

Distr.: General
2 November 2016
Arabic
Original: English/Spanish



لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية
الدورة الرابعة والخمسون
فيينا، ٣٠ كانون الثاني/يناير - ١٠ شباط/فبراير ٢٠١٧
البند ٧ من جدول الأعمال المؤقت*
الحطام الفضائي

البحوث الوطنية المتعلقة بالحطام الفضائي، وبأمان الأجسام الفضائية
التي توجد على متنها مصادر قدرة نووية، وبمشاكل اصطدامها
بالحطام الفضائي
مذكرة من الأمانة

أولاً - مقدمة

١ - أعربت الجمعية العامة، في قرارها ٩٠/٧١، عن قلقها العميق إزاء هشاشة بيئة الفضاء والتحديات المحدقة باستدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد، وخصوصاً أثر الحطام الفضائي الذي يمثل مسألة تثير قلق جميع الدول، واعتبرت أن من الضروري أن تولي الدول مزيداً من الاهتمام لمشكلة اصطدام الأجسام الفضائية، ولا سيما الأجسام الفضائية التي تستخدم مصادر قدرة نووية، بالحطام الفضائي وللجوانب الأخرى المتصلة بالحطام الفضائي. ودعت إلى مواصلة البحوث الوطنية بشأن هذه المسألة وإلى استحداث تكنولوجيا محسنة لرصد الحطام الفضائي وجمع البيانات المتعلقة به ونشرها. واعتبرت الجمعية أيضاً أنه ينبغي، قدر الإمكان، تزويد اللجنة الفرعية العلمية والتقنية المنبثقة من لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية بمعلومات في هذا الشأن، واتفقت على أن التعاون الدولي ضروري للتوسع في

* A/AC.105/C.1/L.355



وضع الاستراتيجيات المناسبة الميسورة التكلفة للتقليل من أثر الحطام الفضائي في البعثات الفضائية في المستقبل إلى الحد الأدنى.

٢- واتفقت اللجنة الفرعية في دورتها الثالثة والخمسين على الاستمرار في دعوة الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي تتمتع بصفة مراقب دائم لدى اللجنة إلى تقديم تقارير عن البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي، وأمان الأجسام الفضائية التي توجد على متنها مصادر قدرة نووية، والمشاكل المتعلقة باصطدام هذه الأجسام الفضائية بالحطام الفضائي، والسُّبل التي يجري بها تنفيذ المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي (انظر الفقرة ١١٣ من الوثيقة A/AC.105/1109). وبناءً على ذلك، دُعيت الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي تتمتع بصفة مراقب دائم في خطاب وُجِّه إليها بتاريخ ٢٩ تموز/يوليه ٢٠١٦ لكي تقدم تلك التقارير بحلول ١٧ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦، حتى يمكن إتاحة المعلومات للجنة الفرعية في دورتها الرابعة والخمسين.

٣- وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة بناءً على المعلومات الواردة من أربع دول أعضاء هي إسبانيا والبرتغال والمكسيك واليابان، ومن الرابطة الدولية لتعزيز الأمان في الفضاء والمجلس الاستشاري لجيل الفضاء. وسوف تتاح المعلومات الإضافية التي قدمتها اليابان والمجلس الاستشاري لجيل الفضاء، والتي تتضمن صوراً وأشكالاً تتعلق بالحطام الفضائي، كورقة غرفة اجتماعات خلال الدورة الرابعة والخمسين للجنة الفرعية العلمية والتقنية.

ثانياً- الردود الواردة من الدول الأعضاء

اليابان

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦]

نظرة عامة

يشرح هذا التقرير البحث الرئيسي بشأن الحطام الفضائي الذي أجرته الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي (جاكسا).

وفيما يلي مجالات البحث الرئيسية المدرجة في القسم التالي:

(أ) نتائج تقييم الاقتران والتكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء؛

(ب) بحوث بشأن تكنولوجيا رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض والمدار الأرضي التزامني وبشأن تحديد مدارات هذه الأجسام؛

- (ج) نظام قياس الحطام المتناهي الصغر في الموقع؛
 (د) الوقاية من الاصطدام بالحطام المتناهي الصغر؛
 (هـ) خزان وقود دفعي يُزال بسهولة عند عودته إلى الغلاف الجوي؛
 (و) الإزالة النشيطة للحطام.

نتائج تقييم الاقتران والتكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء

نتائج تقييم الاقتران

تتلقي الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي (جاكسا) إشعارات بشأن الاقتران من مركز العمليات الفضائية المشتركة. وفي آب/أغسطس ٢٠١٦، بلغ عدد الإشعارات المتلقاة ١١٠ إشعارات، وهو عدد يتجاوز قيمة العتبة المحددة للاقتران. ومنذ عام ٢٠٠٩ حتى آب/أغسطس ٢٠١٦، أجرت جاكسا ١٩ مناورة لتفادي الاصطدام فيما يتعلق بمركبات فضائية تدور في المدار الأرضي المنخفض.

التكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء

تحدد جاكسا مدار الأجسام الفضائية باستخدام بيانات الرصد المستمدة من رادار مركز كاميسايارا ومقارِب مركز بيساي للحراسة الفضائية، وتنبأ بحالات التقارب الشديد باستخدام آخر المواقع المدارية لسواتلها، وتحسب احتمالات الاصطدام باتباع طرائق فريدة. وتقيّم جاكسا أيضاً معايير الاقتران ومناورات تفادي الاصطدام بالاستناد إلى خبرتها. وفي إطار تلك التقييمات، تحلل جاكسا الاتجاهات السائدة لكل حالة اقتران وأخطاء التنبؤ الناشئة عن الاضطرابات (على سبيل المثال عدم التيقن بشأن مقاومة الهواء).

ودرست جاكسا كموضوع بحث تحليلاً لعودة الأجسام إلى الغلاف الجوي من خلال تغيير عدد مرات الرصد من مرافق الرادار الأرضية. واستنتجت جاكسا أنّ خطأ التنبؤ بالعودة إلى الغلاف الجوي يكون أصغر عند إطالة الفترة الزمنية للرصد لأكثر من ٢٤ ساعة تقريباً.

بحوث بشأن تكنولوجيا رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض والمدار الأرضي التزامني وتحديد مدارات هذه الأجسام

بصورة عامة، يجري رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض بواسطة نظم الرادار بالدرجة الأولى، ولكن جاكسا تحاول تطبيق نظام بصري يهدف إلى خفض تكلفة بناء النظم وتشغيل عمليات الرصد. وتستخدم صفائف الاستشعار البصري لتغطية مساحة واسعة من السماء. ويمكن قياس الأجسام التي يبلغ طولها ١٥ سنتيمتراً أو أكثر على ارتفاع

١٠٠٠ كيلومتر باستخدام مجموعة نظم تتألف من مقراب يبلغ قطره ١٨ سنتيمتراً وجهاز استشعار من أشباه الموصلات المكتملة القائمة على فلز وأكسيد، ووفقاً لعمليات الرصد المسحي، فإن ٣٦ في المائة من هذه الأجسام غير مفهرسة. وبالإضافة إلى ذلك، نجحت جاكسا في رصد جهاز كروي غير تفاعلي لمعايرة الغلاف الجوي في مدار قطبي، وهو عبارة عن كرة من الألومنيوم يبلغ قطرها ١٠ سنتيمترات. وتم أيضاً تطوير جهاز استشعار منخفض الضوضاء من أشباه الموصلات المكتملة القائمة على فلز وأكسيد. وهو قادر على مراقبة أجسام يبلغ عرضها خمسة أضعاف تلك الكرة واكتشاف أجسام تقل درجة سطوعها درجة واحدة عن درجة سطوع تلك الكرة. وفيما يخص رصد المدار الأرضي التزامني، تستخدم طريقة الرصد الجديدة البيانات المستمدة من ليلتين لتحديد المدار الأولي. وتقلص هذه الطريقة مدة الرصد بمقدار الثلث، مما يتيح زيادة عدد الأجسام المرصودة بمرّة ونصف.

