأول مرة عند تدخل "قوات الأمم المتحدة" في الصومال، حيث استعملت الصور الفضائية بكثافة نظرا لعدم توفر الخرائط في تلك المنطقة.(نتذكر بالمناسبة ان محطة استقبال نقالة لصور لاندرسات ركزت بسرعة في كينيا، ثم فككت بالسرعة نفسها مع الأنسحاب الأمريكي من الصومال). كما استعملت اجهزة تحديد المواقع العادية منها والدقيقة لأختيار احسن اماكن تقديم "الخدمات الأنسانية" .

وبعد ذلك بفترة طالعتنا الأخبار، قبل انتهاء الحرب بقليل في البوسنة (وليس في اول الحرب في اثنائها)، ان تكنلوجيا الفضاء سمحت برصد الأماكن السرية لعديد من المقابر الجماعية ، ومكنت من "فضح جرائم التطهير العرقي" التي ذهب ضحيتها الاف الأبرياء. وصورت وكالات الأنباء المرئية المحققين المختصين وهم يكشفون المقابر الجماعية ، وبايديهم اجهزة لتحديد المواقع، وصور فضائية.

واخيرا خلال الحرب الأهلية في منطقة البحيرات العظمى، وما ترتب عليها من كارثة انسانية رهيبة، استعملت منتجات الفضاء (صور رادارية هذه المرة لأن الصور الفضائية العادية لاتخترق الغيوم) للمساعدة في انزال الأغاثة بالمظلات. ان تحديد مناطق تواجد اللاجئين عرفت كلما وجدت مساحات غابية شاسعة قد دمرت (Radarsat 1997).

٤. التطبيقات اليومية:

يسعى المهتمون بتسويق "منتجات الفضاء العالمي الجديد" الى تقديم خدمات فضائية تلبي حاجيات المواطن العادي لتأمين انتعاشة مستديمة لنشاطهم.

في هذا الأطار فان نظام تحديد الموقع العالمي يمثل احد اكبر هذه الأنشطة الواعدة. فمنذ تسريح احد مكونات هذا النظام للأستعمال المدني ، وجد المهتمون فيه ضالتهم واستعمل في البحث عن التائهين في الصحراء (بعض سباق السيارات) ... والغارقين في البحر (اثناء حرب الفوكلاند)... ثم تحول الى استعمال هذا النظام لأغراض رصد اماكن تواجد او تحطيم الطائرات (في ام المعارك الكبرى) ... ثم رصد ومتابعة الحافلات ، ثم سيارات الأجرة ، واخيرا متابعة الطيور المهاجرة.

ومنذ سنتين تقريبا تراجعت اسعار جهاز (GPS) واصبحت في متناول الجميع (في الدول الغربية)، واصبح اكثر من ٥٠٠,٠٠٠ من السيارات الجديدة في اليابان مجهزا بنظام تحديد الموقع ونظام المعلومات الجغرافية (Keith, 1997).

التطورات الحالية والمنتظرة في تكنلوجيا الفضاء.

من تجارب الدول المتقدمة في تكنلوجيا الفضاء الخارجي ان هناك تقدما هائلا في التقنيات وطرائق استنباط المعلومات من الأقمار الصناعية لتطبيقها في مجالات مختلفة من اهمها:

اولا: التطور في الأقمار الصناعية

منذ اطلاق لاندسات (Landsat) عام ١٩٧٢ استمرت وكالة الفضاء الأمريكية باطلاق سلسلة من الأقمار متزامنة مع سلسلة الأقمار الروسية. ثم تلتها سلسلة سبوت (SPOT) والقمر الصناعي الأوربي (ERS) الذي يمثل تعاونا بين عشرة دول اوربية لدخول الصناعة الفضائية ... كما دخلت هذا المضمار الدول الفضائية الصغيرة مثل كل من الهند وكندا واليابان والصين وايطاليا و الباكستان وماليزيا ... واسرائيل !!.

