الباب الثالث

تكنولوجيا الفضاء

تكنولوجيا الفضاء

١- مقدمة

منذ أن دار القمر الصناعى الروسى "سبوتنيك" لأول مرة حول الأرض فى سنة ١٩٥٧ معلنا بداية عصر الفضاء، توالت الإنجازات مع زيادة الطموح الإنسانى إلى ارتياد المجهول والانطلاق فى دورة استكشاف جديدة داخل مجموعته الشمسية وفى أرجاء الفضاء السحيق الذى تتحرك فيه. وفى أقل من نصف قرن حقق الإنسان إنجازات مذهلة: فاستطاع الهبوط على سطح القمر والعودة منه عدة مرات من خلال البرنامج الأمريكى "أبوللو"، وقام ببناء وتشغيل ترسانة من صواريخ الإطلاق العملاقة لوضع الأقمار الصناعية بأنواعها المختلفة فى المدارات المناسبة لها حول الأرض، وأرسل المركبات الفضائية إلى معظم كواكب المجموعة الشمسية، وقام ببناء وتشغيل أول أسطول من المركبات الصاروخية (مكوك الفضاء) للسفر إلى الفضاء والعودة منه ثانية إلى الأرض حاملة طاقما كبيرا من البشر وحمولة ثقيلة من الأقمار الصناعية والمعدات والأجهزة، كما نجح فى تشييد أكثر من محطة فضائية دائمة لإقامة الإنسان فى المدار القريب من الأرض، وشرع مؤخرا فى إقامة محطة فضائية دولية من المتوقع أن يكتمل بناؤها فى مطلع القرن الواحد والعشرين.

لم يعد ممكنا فى الحقيقة تخيل الحضارة الإنسانية الحديثة فى صورتها الحالية خلال الربع الأخير من القرن العشرين بدون الفضاء. فمراكز التحكم فى العمليات الحيوية الأساسية للجنس البشرى وحضارته من حركة واتصال ونظر ورؤية وغذاء وحرب وسلام آخذة فى الانتقال بمعدل متسارع من الأرض إلى الفضاء. فالأرض يدور حولها بشكل منتظم حاليا حوالى ٥٠٠ قمر صناعى لأغراض الملاحة والاتصالات والطقس والتصوير وأيضا لمراقبة كل أحوالها البيئية ومجالاتها الطبيعية. من بين تلك الأقمار تمتلك الولايات المتحدة ٢٠٠ قمر بينهم ١٠٠ قمر للأغراض العسكرية. كل ذلك يواكبه صناعة فضاء عالمية مزدهرة، وصل إجمالى عائدها السنوى إلى ٧٧ بليون دولار، ٥٣% من هذا العائد أصبح من نصيب القطاع التجارى الخاص بعد أن خرج هذا النشاط من تحت سيطرة القطاع الحكومى فى معظم الدول الصناعية الكبرى. ويتزايد فى نفس الوقت أهمية الفضاء للعمل العسكرى، فأصبح يمثل المسرح الرابع للعمليات الحربية بعد المسرح البرى والبحرى والجوى، ومن خلاله صار من الممكن تنفيذ كثير من المهام مثل التجسس والاستطلاع والإنذار المبكر ورصد الصواريخ الباليستية والملاحة والاتصالات والتنبؤ بالطقس.

ويتضح مما سبق، أن حضارتنا "التكنولوجية" قد أوصلتنا إلى حقبة جديدة يعيش فيها الإنسان "عصر الكونية" بمعناه المباشر والحقيقى بعد أن تحقق لتلك الحضارة بالفعل بنية مادية وفكرية غنية ومتطورة، شيدتها بدأب خلال العقود القليلة الماضية كوكبة قليلة من دول الصف الأول والثانى وأنفقت عليها أموالا طائلة، وأصبحت أمورها وبرامجها تحتل موقعا مرموقا فى مداولات رؤساء الدول الصناعية الكبرى والاتحاد الأوربى والمنظمات الإقليمية المختلفة. إن تواجد الإنسان خارج محيطه الأرضى صار جزءا مهما ومثيرا من مجمل حركته العامة. كما أن أنباء الكون نفسه، حركته ومصيره، قد انزاح عنها بفضل

التقدم التكنولوجى كثيرا من الغموض والضباب، وأصبحنا نرى ما يجرى من تصادم على سطح كوكب المشترى، بمثل الوضوح الذى نرى به تصادما بشريا أرضيا فى منطقة الخليج.

وفى إطار بحثنا عن "آفاق التطور التكنولوجى فى مصر" نحاول فى هذه الدراسة استكشاف موقف مصر من التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء حتى سنة ٢٠٢٠، من خلال عرض الحالة الراهنة والتطور المستقبلى الممكن لتلك التكنولوجيا على المستوى العالمى وموقفها الحالى فى مصر، والظروف التى تؤهل مصر لإحداث تقدم حقيقى فى هذا المجال، والتحديات التى تواجهها، والسياسات والآليات اللازمة لإحداث هذا التطور، وطبيعة البنية المادية والبشرية الضرورية لتنفيذ هذه السياسات، والمراحل المتوقعة لتطور العمل من خلال الآتى:

- المفاهيم الفكرية والعلمية للنشاط الإنسانى فى الفضاء.
- الإطار العام للبرنامج العالمى فى مجال الفضاء وأهدافه.
- تكنولوجيا الفضاء: النظم الفضائية والتكنولوجيات الأساسية.
- استكشاف المجموعة الشمسية والبحث فى الظواهر الكونية.
- مشاريع الفضاء الكبرى فى القرن القادم.
- الدول الأساسية الفاعلة فى مجال الفضاء –حجم الإنفاق الحالى ومجالاته.
- القوى الصاعدة فى مجال الفضاء.
- النشاط المصرى فى مجال الفضاء–التحديات.
- الظروف والشروط اللازمة لإحداث تقدم فى مجال تكنولوجيا الفضاء.
- المشروع المصرى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء.
- المراحل المتوقعة لتطور تكنولوجيا الفضاء فى مصر حتى سنة ٢٠٢٠.

٢- المفاهيم الفكرية والعلمية للنشاط الإنسانى فى الفضاء

ينقسم النشاط الإنسانى فى الفضاء إلى قسمين:

القسم الأول : يتصل باستخدام الأقمار الصناعية والمحطات الفضائية فى المدارات القريبة من الأرض لتطوير صورة الحياة عليها وزيادة قدرة الجنس البشرى على الاتصال والإنتاج. لقد تجاوز هذا النوع من النشاط الأسئلة التى عادة ما تطرح فى البدايات عن الجدوى العملية ومبررات الإنفاق الباهظ، وأصبح الوجه النفعى فيه ظاهرا لا يحتاج إلى تبرير. فلم يعد ممكنا الاستغناء عن التواجد فى الفضاء القريب من الأرض لأداء مهام ووظائف أصبحت جوهرية بمنطق العصر لحركة الحياة فوقها. ومع السنوات الأولى للتسعينات، وبعد انتهاء الحرب الباردة، دخل هذا النشاط فى عملية ترتيب ومراجعة على المستوى العالمى كان هدفها تحقيق الآتى:

- الدخول بصناعة الأقمار الصناعية مرحلة "التوحيد القياسى" والخروج بها من نطاق الإنتاج الخاص بهدف تقليل التكلفة وتحقيق "التوافق" بين أنظمة الدول المختلفة.
- الاهتمام بتطوير الأقمار الصناعية صغيرة الحجم للتطبيقات المختلفة. ومن الأمثلة على ذلك إطلاق الولايات المتحدة القمر "تريس Trace " (٢١٠ كجم)، وشروع اليابان فى برنامج لتطوير سلسلة من الأقمار لا يزيد وزنها عن ٢٥ كجم.
- تقليل تكلفة حمل الأقمار إلى مدارها حول الأرض بتطوير تكنولوجيات صواريخ الإطلاق بأنواعها المختلفة.

- التحول إلى نظام الشبكات الموحدة العالمية فى مجال الاتصالات والملاحة والاستشعار عن بعد...الخ والتخلص من فوضى المشاريع الوطنية والإقليمية التى لم تعد تتفق مع طبيعة الأمور وتشابك العالم (تاريخيا حدث ذلك من قبل فى مجال النقل الجوى والنقل البحرى والاتصالات السلكية...الخ).

- تبنى مشاريع مختلفة لمراقبة الأرض وبيئتها الحيوية بواسطة شبكة من الأقمار الصناعية ونظام عملاق لتسجيل المعلومات والبيانات عن تطور هذه البيئة والتعرف على القوانين التى تحكم تطورها.

القسم الثانى: يتصل بالنشاط الخاص باستكشاف المجموعة الشمسية، ودراسة الظواهر الكونية، والبحث عن إجابات لأسئلة مبدئية عن نشأة الكون ومصيره، وعن الحياة وتطورها واحتمالات وجودها فى أماكن أخرى من الكون. هذا النوع من النشاط أحاط به ومازال جدل واسع بسبب تكلفته الباهظة ولاسيما عندما يخرج من إطاره الفكرى إلى مجال التطبيق العملى. فعلى سبيل المثال نجد تكلفة المركبة الفضائية الأمريكية كاسينى (فى طريقها الآن إلى كوكب زحل) قد بلغت ٤ بلايين دولار، كما أن "مراقب المريخ أو مارس أوبزرفر" قد وصلت تكلفته إلى حوالى بليون دولار. لكن النتيجة التى فرضت نفسها فى النهاية كانت فى صالح استمرار هذا النشاط منذ البدايات الأولى لعصر الفضاء استنادا إلى عدد من المبررات الجوهرية:

- أن البيئة الحيوية التى تحتضن الحياة على سطح الأرض هشة للغاية ويحكم استمرارها عدد من العوامل المعقدة التى لو اختل واحد منها يمكن أن يؤدى إلى انطفاء شمعة الحياة بلا رجعة. ولهذا السبب يجب أن يكون للجنس البشرى ملجأ بديل علينا أن نبدأ من الآن البحث عنه.

- أن اصطدام الأجرام السماوية مثل الكواكب والمذنبات والكويكبات والشهب بالمقياس الفلكى يعتبر أمرا عاديا ويتكرر باستمرار داخل المجموعة الشمسية وأصبح رصده ممكنا كما حدث فى حالة اصطدام المذنب "شوميكر ليفى" بالمشترى. والأرض يمكن أن تتعرض لمثل هذا الاصطدام أو أكبر منه فيقضى على الحضارة الإنسانية التى أخذت آلاف القرون لتصل إلى مستوى تطورها الحالى. فلا يوجد حتى الآن دليل واحد مقبول على وجود الحياة (عاقلة أو غير عاقلة) فى مكان آخر من الكون.
- استكشاف المجهول غريزة كامنة فى العقل البشرى ومقدرة بصورة ما فى نسيج المكان–الزمان الذى يعيش ويتحرك فيه الإنسان. وبرغم أن ذلك الدافع قد يخبو لبعض الوقت إلا أنه يبعث من جديد ليستأنف البحث عن مكاننا فى الكون وعن وجود مخلوقات أخرى عاقلة فيه. وهذه الرغبة المبهمة فى البحث عن إجابات لأسئلة مبدئية عن أصل الكون والحياة والإنسان تتغلب دائما على كثير من الاتجاهات النفعية التى ترى أن يوجه الإنسان جهده وماله إلى القضاء على الفقر والمرض والجهل والحفاظ على البيئة.
- أننا قد نكتشف فى كواكب المجموعة الشمسية ما يساعد على تجنيب الأرض مصيرا معينا واجهته تلك الكواكب وأدت إلى اختفاء الماء والحياة من فوقها (كما يعتقد فى حالة المريخ).

