

Distr.: General
15 December 2003
Arabic
Original: English/French/Spanish

الجمعية العامة



لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية

الأبحاث الوطنية المتعلقة بالحطام الفضائي وبأمان الأجسام الفضائية
التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية وبمشاكل اصطدامها
بالحطام الفضائي
مذكرة من الأمانة

المحتويات

الصفحة	الفقرات	
٢	٣-١	أولاً- مقدمة.....
٢		ثانياً- الردود الواردة من الدول الأعضاء.....
٢		البرازيل.....
٣		فنلندا.....
٤		فرنسا.....
١٢		اندونيسيا.....
١٢		لاتفيا.....
١٢		موريشيوس.....
١٢		بيرو.....
١٣		تركيا.....
١٣		المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية.....
٢٢		ثالثاً- الردود الواردة من المنظمات الدولية.....
٢٢		لجنة أبحاث الفضاء.....



أولاً - مقدمة

١ - في الفقرة ٣٣ من قرار الجمعية العامة ٨٩/٥٨ المؤرخ ٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٣، رأت الجمعية أن من المهم أن تولي الدول الأعضاء مزيداً من الاهتمام لمشكلة اصطدام الحطام الفضائي بالأجسام الفضائية، وخصوصاً تلك المزودة بمصادر قدرة نووية، ولسائر الجوانب المتعلقة به، ودعت إلى مواصلة الأبحاث الوطنية بشأن هذه المسألة وإلى استحداث تكنولوجيا محسّنة لرصد الحطام الفضائي وإلى تجميع وتعميم البيانات المتعلقة به. ورأت أيضاً أنه ينبغي تزويد اللجنة الفرعية العلمية والتقنية، التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، بأقصى قدر ممكن من المعلومات بهذا الشأن. وأقرت بأن التعاون الدولي ضروري للتوسع في استراتيجيات مناسبة وميسورة التكلفة لتقليل تأثير الحطام الفضائي على البعثات الفضائية المقبلة إلى أدنى حد ممكن.

٢ - وفي دورتها الأربعين، دعت اللجنة الفرعية العلمية والتقنية الدول الأعضاء ووكالات الفضاء الإقليمية أن تواصل تقديم تقارير عن أبحاثها الوطنية المتعلقة بالحطام الفضائي وبأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية وبمشاكل اصطدامها بالحطام الفضائي (A/AC.105/804، الفقرة ١٢٠). وفي مذكرة شفوية مؤرخة ٢٤ تموز/يوليه ٢٠٠٣، دعا الأمين العام الحكومات إلى تقديم أي معلومات تتعلق بهذه المسألة بحلول ٣١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٣ لكي يتسنى عرض تلك المعلومات على اللجنة الفرعية العلمية والتقنية في دورتها الحادية والأربعين.

٣ - وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة استناداً إلى المعلومات الواردة من الدول الأعضاء والمنظمات الدولية.

ثانياً - الردود الواردة من الدول الأعضاء

البرازيل

[الأصل: بالانكليزية]

١ - تقوم شعبة ميكانيكا الفضاء ومراقبته بالمعهد الوطني لبحوث الفضاء (INPE)، منذ عام ١٩٧٧، بدراسات حول حركة الأجسام الاصطناعية والطبيعية الموجودة حول الأرض وغيرها من الأجرام السماوية ومراقبة تلك الأجسام والأجرام. وقد تناولت تلك الدراسات منذ عام ١٩٩١ اضطراب الأجسام في المدار بفعل قوة ما أو عزم دوران أو كليهما. ومنذ عام ١٩٩٨، جرى توسيع نطاق تلك الدراسات لتشمل حركة الحطام الفضائي، بما في ذلك

نمذجة كيفية تَبَعُثُرُ سحابة الحطام من مصدر نقطي أصلي وحيد وتغيّر شكلها على امتداد مسار حركة الجسم.

٢- وفي الفترة من ٦ شباط/فبراير إلى ١٥ أيار/مايو ٢٠٠٣، رصدت وكالة الفضاء البرازيلية رجوع الساتل الايطالي BeppoSax إلى الغلاف الجوي للأرض. وقام الفريق الفرعي التقني التابع للمعهد ما يلي:

(أ) تقديم دعم تقني عام للفريق المتعدد التخصصات؛

(ب) ترجمة التقارير التقنية التي ينشرها الفريق الايطالي دوريا على الانترنت؛

(ج) وضع تقديرات موقوتة ودقيقة لنقطة الارتطام.

٣- وفي عام ٢٠٠٣، استحدث المعهد دورة عنوانها "سواتل CMC-214-4 الاصطناعية: التشكيلات والحطام الفضائي" ضمن برنامج دراساته العليا في مجال هندسة وتكنولوجيا الفضاء.

فنلندا

[الأصل: بالانكليزية]

لدى فنلندا عدة أنشطة بحثية وتطبيقات جارية في مجال الحطام الفضائي:

(أ) أطلق على متن ساتل PROBA (مشروع الاستقلالية العملية في المدار)، في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠١، جهاز تقييم الحطام الموجود في المدار (DEBIE) الذي يتضمن أجهزة استشعار للحطام الفضائي ووحدات لمعالجة بياناته؛

(ب) سوف يخلّق جهاز DEBIE لاحقا على متن المحطة الفضائية الدولية (ISS) ليقوم بدور ذي طابع عملياتي أوضح؛

(ج) أجري مسح للحطام الفضائي الموجود في المدارات الأرضية المنخفضة باستخدام رادارات المرفق الأوروبي لدراسة التشتت اللامتراط في منطقة الشفق القطبي (القدرة المثبتة: كشف الأجسام التي يبلغ مقاسها ١ سنتيمتر أو أكثر)، الكائن في لابلاندا؛

(د) أجرت جامعة توركو مسحا للحطام الفضائي الموجود في المدار الثابت بالنسبة للأرض، باستخدام مقراب وكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا) الموجود في جزر الكناري.

فرنسا

[الأصل: بالفرنسية]

١- مقدمة

- ١- يستهدف هذا التقرير تقديم لمحة مجملة عن الأنشطة المضطلع بها في فرنسا أثناء عامي ٢٠٠٢-٢٠٠٣ فيما يتعلق بالحطام الفضائي. وتتصل تلك الأنشطة بالمجالات الثلاثة التالية:
- (أ) التعاون الدولي: التعاون مع الشركاء الأوروبيين في إطار "شبكة المراكز" ومع سائر الوكالات التابعة للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي (اليادك) ومع لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية؛
- (ب) الأنشطة التنظيمية: صوغ لوائح تنظيمية للأنشطة الفضائية، وخصوصا تلك المتعلقة بالحد من انتشار الحطام؛
- (ج) الأنشطة التقنية: الأنشطة التي يضطلع بها المركز الوطني للدراسات الفضائية (GNES) وهيئات البحوث وأوساط الصناعة.

٢- التعاون الدولي

(أ) شبكة المراكز

- ٢- الحطام الفضائي هو موضوع مشروع ريادي تتولاه شبكة المراكز. ويضم المشروع حاليا أربع وكالات فضائية، هي المركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء (BNSC) والمركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية (CNES) والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي (DLR) والإيسا، إثر انسحاب وكالة الفضاء الإيطالية. والهدف الرئيسي للشبكة هو تنمية التعاون الأوروبي بشأن الأنشطة المتعلقة بالحطام الفضائي.
- ٣- والانجازات الرئيسية اللذان حققتهما الشبكة حتى الآن هما وضع برنامج متكامل يشتمل على خطة عمل لكل وكالة، وتحديد أربعة مجالات لتعزيز التعاون فيها، هي:
- (أ) الرصد بأجهزة بصرية محمولة على سواتل؛
- (ب) الكشف الموضعي وتحليل المواد؛
- (ج) الارتطامات العالية السرعة والحماية منها؛
- (د) اعداد معايير موحدة أوروبية.

٤ - وجرى في الوقت نفسه تكوين فرقة عمل خاصة تعنى بمراقبة الفضاء. وقد رسا العقد على كونسورتيوم يقوده المكتب الوطني لدراسات وأبحاث الفضاء الجوي (ONERA) بالتعاون مع شركتي QinetiQ و Alcatel Space وجامعة بيرن (انظر الباب الفرعي ٤ '١') أدناه. والهدف من ذلك هو تحديد مواصفات نظام أوروبي مقبل لمراقبة الفضاء وتصاميم ذلك النظام وكيفية أدائه وتكاليفه.

