الأمم المتحدة

A/AC.105/951

الجمعية العامة

Distr.: General
10 December 2009
Arabic
Original: English

لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية

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

مذكّرة من الأمانة

المحتويات

		الصفحة
أولا-	مقدّمة	٢
ثانيا-	الردود الواردة من الدول الأعضاء	٢
	ألمانيا	٢
	إيطاليا	٦
	اليابان	٧
	ميانمار	١١
	بولندا	١٣
	تايلند	١٣

140110 V.09-88569 (A)

الرجاء إعادة الاستعمال

أولا- مقدّمة

١- رأت الجمعية العامة، في قرارها ٨٦/٦٤، أن من الضروري أن توجّه الدول الأعضاء مزيدا من الانتباه إلى مشكلة اصطدام الأجسام الفضائية، بما فيها الأجسام الفضائية التي تستخدم مصادر الطاقة النووية، بالحطام الفضائي، وإلى الجوانب الأخرى من الحطام الفضائي، ودعت إلى مواصلة البحوث الوطنية بشأن هذه المسألة، لاستحداث تكنولوجيا محسّنة لرصد الحطام الفضائي وجمع البيانات المتعلقة بالحطام الفضائي ونشرها، كما رأت أنه ينبغي تزويد اللجنة الفرعية العلمية والتقنية بأقصى ما يمكن توفيره من معلومات بهذا الشأن، واتفقت على أن التعاون الدولي ضروري للتوسّع في وضع الاستراتيجيات المناسبة والميسورة التكلفة للتقليل إلى أدنى حد من أثر الحطام الفضائي على البعثات الفضائية في المستقبل.

٢- واتفقت اللجنة الفرعية العلمية والتقنية، في دورتها السادسة والأربعين، على أنه ينبغي مواصلة البحوث بشأن الحطام الفضائي، وأنه ينبغي للدول الأعضاء أن تتيح لكل الأطراف المهتمة نتائج تلك البحوث، بما في ذلك المعلومات عن الممارسات التي ثبتت فعاليتها في التقليل إلى أدنى حد من تكوّن الحطام الفضائي (الوثيقة A/AC.105/933، الفقرة ٧٤). ودعا الأمين العام، في مذكرة شفوية مؤرخة ٣١ آب/أغسطس ٢٠٠٩، الحكومات إلى تقديم معلومات عن هذه المسألة بحلول ٣٠ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٩، كي يتسنى عرضها على اللجنة الفرعية في دورتها السابعة والأربعين.

٣- وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة استناداً إلى المعلومات التي تلقتها من كلٍ من ألمانيا وإيطاليا وبولندا وتايلند وميانمار واليابان.

ثانيا- الردود الواردة من الدول الأعضاء

ألمانيا

[الأصل: بالإنكليزية]
[٥ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩]

شاركت ألمانيا في عام ٢٠٠٩ بنشاط في أعمال لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي، والشبكة الأوروبية للكفاءات في مجال الحطام الفضائي، والفريق العامل المعني بالحطام الفضائي التابع لمبادرة التعاون الأوروبي لتوحيد المعايير الفضائية، والفريق العامل المعني بالتنسيق بشأن الحطام المداري التابع للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس.

وتُشكِّل المقتضيات اللازمة بشأن التخفيف من الحطام الفضائي جزءاً من "مقتضيات ضمان جودة المنتجات وسلامتها اللازمة للمشاريع الفضائية" لدى المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي. وقد صدرت أحدث نسخة من هذه الوثيقة في عام ٢٠٠٩، وباتت تُطبّق على جميع المشاريع الفضائية الوطنية التي يدعمها المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي.

أما أنشطة البحوث الألمانية المتعلقة بمسائل الحطام الفضائي فتشمل جوانب متنوعة، مثل نمذجة بيئة الحطام الفضائي، وتكنولوجيات الرصد (مثلا تطوير كاشفات موقعية تركّب على متن المركبات الفضائية لدراسة وطأة آثار الارتطامات الفائقة السرعة على المركبات الفضائية)، وتكنولوجيات حماية النظم الفضائية من الحطام الفضائي والتقليل من تكوّنه في المستقبل. ويُؤمّن تمويل هذه الأنشطة إما مباشرة عن طريق الميزانية الألمانية الوطنية المخصصة للفضاء وإما عن طريق وكالة الفضاء الأوروبية.

