

Distr.: General
17 March 2003
Arabic
Original: English

الجمعية العامة



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

مذكرة من الأمانة العامة*

إضافة

المحتويات

الصفحة

٢	 ثانياً - الردود المتلقاة من الدول الأعضاء
٢	 ألمانيا
١١	 الولايات المتحدة الأمريكية

* تتضمن هذه الوثيقة الردود الواردة من الدول الأعضاء في الفترة من ٥ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٢ إلى ١٤ آذار/مارس ٢٠٠٣.



ثانياً - الردود المتلقاة من الدول الأعضاء

ألمانيا

١ - تتركز جميع الأنشطة الممولة وطنياً في مجال البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي في مشروع واحد متماسك عنوانه "الخدمة الكاملة في مجال الحطام الفضائي" (سدتييس). وقد مضى على العمل في المشروع حتى الآن أكثر من عام. وجاء وصفه بالتفصيل في التقرير الأخير عن البحوث الوطنية المتعلقة بالحطام الفضائي (انظر الوثيقة A/AC.105/751/Add.2). ويرد في هذا التقرير الحالي وصف للحالة الراهنة.

٢ - أما سائر الأنشطة التي تضطلع بها معاهد البحوث أو الشركات الألمانية فتُنفَّذ بموجب عقود تبرم مع وكالة الفضاء الأوروبية، وسيجري عرض تلك الأنشطة في تقرير وكالة الفضاء الأوروبية الموازي لهذا التقرير.

مشروع الخدمة الكاملة في مجال الحطام الفضائي

مقدمة

٣ - ستتولى الخدمة الكاملة دعم صانعي المركبات الفضائية ومورديها وكذلك مشغليها في النظر في جميع الجوانب المتصلة باحتساب الحطام الفضائي والتخفيف منه، ابتداء من تصميم أي مركبة فضائية وتطويرها ومروراً بمرحلة تشغيلها ولغاية انتهاء البعثة المخططة بها، وكذلك في المرحلة اللاحقة المتمثلة في استهلال تدابير التخلص منها، مثل التخميد والخروج من المدار أو العودة إلى المدار. ومن الضروري أيضاً تزويد المستعملين بالمساعدة في كيفية تحليل المخاطر المترتبة على الحطام الفضائي، وبالمفاهيم المتعلقة بتدابير الوقاية من تأثير الحطام، وبتقدير للتكاليف اللازمة. وفي إطار المشروع، ستُنشأ عملية لتوفير مبادئ توجيهية وأدوات هندسية لمصممي المركبات الفضائية ومشغليها بما يمكنهم من التعاطي مع مشكلة الحطام الفضائي على نحو متوافق مع المعايير القائمة. وستصف المبادئ التوجيهية للخدمة الكاملة تلك العملية في شكل تعليمات. وسيجري في المستقبل تكثيف الاتصالات بين المحللين والعلماء وسائر الجهات التي تنظر في المبادئ التوجيهية.

٤ - ينقسم المشروع إلى رُزم العمل الرئيسية الست التالية:

(أ) مفهوم الخدمة الكاملة؛

(ب) دراسات تتناول الاحتياجات الوطنية وحالة المعارف؛

(ج) تدابير التخفيف المطبقة على تصميم المركبة الفضائية؛

(د) تدابير التخفيف المطبقة على تشغيل المركبة الفضائية؛

(هـ) تطبيق مشروع رائد وطني؛

(و) الجوانب البرنامجية.

٥- ويتولى رعاية المشروع المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي عن طريق توفير أموال حكومية من وزارة التعليم والبحوث الألمانية.

مفهوم الخدمة الكاملة (رزمة العمل ١٠٠٠)

استعراض المعايير

٦- في إطار خطوة أولى، أجري استعراض مقارنة للمعايير الوطنية والدولية القائمة المتصلة بتخفيف الحطام الفضائي. وتمت دراسة المعايير التالية:

(أ) معايير الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) في الولايات المتحدة الأمريكية؛

(ب) متطلبات السلامة - الحطام الفضائي، لدى المركز الوطني للدراسات الفضائية في فرنسا؛

(ج) مشروع المعايير الأوروبية لتخفيف الحطام الفضائي والسلامة (ايدمس)؛

(د) معايير تخفيف الحطام الفضائي لدى الوكالة الوطنية للتنمية الفضائية (ناسدا) في اليابان؛

(هـ) المعايير الفرعية - مفردات تكنولوجيا الفضاء، لدى وكالة الفضاء والطيران الروسية (روزافياكوسموس)؛

(و) المبادئ التوجيهية للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي (آيادك) (الوثيقة IADC/SG/(2001)107.Rev.2.2).

٧- وتم الحصول على مزيد من المعلومات من وثائق أخرى ومنها وثائق عن الممارسات الموحدة لتخفيف الحطام المداري لدى حكومة الولايات المتحدة، والمعايير الأوروبية ECSS-E-10-04 و ECSS-E-10A و ECSS-E-Q-40A الخاصة بالتعاون الأوروبي من أجل

التوحيد القياسي في مجال الفضاء، ودليل الوقاية للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي، وكتيب تخفيف الحطام الفضائي لوكالة الفضاء الأوروبية.