٣- الإطار العام للبرنامج العالمى فى مجال الفضاء وأهدافه

يمكن القول أن برنامج الفضاء الأمريكى الذى تم إقراره فى ١٩٩١ يمثل حاليا الإطار العام الذى تدور فى فلكه كل الدول العاملة فى مجال الفضاء. فقد تبنى البرنامج فى أعقاب الحرب الباردة مبادرة للتعاون الدولى هدفها التصدى

للتحديات الكبرى المتوقعة فى مجال الفضاء والتى لا يمكن مواجهتها إلا بشكل جماعى. والمحاور الأساسية للبرنامج الأمريكى هى:

- **مهمة إلى كوكب الأرض Mission to planet Earth** ويركز هذا المحور على مراقبة كوكب الأرض، وملاحظة التغيرات التى تطرأ على بيئته الحيوية، وتسجيل كل ما يتعلق بها من قياسات بواسطة شبكة من الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية. الهدف من تلك المهمة الوصول إلى فهم لأثر النشاط البشرى المتزايد على البيئة الحيوية الحاضنة للحياة على الأرض، وتحديد الأسس الصحيحة التى يمكن على أساسها وضع السياسات اللازمة لإصلاح الأضرار الحالية والمحافظة على البيئة فى المستقبل.
- **مهمة بعيدة عن كوكب الأرض:** وتركز على مهام الاستكشاف البعيد فى الفضاء وخاصة كوكب المريخ بإرسال المركبات الأتوماتيكية فى البداية بدون الإنسان، وعمل الدراسات اللازمة عن سطحه وبيئته، واختيار أفضل المواقع لهبوط الرواد عليه فى المستقبل.
- **بناء محطة دائمة فى الفضاء** لعمل الأبحاث اللازمة للحياة فى ظروف الفضاء لفترات طويلة وتدريب الرواد عليها وتطوير التكنولوجيات اللازمة للحياة على الكواكب البعيدة ، مع الأخذ فى الاعتبار المرونة فى تصميم المحطة واستجابتها للمتغيرات والتطورات المتوقعة فى البرنامج الفضائى .
- **العودة للقمر للبقاء والإقامة عليه.**
- **تطوير القاعدة التكنولوجية** اللازمة لمواجهة التحديات السابق ذكرها بمحاورها المختلفة.
- **تطوير تكنولوجيا الأقمار الصناعية ووسائل الدفع والإطلاق إلى الفضاء** مع التركيز على التكنولوجيات المرتبطة بأن تصبح تلك النظم أكثر أمانا، وأقل

تكلفة، وأكثر قدرة على تحقيق رحلات فضائية لمسافات بعيدة ولأزمنة طويلة.

٤- تكنولوجيا الفضاء : النظم الفضائية والتكنولوجيات الأساسية

تقوم هندسة الفضاء على قاعدة واسعة من التكنولوجيات الأساسية تهدف فى الأساس إلى بناء حزمة متنوعة من النظم الفضائية. ويتحقق التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء استجابة للمطالب الفنية الجديدة لمشاريع الفضاء وما تطرحه من أهداف وتحديات. وتنقسم النظم الفضائية إلى العناصر الآتية:

٤-١ وسائل الانتقال الفضائية Space Transportation

مثل صواريخ الإطلاق متعددة المراحل ومكوك الفضاء. ويتجه التطوير فى هذا المجال إلى بناء مركبات جديدة متكررة الاستخدام (مثل حالة المكوك) للوصل إلى الفضاء والعودة منه، تتكون من مرحلة واحدة One stage to orbit، ويمكنها الإقلاع والهبوط أفقيا مثل الطائرة، والالتحام مع المحطة الفضائية الدولية. ويركز العمل البحثى على تقليل تكلفة التصنيع والإطلاق وضمان سلامة الرواد. ومن أمثلة ذلك المشاريع X-34, X-38, X-40 بالولايات المتحدة الأمريكية، والمشروع اليابانى "هوب HOPE"، وبعض المشاريع المماثلة فى أوربا والصين.

وتتكون مجموعة الدول التى تمتلك صواريخ إطلاق من: الولايات المتحدة وروسيا وأوروبا والصين والهند واليابان وإسرائيل، الجدول رقم (٦):

جدول (٦)

صواريخ إطلاق الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية

الدولة	اسم صاروخ إطلاق الأقمار الصناعية
الولايات المتحدة الأمريكية	Atlas(E, I, II, IIA, IIAS), Delta, Pegasus, Taurus, Scout, Space shuttle (Columbia, Discovery, Atlantis, Endeavour), Titan (II, III, IV).
روسيا	Kosmos, Tsyklon, Vostok, Molniya, Soyuz, Proton, Zenit, Energia
أوربا	Arian 4, Arian 5
الصين	CZ-1D CZ-2C, CZ-3, CZ-4, CZ-2E, , CZ-3A, CZ-2E/HO
اليابان	H-1, H-2, M-5
الهند	ASLV, PSLV, GSLV
إسرائيل	Shavit

المصدر: (International Reference Guide to Space Launch Systems, AIAA 1997)

٤-٢ الأقمار الصناعية

أطلق أول قمر صناعى يدور حول الأرض (سبوتنيك) بواسطة الاتحاد السوفيتى السابق فى الأول من أكتوبر ١٩٥٧، ثم أطلقت الولايات المتحدة قمرها الأول (إكسبلورر-١) فى الأول من يناير ١٩٥٨. وفى البداية استخدمت الأقمار الصناعية فى إجراء أبحاث مختلفة عن البيئة الفضائية المحيطة بالأرض وقياس خصائصها المختلفة، ومع استمرار النشاط وتطوره وضعت أسس للتصميم والتطوير لأقمار الاتصالات والملاحة والاستطلاع والأبحاث العلمية والتنبؤ بالطقس. ومنذ إطلاق القمر الأول دار حول الأرض عدة آلاف من الأقمار معظمها تم تصنيعه وإطلاقه بواسطة الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا ووكالة الفضاء الأوربية وكندا والصين والهند وإيطاليا واليابان وإسرائيل، وبعض الدول

قامت ببناء أقمار صناعية واستخدمت صواريخ الدول أخرى فى وضع أقمارها حول الأرض. وبشكل عام يمكن تقسيم الأقمار التى تدور حول الأرض إلى الأنواع الآتية:

- **أقمار الأبحاث العلمية Scientific Research Satellites**: تقوم تلك الأقمار بدراسة البيئة الفضائية المحيطة بالأرض، ودراسة الشمس والنجوم والمجرات. وتركز تلك الأقمار على رصد الظواهر الفيزيائية والإشعاعية فى الفضاء والكون مثل "المستكشف الدولى للأشعة فوق البنفسجية" International Ultraviolet Explorer، وأقمار رصد الأشعة السينية X-ray astronomy satellites، والأشعة تحت الحمراء Infrared astronomy satellites.
- **أقمار الملاحة Navigation Satellites**: تستخدم أقمار الملاحة فى تحديد المكان على سطح الأرض بدقة عالية. وتقدم تلك الأقمار خدماتها للملاحة البحرية والجوية، كما تستخدم فى توجيه الصواريخ والمقذوفات الحديثة إلى أهدافها أثناء العمليات العسكرية. وتقوم الولايات المتحدة حاليا بتشغيل نظام الملاحة الفضائى العالمى Global Positioning System GPS المكون من ٢٤ قمرا صناعيا تدور بصفة دائمة حول الأرض وتقدم خدماتها بشكل تجارى على المستوى العالمى.
- **أقمار الاستطلاع Reconnaissance Satellites**: تقوم هذه الأقمار بأعمال التصوير والاستطلاع الإلكترونى والكشف عن التفجيرات النووية وتجارب الصواريخ لأغراض الحد من التسلح ومراقبة الاتفاقيات الدولية.
- **أقمار التنبؤ بالطقس Weather Satellites**: أطلق قمر الأرصاد الأول "تيروس-١" فى الأول من إبريل ١٩٦٠، ومنذ ذلك الحين أطلقت أقمار

أخرى كثيرة وأصبحت الأرض تصور بكاملها يوميا بواسطة أقمار الطقس. وتقوم أقمار الطقس بجانب التنبؤ بالأحوال الجوية التقليدية بأنشطة الإنذار المبكر بالعواصف والأعاصير وسقوط الثلوج بالإضافة إلى مراقبة أحوال المحيطات. ويستخدم فى ذلك أقمار تدور فى المدارات القريبة من الأرض أو أقمار المتزامنة مع حركة الشمس.

- **أقمار الاستشعار عن بعد Remote Sensing Satellites:** تقوم أقمار الاستشعار عن بعد بالكشف عن الثروات الأرضية والبحرية باستخدام مستشعرات الموجات القصيرة والأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء، كما تستخدم تلك الأقمار فى التخطيط العمرانى ومراقبة المناطق الزراعية والصحراوية. تمتلك الولايات المتحدة سلسلة أقمار "لاندسات" LANDSAT وتستعملها فى تقدير الإنتاج العالمى من الحبوب ومراقبة الغابات والكشف عن المعادن والبترول. وكذلك تقوم سلسلة أقمار "سبوت" SPOT الفرنسية المجهزة بأجهزة تصوير دقيقة بأنشطة مماثلة، كما تقدم روسيا خدمات للاستشعار عن بعد على المستوى الدولى. وتستخدم بعض الأقمار أجهزة رادار دقيقة لقياس ارتفاع أمواج البحر لأقرب عشرة سنتيمترات، كما تقيس سرعة تيارات المحيط لأقرب ٢ متر/ثانية، وهناك أجهزة أخرى لقياس درجة حرارة مياه المحيط ونسبة وجود بخار الماء فى الجو وحركة الثلوج الموجودة فى مياه البحار والمحيطات.

ومنذ إطلاق القمر الصناعى الأول فى ١٩٥٧ أطلقت أعداد كبيرة من الأقمار الصناعية معظمها بواسطة الوكالات الحكومية مثل وزارة الدفاع فى الاتحاد السوفيتى السابق ووزارة الدفاع ووكالة الفضاء فى الولايات المتحدة الأمريكية، وكانت تغطى تطبيقات متنوعة للأغراض العلمية والاتصالات ومراقبة الأرض والاستطلاع والإنذار المبكر وأغراض التطوير التكنولوجى

بوجه عام. وخلال العشرين سنة الماضية لم تكن الأقمار التجارية (التى يتكفل القطاع الخاص بتطويرها وإطلاقها لأغراض تجارية) تمثل أكثر من ١٠% من مجمل ما يطلق من أقمار والباقى كان يتكفل به الحكومات. وبدءا من عام ١٩٩٤ تغيرت هذه الصورة وارتفع عدد الأقمار التجارية فى تلك السنة إلى ٢٠% ثم زاد فى ١٩٩٥ إلى أكثر من ٣٠% حتى وصل فى ١٩٩٦ إلى حوالى ٤٥%. ويرجع هذا التغير فى جزء منه إلى انخفاض أعداد الأقمار التى تطلقها روسيا فى الفترة ١٩٩٦-١٩٩٧ بنسبة ٨٠% من أعدادها السنوية المعتادة، وأيضا إلى تزايد أعداد أقمار الاتصالات التجارية. ففى سنة ١٩٩٤ أطلق ١٧ قمر اتصالات، وفى ١٩٩٥ أطلق ١٧ آخرين، وزاد العدد فى ١٩٩٥ إلى ٢٥. وتعتبر سنة ١٩٩٧ علامة مميزة على الطريق حيث وصلت نسبة الأقمار التجارية التى يتولاها القطاع الخاص إلى ٧٥% من إجمالى ما أطلق فى هذه السنة. ففى تلك السنة أطلقت شركة موتورولا الأمريكية ٤٦ قمرا للاتصالات فى إطار مشروع "إريديوم" Iridium، وأطلقت شركة أوربيتال ساينس ٨ أقمار أيضا للاتصالات. الحقيقة المهمة فى هذا الصدد أن السنوات الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين قد عكست زيادة مفاجئة فى استخدام الإنسان لخدمات الأقمار الفضائية خاصة فى مجالات التليفزيون والإذاعة والاتصالات باستخدام التليفون المحمول.