(ب) الأمم المتحدة

٥ - عقب العرض الذي قدم أثناء الدورة الأربعين للجنة الفرعية العلمية والتقنية في شباط/فبراير ٢٠٠٣ بشأن مبادئ اليادك التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي، التي تبين المبادئ الوقائية الأساسية للحد من تولد الحطام الفضائي (A/AC.105/C.1/L.260)، اقترح ممثل فرنسا أن تقوم اللجنة الفرعية القانونية بدراسة الجوانب القانونية المرتبطة بتطبيق تلك المبادئ، ابتداء من عام ٢٠٠٥. غير أن اللجنة الفرعية لم تتمكن من التوصل إلى توافق في الآراء بشأن ذلك الاقتراح.

(ج) لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي (اليادك)

٦ - شاركت فرنسا في اجتماع اليادك الحادي والعشرين، الذي عقد في بانغالور، الهند، من ١٠ إلى ١٣ آذار/مارس ٢٠٠٣، وحضره جميع الأعضاء الأحد عشر. وترأس ممثل المركز الوطني للدراسات الفضائية الوفد الفرنسي، الذي ضم ممثلين عن المكتب الوطني لدراسات وأبحاث الفضاء الجوي (ONERA) والادارة المعنية بمراكز الخبرة والتجريب (DCE) (Direction des centres d'expertise et d'essais) التابعة للمفوضية العامة لشؤون التسليح (DGA) (Délégation générale pour l'armement) وقيادة الدفاع الجوي والعمليات الجوية (Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes).

٣ - الأنشطة التنظيمية

(أ) تطوير قانون الفضاء في فرنسا

٧ - في ١٣ آذار/مارس ٢٠٠٣، عقدت مديريةية التكنولوجيا بوزارة الأبحاث والتكنولوجيا الجديدة ندوة في الجمعية الوطنية حول تطور قانون الفضاء في فرنسا. فالمعاهدات الدولية تقضي بأن تشرف الدول على الأنشطة الفضائية لمواطنيها، مما يثير مسألة وضع مجموعة قوانين خاصة بذلك. وأبرزت الندوة الأمور التالية:

- (أ) أهمية انشاء اطار قانوني في فرنسا يشمل الترخيص باطلاق الأجسام الفضائية وتسجيلها؛
- (ب) ضرورة مواءمة بعض فروع التشريع الوطني (مثل الملكية الفكرية أو التأمين)؛
- (ج) ضرورة ايضاح مفهوم الخدمة العمومية من حيث انطباقه على الأنشطة الفضائية؛
- (د) جدوى تحديد وتعزيز نطاق المهام المسندة إلى المركز الوطني.

٨- وانفتحت آراء المشاركين في الندوة أيضا على أهمية أخذ الدراسات القانونية المقارنة بعين الاعتبار، أي الاستعانة بالخبرة المكتسبة من تنفيذ القوانين الوطنية الحالية (مثل قوانين أستراليا والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية والولايات المتحدة الأمريكية) من أجل الاحتفاظ بالجوانب المحرّبة والمختبرة وتفادي تكرار مواطن الضعف، وكذلك أهمية تجسيد السياقين الأوروبي والدولي لدى تأطير تلك التشريعات.

(ب) وضع المعايير الموحدة

٩- تم انجاز المعايير الأوروبية التي أعدها الفريق العامل المشترك بين الوكالات (المؤلف من ممثلي وكالة الفضاء الإيطالية والمركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء والمركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي والإيسا). وأدخلت عليها تعديلات طفيفة عقب عمليات سائل الاتصالات ASTRA 1K. وقدمت الوثيقة إلى مبادرة التعاون الأوروبي على توحيد المعايير الفضائية (ECSS) لادراجها في نظام المعايير الأوروبية. وعلى الصعيد الدولي، قدمت اليادك أمام اللجنة الفرعية العلمية والتقنية، التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في شباط/فبراير ٢٠٠٣، عرضا لمبادئها التوجيهية المتعلقة بتخفيف الحطام الفضائي. وتقوم اليادك حاليا باعداد وثيقة معلومات خلفية تتضمن ايضاحات وتعليقات. وفي الوقت ذاته، أنشأت المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (الإيسو) فريقا عاملا لدراسة الاحتياجات ولوضع استراتيجية بشأنها، بغية صوغ مجموعة من اللوائح التنظيمية الدولية. وقد اعتمدت للمستقبل القريب سبعة مواضيع عمل تقابل عناوين الفصول السبعة في المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام. وستولى الفريق العامل تنسيق جهود مختلف أفرقة الإيسو المعنية بالحطام واقامة اتصالات دائمة مع اليادك.

٤ - الأنشطة التقنية

(أ) شركة "الكاتيل سبيس" (Alcatel Space)

١٠ - شاركت "الكاتيل" في دراسة الإيسا المتعلقة بمراقبة الفضاء (انظر الباب الفرعي ٤ '١' أدناه). والجانبان الرئيسيان اللذان تناولتهما الشركة هما تصميم النظم، وأجهزة الاستشعار البصرية. وتولت الشركة زمام القيادة في دراسة أجرتها الإيسا حول كشف الكويكبات القريبة من الأرض ورصدها.

(ب) المكتب الوطني لدراسات وأبحاث الفضاء الجوي

١٠٠٠ '١٠٠٠' مراقبة الفضاء

١١ - استمر تطوير رادار مراقبة الفضاء التابع لشبكة GRAVES (الشبكة الكبرى المهيأة لمراقبة الفضاء). وسيكون الرادار قادراً على كشف السواتل حتى ارتفاع ١٠٠٠ كيلومتر، بفترة كشف تقل عن ٢٤ ساعة. ويقع موقع البث خارج مدينة ديجون مباشرة، وموقع الاستقبال على هضبة ألبيون (قاعدة عسكرية). ويجري الاضطلاع بأعمال توسيع واختبارات للموثوقية. وتتوقع القوات الجوية أن يصبح النظام عاملاً في حزيران/يونيه ٢٠٠٥.

١٢ - وفي المجال المدني، تولى المكتب الوطني زمام القيادة في دراسة أجرتها الإيسا حول جدوى انشاء نظام أوروبي لمراقبة الفضاء، بالتعاون مع شركتي QinetiQ و Alcatel Space وجامعة بيرن. وعملت الإدارة المعنية بمراكز الخبرة والتجريب التابعة للمفوضية العامة لشؤون التسليح (DGA/DCE) بصفة استشارية. واستهدفت الدراسة تحديد مواصفات نظام أوروبي مقبل لمراقبة الفضاء وتصاميمه وكيفية أدائه وتكاليفه. وقد أتاح العمل المنجز حتى الآن تقييم احتياجات النظام ومهامه. وفيما يتعلق بمراقبة المدارات المنخفضة، كان الحل المعتمد هو نظام راداري ذو تردد فائق الارتفاع من النوع المستعمل في شبكة GRAVES. أما بشأن المدار الثابت بالنسبة للأرض فقد كان الحل المعتمد هو شبكة مقارِب ذات أقطار تتراوح بين ٠,٥ متراً و١,٥ متراً.

٢٠٠٠ '٢٠٠٠' رصد الألواح الشمسية في مقراب هبل الفضائي: الآثار المترتبة على ذلك في فهمنا لمسألة الحطام

١٣ - استرجع لوحان شمسيان من مقراب "هبل" الفضائي في آذار/مارس ٢٠٠٢ بعد دورانه حول الأرض لمدة ثماني سنوات على ارتفاع يناهز ٦٠٠ كم. وسوف يوفر فحص

سطحهما البالغ ١٢٠ مترا مربعا معلومات عن بيئة المدار وكيف تغيرت منذ البعثة السابقة. فقد تركت بصماتها على اللوحين ارتطامات كثيرة العدد. وتستهدف التحليلات المبكرة وضع خريطة لتوزع النقوب حسب أحجامها. وقد أُجري فحص فوتوغرافي لأحد اللوحين (بوجهيه الأمامي والخلفي). وفُحصت النقوب الأكبر باستخدام مجهر فيديوي. وسيجرى فحص تفصيلي للبقايا المتخلفة في النقوب الميكروية من أجل تحديد طبيعة تلك الجسيمات (حطامية أم نيزكية). وسوف تتيح نتائج الفحص تحسين نماذج الدفق كما يمكن أن تؤثر في تصميم الألواح الشمسية.