٨- تم أيضا تقييم المعايير من حيث الكيفية التي تُعالج بها مختلف جوانب تدابير التخفيف، من قبيل "الحد من الأجسام المتصلة بالبعثة" و "التحطم القصدي" و "تهوية الوقود الدفعي المتبقي" و "تخميد البطاريات وأوعية الضغط والعجلات وما شابهها" و "احتساب الاصطدام" و "الخروج من المدار والعودة إلى المدار" و "تقلص عمر التشغيل نتيجة لأنشطة ما بعد البعثة" و "إزالة الحطام من المدار".

المتطلبات المتعلقة بالخدمة الكاملة

٩- جمعت المتطلبات المتعلقة بالخدمة الكاملة من منظور المستعمل في وثيقة متطلبات المستعملين، التي يقصد بها أن تكون قائمة بالمتطلبات التي يتعين على الخدمة تلبيتها. وتنقسم هذه المتطلبات إلى خمس فئات، بحيث تتناول مختلف أنواع المتطلبات المتعلقة بالخدمة الكاملة (وهي أهداف الخدمة الكاملة وتطبيقاتها وإنجازاتها، والمتطلبات من الأدوات والوثائق).

المبادئ التوجيهية للخدمة الكاملة

١٠- استنادا إلى المتطلبات المدرجة في وثيقة متطلبات المستعملين (URD)، تم وضع المبادئ التوجيهية للخدمة الكاملة (SDETES). وتعرض المبادئ التوجيهية للخدمة الكاملة جميع متطلبات العملية الناتجة عن متطلبات المستعملين، فتصف التدابير الواجب تطبيقها خلال هذه العملية من أجل تحقيق تلك المتطلبات. وحال تحديث الوثيقة في نهاية مشروع الخدمة الكاملة، فإنها ستشكل المبادئ التوجيهية للعملية المستخدمة خلال مراحل صوغ المفهوم ووضع التصميم والتطوير لأي مشروع فضائي بغية الوفاء بنجاح بجميع المتطلبات المتعلقة بالحطام الفضائي.

١١- ويمكن تصميم المبادئ التوجيهية على نحو يتلاءم مع كل مشروع فضائي، بمعزل عن أي معايير محددة لتخفيف الحطام يجري تطبيقها على مشاريع الفضاء إفراديا. وبالإضافة إلى جميع المتطلبات التقنية الناتجة عن متطلبات المستعملين وما هو قائم حاليا من المعايير المتصلة بالحطام الفضائي وغيرها من الاعتبارات المتصلة بالحطام الفضائي، تتضمن المبادئ التوجيهية أيضا ما يطلق عليه "تعليمات العمل" المتعلقة بكل من المتطلبات. وتصف تعليمات العمل جميع الخطوات الواجب الاضطلاع بها في تطبيق كل مطلب لتخفيف الحطام بعينه والتحقق من حالة امتثاله. وتمثل هذه المبادئ التوجيهية أحد المخرجات المهمة من المشروع من حيث

أنها توفر روابط بجميع نتائج المشروع ومن حيث أن المقصود بها أن تكون الوثيقة المرجعية الرئيسية لمستعمل الخدمة.

دراسة الاحتياجات الوطنية وحالة المعارف (رزمة العمل ٢٠٠٠)

١٢ - من أجل التوصل إلى فهم أفضل للاحتياجات الوطنية وللحالة التي وصلت إليها المعارف بشأن الحطام الفضائي، تم إعداد وإجراء دراسة على أوساط مجتمع الطيران الفضائي في ألمانيا من خلال عمليات تدقيقية ومقابلات واستبيانات. وحُدِّدت مجموعة مستهدفة اختيرت من بين كيانات كالصناعة ومشغلي السواتل ومعاهد البحوث ووكالة الفضاء الوطنية والوزارات والسلطات الحكومية وشركات التأمين. وأتاح التقييم والتحليل اللذان أجريا للمخرجات الناتجة عن المجموعة المستهدفة، معلومات مرتبجة أفادت مفهوم الخدمة الكاملة.

التدابير المتصلة بالتصميم لغرض تخفيف مخاطر الحطام الفضائي والحد منها (رزمة العمل ٣٠٠٠)

تحليل النيازك والحطام

١٣ - يجري تحليل للنيازك والحطام مما يتيح معلومات عن المدارات الحرجة ومستويات المخاطر التي تتعرض لها بعض المدارات على وجه التحديد، مثل مدار محطة الفضاء الدولية ومدارات التزامن الشمسي والمدار الثابت بالنسبة للأرض. واستحدثت قاعدة بيانات قائمة على شبكة الويب تتضمن نتائج محسوبة مسبقا مستقاة من النموذج المرجعي للنيازك والحطام الفضائي في بيئة الكرة الأرضية (نموذج ماستر) التابع لوكالة الفضاء الأوروبية ومن نماذج الحطام أورد (ORDEM) التابعة للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا). وستتيح هذه القاعدة لمستعملي الخدمة الوصول السهل إلى بيانات التدفقات الناتجة عن الارتطام، وإمكانية القيام بسهولة بتحليل مخاطر الارتطام المتعلقة بمختلف المدارات.

