١

٢

١ أ.د/ غادة محمد عامر
أستاذ هندسة القوى والنظم الذكية- كلية الهندسة- جامعة بنها
المدير التنفيذى لشركة الشرق الأوسط لتكنولوجيا المعلومات

٢ أ/ أحمد الجرف
باحث دكتوراه فى العلوم السياسية

# تكنولوجيا الفضاء
# وانعكاساتها على الأمن القومى

## مقدمة :

لطالما كان الفضاء مجالاً لثورة علمية انعكست آثارها على الحياة المدنية والعسكرية، ووفرت للدول المتقدمة معلومات فى كل المجالات، ففى وقت السلم تقوم الأقمار الاصطناعية بمسح أقاليم الدول ورسم الخرائط واكتشاف الثروات الطبيعية ورصد الأحوال الجوية، ولها دور أساسى فى أعمال الملاحة، وفى المجال العسكرى تستخدم فى تقييم العمليات الهجومية وتحديد الأهداف العسكرية وتمييزها وتوفير المعلومات فى أوقات الأزمات والاستخبارات، والتنصت، والاتصالات، وغيرها. كذلك أصبح دور تكنولوجيا الفضاء فى تحقيق أهداف التنمية المستدامة أمرًا أساسيًا لا غنى عنه فى أمور عديدة، منها على سبيل المثال لا الحصر مراقبة المناخ والطقس، والحصول على الرعاية الصحية والتعليم، وإدارة المياه، والكفاءة فى النقل والزراعة، وحفظ السلام، والأمن، والمساعدة الإنسانية. إن قائمة التطبيقات الفضائية المؤثرة على الأرض لا تُحصى، والعديد من المساهمات القيمة الأخرى قيد التطوير والبحث. لقد كانت وما زالت عمليات استكشاف الفضاء التى تمت بنجاح تكون مرتبطة بمنظومة سياسية وعسكرية وتقنية بالمقام الأول، ولولا هذه الدوافع السيادية لما خاضت أمريكا وروسيا والصين وإنجلترا وفرنسا واليابان تحدى إرسال مواطنيها للفضاء، وبالرغم من أن المحرك الرئيسى لكى تدخل دول العالم المختلفة نادى الفضاء الدولى هو التفوق العسكرى والتفوق التقنى، فإننا لا يمكن أن نغفل فوائد كثيرة عادت وستعود على البشرية من كشف أغوار كوكب الأرض والعالم المحيط به فى ظل التناقص الرهيب فى الموارد الطبيعية ومصادر الطاقة. لقد أصبح الفضاء الخارجى هو المستقبل، كلمات أثارت سباقًا محمومًا حول الفضاء خاصة أن برامج الفضاء الخارجى تضطلع بمهمات متعددة تتجاوز بشكل كبير ما يمكن أن تقوم به أدوات الحرب التقليدية. لذلك سوف نقدم فى هذا البحث دراسة عن انعكاسات تكنولوجيا الفضاء على الأمن القومى.

### هدف البحث :

التعرف على نشأة وتطور علوم وتكنولوجيا الفضاء، كذلك دراسة دور تكنولوجيا الفضاء فى تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ودراسة وتحليل تأثير تكنولوجيا الفضاء على الأمن القومى المصرى.

### منهجية البحث

**ترتكز الورقة البحثية بشكل أساسى على:**

- **المنهج النظرى:** الذى يعتمد على دراسة المراجع والكتب العلمية والمواقع الموثقة على الشبكة الدولية، وكل ما يتعلق بالموضوع.

- **المنهج الوصفى:** لدراسة وتصنيف التقنيات الحديثة فى مجال تكنولوجيا الفضاء وعلاقتها بتحقيق أهداف التنمية المستدامة.
- **المنهج الاستقرائى:** لدراسة أثر الفضاء على الأمن القومى المصرى.

## أولا: الإطار المفاهيمى للدراسة

### ١. تعريف علوم وتكنولوجيا الفضاء

أ- **علوم الفضاء**[١] : يُعد علم الفضاء من أقدم العلوم التى تم التعرف عليها، ويُعرَّف بأنه علم دراسة النجوم والكواكب والفضاء. الفضاء هو الفراغ الموجود بين الأجرام السماوية، ويُطلق عليه مصطلح الفضاء الخارجى لتمييزه عن الفضاء الجوى الذى يوجد حول الكرة الأرضية، ويمكن تعريف الفضاء أيضًا من منظور فيزيائى بأنه حَيِّز ثلاثى الأبعاد، تأخذ فيه الأجسام وضعًا واتجاهًا نسبيًا. ونظرًا للتطورات التى شهدها علم الفضاء، أصبح من العلوم التى تهتم بدراسة الكون وكيف نشأ وإمكان تطوره. كما يهتم علم الفضاء أيضًا بتفسير الأحداث التى تنشأ فى الكون والحصول على أسباب منطقية لحدوثها، فهو يعتمد فى مضمونه على التحليل والملاحظة. ويمكن تعريف علوم الفضاء باختصار على أنها : مجموعة من المعرفة العلمية المتعلقة باستكشاف الفضاء؛ التى تعتمد على العلوم التقليدية مثل الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة، كما أنه يتطلب إجراء أبحاث محددة خاصة به.

ب- **تكنولوجيا الفضاء** [٢] : هى تكنولوجيا تُستخدم فى الفضاء الخارجى، أو فى السفر (الملاحة الفضائية) أو أنشطة أخرى خارج الغلاف الجوى للأرض، لأغراض مثل رحلات الفضاء، واستكشاف الفضاء، ومراقبة الأرض. تشمل تكنولوجيا الفضاء الأقمار الاصطناعية والمحطات الفضائية ومركبات الإطلاق المدارية؛ كذلك تشمل معدات وأجهزة الاتصالات فى الفضاء السحيق، وتقنيات الدفع فى الفضاء، ومجموعة واسعة من التقنيات الأخرى بما فى ذلك معدات وإجراءات البنية التحتية الداعمة. تُعد بيئة الفضاء بيئة جديدة بما فيه الكفاية، حيث إن محاولة العمل فيها غالبًا ما تتطلب أدوات وتقنيات جديدة. تعتمد على العديد من الخدمات اليومية الشائعة للاستخدام الأرضى مثل التنبؤ بالطقس والاستشعار عن بُعد وأنظمة الملاحة عبر الأقمار الاصطناعية والتليفزيون عبر الأقمار الاصطناعية وبعض أنظمة الاتصالات البعيدة المدى بشكل كبير على البنية التحتية الفضائية. من العلوم، يستفيد علم الفلك وعلوم الأرض من تكنولوجيا الفضاء. وكثيرًا ما تُستغل التكنولوجيات الجديدة الناشئة عن المساعى المتعلقة بالفضاء أو التى تسارعت بسببها فى أنشطة اقتصادية أخرى.

### ٢. تاريخ علوم وتكنولوجيا الفضاء

أدت الأبحاث المستفيضة فى مجال الفضاء، إلى إيجاد علم مستقل بذاته، هو علم وتكنولوجيا الفضاء، وقد أفاد هذا العلم فى بزوغ اقتصاد جديد مصاحب لاقتصاد الفضاء، وغالبًا ما يتم استغلال التكنولوجيات الجديدة الناشئة عن المساعى المتعلقة بالفضاء، أو تسريعها فى أنشطة اقتصادية أخرى، وتحسين حياة البشرية عمومًا على كوكب الأرض، حيث تُعد تكنولوجيا الفضاء هى التطبيق العملى المنهجى للنظريات والحقائق العلمية والهندسية فى استكشاف الفضاء الخارجى واستخداماته الكثيرة المتنوعة، حيث يشكل الفضاء بيئة جديدة، تتطلب محاولة العمل فيها، أدوات وتقنيات جديدة. وتُعرف تكنولوجيا الفضاء، بالتكنولوجيا التى طورتها علوم الفضاء أو صناعة الفضاء لاستخدامها فى رحلات الفضاء أو الأقمار الاصطناعية أو استكشاف الفضاء. وتشمل هذه التكنولوجيا الفضائية، مركبات الفضاء والأقمار الاصطناعية والمحطات الفضائية والبنية التحتية الداعمة والمعدات والإجراءات. ويتم الآن تطبيق التقنيات التى اكتشفتها الأبحاث المتعلقة بالفضاء، مثل أبحاث ناسا لاستكشاف آفاق جديدة للبشرية على التطبيقات اليومية. ولدراسة تاريخ تكنولوجيا الفضاء علينا أولًا معرفة تاريخ علوم الفضاء.