نظام قياس الحطام المتناهي الصغر في الموقع

استحدثت جاكسا مكشافاً محمولاً على متن المركبات لإجراء القياس الموقعي للحطام المتناهي الصغر الذي يقل طوله عن مليمتر واحد، والذي لا يمكن اكتشافه من الأرض. وهذا المكشاف في الموقع، الذي أطلق عليه اسم راصد الحطام الفضائي، هو أول جهاز يطبّق مبدأ الاستشعار المستند إلى خطوط موصلة (مقاومة) للكشف عن الحطام.

وإذا ما رُكبت أجهزة الاستشعار هذه على عدد كبير من المركبات الفضائية، فسيتمكن للبيانات المستمدة منها أن تساعد على تحسين نموذج بيئة الحطام. وقد أطلق أول راصد للحطام الفضائي من هذا القبيل مع مركبة النقل اليابانية HTV في ١٩ آب/أغسطس من عام ٢٠١٥، وكانت تلك هي أول تجربة في العالم لقياس الحطام المتناهي الصغر على متن محطة الفضاء الدولية باستخدام مفهوم الكشف بواسطة خطوط موصلة (مقاومة). وتعكف جاكسا على تحليل البيانات المستمدة من تلك التجربة.

ولنظم قياس الحطام المتناهي الصغر أهمية أساسية في تقييم المخاطر التي تهدد سلامة المركبات الفضائية بسبب وجود الحطام، وتصميم حماية فعّالة للتكلفة للمركبات الفضائية. بيد أن نظم القياس المتاحة قليلة. وقد وفرت جاكسا جهازين لرصد الحطام الفضائي للساتل التجاري IDEA OSG 1، الذي استحدثته شركة تكنولوجيا ناشئة تدعى ASTROSCALE. وتُشجع وكالات الفضاء على إطلاق مركبات مزوّدة بأجهزة رصد الحطام الفضائي، وتقاسم بياناتها والإسهام في تحسين نماذج الحطام والنيازك.

الوقاية من الاصطدام بالحطام المتناهي الصغر

أخذت كمية الحطام المتناهي الصغر الذي يقل قطره عن مليمتر واحد تتزايد في المدار الأرضي المنخفض. والاصطدام بالحطام المتناهي الصغر يمكن أن يلحق ضرراً بالغاً بالسواتل لأن سرعته تبلغ في المتوسط ١٠ كيلومترات في الثانية.

ولغرض تقييم أثر الاصطدام بالحطام على السواتل، تجري جاكسا اختبارات للاصطدام البالغ السرعة وعمليات محاكاة رقمية على المواد المستعملة في صنع مكونات المركبات الفضائية ومصادمها الواقية. وقد بدأت جاكسا أيضاً في التحري عن الأعطال الكهربائية لمجموعات الطاقة الناتجة عن الاصطدام بالحطام.

وترد نتائج تلك البحوث في "الدليل الخاص بتصميم أساليب الحماية من الحطام الفضائي" (JERG-2-144-HB)، الذي صدر في عام ٢٠٠٩ ونُفِج في عام ٢٠١٤.

واستحدثت جاكسا، بالإضافة إلى ذلك، أداة لتقييم مخاطر الاصطدام بالحطام أُطلق عليها اسم توراندوت "TURANDOT". وتحلل هذه الأداة مخاطر الاصطدام بالحطام باستخدام نماذج ثلاثية الأبعاد للمركبات الفضائية. ويجري تحديث هذه الأداة لغرض تطبيق النموذج الأخير لبيئة الحطام (نموذج ORDEM 3.0) الذي صممه الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا).

خزان وقود دفعي يُزال بسهولة عند عودته إلى الغلاف الجوي

يُصنع خزان الوقود الدافع عادة من سبيكة التيتانيوم. وخفة وزن سبيكة التيتانيوم وتوافقها الجيد مع الوقود الدافع هما من الخصائص الملائمة لمواد خزانات الوقود الدفعي، إلا أن ارتفاع درجة انصهار هذه السبيكة يمنع اندثار خزان الوقود الدفعي خلال العودة إلى الغلاف الجوي، مما يهدد بالتسبب في إصابات على الأرض.

وقد أجرت جاكسا بحثاً لاستحداث خزان مبطن بالألومنيوم ومغلف بمركبات الكربون، وذي درجة حرارة انصهار أدنى. وكدراسة لحدوى الخزان المستحدث، أجرت جاكسا اختبارات أساسية، من بينها اختبار لمدى توافق بطانة الألومنيوم مع وقود الهيدرازين الدفعي واختبار آخر للتسخين بالقوس الكهربائي. وحاولت جاكسا صنع النموذج الهندسي الأول للخزان، وهو أصغر حجماً بالمقارنة مع الخزان العادي. وباستخدام النموذج الهندسي الأول للخزان، أُجري اختبار الصمود أمام الضغط، واختبار التسرب الخارجي، واختبار دورة الضغط واختبار الانفجار، وكانت نتائج جميع هذه الاختبارات إيجابية. وأجريت أيضاً اختبارات على جهاز إدارة الوقود الدفعي لغرض التأكد من تحمله لبيئة الإطلاق. وعقب هذه الاختبارات للنموذج الهندسي الأول للخزان ولنموذج جهاز إدارة الوقود الدفعي، يجري الآن

صنع النموذج الهندسي الثاني للخزان. وهو ذو شكل مماثل لشكل الخزان العادي، والذي يتضمن جهازاً لإدارة الوقود الدفعي. وسيخضع النموذج الثاني لاختبارات الصمود أمام الضغط، والتسرب الخارجي، ودورة الضغط، وكذلك اختبارات التذبذب (في ظريفي الرطوبة والجفاف) واختبارات ضغط الانفجار. وبعد الانتهاء من اختبارات النموذج الهندسي الثاني للخزان، يخطط لصنع النموذج التصميمي واختباره. ويتوقع أن تقل في المستقبل تكاليف الصنع ومدته مقارنة بتكاليف خزانات التيتانيوم السابقة.

الإزالة النشيطة للحطام

تدير جاكسا برنامجاً بحثياً يرمي إلى إجراء بعثة قليلة التكلفة للإزالة النشيطة للحطام. ويتألف البرنامج من دراسة لسيناريو الإزالة النشيطة للحطام، وبحوث لتطوير التكنولوجيا الرئيسية، وبحوث لتطوير تكنولوجيا الخدمات في المدار لتوفير الخدمات الروبوتية في المستقبل القريب.