ويرد أدناه موجز لأنشطة البحوث المموَّلة وطنياً التي نُفّذت في ألمانيا خلال عام ٢٠٠٩.

تحسين القدرات في مجال اختبار تأثير الارتطامات الفائقة السرعة

يشتهر معهد فَرونهوفر لديناميات السرعة العالية، التابع لمعهد إيرنست-ماخ في فرايبورغ، بخبراته في إجراء تجارب على تأثير الارتطامات الفائقة السرعة. ويجري تنفيذ مشروعين حالياً لتحسين مرافق الاختبارات في المعهد. ومن أهداف المشروعين التمكن من محاكاة ارتطامات فائقة السرعة، أثناء التجارب، تبلغ سرعتها حوالي ١٠ كم/ثانية من دون تغيير في الخصائص الفيزيائية للمقذوفات والحدّ من حمولة جهاز مدفع الغاز الخفيف بغية التقليل من تكاليف التجارب. ولهذا الغرض، يجري حالياً تحديث مدفع غاز خفيف موجود أصلاً، يطلق عليه اسم المدفع الصغير "Baby LGG" لتمكينه من تسريع الجزئيات التي يقاس حجمها بالمِلّيمترات لتصل إلى سرعة ١٠ كم/ثانية بطريقة قابلة للتكرار. وفي النصف الأول من العام، جرى تركيب مقطع ضغط عال جديد وخضع للاختبار.

فضلاً عن ذلك، يجري حالياً في معهد إيرنست-ماخ تطوير مسرّع بمفهوم جديد يستند إلى تقنية مدفع الغاز الخفيف يطلق عليه اسم "المدفع الثنائي"، وذلك من أجل تسريع الجزئيات لتصل إلى سرعات فائقة. وخلال الفترة المشمولة بالتقرير، أُنجز التصميم الأساسي للمسرّع الجديد.

وسوف يساعد كلا المسرّعين الجديدين على تحسين فهم فيزياء الارتطامات في المراحل العليا من نظام السرعات الفائقة.

جامعة بروينشفايغ التقنية: تحليل موقف ألمانيا بخصوص تدابير التخفيف من الحطام الفضائي فيما يتعلق بالجوانب الاقتصادية والاستدامة

يهدف هذا التحليل إلى دعم الموقف الوطني بشأن الجوانب الاقتصادية لتدابير تخفيف الحطام الفضائي وجوانبها المتعلقة بالاستدامة في سياق المناقشات العلمية والتقنية، ودعم موقف وفد ألمانيا في وكالة الفضاء الأوروبية وفي اللجان الدولية، مثل لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي واللجنة الفرعية العلمية والتقنية. ويقوم بهذا التحليل معهد نظم الفضاء الجوي التابع لجامعة بروينشفايغ التقنية. ويرد وصف شامل لهذا التحليل في التقرير الوطني السابق عن أنشطة البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي (انظر الوثيقة A/AC.105/931).

التحليلات ذات الصلة التي نتج عنها الموقف الحالي

تحدد المبادئ التوجيهية للتخفيف من الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي منطقتين مداريتين على أنهما "منطقتان محميتان". وهاتان المنطقتان هما بيئة المدار الأرضي المنخفض التي تقع دون ارتفاع ٠٠٠ ٢ كم، وحلقة المدار الثابت بالنسبة للأرض. وإلى اليوم، حدثت أربعة ارتطامات كارثية معروفة بين أجسام مصنّعة، ثم تبع هذه الأحداث مؤخراً حدث ارتطام الساتل إريديوم ٣٣ والساتل كوسموس ٢٢٥١ معاً في ربيع عام ٢٠٠٩. وجميع هذه الحوادث وقعت في منطقة المدار الأرضي المنخفض. وأظهرت عمليات محاكاة أجريت مؤخراً أن أكبر باعث وحيد على حدوث ارتطامات في المستقبل يتمثل اليوم بالانفجارات الكبرى الناتجة عن أجسام الصواريخ والسواتل المستنفذة في منطقة المدار الأرضي المنخفض. والغالبية العظمى من السواتل العاملة التي تدور في حلقة المدار الثابت بالنسبة للأرض لها زاوية ميل مداري تقترب من الدرجة صفر، وتحتل شقوب محددة بدقة حول خط الاستواء للأرض. ويتعين على هذه السواتل إجراء مناورات عديدة لكي لا تنتهك حدود الشقوب المحددة لها. في حين أن أي جسم غير فاعل موجود في هذه المنطقة قد ينحرف إلى هذه الشقوب ويصطدم بأي ساتل