(ج) القياسات الموضعية

١٤- ستجرى على متن المحطة الفضائية الدولية، ضمن اطار مشروع دراسة تعرض المواد وانحلالها (مشروع MEDET)، تجربة استخدمت فيها مكاشيف سيليكونية ذات معدن وأكسيد. وجرى تسليم وتخزين نماذج التحليق ترقبا للمشروع. فإثر وقف مشروع الساتل الميكروي الفرنسي - البرازيلي، لا بد من إيجاد فرصة تحليق جديدة للمكاشيف التي يجري تطويرها حاليا، والقصد من ذلك هو اجراء تجارب في القسم الروسي من المحطة الفضائية الدولية أو بالتعاون مع الأرجنتين أو على متن "Ariane 5". والمكاشيف المصنوعة أساسا من الهلام الهوائي السيليكي تتيح استرجاع الجسيمات. ويعتزم اجراء تجربة في اطار مشروع MEDET. وأضحى جليا أن من الضروري الجمع بين المكاشيف المصنوعة من فلوريد البوليفينيليدين وأنواع أخرى من المكاشيف. وقد ضم المركز الوطني جهوده إلى جهود المكتب الوطني من أجل تقييم الألواح الشمسية في مقراب "هبل". وقد تركز عملهما أساسا على تقييم الأضرار (قوانين الأداء) والتحليل الكيميائي (مصدر الحطام). ومن خلال شبكة المراكز، يعتزم القيام بعمل تعاوني لتحليل المولدات الشمسية السابقة في محطة "مير" الفضائية.

(د) رياضيات الفضاء

١٥- استمرت عمليات الرصد البصري للحطام في المدار الثابت بالنسبة للأرض. فقد توقف تلسكوب "تاروت" (تلسكوب الرصد السريع للأجسام الانتقالية) (TAROT) (Télescope à action rapide pour les objets transitoires) عن العمل عدة أشهر بسبب عطل ناشئ عن صاعقة. ومع ذلك، أمكن القيام ببعض أعمال الرصد على متن سواتل "Telecom 2".

١٦- وأنجز تقريبا العمل على وضع حزمة برامجيات قادرة على تقدير احتمالات الاصطدام أثناء التحليق في المدار وأثناء مرحلة الاطلاق (برامجية ARC). وعُهد بهذه الدراسة إلى شركة "SchlumbergerSema"، التي تتمثل مهمتها الرئيسية في انشاء خوارزميات ترشيح فعالة على امتداد فُسحة الاطلاق، نظرا لضخامة الجوانب التوافقية للمشكلة. وسوف يستخدم تلك البرامجية مركز التخطيط العملياتي للمدارات ومركز التحكم في مركبات النقل المؤتمنة. وثمة طرائق أخرى يجري تقييمها داخليا.

١٧- ويجري العمل على نمذجة الوبائل النيزكية والتنبؤ بها بالتعاون مع معهد ميكانيكا الأجرام السماوية وحساب التقاويم الفلكية من أجل استنباط وسيلة للتنبؤ بمواعيد الوبائل النيزكية وشدتها.

١٨- وجرى الاتصال بالمختبرات الجامعية بغرض تقييم جدوى التعاون في المسائل المتعلقة بالحطام. واقترحت مواضيع شتى لدراستها. وأخيرا، واصل المكتب الوطني تطوير تشكيلة قياسية من أدوات مجمعة معا في حاسوب بيئي مشترك بغرض تسهيل استخدام البرامجيات الحاسوبية في حل المشاكل المتعلقة بالحطام.

(هـ) العمليات

١٤٠ رصد مخاطر الاصطدام

١٩- لا تزال اجراءات رصد المخاطر التي استحدثت في عام ٢٠٠٠ قيد الاستعمال. ولوحظ عدد كبير من الاصطدامات الوشيكة (> ٥٠٠ م) بين جسيمات الحطام المفهوسة وسواتل SPOT (سواتل رصد الأرض) و HELIOS (بمعدل وسطي قدره اصطدام وشيك واحد على مسافة تقل عن ١٥٠٠ م لكل ساتل كل أسبوع). وكشفت ثلاثة انذارات باصطدامات يقل احتمال وقوعها عن 10^{-3} والمشكلة الرئيسية هي عدم دقة البيانات الثنائية السطر وما يتصل بها من نماذج الاستدلال الاستكمالي، مما يحول دون اجراء تقييم صحيح للمخاطر الفعلية. وسيقوم مركز التخطيط العملياتي للمدارات بمحاكاة برامجية ARC في شكل معدلات رياضية فضائية أثناء تطويرها. ولم يرجع أي جسم إلى الغلاف الجوي في عام ٢٠٠٢، لكن المركز ساعد على رصد رجوع الساتل Astra 1K وقام بمعالجة المعلومات الواردة من هيئات أخرى مثل DGA/DCE والادارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) بالولايات المتحدة والوكالة الروسية لشؤون الطيران والفضاء (Rosaviakosmos).

٢٠٠ هـ نهاية عمر الساتل Telecom 2

٢٠ - في حالة أسرة سواتل "Telecom 2"، تبلغ القيمة المحددة لتغير السرعة عند نقلها إلى مدار آخر عند نهاية عمرها ٦ م/ث، أي ما يقابل زيادة قدرها ١٦٤ كيلومترا على المحور شبه الرئيسي. وهذه القيمة أدنى مما تقضي به توصية اليادك، التي تنتج صيغتها فيما يتعلق بتلك السواتل قيمة قدرها ٢٨٥ كم (أو ما يقابل ١٠,٤ م/ث). وتوصية اليادك لا تنطبق على ساتل "Telecom 2"، الذي أطلق قبل صدور تلك التوصية، غير أنه أجريت دراسات شتى لمعرفة ما هو الارتفاع الذي يمكن بلوغه. وإذا أخذ في الحسبان التغير الطبيعي في درجة اللامركزية أن يمكن الامتثال لتوصية اليادك بتغير في السرعة قدره ٩,٥ م/ث. وثمة عامل آخر يتعين ادراجه هو اللاتناظر بين الشرق والغرب في نظام الدسر بفعل تأثيرات النفط. وعند نهاية عمر الساتل، يكون التقدير الموضوع لكتلة الوقود الداسر غير دقيق بتاتا: فتغير احتمال النجاح من ٩٠ في المائة إلى ٩٩ في المائة يعني وجوب أن تؤخذ في الاعتبار هوامش أكبر، مع خفض متناسب في مدة العمر. فتأثير ذلك على مدة العمر التشغيلي ليس طفيفا.

٢١ - وعند اتمام المناورة، سيجري تحميل الساتل كهربائيا.

٢٠١ هـ نهاية عمر الساتل SPOT-1

٢٢ - يجري حاليا دراسة عمليات انزال الساتل SPOT-1، الذي أطلق في عام ١٩٨٦، من مداره. وتتمثل هذه العمليات في نقل الساتل إلى مدار دائري أدنى من المدار التشغيلي، تفاديا لاحتمال اصطدامه بسواتل أخرى من الأسرة ذاتها؛ ثم تجرى سلسلة من المناورات الأوجية (١١-١٤ مناورة) لخفض ارتفاع نقطة الحضيض. وبعد ذلك، سيتسبب الاحتكاك بالغلاف الجوي في عودة الساتل إلى الأرض في أقل من ٢٥ سنة، مما يكفل الامتثال لمعايير المركز الوطني والمعايير الأوروبية وتوصيات اليادك.