تصميم نظام مركبة الفضاء

١٤ - سيجري تحديد وتحليل ووصف جميع التدابير التصميمية الناتجة عن تطبيق التدابير المتعلقة بتخفيف الحطام الفضائي. ومن المسائل المهمة أثناء الاضطلاع بالمشروع تركيبة التصميم، التي تُقدَّر فيها الآثار المترتبة على التدابير المتعلقة بالحطام الفضائي بأكملها، مع مراعاة التفاعل بين جميع النظم الفرعية للعربة الفضائية. وستصف الخدمة الكاملة ما هي

الخيارات التقنية المتاحة لغرض تحقيق أي من المتطلبات المحددة الخاصة بالحطام الفضائي، وما فيها من مزايا ومساوئ، والكيفية التي يمكن أن تؤثر بها في نظم فرعية أخرى من المركبة الفضائية. وبالتالي، إذا ما تعيّن على الجهة المستعملة أن تطبّق معايير محددة خاصة بالحطام الفضائي في مشروعها الساتلي، فإن الخدمة الكاملة ستوفر حلولاً تقنية للمتطلبات الناتجة عن تلك المعايير.

تصميم نظام الحماية

١٥- تعد حماية المركبة الفضائية جانباً مهماً من المشروع. وستوفر الخدمة الكاملة معلومات عن نظم الحماية المتاحة وأساليب التحقق الموازية لها. ويجري صوغ معادلات متطورة بشأن الأضرار لاستخدامها في نظم الحماية من الارتطام على نحو يراعي الجيومتريرات الجسيمية على نحو أكثر واقعية. وسيتيح ذلك للمستعمل اختيار نظام الحماية المناسب وإجراء تحاليل أكثر دقة للأضرار، وتطبيق تدابير فعالة بشأن التصميم. والمهام الواجب أدائها في إطار رزمة العمل هذه هي:

(أ) وصف نظم الحماية من النيازك والحطام الفضائي وكذلك المعادلات الموازية لها الخاصة بالأضرار؛

(ب) وصف حالة الحرجية في النظم الفرعية للمركبة الفضائية؛

(ج) وصف العمليات المتصلة بحالات الضرر والإخفاق؛

(د) وضع أساليب لزيادة حماية النظم الفرعية الحرجة وقابليتها للبقاء؛

(هـ) الاضطلاع باختبارات الارتطام لغرض صوغ المعادلات المتطورة الخاصة بالأضرار والتحقق منها؛

(و) الارتقاء بأداة تحليل المخاطر، أداة تحليل الحماية من النيازك/الحطام المداري (MDPANTO)، واستحداث حوارزميات أمثلة شاملة لنظم الحماية من النيازك والحطام الفضائي.

التدابير التشغيلية لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي والحد منها (رُزمة العمل ٤٠٠)

التدابير التشغيلية

١٦- تشمل المعايير الفعلية المتصلة بالحطام الفضائي متطلبات لتجنب نشوء حطام فضائي أثناء تشغيل المركبة الفضائية وللتخلص من المركبة الفضائية عند انتهاء المرحلة التشغيلية. وفي رُزمة العمل هذه، يجري تحليل التدابير التشغيلية الناتجة عن الاعتبارات الخاصة بالحطام الفضائي وكذلك وصف المتطلبات المتصلة بالبعثة والتصميم الناجمة عن ذلك. والمهام الرئيسية الواجب إنجازها هي:

- (أ) تحليل متطلبات الساتل الناتجة عن التدابير التشغيلية لتخفيف الحطام؛
- (ب) التدابير التشغيلية المتعلقة بتخفيف الحطام وبحماية المركبة الفضائية؛
- (ج) تخطيط وتنفيذ المناورات اللازمة لتحقيق العودة إلى الغلاف الجوي أو العودة إلى المدار أو الخروج من المدار في حدود عمر تشغيلي محدود؛
- (د) تخطيط وتنفيذ المناورات اللازمة لاجتناب التصادم؛
- (هـ) وصف تأثير مختلف متطلبات البعثة على تصميم المركبة الفضائية؛
- (و) تقدير حجم التكلفة والجهد اللازمين لتطبيق التدابير التشغيلية المحددة.

التحليل الرادارية

١٧- ستحلل إمكانيات الملاحظة الرادارية للسواتل والأجسام الحطامية مع وصف تطبيقاتها المحتملة في المشاريع الساتلية. وستوصف جميع النتائج والمهام المتوقعة التي لا بد من إنجازها في سبيل الإعداد لمثل هذا التحليل، مما يتيح لفريق معني بالمشروع تقدير التكاليف والفوائد المترتبة على دراسة كهذه. ويمكن استخدام التحليل الراداري لدعم تدابير التخلص عند انتهاء عمر التشغيل في مدار أرضي منخفض وفي مدار أرضي متوسط وفي مدار ثابت بالنسبة للأرض. كما ستجري دراسة إمكانية تقييم أعطال مركبة الفضاء باستخدام البيانات الرادارية.