#### أ- تاريخ علوم الفضاء

يُعد علم الفضاء أو كما عُرف قديمًا بعلم الفلك من أهم وأقدم العلوم التى عرفها الإنسان، فقد لعب علم الفضاء دورًا أساسيًا فى حياة البشرية، واعتمد الإنسان على الفضاء فى شتى مناحى الحياة المختلفة، وقد حرص الإنسان منذ القدم على تعلم علم الفلك لكى يستطيع مواكبة متطلبات الحياة. بدأ علم الفضاء منذ عصر ما قبل التاريخ بتتبع حركات النجوم والكواكب فى دورات منظمة، فكان أول ما يشغل تفكير الإنسان بالحركة الظاهرية المتكررة للشمس والقمر، واستطاع من خلالها عمل تقاويم تؤرخ له الأحداث فى حياته،

وقد تطور علم الفضاء تطورًا سريعًا وذلك بالاستعانة بالآلات الفلكية البسيطة ثم بناء المراصد الفكرية التى استُخدمت فى رصد الظواهر الفلكية المختلفة من كسوفات شمسية وخسوفات قمرية، ورصد النجوم [٣]. واكب علم الفضاء فى العصر الحديث التطور الهائل فى التكنولوجيا الحديثة حيث قام علماء الفلك أخيرًا باستخدام التكنولوجيا ممثلة فى برمجيات وآلات للانطلاق إلى الفضاء الخارجى لدراسته ورصد الكون من حولنا، وذلك من خلال إطلاق مركبات فضائية يتحكم فيها العلماء من سطح الأرض، كما استطاعوا إطلاق مراصد فضائية يستخدمها فى رصد حركة العديد من الظواهر الشمسية مثل العواصف الشمسية التى لها تأثير مباشر على الأرض، وذلك قبل وصول تلك العواصف إلى الأرض بأيام حتى يتخذ الاحتياطيات اللازمة لذلك.

**ب- تاريخ تطور تكنولوجيا الفضاء**

كانت أول دولة على وجه الأرض تضع أى تكنولوجيا فى الفضاء هى الاتحاد السوفيتى، حيث أرسل الاتحاد السوفيتى القمر الصناعي «سبوتنيك ١» فى ٤ أكتوبر ١٩٥٧م. وكان وزنه نحو ٨٣ كجم وكانت مهمته أن يدور حول الكرة الأرضية. بعد ذلك كان أول مسبار اصطدم بسطح القمر كان المسبار السوفيتى «لونا ٢»، الذى هبط هبوطًا صعبًا فى ١٤ سبتمبر ١٩٥٩م [٤]. بعدها تم تصوير الجانب البعيد من القمر لأول مرة فى ٧ أكتوبر ١٩٥٩م، بواسطة المسبار السوفيتى«لونا». بعدها انطلقت أول رحلة فضائية بشرية ناجحة أطلق عليها «فوستوك ١»، والتى حملت رائد الفضاء السوفيتى «يورى جاجارين» فى أبريل ١٩٦١م. وتم التحكم فى المهمة بكاملها إما عن طريق أنظمة أوتوماتيكية أو عن طريق التحكم الأرضى. فى ٢٤ ديسمبر ١٩٦٨م، أصبح طاقم «أبوللو ٨» التى أرسلتها الولايات المتحدة الأمريكية أول بشر يدخلون مدار القمر ويشاهدون الجانب البعيد منه. بعدها قامت الولايات المتحدة الأمريكية بإرسال «أبوللو ١١» وإنزال أول إنسان هو «نيل أرمسترونج» على سطح القمر ليمشى عليه فى ٢٠ يوليو ١٩٦٩م. تلت هذه الرحلة رحلات أخرى أرسلتها الولايات المتحدة الأمريكية هى أبوللو ١٢، ١٤، ١٥، ١٦، و١٧. واجهت أبوللو ١٣ عطلًا فى وحدة خدمة أبوللو، لكنها مرت على الجانب البعيد من القمر على ارتفاع ٢٥٤ كيلومترًا فوق سطح القمر، وعلى بعد ٤٠٠,١٧١ كيلومتر من الأرض، مسجلًا الرقم القياسى لأبعد مسافة سافرها البشر من الأرض فى عام ١٩٧٠م . فى ١٧ نوفمبر عام ١٩٧٠م هبطت أول مركبة قمرية روبوتية السفينة السوفيتية «لونوخود ١» على سطح القمر. حتى الآن، كان آخر إنسان وقف على سطح القمر هو «يوجين سيرنان»، الذى مشى على سطح القمر فى ديسمبر ١٩٧٢م كجزء من مهمة أبوللو ١٧. وأعقب أبوللو ١٧ العديد من المهام غير المأهولة بين الكواكب التى تديرها وكالة ناسا. إحدى البعثات البارزة بين الكواكب هى «فوييجر ١»، وهو عبارة عن أول جسم اصطناعى يغادر النظام الشمسى إلى الفضاء بين النجوم فى ٢٥ أغسطس ٢٠١٢م، وهو أيضًا أبعد جسم اصطناعى عن الأرض. اجتاز المسبار حافة الشمس عند ١٢١ وحدة فلكية ليدخل الفضاء بين النجوم. تقع «فوييجر ١» حاليًا على مسافة ١٤٥,١١ وحدة فلكية (٢١,٧٠٨ مليار كيلومتر) من الأرض اعتبارًا من ١ يناير ٢٠١٩م.

### ٣. أدوات تكنولوجيا الفضاء:

**هناك أدوات عديدة لتكنولوجيا الفضاء منها [٥]:**

**أ- الصواريخ** (Rockets)

وهى وسيلة لدفع سفينة الفضاء أو القمر الاصطناعى أو أى شىء خارج الغلاف الجوى بعيدًا عن الجاذبية الأرضية، وتوجد أنواع من الصواريخ يكون لكل منها الاستخدام الخاص بها [٦]، فتوجد صواريخ ذات المرحلة الواحدة وأخرى متعددة المراحل، وتعمل جميعها على دفع الأشياء إلى أعلى والصعود بها إلى حيث نريد.

**ب- سفينة الفضاء** (Spacecraft)

وهى عبارة عن كبسولة تحتوى على رواد الفضاء والأجهزة والمعدات وكل مقومات الحياة التى تلزمهم، وهى تثبت فى الغالب على قمة الصاروخ من أعلى، ويكون لكل منها المدار الخاص الذى تدور به، وعادة ما يطلق اسم سفينة الفضاء على هذا البناء الذى يتكون من الصاروخ الدافع والكبسولة، ومثال لذلك سفن «ميركورى» و«جيمنى» و«أبوللو» [٧]، وهناك أنواع أخرى من سفن الفضاء غير المأهولة بأى رواد، ولكنها تحتوى فقط على أجهزة للرصد ومعدات للقياس، وهى تسافر عبر الفضاء إلى الكواكب البعيدة دون أن يقودها أحد، ويتم السيطرة عليها بالكامل من الأرض مثل سفينة «فويجر» و«جاليليو».

**ج- الأقمار الاصطناعية** (Satellites):

الأقمار الاصطناعية لا تختلف كثيرًا عن سفن الفضاء غير المأهولة، إلا أنها لا تسافر إلى أى مكان [٨]، بل تدور فقط

حول الأرض فى مدارات خاصة بها. وللأقمار الاصطناعية أنواع كثيرة ولها تصنيفات كثيرة كالآتى[٩]:

- **أنواع الأقمار الاصطناعية من حيث الحركة:**
- **الثابت بالنسبة للأرض**، هو قمر اصطناعى يدور فى مدار متزامن مع الأرض، مع فترة مدارية تماثل فترة دوران الأرض حول نفسها. يعود هذا القمر الاصطناعى إلى الموضع نفسه فى السماء بعد كل يوم فلكى. يُعد «القمر الاصطناعى الجغرافي الثابت» نوعًا خاصًا من الأقمار الاصطناعية المتزامنة مع الأرض، التى تدور فى مدارٍ جغرافى ثابت – أى مدار متزامن مع الأرض دائرى الشكل فوق خط الاستواء مباشرةً. يُعد «مدار التندرا» الإهليجى نوعًا آخر من المدارات المتزامنة مع الأرض المُستخدمة من قبل الأقمار الاصطناعية.
- **المتحرك**، يدور حول الأرض عشرات المرات فى ساعات قليلة، ويظهر القمر الاصطناعى لمن يراقب السماء ليلاً كنجم صغير يسير بصورة ملحوظة، كما أنه يلمع لأنه يعكس أشعة الشمس، فغالبًا ما يكون لديه مرايا عاكسة حتى يسهل رصده.
- **أنواع الأقمار الاصطناعية من حيث الخدمات المقدمة طبقاً للاتحاد الدولى للاتصالات:**
- أقمار اصطناعية للهواة (AMATEUR-SATELLITE)
- أقمار اصطناعية للإذاعة (BROADCASTING-SATELLITE)
- أقمار اصطناعية لاستكشاف الأرض (EARTH EXPLORATION-SATELLITE)
- أقمار اصطناعية للخدمات الثابتة (FIXED SERVICES SATELLIT)
- أقمار اصطناعية للاتصال الداخلى بين الأقمار الاصطناعية (INTER- SATELLITE)
- أقمار اصطناعية للأرصاد الجوية (METEOROLOGICAL-SATELLIT)
- أقمار اصطناعية للخدمات المتحركة (MOBILE-SATELLIT)
- أقمار اصطناعية للملاحة البرية (RADIO NAVIGATION-SATELLITE)