٥ - معلومات متنوعة

(أ) ندوة الأكاديمية الوطنية لشؤون الجو والفضاء

٢٣ - عقدت الأكاديمية الوطنية لشؤون الجو والفضاء ندوة عنوانها "أوروبا والحطام الفضائي" بمدينة تولوز يومي ٢٧ و ٢٨ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٢. وصدرت عن الندوة توصيات أهمها:

(أ) التعاون الدولي: ينبغي استخدام الهيئات الموجودة حاليا (اليادك وشبكة المراكز ولجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية ومبادرة "التعاون الأوروبي على توحيد المعايير الفضائية" والإيسو، وغيرها) والاستعانة بخدمات خبراء تلك الهيئات؛

(ب) الجوانب التقنية والمالية والقانونية:

١٠٠٠ ' ينبغي الترويج لثقافة الامتناع عن توليد أي حطام؛

٢٠٠٠ ' ينبغي ألا تكون القواعد المقترحة بالغة الصرامة بحيث يتعذر تطبيقها؛

٣٠٠٠ ' ينبغي إيلاء اعتبار لضرورة تمكين الصانعين والمشغلين من المشاركة في أعمال اليادك؛

٤٠٠٠ ' ينبغي تطبيق اتفاق التسجيل على جميع الأجسام الفضائية (بما فيها الأجسام غير العاملة)؛

٥٠٠٠ ' يلزم وجود نظام قانوني وطني لضبط أنشطة الدولة المطلقة.

(ج) مراقبة الفضاء: ينبغي الترويج لإنشاء آلية مستقلة لمراقبة الفضاء في أوروبا. وهذا يستدعي إقامة تحالف اتحادي بين نظم المراقبة الموجودة واستحداث معدات كشف مخصصة لهذا الغرض.

(ب) حوادث التكرس في المدار

٢٤- لم يسجل في عام ٢٠٠٢ سوى حادثي تكرس، وهذا أفضل سجل منذ ١٣ سنة. ومن المؤسف أن المركبتين المعنيتين كانتا مرحلتين علويتين من صاروخين من طراز Ariane أُطلقا قبل أن يتسنى اتخاذ تدابير التخميل.

(ج) الحالة القائمة في المدار الثابت بالنسبة للأرض

٢٥- شهد عام ٢٠٠٢ وضع ما مجموعه ٢٧ جسما فضائيا (٢٦ ساتلا ومركبة اطلاق واحدة) في المدار الثابت بالنسبة للأرض. وثمة ١٣ ساتلا بلغت نهاية عمرها: ٥ منها نُقلت بصورة صحيحة إلى مدار آخر امتثالا لتوصيات اليادك؛ و٥ أخرى نُقلت جزئيا وسوف تحلق في المنطقة المحمية حتى مسافة ٢٠٠ كم فوق المدار الثابت بالنسبة للأرض؛ و٣ أجسام تُركت ببساطة في المدار.

(د) الخلاصة

٢٦- يجب تقليل مقدار الحطام الموجود في المدار باستخدام تدابير وقائية يمكن أن تحد من النشاط الفضائي. ويجب أن تطبق تلك التدابير جميع الجهات الفاعلة المعنية. ومن المهم أن تشارك الهيئات الدولية في صوغ اللوائح التنظيمية اللازمة لذلك؛ وهذا يتطلب وجود برنامج شامل للأنشطة التقنية يتيح المشاركة التامة في أعمال شبكة المراكز واليادك ولجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

اندونيسيا

[الأصل: بالانكليزية]

أفادت حكومة اندونيسيا بأنها لم تقم بأي بحوث وطنية بشأن الحطام الفضائي وأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية ومشاكل اصطدامها بالحطام الفضائي.

لاتفيا

[الأصل: بالانكليزية]

أفادت لاتفيا بأنه ليس لديها برنامج وطني يتعلق باستخدام الفضاء الخارجي أو بالأجسام الفضائية أو بالحطام الفضائي.

موريشيوس

[الأصل: بالانكليزية]

أفادت موريشيوس بأنها لم تقم بأي أنشطة فضائية.

بيرو

[الأصل: بالاسبانية]

أفادت بيرو بأنها لا تقوم ببحوث وطنية في مجال الحطام الفضائي وأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية ومشاكل اصطدامها بالحطام الفضائي. غير أن اللجنة الوطنية المعنية بالبحث والتطوير في مجال الفضاء الجوي (CONIDA) كانت هي همزة الوصل الوطنية والدولية لرصد الحطام الفضائي (السواتل التي أوقفت عن العمل) فيما

يتعلق برجوعه إلى الغلاف الجوي للأرض ومواضع ارتطامه المحتملة، لأغراض الوقاية وانداز الأجهزة المعنية بالأمن الدولي وأجهزة الدفاع المدني.

تركيا

[الأصل: بالانكليزية]

١ - تركز الأنشطة الفضائية الرئيسية لمعهد أبحاث الالكترونيات وتكنولوجيا المعلومات (BILTEN)، التابع لمجلس الأبحاث العلمية والتقنية التركي، على مشروع ساتل صغير وعلى الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية. وفي هذا الاطار، يضطلع معهد بيلتن حاليا ببرنامج لرصد الحطام الفضائي سوف يتيح تنبؤات بأوقات الاصطدامات المحتملة وأوقات رجوع الحطام الفضائي إلى الغلاف الجوي. وسيجري في المستقبل القريب تعزيز فاعلية البرنامج ببيانات تستمد من ساتل BILSAT الصغير.

٢ - يجري معهد BILTEN أيضا دراسة حدودى لانشاء نظام ناجح التكلفة لرصد الأجسام الفضائية من فوق سطح الأرض. والعائق الرئيسي أمام انجاز هذا المشروع هو نقص الموارد المالية.

المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية

[الأصل: بالانكليزية]

١ - مقدمة

١ - أثناء السنة الماضية، واصل المركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء (BNSC) التزامه الفعال بمعالجة مشكلة الحطام الفضائي. وواصل المركز على وجه الخصوص تشجيع التنسيق على الصعيد الوطني والأوروبي والدولي توصلا إلى توافق الآراء بشأن الحل الأنجع لمشكلة تخفيف الحطام.

٢ - ومن خلال عضويته في اليادك، واصل المركز الوطني سعيه النشط إلى تحقيق اتفاق دولي على مجموعة متنوعة من المسائل. والغرض الرئيسي لليادك هو تبادل المعلومات حول الأنشطة البحثية المتعلقة بالحطام الفضائي بين الوكالات الفضائية الأعضاء فيها، وتيسير فرص التعاون في بحوث الحطام الفضائي، واستعراض سير الأنشطة التعاونية الجارية، واستبانة خيارات تخفيف الحطام. وقد شاركت المملكة المتحدة في اجتماع اليادك الحادي والعشرين، الذي استضافته المؤسسة الهندية لبحوث الفضاء وعقد في بانغالور، الهند، من ١٠ إلى ١٣

آذار/مارس ٢٠٠٣. ويجدر التنويه خصوصا بالعرض الخاص بمبادئ اليادك التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي، الذي قدم أمام اللجنة الفرعية العلمية والتقنية، التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورتها الأربعين التي عقدت في شباط/فبراير ٢٠٠٣.

٣- وداخل الاطار الأوروبي، قامت الإيسا بتنسيق القدرات البحثية من خلال فريق التنسيق المعني بالحطام الفضائي والتابع لشبكة المراكز الأوروبية. وقد وافق مجلس الإيسا على المشروع الريادي المتعلق بالحطام الفضائي في حزيران/يونيه ٢٠٠٠، وعلى مرحلة المشروع التأهيلية في كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠١. والمركز الوطني البريطاني عضو في الفريق جنبا إلى جنب مع الإيسا ووكالة الفضاء الايطالية (ASI) والمركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية (CNES) والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي (DLR). وتعمل شبكة المراكز على اعداد خطة عمل أوروبية متكاملة محدّثة.

٤- وعلى الصعيد الوطني، واصل المركز الوطني البريطاني دعمه لفريق التنسيق المعني بالحطام الفضائي في المملكة المتحدة، الذي يجتمع سنويا لتنسيق جميع الأنشطة البحثية والسياساتية المتعلقة بالحطام، المضطلع بها في المملكة المتحدة. وفي أيلول/سبتمبر ٢٠٠٢، عقد الاجتماع السنوي في جامعة ساوثهامبتون وحضره ممثلون عن كثير من الأفرقة البحثية الرائدة في المؤسسات الصناعية والأكاديمية بالمملكة المتحدة، منها شركة Astrium التابعة للشركة الأوروبية للملاحة الجوية والدفاع والفضاء (EADS)، وشركة Century Dynamics، ومتحف التاريخ الطبيعي (Natural History Museum)، ومرفق جيوديسيا الفضاء (Space Geodesy Facility) التابع للمجلس الوطني للبحوث البيئية، وشركة Observatory Sciences، وشركة QinetiQ، ومختبر رذرفورد أبلتون (Rutherford Appleton laboratory)، وشركة Surrey Satellite Technology Ltd، وجامعة ساوثهامبتون. وناقش الاجتماع التطورات الدولية الأخيرة، خصوصا فيما يتعلق بالمبادئ التوجيهية والمعايير الموحدة لتخفيف الحطام، وأتاح فرصة للابلاغ عن آخر البحوث في المملكة المتحدة.