وعلى أية حال مكن دخول الشركات الخاصة ميدان انشطة الفضاء الى اعادة اكتشاف المنظومات الصغيرة التي طالما كانت حكرا على القطاع العسكري والأنشطة العلمية الخاصة عوضا عن المتوسطة والثقيلة المأهولة منها وغير المأهولة.

ان اطلاق المركبات الصغيرة التي تزن (١٠٠-٥٠٠ كغم) لايتطلب صواريخ كبيرة وهذا من شانه ان يقلل الكلفة الأجمالية. وفي الوقت نفسه تحظى المركبات الصغيرة حاليا باهتمام كبير من اطراف عدة لتطوير مستشعرات جديدة وتوظيف ما توصلت اليه ابحاث تطوير تكنلوجيا الفضاء لفائدتها وخاصة في مجالات تبسيط عمليات استقبال المعلومات وبثها.

ثانيا: التطور في اجهزة الأستشعار

حدث تقدم هائل في عدد ونوعية الأطياف المستخدمة فمنذ ان كانت جميع أجهزة التصوير تعمل في "المجال المرئي" تطورت اجهزة الرصد فأصبحت تعمل في "مجال الأشعة تحت الحمراء" واصبحت الأقمار الصناعية تستعمل "اربعة " مجالات طيفية ثم "سبعة مجالات" ومنذ نهاية الثمانينات اضيف الطول الموجي الراداري ليلعب دورا في استكشاف الأرض والنظرة المستقبلية توضح بان هناك تطورا هائلا في عدد من الأطياف يصل الى (١٨٥ طولا موجيا) والذي سوف يستخدم في المكوك الفضائي (كولومبيا) مما سيفتح مجالا كبيرا في عمليات تحليل البيانات.

ثالثا: التطور في قوة التمييز الأرضية

يشهد قطاع تطور اجهزة قوة التمييز الأرضية المحمولة على متن الأقمار الصناعية منذ فترة قصيرة تطورات كبرى. فبينما كانت قوة التمييز تصل الى ٨٠*٨٠ متر في السبعينات اصبحت ١٠*١٠ متر في الثمانينات وفي بداية التسعينات وصلت قوة التمييز المكانية الى ٢,٥*٢,٥ متر. اما آخر التطورات فتشير الى حدوث تقدم هائل في تسجيل قدرة التمييز تصل الى اقل من متر واحد (يحيى ، ١٩٩٥).

رابعا: التطور في تقنيات المسح

يمتاز الجيل الأول من الأقمار الصناعية بالحصول على صور متكررة للمناطق خلال فترات زمنية متساوية على وفق مدار ثابت من الأبعاد. وفي الثمانينات حصل تقدم في تقنيات المسح مما أتاح التصوير المجسم لكامل المشهد الفضائي من مسارين مختلفين للقمر كما في سلسلة سبوت والقمر الأوربي وذلك لتحقيق صور ثلاثية الأبعاد للأرض والتي انفرد بها عن المنظومات الأخرى كافة . والنظرة الحديثة حول امكانية برمجة هذه

الأقمار لإرسال صور لأية حالة بيئية طارئة في العالم خلال ساعات اصبح الآن ممكنا من قبل القمر الصناعي الياباني (ALOS) .

خامسا: التطور في محطات الأستقبال الأرضية

حدث تقدم كبير يواكب التطور في الأقمار والأجهزة المستخدمة في تقنيات المسح بالنسبة إلى محطات الرصد الأرضية. فبعد ان كانت محطات ثابتة تغطي دائرة بقطر حوالي (٣٠٠٠ كم) موزعة على مواقع مختلفة من الكرة الأرضية اعتمادا على تواجد المدارات الثابتة اصبحت الآن بامكان محطات صغيرة متنقلة على متن سيارة يمكن ان تغطي مساحات اكبر وذات تجهيزات عالية تتعامل مع جميع انواع الأقمار الصناعية. وهذه المحطات ستسمح دون شك لدول عديدة ان تقتني منها لأستعمالها داخل حدودها الأقليمية (يحيى، ١٩٩٥).