من السواتل المتحكّم بها والمقدّر عددها بنحو ٣٨١ ساتلاً،[1] مما يزيد من احتمالات التصادم. ولهذا، ينبغي لتدابير التخفيف أن تجعل تحقيق الهدفين التاليين في أعلى قائمة أولوياتها:

(أ) الحيلولة دون وقوع أي انفجار داخل منطقة المدار الأرضي المنخفض؛

(ب) إزالة جميع كتل الحطام الضخمة من منطقة المدار الثابت بالنسبة للأرض.

ويجري حالياً دراسة التكاليف والفوائد الاقتصادية لسيناريوهات تخفيف معقولة استناداً إلى مشروع "الخدمة من البداية حتى النهاية بشأن الحطام الفضائي" لعام ٢٠٠٤ وإلى المعرفة المكتسبة من تجارب المحاكاة الأخيرة.

تحقيق في مقترحات لإزالة الحطام الفضائي

معنى إزالة الحطام الفضائي مسلَّم به، ولكن ما يحتاج بعدُ لإثبات إنما هو مدى إمكانية تطبيق طرائق إزالته التي تتطلب، مبدئياً، الكثير من الناحية التقنية والمالية، ومدى فعاليتها.

وتهدف الطرائق المخصّصة لإزالة الأجسام الكبيرة إلى الحيلولة دون تشظّيها على المدارات التي يكثر استخدامها. ومن ثم تُزاح الأجسام الكبيرة من الحطام الفضائي بإخراجها من مدارها وإنزالها إلى الغلاف الجوي أو بتخزينها في مقبرة مدارية بواسطة تدابير متنوعة. ولتغيير مدار هذه الأجسام يقترح استخدام وسائل كالنظم الروبوتية المزودة بأجهزة دفع تقليدية أو نشر هياكل ضخمة تتفاعل مع الغلاف الجوي للأرض ("زيادة قوة السحب")، أو مع الحقل الجيومغناطيسي ("الحبال الكهروديناميةّ"، "الأشرعة المغناطيسية") أو مع الضغط الإشعاعي للرياح الشمسية ("الأشرعة الشمسية").

وفي حين تؤثر إزالة الأجسام الكبيرة في عملية التخفيف على المدى الطويل من الحوادث التي ينتج عنها حطام فضائي، فإن إزالة الأجسام الصغيرة تؤثر في عملية التخفيف على المدى القصير من الشظايا الموجودة من قبلُ.

وأكثر المقترحات شيوعاً بشأن إزالة الأجسام الصغيرة تهدف إما إلى سحبها المباشر أو إلى تفكيكها حرارياً بواسطة نظم ليزرية أرضية أو جوية أو فضائية، أو تجميعها بواسطة

(1) انظر "*Classification of Geosynchronous Objects*" لمؤلفيه ر. تشوك و ر. ين (R. Choc and R. Jehn)، العدد ١١ (دارمشتات، ألمانيا، وكالة الفضاء الأوروبية، والمركز الأوروبي للعمليات الفضائية، شباط/فبراير ٢٠٠٩).

أدوات التقاط. وفيما يخص هذا النوع الأخير، فقد نتج عن فكرة استحدثت في المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي إصدار براءة اختراع رقمها DE 10 2008 005 600.6. وتستند البراءة إلى تصميم أداة التقاط بذراع ممتدة مركّبة على منصة ساتلية. وتتميز المنصة الساتلية بالقدرة على تنفيذ مناورات مدارية في الفضاء (في مدارات ضعيفة الانحراف) لجمع أجسام من الحطام الفضائي موجودة في اتجاه الطيران وكذلك من الخلف. وقد أثبتت التحقيقات الأولية إمكانية إيجاد مدارات فعالة من أجل إزالة الحطام الفضائي.