٥- وتمتلك المملكة المتحدة قدرات قوية جدا في مجال بحوث الحطام، دأب المجلس الوطني البريطاني لشؤون الفضاء على الاستعانة بها للحصول على دعم تقني ومشورة نزيهة. وأثناء السنة الماضية، قامت المؤسسات الموجودة في المملكة المتحدة بمجموعة واسعة من الأنشطة، يرد أدناه عرض موجز لبعضها.

٢- رصد جسيمات الحطام وقياسها

(أ) حملة رصد الحطام

٦- شاركت وزارة الدفاع بالمملكة المتحدة، بدعم من شركة Observatory Sciences Ltd، في الحملة التي نظمتها اليادك للبحث عن الحطام الموجود في المدار الثابت بالنسبة للأرض. واستُخدمت في الحملة شبكة مقاريب الاستشعار المتري التي تعمل بالتصوير السليبي، التابعة لوزارة الدفاع.

٧- وقد حُددت مدارات الأجسام التي كشفتها الشبكة أثناء الحملة وقدمت البيانات إلى منسق حملة اليادك. ومثلت عمليات الرصد ونتائج تحليلها مساهمات إيجابية في انشاء فهرس أكثر تفصيلاً بجسيمات الحطام الموجودة في المدار الثابت بالنسبة للأرض.

(ب) المكاشيف الموضعية وقياس السطوح المسترجعة

٨- واصلت البحوث التي أجريت في قسم المعادن بمتحف التاريخ الطبيعي في لندن تركيزها على تحديد سمات آثار الارتطام الموجودة على سطوح المركبات، وخصوصاً تجربة Trek على متن محطة "مير" الفضائية والوحدة الطائرة الفضائية اليابانية. ويعمل المتحف حالياً مع وحدة علوم الفضاء والفيزياء الفلكية بجامعة كنت (Unispace Kent) في استقصاء البقايا المتخلفة في نقوب الارتطام على سطوح الخلايا الشمسية لمقرب هبل الفضائي التي استرجعها مكوك كولومبيا الدوّار أثناء رحلته الخدمائية الثالثة، التي مولتها الإيسا.

٩- وبالتعاون مع الباحثين بمختبر "لورنس ليفرمور" الوطني بالولايات المتحدة، والكلية الامبراطورية في لندن، واصل متحف التاريخ الطبيعي تقييمه لتقنيات خاصة بالتحليل الموضعي للجسيمات المحتجزة في الهلام الهوائي السيليكي واعدادها. وجرى أثناء السنة اختبار أولي لأداة مصنوعة من لفيفة بوليميرية متعددة الطبقات تستخدم في أخذ عينات من الحطام الفضائي والنيازك الصغرية، وتم تصميم نموذج مناسب للنشر في مدار أرضي منخفض.

١٠- وقامت الجامعة المفتوحة ووحدة "Unispace Kent" بتحليل بيانات الارتطام بالحطام والنيازك الميكروية، المستمدة من مكاشيف DEBIE التي اطلقت على متن سائل PROBA ذي المدار القطبي في أواخر عام ٢٠٠١. وسوف تستخدم نتائج ذلك التحليل في نهاية المطاف لتحديث نماذج الجسيمات الدقيقة الموجودة في بيئة الفضاء.

٣- نمذجة بيئة الحطام

١١- تمثل نمذجة بيئة الحطام وتطورها على المدى الطويل وما تحمله من مخاطر على النظم الفضائية المحتملة في المستقبل نشاطا بالغ الأهمية لدى باحثي المملكة المتحدة المعنيين بالحطام.

(أ) الدعم المقدم إلى الفريق العامل المعني ببيئة الحطام وقاعدة البيانات الخاصة بها، التابع لليادك

١٢- واصل باحثو المملكة المتحدة العاملين في شركة QinetiQ وجامعة ساوثهامبتون دعم عضوية المركز الوطني في الفريق العامل المعني ببيئة الحطام وقاعدة البيانات الخاصة بها، التابع لليادك، من خلال المشاركة في عدة دراسات قام بها الفريق لنمذجة بيئة الحطام. واستعان هؤلاء الباحثون، بصورة منتظمة، بنموذجي بيئة الحطام اللذين أعدا في المملكة المتحدة، وهما مجموعة البرامجيات المتكاملة لدراسة نشوء الحطام وتطوره (IDES) والنموذج الحاسوبي لتحليل ورصد الحطام الموجود في بيئة المدار المتزامن مع الأرض (DAMAGE).

(ب) نمذجة الحطام في المدارات الأرضية العالية

١٣- أثناء الفترة المستعرضة، اختتم برنامج جامعة ساوثهامبتون البحثي المخصص لتطوير الأداة البرمجياتية DAMAGE. وتولى تمويل البرنامج مجلس البحوث الخاصة بالعلوم الهندسية والفيزيائية (EPSRC) بالمملكة المتحدة. ونموذج DAMAGE مخصص لتحليل الحطام الفضائي في المدارات الأرضية العالية، ولا سيما المدار الثابت بالنسبة للأرض. وتطرح عمليتا نمذجة وتحليل بيئة الحطام في المدار الثابت بالنسبة للأرض، وما يقترن به من مخاطر على النظم الموجودة في ذلك المدار، تحديات فريدة أمام النموذج تختلف عن تحديات معالجة مسألة الحطام في المدارات الأرضية المنخفضة.

(ج) النموذج السريع لانتشار السحاب الحطامي

١٤- أنجز مؤخرا في جامعة ساوثهامبتون برنامج بحثي بمرحلة الدراسات العليا (دكتوراه الفلسفة) لاستحداث نموذج سريع لانتشار السحاب الحطامي. وتناول العمل في إطار هذا البرنامج مسألة التكاليف الحوسبية المرتبطة بنمذجة انتشار سحابة حطامية مؤلفة من شظايا عديدة على مدى فترة زمنية طويلة (١٠-١٠٠ سنة). ودراسة تطور السحب على هذا النحو أمر لازم في جميع الأدوات النمطية لتحليل بيئة الحطام ومخاطره. ويلزم عادة اجراء موازنة بين دقة النمذجة وحجم الجهد الحوسبي. وقد تناول العمل المضطلع به نمذجة انتشار السحابة الحطامية الناشئة عن حادث تكسّر، مع معاملة انتشار شظايا السحابة على أنه توزّع

متغير عشوائي. وقد تبين أن نمذجة البارامترات التي تحدد الخصائص الاحصائية للسحابة تقلل الجهد الحوسبي بدرجة ملحوظة، خصوصا فيما يتعلق بالسحب التي تضم أعدادا ضخمة من الشظايا المنفردة. كما تبين أن النتائج كانت دقيقة بما يكفي لاستخدامها في تقييمات مخاطر الحطام على المدى الطويل.

(د) نمذجة تفاعل الحبال الفضائية مع بيئة الحطام

١٥- ضمن اطار برنامج بحثي آخر على مستوى الدكتوراه بجامعة ساوثهامبتون، استحدثت أداة برمجياتية لدراسة مخاطر ارتطام الحطام بنظم الحبال الفضائية. واستخدمت البرمجية طريقة التوزعات الحقلية الاحتمالية، مما أتاح نمذجة الحبال المرنة الأحادية الجديدة والثنائية الجديدة على السواء. وتوفر هذه التقنية وسيلة دقيقة لتقييم خطر انقطاع الحبل في بعثة ما، وان كان يعيها ارتفاع التكاليف الحوسبية.

٤- حماية المركبات الفضائية من الحطام وتقييم المخاطر وتفاذي الاصطدام

١٦- يمثل تقييم المخاطر التي تتهدد المركبات الفضائية من ارتطامات الحطام الفاتحة السرعة وحماية تلك المركبات منها مجالا بحثيا آخر لا تزال المملكة المتحدة ناشطة جدا فيه.

