

Distr.: Limited  
29 November 2002  
Arabic  
Original: English



لجنة استخدام الفضاء الخارجي  
في الأغراض السلمية  
اللجنة الفرعية الفنية والتقنية  
الدورة الأربعون  
فيينا، ١٧-٢٨ شباط/فبراير ٢٠٠٣  
البند ١٠ من جدول الأعمال المؤقت\*  
الحطام الفضائي

## المبادئ التوجيهية لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي التي وضعتها لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي

- ١- أيدت الجمعية العامة في الفقرة ١٦ (ب) '٤' من قرارها ١١٦/٥٧ المؤرخ ١١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٢ توصية لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية بأن تقوم لجننتها الفرعية العلمية والتقنية بالنظر في بند بشأن الحطام الفضائي وفقا لخطة العمل التي اعتمدها اللجنة الفرعية في دورتها الثامنة والثلاثين (الفقرة ١٣٠ من الوثيقة A/AC.105/761). ووفقا لخطة العمل هذه، دعت لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي (يادك) إلى القيام، على أساس توافق الآراء بين أعضائها، بعرض مقترحاتها بشأن تخفيف مخاطر الحطام على اللجنة الفرعية في دورتها الأربعين.
- ٢- وقد قدمت "يادك" مقترحاتها بشأن تخفيف مخاطر الحطام استجابة لتلك الدعوة. وبمقتضى خطة العمل، ستقوم الدول الأعضاء باستعراض مقترحات "يادك" بشأن تخفيف مخاطر الحطام ومناقشة وسائل إقرار استخدامها.



## المرفق

## مبادئ "يادك" التوجيهية لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي

## المحتويات

الصفحة	
٣	تصدير .....
٤	مقدمة .....
٥	مبادئ يادك التوجيهية لتخفيف مخاطر الحطام .....
٥	١- النطاق .....
٥	٢- الانطباق .....
٦	٣- الأحكام والتعاريف .....
٦	٣-١ الحطام الفضائي .....
٦	٣-٢ المنظومات الفضائية .....
٧	٣-٣ المدارات والمناطق المحمية .....
٨	٣-٤ تدابير التخفيف من المخاطر والأحكام ذات الصلة .....
٩	٣-٥ المراحل التشغيلية .....
١٠	٤- التوجيهات العامة .....
١١	٥- تدابير التخفيف .....
١١	٥-١ الحد من الحطام المطروح أثناء العمليات العادية .....
١١	٥-٢ التقليل إلى أدنى حد من احتمال وقوع حوادث تكسّر في المدار .....
١٣	٥-٣ التخلص اللاحق للبعثات .....
١٥	٥-٤ منع الاصطدامات في المدار .....
١٥	٦- التحديث .....

## تصدير

١ - لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي ("يادك") هي محفل دولي مؤلف من هيئات حكومية لغرض تنسيق الأنشطة ذات الصلة بمسائل الحطام الذي هو من صنع الانسان أو الطبيعي والموجود في الفضاء. والغرض الأول "ليادك" هو تبادل المعلومات بشأن أنشطة بحوث الحطام الفضائي بين وكالات الفضاء الأعضاء، و إتاحة الفرص للتعاون في بحوث الحطام الفضائي، واستعراض التقدم المحرز في أنشطة التعاون الجارية، واستبانة خيارات تخفيف مخاطر الحطام.

٢ - أما أعضاء "يادك" فهم مركز الفضاء الوطني البريطاني والمركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية وإدارة الفضاء الوطنية الصينية ووكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا) والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي والمؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء ووكالة الفضاء الإيطالية واليابان والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) في الولايات المتحدة الأمريكية ووكالة الفضاء الوطنية في أوكرانيا ووكالة الطيران والفضاء الروسية.

٣ - وتشتمل جهود "يادك" على التوصية بمبادئ توجيهية لتخفيف مخاطر الحطام، مع التأكيد على نجاعة التكلفة، بحيث يمكن وضعها في الاعتبار أثناء تخطيط وتصميم المركبات الفضائية ومركبات الاطلاق بغية التقليل من نشوء الحطام أثناء العمليات أو التخلص منه. وتوفر هذه الوثيقة مبادئ توجيهية للتقليل من الحطام وضعت استنادا إلى توافق الآراء داخل "يادك".