- **أنواع الأقمار الاصطناعية من حيث الحيز الترددى المستخدم:**
- الحيز الترددى (L-Band): فى الحيز الترددى (١ – ٢) جيجا هرتز.
- الحيز الترددى (S-Band): فى الحيز الترددى (٢–٤) جيجا هرتز.
- الحيز الترددى (C-Band): فى الحيز الترددى (٤ – ٨) جيجا هرتز.
- الحيز الترددى (X-Band): فى الحيز الترددى (٨ –١٢) جيجا هرتز.
- الحيز الترددى (Ku-Band): فى الحيز الترددى (١٢–٢٠) جيجا هرتز.
- الحيز الترددى (Ka-Band): فى الحيز الترددى (٢٠–٤٠) جيجا هرتز.
- **أنواع الأقمار الاصطناعية من حيث المدارات المستخدمة:**
- مدارات منخفضة الارتفاع (LEO).
- مدارات متوسطة الارتفاع (MEO).
- المدار المتزامن (GEO).
- **أنواع الأقمار الاصطناعية من حيث الاستخدام:**
- الأقمار الاصطناعية العسكرية:
- أقمار الاستطلاع والتصوير وتشمل أقمار (التفتيش والمراقبة والبحث – الفحص القريب الدقيق – التفتيش والفحص فى أعماق المحيطات – الاستشعار عن بعد – الإنذار المبكر– الاستطلاع الإلكترونى).
- أقمار الاتصالات.
- أقمار اكتشاف التفجيرات النووية.
- أقمار الاعتراض والتدمير (الصياد القاتل – القنبلة المدارية).
- الأقمار الاصطناعية المدنية التى قد تستخدم فى الأغراض العسكرية.
- أقمار الاتصالات.
- أقمار الملاحة الجوية.
- أقمار التنبؤ الجوى (الأقمار الميتورولوجيا للأرصاد الجوية).
- المعامل المدارية.

د - **مكوك الفضاء** [١٠] (Shuttlecraft):

يشبه المكوك الطائرة إلى حد كبير، ولكنه ينطلق بمساعدة بعض صواريخ الدفع، إلا أنه يعود إلى الأرض بعد أداء مهمته فيهبط على أى ممر فى مطار أو ميناء جوى دون مشكلات كطائرة. ولدى الولايات المتحدة خمسة أجيال من مكوك الفضاء هى: كولومبيا، شالينجر، ديسكفرى، أطلنتس، إنديفور. وبعد انفجار كل من شالينجر وكولومبيا لم يتبق لديها سوى ثلاثة فقط[١١]. يتم استخدم مكوك الفضاء فى عمل التجارب العلمية الخاصة فى مختلف المجالات التى تحتاج إلى عدم وجود تأثير للجاذبية الأرضية، كالزراعة فى الفضاء وتركيب بعض الأدوية التى لا تحتاج إلى جاذبية أرضية أو صناعة بعض السبائك المعدنية التى تتطلب أيضًا غياب الجاذبية الصغرى Microgravity، كما يستخدم المكوك فى إطلاق الأقمار، وأيضًا فى تمويل وبناء المحطات الاصطناعية المدارية الأخرى وتوصيل الرواد والمعدات منها وإليها.

هـ- **محطة الفضاء الدولية** (International Space Station)

محطة الفضاء الدولية (ISS) هى مشروع بناء متعدد الدول، وهو أكبر هيكل منفرد قام البشر بوضعه فى الفضاء على الإطلاق. تم الانتهاء من بنائها الرئيسى بين عامى ١٩٩٨م و٢٠١١م، على الرغم من أن المحطة تتطور باستمرار لتشمل مهمات وتجارب جديدة. تم تشغيلها بشكل مستمر منذ ٢ نوفمبر ٢٠٠٠م. محطة الفضاء الدولية ليست مملوكة لدولة واحدة، وهى «برنامج تعاونى» بين أوروبا والولايات المتحدة وروسيا وكندا واليابان، وفقًا لوكالة الفضاء الأوروبية (ESA). تبلغ تكلفة تشغيل محطة الفضاء الدولية نحو ٣ مليارات دولار سنويًا لوكالة ناسا، أى ما يقرب من ثلث ميزانية رحلات الفضاء البشرية، وفقًا لمكتب المفتش العام التابع للوكالة[١٢].

## ثانيا : تأثير الدراسة فى مجالات الأمن القومى

### ١. دور تكنولوجيا الفضاء فى القطاع المدنى وفى تحقيق أهداف التنمية المستدامة

يستخدم الفضاء لأجل تحقيق التنمية المستدامة حيث يسهم بشكل إيجابى فى مجموعة من المجالات المختلفة، بما فى ذلك مراقبة المناخ والطقس، والحصول على الرعاية الصحية والتعليم، وإدارة المياه، والكفاءة فى النقل والزراعة، وحفظ السلام، والأمن، والمساعدة الإنسانية. إن قائمة التطبيقات الفضائية المؤثرة إيجابيًا على الأرض لا تنتهي تقريبًا، والعديد من المساهمات القيمة الأخرى قيد التطوير أو قيد البحث. فمن خلال اعتماد الأطر الدولية الثلاثة الرئيسية فى عام ٢٠١٥م لخطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠م، وإطار «سندای» للحد من مخاطر الكوارث ٢٠١٥-٢٠٣٠[١٣]، واتفاق باريس بشأن تغير المناخ، تعهد المجتمع الدولى بمعالجة أكبر التحديات التى تهدد عصرنا. تلعب التقنيات الفضائية دورًا متزايدًا فى الإسراع بتحقيق تلك التعهدات. إن استخدام الفضاء الخارجى لا يحمل وعدًا للبشرية فحسب، بل يسهم أيضًا فى تحسين «الحياة على الأرض» لجميع الكائنات الحية من خلال مراقبة النظم الأيكولوجية وحماية الحياة البرية وتتبع ورفع الوعى بشأن معالجة مشكلات الغابات والتصَحُّر من أجل الحفاظ على الموارد الطبيعية ووقف فقدان التنوع البيولوجى.

منذ بداية عصر الفضاء، كان التعاون الدولى الفعال ضروريًا لضمان الاستخدام الآمن والمؤمَّن والمستدام للفضاء. أصبحت حوكمة الفضاء، التى توصف بأنها المشاعات العالمية الأكثر توسعية للبشرية، ناضجة بشكل متزايد بسبب العدد المتزايد من الجهات الفاعلة، الحكومية وغير الحكومية، وكذلك التقنيات والمناهج الجديدة مثل الشراكات بين القطاعين العام والخاص ومبادرات التمويل الخاصة. بالإضافة إلى تقديم الخدمات المباشرة التى تخدم جميعها أهداف التنمية المستدامة، مثل :

أ- **البث التليفزيونى والإذاعى والاتصالات:** حيث يُعد ربع الأقمار الاصطناعية موضوعة فى خدمة التلفاز والاتصالات. قبل أكثر من ستين عاما بدأت الولايات المتحدة أول بث بالأقمار الاصطناعية وتبعتها أوروبا بعد عشر سنوات. وحاليًا يعتمد أكثر من نصف مشاهدى التلفاز على طبق على سطح المنزل لمشاهدة قنواتهم المفضلة. فى أواخر الخمسينيات وأوائل الستينيات تم إعلان التكنولوجيا التى من خلالها سيتم استقبال الإشارة المرسلة من الأرض بواسطة قمر صناعى معالج إلكترونيًا ونقله إلى محطة أرضية أخرى، فقامت شركة الهاتف والتلغراف الأمريكية American Telephone and Telegraph عام ١٩٦٢م بطلب من وكالة الفضاء الأمريكية ناسا بإطلاق أول قمر للاتصالات «تلستار»

(Telstar)[١٤] كان الاستخدام الأصلى لأقمار الاتصالات هو نقل الصوت والفيديو والبيانات من هوائى كبير نسبيًا إلى هوائى ثان بعيد، ويتم ذلك عن طريق توزيع الاتصال عبر الشبكات الأرضية.

ب- **تحديد المواقع والملاحة والتوقيت**[١٥]: وجد العلماء فى عام ١٩٥٧م، الذين يتتبعون أول قمر صناعى «سبوتنيك ١» أنهم يستطيعون رسم مدار القمر الصناعى بدقة شديدة عن طريق تحليل تأثير «دوبلر»[١٦] فى تردد إشاراته المرسلة فيما يتعلق بموقع ثابت على الأرض، ولقد فهموا أنه إذا كان من الممكن عكس هذه العملية أى إذا كانت مدارات العديد من الأقمار الاصطناعية معروفة بدقة فسيكون من الممكن تحديد الموقع على الأرض باستخدام المعلومات من تلك الأقمار الاصطناعية. قادت أهمية تحديد موقع الغواصات التى تحمل صواريخ باليستية كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى إلى تطوير أنظمة ملاحة تعتمد على الأقمار الاصطناعية. فى الستينيات وأوائل السبعينيات وبالرغم من أن هذه الأنظمة لم تقدم معلومات دقيقة للغاية وكان استخدامها صعبًا، فعمل البلدان على تطوير منتجات الجيل الثانى وهو نظام تحديد المواقع العالمى «نافستار» فى الولايات المتحدة ونظام الملاحة السوفيتى العالمى عبر الأقمار الاصطناعية «جلوناس» فكان الغرض الأصلى من الأنظمة، هو دعم الأنشطة العسكرية، فاستمرت فى العمل تحت السيطرة العسكرية بينما كانت تخدم مجموعة متنوعة من الاستخدامات المدنية. تُعد الولايات المتحدة نظام تحديد المواقع العالمى، بمنزلة أداة مساعدة عالمية يتم تقديمها مجانًا لجميع المستخدمين، وقد أعلنت عزمها على صيانة النظام وترقيته إلى المستقبل غير المحدد، وبدأت أوروبا أواخر التسعينيات فى تطوير نظامها الخاص بالأقمار الاصطناعية للملاحة، المسمى جاليليو (Galileo) ليتم تشغيله تحت سيطرة مدنية، وبدأ تشغيل نظام جاليليو فى عام ٢٠١٦م.