التحليل الخاصة بالعودة إلى الغلاف الجوي

١٨- في مسار رُزمة العمل هذه، ستجري تحاليل عديدة لدمار أو احتراق مركبة فضائية ما أثناء العودة إلى الغلاف الجوي. ويجري العمل على استعراض ومقارنة جميع أدوات

التحليل القائمة الخاصة بالعودة إلى الغلاف الجوي، وذلك لوضع أسلوب لاختيار الأداة المناسبة لتحليل بعينه من التحاليل المتصلة بالمركبة الفضائية. ويجري القيام بعمليات محاكاة بارامترية للعودة إلى الغلاف الجوي باستخدام أداة التحليل الخاصة بالعودة إلى الغلاف الجوي وهي التي تخص "التحطم الحراري الهوائي أثناء عودة المركبة الفضائية إلى الغلاف الجوي" (سكاراب) (SCARAB)، لتقييم تأثير شتى المواد والأشكال على عملية التدمير أثناء العودة إلى الغلاف الجوي. ولأغراض المشروع الرائد، سيوضع نموذج دقيق للسائل المختار وسيجري تحليل عودته إلى الغلاف الجوي من أجل تقييم التدابير التشييدية والتشغيلية المطبقة على تصميم المركبة الفضائية.

التحاليل الطويلة الأجل

١٩- يجري القيام بعمليات محاكاة طويلة الأجل لتطور الكتل الحطامية في المستقبل في ظل مراعاة مختلف تدابير التخفيف باستخدام أداة التحليل الطويل الأمد (لوكا) (LUCA). ومن شأن عمليات المحاكاة المذكورة، إلى جانب استخدام طريقة لتقدير التكاليف تم وضعها حديثاً، أن تتيح لمحة عامة عن التكاليف والفوائد المترتبة على استخدام وسائل الحماية من الحطام وتخفيفه. ويتيح ما مجموعه ١٢ من السيناريوهات المختلفة تقديراً لعدد الأجسام الحطامية الموجودة في الفضاء على مدى ٥٠ عاماً المقبلة، كما أن هذه السيناريوهات تبين الكيفية التي تؤثر بها تدابير تخفيف محددة، من قبيل مناورات التخلص عند انتهاء عمر التشغيل، على هذه الأعداد. ومن ثم، يتم قرن هذه النتائج بنموذج التكلفة، الأمر الذي يتيح تقييم فعالية التكاليف بالنسبة لكل تدبير من التدابير.

تطبيق مشروع رائد وطني (رزمة العمل ٥٠٠٠)

٢٠- سيجري إظهار نجاعة مفهوم الخدمة الكاملة عن طريق تطبيقه على مشروع وطني للسواتل. وسيستعرض النظام والبعثة الخاصين بالمركبة الفضائية الرائدة المختارة وفقاً لمفهوم الخدمة الكاملة. وستجمع متطلبات محددة أخرى في غضون الاضطلاع بالمشروع. والمهام الواجب أداؤها في غضون المشروع الرائد هي:

(أ) تحديد البيئة النيزكية والحطامية الفضائية الواجب تطبيقها في المشروع الرائد؛

(ب) تحديد المكونات الحساسة الواجب حمايتها من الارتطام بالحطام الفضائي؛

(ج) تحليل المخاطر المحتملة الناجمة عن وقوع أضرار للساتل الرائد وكذلك الأضرار المحتملة التي يسببها الساتل ذاته، بما في ذلك الحطام الفضائي المتولد عن فقد مكونات، أو نجاح العودة إلى الغلاف الجوي؛

(د) تقييم التدابير التصميمية والتشغيلية اللازمة للوفاء بالمعايير المتصلة بالحطام الفضائي المختار كالمعيار الأوروبي للتخفيف والسلامة بشأن الحطام الفضائي، ولضمان قابلية البقاء للمركبة الفضائية في البيئة الحطامية الفضائية؛

(هـ) اختيار تدابير التشييد وتقدير الجهد اللازم لتطبيق هذه التدابير؛

(و) دراسة تفاعل التدابير التصميمية المختارة ومشاكلها، واختيار الحلول المثلى واكتساب الخبرات بشأن التطبيق العملي للخدمة الكاملة؛

(ز) إجراء تحليل نسبة الفائدة إلى التكلفة للتدابير المطبقة.

الجوانب البرنامجية (رُزمة العمل ٦٠٠٠)

تحليل نسبة الفائدة إلى التكلفة

٢١- سيجري تحديد الفوائد المترتبة على تدابير تخفيف الحطام الفضائي وكذلك مقارنتها مع تكلفة تطبيقها على مشروع ساتلي ما. وتم اختيار نموذج تكلفة مناسب مقبول لدى الصناعة، أُجري عليه تعديل لغرض هذا التمرين. ويتيح استخدام ساتل حقيقي كأساس للمشروع الرائد إجراء مقارنة جيدة مع التكاليف الحقيقية. وجانب التكلفة من المشروع بالغ الأهمية بالنسبة للمستعمل، ذلك لأنه يتيح لزبون الخدمة الكاملة الحصول على لمحة عامة عن الآثار من حيث التكلفة بالنسبة لتطبيق تدابير تخفيف الحطام في إطار أي مشروع فضائي. وسيطبق نموذج التكلفة على نتائج التحليل الطويل الأمد للكتل الحطامية، مما يوفر تقييماً للعلاقة بين التكلفة والفائدة المتأتية في المستقبل.