هناك عاملان ساهما معا فى تلك الزيادة فى استخدام الفضاء لأغراض الحياة على الأرض: العامل الأول زيادة الطلب واقتناع الإنسان بفوائد تلك الخدمات، والعامل الثانى ظهور تكنولوجيات جديدة فى مجال صناعة الأقمار الصناعية أثرت بشكل مباشر فى جودة واقتصاديات الخدمة المقدمة. فالمجتمع العالمى فى ظل اشتعال التنافس السلمى الذى ميز فترة ما بعد الحرب الباردة أصبح يبحث عن وسائل أفضل وأسرع وأقوى للاتصال والعمل فضلاً عن النهم

المتزايد لاستغلال ثورة المعلومات. كل ذلك أتاح للتكنولوجيات البازغة فى مجال الأقمار أن تأخذ طريقها للتطبيق فى ظروف مواتية سياسيا واقتصاديا، كما فتح الباب لحزم من التطبيقات الجديدة من خلال الفضاء مثل استخدام الإنترنيت وملاحة المركبات والعلاج الطبى عن بعد والتطور السريع فى إمكانيات الاتصال بالتليفونات المحمولة. ولقد صاحب تلك الثورة فى استخدام الأقمار الصناعية ظهور عدد كبير من الشركات والوظائف والصناعات والمؤسسات المالية للتمويل والاستثمار والتأمين والدعاية..الخ.

التقديرات الحالية تشير إلى أن ٧٠% من العدد الكلى للأقمار التى سوف تطلق خلال الفترة من ١٩٩٩-٢٠٠٨ سوف تكون من النوع التجارى منها ٦٧% للاتصالات و٣% للاستشعار والتصوير عن بعد. ومن المتوقع أيضا أن يطلق إلى الفضاء حوالى ١٠١٧ قمراً للاتصالات فى الفترة من ١٩٩٩-٢٠٠٨ منها ٤٤% للاتصالات المحمولة و٣٨% للوسائط المتعددة و١٠% للإذاعة و٨% للتليفزيون، وسوف تصل التكلفة الكلية لتلك المجموعة من الأرقام إلى حوالى ٥٠ بليون دولار. النتيجة المهمة فى هذا التطور أن ارتفاع المستوى التكنولوجى فى الأقمار التجارية سوف يشجع الوكالات الحكومية العاملة فى المجالات المدنية والعسكرية على استخدام واستئجار جزء من الخدمات التى تقدمها الشركات التجارية بدلا من أن تقوم بإطلاق أقمار مخصصة لها وحدها مما سوف يقلل التكلفة والإنفاق لحد بعيد.

تتجه الآن صناعة الأقمار الصناعية نحو الأقمار الصغيرة نتيجة توظيف العديد من التكنولوجيات الجديدة التى سوف تجعل من الأقمار اقل حجما ووزنا وأكثر قدرة على أداء وظيفتها. من أجل هذا الهدف أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية فى ١٩٩٧ برنامجا أسمته "برنامج الألفية الجديدة" لتطوير التكنولوجيات الجديدة اللازمة ليس فقط لصناعة الأقمار الصناعية الصغيرة

ولكن لجعل تلك الصناعة أقل تكلفة مع تقليل الوقت اللازم للتصميم والتطوير والاختبار. وسوف يؤدى تقليل وزن وحجم الأقمار إلى خفض تكلفة الإطلاق الكلية والتى تصل حاليا إلى حوالى ٥٠٠٠ دولار/كجم للوصول إلى مدار قريب من الأرض. وفى كل الأحوال فإن التكنولوجيا الحاكمة فى عملية التصغير هى تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة ونظم الحساب والمعلومات، يضاف إلى ذلك تصغير الهوائيات ووحدات الملاحة والمستشعرات والطاقة.

٤-٣ المركبات الفضائية

تستخدم المركبات الفضائية بأنواعها المختلفة فى الرحلات الفضائية لاستكشاف الشمس والكواكب داخل المجموعة الشمسية أو خارجها. وتحمل تلك المركبات مستشعرات وأجهزة علمية وحاسبات وفى بعض الأحيان عربات صغيرة، ويمكنها أن تحمل فى المستقبل روادا من البشر.

٤-٤ المراصد الفضائية

تدور المراصد الفضائية حول الأرض وتقوم برصد الكون وتصوير مكوناته وكشف مصادر الطاقة المختلفة المنبعثة داخله. ومن المتوقع أن يتم إقامتها فى المستقبل فوق القمر وعلى سطح الكواكب الأخرى. ومن أهم المراصد الفضائية التى تدور حاليا حول الأرض التلسكوب الفضائى "هابل" الذى تم إطلاقه فى ١٥ أبريل سنة ١٩٩٠ بواسطة مكوك الفضاء ديسكفرى، ويعطى صورا أكثر وضوحا بمقدار ١٠ مرات مما يمكن الحصول عليه بواسطة التليسكوبات الأرضية. وقد أحدث التلسكوب "هابل" زلزالا فى علوم الفلك، وفى رؤية الإنسان للكون، كما أن كثيرا من صوره تعتبر فتحا فى العلوم الفلكية. ويعتقد البعض أن هذا التلسكوب قد أعاد كتابة علم الفلك من جديد. أعطى التلسكوب أعمق صورة للكون، وأول صورة "لثقب أسود" داخل المجرة، وسجل

مولد نجم جديد داخل سحابة كونية هائلة، وسجل صورة نجم فى مرحلة الاحتضار، وأتاح تصوير اصطدام مذنب بالمشترى، كما قدم أول صور واضحة وتفصيلية لسطح الكوكب "بلوتو" أبعد كواكب المجموعة الشمسية. ولأول مرة أيضا أمكن عن طريق التلسكوب إثبات وجود كواكب أخرى خارج النظام الشمسى تدور حول نجوم فى المجرات المجاورة.

٤-٥ المحطات الفضائية

تدور المحطات الفضائية حول الأرض ، وتعمل كقاعدة خارجية لإقامة الرواد وإجراء التجارب العلمية، والتعرف على أثر البيئة الفضائية على حياة الإنسان، وسوف تستخدم فى المستقبل كقاعدة للانطلاق فى رحلات فضائية بعيدة.

٤-٦ التكنولوجيات الأساسية

تعتمد النظم الفضائية فى بنائها وتطورها على حزمة من التكنولوجيات الأساسية تمثل بالنسبة لها اللبنات الأساسية Technological Building Blocks الضرورية لعملية التكوين. وتتعرض تلك المجموعة من التكنولوجيات فى تطورها إلى عملية تفاعل بينها وبين النظم الفضائية نتيجة ما تطرحه تلك النظم من مطالب فنية وتحديات مستقبلية. ومصطلح تكنولوجيا الفضاء مصطلح فضفاض يطلق على مجال واسع جدا من التكنولوجيات المتقدمة التى تضاف إليها كل يوم أشياء جديدة، وبرغم أن النظم الفضائية قد انفردت ببعض الصور والأشكال التى لم يصنعها الإنسان قبل عصر الفضاء (مثل القمر الصناعى، والمكوك، والمحطة الفضائية،..الخ) إلا أن كثيرا من التكنولوجيات الأساسية الفضائية تقع فى المساحة المشتركة بينها وبين التكنولوجيا العسكرية والتكنولوجيات المتقدمة المستخدمة فى التطبيقات المدنية وفى مجال الطيران.

وهناك برغم ذلك مجموعة بارزة من التكنولوجيات الأساسية المستخدمة فى مجال الفضاء يمكن أن نشير إليها فى الآتى:

تكنولوجيا المحركات الصاروخية، الدفع الكهربى، الدفع بمحركات الوقود السائل، محركات الوقود الصلب، المحركات الهجين (وقود صلب/وقود سائل)، محركات الدفع النووى ووسائل الدفع غير التقليدية، تكنولوجيا هياكل الصواريخ والأقمار والمركبات الفضائية، تكنولوجيا المواد، الوقود الصاروخى السائل، الوقود الصاروخى الصلب، تكنولوجيا الطاقة الفضائية، الاتصالات، التصميم والتصنيع بالكومبيوتر، الحاسب وبرامج التحكم، التوجيه والملاحة والتحكم، النظم الذكية، تكنولوجيا المستشعرات، علوم الحياة فى الفضاء، إدارة المشروعات الفضائية، تصنيع المواد فى ظروف انعدام الوزن، المحاكاة والنمذجة، تكنولوجيا الليزر والبلازما، الديناميكا الهوائية وميكانيكا الطيران ونظم الكبح الهوائية ونظم البالونات.

٥- استكشاف المجموعة الشمسية والبحث فى الظواهر الكونية

ذكرنا سابقا أن البعد الثانى لحركة الإنسان فى الفضاء قد اتجه نحو استكشاف المجموعة الشمسية، والبحث عن كيفية تكونها، ومكانها فى الكون، والبحث عن الحياة فى الكواكب الأخرى، ومحاولة استكشاف المخاطر التى يمكن أن تتعرض لها الأرض فى المستقبل. وفى هذا المجال تحققت إنجازات مذهلة على أكثر من صعيد:

٥-١ استكشاف كواكب المجموعة الشمسية

تقوم الولايات المتحدة بالجهد الأكبر فى تنفيذ برنامج استكشاف كواكب المجموعة الشمسية بالتعاون مع وكالة الفضاء الأوروبية وروسيا واليابان. والموقف الحالى لهذا النشاط يمكن تلخيصه فى الآتى:

- **المركبة كاسينى Cassini** : بدأت رحلتها لاستكشاف زحل فى أكتوبر ١٩٩٧، وسوف تسقط على أكبر أقماره "تيتان" الكبسولة "هيوجين" Huygen التى طورت بواسطة وكالة الفضاء الأوربية، وسوف تصل إلى زحل وتدور حوله فى يوليو ٢٠٠٤.
- **المركبة جاليليو Galilio** : تم إطلاقها فى أكتوبر ١٩٨٩ بواسطة المكوك أتلانتس، وتدور حاليا حول المشترى وحول أقماره.
- **ماجيلان Magellan** انتهت مهمتها فى استكشاف الزهرة بعد أن دارت حوله لفترة طويلة.
- **بايونير ١٠،١١ "Pioneer 10 , 11"** : تم إطلاق المركبتين فى سنة ١٩٧٢، ١٩٧٣ على التوالى، وكانتا أول من مر بالمشترى وزحل، وأصبح القمران الآن خارج المجموعة الشمسية وتوقف استقبال معلومات منهم.
- **فويدجر ٢،١ "Voyager 1,2"** : القمران أصبحا الآن خارج المجموعة الشمسية، وما زالا يرسلان معلومات إلى الأرض، ومن المتوقع أن يتوقف هذا الإرسال فى سنة ٢٠٢٠ تقريبا.
- **أوليسيس Ulysses**: مشروع مشترك بين الناسا ووكالة الفضاء الأوربية لاستكشاف الشمس.
- **المركبة "نير" Near Earth Asteroid Rendezvous NEAR** : أول مركبة ترسل من الأرض لاستكشاف أحد الكويكبات. وقد مرت بالكويكب "ماتيلدا" فى يونيو ١٩٩٧، فى طريقها إلى الكويكب "أريس".
- **لونار بروسبكتور "Lunar Prospector"**: وتدور حاليا حول القمر لتحدد بصورة دقيقة عن طريق أجهزتها وجود الماء من عدمه فى المنطقة القطبية منه.