ج- **حماية الأنظمة البيئية**: تستخدم تكنولوجيا الفضاء لحماية وتعزيز الاستخدام المستدام للنظم الأيكولوجية الأرضية وإدارة الغابات على نحو مستدام ووقف تدهور الأراضى وعكس اتجاهه، ومكافحة التصحُّر بنجاح، والحد من المواقع الطبيعية المتدهورة، وإنهاء فقدان التنوع البيولوجى، ويمكن استخدام تقنيات الفضاء من أجل الآتى:

- مراقبة سطح الأرض البيولوجية الجيوفيزيائية.
- مراقبة التنوع البيولوجى البرى.
- مراقبة الصيد الجائر وتحديد طرق التهريب.
- لقد تم اعتماد النظام العالمى للملاحة عبر الأقمار الصناعية Global navigation satellite system - GNSS على نطاق واسع لتتبع الحيوانات، ويُعد فهم حركة الحيوانات أمرًا حيويًا لبحوث التنوع البيولوجى، والتنبؤ بالنقاط الساخنة لأخذ التدابير اللازمة، وتحديد مناطق الصراع بين الإنسان والحيوان، وإعادة بناء مصايد الأسماك والنظم البيئية المنتجة والحفاظ عليها وفهم انتشار الأمراض الوبائية والأنواع الغازية.

د- **علم الأرصاد الجوية**[١٧]: التنبؤ بحالة الطقس ليس بالأمر السهل وغالبًا ما نشعر بأنها غير صحيحة. ورغم سخرية البعض من هذه التنبؤات، فإن دقتها تحسنت بخمسة عشر ضعفًا منذ بدء استخدام الأقمار الاصطناعية لهذا الغرض. وفى الأثناء بات ممكنًا التنبؤ بالطقس لأسبوعين. اعتقد علماء الأرصاد الجوية فى البداية أن الأقمار الاصطناعية ستستخدم فى المقام الأول لمراقبة أنماط السُّحُب وبالتالى توفير تحذيرات من العواصف الوشيكة، ولم يتوقعوا أن تكون أرصاد الفضاء أساسية لتحسين التنبؤ بالطقس بشكل عام، وذلك نظرًا لأن تكنولوجيا الأجهزة الفضائية أصبحت أكثر تعقيدًا، فقد تم استدعاء الأقمار الاصطناعية لتوفير ملامح ثلاثية الأبعاد لمتغيرات إضافية فى الغلاف الجوى، بما فى ذلك درجة الحرارة ومحتوى الرطوبة وسرعة الرياح، ولقد أصبحت هذه البيانات مهمة للتنبؤ الحديث بالطقس. لقد طورت وزارات الدفاع فى العديد من الدول أقمارًا اصطناعية مماثلة للاستخدام العسكرى يهدف إلى اتخاذ العديد من الإجراءات لمواجهة تغيير المناخ وتأثيره على البلاد، فتلعب تقنيات الفضاء دورًا مركزيًا فى رصد تغير المناخ، والتنبؤ بالطقس، وإدارة الكوارث، وعمليات البحث، والإنقاذ. واستجابة لتحديات تغير المناخ،

أطلق مكتب الأمم المتحدة لشئون الفضاء الخارجى (UNOOSA)، وبالتعاون مع شركاء رئيسيين من مجتمعات الفضاء ورصد الأرض والحماية المدنية والمنظمات الإقليمية والدولية، الشراكة العالمية باستخدام تطبيقات التكنولوجيا الفضائية للحد من مخاطر الكوارث (GP-STAR)[١٨]، وتهدف GP-STAR إلى تعزيز اعتماد تطبيقات التكنولوجيا الفضائية، بما فى ذلك مراقبة الأرض وأنظمة الملاحة العالمية والاتصالات عبر الأقمار الاصطناعية للحد من مخاطر الكوارث وفقًا لإطار «سندای» للحد من مخاطر الكوارث ٢٠١٥-٢٠٣٠، وذلك عن طريق تعزيز الآليات القائمة، وتوسيع استخدام تقنيات رصد الأرض والتكنولوجيات الفضائية ذات الصلة على جميع المستويات، وبالتالى ستسهم GP-STAR فى الاستخدام الأفضل تكاملًا والأوسع نطاقًا لهذه التقنيات فى الحد من مخاطر الكوارث فى جميع أنحاء العالم.

هـ- **البحث العلمى:** لتكنولوجيا الفضاء دور كبير فى تطوير البحث العلمى، فقد أعطت فرصة لعمل بحوث واكتشاف أسرار فى الكون كان من المستحيل كشفها بالطرق التقليدية، فمثلًا تُعد مهمات مثل قياس جاذبية الأرض وارتفاع الجبال أو سطح البحر من المهمات السهلة التى تقدمها الأقمار الاصطناعية وتحللها الأنظمة الخاصة بتكنولوجيا الفضاء. كذلك بفضل تقنيات الفضاء استطاع الإنسان رؤية أماكن سحيقة فى الكون ومراقبة النجوم والشمس. كذلك يتم عمل أبحاث علمية فائقة فى كل الجهات التى لها علاقة بعلوم وتكنولوجيا الفضاء مثل تلك التى تتم فى محطة الفضاء الدولية.

و- **التعدين فى الفضاء:** الموارد المتاحة على القمر والأجسام الأخرى للنظام الشمسى، خاصة الكويكبات تمثل أهدافًا محتملة إضافية للتنمية التجارية. تقدر قيمة الثروة المعدنية الموجودة فى حزام الكويكبات بين المريخ والمشترى بما يعادل مئات المليارات للأفراد على وجه الأرض[١٩].

ز- **إيجاد مدن ومجتمعات مستدامة:** تُعد المدن هى محاور للأفكار والتجارة والثقافة والعلوم والإنتاجية والتنمية الاجتماعية، وإن كل ذلك قد مكن الناس من التقدم اجتماعيًا واقتصاديًا، وبناءً على ذلك فإن هناك العديد من التحديات للحفاظ على المدن بطريقة تستمر فى إيجاد فرص العمل والازدهار دون إجهاد الأراضى والموارد، وتُستخدم تقنيات الفضاء من أجل الآتى[٢٠]:

- التخطيط العمرانى، لتحديد الهياكل والنقاط المرجعية لأغراض التخطيط المساحى والعمرانى.
- المدن الذكية، من خلال تطبيق أنظمة الأقمار الاصطناعية للملاحة العالمية ورصد الأرض والاتصالات عبر الأقمار الاصطناعية.
- تحسين خدمات المدينة، مثل أنظمة إدارة النفايات الذكية.
- مراقبة جودة الهواء.
- إدارة الكوارث.
- مراقبة البنية التحتية.
- عمليات البحث والإنقاذ.
- تساعد بيانات الأقمار الاصطناعية فى دعم وتخطيط ومراقبة الهجرة وتنقل الأشخاص، إما فى حالة الهجرة البشرية بين مناطق مختلفة من العالم، أو التنقل داخل المراكز الحضرية، وتساعد فى التخطيط للكوارث والاستجابة للطوارئ.

ح- **النقل الفضائى التجارى:** أدى ازدهار قطاع الاتصالات الفضائية إلى استعداد القطاع الخاص لدفع مبالغ كبيرة لإطلاق أقمارها الاصطناعية، فقد كانت فى البداية تطلق إلى الفضاء على متن مركبات تديرها الحكومة الأمريكية، عندما تم إعلان تشغيل مكوك الفضاء فى عام ١٩٨٢م، حيث كانت مركبة الإطلاق الأمريكية الوحيدة التى تقدم مثل هذه الخدمات[٢١]. لكن بعد حادث انفجار المكوك تشالنجر عام ١٩٨٦م مُنع المكوك من إطلاق الحمولات التجارية، فقد أوجد هذا فرصة للقطاع الخاص فى الولايات المتحدة لاستخدام مركبات الإطلاق المتاحة الحالية مثل دلتا وأطلس وتيتان (Delta، Atlas، and Titan) كناقلات فضائية تجارية. لقد ظهرت صناعة النقل الفضائى التجارية الأمريكية فى التسعينيات، والآن دخلت شركة Space Exploration Technologies SpaceX، بتسويق خدمات الإطلاق باستخدام صاروخ فالكون ٩ (Falcon 9) للعملاء فى جميع أنحاء

العالم. فى عام ٢٠٠٨م تعاقدت وكالة ناسا مع شركة «سبيس إكس» على أساس تجارى لنقل البضائع إلى محطة الفضاء الدولية (ISS) بدلاً من إدارة عمليات الإطلاق هذه بنفسها، وفى عام ٢٠١٠م تم توسيع هذا النهج ليشمل نقل رواد الفضاء إلى المحطة الفضائية، وبعد ذلك تم إجراء أول اتفاق لتسليم البضائع التجارية إلى محطة الفضاء الدولية فى مايو ٢٠١٢م، مع رحلة الكبسولة سبيس إكس دراجون (SpaceX Dragon capsule)؛ وبدأت رحلات الشحن التشغيلية فى وقت لاحق من ذلك العام، ومن ثم بدأت البعثات التجارية التى تحمل طاقمًا إلى المدار فى عام (٢٠٢٠م).