٤ - وفي عملية انتاج هذه المبادئ التوجيهية، حصلت "يادك" على معلومات من الوثائق والتقارير الدراسية التالية:

التقرير التقني عن الحطام الفضائي، تقرير اعتمده اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية في عام ١٩٩٩ (منشورات الأمم المتحدة، رقم المبيع A.99.I.17) (A/AC.105/720).

التقرير المشترك بين الوكالات بشأن الحطام المداري لعام ١٩٩٥، تقرير لجنة المجلس الوطني للعلم والتكنولوجيا المعنية بأبحاث النقل والتنمية، تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٥.

ممارسات حكومة الولايات المتحدة المعيارية لتخفيف مخاطر الحطام المداري، كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٠.

معييار تخفيف مخاطر الحطام الفضائي، رقم "NASDA-STD-18"، ٢٨ آذار/مارس ١٩٩٦.

معايير جمع الحطام الفضائي وطرائقه واجراءاته الصادرة عن المركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية - مقتضيات الأمان، رقم "RNC-CNES-Q-40-512"، "الاصدار 1-Rev.0"، ١٩ نيسان/أبريل ١٩٩٩.

سياسة الحد من نشوء الحطام المداري، توجيه برنامج ناسا رقم "8710.3"، ٢٩ أيار/مايو ١٩٩٧.

مبادئ توجيهية واجراءات تقييمية للحد من الحطام المداري، معيار أمان ناسا رقم "1740.14"، آب/أغسطس ١٩٩٥.

بنود تكنولوجيا الفضاء. والمقتضيات العامة. التخفيف من كتل الحطام الفضائي، معيار وكالة الطيران والفضاء الروسية رقم "OCT 134-1023-2000".

دليل الإيسا للتخفيف من مخاطر الحطام الفضائي، الاصدار رقم "1.0"، ٧ نيسان/أبريل ١٩٩٩.

ورقة الأكاديمية الدولية للملاحة الفضائية الموقفية بشأن الحطام المداري، طبعة عام ٢٠٠١، الأكاديمية الدولية للملاحة الفضائية، ٢٠٠١.

المعيار الأوروبي للأمان وتخفيف المخاطر المتعلقة بالحطام الفضائي، الاصدار ١، التنقيح صفر، ٢٧ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٠.

## مقدمة

٥- من المفهوم بصورة عامة، منذ أن نشرت لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية تقريرها التقني عن الحطام الفضائي (A/AC.105/720) في عام ١٩٩٩، أن الحطام الفضائي الذي هو من صنع الانسان لا يشكل اليوم سوى مخاطر ضئيلة بالنسبة للمركبات الفضائية العادية غير المأهولة الموجودة في مدار الأرض، ولكن كتل الحطام آخذة في الازدياد وبالتالي فإن احتمال حدوث اصطدامات يمكن أن تؤدي إلى أضرار محتملة سيزداد. بيد أنه أصبح من الشائع الآن أن تؤخذ مخاطر الاصطدام بالحطام الفضائي في الاعتبار عند التخطيط للبعثات المأهولة. ولذا فإن تنفيذ بعض تدابير التخفيف من مخاطر الحطام اليوم هو خطوة حسيطة وضرورية للمحافظة على البيئة الفضائية للأجيال القادمة.

٦- وقد قامت عدة منظمات وطنية ودولية تابعة للدول التي تتراد الفضاء بوضع معايير أو أدلة لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي بغية تعزيز الجهود الرامية إلى معالجة المسائل المتعلقة بالحطام الفضائي. وقد تختلف مضامين هذه المعايير والأدلة اختلافاً بسيطاً فيما بينها ولكن مبادئها الأساسية هي نفسها:

- (أ) منع حوادث التكسّر في المدار؛
- (ب) إزالة المركبات الفضائية والمراحل المدارية التي تنتهي عمليات بعثاتها من المناطق المدارية المفيدة التي توجد فيها الأجسام الفضائية بكثافة؛
- (ج) الحد من الأجسام التي تُطرح أثناء العمليات العادية.
- ٧- وتستند مبادئ "يادك" التوجيهية إلى هذه المبادئ العامة كما جرى الاتفاق عليها بتوافق الآراء بين الوكالات الأعضاء في "يادك".