وهناك ثلاثة مواضيع لأنشطة البحوث والتطوير الخاصة بالتكنولوجيا الرئيسية للإزالة النشيطة للحطام، وهي: الالتقاء بالأجسام غير المتعاونة، وتكنولوجيا اصطيد الأهداف غير المتعاونة وتكنولوجيا الإنزال من المدار لإزالة الأهداف الكبيرة الحجم. ويشكل نظام الحبل الكهرودينامي نظاماً واعداً كجهاز للإزالة النشيطة للحطام، والذي يتيح إنزال الحطام من المدار دون أيّ وقود دافع ويمكن ربطه بسهولة بأجسام الحطام غير المتعاونة. ومن المزمع تنفيذ رحلة طيران توضيحية لنظام الحبل الكهرودينامي يعرف باسم نظام كاييت "KITE" خلال السنة المالية ٢٠١٦. وسيوفر شرح إيضاحي لبعثة كاييت في شكل ورقة غرفة اجتماع في دورة اللجنة الفرعية الرابعة والخمسين. وستُركب وحدة تجريبية للحبل الكهرودينامي على مركبة النقل HTV. وسيتم تشغيلها قبيل عودة المركبة إلى الأرض، حيث ستوضح وظيفتها كجهاز للإزالة النشيطة للحطام.

المكسيك

[الأصل: بالإسبانية]

[١٤ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦]

تواصل وكالة الفضاء المكسيكية التزامها الدائم بإجراء الدراسات والبحوث الرامية لتعزيز الأنشطة المتصلة بالتكنولوجيات الفضائية الابتكارية، وفي هذا التقرير، تعرض الوكالة للتقدم الذي أحرزته في تنفيذ البحوث الوطنية المتعلقة بالحطام الفضائي وأمان الأجسام الفضائية التي توجد على متنها مصادر قدرة نووية والمشاكل المتصلة باستخدامها بالحطام الفضائي.

وفيما يتعلق بأمان الأجسام الفضائية التي توجد على متنها مصادر قدرة نووية، تُشارك المكسيك بنشاط في عمل اللجنة الفرعية العلمية والتقنية واللجنة الفرعية القانونية التابعتين للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية. وتلتزم المكسيك بالمبادئ ذات الصلة باستخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي، وهي دولة تعزز السلم وتسترشد بالصكوك الدولية من قبيل معاهدة حظر الأسلحة النووية في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي (معاهدة تلاتيلولكو). والمكسيك طرف في اتفاقية الأمان النووي التي تتناول مسألة الأمان كمسعى وقائي ومنهجي وتُجسّد الأهمية التي يسندها المجتمع الدولي إلى ضمان استخدام الطاقة النووية على نحو مأمون وجيد التنظيم وسليم بيئياً.

وترى المكسيك أن ثمة أهمية لإضفاء الطابع الرسمي وتحقيق التقدم بشأن تحليل الاقتراحات الخاصة بوضع اتفاقية عالمية وشاملة تجعل المبادئ المتعلقة بالفضاء الخارجي مُلزِمة وتستكمل أحكام معاهدات الأمم المتحدة الحالية المتعلقة بالفضاء الخارجي. والمكسيك طرف في معاهدة المبادئ المنظّمة لأنشطة الدول في ميدان استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي، بما في ذلك القمر والأجرام السماوية الأخرى لعام ١٩٦٧، التي تنص الفقرة الأولى من المادة الرابعة منها على أن: "تتعهد الدول الأطراف في المعاهدات بعدم وضع أجسام تحمل أيّ أسلحة نووية أو أيّ نوع آخر من أسلحة التدمير الشامل في مدار حول الأرض، أو وضع مثل هذه الأسلحة على أيّ أجرام سماوية أو في محطة في الفضاء الخارجي بأيّ طريقة أخرى". وعلى الرغم من وجود لوائح مُلزِمة وغير مُلزِمة، فليست هناك عقوبات في حالة حدوث كارثة ناجمة عن جسم فضائي على متنه حمولة نووية، باستثناء العقوبات التي قد تفهم من عبارة "التعويض عن الأضرار" الواردة في اتفاقية المسؤولية الدولية عن الأضرار التي تحدثها الأجسام الفضائية.

وتتعاون المكسيك مع الفريق العامل المعني باستدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد في إطار أفرقة الخبراء الأربعة، وهي: فريق الخبراء ألف: الاستخدام المستدام للفضاء الداعم للتنمية المستدامة على الأرض؛ وفريق الخبراء باء: الحطام الفضائي والعمليات الفضائية وأدوات دعم التعاون في مجال التوعية بأحوال الفضاء؛ وفريق الخبراء جيم: طقس الفضاء؛ وفريق الخبراء دال: الأنظمة الرقابية والإرشادات المتعلقة بالأطراف الفاعلة في ميدان الفضاء. وقد شاركت المكسيك في مبادرة كندا والجمهورية التشيكية وألمانيا الخاصة بوضع خلاصة لمعايير تخفيف الحطام الفضائي، والتي قُدّمت خلال الدورة الثالثة والخمسين للجنة الفرعية القانونية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

وقد بدأت أنشطة الفضاء في المكسيك في عام ١٩٨٥، وذلك بإطلاق الساتلين موريلوس الأول وموريلوس الثاني الثابتين بالنسبة للأرض. وهناك حالياً ستة سواتل عاملة. ووفقاً للممارسة المتبعة في إزالة الحطام الفضائي، تمثّلت السياسة المكسيكية بشأن مدار السواتل الثابتة بالنسبة للأرض في الاحتفاظ بما يكفي من الوقود لضمان نزول الساتل من المدار تلقائياً

بانهاء عمره التشغيلي، وهذا هو الإجراء المتبع في سواتل "ساتمكس". وتراعى في جميع الإجراءات المشار إليها أعلاه المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية واللوائح الصادرة في هذا الصدد في مختلف البلدان التي لديها برامج فضائية كبيرة.

ووفقاً لمعاهدة الفضاء الخارجي، تمسكت المكسيك بموقفها بشأن عدم عسكرة الفضاء الخارجي واستخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

البرتغال

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦]

أنشطة البرتغال في مجال الحطام الفضائي

يرد فيما يلي شرح وجيز لأهم أنشطة البرتغال المتعلقة بمجال الحطام الفضائي.

الحطام الفضائي الناتج عن تدهور المركبات الفضائية

ينفذ هذا النشاط بموجب عقد مبرم بين كل من وكالة الفضاء الأوروبية وكلية العلوم التابعة لجامعة لشبونة، وهي الجهة المتعاقدة الرئيسية، والمكتب الوطني للدراسات والبحوث الجوية والفضائية (فرنسا) وجامعة براونشفايغ التقنية (ألمانيا)، كجهتين متعاقدين من الباطن.

ويرمي النشاط إلى تقييم كمية وخصائص أجسام الحطام الفضائي الناتجة عن تعرض واجهات المركبات الفضائية لبيئات تشغيلها في الفضاء. ويجري التركيز على العوازل المتعددة الطبقات ورقائق الطلاء، وكلاهما من نواتج التآكل السطحي. ويشكل فهم عمليات توليد الحطام وتحديد خصائصه وكميته أمراً بالغ الأهمية لنمذجة البيئة الفضائية.