الكاشف الموقعي "ام دي دي ٣"

في إطار برنامج التحقق في المدار الذي ينفذه المركز الألماني لشؤون الفضاء الخارجي، سوف يجري تركيب الكاشف الموقعي "ام دي دي ٣" (MDD3)، الذي صممه معهد إيرنست-ماخ وصنعه، على ساتل "سبكتر-آر" (Spektr-R) الروسي. وهذا الكاشف هو جزء من تجربة تهدف إلى الكشف المباشر عن الارتطامات الفائقة السرعة الناتجة عن الحطام النيزكي الدقيق والحطام الفضائي وذلك بواسطة عدة أجهزة استشعار مستقلة؛ ومن شأن هذه التجربة أن تسهم في تعزيز المعرفة بشأن هذه المجموعات من الجزيئات الدقيقة في مدار الأرض. وقد أنجز، خلال الفترة المشمولة بالتقرير، صنع نموذج التحليق وأجريت عليه اختبارات، ومن المقرر إطلاقه بحلول نهاية عام ٢٠٠٩.

إيطاليا

[الأصل: بالإنكليزية]
[٢٤ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩]

تنفذ إيطاليا مبادرات بشأن الحطام الفضائي على المستوى الوطني وتدعم الأنشطة الدولية الرامية إلى التخفيف من الأضرار التي يسببها الحطام الفضائي والحيلولة دون وقوعها.

فقد قام مشغّلو المركبات الفضائية لمجموعة السواتل الإيطالية المخصصة لرصد حوض البحر الأبيض المتوسط (كوسمو) سكايمد بإجراء بعض مناورات تجنب التصادم خلال عام ٢٠٠٩، بما في ذلك بعد حادثة الساتل إيريديوم ٣٣.

وفي الدورة الثانية والخمسين للجنة، المعقودة في الفترة من ٣ إلى ١٢ حزيران/يونيه ٢٠٠٩، تقدّم وفد إيطاليا، بالاشتراك مع وفد ألمانيا، باقتراح بشأن إنشاء منصّة دولية للبيانات والمعلومات عن الأجسام في الفضاء الخارجي، وذلك برعاية الأمم المتحدة (انظر الوثيقة A/AC.105/2009/CRP.19). ومن شأن قاعدة البيانات هذه التي تحتوي على بيانات

مقدّمة على أساس طوعي تماماً والمتاح للدول الأعضاء الدخول إليها مجاناً، أن تشجّع على تعزيز الاستخدام الآمن للفضاء الخارجي في الأغراض السلمية وتطويره المستدام، كما أنها تتماشى مع المسألة المطروحة بخصوص "استدامة أنشطة الفضاء الخارجي على المدى الطويل" التي اقترحها وفد فرنسا.

اليابان

[الأصل: بالإنكليزية]
[٥ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩]

١- لمحة عامة

تركز البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي في اليابان، التي تجريها بشكل رئيسي الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي (جاكسا) وجامعة كيوشو، على المواضيع التالية والهدف الرئيسي لاستراتيجية البحث والتطوير الخاصة بالوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي هو إيجاد حل أو تدابير مضادة في معالجة مسألة الحطام وفقاً للفئات التالية:

- الفئة ألف. ضمان سلامة البعثة: يجب إعطاء الأولوية القصوى لاستخلاص فوائد من أنشطة الفضاء (الأساليب التكتيكية: المراقبة والنمذجة؛ تقدير المخاطر وإدارتها؛ تصميم وسائل الحماية من الحطام ورصده وتجنب التصادم، وأساليب أخرى.)
- الفئة باء. الحفاظ على البيئة وضمان السلامة على الأرض: كفالة التطوير المستدام لأنشطة الفضاء والسلامة على الأرض من الأجسام التي تسقط من المدار (الأساليب التكتيكية: إدارة عملية التخفيف من الحطام؛ تقدير حجم الحطام المستقبلي؛ التحكم الآمن بالأجسام العائدة إلى الأرض ورصدها، وأساليب أخرى.)
- الفئة جيم. تحسين البيئة المدارية: الحيلولة دون وقوع حوادث متسلسلة من تولد حطام نتيجة للتصادم فيما بين الأجسام المدارية، وإزالة الأجسام المهملة من المناطق المدارية المزدحمة (الأساليب التكتيكية: إزالة الأجسام الكبيرة الموجودة حالياً من خلال التعاون الدولي.)