- **ستاردست "Stardust"** : أطلقت فى فبراير ١٩٩٩ للحصول على عينات من الغبار المحيط بأحد المذنبات والعودة بها إلى الأرض.
- **مارس جلوبال سيرفيور "Mars Global Surveyor"**: وصلت إلى المريخ فى ٣ ديسمبر ١٩٩٩.
- **باثفيندر " Pathfinder"** : هبطت المركبة "باثفيندر" فى ٤ يوليو ١٩٩٧ على سطح المريخ، ونزلت منها العربة سوجورنر "Sojourner" وأرسلت كل من المركبة والعربة صورا لسطح المريخ إلى الأرض.

٥-٢ حماية الأرض من اصطدام الأجسام الفضائية بها

الدراسات الجارية فى هذا المجال تؤكد أن هناك حوالى ٢٠٠٠ جسم فضائى طوله أكبر من كيلومتر واحد يدور فى مدار قريب من الأرض وأن ٧% فقط من هذه الأجسام قد تم رصدها. وهناك أكثر من حادثة مؤكدة لاصطدام جسم بالأرض، مثلما حدث فى "تونجوسكا" بسيبيرا عام ١٩٠٨ عندما ضرب مذنب طوله ٦٠ مترا تلك المنطقة ودمر فيها حوالى ٢٠٠٠ كيلومتر مربع من الغابات. وهناك أكثر من مشروع فى هذا المجال يركز فى الأساس على رصد وتسجيل تلك النوعية من الأجسام مثل مشروع "مسح الكويكبات العابرة لمدار الأرض " Planet Crossing Asteroid Survey" فى مرصد بالومار بكاليفورنيا ويشاركه العمل مراصد متعددة أخرى على مستوى العالم، وكذلك مشروع سبيس جارد" Space Guard" الذى تموله الناسا لتسجيل كل جسم فضائى قريب من الأرض يتعدى طوله كيلو متر واحد. وفى سبتمبر ١٩٩٤ عقد فى روسيا مؤتمر "لتقييم خطر الكويكبات والأجسام الفضائية على الأرض" وحضره علماء الأسلحة النووية فى كل من الولايات المتحدة وروسيا، ومن بينهم إدوارد تيلر

العالم الأمريكى الشهير فى الأسلحة النووية لدراسة ما يمكـــن أن تفعلـــه تلـــك الأسلحة لدرء هذا الخطر عن الأرض.

٥-٣ مشروع البحث عن مخلوقات عاقلة (حضارة تكنولوجية) فى الكون
The Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI)

يتبنى المشروع ويديره جمعية الكواكـــب الأمريكيـــة Planetary Society وهدفه البحث عن الحضارات المتقدمة فى الكون. المشروع عبارة عن نظـــلمين: الأول "ميتا" META وهو عبارة عن مستقبل لاسلكى عملاق سعته ٨,٤ مليـــون قناة يعمل طول الوقت ويبحث فى كل اتجاهات السماء، والثـــانى "بيتـــا" BETA وسعته بليون قناة. ويعمل النظامان من موقعين: جامعة هارفـــارد بالولايـــات المتحدة، والثانى من موقع قرب مدينة بوينس أيرس بالأرجنتين. الجهاز يمكنـــه التقاط أية إشارات لاسلكية مرسلة من أية حضارة مماثلة لنا فى درجـــة التقـــدم وتدور حول أحد الشموس الموجودة بين أقرب ألف شمس للكرة الأرضية. ومنذ بدء العمل فى سنة ١٩٩٥ والمشروع ينفذ برنامجه فى البحث ويصدر تقـــارير سنوية عن نتائجه.

٥-٤ مشروع المجال الحيوى ٢ "BIOSPHERE 2"

المشروع أنشأ فى توكسون بولاية أريزونا بالولايات المتحدة وهدفه اختبـــار إمكانية إنشاء مجال حيوى مستقل مكتفى بذاته (مماثل لـــلأرض التـــى تعتـــبر المجال الحيوى رقم ١ الوحيد المعروف فى الكون). تم عمـــل المشـــروع فـــى صورة قبة ضخمة عاش بداخلها فى انعزال كامل عن الخارج تحـــت شـــروط معينة فريقان متتابعان فى الفترة ١٩٩١-١٩٩٣، وحاليا تشرف على المشـــروع جامعة كولومبيا.

٦- مشاريع الفضاء الكبرى فى القرن الجديد

بعد الانتهاء من إقامة المحطة الفضائية الدولية فى بداية القرن الحالى سوف يركز البرنامج الفضائى الدولى على مشروعين أساسيين:

- **إقامة مستوطنة بشرية على سطح القمر**

فقد عاد الاهتمام مرة أخرى بالقمر بعد أن توقف استكشافه بنهاية مشروع أبوللو الذى حقق هبوط الإنسان على سطحه أكثر من مرة. فاستأنف الأمريكيون (المركبة بروسبيكتور) والأوربيون (أيرومون) واليابانيون برامجهم لاستكشاف القمر. هذه المركبات تحاول أن تجمع كل شئ عن بيئة القمر: درجة الحرارة، التربة، الرياح الشمسية، الأشعة الكونية. وينسق الأمريكيون واليابانيون معا فى عمل تصميمات من مواد جديدة لبناء مستعمرات قمرية. ومؤخرا قامت جمعية المهندسين الأمريكية بعمل مسابقة بين المعماريين لتصميم أول مستعمرة على القمر ليتم بناؤها فى المستقبل بواسطة الإنسان الآلى (الروبوت) ومزودة بوسائل حماية ضد الأشعة الكونية والشهب.

- **استكشاف المريخ وهبوط الإنسان على سطحه**

يرتبط استكشاف المريخ ووصول الإنسان إليه بقضية البحث عن الحياة خارج الأرض، فهناك احتمال معقول أن الحياة قد وجدت على سطحه فى وقت ما. فى سنة ١٩٧٦ قامت المركبة الأمريكية "فايكنج" التى هبطت على سطحه باختبار عينة من تربة المريخ للبحث عن أثر للحياة بداخلها وكانت النتائج سلبية. لكن المريخ فى الحقيقة طبقا لكثير من الشواهد كان يمتلك فى الماضى كل مقومات الحياة. فهناك اعتقاد قوى أن الماء قد وجد على سطحه لفترة ما من تاريخه، كذلك توفر الطاقة الشمسية والعناصر الأخرى اللازمة

لتكوين مواد عضوية مثل الكربون والنيتروجين والأكسوجين والهيدروجين، بالإضافة إلى وجود طقس وبيئة مستقرة لاحتضان الحياة والمحافظة عليها. وتمتلك الولايات المتحدة وأوروبا واليابان رؤية واضحة لما يجب عمله بصورة منفردة أو جماعية بالنسبة للمريخ ، كما تبحث وكالة الفضاء الأمريكية نشر شبكة استشعار ومعلومات فوق سطح الكوكب يتم نقلها بواسطة الصاروخ الأوروبى أيريان ٥، وهناك رحلة مخططة لزيارة الكوكب والعودة بصخور من أعماق بعيدة تحت سطحه، وتجرى بحوث أساسية هدفها استخدام الخامات الموجودة على سطحه لإنتاج الوقود اللازم للدفع والأكسيجين الضرورى للتنفس والحياة.

وثمة كثير من الدلائل على أن المريخ قد مر بعصور مطيرة وتغيرات جيولوجية يمكن أن تساعد فى فهم مستقبل الأرض. ماذا حدث للغلاف الجوى للمريخ؟، وأين ذهبت كل تلك المياه؟، وهل نمت الحياة على سطحه؟، وهل مازالت هناك آثار باقية لتلك الحياة مختبئة تحت هذا السطح؟!. كل هذه الأسئلة تمثل الهدف التى تركز عليه الخطة الحالية لمحاولة العثور على إجابات مرضية عن طريق القيام بمسح الكوكب من كل نواحيه المختلفة: الطبوغرافية، الغلاف الجوى، المجال المغناطيسى، بخار الماء ..الخ. وطبقا لما أعلنه مدير برنامج البيولوجيا الخارجية EX-BIOLOGY PROGRAM فى وكالة "ناسا" الأمريكية أن الحفر بعمق تحت سطح المريخ سوف يكشف عن كثير من المفاجآت، مثل طبقات من المواد العضوية، أو تجمعات من الماء أو الجليد. لقد انتهت الناسا بالفعل من وضع خطة لاستكشاف المريخ بواسطة الإنسان. يقول دانيل جولدن رئيس وكالة الفضاء الأمريكية فى مؤتمر "**خطوات استكشاف المريخ**" الذى عقد فى واشنطن فى يوليو ١٩٩٥ "من الممكن أن يصل أول إنسان إلى المريخ فى ٢٠١٨. سوف نذهب مع

الفرنسيين واليابانيين والروس والألمان. وباستكشاف المريخ سوف يعرف الإنسان الآثار المترتبة على احتمالات وجود حياة فى مكان آخر من الكون، وسوف يبحث عن الكيفية التى يمكن بها جعل الكوكب قابلا للسكنى بواسطة الإنسان".

٧- الدول الرئيسية الفاعلة فى مجال الفضاء -حجم الإنفاق الحالى ومجالاته

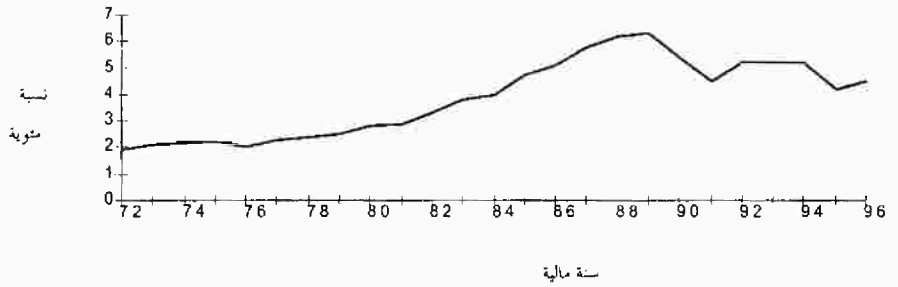
يبين الجدول رقم (٧) الدول التى لها برامج متكاملة فى مجال الفضاء والمرتبطة معا بقدر من التعاون الدولى والتنسيق، كما يبين الجدول إجمالى الإنفاق فى سنة ١٩٩٧ وحجم الإنفاق لكل نشاط. الجدول يقسم الأنشطة إلى بحوث أساسية فى مجال الفضاء، ونقل فضائى (وسائل الإطلاق والدفع إلى الفضاء)، المحطات الفضائية، أقمار مراقبة ورصد الأرض، أقمار الاتصالات، ومتنوعات أخرى تشمل الأمور الإدارية. ولا يشتمل الجدول على عدد من الدول المعروفة بنشاطها الفضائى مثل الصين والأرجنتين وإسرائيل، لعدم توفر البيانات أو لصغر حجم نشاطها أو لعدم ارتباطها بإطار تعاون دولى أو إقليمى (تستعرض الدراسة أنشطة تلك الدول فى الفصل الثامن).