سادسا: التطور في برامج معالجة البيانات

مع التقدم الحاصل في ميدان الأتصالات عن طريق الشبكة العالمية للمعلومات والتطور الهائل في برامج الحاسوب الشخصية لمعالجة البيانات الرقمية، اصبحت هذه البرامج اكثر سهولة وتتعامل مع جميع انواع البيانات. والنظرة الحديثة توضح امكانية دمج معطيات الأستشعار عن بعد مع معلومات وبيانات نظامي المعلومات الجغرافية وتحديد المواقع. ان التوجه المستقبلي سيكون محوره التطبيق وفتح ميدان المعطيات الفضائية الى الجمهور العريض والأختصاصات كافة مما يجعل مهنة الأختصاصي في ميدان الأستشعار عن بعد تتقلص شيئا فشيئا ويحل محلها المستعمل العادي ومن المستويات العلمية كافة لاستعمالها في الحياة اليومية.

سابعا: التطور في المنظومات العالمية :

ان ظاهرة اختفاء المنظومات الوطنية (LANDST) وظهور منظومات مصالح مشتركة (EOSAT) يعتمد على القطاع الخاص، ويستعمل تكنلوجيا إطلاق ومتابعة واستقبال كانت الى حد قريب حكرا على القطاع العسكري، كان ذلك كله من اجل توفير ما يلزم للمستهلك في احسن الظروف، وبارخص الأثمان وباكبر سرعة ممكنة لأستعمالها في الحياة اليومية .

وفي هذا الأطار نزلت الشركات الخاصة الأمريكية بكل ثقلها (السياسي والمالي وحتى العلمي) ونجحت في اقناع الحكومة بضرورة سن تشريع خاص يمكنها من دخول ميدان الأستشعار عن بعد وادارة منظومات متكاملة. وبسرعة وقع الرئيس الأمريكي بتاريخ ١٠/٣/١٩٩٤ القرار التوجيهي PDD-23 المنظم لسياسة الأدارة في ثلاثة مجالات (Presidential Decision Directive, 23, 1994) وهي:

١. السماح للشركات الخاصة بادارة أنشطة الإستشعار عن بعد.
٢. تنظيم عملية تصدير تكنولوجيا الفضاء.
٣. مراقبة توزيع المعلومات الحساسة.

وحسب نص القرار الرئاسي المذكور، فان الهدف الأول منه كان الرفع من قدرات ومردودية صناعة الفضاء الامريكية، وفي الوقت نفسه حماية "الأمن القومي" و "متطلبات مصالح السياسة الخارجية للولايات المتحدة". واعادة الاعتبار للمنظومات الصغيرة من أجل الضغط على الكلفة الكلية لعمليات التصميم والتجميع والاطلاق والمتابعة (الطالبي، ١٩٩٧).

المصادر

- شذى الدركزلي، التطورات المستقبلية في الانترنيت. المجلة العربية للفتيان، العدد الأول. ١٩٩٧.
- محمد الطالبي، المنظومات العالمية للاستشعار عن بعد واستغلالها الأمثل لخدمة التنمية المستديمة في الوطن العربي. المؤتمر العربي الأول لبحوث الفضاء والاستشعار عن بعد، القاهرة، ١٩٩٥.
- محمد عادل يحيى، آفاق التعاون العربي في مجالات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. المؤتمر الأول لبحوث الفضاء والاستشعار عن بعد، دمشق، ١٩٩٥.
- Gotfried Konecny, International mapping from space. 18th International conference for photogrammetry and remote sensing. Vienna, Austria, July, 1996.
- Keith Calhoun Senghor, The new American policy on the commercialisation of aerospace products and services. 3rd Arab Aerospace Education Association Sousse- Tunisia, 1997.
- Persidential Decision Directive, Foreign access to remote sensing space capabilities. The White House Press Releas. HHp: Library. White house, gov. 1994.
- Radarsat mapping for humanitarian aid, Remote Sensing in Canada. Canada Center for Remote Sensing. Volume 25, No.1, April, 1997.
- T. M. Lillesand, and Kiefer R.W., Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons Inc. 1987.
- United Nations Human Development Repot, (UNHDR). United Nations Development Programme (UNDP). Oxford University Press, ISBN: 0-19-51. 1997.