ويجري هنا تنفيذ دراسات التدهور التجريبية في الظروف الواقعية أو المسرعة للبيئة الفضائية.

النظام البرتغالي للرصد والتعقب الفضائيين

ينفذ هذا النشاط اتحاد يضم مؤسسات صناعية وطنية فاعلة بمساهمة شركاء أكاديميين، ويجري إعداده بالتعاون مع وزارة الدفاع ووزارة العلم.

ويتألف الاتحاد من شركة خدمات وتطوير البرمجيات "EDISOFT" (وهي التي تتولى إدارة النشاط)، وشركة ديموس انجناريا "DEIMOS"، وشركة "GMV"، وشركة البحوث

والتطوير في مجال الإلكترونيات "EID"، ومعهد الاتصالات السلكية واللاسلكية، وكلية العلوم بجامعة بورتو وكلية العلوم بجامعة لشبونة.

والنظام هو في مرحلة الاقتراح حالياً. وقد انعقدت بشأنه حتى الآن عدة اجتماعات شارك فيها جميع أصحاب المصلحة (الشركات والوزارات).

ويرمي النشاط إلى تحقيق أغراض متنوعة يمكن تلخيصها على نحو ما يلي: سر إمكانية نشر نظام برتغالي للرصد والتعقب الفضائيين ورفع طلب برتغالي للانضمام إلى برنامج دعم نظام الرصد والتعقب الفضائيين التابع للاتحاد الأوروبي.

وسيتيح هذا النظام جمع المعلومات عن الأجسام الدائرة حول الأرض، بما فيها الحطام الفضائي، وعن مرور السواتل وأنشطتها، مما يشكل ميزة جيوسراتيجية ثمينة للدول الأخرى. وسيتاح للبرتغال تعزيز وزمها السياسي من خلال الحصول المباشر والمستقل على هذه المعلومات بواسطة نظام الرصد والتعقب الفضائيين.

وتجري التجارب الأولية التي تنفذها الهياكل الأساسية البرتغالية، والتي يمكن تكيفها لتناسب نظام الرصد والتعقب الفضائيين، في منطقتي أزوريس وماديرا. وسيساعد تجهيز هذه الهياكل الأساسية وصيانتها على تعزيز الاقتصاد المحلي، مما يوجد فرص العمل ويحفز النمو الاقتصادي.

إسبانيا

[الأصل: بالإسبانية]

[١٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦]

اكتسبت إسبانيا خلال العقد الماضي خبرة واسعة في مجال الحطام الفضائي. وقد طورت أجهزة البحوث والصناعات الإسبانية عددا كبيرا من النظم والأدوات لاستبانة مدارات الأجسام الفضائية والتنوُّ بها. وبالإضافة إلى ذلك، أنشأت الحكومة نظاماً وطنياً للرصد الفضائي وانضمت إلى مشاريع دولية لتحسين الرصد الفضائي وتقليل مخاطر الاصطدامات في المدارات.

واقترنت هذه الأنشطة بأنشطة هامة للبحث والتطوير. وكُيفت المقارِب الفلكية لغرض الكشف عن الأجسام في المدارات الأرضية. وقد أثمرت حملات الرصد الأولى عن نتائج إيجابية جداً، مما أتاح الكشف عن أجسام عديدة وتوفير فهم أوسع بكثير لمخاطر الاصطدام في المدار التي تنجم عن وجود الحطام الفضائي. ويجري في الوقت نفسه إعداد نظم جديدة مخصصة للكشف عن الأجسام الفضائية ورصدها. وستساعد هذه النظم مساعدة كبرى في تحسين القدرة على رصد المدارات حول الأرض، وبالأستناد للمعلومات المجمعة، دراسة سلوكها وتقليل مخاطر الاصطدام.

وانضمت إسبانيا أيضاً إلى إطار دعم الرصد والتعقب الفضائيين التابع للاتحاد الأوروبي، وهو برنامج لا يقتصر غرضه على توفير خدمات الرصد والتعقب الفضائيين وحدها، وإنما يشمل أيضاً تنفيذ بحوث من أجل تطوير أحدث التكنولوجيات في هذا المجال. ومن المتوقع أن يبدأ تنفيذ تلك البحوث في عام ٢٠١٦ وأن تستمر حتى عام ٢٠٢٠ على الأقل. وستتيح تلك البحوث إحراز تقدم واسع في فهم حالة الحطام الفضائي في المدار الأرضي. وستتيح تلك الأنشطة أيضاً تقليل مخاطر الاصطدام في المدار.

وقد اضطلعت إسبانيا في إطار وكالة الفضاء الأوروبية بدور رئيسي في برنامج التوعية بحالة الفضاء، والذي يتضمن الرصد الفضائي. وكانت إسبانيا من بين أكبر المساهمين في البرنامج واضطلعت بقيادة العديد من أنشطته، مما شكل إسهاماً كبيراً في تحسين فهم مشكلة الحطام الفضائي المعقدة.

وتجدر الإشارة إلى أن أياً من تلك الأنشطة لا يرتبط تحديداً بالأجسام المزودة بمصادر قدرة نووية، ولكن ما ينتج عنها من انخفاض عام في مخاطر التصادم سيكون مفيداً في هذا المجال بصفة خاصة. ومن ثم، فإن تلك الأنشطة ستحدث أثراً إيجابياً على تخفيض احتمال اصطدام الحطام بالأجسام المزودة بمصادر قدرة نووية.

ثالثاً - الردود الواردة من المنظمات الدولية الرابطة الدولية لتعزيز الأمان في الفضاء

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢٣ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦]

مقدمة

الرابطة الدولية لتعزيز الأمان في الفضاء هي منظمة غير ربحية مكرسة لتعزيز التعاون الدولي والتقدم العلمي في مجال أمان المنظومات الفضائية. وفي عام ٢٠٠٤، أصبحت الرابطة عضواً في الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية، وفي عام ٢٠١٠ مُنحت الرابطة مركز المراقب في لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية. والرابطة هي المنظمة الأولى والوحيدة من نوعها على الصعيد العالمي التي تتيح طائفة واسعة من الأحداث المتخصصة من أجل مواصلة التعليم والتدريب في مجال الأمان في الفضاء. فهي تنظم حلقات عمل وحلقات دراسية ومؤتمرات ودورات عملية. وتعد الرابطة مؤتمراتها مرة كل ١٨ شهراً وتشكل هذه المؤتمرات فرصة فريدة لتقييم الأمان في الفضاء والبيئة الفضائية.

وخلال مؤتمر الرابطة الثامن، المعقود في الفترة من ١٨ إلى ٢٠ أيار/مايو ٢٠١٦ في ملبورن، بفلوريدا، في الولايات المتحدة الأمريكية، نُظم اجتماع لفريق عني بتحليل الأثر الذي

يتركه الوافدون الجدد في مجال الأنشطة الفضائية على بيئة الفضاء. وشارك في المناقشات ثلاثون خبيراً من عدة بلدان من مختلف أنحاء العالم، حيث تناولوا مسائل تتعلق بأثر السواتل من أنواع كيوبسات، وتشبيسات، وتشكيلات السواتل الصغيرة على بيئة الفضاء. ويعود سبب اختيار هذا الموضوع إلى ظهور مشاريع فضائية جديدة في السنوات الأخيرة تنفذ خارج الإطار التقليدي للوكالات الفضائية أو مشغلي السواتل الرئيسيين والصناعات التقليدية. وينطبق هذا الأمر على مشاريع كيوبسات التي يديرها وافدون جدد (بلدان جديدة مرتادة للفضاء ومصنعون ومشغّلون جدد)، وينطبق أيضاً على مشاريع ميغاكونستيليشن "megaconstellation" التي تشمل على إطلاق مئات السواتل في المدار الأرضي المنخفض وتضطلع بتشغيلها اتحادات جديدة قوية.