ومن خلال الجدول رقم (٧) يمكن القول أن الولايات المتحدة تقع فى المقدمة بالنسبة للإنفاق فى مجال الفضاء، ويتلوها كل من وكالة الفضاء الأوروبية واليابانية اللتان تنسقان مع الولايات المتحدة فى إطار العديد من المنظمات الإقليمية والدولية. ويركز البرنامج اليابانى على استكشاف القمر بوصفه أقرب الأجرام الفضائية إلى الأرض. وتمتلك اليابان صواريخ الإطلاق إتش-١، إتش-٢، إم-٥، وقامت فى ١٩٨٥ بإرسال المركبتين "سويزى" و"ساكيجيك" لاستكشاف المذنب هالى. كما أرسلت فى ١٩٩٠ المركبة "هايتن"

للدوران حول القمر ، ثم أرسلت فى ١٩٩٢ "جوتيل" لاستكشاف النظام الشمسى. وفى ١٩٩٧ أرسلت المركبة "لونار-إيه" للدوران حول القمر وإنزال أجهزة لقياس الزلازل على سطحه كجزء من برنامجها لاستكشاف القمر. أما وكالة الفضاء الأوروبية فقد أنشئت فى سنة ١٩٧٤، وفى سنة ١٩٨٦ أرسلت أولى مركباتها جيوتو Giotto إلى المذنب هالى. وفى سنة ١٩٨٩ بدأت التفكير فى استكشاف القمر من خلال برنامج دولى، وتشترك كل من أوروبا واليابان مع الولايات المتحدة وروسيا حاليا فى إقامة المحطة الفضائية الدولية. وفى المجال العسكرى يمكن اعتبار البرنامج الأمريكى لاستخدام الفضاء فى الشئون العسكرية من أكبر البرامج اكتمالا من ناحية الأهداف والعناصر والتخطيط المستقبلى. ويوضح الجدول رقم (٨) ملامح التخطيط الأمريكى لاستخدام الفضاء فى الشئون العسكرية الذى يعتمد على شبكات عالمية متطورة تخدم قضايا الحرب ومراقبة انتشار الأسلحة ومنع المنازعات فى آن واحد. كما يوضح الشكل رقم (٢) تطور الإنفاق السنوى فى مجال الفضاء العسكرى فى الولايات المتحدة.

الشكل رقم (٢)

الميزانية السنوية لأنشطة الفضاء لأغراض الأمن القومى (النسبة المئوية من ميزانية وزارة الدفاع)



جدول (٧)

الإنفاق الدولى فى مجال الفضاء (بالمليون دولار) فى عام ١٩٩٧

الدولة	بحوث فضاء	نقل فضائى	محطة فضائية	أقمار لمراقبة الأرض	أقمار اتصالات	متنوعات (إدارة.إلخ)	إجمالى الميزانية
الولايات المتحدة	٢١٦٤	٣٥٦٤	٢٥٤٦	١٤٠٠	٧٦٥	٢٢٩١	١٢٧٣٠
الوكالة الأوربية	٤٦٨	٧٨٠	٤٠٥	٥٩٣	٣٧٤	٤٩٩	٣١١٩
اليابان	١٦٠	٥٢٠	٣٢٠	٢٨٠	١٤٠	٥٨٠	٢٠٠١
فرنسا	٩٣	٥٢٥	٧٧	٢٤٧	١٧٠	٤٣٢	١٥٤٤
إيطاليا	٢٠٦	٦٩	١٩٨	٧٦	٧٦	١٣٧	٧٦٢
ألمانيا	١٣٥	١١٤	١٢٨	١١٤	١٠٧	١١٤	٧١٢
روسيا	١٢٧	١٥٨	١٠١	٣٤	٢٣	١٢٧	٦٩٧
إنجلترا	٨٦	١٠	–	١٧٦	١٩	٢٩	٣٢٠
الهند	٦	١١٨	–	٦٤	١٠٠	١٥	٣٠٣
كندا	٢٨		٦٨	٣٧	١٣	٣٩	١٨٥
بلجيكا	٢٧	٤١	٨	٤١	٤٢	١٠	١٦٩
أسبانيا	٤١	٢٠	٦	٣٣	٣٤	٢٢	١٥٦
هولندا	٢٦	١٤	٣١	٢٦	٧	١٣	١١٦
البرازيل	٤	٢١	–	٢٤	١٠	٣٧	٩٦
السويد	٢٣	١٧	٢	٢٧	٥	١٤	٨٨
سويسرا	١٩	١٢	١٠	١٧	١٢	٩	٧٨
أستراليا	١٥	٣	–	١١	١٠	٥	٤٤
النرويج	٦	١٠,٥	١,٢	٦,٣	٢,١	٣,٩	٣٠
فنلندا	٧,٤٤	٠,٢٤	–	٨,٨٨	٥,٧٦	١,٦٨	٢٤

المصدر : Aerospace America Magazine, July 1998

جدول (٨)

نظم الفضاء الحالية والمستقبلية لأغراض الأمن القومى فى الولايات المتحدة

		نظم حالية	إضافة أو إحلال
المساندة الفضائية	قواعد إطلاق	• قاعدة كاب كانافرال • قاعدة فاندنبرج	
	صواريخ إطلاق أحادية الاستخدام	دلتا، أطلس، تيتان، توروس، بجاسوس	برنامج صواريخ الإطلاق المطورة
	صواريخ الإطلاق متعددة الاستخدام	مكوك الفضاء	
	نظم التحكم فى الأقمار الصناعية	• شبكة التحكم للقوات الجوية • شبكة عمليات البحرية	
دعم القوة العسكرية	الاستطلاع	أقمار سرية فى مدارات مختلفة تابعة لمكتب الاستطلاع القومى	
	المراقبة	• نظام المساندة العسكرى • الشبكة الفضائية للمراقبة	نظام الأشعة الحمراء الفضائى
	رصد الانفجارات النووية	النظام المتكامل لرصد الانفجارات النووية	
	الطقس	البرنامج العسكرى للأرصاد	نظام الأقمار القومى القطبى للبيئة
	الاتصالات	•النظام العسكرى "ملستار" •نظام UHF	•الخدمة العالمية للإذاعة •النظام المطور للترددات العالية جدا •نظام الإرسال المطور واسع المجال •أقمار الاتصالات التجارية
	الملاحة	النظام العالمى لتحديد المكان	

المصدر: (Gill I. Klenger, "Military Space Activities: The next" Aerospacc America, Vol. 36, Jan. 1998)

٨- القوى الصاعدة فى مجال الفضاء

سوف نستعرض فى هذا الفصل مسار التطور التكنولوجى فى مجال الفضاء لليابان والصين والهند والبرازيل وإسرائيل، والدروس المستفادة التى يمكن استخلاصها من تجربة هذه المجموعة من الدول.

٨-١ اليابان

تنظر اليابان إلى الفضاء بطموح أبعد كثيرا من الأرض فاهتمامها يمتد إلى القمر وكوكب المريخ. بالنسبة للقمر تتبنى اليابان خطة طويلة المدى لإرسال حفارين إلى سطحه لتسجيل النشاط الزلزالى واستكشاف وجود قلب من الحديد المنصهر داخله. يتصل بذلك عدد من مشاريع الاستكشاف القمرية عبارة عن وضع مركبتين فى مدار حول القمر وإنزال حزمة من الأجهزة العلمية على سطحه. وتخطط وكالة الفضاء اليابانية "ناسدا" National Space Development Agency NASDA لتطوير عربة لمسح سطح القمر استعدادا لإرسال رواد فضاء إليه وإقامة قاعدة قمرية.

يشارك وكالة الفضاء اليابانية فى مشروع استكشاف القمر Selene Mission "المعهد الياباني للفضاء وعلوم الفلك" Institute of Space and Astronautical Science ISAS الذى بدأ بالفعل نشاطه بإرسال المركبة "نوزومى" Nozomi إلى المريخ فى يوليو ١٩٩٨. أطلق اليابان المركبة "نوزومى" بواسطة صاروخ الإطلاق "نيسان إم-٥" على متنها حمولة دولية من الأجهزة العلمية، على أن تصل إلى المريخ فى أكتوبر ١٩٩٩. الصاروخ "نيسان إم-٥" يمكنه وضع حمولة تزن ١٨٠٠ كجم فى مدار دائرى حول الأرض ارتفاعه ١٨٥ كم. وتقوم "ناسدا" حاليا بتطوير الطائرة التجريبية المدارية "هوب إكس" H-II Orbiting Plane-Experimental or HOPE-X للاستخدام المتكرر بين الأرض والفضاء،

وسوف يتم وضعها فى المدار بواسطة صاروخ الإطلاق "إتش-٢"، ومن المتوقع أن تبدأ تجارب الطيران فى مطلع القرن الجديد. الطائرة أيضا مجهزة للالتحام بالمحطة الفضائية الدولية لتنفيذ مهام الإمداد للمحطة والقيام بمهام أخرى، وتتطلع "ناسدا" فى المستقبل لبناء صاروخ من مرحلة واحدة فقط يمكنه الوصول إلى مدار حول الأرض Single Stage-to-orbit rocket. تركز أيضا على تطوير تكنولوجيا الأقمار الصناعية واستخدام الفضاء لإنتاج المواد الخاصة مثل المواد فائقة التوصيل للكهرباء وغير ذلك من التطبيقات التكنولوجية والتجارية.

٢-٨ الصين

بدأ البرنامج الصينى "لونج مارش" Long March فى السنوات الأخيرة من الخمسينات بالحصول على بعض مكونات الصواريخ الروسية، وركز البرنامج على تطوير صواريخ "دونج فينج" Dong Feng الباليستية مقلدا لحد كبير الصاروخ السوفيتى "آر-٢" R-2، وأطلق الصاروخ لأول مرة فى نوفمبر ١٩٦٠. وفى نهاية الستينات كان صاروخ الإطلاق "سى زد-١" CZ-1 جاهزا لوضع أقمار صناعية حول الأرض. وخلال العقود الثلاثة التالية أصبح للصين منظومة كبيرة من صواريخ الإطلاق تستطيع وضع حمولة وزنها حوالى ٩٢٠٠ كجم فى مدار قريب من الأرض، وتستطيع الوصول إلى المدار الانتقالى Geostationary Transfer Orbit GTO للمدار المتزامن بحمولة تصل إلى ٤٨٠٠ كجم. تقدم الصين أسعارا منافسة فى سوق إطلاق الأقمار الصناعية، وشاركت فى مشروع "إريديوم" Iridium للاتصالات بإطلاق ثمانية أقمار صناعية.

تعتبر المؤسسة الصينية للطيران والفضاء China Aerospace Corporation مسئولة عن الأنشطة الخاصة بالصواريخ والفضاء منذ إنشائها فى ١٩٩٣. وتقوم شركة مؤسسة "سور الصين العظيم" China Great Wall Industry بتسويق

خدمات إطلاق الأقمار الصناعية على المستوى العالمى وبدأت نشاطها بإطلاق قمر صناعى لشركة "ماترا" الفرنسية فى ١٩٨٧. تمتلك الصين مركزين لإطلاق الصواريخ فى "تايويان" Taiyuan و"زيتشانج" Xichang بالإضافة إلى شبكة للمتابعة والتحكم فى "زيان" Xian. وتخطط الصين حاليا لإطلاق شبكة من ستة أقمار لأغراض الطقس ومراقبة الكوارث الطبيعية.