الجوانب القانونية

٢٢- ستجمع القوانين والتوجيهات المتصلة بالمسؤولية القانونية عن الأضرار الناجمة عن حالات تصادم المركبة الفضائية أو حالات ارتطام أجزاء منها على الأرض بعد عودتها إلى الغلاف الجوي. وسيجري وصف المخاطر القانونية بالنسبة لصانعي السواتل ومشغليها وكذلك قوانين وثغرات قانونية محددة. وستقدم توصيات محددة فيما يتعلق بالجوانب القانونية لمسائل متصلة بالحطام.

التركيب

٢٣- في إطار العملية التركيبية، ستندمج النتائج والخبرات المكتسبة من خلال المشروع الرائد ضمن المبادئ التوجيهية والتعليمات العملية الخاصة للخدمة الكاملة، بما يضمن قابلية تطبيقها والارتقاء بنجاحاتها التقنية إلى أعلى مستوى تسهيلا لعمل أفرقة تصميم السواتل.

التعاون الدولي

٢٤- ابتدأ المشروع كمشروع وطني، إلا أن المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي (دلر) يعترم تنفيذه من خلال التعاون التقني. وتتوفر فرصة أولى لتطبيقه في إطار شبكة مراكز الحطام الفضائي التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية التي يندمج فيها مشروع الخدمة الكاملة. وفي الوقت نفسه، يمكن أن يعتبر المشروع إسهاما في أنشطة لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي (يادك) وفي مبادرات اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورة انعقادها السابعة والثلاثين، الرامية إلى التحقق من جوانب الفعالية والجوانب الاقتصادية لتدابير تخفيف الحطام الفضائي.

الاستنتاج

٢٥- يشكل مشروع الخدمة الكاملة (سدتييس) مفهوما متكاملا للمرة الأولى بالنسبة لمصممي المركبات الفضائية وصانعيها ومورديها ومشغليها لأجل النظر في موضوع تخفيف الحطام الفضائي منذ البدء بأي مشروع أو برنامج فضائي لغاية الانتهاء من البعثة. وسوف يتسلم هؤلاء مبادئ توجيهية يتعين اتباعها خلال المراحل التصميمية والتطويرية والتشغيلية لأي مركبة فضائية، بما في ذلك اتباعها ابتداء من النظر في تحديد مواصفات متطلبات المركبة الفضائية، ومرورا بالتوصيات المتعلقة بتدابير التشييد، ولغاية تنفيذ التدابير التشغيلية. وقد أخذت في الاعتبار جميع الجوانب المتصلة بالحطام الفضائي من منظور الفريق المعني بتصميم السواتل لا من منظور علمي فحسب، على نحو يضمن الاستدامة التقنية للتوصيات. وصممت الخدمة لدعم تطبيق أية معايير راهنة متصلة بالحطام الفضائي، بما يساعد المستعمل على فهم أية متطلبات للمشروع المتصل بتخفيف الحطام الفضائي وتطبيقها والتحقق منها. وبالتالي، ستعمل الخدمة الكاملة على توفير خلفية تقنية وزيادة القدرة على المنافسة لدى الزبائن في مجال الصناعة نظرا لما تنطوي عليه من تطبيق معايير ملزمة بشأن الحطام الفضائي.

الولايات المتحدة الأمريكية

سياسة الولايات المتحدة بشأن تخفيف الحطام المداري

١ - منذ أن أصدرت وكالة حكومية في الولايات المتحدة السياسة الرسمية الأولى بشأن الحطام المداري في عام ١٩٨٧، تم إحراز تقدم هام في إرساء أساس راسخ وتحقيق توافق في الآراء فيما بين الوكالات بشأن المعايير المتصلة بتخفيف الحطام الفضائي. كما ان السياسة الوطنية بشأن الفضاء الخارجي لدى الرئيس ريغان الصادرة في ٥ كانون الثاني/يناير ١٩٨٨ تناولت مسألة الحطام المداري. وأكد المرسوم الرئاسي الصادر في هذا الشأن ما يلي:

"على جميع القطاعات الفضائية أن تعمل على التقليل إلى أدنى حد من نشوء حطام فضائي. وعلى التصاميم والعمليات المتصلة بالتجارب والاختبارات والنظم الفضائية أن تجدد في التقليل إلى أدنى حد من تراكم الحطام الفضائي أو الحد منه على نحو متسق مع متطلبات البعثات وفعالية تكاليفها."