أثر الوافدين الجدد وسواتل كيوبسات وتشبيسات وتشكيلات السواتل الصغيرة على مخاطر الحطام الفضائي

ي طرح وصول الوافدين الجدد وسواتل كيوبسات ومشاريع ميغاكونستيليشن المسائل الثلاث الهامة التالية:

(أ) الأثر الكبير الذي سيحدثونه على مجموعات الأجسام المدارية في المدار الأرضي المنخفض. حيث سيؤدي هذا التطور الهائل إلى تزايد مخاطر الاصطدام وسيستلزم من ثم بذل جهود جديدة في مجال الرصد الفضائي؛

(ب) وجود العديد من السواتل النانوية التي تنعدم لديها القدرة على المناورة والضعيفة الموثوقة، والتي يجري إطلاقها كحمولة ثانوية في مدار مخصص لمركبة رئيسية؛

(ج) ظهور جهات فاعلة جديدة (بلدان ومصنعون ومشغّلون) ما زالت تطلق في الميدان الفضائي منظومات غير موثوقة من الجيل الأول. وتفتقر معظم البلدان الجديدة على الارتياح لإطار قانوني خاص بالعمليات الفضائية، وهناك من بين المشغلين الجدد ممن لا يملكون سوى معرفة محدودة بالمبادئ التوجيهية الصادرة عن الأمم المتحدة.

ويتعلق الشاغل الأول بتطور عدد الأجسام الدائرة حول الأرض. حيث تنطوي المشاريع الجديدة على عدد كبير من السواتل. ففي عام ٢٠١٥، على سبيل المثال، أطلق أكثر من ١٢٠ ساتلا من نوع كيوبسات، وفي حالة الميغاكونستيليشن، يمكن ضخ مئات السواتل في المدار الأرضي المنخفض. والمراحل العليا من صواريخ الإطلاق اللازمة لوضعها في المدار لا بد أن تؤخذ هي أيضاً في الاعتبار. وذلك بالإضافة إلى السواتل الأخرى التي ينبغي إطلاقها بصورة منتظمة للاستعاضة عن السواتل الفاشلة أو تلك التي ينتهي عمرها التشغيلي من أجل كفاءة استمرار الخدمات. وقد يمثل هذا الوضع مشكلة في حالة ما إذا ارتفع مدار السواتل

الصغيرة فوق ٦٥٠ كيلومترا. وخلال حلقة العمل الأولى، ركزت المناقشات على التطورات فيما يخص الأجسام الدائرة في المدار الأرضي المنخفض، وطرحت أسئلة من قبيل: كم سيبلغ عدد السواتل بعد ١٠ سنوات؟ وما هو عدد سواتل كيوبسات المتوقع إطلاقها في عام ٢٠٢٠؟ وهل ينبغي النظر في الاستخدام التجاري لسواتل كيوبسات؟

إنَّ زيادة عدد الأجسام يمكن أن تؤدي لزيادة مخاطر الاصطدامات التي يتعرض لها مستخدمو الفضاء الآخرون عند انعدام قدرة السواتل الصغيرة على المناورة. فالمبدأ التوجيهي ٣ من المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي التي وضعتها لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية ينص على ما يلي: "إذا كانت البيانات المدارية المتاحة تشير إلى اصطدام محتمل فينبغي النظر في تعديل توقيت الإطلاق أو في القيام بمناورة مدارية لتفادي الاصطدام". وللأسف، فإنَّ معظم السواتل من نوع كيوبسات وبعض أنواع السواتل الميكروية تفتقر إلى قوة الدفع أو أنَّ قدرة الدفع لديها محدودة جداً عندما تكون مزودة بنظام للدفع الكهربائي، وقد لا يتمكن بعضها من أداء المناورات لتجنب الاصطدام. وهل ينبغي قبول عدم التزام نصف الأجسام الدائرة في المدار باللوائح؟ ورغم انخفاض احتمالات الاصطدام وما ينجم عنها من عواقب بالنظر لحجم تلك الأجسام، يجب تكييف النماذج الرياضية المستعملة في محاكاة هذه الحوادث لكي تؤخذ هذه الخصائص في الاعتبار. وهناك كما يبدو ضرورة لمواصلة إجراء الدراسات.

وأخيراً، فإنَّ تعقب سواتل كيوبسات واستبانتها بواسطة نظم الرصد الفضائي أمر صعب. فهناك احتمال الخلط بين السواتل في مدارات متجاورة، مما يمثل صعوبة قانونية إضافية في حالة وقوع الأضرار على الأرض أو في الفضاء. وبالمثل، فإنَّ اتفاقية تسجيل الأجسام المطلقة في الفضاء الخارجي ينبغي أن تطبق بصورة متسقة من قبل جميع الدول المطلقة، دون استثناء لأيِّ نوع من أنواع الأجسام الفضائية.

ويتناول الشاغل الثاني الخصائص التقنية للسواتل الصغيرة. من ذلك مثلاً، أنَّ الامتثال إلى "قاعدة الخمسة وعشرين عاماً" يقتضي من السواتل التي تطلق في مدار أعلى من ٦٥٠ كيلومتراً أداء مناورات انتهاء العمر التشغيلي. وبالنظر إلى موثوقية أحدث النظم الفضائية، فإنَّ هذا الامتثال يتحقق أقل من ست مرات من بين كل عشر مرات في المدار الأرضي المنخفض. ومن ثم، فإنَّ مسألة مدى موثوقية السواتل الصغيرة قد تشكل عاملاً مهماً آخر يحد من تنفيذ المبادئ التوجيهية، إذ ييسر تصميم هذه السواتل إلى أدنى درجة ممكنة من أجل تحقيق أدنى تكلفة ممكنة، مما يمكن أن يفضي إلى خفض عدد خصائص الساتل الوظيفية وانخفاض موثوقيته ككل، مع خطر التخلي عن سواتل مينة في الفضاء فُقدت قدرة السيطرة عليها من الأرض. ويمكن لهذا الانخفاض المحتمل في الموثوقية أن يؤثر على المدى البعيد في استقرار تشكيلات الأجسام في المدار الأرضي المنخفض. وتراعي النماذج الرياضية لمحاكاة تزايد عدد الأجسام على الأمد البعيد افتراضات مثل عدد السواتل المطلقة سنوياً ومعدل نجاح عمليات الإزالة.

وبموجب سيناريو "سير الأمور كالمعتاد"، يخشى الخبراء حدوث زيادة مطردة في عدد القطع الموجودة في الفضاء الخارجي. فمن جانب، سيرتفع عدد الأجسام المطلقة في المدار ارتفاعاً حاداً: على سبيل المثال، تعتزم شركة وانويب "OneWeb" لإنتاج السواتل إطلاق ٩٠٠ ساتل على ارتفاع ١ ٢٠٠ كيلومتر. ومن جانب آخر، فإن معدل التقيد بعمليات انتهاء العمر التشغيلي يمكن أن يتراجع نتيجة لانخفاض موثوقية السواتل الصغيرة.