(أ) الدعم المقدم إلى فريق اليادك العامل المعني بالحماية

١٧- واصلت شركة QinetiQ توفير مشاركة نشطة من جانب المملكة المتحدة في فريق اليادك العامل المعني بالحماية، نيابة عن المركز الوطني. وتتولى المملكة المتحدة حاليا رئاسة الفريق العامل، وهي منصب مدته سنتان سينتهي شغلها له أبان اجتماع اليادك الثاني والعشرين الذي سيعقد في نيسان/أبريل ٢٠٠٤. ومن أبرز مهام الفريق العامل الجارية وضع دليل للحماية يتضمن معلومات تقنية بشأن تقييم مخاطر الحطام على المركبات الفضائية وحمايتها منه. وهذا النشاط، الذي يشرف عليه رئيس الفريق العامل، يوشك على الانتهاء وسوف تنشر الوثيقة المنبثقة عنه في صفحة اليادك على الويب.

(ب) نمذجة قابلية السوائل للبقاء

١٨- واصلت شركة QinetiQ استخدام نموذج SHIELD البرمجي في تقييم قابلية تصاميم المركبات الفضائية غير المأهولة للبقاء في بيئة الحطام، وتقديم توصيات باستراتيجيات ملائمة ناجعة التكلفة للحماية من الحطام. وأجري مزيد من عمليات المحاكاة لتقييم شدة ارتطام الحطام وأثره الاحترافي ومخاطره التعطيلية على نموذج تمثيلي ثلاثي الأبعاد للمركبة الفضائية

المخصصة لعمليات الأرصاد الجوية، والتي ستطلق في عام ٢٠٠٥. وقد أتاح هذه التقييم تحديد العناصر الأشد ضعفا في تصميم المركبة الفضائية، مما يبين المواضيع التي تكون فيها الحماية الإضافية ذات فائدة قصوى.

١٩- وتشارك شركة QinetiQ أيضا في عقد أبرمته الإيسا، يتولى قيادة العمل فيه معهد Ernst Mach في ألمانيا، لتحديد خصائص ردود أفعال معدات المركبات الفضائية النمطية عند الارتطام بالحطام والنيازك. وسيضطلع ببرنامج واسع النطاق لاختبار آثار الارتطام وسيدرج في نموذج SHIELD ما يتمخض عن ذلك من معادلات لحساب الأضرار وبهذه المعادلات الجديدة، سيكون النموذج قادرا على توفير تقييم أدق لقابلية المركبات الفضائية غير المأهولة النمطية للبقاء.

(ج) المحاكاة العددية للارتطامات الفائقة السرعة

٢٠- واصلت شركة Century Dynamics تطوير ودعم وبيع برامجية NUTODYN إلى الأوساط المعنية بالفضاء في كل أنحاء العالم، بما في ذلك وكالات الفضاء والشركات الصناعية والمؤسسات الأكاديمية.

٢١- وثمة مشروع بحثي مدته سنتان، يضطلع به لصالح الإيسا، أوشك على الانتهاء وسيفضي إلى تقدم ملحوظ في تحسين القدرة على نمذجة المواد المركبة في ظروف تعرضها لارتطامات فائقة السرعة. وأنجزت أثناء السنة الماضية ثلاثة مشاريع أخرى لصالح الإيسا والمركز الوطني وشركة Astrium وبالتعاون معها، وتتعلق بما يلي: حماية الهياكل الساتلية النخروبية؛ الأضرار التي تصيب الهياكل المصنوعة من اللدائن المقواة بألياف كربونية؛ والارتطامات الشديدة الميل بهيكل الساتل العلمي المتعدد المرايا لدراسة مصادر الأشعة السينية.

(د) اختبار الارتطامات الفائقة السرعة

٢٢- واصلت جامعة كنت استعمالها الواسع النطاق لمدفع الغاز الخفيف الثنائي المرحلة الموجود لديها في بحوث الارتطامات الفائقة السرعة. وقد زادت السرعة القصوى للمدفع فأصبحت تتجاوز ٨ كم/ثا. واشتمل العمل المتعلق بالحطام الفضائي أثناء السنة الماضية على دراسة لما يحدثه الارتطام من أضرار في الحبال الفضائية. وفي السنة القادمة، سوف يركز أحد البرامج البحثية في إطار الدراسات العليا بجامعة كنت على تحليل الأضرار التي تحدثها الارتطامات في المواد النمطية للمركبات الفضائية.

٢٣- وأوشك مدفع الغاز الخفيف الثنائي المرحلة الموجود لدى مختبر الارتطامات الفائقة السرعة الجديد بالجامعة المفتوحة على أن يصبح جاهزا للعمل. ويقوم هذا المرفق بتعجيل مقذوفات ميليمترية المقاس إلى سرعات تضاهي سرعات الحطام الفضائي النمطية، وهو يستخدم لتقييم استجابة المكاشيف والأضرار الناشئة عن الحطام. ويمثل المدفع تكملة لمرافق Van De Graaf لدراسة الجسيمات الصغيرة، الموجودة في المختبر ذاته.

٥- تخفيف الحطام

(أ) الدعم المقدم إلى فريق اليادك العامل المعني بالتخفيف

٢٤- في إطار فريق اليادك العامل المعني بالتخفيف، أجرت شركة QinetiQ، التي تتولى تمثيل المركز الوطني البريطاني، دراسة لتوصية اليادك الخاصة بنقل السواتل الموجودة في المدار الثابت بالنسبة للأرض التي بلغت نهاية عمرها النافع إلى مدارات أخرى. وتستهدف الدراسة تحسين معرفة الجوانب المتعلقة بضمان عدم تفاعل السواتل المنقولة من المدار الثابت بالنسبة للأرض مع منطقة ذلك المدار لاحقا. وقد أجريت الدراسة بالتعاون مع جامعة ساوثهامبتون ومع شركة Aerospace Corporation بالولايات المتحدة.

(ب) وضع معايير موحدة لتخفيف الحطام

٢٥- واصلت شركة EADS/Astrium أنشطتها المنسقة بشأن موضوع الحطام، مع تركيز خاص على المسائل الصناعية المتعلقة بتخفيف الحطام. وخلص العمل الذي اضطلعت به تلك الشركة، والذي تقوده المملكة المتحدة، إلى نتيجة مؤداها أن مشاريع المعايير الموحدة والمبادئ التوجيهية الأوروبية والدولية الحالية ليست مناسبة للتنفيذ على صعيد الصناعة، وهذا يعزى جزئيا إلى الطريقة التي صيغت بها المتطلبات. وقد أجرت EADS/Astrium تحليلا تحت عنوان "الأدوار والمسؤوليات" حددت فيه أدوارا رئيسية للهيئات المعنية بالتوحيد القياسي والمصممي المركبات الفضائية وصانعيها.

٢٦- وأبدت شركة EADS/Astrium تأييدها التام لسياسة مبادرة "التعاون الأوروبي على وضع معايير فضائية موحدة" (ECSS) والمركز الوطني البريطاني (BNSC) المتمثلة في اتباع نهج تقره المنظمة الدولية للتوحيد القياسي في وضع معايير موحدة بشأن الحطام الفضائي، وشاركت لهذا الغرض مشاركة نشطة في المناقشات المتعلقة بالحطام الفضائي:

(أ) على الصعيد الوطني (المؤسسة البريطانية للتوحيد القياسي (BSI))؛

(ب) على صعيد توحيد المعايير الأوروبية (مبادرة "التعاون الأوروبي على وضع معايير فضائية موحدة"، وخصوصا الفريق العامل المعني بالحطام الفضائي، المكلف بتمثيل المبادرة ضمن اطار المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (الإيسو))؛

(ج) على صعيد الرابطات المهنية الأوروبية (الفريق الصناعي الأوروبي لتدارس شؤون الفضاء (Eurosace))؛
بتقديم الدعم التقني إلى وفد المملكة المتحدة في اجتماعات الياذك.

٢٧- وقامت شركة EADS/Astrium بدور قيادي في فريق التنسيق المعني بالحطام المداري، التابع للإيسو، ووفرت الخبرة التقنية اللازمة لدعم وفد المملكة المتحدة. ويتولى الفريق قيادة العمل المتعلق بتحديد اطار معياري لمناورات نهاية العمر.

٢٨- وضمن اطار المملكة المتحدة، واصلت EADS/Astrium بناء قدرات تقنية قوية في ميدان الحطام، بما في ذلك نمذجة الاصطدامات وتفادي الاصطدامات.