## ٢. تأثير تكنولوجيا الفضاء على الأمن القومى

فى عصر أصبحت الحدود النهائية هى الحدود التالية للديناميكيات العسكرية العالمية، لا يمكن المبالغة فى تأكيد الأهمية الاستراتيجية لتكنولوجيات الفضاء على الأمن القومى والدفاع. فمع اعتماد الدول بشكل متزايد على الفضاء لتعزيز قدراتها العسكرية والاستراتيجية، فإن الدول التى تفشل فى تبنى تقنيات الفضاء تجد نفسها تواجه مخاطر متعددة الأوجه. لذلك هناك العديد من المخاطر ونقاط الضعف الكبيرة التى تواجهها البلدان عندما تهمل تطوير تقنيات الفضاء ودمجها فى أطر الأمن والدفاع الخاصة بها ومنها على سبيل المثال ما يلى:

**أ- الحرمان الاستراتيجى والعزلة العالمية**

إن إحدى العواقب الأكثر إلحاحًا وخطورة لعدم الاستفادة من تكنولوجيات الفضاء هى العيب الاستراتيجى الناتج عن ذلك على الساحة العالمية. فمثلاً توفر القدرات الفضائية مثل الاتصالات عبر الأقمار الصناعية، والاستطلاع، وأنظمة الإنذار الصاروخى مزايا لا مثيل لها من حيث هيمنة المعلومات، والوعى الظرفى، والوصول العالمى. ودون هذه القدرات، لن تكون الدول عمياء عن أنشطة الخصوم المحتملين فحسب، بل أيضًا عن ديناميكيات الأزمات العالمية التى يمكن أن تؤثر على الأمن القومى. ويمتد هذا العيب الاستراتيجى إلى العزلة الدبلوماسية. ومع اعتماد التحالفات والشراكات بشكل متزايد على القدرات والبيانات الفضائية المشتركة، تجد البلدان التى تفتقر إلى تكنولوجيات الفضاء نفسها مستبعدة من التحالفات والمناقشات الأمنية المهمة. وتقوض هذه العزلة قدرتها على التأثير على سياسات الأمن الدولى والمشاركة فى آليات الدفاع الجماعى، مما يجعلها عرضة للإكراه والتهديدات الخارجية.

**ب- زيادة التعرض للهجمات**

إن غياب الأصول الفضائية يزيد بشكل كبير من تعرض أى بلد للتهديدات التقليدية وغير المتماثلة. تلعب صور الأقمار الصناعية واستخبارات الإشارات أدوارًا حاسمة فى أنظمة الإنذار المبكر، وكشف وتتبع عمليات إطلاق الصواريخ، وتحركات القوات، والتهديدات المحتملة الأخرى. ودون هذه القدرات، تصبح الدول فى وضع غير موات فى تحديد التهديدات التى تهدد أمنها ومواجهتها بشكل استباقى. علاوة على ذلك، فإن الاعتماد على أنظمة الاتصالات والملاحة الأرضية، التى هى أكثر عرضة للتعطيل والهجوم، يمكن أن يشل العمليات العسكرية والبنية التحتية الحيوية. وفى المقابل، توفر تقنيات الفضاء بدائل مرنة يمكنها العمل حتى عندما تتعرض الشبكات الأرضية للخطر.

**ج- التبعية والسيادة المهدد بها**

غالبًا ما تجد البلدان التى لا تطور قدراتها الفضائية نفسها معتمدة على دول أخرى أو كيانات تجارية للحصول على المعلومات والخدمات المهمة. وهذا الاعتماد يمكن أن يضر بالسيادة الوطنية، حيث إن الوصول إلى البيانات والخدمات قد يكون مقيدًا بالمصالح الجيوسياسية لمقدم الخدمة. علاوة على ذلك، فإن هذا الاعتماد يعرض الدول لخطر التجسس والتلاعب، حيث تظل السيطرة على تدفق المعلومات وسلامتها بيد الجهة الخارجية.

**د- الركود الاقتصادى والتكنولوجى**

إن إهمال تكنولوجيات الفضاء لا يؤثر فقط على القدرات العسكرية والاستراتيجية، بل يُعيق أيضًا التنمية الاقتصادية والتكنولوجية. تقود صناعة الفضاء الابتكار فى العديد من القطاعات، بما فى ذلك الاتصالات والملاحة ومراقبة الأرض، مما يسهم بشكل كبير فى الاقتصادات الوطنية. إن الفشل فى الاستثمار فى تكنولوجيات الفضاء يعنى تفويت فوائد هذا القطاع العالى النمو، بما فى ذلك إيجاد فرص العمل، والتقدم التكنولوجى، والتنويع الاقتصادى.

**هـ- الاستخدام العسكرى لتكنولوجيا الفضاء**

منذ فجر التاريخ وبنو البشر يتقاتلون ويتصارعون فى جميع التضاريس الجغرافية، من سهول ووديان وجبال، وعلى جميع المسطحات المائية من بحار ومحيطات وأنهار، وفى أغوارها وأعماقها باستخدام الغواصات المسلحة بالطوربيدات. وحتى المسافة الفاصلة بين الأرض والسماء استغلت أيضًا للقتال ولسفك الدماء، باستخدام الطائرات الورقية والمناطيد فى التاريخ القديم، وبالاعتماد على الطائرات الحربية والمقاتلة منذ الحرب العالمية الأولى وحتى يومنا هذا. وأخيرًا وبعيدًا عن الجاذبية الأرضية وخارج الغلاف الجوى ذاته، أصبح الفضاء الخارجى، مسرحًا لسباق تسلح، تتسارع وتيرته، ويُبشر بحرب فضائية مُرتَقبة. وهذا ما أدى إلى ظهور مصطلح عسكرة الفضاء (Space Militarization)، الذى تعود جذوره إلى بدايات الحرب الباردة فى الأربعينيات. ويُعنى هذا المجال بتطوير أسلحة وتقنيات لغرض الاستخدامات العسكرية فى الفضاء الخارجى. وربما كان أشهر مثال على هذه التقنيات، منظومة الأقمار الاصطناعية المستخدمة لتحديد المواقع (جى. بى. إس)، والتى قبل السماح باستخدامها للأغراض المدنية، كانت مخصصة للاستخدامات العسكرية المحضة. مثل تحديد مواقع الأهداف بدقة، لقصفها بالقنابل الذكية، وصواريخ كروز، ورفع مستوى التحكم والقيادة للقوات الأرضية فى مسرح العمليات.

وكنتيجة لهذه الأهمية العسكرية الفائقة لنظم تحديد المواقع باستخدام الأقمار الاصطناعية، والتحكم الأمريكى المطلق فيها، سارعت العديد من الدول بإنشاء وإطلاق منظومات مثيلة، مثل روسيا التى تمتلك حاليًا نظامًا مستقلا تمامًا يُعرف باسم «جلوناس»، والصين التى تمتلك نظامًا مثيلًا يُعرف باسم «بايدو»، وحتى دول الاتحاد الأوروبى أصبحت تمتلك نظامًا خاصًا بها، يُعرف باسم «جاليليو». ولن يتسع المقام لشرح الاستخدامات العسكرية الفضائية القائمة بالفعل، أو المخطط لها فى المستقبل، ولكن نذكر منها: الاتصالات العسكرية المُؤَمّنة، وأقمار التجسس على العدو، وأقمار رسم الخرائط الدقيقة، والتشويش الإلكترونى، وغيرها. وبوجه عام يمكن تقسيم الأسلحة المُزمَع استخدامها فى حروب الفضاء المرتقبة –أو ربما التى تم نشرها بالفعل– إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

**أولا: صواريخ أرض-فضاء**، والتى ستطلق من قواعد أرضية لتدمير الأقمار الاصطناعية المستخدمة من قبل العدو للتجسس أو لتحديد مواقع الأهداف والتحكم فى حركة القوات الأرضية.

**ثانياً: صواريخ فضاء-أرض**، والتى ستطلق من أقمار اصطناعية لتدمير قوات العدو على الأرض، مثلها فى ذلك مثل قاذفات القنابل، وصواريخ كروز، وفى هذه الحالة ستكون قواعد الصواريخ تدور خارج مجال الجاذبية. وتسعى بعض القوى العسكرية الكبرى إلى استخدام أشعة ليزر هائلة القوة لتحقيق الهدف نفسه.

**ثالثا: صواريخ فضاء-فضاء**، والتى ستُطلق من أقمار اصطناعية، ضد الأقمار الاصطناعية المعادية.

**١) تطبيقات تكنولوجيا الفضاء فى المجال العسكرى:**

تستخدم تكنولوجيا الفضاء فى تطبيقات عديدة للاتصالات الرقمية فى المجال العسكرى عالميًا مثل:

- **النظام الكونى لتحديد المحل / الموقع**

**The Global Positioning System (GPS)**

حيث يستخدم النظام فى التطبيقات الملاحية وتحديد المحل للقوات البرية والقوات البحرية والقوات الجوية وفى أنظمة إدارة نيران وحدات المدفعية والصواريخ الباليستية، وتوفير معلومات تحديد الموقع والملاحظة والملاحة والأرصاد الجوية.