٢ - وفي أقل من عامين بعد ذلك، وبالتحديد في ١٦ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٩، وسّعت إدارة بوش نطاق هذا الفرع من السياسة الوطنية للفضاء الخارجي بإضافة العبارة التالية:

"ستشجع حكومة الولايات المتحدة الأمريكية الأمم الناشطة في مجال الفضاء على اعتماد سياسات وممارسات ترمي إلى التقليل إلى أدنى حد من الحطام."

٣ - كذلك فإن إدارة كلنتون قد أصدرت، في ١٤ أيلول/سبتمبر ١٩٩٦، سياسة وطنية جديدة للفضاء الخارجي تضمنت عبارة أقوى بشأن الحطام المداري، هي:

"سوف تعمل الولايات المتحدة على التقليل إلى أدنى حد من نشوء الحطام الفضائي. وستعمل ناسا وأوساط مجتمع الاستخبارات ووزارة الدفاع، بالتعاون مع القطاع الخاص، على وضع مبادئ توجيهية بشأن التصاميم للاقتداء بها في عمليات الاشتراء الحكومية مستقبلاً فيما يتعلق بالمركبات الفضائية وعربات إطلاقها وخدماتها. وعلى عمليات التصميم والتشغيل بشأن التجارب والاختبارات والنظم الفضائية أن تقلل إلى أدنى حد من تراكم الحطام الفضائي أو الحد منه على نحو متسق مع متطلبات البعثات وفعالية تكاليفها."

"وإن من مصلحة حكومة الولايات المتحدة ضمان تطبيق الممارسات التي تقلل إلى أدنى حد من الحطام الفضائي، من جانب سائر الأمم والمنظمات الدولية

الناشطة في مجال الفضاء. وستتولى حكومة الولاية المتحدة دورا قياديا في المحافل الدولية بهدف اعتماد سياسات وممارسات ترمي إلى التقليل إلى أدنى حد من الخطام وستتعاون على الصعيد الدولي في مجال تبادل المعلومات عن البحوث المتعلقة بالخطام وتحديد الخيارات بشأن تخفيف الخطام."

٤ - وما زال القرار الرئاسي التوجيهي يشكل البيان السياسي الرئيسي بشأن الخطام المداري بالنسبة للولايات المتحدة.

الممارسات الموحدة لتخفيف الخطام المداري لدى الولايات المتحدة

٥ - عقب اجتماع للفريق العامل المعني بالخطام الفضائي في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٦، ابتدأت ناسا ووزارة الدفاع بجد وضع مجموعة مبادئ توجيهية لتخفيف الخطام الفضائي من أجل اتباعها من جانب الوكالات التابعة لحكومة الولايات المتحدة. وباستخدام المبادئ التوجيهية القائمة المتعلقة بالحد من الخطام المداري التابعة لناسا، قامت الوكالتان المذكورتان، بالتضافر مع باقي الفريق العامل، باستكمال مسودة مجموعة من مشاريع الممارسات الموحدة لتخفيف الخطام المداري التابعة لحكومة الولايات المتحدة، في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٧. وعقدت حلقة عمل تابعة لحكومة الولايات المتحدة بشأن الخطام المداري عנית بالصناعة في هيوستن، تكساس، في الفترة من ٢٧ إلى ٢٩ كانون الثاني/يناير ١٩٩٨ لعرض تلك الممارسات الموحدة على أوساط مجتمع الفضاء الجوي. وبعد القيام بمزيد من الاستعراض من جانب الوكالات التابعة لحكومة الولايات المتحدة وكذلك الصناعة، اعتمدت الحكومة الممارسات الموحدة في كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٠.

٦ - وتنظم المعايير الموحدة ضمن أربع فئات رئيسية للبعثات كما يلي:

(أ) مراقبة الخطام المنطلق أثناء العمليات العادية؛

(ب) التقليل إلى أدنى حد من الخطام المتولد عن انفجارات عرضية؛

(ج) اختيار نسق مأمون لحمل خصائص الطيران وللعمليات؛

(د) التخلص من البنى الفضائية ما بعد البعثة.

٧ - وتطبق الممارسات الخاصة بالمعايير الموحدة لتخفيف الخطام المداري المتبعة لدى حكومة الولايات المتحدة، من جانب كل وكالة حكومية معنية وفقا لمجموعة السياسات والإجراءات الخاصة بكل منها. وقد أصدرت ناسا ووزارة الدفاع، المسؤولتان عن أغلبية السواتل الحكومية، سياسات وتوجيهات وتعليمات ومبادئ توجيهية دقيقة لتحديد لتقليص

احتمالات نشوء الحطام المداري. كما أصدرت إدارة الطيران الاتحادية والإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي لوائح تنظيمية تتعلق بالقطاعات في أوساط مجتمع الفضاء الجوي التجاري التي هما مسؤولتان عنها، كذلك أصدرت لجنة الاتصالات الاتحادية، وهي وكالة اتحادية مستقلة، إشعاراً متضمناً اقتراحات بشأن صوغ القواعد، في آذار/مارس ٢٠٠٢، للنظر في قواعد ممكنة تتناول الحطام المداري. وما زال هذا الإشعار قيد النظر. وتنظر لجنة الاتصالات الاتحادية أيضاً في مسائل تخفيف الحطام على أساس كل حالة على حدة في إطار فرادى قرارات الترخيص.

الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء

٨- تقوم ناسا بتقييم المسائل المتعلقة بالمخاطر التي يثيرها الحطام المداري منذ عهد برنامج جيميني في عام ١٩٦٦، مما أفضى إلى إنشاء برنامج لبحوث الحطام المداري في مركز ليندون ب. جونسون الفضائي في السبعينات. وبحلول عام ١٩٨١، وضعت ناسا أولى سياساتها القائمة على الوضع الواقع بشأن تخفيف الحطام المداري مع اشتراط أن تستنفد مراحل دلنا الثانية الوقود الدفعي المتبقي عند انتهاء البعثة. وظهرت أولى الإرشادات الرسمية بشأن الحطام المداري في صورة تعليمات إدارية ١٧٠٠-٨، مؤرخة ٥ نيسان/أبريل ١٩٩٣، صادرة عن ناسا تحت عنوان "السياسة الخاصة بالحدّ من تكوّن الحطام المداري".

٩- وفي ٢٩ أيار/مايو ١٩٩٧، حل التوجيه السياسي ٨٧١٠-٣ الصادر عن ناسا محل تعليماتها الإدارية ١٧٠٠-٨. والمعتقدات الرئيسية الثلاثة التي تقوم عليها هذه السياسة هي:

(أ) استخدام ممارسات بشأن التصميم والتشغيل تحد من تكوين الحطام المداري على نحو متسق مع متطلبات البعثات وفعالية تكاليفها؛

(ب) إجراء تقدير رسمي، وفقاً لمعيار السلامة ١٧٤٠-١٤ الخاص بناسا فيما يتعلق بأي من برامج أو مشاريع ناسا، يتناول احتمالات تكوّن الحطام وخيارات تخفيف الحطام، بما في ذلك الخيارات بشأن التصميم؛

(ج) وضع وتنفيذ تدابير إضافية لتخفيف الحطام عندما لا تعتبر المساهمات المقدّرة بشأن الحطام مقبولة.

١٠- واعتباراً من ١ آب/أغسطس ١٩٩٥، طبق معيار ناسا للسلامة ١٧٤٠-١٤ ما اشترطته تعليمات ناسا الإدارية ١٧٠٠-٨ بأن يُزوّد مديرو البرامج والمشاريع بالوثائق والمبادئ التوجيهية اللازمة لتقييم احتمالات تكوين الحطام المداري. وتشمل الوثيقة الشاملة

في هذا الصدد الحطام المنطلق خلال العمليات العادية، والحطام المتولّد عن الانفجارات وعن حالات التحطم القصدي، والحطام المتولّد عن حالات التصادم في المدار، والتخلص من المركبة ما بعد البعثة، وبقاء المكونات العائدة إلى الغلاف الجوي. والبرامجيات المصممة خصيصاً لتقدير الحطام متاحة بهدف تيسير عملية تقييم الامتثال للمبادئ التوجيهية. ويلزم تقريران بشأن تقييم الحطام المداري لكل بعثة فضائية، يقدم أحدهما لدى الاستعراض الأول للتصميم ويقدم الآخر قبل ٤٥ يوماً من استعراض حراجة التصميم.

وزارة الدفاع

١١- كانت وزارة الدفاع أول وكالة تابعة لحكومة الولايات المتحدة تعتمد سياسة رسمية بشأن الحطام المداري. فقد دعت مذكرة صادرة عن وزارة الدفاع في ٤ شباط/فبراير ١٩٩٧، معنونة "سياسة وزارة الدفاع الفضائية"، مؤسسات الدفاع إلى "العمل من أجل التقليل إلى أدنى حد من تأثير الحطام الفضائي على عملياتها العسكرية. وعلى التصميم والعمليات التي تضطلع بها وزارة الدفاع بشأن التجارب والاختبارات والنظم الفضائية أن تحدّ في التقليل إلى أدنى حد من تراكم الحطام الفضائي أو الحدّ منه على نحو متسق مع متطلبات البعثات". وظلت تلك السياسة نافذة لأكثر من ١٢ عاماً، إلى أن استعيض عنها في ٩ تموز/يوليه ١٩٩٩ بتوجيه وزارة الدفاع ٣١٠٠-١٠، المعنون "السياسة الفضائية". ووسّع التوجيه الجديد نطاق سياسة وزارة الدفاع بشأن الحطام الفضائي، متناولاً نشوء الحطام المداري والتخلص من المركبة الفضائية والسلامة العامة للطيران الفضائي.

١٢- وأصدرت تعليمات تنفيذية محددة من جانب مؤسسات وزارة الدفاع القائمة بتشغيل نظم فضائية، بما في ذلك القيادة الفضائية والقيادة الفضائية لسلاح الطيران ومكتب الاستطلاع الوطني في الولايات المتحدة. وهذه التعليمات متسقة مع التوصيات الواردة في الممارسات الموحدة لتخفيف الحطام المداري التابعة للولايات المتحدة.