(ج) اجراءات ترخيص السواتل

٢٩- يتولى المركز الوطني مسؤولية اصدار التراخيص للتأكد من أن سواتل المملكة المتحدة تُطلق وتشغّل وفقا لالتزامات المملكة المتحدة. بمقتضى قانون الفضاء الخارجي لعام ١٩٨٦. ومن أجل مساعدة المركز الوطني في عملية تقييم التراخيص، استحدثت شركة QinetiQ قبل سنتين أداة برمجياتية لاجراء تقييمات لمخاطر الاصطدامات التي تحدث لسواتل المملكة المتحدة العاملة في منطقة المدار الثابت بالنسبة للأرض وتحديد المسؤولية عن تلك الاصطدامات. وأثناء السنة الماضية، جرى توسيع هذه الأداة لتشمل السواتل العاملة في منطقة المدارات الأرضية المنخفضة. وعلى الصعيد العملي، استخدمت هذه الأداة، التي أطلق عليها اسم "أداة تقييم اصطدامات السواتل لأغراض اجراءات الترخيص في المملكة المتحدة" (SCALP)، لتقييم ثلاثة نظم ساتلية تابعة للمملكة المتحدة، هي: Skynet، وتشكيلة سواتل المملكة المتحدة الخاصة برصد الكوارث وسواتل Bilsat، والساتل AMC-2. وإثر ذلك التقييم، منحت تراخيص للنظم الثلاثة كلها.

(د) أداة تقييم مخاطر الحطام وتحليل تدابير تخفيفها

٣٠- تقوم QinetiQ حاليا، بتكليف من الإيسا، باستحداث أداة برمجياتية لتقييم مخاطر الحطام وتحليل تدابير تخفيفها. والغاية من هذه الأداة هي تمكين البرامج المعنية بالسواتل في أوروبا من تقييم مدى امتثالها لمشروع المعايير الأوروبية لتوفير الأمان من الحطام الفضائي

وتخفيف مخاطره. واطرافة إلى ذلك، يجري استغلال نموذج DELTA البيئي الطويل الأمد الذي حُسن مؤخرًا (والذي استحدثته أيضا QinetiQ لصالح الإيسا) في تحديث النتائج الموجودة في دليل الإيسا الخاص بتخفيف الحطام الفضائي، الذي يتضمن تحليلًا مستفيضا لتطور بيئة الحطام على المدى الطويل ولفاعلية تدابير التخفيف.

(هـ) ازالة الحطام فعليا من المدار الثابت بالنسبة للأرض

٣١- ثمة فريق دولي مؤلف من شركات QinetiQ و ESYS و OHB-System (ألمانيا) و Dutch Space أنجز مؤخرًا عقدا ممولًا من الإيسا لدراسة امكانية قيام مركبة فضائية روبوتية بازالة الأجسام الخطرة من المدار الثابت بالنسبة للأرض. وقد تناول هذا المشروع، المعنون "الجهاز الروبوتي لترميم المدار الثابت بالنسبة للأرض"، احتمالات الاصطدام في ذلك المدار، وحدد سيناريوهات قابلة للتطبيق اقتصاديا وتقنيا لايفاد بعثات لذلك الغرض، واقتراح حلا مناسبًا. وشمل التحليل عرضًا مفصلاً لكيفية استغلال حلقة ذلك المدار في الوقت الحاضر وتقييمًا لأعطال السواتل التي أثرت على السواتل الموجودة فيه. وتناول المشروع أيضا الاتجاهات العامة في سوق المدار الثابت بالنسبة للأرض ونزوع مشغلي السواتل إلى ازالة موجوداتهم من منطقة عمليات ذلك المدار عند انتهاء عمرها النافع. وقد صممت عملية محاكاة المدار الثابت بالنسبة للأرض اجمالًا لتحديد احتمالات الاصطدام في ذلك المدار وبحيث تأخذ في الاعتبار آثار اعطال السواتل وعمليات الاطلاق المقبلة واتجاهات إبدال المدار.

٣٢- وقد تبين أن خفض احتمالات الاصطدام في المدار الثابت بالنسبة للأرض باستخدام بعثة تدخّل يتوقف في المقام الأول على مدى نجاعة تكاليف ذلك الحل ومدى رغبة الأطراف المهتمة في تنفيذه. وقد قيّمت الدراسة الجوانب الاقتصادية والتقنية لعدد من سيناريوهات البعثات للتوصل إلى فكرة تدخّل سديدة. ونتيجة لذلك، كان الحل التقني المحبذ مبتكرًا ولا يتطلب سوى القليل من استخدام العناصر الروبوتية المعقدة. وينطوي الحل على استخدام سائل يستعمل نظام دسر كهربائي شديد الدفع لتفقد عدد كبير من الأجسام المستهدفة. وفي كل تفقد، يلتقط الهدف باستخدام بسيط للقط الركاب ثم ينقل إلى مدار دفن على ارتفاع أعلى من المدار الثابت بالنسبة للأرض. ويرتقب أن تتمثل التحديات الطويرية الرئيسية في الخطاوف وما يرتبط به من أجهزة فرعية لضبط وضعيته ومداره، وفي العناصر اللازمة للتوجيه والملاحاة والتحكم، التي هي ضرورية للاقتراب الآمن من الأجسام المستهدفة غير الحكومة وغير الطيّعة. وقد بينت الدراسة أيضا تكاليف مرحلة التطوير ومراحل التشغيل وجداولها الزمنية.

ثالثاً - الردود الواردة من المنظمات الدولية

لجنة أبحاث الفضاء

[الأصل: بالانكليزية]

- ١- نشطت لجنة أبحاث الفضاء (الكوسبار) في تعزيز فهم مشكلة الحطام الفضائي، ودعمت الجهود الرامية إلى إيجاد حل عالمي بشأن تخفيف الحطام. فقد عقد اجتماعان علميان بشأن الحطام الفضائي أثناء الدورة الثالثة والثلاثين لجمعية الكوسبار العلمية، التي عقدت في وارسو من ١٦ إلى ٢٣ تموز/يوليه ٢٠٠٠، وأثناء الدورة الرابعة والثلاثين لجمعية الكوسبار العلمية، التي عقدت في هيوستن، تكساس، من ١٠ إلى ١٩ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٢ ونظمت بالاشتراك مع الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية (الاياف) لتأخذ صفة المؤتمر العالمي للفضاء. وازدادة إلى ذلك، تولت الكوسبار رعاية المؤتمر الأوروبي الثالث بشأن الحطام الفضائي، الذي عقد في مقر المركز الأوروبي للعمليات الفضائية في دارمشتات، ألمانيا، من ١٩ إلى ٢١ آذار/مارس ٢٠٠١.
- ٢- وهذه الأحداث، التي تناولت كل أنواع المسائل التقنية المتعلقة بالحطام الفضائي، وفرت للمشاركين من كل أنحاء العالم محفلاً لعرض نتائج بحوثهم ول مناقشة الخطوات القادمة. وكان من المواضيع الهامة التي نوقشت إيجاد طرائق ناجعة لتكثفة للتقليل من تكوّن الحطام الفضائي إلى أدنى حد ممكن، ونهوج لخفض عدد جسيمات الحطام الموجود في المدار.
- ٣- وفي الاجتماع العلمي بشأن الحطام الفضائي، الذي عقد أثناء المؤتمر العالمي للفضاء ونُظّم بالاشتراك مع الأكاديمية الدولية للملاحة الفضائية، عرضت ٥٧ ورقة بحث، أعد بعضها بناء على تكثيف وبعضها الآخر دون تكثيف، و٢٦ ملصقا. واشتمل الاجتماع على ست جلسات تناولت المجالات الرئيسية التالية: (أ) قياس ونمذجة الحطام الفضائي والنيازك؛ (ب) تحليل المخاطر؛ (ج) الارتطامات الفائقة السرعة والحماية منها؛ (د) تدابير ومعايير تخفيف الحطام. ومما يبرز أهمية حلقة المدار الثابت بالنسبة للأرض أنه خصصت لها جلسة كاملة. ويجدر التنويه بأنه يوجد في ذلك المدار حالياً أكثر من ٣٠٠ مركبة فضائية محكومة.
- ٤- وتناولت عدة دراسات تحسين قدرات الرصد من سطح الأرض وفي الفضاء باستخدام أجهزة استشعار رادارية وبصرية. وعالجت تلك الدراسات مواضيع مثل:
- (أ) تجارب، حظيرة الحزم الرادارية التي تجرى باستخدام رادار المؤسسة البحثية الألمانية للعلوم التطبيقية، الذي تبلغ حساسيته ٢ سم على مسافة ١٠٠٠ كيلومتر؛