وأخيراً، فإن الشاغل الثالث يتعلق بالامتثال للتوصيات الدولية أو اللوائح الخاصة بالحطام الفضائي، أي المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة استخدام الفضاء في الأغراض السلمية، والمبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي، ومتطلبات التخفيف من الحطام الفضائي الصادرة عن المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس والقوانين الوطنية لعدة بلدان. ومن بين الحالات المعنية ما يعرف باسم "قاعدة الـ ٢٥ عاماً"، التي تحدد مدة الدوران في المدار الأرضي المنخفض بخمسة وعشرين عاماً بعد البعثة. أمّا من الناحية العملية، فإن العديد من السواتل الصغيرة لا يتمتع بالقدرة على المناورة التي تتيح لها تغيير مدارها عند انتهاء عمرها التشغيلي. ومن غير هذه القدرة، ينبغي فرض شرط إطلاقها في المدارات المنخفضة فقط مما يتيح عودتها الطبيعية إلى الغلاف الجوي في غضون ٢٥ عاماً. ولكن السواتل الصغيرة، للأسف، لا تختار عادة مداراتها، لأنها تُطلق كحمولة ثانوية؛ حيث يتحدد مدارها بسواتل أكبر وأكثر تكلفة والتي تولف الحمولة الرئيسية للمركبة. وينبغي للحمولة المشاركة في الرحلة أن تطلقها على ارتفاع لا يتجاوز ٦٥٠ كيلومتراً.

ومن ثم، يطرح سؤال بشأن كيفية تنفيذ التوصيات الدولية. فمن السهل على المشغلين الجدد، مثل مشاريع طلاب الجامعات، اقتناء السواتل الصغيرة (سواتل كيوبسات وتشيسسات)، نظراً لانخفاض تكلفتها. وهؤلاء المشغلون الجدد ربما لا يعلمون بوجود المبادئ التوجيهية المتفق بشأنها على المستوى الدولي. وذلك بالإضافة إلى أن هناك بلداناً لا يوجد فيها النظام القانوني اللازم لإنفاذ هذه المبادئ التوجيهية. فكيف يمكن إذن ضمان قيام البلدان الجديدة برصد أنشطة المشغلين العاملين فيها على نحو ما تقضيه مختلف المعاهدات؟ ومن بين الخيارات الممكنة، الطلب من مشغلي عمليات الإطلاق القيام بهذا التحقق، وميزة ذلك هي أن هؤلاء المشغلين هم جهات معروفة، وعددهم محدود وهم يخضعون لسيطرة الدولة. ومع ذلك، فإن هذا الخيار يستلزم موافقة جميع المشغلين لتفادي تقويض عملية التنافس. والخيار الآخر هو إنشاء منظمة دولية جديدة على غرار منظمة الطيران المدني الدولي لكي تفرض قواعد لمصلحة جميع المشغلين التجاريين.

وخلاصة القول هي أن استحداث سواتل صغيرة زهيدة التكلفة مثل سواتل كيوبسات يؤدي لظهور مشاريع جديدة ومشغلين جدد. وقد حُللت عدة نتائج هامة خلال اجتماع الفريق الذي نظّمته الرابطة في أيار/مايو ٢٠١٦ على نحو ما يلي:

- (أ) الزيادة في الأمد القريب في مخاطر اصطدام السواتل النشيطة وفي أعباء نظم الرصد الفضائي؛
- (ب) عدم قدرة بعض السواتل الصغيرة على إجراء مناورات تجنب الاصطدام ومناورات انتهاء العمر التشغيلي بسبب تصميمها المبسط؛
- (ج) قلة معرفة الوافدين الجدد بالمبادئ التوجيهية بشأن الحطام الفضائي وعدم وجود أطر تنظيمية وطنية في البلدان بدأت حديثاً في ارتياد الفضاء؛
- (د) الزيادة المطردة المحتملة على المدى البعيد في عدد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض.

المجلس الاستشاري لجيل الفضاء

[الأصل: بالإنكليزية]

[١٧ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦]

مقدمة

باتت مسألة الحطام الفضائي اليوم في طليعة المناقشات بشأن استدامة الفضاء الخارجي. ومع ارتفاع عدد السواتل الصغيرة، لم يعد واضحاً ما إذا كانت السياسات الراهنة تكفي لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي. ومع تزايد الاهتمام بالبعثات الطويلة الأمد، يتزايد أيضاً عدد المركبات الفضائية المزودة بمصادر قدرة نووية على متنها التي يجري إطلاقها. والاصطدام الذي يحدث بين مركبة فضائية مزودة بمصدر قدرة نووية وهذا الحطام الفضائي يمكن أن يسبب تلوثاً نووياً على الأرض أو في البيئة الفضائية، مع ما يترتب عليه من عواقب خطيرة. وهذا الاحتمال يستدعي تنفيذ سياسات جديدة للمحافظة على أمان تلك المركبات الفضائية والتوعية بالمخاطر التي تهدد استدامة استخدام الفضاء الخارجي.

مشكلة الحطام الفضائي

منذ إطلاق أول ساتل في عام ١٩٥٧، ما انفكت المدارات تتزايد اكتظاظاً. فقد أطلقت بلدان ومؤسسات تجارية كثيرة مركباتها الفضائية في مدارات حول الأرض، ولا يزال الكثير منها في المدار. ويقدر أن ٦ في المائة من بين جميع الأجسام العائمة في الفضاء ما زالت عاملة، في حين تؤلف الشظايا الناجمة عن الانفجارات والاصطدامات ٦٠ في المائة تقريباً من الأجسام الفضائية. ويدور أكثر من ٢٠ ٠٠٠ قطعة من الحطام الفضائي يبلغ حجمها ما يوازي حجم كرة المضرب أو أكبر في المدار الأرضي بسرعة تقارب ١٧ ٥٠٠ ميل في الساعة. وهذه الشظايا غير المتحكم بها، إلى جانب قطع الحطام الفضائي الأخرى (مثل أجسام

صواريخ مهملة وسواتل موقوفة عن العمل) يمكن أن يصطدم بعضها ببعض مولدة مزيداً من الحطام، في الدورة المعروفة باسمها الشائع "متلازمة كيسلر". وهذه المتلازمة تؤدي بمرور الوقت إلى نمو مطرد في الحطام المداري، ومن ثم إلى مخاطر متزايدة دائماً على الأجسام العاملة في المدار. وقطع الحطام هذه، بالإضافة إلى كبر عددها، لديها ما يكفي من قدرة على تكسير الجدران الصلبة للسواتل، وعلى تحطيم تلك السواتل. وعلاوة على ذلك، فإن عدد الاصطدامات التي سجلتها محطة الفضاء الدولية وعدد المرات التي اضطرت فيها تلك المحطة للمناورة لتجنب الحطام يوضح الأثر الحقيقي لتلك الأجسام على العمليات الفضائية.