### مبادئ "يادك" التوجيهية لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي

#### ١- النطاق

- تصف مبادئ "يادك" التوجيهية لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي الممارسات القائمة حالياً التي جرت استبانته وتقييمها من أجل الحد من نشوء الحطام الفضائي في البيئة.
- وتشمل المبادئ التوجيهية الأثر البيئي للبعثات، مع التركيز على ما يلي:
- (١) الحد من الحطام الذي يُطرح أثناء العمليات العادية؛
- (٢) التقليل إلى أدنى حد من احتمال وقوع حوادث تكسّر في المدار؛
- (٣) التخلص اللاحق للبعثات؛
- (٤) منع الاصطدامات في المدار.

#### ٢- الانطباق

تنطبق مبادئ "يادك" التوجيهية لتخفيف مخاطر الحطام الفضائي على تخطيط البعثات وتصميم وتشغيل المركبات الفضائية والمراحل المدارية (المعروفة هنا بأنها المنظومات الفضائية) التي تقذف إلى مدار الأرض.

وتشجّع المنظمات على استخدام هذه المبادئ التوجيهية في تحديد المعايير التي ستطبقها لدى تقرير مقتضيات البعثات المتعلقة بالمنظومات الفضائية المخططة. ويشجّع مشغلو المنظومات الفضائية الحالية على تطبيق هذه المبادئ التوجيهية إلى أقصى حد ممكن.

### ٣- الأحكام والتعاريف

تضاف الأحكام والتعاريف التالية لما فيه مصلحة قارئ هذه الوثيقة. وليس من الضروري أن ينظر في تطبيقها بصورة أعم.

#### ٣-١ الحطام الفضائي

يشير تعبير "الحطام الفضائي" إلى جميع الأجسام التي هي من صنع الإنسان، بما فيها شظاياها وعناصرها، الموجودة في مدار الأرض أو العائدة إلى الغلاف الجوي، والمتوقفة عن العمل.

#### ٣-٢ المنظومات الفضائية

تعرف المركبات الفضائية والمراحل المدارية في هذه الوثيقة بأنها منظومات فضائية.

#### ٣-٢-١ المركبات الفضائية

المركبة الفضائية هي جسم مداري مصمم للقيام بعمل محدد أو بعثة محددة (كالاتصالات أو الملاحظة أو رصد الأرض). والمركبة الفضائية التي لا يعود في إمكانها القيام ببعثتها المطلوبة تعتبر متوقفة عن العمل. (المركبة الفضائية الموجودة في حالة احتياط أو تأهب والتي تنتظر احتمال إعادة تنشيطها تعتبر عاملة.)

#### ٣-٢-٢ مركبة الاطلاق

مركبة الاطلاق هي أي مركبة تُنشأ من أجل عملية الصعود إلى الفضاء الخارجي ومن أجل وضع جسم أو أكثر في الفضاء الخارجي، وهي أي صاروخ دون مداري.

### ٣-٢-٣ المراحل المدارية لمركبة الاطلاق

المرحلة المدارية لمركبة الاطلاق هي أي مرحلة من مراحل مركبة الاطلاق تترك في مدار الأرض.

### ٣-٣ المدارات والمناطق المحمية

#### ١-٣-٣ نصف قطر الكرة الأرضية الاستوائي

يعادل نصف قطر الكرة الأرضية الاستوائي ٣٧٨ ٧ كيلومترا، ويستخدم نصف القطر هذا كإشارة مرجعية لسطح الأرض تحدد منها المناطق المدارية.