(ب) النتيجة الايجابية لدراسة الجدوى المتعلقة باستخدام منظومة رادارات الغلاف الأيوني، التابعة للمرفق الأوروبي لدراسة التشتت اللامترابط في منطقة الشفق القطبي، في كشف جسيمات الحطام الفضائي الصغيرة (التي يقل مقاسها عن ١٠ سنتيمترات) في المدارات الأرضية المنخفضة؛

(ج) كشف جسيمات الحطام الصغيرة بواسطة تقنيات رادار القياس التداخلية المديد القاعدة، باستخدام مرافق Eypatoria في أوكرانيا؛

(د) برنامج القياس البصري للحطام الفضائي لدى وكالة ناسا وفي محطة Maui البصرية التابعة للقوات الجوية بالولايات المتحدة؛

(هـ) النتائج الأولى لعمليات الرصد في مدارات النقل القليلة الميل من المدار الثابت بالنسبة للأرض بواسطة مقراب الإيسا الموجود في تينيريفه (جزر الكناري) الذي يبلغ قطره مترا واحدا.

٥- ونوقش في عدة ورقات تحديد خصائص الحطام الصغرى والنيازك في الفضاء القريب من الأرض. وتناولت تلك الأوراق المواضيع التالية:

(أ) دور الطراحات الثانوية في زيادة عدد جسيمات الحطام الفضائي؛

(ب) مكشاف الغبار الملحق بمكشاف الارتطامات في المدار الثابت بالنسبة للأرض، الذي تحمله بعثتا Galileo و Ulysses، والذي أطلق في المدار الثابت بالنسبة للأرض في أيلول/سبتمبر ١٩٩٦ على متن الساتل الروسي Express-2 وأنهى عملياته في عام ٢٠٠٢؛

(ج) نتائج جهود الرصد التي اضطلعت بها بعثة Leonid في السنوات الماضية مع نظرة مسبقة إلى تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٢.

٦- وكurst عدة عروض نماذج محسنة لدراسة تجمعات الحطام الفضائي، مثل نموذجي ناسا EVOLVE 5.0 و LEGEND، وهذا الأخير هو نموذج ثلاثي الأبعاد لدراسة تطور الحطام في المدارات الأرضية المنخفضة والمدار الثابت بالنسبة للأرض، ونموذج الإيسا المرجعي للنيازك والحطام الفضائي في بيئة الكرة الأرضية لعام ٢٠٠١ (MASTER 2001). وكان هناك تقرير عن التحقق من صحة نموذج وكالة ناسا الخاص بالتشظي الناتج عن الانفجار والذي يدرس الجسيمات الصغيرة التي يصل مقاسها إلى ميليمتر واحد. ولنماذج التشظي أهمية جوهرية لدراسة نماذج الحطام الفضائي، إذ تقدم وصفا للسحب الحطامية وتطورها المستقبلي.

٧- وتناول بعض العروض مواضيع هامة مثل التقدم المحرز في نمذجة الارتطامات الفائقة السرعة والحماية منها، ونتائج تحليل ارتطامات الحطام والنيازك بالمكوك الفضائي بعد كل رحلة، والمخطط الأولي لطرائق ناجعة لتكلفة لحماية المركبات الفضائية غير المأهولة من الارتطامات.

٨- وتناولت عدة ورقات عمليات الرصد البصرية في المدار الثابت بالنسبة للأرض، ونمو عدد الأجسام الاصطناعية في تلك المنطقة ومخاطر الاصطدام الناتجة عن ذلك. وقد شهد ذلك المدار حادثي تكسر على الأقل (مركبة فضائية من طراز Ekran ومرحلة صاروخية وسيطة من طراز Titan). غير أنه لم تجر فهرسة الشظايا، وهذا يعني أن مداراتها غير معروفة. ولن تغادر هذه الشظايا منطقة المدار الثابت بالنسبة للأرض. وقد تركزت الجهود على كشف الشظايا وخفض عتبة الكشف حتى مقياس ١٠-٢٠ سم، حيث أحرز تقدم ملحوظ. وكان هناك عرض تناول المسائل العملية لتفادي الاصطدام.

٩- وقد كرست عدة وكالات فضائية جهداً كبيراً لتدابير منع تكوّن الحطام وأثرها في تطور أعداد الحطام على المدى الطويل. فالإكتفاء بقمع الانفجارات له أثر طفيف في التطور الطويل الأمد. والمطلوب هو التخلص من المركبات الفضائية والمراحل الصاروخية العليا بعد انتهاء مهمتها، بطرائق مثل انزال تلك المركبات والصواريخ من المدار فور انتهاء مهمتها أو نقلها فوراً إلى مدار ذي عمر محدود (دون ٢٥ سنة مثلاً). ويبيّن أحد العروض أن استقرار مدارات التخلص الخاصة بالنظم الساتلية الملاحية GPS (النظام العالمي لتحديد المواقع) و GLONASS (الشبكة العالمية لسواتل الملاحية) و Galileo يتوقف كثيراً على ماهية المدار. وثمة حاجة إلى مزيد من العمل لتحديد مدارات تخلص ناجعة التكلفة ومستقرة.

١٠- وجرى أثناء الاجتماع العلمي عرض دليل الإيسا الخاص بتخفيف الحطام الفضائي لعام ٢٠٠٢. ونظر المشاركون في مسائل هامة مثل تكاليف طرائق تخفيف الحطام وجوانبه التي يلزم أخذها بعين الاعتبار وتنفيذها أثناء تصميم المركبات الفضائية وتشغيلها.

١١- وثمة مجال متزايد الأهمية هو ما ينشأ على سطح الأرض من مخاطر تتعلق بقابلية المركبة الفضائية للبقاء أثناء رجوعها إلى الغلاف الجوي. وقدم تحليلاً لساتلي BeppoSax و UARS (الساتل البحثي لدراسة الغلاف الجوي الأعلى)، أعقبه تحديث المعلومات المتعلقة بالأداة التحليلية لرجوع المركبات الفضائية إلى الغلاف الجوي وتكسرها الأيروحراري (SCARAB) التي استحدثتها الإيسا لدراسة الرجوع الإتلافي.

١٢- وقدم عرض وجيز لمشروع المعايير الأوروبية لتوفير الأمان من الحطام الفضائي وتخفيف مخاطره، الذي يقوم بوضعه فريق عامل يضم أعضاء الإيسا ووكالات فضائية وطنية (وكالة الفضاء الإيطالية والمركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء والمركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية والمركز الألماني لبحوث الفضاء الجوي). وتركز المعايير على تدابير منع تكوّن الحطام وعلى فكرة تحديد مناطق محمية في المدارات الأرضية المنخفضة والمدار الثابت بالنسبة للأرض حيث بلغ التلوث درجات قصوى. وقد استند مشروع المعايير إلى مبادئ اليادك التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي.

١٣- وقدم عرض لتقرير يتضمن وصفاً لآخر الأنشطة المتعلقة بالحطام الفضائي في اليابان (الأنشطة الترويجية، عمليات الرصد، تدابير الحماية، تدابير تخفيف الحطام) والبحوث المتعلقة بالحطام التي ستطلع المؤسسة الفضائية اليابانية المعززة الجديدة التي ستبدأ عملها في عام ٢٠٠٤.

١٤- ووفر الاجتماع العلمي بشأن الحطام الفضائي لمحة مجملة محدّثة عن الأنشطة البحثية الجارية على نطاق العالم وعن المعارف التقنية المتاحة حالياً في ميدان الحطام الفضائي. ومع أنه لوحظ احراز تقدم في مختلف الأنشطة البحثية، فيلزم بذل جهود ضخمة أخرى لضمان تطبيق تدابير منع تكوّن الحطام تطبيقاً موحداً ودؤوباً في تصميم النظم الفضائية وتشغيلها من جانب جميع مستخدمي الفضاء. وفي هذه العملية، تؤدي المداولات المتعلقة بالحطام الفضائي داخل لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية دوراً محورياً في السعي إلى إيجاد حل عالمي لتطبيق تدابير تخفيف الحطام.