- **نظام التتبع الآلى للمركبات**[٢٢]

**Automatic vehicle locating (AVL)**

حيث يبنى النظام على تجهيز المركبات المشتركة به بوحدات تتبع والتى تقوم بتحديد مكان وجود ورسم خط سير المركبات وذلك اعتمادًا على النظام الكونى لتحديد الموقع (GPS)، يتم إرسال المعلومات عن حركة المركبة من وحدة التتبع المجهزة بها إلى مركز تحكم نظام (AVL) وذلك إما بطريقة نقل المعلومات فى التوقيت نفسه (On-Line) أو بطريقة نقل المعلومات – بعد تجميعها – فى توقيت لاحق (Off-Line)، حيث يقوم نظام (AVL) بتحليلها وإعداد تقرير عن جميع تحركات المركبة وعمل

مقارنة بين خط السير الافتراضى (المخطط) وخط السير الفعلى (الحقيقى)، كما يمكن لنظام (AVL) إعداد تقرير تفصيلى عن موقف المركبة من حيث مُدَد التوقف وتوقيتات السير والسرعة وعدد الركاب وعدد مرات فتح الأبواب وغيرها من المعلومات التفصيلية .

- نظام ربط المستشفيات والمراكز الطبية العالمية حيث يقتصر النظام على العلاج الطبى الاستشارى ويتيح إمكان تبادل الخبرات بين الأطباء والاستعانة بمشاركتهم عند إجراء العمليات الجراحية الدقيقة وذلك من خلال عقد المؤتمرات المرئية التى تحقق ذلك كما يحقق النظام إمكان نقل المعلومات الطبية لأغراض التعليم.
- **نظام الاتصالات ذو المنفذ الصغير جدًا**[٢٣] **A very-small-aperture terminal (VSAT)**

حيث يُعد نظام (VSAT) نظامًا مُكمِّلاً لنظم الاتصالات الرقمية العسكرية ونظامًا بديلًا لها فى حالة تعرضها للتهديدات والعدائيات الإيجابية المؤثرة ويحقق الكثير من المزايا من حيث اتساع نطاق التغطية لمنطقة الخدمة دون التأثر بالطبيعة الجغرافية للأرض، المرونة فى تكوين شبكة الاتصالات وسهولة وسرعة إنشاء أى محطة (VSAT) جديدة داخل منطقة الخدمة، سرعة وسهولة إقامة الاتصالات دون أى قيود على مسافات الاتصال بالإضافة إلى سهولة زيادة عدد المشتركين وسهولة تغيير سعة قنوات الاتصال.

- **التجسس** حيث إن الأقمار الاصطناعية تراقب الكرة الأرضية بوقت حقيقى. تصل دقة الصور ووضوحها من الأقمار الاصطناعية إلى عشرة سنتيمترات لكل بيكسل مما يمكن تلك الأقمار من تصوير الأهداف العسكرية الأرضية، مراقبة الالتزام بالمعاهدات المتعلقة بالحد من التسلح ونزع السلاح.
- **الحرب** يمكن خوض حرب بالأقمار الاصطناعية أيضًا. وتعمل الولايات المتحدة وروسيا بشكل حثيث على تزويد أقمارهما بالصواريخ. ورغم نفى حكومتى البلدين ذلك، فإن اليوم الذى تحمل فيه الأقمار الاصطناعية صواريخ عابرة للقارات قادم. كما تطور دول كثيرة صواريخ مضادة للأقمار الاصطناعية، وأيضًا استخدام الذخائر الموجهة بالأقمار الاصطناعية.
- **الإنذار المبكر** حيث تكشف أقمار الإنذار المبكر الصواريخ العابرة للقارات كالصواريخ الباليستية والصواريخ التى تطلق من الغواصات التى تحتاج إلى عدة دقائق لبلوغ وإصابة الهدف، لذا فقد برزت الحاجة إلى رصد الهجوم النووى وتقدير وقوعه بأسرع وقت كما تستخدم فى تقدير الأضرار الناجمة عن القصف الجوى أو النووى.
- **الاستطلاع الإلكترونى** يستخدم لتحديد مواقع الدفاع الجوى ورادارات الصواريخ الدفاعية للدول المعادية التنصت على اتصالات العدو العسكرية، تأمين الاتصالات اللاسلكية المشفرة البعيدة المدى بين مراكز القيادة والسيطرة وقادة الوحدات الميدانية فى مسارح العمليات.

## ثالثاً : نتائج الدراسة / مقترح المواجهة

### ١. هناك عدة اتجاهات تدفع الأهمية المتزايدة للفضاء للأمن القومى:

أ- **زيادة عسكرة الفضاء:** حيث تسعى الصين وروسيا ومنافسون آخرون إلى الحصول على أسلحة فضائية مضادة لتهديد أنظمة الفضاء الأمريكية، مثل الصواريخ المضادة للأقمار الاصطناعية (ASAT)، وأشعة الليزر، وأجهزة التشويش، والأسلحة السيبرانية. وقد أظهرت كل من الصين وروسيا أسلحة مضادة للأقمار الاصطناعية وشكلت قوات فضائية عسكرية فى السنوات الأخيرة. وتستجيب الولايات المتحدة من خلال تعزيز القدرة على الصمود فى الفضاء وتطوير قدراتها الخاصة فى مجال التحكم الهجومى فى الفضاء.

ب- **انتشار القوى والقدرات الفضائية:** تمتلك الآن عشرات الدول والشركات التجارية قدرات فضائية محلية. أكثر من ٧٠ دولة تمتلك أو تدير أقمارًا اصطناعية. إن انخفاض التكاليف وظهور الأقمار الاصطناعية الصغيرة يمكّن المزيد من اللاعبين من الوصول إلى الفضاء. وهذا يخلق بيئة فضائية أكثر ازدحامًا وتنافسية مع زيادة مخاطر الاصطدامات وتداخل الترددات الراديوية والأعمال العدائية المحتملة.

ج- **ظهور تطبيقات فضائية جديدة:** إن التقدم فى الأقمار الاصطناعية الصغيرة، والخدمات فى المدار، واستكشاف الفضاء القمرى يوجد إمكانات جديدة للنشاط الفضائى. ومع ذلك، يمكن أيضًا تطبيق التقنيات ذات الاستخدام المزدوج مثل عمليات الالتقاء

والتقارب للأغراض العسكرية. ومع توسع النشاط البشرى إلى القمر وما بعده، سيصبح الفضاء أكثر أهمية من الناحية الاستراتيجية.

د- **الاعتماد المتزايد على البنية التحتية الفضائية:** تعتمد القطاعات العسكرية والحكومية والتجارية بشكل كبير على الأنظمة الفضائية فى المهام الحيوية. تعتمد قدرة الجيش الأمريكى على إبراز القوة العالمية على الدعم الفضائى. تعمل الأقمار الصناعية على تمكين الاتصالات العالمية والمعاملات المالية والنقل والاستجابة لحالات الطوارئ والمزيد. إن فقدان الوصول إلى الفضاء من شأنه أن يسبب اضطرابات هائلة.

## ٢. التخفيف من المخاطر من خلال التعاون العالمى وإصلاح السياسات

للتخفيف من المخاطر المتعلقة بتكنولوجيا الفضاء، تحتاج البلدان إلى اعتماد سياسات فضائية شاملة تركز على تنمية القدرات الفضائية المحلية وإقامة شراكات دولية. إن التعاون مع الدول الأخرى والمشاركة فى مشاريع الفضاء المتعددة الجنسيات يمكن أن يوفر طريقًا لاكتساب القدرات الفضائية دون التكاليف الباهظة للتنمية المستقلة. بالإضافة إلى ذلك، تلعب القواعد والاتفاقات الدولية دورًا حاسمًا فى ضمان بقاء الفضاء بيئة آمنة ومستدامة للجميع. ومن خلال الانخراط فى الجهود الدبلوماسية لتعزيز السلوكيات المسئولة فى الفضاء، يمكن للبلدان أن تسهم فى الاستقرار والأمن العالميين، حتى فى حين تعمل على تطوير قدراتها الفضائية.

وفى الوقت الذى تتسارع فيه وتيرة سباق التسلح الفضائى، تسعى بعض المعاهدات إلى إبطاء هذه الوتيرة، أو على الأقل تحجيمها، مثل اتفاقية الفضاء الخارجى (Outer Space Treaty)، التى تمنع الموقعين عليها من وضع أسلحة نووية أو غيرها من أسلحة الدمار الشامل فى مدارات حول الأرض، أو فى الفضاء الخارجى، أو على سطح القمر، أو على أى من الكواكب والأجسام الفضائية الأخرى، وتم التصديق بالفعل على هذه الاتفاقية من قبل ٩٨ دولة، بما فى ذلك الولايات المتحدة، وروسيا، وبريطانيا، بالإضافة إلى ٢٧ دولة أخرى وقّعتها ولم تصدق عليها بعد. إن هذه الاتفاقية تمنع فقط وضع الأسلحة النووية، وأسلحة الدمار الشامل فى الفضاء الخارجى، ولكنها لا تمنع عسكرة الفضاء الخارجى بالاعتماد على الأسلحة التقليدية الأخرى.