#### ٢-٣-٣ المناطق المحمية

أي نشاط يحدث في الفضاء الخارجي ينبغي أن يتم على أساس الاعتراف بالطبيعة الفريدة للمنطقتين التاليتين (ألف وباء) من الفضاء الخارجي (انظر الشكل)، بغية ضمان استخدامهما المأمون والمستدام في المستقبل. وينبغي أن تكون هاتان المنطقتان منطقتين محميتين فيما يتعلق بنشوء الحطام الفضائي:

(١) المنطقة ألف، منطقة المدار الأرضي المنخفض-المنطقة الكروية التي تمتد من سطح الأرض إلى ارتفاع (Z) من ٢ ٠٠٠ كيلومترا؛

(٢) المنطقة باء، منطقة المدار الأرضي التزامني-جزء من الغلاف الكروي المحدد على النحو التالي:

الارتفاع الأدنى = الارتفاع الثابت بالنسبة للأرض ناقصا ٢٠٠ كم

الارتفاع الأعلى = الارتفاع الثابت بالنسبة للأرض زائدا ٢٠٠ كم

- ١٥ درجة  $\geq$  ارتفاع  $\geq$  + ١٥ درجة

الارتفاع الثابت بالنسبة للأرض ( $Z_{GEO}$ ) = ٣٥ ٧٨٦ كيلومترا (ارتفاع المدار الثابت بالنسبة للأرض).





### ٣-٤-٢ الإنزال من المدار

الإنزال من المدار هو تغيير متعمد للمدار من أجل إعادة منظومة فضائية إلى الغلاف الجوي بغية التخلص من الخطر الذي تشكله بالنسبة لمنظومات فضائية أخرى، عن طريق تطبيق قوة تعويقية، وذلك عادة بواسطة نظام للدفع.

### ٣-٤-٣ النقل من مدار إلى آخر

النقل من مدار إلى آخر هو تغيير متعمد لمدار المنظومة الفضائية.

### ٣-٤-٤ التكرُّر

التكرُّر هو أي حادث ينشئ شظايا تُطرح في مدار الأرض. ويشتمل هذا التكرُّر على ما يلي:

- (١) انفجار تسببه طاقة كيميائية أو حرارية ناتجة عن الوقود الداسر أو القذائف النارية وما شابه؛
- (٢) تمزُّق تسببه زيادة في الضغط الداخلي؛
- (٣) تكرُّر تسببه طاقة صادرة عن الاصطدام بأجسام أخرى.

بيد أن الأحداث التالية مستثناة من هذا التعريف:

- (١) التكرُّر أثناء مرحلة العودة إلى الغلاف الجوي الذي تسببه قوى ايرودينامية؛
- (٢) نشوء شظايا، مثل قشور الطلاء، ناشئة عن تقادم المنظومة الفضائية أو تاكلها.

### ٣-٥ المراحل التشغيلية

#### ٣-٥-١ مرحلة الاطلاق

تبدأ مرحلة الاطلاق عندما لا يعود هناك اتصال لمركبة الاطلاق بالمعدات والمنشآت الأرضية التي جعلت إعدادها وإشعالها ممكناً (أو عندما تُطرح مركبة الاطلاق من الطائرة التي تحملها، إن وجدت) وتستمر حتى انتهاء البعثة المسندة لمركبة الاطلاق.

### ٣-٥-٢ مرحلة البعثة

مرحلة البعثة هي المرحلة التي تنجز فيها المنظومة الفضائية بعثتها. وهي تبدأ عند انتهاء مرحلة الاطلاق وتنتهي عند ابتداء مرحلة التخلص.

### ٣-٥-٣ مرحلة التخلص

تبدأ مرحلة التخلص عند انتهاء مرحلة البعثة الخاصة بالمنظومة الفضائية وتنتهي عندما تقوم المنظومة الفضائية بالعمليات اللازمة للتقليل من الخطر الذي تشكله بالنسبة للمنظومات الفضائية الأخرى.

## ٤- التوجيهات العامة

أثناء قيام أي منظمة بتخطيط وتشغيل منظومة فضائية، ينبغي أن تتخذ اجراءات منتظمة للتقليل من الآثار الضارة التي تلحق بالبيئة المدارية عن طريق استحداث تدابير للتخفيف من مخاطر الحطام الفضائي أثناء دورة حياة المنظومة الفضائية اعتبارا من مرحلتها تحليل وتحديد متطلبات البعثة.