ومجال الحطام في المدار الأرضي المنخفض ليس مستقرًا في الوقت الراهن. وقد بينت تجارب المحاكاة أنه سيشهد نمواً بطيئاً حتى مع عدم القيام بأي عمليات إطلاق في المستقبل. ويرجح أن استمرار عمليات الإطلاق بمعدلاتها الراهنة ودون اتخاذ أي تدابير للتخفيف، سيؤدي إلى تزايد مطرد في كمية الحطام في المدار. وقد كانت الشظايا الناتجة عن اختبارات النظم المضادة للسواتل التي أجرتها الصين في عام ٢٠٠٧، وكذلك الاصطدام الذي وقع بين ساتل الاتصالات إيريدיום ٣٣ والساتل كوزموس ٢٢٥١ في عام ٢٠٠٩، من بين العوامل الرئيسية التي ساهمت في الارتفاع المفاجئ لعدد قطع الحطام الفضائي. وقد استنتجت البحوث أن ٦٠ في المائة من الشظايا التي تم تعقبها نتجت عن انفجارات واصطدامات حدثت في الفضاء، ويتعلق معظمها بأنشطة الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي في المدار الأرضي المنخفض. وفي كل سنة، يجري إطلاق ١٢٠ إلى ١٥٠ ساتلاً في المتوسط، مما ينتج عنه عدد يتراوح بين ٣٠٠ و٥٠٠ من الشظايا الإضافية كل سنة في الفضاء الخارجي. وارتفاع عدد السواتل الصغيرة التي تُطلق في المدار وخطط إطلاق تشكيلات السواتل الصغيرة من قبل العديد من الكيانات التجارية يبين بوضوح أن هذه الأعداد ستواصل ارتفاعها في المستقبل.

ويتبين احتمال الاصطدام مع ارتفاع المدار. ويقع الخطر الرئيسي للاصطدام في المدارات التي تبلغ ارتفاعاتها من ٥٠٠ إلى ١٢٠٠ كيلومتر، ومن ١٤٠٠ إلى ١٦٠٠ كيلومتر. وأكثر استخدامات هذه المجالات المدارية يتم لأغراض التجارب العلمية أو رصد الأرض.

وقد أعدت لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي مجموعة من المبادئ التوجيهية، بما في ذلك "قاعدة الـ ٢٥ عاماً"، والتي يتبعها الآن العديد من أصحاب المصلحة. وبالإضافة إلى ذلك، وضعت بعض الدول معاييرها الخاصة لتخفيف الحطام الفضائي بالاستناد إلى تلك المبادئ التوجيهية. ولم تخرج الدراسات التي أُجريت حديثاً باستنتاج قاطع بشأن ما إذا كانت "قاعدة الـ ٢٥ عاماً" تشكل حلاً مناسباً، مما يوضح الحاجة إلى تنقيح تلك المبادئ التوجيهية بالاستناد إلى التطورات الأخيرة في هذا القطاع.

وتشمل الإجراءات الفعلية التي اتخذتها الدول التي اعتمدت المبادئ التوجيهية الصادرة عن لجنة التنسيق المشتركة ما يلي:

(أ) تحسين تصميم مركبات الإطلاق والمركبات الفضائية؛

(ب) إنزال السواتل من المدار؛

(ج) استحداث برامجيات ونماذج خاصة لتخفيف الحطام الفضائي.

وقد اقترحت طرائق كثيرة لتنظيف المدارات من الحطام الفضائي، كما يتخذ القطاع الفضائي مبادرات لمعالجة المشكلة. وتجري الآن دراسات بشأن توفير الخدمات في المدار، والإزالة النشيطة للحطام وقدرات الإنزال من المدار بواسطة التخميل، وذلك من أجل المحافظة على بيئة حطام فضائي أكثر استقراراً.

مصادر القدرة النووية في الفضاء

دفعت التطورات الأولية التي تحققت في تكنولوجيا الطاقة النووية بالمهندسين إلى محاولة إدخال هذه التكنولوجيا الجديدة في قطاعات مختلفة، من الطائرات إلى السفن البحرية، ولم يستثن الفضاء من ذلك. وحاولت الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي إطلاق مفاعلات نووية في الفضاء: حيث أطلقت الولايات المتحدة مفاعل SNAP-10A، في حين نفذ الاتحاد السوفييتي برنامج RORSAT. وأفضى ذلك لعدة كوارث، كان من بينها ما يلي:

(أ) فشل عملية الإطلاق وسقوط المفاعل في المحيط الهادئ إلى الشمال من اليابان

(٢٥ نيسان/أبريل ١٩٧٣)؛

(ب) محاولة مركبة Kosmos-954 العودة إلى الغلاف الجوي فوق كندا بسبب

فشل التعزيز، مما أدى إلى تعريض مساحة ١٢٤ ٠٠٠ كيلومتر مربع من إقليم نورث ويسترن لتلوث إشعاعي.

وكان برنامج RORSAT قد صمم لوضع مفاعلات نووية في المدار، وما زال بعضها

في طور الانحلال في المدار. وأدت الحوادث المؤسفة لهذه البرامج إلى توقف الأنشطة النووية في المدار الأرضي.

ولم تعد مفاعلات الانشطار التقليدية مستخدمة في البعثات الفضائية. وعضاً عن

ذلك، يجري الآن استخدام مولدات كهربائية حرارية تعمل بالنظائر المشعة في البعثات الاستكشافية، مثل بعثة كريوزيتي روفر. وتعتمد هذه النظم على الحرارة المتولدة من انحلال عينة مشعة لتوليد الطاقة وهي أبسط تصميمياً وأكثر أماناً من المفاعلات التقليدية. ولكنها، مع ذلك، تنطوي على خطر التلوث في حالة التسرب من خزانات الوقود.

والشاغل الرئيسي في استخدام المولدات الكهربائية الحرارية التي تعمل بالنظائر المشعة هو التلوث الناجم عن فشل عملية الإطلاق أو فشل عمليات التشغيل في المدار الأرضي. ولقد بينت تقييمات المخاطر التي أُحرِيت للبعثات السابقة أن خطر وقوع هذه الحوادث المؤسفة يتباين ما بين مراحل البعثة، حيث بلغ الخطر درجة مرتفعة هي ١ من ١٠ في حالة بعثة "Cassini-Huygens". ونتيجة للتلوث الذي نجم عن فشل بعثات سابقة - مثل فشل عملية الولايات المتحدة في عام ١٩٦٤ لإطلاق "Transit-5BN-3"، وفشل العملية الروسية في عام ١٩٦٩ لإطلاق مختبر لوناخود القمري المتنقل، حددت متطلبات جديدة لعودة هذه المولدات إلى الغلاف الجوي، مما قلص احتمال التلوث. وأدى ذلك بدوره إلى تقليل أثر حالات الفشل التي حدثت بعد هاتين البعثتين، بما في ذلك العودة إلى الغلاف الجوي لكل من بعثة مارس ٩٦ الروسية وبعثة مركبة الهبوط على القمر أبولو ١٣، دون تسجيل أي تلوث في تلك الحالات. وعلى الرغم من تلك الجهود، فإن التلوث أمر لا مناص منه إذا ما لحق الضرر بمولد اللوقود من نوع المولدات الكهربائية الحرارية التي تعمل بالنظائر المشعة كنتيجة للاصطدام.