ويقدّم هذا التقرير بعض المواضيع عن مختلف عناصر البحث والتطوير المحددة في الاستراتيجية المذكورة آنفاً.

٢- البحوث في مجال تكنولوجيات مراقبة الحطام الفضائي في مدار ثابت بالنسبة للأرض

يعكف مركز بحوث التكنولوجيا الابتكارية التابع للوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي على تطوير تكنولوجيا لمراقبة الأجسام في مدار ثابت بالنسبة للأرض بغية التصدي لمشكلة الحطام الفضائي. ويدير المركز منذ عام ٢٠٠٦ منشأة لمراقبة الحطام الفضائي في ماونت نيوكاسا، ناغانو. وتحتوي المنشأة على مقرابين وكاميرتين كبيرتين مزودتين بأجهزة متقارنة الشحنات.

والهدف الرئيسي لهذه المنشأة هو استحداث تكنولوجيات للكشف عن أنواع غير مصنّفة من الحطام في المدار الثابت بالنسبة للأرض وتحديد مداراتها. وطورت طريقة التكديس منذ عام ٢٠٠٠، وهي طريقة تستخدم صوراً متعددة ملتقطة بكاميرا ذات جهاز متقارن الشحنات للكشف عن أجسام باهتة اللون جداً لا يمكن كشفها باستخدام صورة وحيدة مستمدة من هذه الكاميرات. أما نقطة الضعف الوحيدة لهذه الطريقة فهي طول الزمن اللازم لتحليل البيانات بعد الكشف عن جسم غير مرئي لا يُعرف مسار حركته، إذ يجب افتراض مساراته المتباينة المحتملة والتحقق منها. ومع أن الحطام الفضائي الذي يمكن تقدير مسار حركته بطريقة ما يسهل اكتشافه، فإن اكتشاف حطام فضائي غير مصنّف يستغرق زمناً طويلاً ويصعب تحقيقه. ومن أجل تقليل زمن التحليل الذي تستغرقه طريقة التكديس، يجري حالياً تطوير نظام "مصفوفة أبواب الخلايا القابلة للبرمجة في ميدان العمل" (FPGA). والجزء من طريقة التكديس الذي يستغرق أطول زمن هو احتساب قيم وسيطة لكل بيكسل من الصور الفرعية. وبما أن نظام مصفوفة أبواب الخلايا القابلة للبرمجة في ميدان العمل هو عبارة عن دارة كهربائية، فإن قوته تظهر في الحسابات البسيطة. ومن ثم فإن هذا النظام يحتاج لخوارزمية أكثر تطوراً وتبسيطاً. وقد تبين أن تصفية الصور الفرعية إلى لونين مع استخدام عتبة مناسبة ومن ثم احتساب مجموع نقاط الصورة الفرعية المصفاة إلى لونين يمكن أن تؤدي إلى ناتج يعادل ناتج الخوارزمية الأصلية المستخدمة في طريقة التكديس. ويمثل الشكل ١[٢] الفرق بين الخوارزمية الأصلية المستخدمة في طريقة التكديس والخوارزمية الجديدة. وأما

(2) يمكن الاطلاع على التقرير الأصلي المقدّم من اليابان، والذي يتضمن صوراً أشير إليها في النص وفي المرفق، على الموقع الشبكي لمكتب شؤون الفضاء الخارجي التابع للأمانة العامة التالي: (www.unoosa.org/oosa/natact/sdnps/2009/index.html).

احتساب المجموع فهو أسهل بكثير من احتساب القيمة الوسيطة، ويناسب جدا نظام مصفوفة أبواب الخلايا القابلة للبرمجة في ميدان العمل. وفضلاً عن ذلك، فإن الاقتصار على لونين يقلل بحد ذاته من كمية البيانات بنسبة واحد إلى ستة عشر، مما يساعد كثيراً في تقليص زمن التحليل. وقد استحدث نظام مصفوفة أبواب الخلايا القابلة للبرمجة في ميدان العمل من أجل تنفيذ هذه الخوارزمية. ويظهر الشكل ٢[٢] لوحة نظام المصفوفة (H101-PCIXM الذي تصنعه شركة "نالاتيك" Nallatech). وأثبتت لوحة نظام مصفوفة أبواب الخلايا القابلة للبرمجة قدرتها على تقليص زمن التحليل بنسبة واحد إلى ألف. ويعد هذا تقدماً هاماً. وسوف تُركب لوحة نظام مصفوفة البوابات القابلة للبرمجة في ميدان العمل في المنشأة وسوف تُستخدم للرصد الفعلي في المستقبل القريب.