وبغية ادارة تنفيذ تدابير التخفيف من مخاطر الحطام الفضائي، يوصى بوضع خطة عملية للتخفيف من مخاطر الحطام الفضائي فيما يتعلق بكل برنامج ومشروع وتوثيقها. وينبغي أن تشمل خطة التخفيف على ما يلي:

- (١) خطة لادارة أنشطة التخفيف من مخاطر الحطام الفضائي؛
- (٢) خطة لتقييم وتخفيف المخاطر ذات الصلة بالحطام الفضائي، بما في ذلك المعايير المنطبقة؛
- (٣) التدابير التي تقلل إلى أدنى حد من الخطر ذي الصلة بالأعطال التي تنطوي على امكانية نشوء الحطام الفضائي؛
- (٤) خطة للتخلص من المنظومة الفضائية عند انتهاء بعثتها؛
- (٥) تبرير الاختيار والانتقاء عند وجود عدة احتمالات؛
- (٦) جدول تصنيفي للامتثال لتوصيات هذه المبادئ التوجيهية.

## ٥- تدابير التخفيف

### ١-٥ الحد من الحطام المطروح أثناء العمليات العادية

ينبغي، في جميع الأنظمة المدارية التشغيلية، تصميم المنظومات الفضائية بشكل يحول دون طرح الحطام أثناء العمليات العادية. وحيث لا يكون هذا ممكناً، ينبغي أن يكون أي حطام يجري طرحه في حده الأدنى من حيث العدد والمساحة والعمر المداري.

وينبغي عدم تخطيط أي برنامج أو مشروع أو اختبار يؤدي إلى طرح أجسام في المدار ما لم يكن في المستطاع إجراء تقييم كاف يثبت أن التأثير على البيئة المدارية والخطر الذي يهدد منظومات فضائية عاملة أخرى منخفضان بشكل مقبول على المدى الطويل.

وينبغي تحليل الخطر الكامن في المنظومات المربوطة، وذلك عن طريق أخذ كل من المنظومة الكاملة والمنظومة المفصولة في الاعتبار.

### ٢-٥ التقليل إلى أدنى حد من احتمال وقوع حوادث تكسّر في المدار

ينبغي منع حوادث التكسّر في المدار التي تسببها العوامل التالية، وذلك باستخدام التدابير المبينة في الفقرات ١-٢-٥ إلى ٣-٢-٥:

- (١) ينبغي التقليل إلى أدنى حد من احتمال وقوع حوادث تكسّر أثناء البعثات؛
- (٢) ينبغي تصميم جميع المنظومات الفضائية وتشغيلها بشكل من شأنه أن يمنع الانفجارات والتمزقات عند انتهاء البعثات؛
- (٣) ينبغي عدم تخطيط أو إجراء عمليات تدمير متعمدة تنشئ حطاماً فضائياً معمرًا.

### ١-٢-٥ التقليل إلى أدنى حد من احتمال وقوع حوادث تكسّر لاحقة للبعثات ناتجة عن الطاقة المخزونة

بغية الحد من تعرض منظومات فضائية أخرى للخطر نتيجة لحوادث تكسّر عرضية بعد انجاز عمليات البعثات، ينبغي أن تُستنفد جميع مصادر الطاقة المخزونة على متن المنظومة الفضائية، مثل الوقود الداسر المتبقي والبطاريات وأوعية الضغط العالي وأجهزة التدمير الذاتي ودواليب تنظيم السرعة ودواليب الحركة أو "جعلها مأمونة" (جعلها غير فعالة) عندما تصبح

غير لازمة لعمليات البعثات أو عمليات التخلص اللاحقة للبعثات. وينبغي أن يتم الاستنفاد حالما تصبح هذه العملية لا تشكل خطراً على الحمولة. وينبغي تصميم تدابير التخفيف بعناية بحيث لا تسبب مخاطر أخرى، على النحو التالي:

- (١) ينبغي استنفاد الوقود الداسر المتبقي والسوائل الأخرى، مثل مواد الضغط، على أتم وجه ممكن، إما عن طريق الاستنفاد بالحرق أو التنفيس، لمنع التكسّر العرضي بسبب الضغط الزائد أو التفاعل الكيميائي؛
- (٢) ينبغي تصميم البطاريات وصنعها، من الناحيتين الهيكلية والكهربائية، بشكل يكفي لمنع حوادث التكسّر. ويمكن منع ازدياد الضغط في خلايا البطاريات أو مجموعات أجزائها عن طريق تدابير ميكانيكية، ما لم تكن هذه التدابير تؤدي إلى تقليل سلامة البعثات. وينبغي تعطيل خطوط شحن البطاريات عند انتهاء العمليات؛
- (٣) ينبغي تنفيس أوعية الضغط العالي إلى مستوى يضمن عدم امكانية حدوث تكسّر. والتصاميم المتعلقة بالتسريب قبل الانفجار مفيدة ولكنها لا تكفي للوفاء بجميع التوصيات المتعلقة بتحميل نظم الدفع وتكييف الضغط. ويمكن ترك أنابيب الحرارة مكيفة الضغط إذا كان في الامكان بيان أن احتمال التمزق منخفض جداً؛
- (٤) ينبغي تصميم نظم التدمير الذاتي بحيث لا تسبب تدميراً غير متعمد ناتجاً عن أوامر غير متعمدة أو تسخين حراري أو تداخل ترددات لاسلكية؛
- (٥) ينبغي وقف القدرة الموفرة لدواليب تنظيم السرعة ودواليب الحركة أثناء مرحلة التخلص؛
- (٦) ينبغي تقييم أشكال الطاقة المخزونة الأخرى وتطبيق تدابير تخفيف كافية.

## ٥-٢-٢ التقليل إلى أدنى حد من احتمال وقوع حوادث تكسّر أثناء المراحل التشغيلية

أثناء تصميم المنظومة الفضائية، ينبغي أن يبين كل برنامج أو مشروع، عن طريق استخدام تحليل حالات وآثار الأعطال أو تحليل معادل، أنه من غير المحتمل أن تنشأ حالة عطل تؤدي إلى حوادث تكسّر عرضية. وإذا لم يكن في الامكان استبعاد مثل هذه الأعطال،

ينبغي أن يؤدي التصميم أو الاجراءات التشغيلية إلى التقليل إلى أدنى حد من احتمال حدوثها.

وأثناء المراحل التشغيلية، ينبغي رصد المنظومة الفضائية للكشف عن الأعطال التي يمكن أن تؤدي إلى وقوع حوادث تكسّر أو فقدان وظيفة التحكم. وفي حالة اكتشاف أي عطل، ينبغي تخطيط وتنفيذ تدابير استرداد كافية؛ وإلا فإنه ينبغي تخطيط وتنفيذ تدابير التخلص والتحميل بالنسبة للمنظومة.

### ٣-٢-٥ تجنب التدمير المتعمد وسائر الأنشطة الضارة

ينبغي تجنب التدمير المتعمد للمنظومة الفضائية (التدمير الذاتي، والاصطدام المتعمد، الخ) وسائر الأنشطة الضارة التي قد تزيد إلى حد كبير من مخاطر الاصطدام بمنظومات أخرى. مثال ذلك أنه ينبغي إجراء التكسّر المتعمد على ارتفاعات منخفضة بصورة كافية بحيث تكون الشظايا المدارية قصيرة العمر.

### ٣-٥ التخلص اللاحق للبعثات

#### ١-٣-٥ منطقة المدار الأرضي التزامني

ينبغي نقل المركبة الفضائية التي انتهت بعثتها بعيدا بصورة كافية عن المدار الأرضي التزامني للحيلولة دون التسبب في التداخل مع المنظومات الفضائية التي لا تزال في المدار الثابت بالنسبة للأرض. أما أدنى زيادة يوصى بها في ارتفاع نقطة الحضيض عند انتهاء نقلها إلى مدار آخر والتي تأخذ في الاعتبار جميع الترجافات المدارية فهي:

$$235 \text{ كم} + (1,000.C_R.A/m)$$

حيث يكون  $C_R$ : معامل ضغط الاشعاع الشمسي (القيم العادية تتراوح بين ١ و٢)،

$$A/m: \text{نسبة المساحة الباعية إلى الكتلة الجافة [م<sup>٢</sup>/كغ]}$$

٢٣٥ كم: مجموع الارتفاع العلوي لمنطقة المدار الأرضي التزامني المحمية (٢٠٠ كم) والهبوط الأقصى للمنظومة الفضائية التي يجري انزالها من المدار

بسبب الترجافات القمرية الشمسية وترجافات  
الجهد الأرضي (٣٥ كم).