## ٣. خطوات مصر فى امتلاك تكنولوجيا الفضاء لتحقيق التنمية

إن لمصر حلمًا فى بلورة اهتمامها بعلوم الفضاء فى «برنامج فضائى مصرى» منذ عام ١٩٦٠م، لكنه توقف عام ١٩٦٧م نتيجة النكسة، بعدها كانت الريادة لمصر على مستوى العالم العربى فى عالم الفضاء بإطلاق القمر الاصطناعى المصرى «نايل سات ١» فى إبريل ١٩٩٨م، وكانت هذه الخطوة الملموسة الأولى فى دخول مصر عالم تكنولوجيا تصنيع الأقمار الاصطناعية والتعاون مع دول صديقة مثل أوكرانيا وكازاخستان وروسيا لتدريب الكوادر المصرية. وتم إطلاق أول قمر اصطناعى مصرى «نايل سات ١٠١» فى ٢٨ إبريل ١٩٩٨م لتصبح مصر الدولة رقم ٦٠ فى دخول مجال الفضاء. ثم تم إطلاق القمر الاصطناعى «نايل سات ١٠٢» فى ١٧ أغسطس ٢٠٠٠م، وبدأ تشغيله رسميًا فى ١٢ سبتمبر ٢٠٠٠م، والمخصص لأغراض الاتصالات على الصاروخ «أريان ٤» من قاعدة جويانا الفرنسية لنقل مئات القنوات التليفزيونية. وتوالت أنشطة مصر فى مجال الفضاء لكن دون خطة محددة أو قانون ينظم النشاط. وفى ٢٠٠٤م، تم إطلاق « نايل سات ١٠٣» وهو قمر اصطناعى مصرى لأغراض الاتصالات ويُعرف أيضًا باسم «أتلانتيك بيرد ٤». ثم القمر «إيجيبت سات ١» وهو أول قمر اصطناعى مصرى للاستشعار عن بُعد (خارج الخدمة حاليًا). تم تصنيع القمر بالتعاون بين الهيئة القومية للاستشعار عن بُعد وعلوم الفضاء فى مصر ومكتب تصميم «يجنوى» الأوكرانى، وتم إطلاقه من على متن صاروخ «دنيبر-١» فى ١٧ إبريل ٢٠٠٧م من قاعدة باكينور لإطلاق الصواريخ بكازاخستان. فُقد الاتصال به فى ٢٢ أكتوبر ٢٠١٠م، وتم استبداله بـ «إيجيبت سات – ٢». ومنذ عام ٢٠١٤م تُولى القيادة السياسية المصرية اهتمامًا ودعمًا غير مسبوقيْن لمجالات تكنولوجيا الفضاء باعتبارها من المجالات الواعدة لصناعة المستقبل، حيث قامت الدولة المصرية على سبيل المثال بالتالى:

أ- تم إنشاء وكالة الفضاء المصرية وهى هيئة عامة اقتصادية مصرية، لها شخصية اعتبارية وتتبع رئاسة الجمهورية، وأنشئت بالقانون رقم ٣ لسنة ٢٠١٨. وجاء قرار إنشاء وكالة الفضاء المصرية تحقيقًا لحُلم العلماء المصريين العاملين فى هذا المجال، الذى كثيرًا ما تعثَّر؛ حيث سبق ووافق مجلس الشعب ومجموعة من الوزراء المختصين على تنفيذه على

أرض الواقع فى عام ٢٠٠١م ولم يتحقق. وتهدف وكالة الفضاء المصرية التى تقدر المساحة التى شُيّدت عليها بنحو ١٢٣ فدانًا، بالعاصمة الإدارية الجديدة، إلى استحداث ونقل علوم تكنولوجيا الفضاء وتوطينها وتطويرها وامتلاك القدرات الذاتية لبناء الأقمار الاصطناعية وإطلاقها من الأراضى المصرية.

ب- فى فبراير ٢٠١٩م تم إطلاق القمر الاصطناعى المصرى «إيجيبت سات A» من قاعدة إطلاق «بياكنور» الروسية، لدعم أغراض البحث العلمى والاستشعار عن بُعد، ومجالات التنمية المستدامة المختلفة بالدولة على مستوى (الزراعة - التعدين - التخطيط العمرانى - البيئة)، وكذلك الرصد السلبى للمخاطر الطبيعية مثل (التَصَحُّر - حركة الكثبان الرملية - السيول) وغيرها.

ج- كما تم إطلاق ٣ أقمار اصطناعية من نوع «كيوب سات»، تم تصميمها وتنفيذها بالكامل دون الاستعانة بأى خبرات أجنبية، علاوة على دورها فى تطوير تكنولوجيا صناعة الفضاء المحلية.

د- ونتيجة للجهود العلمية والفنية التى تقوم بها مصر فى هذا المجال تم اختيار مصر لاستضافة مقر وكالة الفضاء الإفريقية الذى يؤكد قدرة مصر على توظيف الوكالة لخدمة القارة فى مجال تكنولوجيا الاستشعار عن بُعد وعلوم الفضاء، ودفع جهود التنمية الوطنية والإقليمية الإفريقية، وفقاً لأجندة إفريقيا ٢٠٦٣.

هـ- تم افتتاح محطة رصد الأقمار الاصطناعية والحطام الفضائي التابعة للمعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية وهي محطة معنية برصد حركة الأقمار الاصطناعية فى مدارات مختلفة، وكذلك رصد حركة المخلفات الفضائية التى يمكن أن تؤثر على حركة الأقمار الاصطناعية.

و- فى عام ٢٠٢٣م أعلنت وكالة الفضاء المصرية الانتهاء من مركز التجميع والتكامل والاختبار بالوكالة، والذى يُعد الأكبر من نوعه فى إفريقيا والشرق الأوسط، وتم تأسيسه فى إطار الشراكة الاستراتيجية بين مصر والصين.

ز- فى ٢ ديسمبر ٢٠٢٣م أعلنت وكالة الفضاء المصرية إطلاق القمر الاصطناعى «مصر سات ٢» الذى تم إطلاقه بنجاح من الصين، والذى تم تجميعه واختباره فى هذا المركز، ويُعد مركز تجميع وتكامل واختبار الأقمار الاصطناعية والقمر الاصطناعى «مصر سات ٢» لتطبيقات الاستشعار عن بُعد، من أهم المشروعات التى يجرى تنفيذها من موارد المنح الصينية المقدمة إلى مصر حيث تم تنفيذ المشروعين بمنحتين بقيمة ٩٢ مليون دولار، تنفيذًا لاتفاقية الشراكة الاستراتيجية الشاملة عام ٢٠١٤م والتى دشَّنَت مرحلة جديدة من التعاون والشراكة الاستراتيجية بين مصر والصين.

ح- وتُعد مصر أول دولة تنفذ تعاونًا فى الأقمار الاصطناعية مع الصين فى إطار البناء المشترك لمبادرة «الحزام والطريق»، ففى ديسمبر ٢٠١٤م وقَّعت مصر والصين، اتفاقية تعاون لتحديد التعاون فى مجال أقمار الاستشعار عن بُعد، وفى يناير ٢٠١٩م، وقَّع البلدان اتفاقية بشأن تنفيذ القمر الاصطناعى «مصر سات ٢». ويخدم القمر الاصطناعى «مصر سات ٢» أهداف التنمية المُستدامة للدولة المصرية من خلال استخدام تكنولوجيا الفضاء فى تطوير مجالات حيوية، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: الزراعة، استكشاف الثروات المعدنية، تحديد مصادر المياه السطحية، ودراسة تأثيرات التغير المُناخى على البيئة، بما يُسهم فى دعم الاقتصاد المصرى، علاوة على تعزيزه دور مصر الريادى من خلال توفير البرامج التدريبية الهادفة لتأهيل الكوادر المتخصصة فى القارة الإفريقية والشرق الأوسط وإمدادها بالبيانات الفضائية.

ط- تستعد مصر حاليا، لإطلاق القمر الاصطناعى «نكس سات ١»، نهاية العام الحالى من الصين وفقًا لما أعلنته وكالة الفضاء المصرية، وهو أول قمر اصطناعى تجريبى للاستشعار عن بُعد تم تطويره بالتعاون مع شركة (BST) الألمانية، والذى يمثل إنجازًا مهمًا فى توطين تكنولوجيا تصنيع الأقمار الصناعية فى مصر.

وهذا كله يبين وعى الدولة المصرية بأهمية امتلاك تكنولوجيا الفضاء وسعيها المستمر فى التطوير فى هذا القطاع من أجل أن تكون فى ركب الأمم المتقدمة وتحقق ليس فقط الرفاه للمجتمع، بل ولتحقيق الأمن القومى المصرى.