٣- نوع جديد من أجهزة الاستشعار لقياس الحطام الفضائي الموقعي

تزايدت أهمية قياس الجزيئات الكبيرة من الحطام (أكبر من ١٠٠ ميكرومتر)، وبخاصة من وجهة النظر الهندسية (من ناحية تصميم النظام الفضائي وعملياته على سبيل المثال). ولكن يصعب قياس الدفق الارتطامي لهذه الجزيئات الكبيرة بسبب ضعف كثافتها الفضائية. ويجب أن يكون لنظم الاستشعار مساحة كشف واسعة لرصد هذه الأحجام، في حين تقتضي قيود نشر هذه النظم في البيئة الفضائية أن تكون هذه النظم صغيرة الكتلة ومنخفضة الطاقة وقوية البنية وقليلة المستلزمات الخاصة بالقياس عن بعد. وبيانات القياس الموقعية مفيدة من أجل:

(أ) التحقق من نماذج بيئة النيازك والحطام؛

(ب) التحقق من نماذج تطور بيئة النيازك والحطام؛

(ج) الكشف في الزمن الحقيقي لحوادث غير متوقعة، مثل حدوث انفجارات على مدار ما (مثلا اختبار النظم المضادة للسواتل).

وتعمل الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي على تطوير جهاز استشعار موقعي بسيط يكشف جزيئات الغبار التي يتراوح حجمها بين ١٠٠ ميكرومتر وعدة ملّيمترات. وذلك بأن تُشكّل على رقاقة فيلميّة من مادة غير موصلة مجموعة من عدد كبير جداً من خطوط الشرائط الرقيقة والموصلة تفصل بين صفوفها الكثيفة مسافات قصيرة جداً. ويُكتشف أثر ارتطام جزيء من الغبار عندما ينقطع واحد أو أكثر من الخطوط الشريطية بسبب فجوة الارتطام. ويسهل تصنيع واستخدام جهاز الاستشعار هذا كما أنه لا يحتاج

تقريباً لأي عملية معايرة إذ أنه نظام رقمي بشكل أساسي. وقد أنتج مخترعو هذا الجهاز الاستشعاري نماذج أولية له وأجروا عليها تجارب ارتطامات فائقة السرعة. ونتيجة لذلك، صنعت نماذج أولية منه بنجاح، وبات بالإمكان تقدير قطر المقذوف (قطر الجزيء من الحطام) استناداً إلى عدد الخطوط الشرائطية المقطوعة.

٤- رصد مخاطر الاصطدام

منذ عام ٢٠٠٨، رصدت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي حالات اقتراب أجسام فضائية أخرى قرباً شديداً من الساتل المتقدم لرصد الأراضي (آلوس)، وهو ساتل ضخم الحجم لرصد الأرض. ووردت معلومات مدارية من شبكة الرصد الفضائي التابعة للولايات المتحدة عن أجسام فضائية، وقدّمت المعلومات على شكل ملف بيانات حاسوبية مدارية من نسق "عناصر ذات خطين". ويجرى تقدير آلي لمخاطر الارتطام يومياً على نحو يوفّر توقعات على مدى سبعة أيام، وترسل نتائج التقييم عبر البريد الإلكتروني. وعندما تكتشف احتمالات ارتطام تستوفي المعايير المحددة للاقتران، تلجأ الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي إلى الرصد بالرادار، إذا أمكن رصد الجسم، وذلك من أجل الحصول على معلومات مدارية أكثر دقة بشأن الأجسام التي تشكل مخاطر. وعندما يتبيّن من التقدير الدقيق لبيانات الاقتران درجة مخاطر الاصطدام المحتمل لا تزال عالية، يقوم الساتل المتقدم لرصد الأراضي بمناورة لتجنب الاصطدام.