٨-٣ الهند

منذ سنة ١٩٧٢ بدأت "المنظمة الهندية لبحوث الفضاء" The Indian Space Research Organization التابعة "لإدارة الفضاء" Department Of Space DOS تطوير سلسلة من صواريخ إطلاق الأقمار الصناعية ذات القدرات المختلفة. بدأت أولا بالصاروخ "إس إل فى-٣" Satellite Launch Vehicle SLV-3 ثم تبعته بالصاروخ Augmented SLV استخدم فى إطلاق القمر "سروس-سى" و"سروس-سى٢" SROSS-C2 فى مدار قريب متزامن مع الشمس فى ١٩٩٢ و١٩٩٤. آخر هذه السلسلة الصاروخ Polar SLV الذى يمكنه وضع حمولة قدرها ١٢٠٠ كجم فى مدار متزامن مع الشمس، واستخدم هذا الصاروخ مؤخرا فى إطلاق القمر الهندى للاستشعار IRS-P3 فى مارس ١٩٩٦ والقمر IRS-1D فى سبتمبر ١٩٩٧. وكانت الهند قد أطلقت من قبل القمرين IRS-1C , IRS-1B بواسطة صواريخ روسية. وسوف تستأنف الهند نشاطها فى هذا المجال بالتركيز على الدراسات الخاصة بمياه المحيط والتطبيقات الزراعية. وتقوم الهيئة القومية للاستشعار عن بعد بتسويق الصور والبيانات التى يتم الحصول عليها عن طريق مجموعة الأقمار IRS. السلسلة الجديدة من الأقمار الهندية INSAT سوف تخصص لأغراض الاتصالات والإعلام والتنبؤ بالطقس والإنذار المبكر

بالكوارث الطبيعية. ولقد استخدمت الهند أيضا صواريخ الإطلاق الأمريكية والأوروبية فى وضع أقمارها الصناعية فى مدارها المحدد حول الأرض.

٨-٤ البرازيل

تستثمر البرازيل كثيرا فى مجال الفضاء ويظهر ذلك فى مجال الأقمار الصناعية وحديثا فى مجال صواريخ الإطلاق. وتعود محاولاتها الأولى فى مجال صواريخ الإطلاق إلى ٢ نوفمبر ١٩٩٧ عندما أطلقت صاروخها الأول VLS من مركز "ألكانتارا" على الساحل الشمالى الشرقى للبرازيل. والصاروخ يتكون من أربعة مراحل ويصل وزنه إلى ٥٠ طن. ولم تكن المحاولة ناجحة وفقدت البرازيل فيها قمرها الصناعى SCD-2 الذى قام بتطويره المعهد القومى لأبحاث الفضاء National Institute for Space Research INPE.

من جهة أخرى تشارك البرازيل فى كثير من أنشطة التعاون الدولى فى مجال الفضاء مثل استخدام رحلات مكوك الفضاء الأمريكى فى إجراء بحوث وتجارب بيولوجية. ويعتبر هذا النشاط مع وكالة الفضاء الأمريكية مقدمة لتعاون أكبر فى أنشطة المحطة الفضائية الدولية. كما اشتركت البرازيل والصين فى إطلاق القمر البرازيلى-الصينى لرصد الثروات الطبيعية. وتضمنت التجربة نفسها إطلاق قمر لأغراض البحث العلمى تم تطويره بواسطة INPE باشتراك الجامعات البرازيلية. وتعمل البرازيل حاليا فى بناء القمر SDC-3 وقمرين آخرين للاستشعار عن بعد، كما تتعاون مع الأرجنتين فى بناء القمر SABIA للرصد البيئى ومع فرنسا فى مجال الأقمار الصغيرة (الميكرو) Microsatellites. وبصورة عامة تعتبر دول أمريكا اللاتينية فى مرحلة بناء قدراتها الفضائية وتعلم كيفية تطوير الأقمار الصناعية وتطوير صواريخ الإطلاق ونقل تكنولوجيا الفضاء من الخارج.

٨-٥ إسرائيل

بدأ الاهتمام الإسرائيلى بتكنولوجيا الفضاء عندما أحضر بن جوريون -رئيس وزراء إسرائيل الراحل- فى سنة ١٩٥٨ البروفيسور سيدنى جولدستين من إنجلترا لينشئ من ١٢ طالبا قسما لهندسة الطيران والفضاء فى معهد التخنيون Technion Israel Institute of Technology بحيفا. ومنذ ذلك التاريخ تخرج من القسم أكثر من ١٥٠٠ مهندس ذهب معظمهم إلى الولايات المتحدة لاستكمال دراساتهم العليا. وفى نهاية الخمسينات بدأت إسرائيل تطوير صواريخ محدودة المدى للأغراض العسكرية، وفى أعقاب صدمة الصواريخ المصرية فى الستينات بدأت تعاونا سريا مع شركة "مارسيل داسو" الفرنسية لبناء الصاروخ أرض-أرض (جيركو) يصل مداه إلى حوالى ٤٠٠ كم. وحينما توقف دور الشركة الفرنسية فى سنة ١٩٦٧ انفردت إسرائيل بتطوير أجيال من هذا الصاروخ إلى مدى ٧٥٠ كم و١٤٥٠ كم وربما إلى أبعد من ذلك. ثم استغلت فى النهاية هذا الجهد فى تطوير صاروخ الإطلاق "شافيت" للأقمار الصناعية وأصبحت إسرائيل بذلك الدولة الثامنة على مستوى العالم التى تمتلك صاروخ إطلاق للأقمار الصناعية.

وفى عام ١٩٨٣ أنشأت إسرائيل وكالة الفضاء الإسرائيلية، ومنذ ذلك التاريخ ألقت إسرائيل بثقل واضح وراء الحصول على تكنولوجيا الفضاء لعلمها بالعائد الأمنى والسياسى والاقتصادى الضخم للنجاح فيه. وشرعت إسرائيل بعد ذلك فى إطلاق سلسلة من أقمار التجسس العسكرية بدأتها بالقمر "أفق-١" فى ١٩ سبتمبر ١٩٨٨، وكان الهدف الأساسى منه اختبار التكنولوجيات المستخدمة وعمليات الإطلاق والقدرات المحلية على التحكم ومتابعة القمر، وكذلك تقييم قدرة المؤسسة الصناعية والبحثية الإسرائيلية على التصميم والتصنيع والاختبار. وفى ٣ أبريل ١٩٩٠ أطلقت قمرها الثانى "أفق-٢" وهو تصميم محسن من

القمر "أفق-١"، ثم أطلقت فى سنة ١٩٩٥ قمرها الثالث "أفق-٣". وفى مجال أقمار الاتصالات أطلقت قمرها الأول "عاموس" بوسيلة إطلاق خارجية.

ومع تدفق الهجرة اليهودية من دول الاتحاد السوفيتى السابق اهتمت إسرائيل بالاستفادة من هؤلاء العلماء فى مجال تكنولوجيا الفضاء وقامت بإنشاء معهد "أشر" لبحوث الفضاء Asher Space Research Institute ASRI فى ١٩٨٦ بهدف "تطوير العلم والتكنولوجيا فى كل مجالات الفضاء وتقوية التعاون بين المؤسسات الإسرائيلية العاملة فى المجال والدول الخارجية". ويعمل بالمعهد عدد من أساتذة كليات "التخنيون" فى الفيزياء وهندسة الفضاء والطيران، والهندسة الكهربية، وعلوم الكومبيوتر، ويصل عددهم إلى حوالى ٢٠ من العلماء المتميزين معظمهم من المهاجرين من الاتحاد السوفيتى السابق. ويركز المعهد على أنشطة البحوث والتطوير فى مجال "الأقمار الصناعية الصغيرة". ومن بين مشاريع هذا المعهد القمر الصغير "جيروين" الذى بدأ كمشروع لطلبة "التخنيون" ثم احتضنه معهد "أشر". وفى ١٠ يوليو ١٩٩٨ أطلق "جيروين-٢" Gurwin-II من قاعدة "بيكونور" فى كازاخستان على متن صاروخ روسى "زينيث" Zenith. وكانت المحاولة الأولى فى سنة ١٩٩٥ قد فشلت "جيروين-١" ثم أعيد بناء القمر وأطلق بنجاح بعد عمل استمر سبع سنوات من بداية المشروع. والقمر يعتبر من أقمار الأبحاث والتدريب ويحمل أجهزة استشعار علمية ويتم التحكم فيه من وحدة تحكم داخل "التخنيون".

وتحاول إسرائيل الدخول إلى سوق الأقمار الصناعية على المستوى العالمى من خلال مشاريع الاستثمار المشترك بين المؤسسة الإسرائيلية لصناعات الطائرات Israel Aircraft Industries وشركة "كور سوفتوير" Core Software الأمريكية لتطوير التكنولوجيات المستخدمة فى مجموعة أقمار "أفق" فى بناء سلسلة جديدة من أقمار الاستشعار ذات الدقة العالية (١,٥ متر).

٨-٦ الدروس المستفادة من تجربة الدول الصاعدة

يمكن أن نستخلص من تجارب الدول الصاعدة فى مجال الفضاء عددا من الدروس المستفادة والخطوط الإرشادية لفهم الكيفية المناسبة للدول النامية لاقتحام ذلك المجال الصعب والمكلف:

- هناك بشكل عام فى هذه الدول وعى مرتفع بأهمية تكنولوجيا الفضاء فى دعم موقف الدولة على المستوى الإقليمى والدولى ودفع عملية التنمية وتحقيق الأمن العسكرى.
- اهتمام معظم هذه الدول بإعداد الكوادر الفنية والعلمية فى الدول المتقدمة ثم الاستفادة منهم بعد ذلك من خلال برنامج واضح على المستوى القومى.
- التركيز على التعاون الخارجى مع الدول ذات الخبرة فى مجال الفضاء ووضع استراتيجية لنقل التكنولوجيا من خلال المشاريع المشتركة.
- وجود هيكل تنظيمى للمؤسسات التى تعمل فى مجال تكنولوجيا الفضاء فى صورة وكالة أو مراكز بحثية متخصصة مع وجود خطة عامة تحكم عمل هذه المؤسسات وتمويل مناسب.
- ضمان استمرارية العمل فى مواجهة دورات النجاح والفشل التى تواجه عادة مشاريع الفضاء.
- خلق قاعدة عريضة من المتخصصين والارتفاع بمستوى الجانب التعليمى والبحثى ونشر الثقافة الخاصة بالفضاء على مستوى التعليم الثانوى والجامعى.
- إنشاء مراكز تجريب واختبار قومية لدعم تطوير التكنولوجيات الأساسية الضرورية لبناء النظم الفضائية.
- مشاركة العالم فى برامجه ومشاريعه الفضائية والتواجد النشط فى المؤتمرات والمنتديات الدولية.

٩- النشاط المصرى فى مجال الفضاء - التحديات

تعتبر مصر بشكل عام بعيدة عن أن تصنف ضمن الدول التى تعمل فى مجال الفضاء. حاليا هناك نوع من الارتباط الاستهلاكى فى مجال الإعلام والاتصالات والاستشعار عن بعد، بمعنى أن المنتجات والخدمات الفضائية قد أضيفت بحكم مطالب العصر إلى قائمة الاستيراد الطويلة من الخارج. وبعيدا عن ذلك الجانب المادى فإن الإسهام الفكرى المصرى فى رسم السياسة العالمية المرتبطة بالفضاء ما زال هامشيا إن لم يكن معدوما. ويواجه النشاط المصرى فى مجال الفضاء خمسة تحديات رئيسية:

١. تحدى مرتبط بقضية البحث العلمى والتطور التكنولوجى وتخلف مصر بشكل عام عن كثير من الدول النامية فى هذا المضمار برغم التحديات الاقتصادية والأمنية المتزايدة التى تواجهها على المستوى الإقليمى والدولى.