وتنظر الدول الآن في تنفيذ إطار الأمان الخاص بتطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي. وسوف ييسر إطار الأمان هذا تنفيذ البعثات التي تنطوي على استخدام مصادر القدرة النووية على أساس ثنائي أو متعدد الأطراف بين الدول. وفي حين شكل إعداد المبادئ التوجيهية للجنة التنسيق المشتركة خطوة أولية جيدة، فإنه يلزم تنفيذ تدابير تطبيقها لكي يتسنى تحقيق استفادة كاملة منها. فيلزم على سبيل المثال إعداد إجراء خاص بالإذن بإطلاق البعثة.

الحاجة إلى رؤية عالمية

إن استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، والمدارات الفضائية على وجه الخصوص، أمر بالغ الأهمية في توفير خدمات الاتصال لسكان العالم في القرن الحادي والعشرين. وهو يشكل أيضاً عنصراً قائماً بذاته للإسهام في آليات الحوكمة لمعالجة طائفة واسعة من المشاكل العالمية، من ذلك مثلاً، مراقبة تغير المناخ وتوفير الإنذارات المبكرة بشأن الكوارث الطبيعية من خلال استخدام الصور الساتلية، ودعم التنمية المحلية بواسطة ربط المجتمعات بشبكة الإنترنت وتوفير الهياكل الأساسية اللازمة لتنمية صناعات تكنولوجيا المعلومات. وهكذا، فإن لتخفيف الحطام الفضائي أهمية حاسمة في كفاءة التقدم الاجتماعي والتنمية العالمية. ومع ذلك، فإن الوضع العام لحوكمة الفضاء الخارجي ما زال متخلفاً نسبياً.

ومع أن الجهات الفاعلة الدولية الرئيسية، بما في ذلك المنظمات الدولية والدول والمنظمات غير الحكومية، تتخذ خطوات فعلية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، إلا أن عدم الإشارة إشارة صريحة لاستدامة الفضاء يترك المبادرات الخاصة باستدامة الفضاء خارج إطار

أهداف التنمية المستدامة. ولعل أصحاب المصلحة المعنيين ينظرون في الخطوات التالية لتأكيد أهمية استدامة الفضاء، ومن ثم، أهمية التخفيف الممكن للحطام الفضائي:

(أ) تناول المدار باعتباره من الموارد المستنفدة ومورداً عالمياً؛

(ب) التأكيد على أهمية تخفيف الحطام وشأنه، وخصوصاً حطام الأجسام الفضائية المزودة بمصدر قدرة نووية، في الإسهام بالتنمية المستدامة البعيدة الأمد من خلال تحسين عمليات الموجودات الفضائية.

الاستنتاجات

يمثل تجنب الاصطدامات أكبر التحديات التي تواجه العمليات الفضائية اليوم. وما من شك في أن حل مشكلة الحطام الفضائي يستلزم إجراءً مشتركاً من جانب جميع أصحاب المصلحة. وفي هذا الخصوص، تشكل المبادئ التوجيهية الصادرة عن لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي نقطة الانطلاق. ويبدو أن الحل الوحيد لهذه المسألة على المدى الطويل يكمن في مواصلة العمل على معالجة تزايد قطع الحطام الفضائي. وبالنظر إلى شدة خطر حدوث الاصطدامات في المدار الأرضي المنخفض، ينبغي حصر استخدام مصادر القدرة النووية على البعثات الاستكشافية ما بين الكواكب. وينبغي في هذه الحالات مراعاة المبادئ التوجيهية بشأن الأمان الصادرة عن لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، فضلاً عن المبادئ التوجيهية للحماية الكوكبية من أجل كفالة التنفيذ الآمن والأخلاقي لتلك البعثات.

ويوصي فريق مشروع أمان الفضاء واستدامته، التابع للمجلس الاستشاري لجيل الفضاء

بما يلي:

(أ) المضي قدماً نحو تنفيذ إطار الأمان الخاص بتطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي من خلال تعيين هيئة دولية للاذن بإطلاق المركبات الفضائية المزودة بمصادر قدرة نووية؛

(ب) تنفيذ المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي؛

(ج) رصد تنفيذ المبادئ التوجيهية المذكورة وتقديم تقارير منتظمة عن ذلك التنفيذ إلى لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية؛

(د) تنقيح المبادئ التوجيهية مرة كل خمس سنوات لمواكبة التطورات التكنولوجية؛

(هـ) الإقرار بكون المدارات والفضاء الخارجي مشاعات عالمية، وإدراج الاستدامة الفضائية في خطة التنمية العالمية، وخصوصاً فيما يتعلق بتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

معلومات عن المجلس الاستشاري لجيل الفضاء الداعم لبرنامج الأمم المتحدة للتطبيقات الفضائية يعمل المجلس على المستوى الدولي والوطني والمحلي من أجل الربط بين طلاب الجامعات والمهنيين الشباب العاملين في قطاع الفضاء توحياً لحفز الفكر الابتكاري بشأن المسائل الدولية الخاصة بالسياسات الفضائية وإدراج آراء الجيل الجديد في السياسات الفضائية الدولية. وحيث إن المجلس أنشئ كنتاج من نواتج مؤتمر الأمم المتحدة الثالث المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية (مؤتمر يونسيسيس الثالث)، فإن عمله مع الأمم المتحدة، وخصوصاً لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، يكتسي أهمية محورية بالنسبة لمهمة المجلس. ويسعى المجلس لتقديم مساهمات منتظمة في عمل اللجنة كما يعمل مندوبوه بمثابة قناة لتوصيل آراء أعضاء المجلس والنتائج التي تثمرها مشاريعه. ويشارك المجلس في أعمال طائفة من شتى فرق العمل والأفرقة العاملة التابعة للأمم المتحدة ذات الصلة بقضايا الفضاء، ويشارك أيضاً في برنامج الأمم المتحدة للتطبيقات الفضائية. وما من منظمة فضائية أخرى للشباب حاصلة على مركز مراقب دائم لدى اللجنة أو يضاهي نشاطها أو مشاركتها ما يضطلع به المجلس في إطار أعمال الأمم المتحدة، وتلك هي حقيقة يفتخر بها المجلس. وبالإضافة إلى صفة المراقب الدائم التي يتمتع بها المجلس لدى اللجنة منذ عام ٢٠٠١، فهو يتمتع أيضاً بمركز استشاري لدى المجلس الاقتصادي والاجتماعي منذ عام ٢٠٠٣.

معلومات عن فريق مشروع أمان الفضاء واستدامته، التابع للمجلس الاستشاري لجيل الفضاء أنشئ فريق مشروع أمان الفضاء واستدامته بغرض تشجيع مشاركة الطلاب والمهنيين الشباب مشاركة فعالة في الأنشطة والمناقشات المتعلقة بأمان الفضاء واستدامته. وقد أنشأ المجلس من خلال هذا المشروع منتدى دولياً معنياً بالفضاء لعرض منظورات الجيل المقبل من القياديين في مجال الفضاء فيما يخص أمان أنشطة الفضاء الخارجي واستدامتها في الأمد البعيد. ويدير الفريق عدة مشاريع خلال السنة، بالتركيز على مواضيع التوعية بوضع الفضاء، وطقس الفضاء والحطام الفضائي.