وفي عام ٢٠٠٧، طورت الوكالة اليابانية أداة لتقدير بيانات الاقتران. وبغية إجراء التقدير بكفاءة، تؤدي هذه الأداة سلسلة العمليات المذكورة آنفاً. وتتميز هذه الأداة بقدرة تجسيد بصري ثلاثي الأبعاد، كما أنها تساعد على الفهم الحدسي لكيفية اقتراب جسمين كل منهما من الآخر.

وحتى اليوم، أجرى الساتل المتقدم لرصد الأراضي مناورة واحدة لتجنب الاصطدام. وسوف تواصل الوكالة اليابانية رصد مخاطر الاصطدام مستقبلاً.

٥- نظام إزالة الحطام الفعّالة

تعكف الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي على دراسة نظام فعّال لإزالة الحطام الفضائي. ومن ناحية المفهوم العام، يتألف هذا النظام، كمفهوم، من مركبة فضائية صغيرة (وهي ساتل صغري يمكن إطلاقه في شكل ساتل ملحق محمول مع غيره من الحمولات) تقوم بنقل الأجسام الكبيرة من الحطام التي تشغل مدارات مفيدة إلى مدار خاص

بالأجسام المتخلص منها. ويجري التحقق من إمكانية استخدام تكنولوجيا الحبل الكهروديناميي في تطبيق هذا المفهوم بوصفها نظام نقل مداري عالي الكفاءة. إذ يمكن استخدام مجموعة حبال كهروديناميية لخفض مدار نظام إزالة الحطام دون الحاجة لوقود داسر. (انظر المرفق.)[٢]

ميانمار

[الأصل: بالإنكليزية]
[٩ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩]

١- مقدمة

كل أجسام الحطام الفضائي، بما فيها الأجزاء والشظايا المتأتية منها، من صنع البشر، سواء عُرفت هوية مالكها أم لم يُعرف، وسواء كانت تدور في مدار الأرض أو عادت إلى طبقات الغلاف الجوي الكثيفة. وهي أجسام عاطلة ولا يُتوقع كونها قادرة على استئناف وظائفها أو أي وظائف أخرى يؤذن، أو يمكن أن يُؤذن، بأن تؤديها.

ولاشتداد أهمية أثر بيئة الحطام الفضائي على عمل النظم الفضائية، باتت قضية التقليل من احتمال نشوء حطام فضائي عن البعثات المستقبلية، تحتاج إلى تعاون دولي من أجل وضع استراتيجيات مناسبة ومحتملة التكلفة.

ويتعين على أي بلد يملك ساتلا مخصصا لاستخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية أن يجري بحوثاً بشأن الحطام الفضائي، بما في ذلك تقنيات قياس الحطام والنمذجة الرياضية لبيئة الحطام، وتقدير مخاطر الحطام الفضائي، وتدابير التخفيف من هذا الحطام.

٢- الوضع الحالي في ميانمار

على الرغم من أن تطبيقات تكنولوجيا الفضاء تستخدم في ميانمار على نطاق واسع منذ عقد من الزمن، فإن تطوير تكنولوجيا الفضاء لا يزال في مراحله الأولى ولم يستكمل بعدُ إنشاء البنية التحتية اللازمة لذلك. وقد عُقدت دورات تثقيفية وتدريبية عن تكنولوجيا الفضاء، وبدأ في السنوات الأخيرة إجراء بعض البحوث في هذا المجال.

ووفقاً لرئيس مجلس الدولة للسلام والتنمية، يُتوقّع أن تقدّم ميانمار، ممثلة بوزارة العلوم والتكنولوجيا، إسهامات في مجال بحوث تكنولوجيا الفضاء وتطويرها، مع أن ميانمار

ليست حالياً من البلدان المرتادة للفضاء. وعلى مستوى القطاع الخاص، قام فريق البحوث الفلكية بعمليات رصد للفضاء بواسطة المقراب.

وإذ تعتزم ميانمار توسيع عمليات تطوير تكنولوجيا الفضاء، فإنها تخطط لإجراء بحوث عن الحطام الفضائي، بتعاون دولي، وتقديم إسهامات قيمة في التقارير والبيانات التقنية التي تُوجَّه إلى لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي ومكتب شؤون الفضاء الخارجي التابع للأمانة العامة.