## الخلاصة :

أصبح الفضاء جزءا لا يتجزأ من الحرب الحديثة والاقتصاد العالمى. ومع توسع المنافسة بين القوى العظمى فى هذا المجال، يجب على مصر وجميع الدول العربية اتخاذ إجراءات عاجلة لتأمين مصالحها الحيوية وتعزيز الاستقرار فى الفضاء. وسوف يتطلب هذا استثمارات كبيرة، وابتكار السياسات، ومشاركة دولية فى السنوات المقبلة. وفى نهاية المطاف، ينبغى أن يكون الهدف بيئة فضائية مستدامة وسلمية ومفتوحة تعود بالنفع على البشرية جمعاء. لكن تحقيق هذا المستقبل سيتطلب أولاً أن تدافع الدول العربية بقوة عن أمنها القومى ضد التهديدات المتزايدة فى الفضاء اليوم.

أدركت الدول والمنظمات التى لديها قوات مسلحة منتشرة فى الخارج الفائدة الكبيرة للأنظمة الفضائية فى العمليات العسكرية، فقد قامت بتطوير أنظمة الفضاء العسكرية لديها، وذلك لتعزيز فاعلية قواتها العسكرية البرية والجوية والبحرية.

أصبح مجال الفضاء معروفًا على نحو متزايد باعتباره مسرحًا بالغ الأهمية للأمن القومى والاستقرار العالمى. وعلى هذا النحو، فإن الفشل فى تبنى تكنولوجيات الفضاء يفرض مخاطر كبيرة، بدءا من العيوب الاستراتيجية والعزلة العالمية إلى نقاط الضعف المتزايدة والركود الاقتصادى. وفى مواجهة هذه التحديات، يجب على الدول أن توازن بين تنمية القدرات المحلية والمشاركة النشطة فى التعاون الدولى فى مجال الفضاء وإدارته. إن مستقبل الأمن القومى يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالفضاء، ولن تتمكن البلدان من ضمان أمنها وازدهارها ومكانتها فى المجتمع الدولى إلا من خلال الاعتراف بحتمية تكنولوجيات الفضاء والتصرف بناءً عليها.

## الهوامش :


(1) Space Science, Encyclopedia.com. https://www.encyclopedia.com/reference/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/space-science.

(2) Hall, Loura (2015-03-16). "About Us". NASA. Retrieved 25-8-2023.

(٣) بشير مرزوق، علم الفلك ونشأته وتطوره، مقالة فى مجلة الشرق، ٢٠١٨م، على اللينك التالى: https://al-sharq.com

(4) Dr. sereenadh chevula, introduction to Space Technology, Department of Aeronautical Engineering, Malla Reddy College of Engineering & Technology, (2019), p4.

(5) Vipan Kakkar, “SPACE TECHNOLOGY IN THE 21STCENTURY”, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(4), 2010, 595-599.

(6) Sutton, George P.; Biblarz, Oscar (2001). Rocket Propulsion Elements. John Wiley & Sons. ISBN 978-0-471-32642-7.

(7) Garcia, Mark, ed. (4 October 2017). "60 years ago, the Space Age began". NASA. Archived from the original on 22 January 2023. Retrieved 1 September 2023.

(8) "Types Of Satellites: Different Orbits & Real-World Uses", REMOTE SENSING, EOS Data Analytics, Inc. 22.03.2023. retrieved 21-3-2024.

(٩) محمد أمين سليمان، تكنولوجيا الفضاء، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، (٢٠٠٨م)، ص(٤).

(10) Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Cell phone". Encyclopedia Britannica, 7 Aug. (2014), https://www.britannica.com/technology/cell-phone. Accessed 28 October (2022) https://www.britannica.com

(١١) أشرف لطيف، الفضاء ذلك العالم المجهول، المعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية، سلسلة تبسيط العلوم، الطبعة الرابعة، (٢٠١٦م)، ص ١٢.

(12) Elizabeth Howell, “International Space Station: Everything you need to know about the orbital laboratory”, Space.com, February 23, 2024. Retrieved 30-4-2024.

(١٣) إطار سندای للحد من مخاطر الكوارث للفترة ٢٠١٥-٢٠٢٣.
https://www.unisdr.org/files/43291_arabicsendaiframeworkfordisasterris.pdf

(14) "1962-ALPHA EPSILON 1". US Space Objects Registry. June 19, 2013. Archived from the original on October 5, 2013.

(15) Holly Stephens, “The History of GPS”, Spytec GPS, Aug 8, 2022. Retrieved 20-8-2023.

(١٦) تأثير دوبلر هو ظاهرة تُغير من درجة النغمة الخاصة بالأمواج الصوتية عندما يتحرك مصدر الموجات الصوتية (صافرة القطار فى هذه الحالة) بالموازاة مع المُستمع.

(17) "Weather forecasting, from space to your smartphone", AIRBUS, 22 January 2024. Retrieved 9-10-2023.

(18) GP-STAR - Overview of Space-based Technology Applications to Support the Implementation of the Sendai Framework, UN website. Retrieved 20-2-2024.

(١٩) محمد على حسن، التعدين فى الفضاء جهود عالمية لاقتناص المعادن النادرة، مجلة التقدم العلمى، العدد (١١٠)، (٢٠٢٠م).

(20) Publications Report on International Efforts Using Space for Climate Action, (2022).

(21) AUSTRIA SYMPOSIUM 2022 Space applications and climate action: experiences and best practices in mitigating and adapting to climate change and supporting sustainability on Earth. (2022)

(22) One definition of AVL exists in, "Glossary," Arizona Phase II Final Report: Statewide Radio Interoperability Needs Assessment, Macro Corporation and The State of Arizona, 2004, pp. 165.

(23) Everett, John (1992). VSATs: Very Small Aperture Terminals. IET. ISBN 9780863412004.

# تكنولوجيا الفضاء وانعكاساتها على الأمن القومى

■ أ.د/ غادة محمد عامر
أستاذ هندسة القوى والنظم الذكية- كلية الهندسة- جامعة بنها
المدير التنفيذى لشركة الشرق الأوسط لتكنولوجيا المعلومات

■ أ/ أحمد الجرف
باحث دكتوراه فى العلوم السياسية

**المستخلص :**

مع إطلاق أول قمر اصطناعى للفضاء وعلى مدى أكثر من سبعين عامًا، شهدت الساحة الفضائية قفزة تكنولوجية هائلة، جعلت من الكرة الأرضية حيزًا صغيرًا ينتقل الإنسان بين أطرافه فى دقائق من خلال شاشة عرض لمعلومات الأقمار الاصطناعية التى تسبح فى الفضاء وتغطى جميع الأنشطة فى أنحاء الكرة الأرضية. لقد نشأت علوم الفضاء الحديثة مع تطلع العلماءِ إلى التحليق بمركبات الفضاء خارج نطاق الغلاف الجوى لاستكمال اكتشاف أسرار الكون. كذلك أصبح الفضاء مجالا بالغ الأهمية لِلأمن القومى. ومنذ فترة تتسارع العديد من الدول الكبرى لعسكرة الفضاء، حيث تنظر القوى الكبرى باعتباره مجالا للقتال، وتقوم بتطوير قدرات فضائية متقدمة. وفى الوقت نفسه، أصبح العالم يعتمد بشكل كبير على الأنظمة الفضائية فى المهام العسكرية والمدنية والتجارية، مما أدى إلى إيجاد نقاط ضعف جديدة. ونتيجة للفوائد الجمة التى تجلبها تكنولوجيا الفضاء للدول التى تمتلكها، وكذلك مخاطر هذه التكنولوجيا الكبيرة على الأمن القومى، فإن فقدان القدرة على الوصول إلى القدرات الفضائية من شأنه أن يؤدى إلى تدهور شديد فى قدرة الدولة على إظهار القوة والدفاع عن مصالحها. فى هذا البحث سيتم استعراض التالى: تعريف علوم وتكنولوجيا وتاريخ علوم تكنولوجيا الفضاء، وأدوات تكنولوجيا الفضاء، وسوف نقدم دراسة عن دور تكنولوجيا الفضاء فى القطاع المدنى وفى تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتأثيرها على الأمن القومى.

**الكلمات المفتاحية :** تكنولوجيا، الفضاء، الأمن القومى، الثورة الصناعية الرابعة.

# Space Technology and its Implications on National Security

■ *Prof \ Gada Amer*
*Professor of Power and Smart Systems -College of Engineering- Banha University*
*Chief Executive Officer of Middle East Information Technology Company*

■ *Ahmed Al-Jarf*
*PHD Researcher in Political Sciences*

***Abstract:***

***With the launch of the first artificial satellite into space, for more than seventy years, the space arena witnessed a huge technological leap, which made the Earth a small space in which a person could move between its limbs in minutes through a screen displaying information from satellites floating in space and covering all activities throughout the Earth. Modern space science arose with scientists looking to fly spacecraft beyond Earth's gravity to continue discovering the secrets of the universe. Space has also become a critical area of national security. For some time now, many major countries have been accelerating to militarize space, as major powers view it as a battlefield and are developing advanced space capabilities. At the same time, the world has become increasingly dependent on space systems for military, civilian, and commercial missions, creating new vulnerabilities. As a result of the great benefits that space technology brings to the countries that possess it, as well as the great risks of this technology to national security, losing access to space capabilities would lead to a severe deterioration in the state's ability to project power and defend its interests. In this research, the definition of science, technology, history of space technology science, and space technology tools will be reviewed, and we will present a study on the role of space technology in the civil sector and in achieving sustainable development goals and its impact on national security.***

***Keywords:*** technology, space, national security, the fourth industrial revolution.