الوكالات الحكومية الأخرى التابعة للولايات المتحدة

١٣- تتولى إدارة الطيران الاتحادية التابعة لوزارة النقل تحت رعايتها تنظيم وترخيص النشاط التجاري المتصل بالإطلاق الفضائي في الولايات المتحدة. وأصدرت هذه الإدارة لوائح تناولت فيها ممارسات مختارة بشأن الحطام الفضائي وثيقة الصلة بعمليات الإطلاق. وعقب إجراء عملية استعراض ثنائية السنوات، اعتمدت لوائح تنظيمية جديدة في عام

١٩٩٩ لاجتناب حالات التصادم بين مكونات عربية الإطلاق ومركبتها الفضائية المنفصلة عنها وكذلك للحيلولة دون وقوع انفجارات عن طريق المراحل التخميدية العليا.

١٤- وتمارس الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي التابعة لوزارة التجارة سلطة الترخيص والرقابة التنظيمية على المركبات الفضائية للاستشعار عن بعد. وقامت هذه الإدارة أيضا، خلال الفترة ١٩٩٧-١٩٩٩، باستعراض واعتماد لائحة تنظيمية تقضي بأن يقترح مقدم الطلب خطة للتخلص من المركبة الفضائية عند انتهاء عمليات البعثة.

١٥- وتتولى لجنة الاتصالات الاتحادية التنظيم الرقابي بشأن المركبات الفضائية المعنية بالاتصالات في الولايات المتحدة. وتقوم هذه اللجنة منذ عدة أعوام بتقييم المسائل المتصلة بتخفيف الحطام المداري لدى نشوئها في التطبيقات المتعلقة بالنظم والخدمات الساتلية الجديدة. وفي أيار/مايو ٢٠٠٢، نشرت اللجنة إشعارا متضمنا اقتراحات لصوغ القواعد شمل طائفة متنوعة واسعة من المسائل المتصلة بتخفيف الحطام المداري، ويشير هذا الإشعار بالتحديد إلى الممارسات الموحدة لتخفيف الحطام المداري لدى حكومة الولايات المتحدة. وعقب إبداء تعليقات من جانب الجمهور، ينتظر أن تصدر اللجنة تقريرا وكذلك أمرا ينشئ قواعد بشأن الحطام المداري.

الصناعة في الولايات المتحدة

١٦- أصدر المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية، وهو أحد مؤسسات الفضاء الجوي الحكومية البارزة في الولايات المتحدة، أول ورقة موقف شاملة بشأن الحطام المداري ووسائل تخفيفه، في عام ١٩٨١. وترد في ورقة الموقف هذه العديد من العناصر التي تتضمنها السياسات والمبادئ التوجيهية المتصلة بتخفيف الحطام المداري القائمة في الوقت الحاضر. وفي عام ١٩٩٩، نشر المعهد تقريرا خاصا عن قوانين الولايات المتحدة وسياساتها ولوائحها التنظيمية المتعلقة بتخفيف الحطام المداري، مع التركيز على تطبيقاتها على مجموعات سواتل في المدار الأرضي المنخفض والمدار الأرضي المتوسط. وما فتئت رابطة صناعات الفضاء الجوي هي الأخرى تعمل بنشاط بشأن الترويج لإقامة حوار بين الصناعة والحكومة في سبيل التوصل إلى فهم مشترك للتهديد الذي يشكله الحطام المداري وللإجراءات المسؤولة التي يمكن أن تحد من نمو الكتل الحطامية المدارية.

ملخص

١٧- تبدي الولايات المتحدة اهتماما نشطا لا يقتصر على البحوث المتعلقة بالحطام المداري، بل يشمل أيضا تنفيذ السياسات والممارسات المصممة لتقليص احتمالات نشوء الحطام المداري. وتلك السياسات، التي تتضمن مزيجا متنوعا مما وضعتة الحكومة من مبادئ توجيهية وممارسات موحدة ولوائح تنظيمية تجارية وإجراءات للامتثال الطوعي القائم على التنوّر والاهتمام الذاتي، ما زالت بالغة الفعالية حتى الآن.

١٨- وقد انخفض حجم تكوّن الحطام ذي الصلة بالبعثات الفضائية انخفاضا حادا بالنسبة للبعثات التي تضطلع بها الولايات المتحدة. والأهم من ذلك هو أنه لم يتعرض للتشظّي في المدار إلا جسمان اثنان من الأجسام التي أطلقتها الولايات المتحدة منذ عام ١٩٩٠. وفي كلتا الحالتين (وهما المرحلة الثانية من تيتان الثاني والمرحلة العليا من بيغاسوس الأربعين)، تم الاضطلاع بتحقيقات صارمة للكشف عن الأسباب المحتملة لما حدث، فضلا عن اعتماد تدابير وقائية قبل استئناف البعثات المدارية. وفي المدارين الأرضي المنخفض والمتزامن، يولى اهتمام شديد لإجراءات التخلص الصحيح من المركبات الفضائية ومراحلها العليا عند انتهاء البعثة الخاصة بكل منها.