٣- جوانب البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي

عندما تبدأ أفرقة البحوث الفضائية التابعة لوزارة العلوم والتكنولوجيا بإعداد الدراسة المفاهيمية عن الحطام الفضائي، يتعين عليها دراسة الجوانب التالية:

(أ) قياسات الحطام الفضائي، بما في ذلك القياسات الأرضية والقياسات الفضائية؛ وأثر بيئة الحطام الفضائي على عمل النظم الفضائية؛

(ب) نمذجة بيئة الحطام الفضائي وتقدير مخاطرها المحتملة؛

(ج) تدابير التخفيف من الحطام الفضائي، بما في ذلك الحد من ازدياد هذا الحطام مع مرور الزمن، واستراتيجيات الحماية وفعالية تدابير التخفيف من الحطام.

وفيما يتعلق بالقياسات الأرضية، هناك فئتان: القياسات بالرادار والقياسات البصرية. وتشتمل القياسات الفضائية على قياس سطوح الأجسام المستعادة وأجهزة الكشف عن الارتطامات وقياس الحطام الفضائي، يتبع ذلك إجراء دراسة لأثر الأجسام الكبيرة والأجسام الصغيرة من الحطام على عمل النظم الفضائية.

وتتضمن نمذجة بيئة الحطام الفضائي نماذج قصيرة الأجل وأخرى طويلة الأجل. وعند الشروع في تقدير مخاطر الحطام الفضائي، من الضروري دراسة عمليات تقدير مخاطر الاصطدام بالنسبة للأجسام التي تدور في المدار الأرضي المنخفض والمدار الثابت بالنسبة للأرض، وكذلك تقديرات المخاطر التي تشكلها عودة الحطام الفضائي إلى غلاف الأرض الجوي.

وفيما يتعلق بالحد من ازدياد الحطام الفضائي مع مرور الزمن، من الضروري دراسة كيفية تجنب الحطام الناشئ عن العمليات الاعتيادية، وكيفية منع وقوع حوادث تحطّم الأجسام في المدار وخروج الأجسام الفضائية عن مدارها أو توجيهها إلى مدار آخر. وكجزء من استراتيجيات الحماية، ينبغي النظر في مسألتي التدريع وتجنب الاصطدام عند

تصميم المركبات الفضائية. ووضع سيناريوهات لتدابير التخفيف وتكاليفها وغيرها من تدابير التخفيف من الارتطام هما من الاعتبارات الضرورية لتحقيق الفعالية لهذه التدابير.

٤- الخاتمة

بما أن ميانمار لا تزال في المراحل الأولية من تكنولوجيا الفضاء، فمن الضروري أن تحصل على بيانات عن الحطام الفضائي من اللجنة الفرعية العلمية والتقنية ومن الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي، ومن قاعدة البيانات ونظام المعلومات عن خصائص الأجسام الموجودة في الفضاء، التابعان لوكالة الفضاء الأوروبية، ويلزمها الحصول على البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي، وذلك عن طريق التعاون الدولي. وإذا ما تلقت هذه المساعدة في قياس بيئة الحطام الفضائي، فإنها ستقدم إلى اللجنة وإلى مكتب شؤون الفضاء الخارجي ما تحرزه من تقدم لاحق في مجال البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي.

بولندا

[الأصل: بالإنكليزية]
[٢٥ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩]

نفذ مشروع ساتل نانوي في جامعة وارسو للتكنولوجيا من أجل بيان إيضاحي لتكنولوجيا إخراج السواتل من مدارها بعد انتهاء مرحلة تشغيلها بهدف إنقاص حجم الحطام الفضائي في المدارات الأرضية المنخفضة. وكان من المقرر إجراء البيان الإيضاحي في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩، إلا أنه أرجئ إلى خريف عام ٢٠١٠ بسبب التأخّر الذي حصل في تطوير مركبة الإطلاق "فيغا" Vega. ونفذت جامعة آدم ميكيفتش في بوزنان أنشطة في هذا المجال بالتعاون مع مركز البحوث الفضائية التابع لأكاديمية العلوم البولندية.

تايلند

[الأصل: بالإنكليزية]
[٢٤ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩]

ينبغي تشجيع التعاون فيما بين الوكالات الفضائية المتمرسة من أجل تعزيز تبادل البيانات والتكنولوجيات ذات الصلة ونشرها داخل الأوساط المعنية بالفضاء. وينبغي مراعاة هذه المعلومات في عمليات تطوير السواتل في المستقبل.