٢. تحدى ينشأ من تخلف الوعى العام والرسمى منه على وجه الخصوص بما يجرى فى مجال الفضاء والإطار الذى يتحرك فيه، وغياب المعرفة بالمشاكل الكلية التى تواجه العالم والجنس البشرى، وما يرتبط بكل ذلك من إيمان بأهمية التعاون الدولى ومشاركة العالم مخاطره وتحدياته.

٣. تحدى مرتبط بأولويات التمويل والإنفاق، والنظر إلى مجالات أخرى على أنها أولى بالاهتمام إذا ما قورنت بالإنفاق على هذا النشاط المكلف. وبشكل عام فإن الخيار المصرى لأسباب سياسية وحضارية قد تأخر فى بناء قاعدة تكنولوجية عصرية. وإذا نظرنا إلى الجدول رقم (٢) نجد أن إنفاق دولة مثل النرويج أو فنلندا فى مجال الفضاء لا يتعدى ٣٠ مليون دولار سنويا، إلا أن هذا الإنفاق المتواضع المستمر قد أتاح لهما فى زمن معقول بناء قاعدة تكنولوجية مناسبة فى تخصصات معينة ومتكاملة مع التوجهات الكبرى

لمشاريع الفضاء العالمية، الأمر الذى أتاح لقطاع الاستثمار فى تلك الدول العمل فى مجالات ذات عائد مرتفع، واحتفاظها بمقعد قريب من مراكز التفكير واتخاذ القرار العالمية فى مجال الفضاء.

٤. تحدى متصل بضعف التنسيق العربى والإقليمى فى مجال التعاون التكنولوجى الذى يتطلب حشدا بشريا وإنفاقا ماليا عاليا، مع وجود تهديد حقيقى ناشئ من وجود فجوة واسعة بيننا وبين إسرائيل فى مجال الفضاء وتطبيقاته العسكرية.

٥. تحدى ناتج عن الحظر التى تفرضه الدول المتقدمة على التكنولوجيا الخاصة بالصواريخ والأقمار الصناعية وباقى التطبيقات الفضائية.

١٠- الظروف والشروط اللازمة لإحداث تقدم فى مجال تكنولوجيا الفضاء

من أجل أن تصبح دولة ما عضوا كاملا فى نادى الفضاء الدولى يجب أن تحقق ثلاثة شروط أساسية:

- أن تكون قادرة على تصميم وتصنيع واختبار مركبة إطلاق صاروخية.
- أن تكون قادرة على تصميم وتصنيع قمر صناعى ووضعه فى مدار حول الأرض.
- أن يكون بها منطقة للتجارب والإطلاق ومحطات للرصد والتتبع.

لكن تلك الشروط لا تمنع أن يكون للدولة إسهام فى مجال الفضاء يتكامل بصورة ما مع النشاط القائم على المستوى الإقليمى أو الدولى. فدول غرب أوروبا قد تعاونت فى بناء صاروخ الإطلاق "إريان" مع وجود قدرات متفاوتة لتلك المجموعة من الدول فى تكنولوجيا الصواريخ. كما أن العديد من الدول

يقتصر إسهامها فى مجال الفضاء على المشاركة فى بعض الأنشطة الجارية مثل مشروع المحطة الفضائية الدولية، أو إرسال أجهزة علمية على متن بعض المركبات الفضائية فى رحلات استكشاف الكواكب، أو إجراء بعض التجارب داخل مكوك الفضاء أثناء حركته حول الأرض، أو تقديم بعض الإسهامات النظرية فى بعض المشاكل العلمية أو التكنولوجية المتصلة بالفضاء. وفى كل الأحوال لابد أن يتوفر مناخ عام وعدد من الشروط والظروف الجوهرية لامتلاك مشروع قومى فى مجال الفضاء، ومن بين تلك الشروط:

- ارتفاع وعى المجتمع والقيادة بمسار التقدم العلمى والتكنولوجى فى مجال الفضاء وأهميته المتزايدة على المستوى المدنى والعسكرى.
- الوعى بالدور الإقليمى الواسع والمؤثر للدولة، وهنا يبرز أهمية الدور المصرى فى مجال الفضاء على المستوى العربى والإفريقى.
- وضع استراتيجية متكاملة للعمل وتحديد واضح للأهداف.
- إنشاء هيكل تنظيمى يسمح بنمو العمل وتراكم الخبرة وربطه بالمراكز العلمية والصناعية المناسبة.
- ربط النشاط المصرى فى مجال الفضاء بأهداف التطور الاقتصادى والاجتماعى ومتطلبات الأمن القومى بمعناه الشامل.
- إنشاء علاقات تعاون واسعة مع المؤسسات العلمية والمراكز البحثية فى الدول المختلفة المتقدمة والنامية فى مجال الفضاء.
- المتابعة الواعية للنشاط الدولى فى مجال الفضاء والمساهمة بالرأى والتخطيط فى الهيئات المتخصصة على المستوى الإقليمى والدولى.
- الاهتمام بالبحوث فى مجال العلوم والتكنولوجيا الأساسية بجانب الاهتمام بالبحوث التطبيقية.

- إعداد الكوادر البشرية اللازمة لتطوير التكنولوجيات الأساسية الضرورية لمشاريع البرنامج المصرى فى مجال الفضاء.

١١- المشروع المصرى الحالى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء

١١-١ بداية الاهتمام المصرى

بدأ الاهتمام المصرى بالفضاء مع بداية الستينات وقبل دول أخرى كثيرة فى منطقة الشرق الأوسط وآسيا وأمريكا اللاتينية. وقد ظهر ذلك الاهتمام فى المشروع المصرى لتطوير تكنولوجيا الصواريخ بمساعدة مجموعة من العلماء الألمان، وأثمر البرنامج عن تطوير الصاروخ القاهر (٣٥٠ كم) والصاروخ الظافر (١٤٠كم) حتى مراحل اختبارات الطيران. ونتيجة للضغوط الدولية، والنشاط الإسرائيلى المضاد، وبعض العقبات الفنية والتكنولوجية، تباطأ العمل فى البرنامج، ثم أجهزت عليه الهزيمة تماما فى يونيو ١٩٦٧. لقد تضمن البرنامج فى ذلك الوقت مشاريع لصواريخ أضخم يمكن تطويرها فى المستقبل لتصبح صواريخ إطلاق للأقمار الصناعية (الصاروخ الرائد). ومن الإنجازات المهمة التى حققها برنامج تطوير الصواريخ رغم توقفه أنه تسبب فى إقامة قاعدة صناعية متقدمة لمكونات الصواريخ، وأتاح الفرصة لتدريب كوادر بشرية فى كثير من التخصصات الحرجة، كما أنشئ بسببه مركز وقاعدة متخصصة لاختبارات الصواريخ فى الصحراء. لقد كان أسلوب التفريط فيما يتعلق بهذا البرنامج من خبرات خطأ كبيرا. ولو أن سياسة ما قد اتبعت للحفاظ على هذا الكيان لاستئناف العمل فى الوقت المناسب للأغراض السلمية على الأقل لأصبح الموقف الآن أكثر اختلافا.

١١-٢ البنية العلمية والبحثية والتكنولوجية والصناعية المتوفرة

يوجد فى مصر بنية علمية وبحثية وتكنولوجية وصناعية معقولة يمكن أن تمثل بداية جيدة لإقامة مشروع طموح فى مجال الفضاء:

- على المستوى العلمى والأكاديمى يمكن أن تشارك كليات الهندسة والمعاهد التكنولوجية وكليات العلوم وكثير من الكليات الأخرى المتخصصة فى كثير من الأبحاث الأساسية المتخصصة فى مجال الفضاء. وبشكل خاص نشير إلى الكلية الفنية العسكرية حيث تغطى تخصصات الدراسة داخلها مجالات الصواريخ والطيران والوقود الصاروخى والتوجيه والتحكم والرادار والطاقة وغير ذلك من التخصصات التى يمكن أن تساهم بشكل مباشر فى بحوث الفضاء. وهناك أيضا قسم الطيران والفضاء بكلية الهندسة جامعة القاهرة. تلك المعاهد والكليات يمكنها أن توفر قاعدة علمية واسعة لدعم بحوث وتكنولوجيا الفضاء فى مصر.
- على المستوى البحثى هناك قاعدة واسعة لإجراء البحوث الأساسية فى وزارة البحث العلمى وفى القوات المسلحة وبعض المراكز التابعة لوزارة الصناعة وفى وزارة الإنتاج الحربى والهيئة العربية للتصنيع. وفى مجال البحوث الفلكية يوجد فى مصر "معهد البحوث الفلكية والجيوفيزيقية" التابع لأكاديمية البحث العلمى ويتبعه مراصد فلكية فى حلوان والقطامية.
- تقوم أيضا "الهيئة القومية للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء" بدور متميز على المستوى العملى باستخدام تطبيقات الفضاء فى مجال الاستشعار عن بعد وتحليل الصور الفضائية فى عمل قواعد بيانات عن الثروات الطبيعية المصرية والمياه وغير ذلك من المجالات التى تخدم خطة التنمية، كما تقوم

بنشاط واضح فى تبادل المعلومات والخبرة الفنية مع كثير من المؤسسات والهيئات المماثلة على المستوى الإقليمى والدولى.

- على المستوى الصناعى يوجد فى مصر قاعدة جيدة من الإمكانات الصناعية المتنوعة والمتقدمة فى كل من الهيئة العربية للتصنيع والإنتاج الحربى وبعض الوحدات الصناعية التابعة للقوات المسلحة. والصناعة الحربية فى مصر تمتلك خبرة جيدة فى الصناعات الدقيقة والصناعات الميكانيكية والإلكترونية وصناعة وقود ومحركات الصواريخ، وكثير من المعامل المتخصصة وقواعد الاختبار.

وبشكل عام فإن تلك القاعدة مع بعض الدعم والتطوير المخطط يمكن أن تستجيب للتحديات التى يمكن أن يطرحها مشروع مصرى متوازن للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء.

١١-٣ تشكيل مجلس أعلى لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء

قامت مصر مؤخرا فى سنة ١٩٩٨ بتشكيل "مجلس لبحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء" تحت مظلة أكاديمية البحث العلمى بهدف "امتلاك القدرة العلمية والتكنولوجية فى مجالات علوم الفضاء واستخدام التطبيقات الفضائية لأغراض التنمية بشكل مكثف". وتستهدف استراتيجية مصر فى مجال الفضاء، طبقا لقرار إنشاء المجلس والتى تمت مناقشته بوزارة البحث العلمى فى ديسمبر ١٩٩٦ بتكليف من مجلس الوزراء، تصنيع وإطلاق قمر صناعى للاستشعار عن بعد مع المشاركة فى عمليات التطوير والتصنيع ونقل تكنولوجيا الفضاء والأقمار الصناعية. ويضم مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء أربع شعب:

- شعبة الاستخدام السلمى للفضاء والدراسات الاستراتيجية
- شعبة تكنولوجيا الفضاء والمركبات الفضائية

- شعبة تكنولوجيا الاستشعار وتطبيقات التقنيات الفضائية
- شعبة علوم الأرض والتغييرات المناخية

ويهدف مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء إلى تحقيق عدد من الأهداف القومية:

١. إنشاء وكالة مصرية للفضاء الخارجى.

٢. تصنيع وإطلاق منظومة من الأقمار الصناعية (قمر للاستشعار، قمر للاتصالات، قمر للإذاعة والتليفزيون).

٣. تنمية الكوادر البشرية والبحثية والصناعية والمعلوماتية فى مجال الفضاء.

١١-٤ قمر الإعلام المصرى

أطلق فى ٢٨ إبريل ١٩٩٨ قمر الإعلام المصرى "نايل سات ١٠١" بعد أن تم التعاقد مع شركات "ماترا-ماركونى" الفرنسية المتخصصة فى بناء الأقمار الصناعية لبناء قمرين أطلق أحدهما بواسطة الصاروخ الأوروبى "إيريان ٤" من قاعدة "كورو" فى جزيرة جوايانا الاستوائية، وأطلق الثانى "نايل سات ١٠٢" فى ١٩ أغسطس ٢٠٠٠. تكلف المشروع ١٥٩ مليون دولار وسوف يعمل بالنظام الرقمى المضغوط ويوفر ٨٤ قناة يستخدم بعضها كقنوات متخصصة للأخبار والتعليم والصحة والرياضة..الخ. واشتمل المشروع على بناء محطات توجيه وتحكم للقمر فى القاهرة والإسكندرية. وبرغم أن مشروع القمر لم يكن يهدف إلى نقل تكنولوجيا الأقمار الصناعية إلى مصر ولم تشارك أية مجموعات علمية فى عملية بنائه، إلا أن المشروع بصفة عامة قد أتاح بشكل محدود متابعة مصرية لتلك النوعية من المشروعات، كما أتاح تدريب العديد من المهندسين والفنيين على أعمال التحكم والمتابعة للقمر أثناء مراحل التشغيل. وبصفة عامة فإن تلك النوعية من العلاقات مع الشركات الكبرى المصنعة للأقمار الصناعية

يمكن أن تمثل مدخلا جيدا لنقل التكنولوجيا والخبرة والحصول على المكونات الحرجة والتدريب والاستشارات لأي مشروع تطوير تكنولوجي في مجال الفضاء على المستوى القومي.

١٢- المراحل المتوقعة لتطور تكنولوجيا الفضاء في مصر حتى سنة ٢٠٢٠

من أهم العوامل التي يمكن أن تؤثر على مسار البرنامج الفضائي المصري: التمويل المادي المتاح، وحجم التعاون الدولي، وطبيعة التطورات السياسية في المنطقة وعلى مستوى العالم، ثم كفاءة الإدارة الداخلية للمشروع ومدى اتصالها بالبيئة البحثية والصناعية والأمنية في مصر. وفي ضوء ذلك يمكن أن نتصور المراحل المستقبلية الآتية لتطور تكنولوجيا الفضاء في المستقبل:

- **من سنة ٢٠٠٠ إلى ٢٠٠٥**

- إقرار استراتيجية عامة للعمل في مجال الفضاء وتحديد الأهداف ووضع برنامج زمني للتنفيذ.
- وضع وتنفيذ برنامج لتطوير التكنولوجيات الأساسية محليا في مجال الفضاء.
- وضع وتنفيذ برنامج لنقل بعض التكنولوجيات الحرجة من الخارج.
- وضع استراتيجية للتعاون الدولي في مجال الفضاء للأغراض السلمية.
- وضع الهيكل التنظيمي لوكالة فضاء المصرية وتأهيل كوادرها الفنية.
- استكمال وبناء بعض المعامل المتخصصة التابعة لوكالة الفضاء.
- وضع المواصفات الفنية لمشروع قمر صناعي تجريبي للاستشعار عن بعد.

- البدء فى أعمال التصميم والتصنيع واختبار المكونات.
- البدء فى تنفيذ مشروع فضائى (قمر صناعى للاستشعار أو الاتصالات) للأغراض التجارية بالتعاقد مع طرف أجنبى مع وجود طاقم عمل مصرى فى كل التخصصات.

- **من سنة ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٠**

- يمكن أن تشهد هذه الفترة إطلاق أول قمر صناعى بمشاركة مصرية بواسطة صاروخ إطلاق أجنبى.
- امتلاك القدرة على تعميق التصنيع للمكونات الأساسية الداخلة فى تصنيع الأقمار الصناعية.
- إطلاق أول قمر صناعى تجريبى مصمم ومصنع فى مصر بواسطة وسيلة إطلاق أجنبية.
- العمل فى تطوير وسيلة إطلاق مصرية.
- الاشتراك فى بعض المشروعات الفضائية مع بعض المنظمات الإقليمية الخارجية.
- تشكيل منظمة عربية أو شرق أوسطية فى مجال الفضاء.

- **من سنة ٢٠١٠ إلى ٢٠٢٠**

- دخول مصر مجال التعاون الدولى والإقليمى الواسع فى مجال الفضاء واشتراكها فى بعض المشروعات الدولية.
- امتلاك مصر لوسيلة إطلاق للمركبات الفضائية أو اشتراكها فى تطوير تلك الوسيلة على المستوى الإقليمى.
- قيام صناعة للتطبيقات الفضائية فى مجال الاتصالات والاستشعار عن بعد على المستوى الإقليمى مع وجود مشاركة مصرية ملموسة.

خـاتمـة:

من الواضح أن القرن الواحد والعشرين سوف يشهد عصرا جديدا يقوم فيه الإنسان بدعم حضوره الفعال خارج المجال الحيوى للأرض. إن تحقيق تلك القفزة التاريخية يعتمد فى الأساس على توفر تعاون دولى عريض ينعم بالسلام والثقة ويؤمن بالعمل الإنسانى المشترك. لقد شيد الإنسان بالفعل بنية مادية وفكرية عملاقة لدعم انطلاقته نحو الفضاء، وربط ذلك بمصيره ودوره المقدر فى هذا الكون، واكتمل وعيه بأن تلك الانطلاقة ضرورية لضمان تطور حياته وحل مشاكله على الأرض. وفى هذا الإطار يبرز أهمية وجود مشروع مصرى للدخول فى مجال تكنولوجيا الفضاء لتوظيفه فى مشروعات التنمية وتأكيد دور مصر فى التعاون الدولى ومشاركة العالم آفاق الاستكشاف والتحديات الكونية التى تواجهه. لقد أوضحت الدراسة أن العناصر الأساسية اللازمة لدخول مجال الفضاء متوفرة وأن هناك بداية مشجعة بتشكيل مجلس بحوث علوم وتكنولوجيا الفضاء، وأن الاستراتيجيات الموضوعة حتى الآن فى هذا المجال يمكن أن تؤمن لمصر موقعا مناسبا بين الدول الصاعدة فى مجال الفضاء خلال السنوات العشر القادمة.

المراجـع :

(1) Bill Sweetman, "Spy Satellites: The Next Leap Forward. Exploiting Commercial Satellite Technology", **International Defence Review**, Vol. 30, Jan. 1, 1997, p. 27.

(2) Gil I. Klenger, Teodore R. Simpson, "Military Space Activitics: The Next decade", **Aerospace America**, Vol. 36, Jan. 1998.

(3) Steven J. Isakowitz, "**International Reference Guide to Space Launch Systems**", AIAA, 1997.

(4) George Ojalehto, Henry Hertzfeld, "Growth, Cooperation Mark 1997 Space Activities", **Aerospace America**, July 1998, p. 6.

(5) Dave Doody, "Where Are They Now?", The Planetary Report, Jan.-Feb. 1998, p. 16.

(6) Francois Monier, "On va vivre sur la Lune", L'EXPRESS, N0. 2437, 19-25 Mars 1998, p. 64.

(7) Leonard David, "Hubble's New View of the Cosmos", Aerospace America, May 1996, p. 20.

(8) Leonard David, "Assessing the Threat from Comets and Asteroids", Aerospace America, Aug. 1996, p. 24.

(9) Thereasa M. Foley, "Engineering the Space Station", Aerospace America, October 1996, p. 26.

(10) David W. Mittlefehldt, "Uncovering Martians Hidden Among Us: The source of ALH84001", **The Planetary Report**, Jan.-Feb. 1997, p.8.

(11) R.M. Bonnet, " Taking the Next Step: The European Moon program", **The Planetary Report**, Jan.-Feb. 1995, p. 8.

(12) Thomas R. McDonough, "A quantum leap for SETI: Project BETA goes On-line", **The Planetary Report**, March-April 1996, p. 4.

(13) Roy Gibson, "The EuropeanSpace Agency faces the future", The **Planetary Report**, March-April 1996, p. 8.

(14) Carl Sagan, "Why Mars?" **The Planetary Report**, Sept.-Oct. 1996, p. 10.

(15) Paul Weissman, "The crash on Jupiter: Looking for answers in the impact" **The Planetary Report**, March-April 1995, p. 12.

(16) Tamiya Nomura, "Japan looks to future: A long-term Lunar plan", **The Planetary Report**, Sept.-Oct. 1995, p. 4.

(17) Robert Farquhar and Joseph Veverka, "Romancing the stone: The Near-Earth Asteroid Rendezvous", **The Planetary Report,** Sept.-Oct. 1995, p. 8.

(18) "Steps to Mars II: A conference Report", **The Planetary Report**, Nov.-Dec. 1995, p. 6.

(19) Donald I. Devincenzi, "Protecting our planet. Preserving other worlds", **The Planetary Report**, Jul.-Aug. 1994, p. 4.

(20) Daniel S. Goldin, "NASA today, and a vision for tomorrow", The Planetary Report Nov.-Dec. 1994, p. 4.

(21) Keith Noll, "The crash at last: Comet Shoemaker-Levy 9 collides with Jupiter", **The Planetary Report**, Nov.-Dec. 1994, p. 8.

(22) Paul Horowitz, "Project META: What have we found", The **Planetary Report**, Sept.-Oct. 1993, p. 4.

(23) John Pike, "The sky is falling: The Hazard of Near-Earth Asteroids", The Planetary Report, Nov.-Dec. 1991, p. 16.

(24) Norman R. Augustine, "The Future of the US Space Program", The **Planetary Report**, March-April 1991, p. 4.

(25) Carl Sagan, "Humans to Mars: Can we Justify the Cost?", The **Planetary Report**, Jan.-Feb. 1991, p. 4.

(26) Thomas O. Paine, "TO settle the red planet: A decade-by-decade look at Martian History, 1990 to 2090", **The planetary Report**, Sept.-Oct. 1992, p. 8.

(27) Bruce C. Murray, "Exploring the Limits: Humanity's Future in Space", **The Planetary Report**, Sept.-Oct.1992, P.12.

(28) Hitoshi Mizutani, "Japan Sets Out to the Moon and Mars", The **Planetary Report**, July-Aug. 1992, P. 12.

(29) Bernard Fitzsimons, "Asia's Growing Space Capability", **Aerospace America**, May 1999, p. A17.

(30) G.R. Wilson, "Latin America's rising aerospace prospects", **Aerospace America**, Aug. 1998, P.38.

(31) Marco Caceres, "Commercial satellites surge ahead", **Aerospace America**, November 1998, p.24-26.

(32) Leonard David, "Incredible Shrinking Spacecraft", Aerospace **America**, January 1996, P. 20-21.

(33) Alan H. Epstein, "The Inevitability of Small", **Aerospace America**, March 2000, P.30-37.