وينبغي تصميم نظام الدفع الخاص بالمرحلة الفضائية ذات المدار الأرضي التزامني بحيث لا ينفصل عن المركبة الفضائية. وفي حالة وجود أسباب لا مفر منها تقتضي الفصل، ينبغي أن يصمم نظام الدفع بحيث يترك في مدار موجود وسيبقى موجودا خارج منطقة المدار الأرضي التزامني المحمية.

وبصرف النظر عما إذا انفصل نظام الدفع أم لم ينفصل، ينبغي تصميمه بحيث يجري تخميله.

وينبغي أن يتجنب المشغلون بقاء المراحل المدارية لمركبة الاطلاق في منطقة المدار الأرضي التزامني المحمية لفترة طويلة.

### ٥-٣-٢ الأجسام التي تمر عبر منطقة المدار الأرضي المنخفض

فيما يتعلق بالمنظومات الفضائية التي تنهي مراحلها التشغيلية في مدارات تمر عبر منطقة المدار الأرضي المنخفض أو يحتل أن تتداخل مع منطقة المدار الأرضي المنخفض، فإنه ينبغي، عندما يكون ذلك ممكنا، انزالها من المدار (من المفضل أن تعاد مباشرة إلى جو الأرض) أو نقلها، حيث يكون ذلك مناسباً، إلى مدار يكون عمرها فيه منخفضاً. ويعتبر الاسترداد أيضاً خياراً من خيارات التخلص.

وينبغي أن تترك المنظومة الفضائية في مدار يؤدي فيه السحب الجوي، باستخدام اسقاط اسمي مقبول للنشاط الشمسي، إلى الحد من العمر المداري بعد انجاز العمليات. وقد أجرت "يادك" دراسة حول تأثير الحد من العمر المداري اللاحق للبعثات على نسبة الاصطدامات وازدياد الكتل الحطامية. وقد بينت دراسة "يادك" هذه وبعض الدراسات الأخرى إضافة إلى عدد من المبادئ التوجيهية الوطنية القائمة أن فترة ٢٥ سنة تعتبر حداً عمرياً معقولاً وملائماً. وإذا أريد التخلص من منظومة فضائية عن طريق اعادتها إلى الغلاف الجوي، ينبغي أن لا يشكل الحطام الباقي دون اضمحلال الذي يصل إلى سطح الأرض أي خطر لا مبرر له للأشخاص أو الممتلكات. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق الحد من كمية الحطام الباقي دون اضمحلال أو حصر سقوط الحطام في مناطق غير مأهولة كالمحيطات الواسعة. وينبغي أيضاً التقليل أو الحد من التلوث البيئي الأرضي الناجم عن المواد المشعة أو

المواد السامة أو أي ملوثات بيئية أخرى تنتج عن مواد محمولة على متن المنظومة الفضائية بغية قبولها باعتبارها مسموحاً بها.

وفي حالة الاعادة المراقبة لمنظومة فضائية إلى جو الأرض، ينبغي أن يُبلَّغ مشغّل المنظومة سلطات الحركة الجوية والحركة البحرية المختصة بوقت ومسار الاعادة والمنطقة الأرضية ذات الصلة.

### ٣-٣-٥ المدارات الأخرى

ينبغي نقل المنظومات الفضائية التي تنهي مراحلها التشغيلية إلى مناطق مدارية أخرى بغية تخفيض عمرها المداري بما يتناسب مع حدود عمرها في المدار الأرضي المنخفض أو نقلها إلى مدار آخر إذا كانت تسبب تداخلاً مع المناطق المدارية الشديدة الاستخدام.

### ٤-٥ منع الاصطدامات في المدار

لدى وضع تصميم المنظومة الفضائية وتوسيم بعثتها، ينبغي أن يقوم البرنامج أو المشروع بتقدير وتحديد احتمال الاصطدام العرضي مع أجسام معروضة أثناء العمر المداري للمنظومة. وإذا ما توفرت بيانات مدارية موثوقة، يمكن النظر في إجراء مناورات للمركبات الفضائية من أجل تجنب الاصطدام وتنسيق نوافذ الاطلاق إذا اعتبر خطر الاصطدام غير ذي بال. وينبغي أن يحدد تصميم المركبات الفضائية من احتمال الاصطدام مع الكتل الحطامية الصغيرة الأمر الذي قد يسبب فقدان التحكم ويمنع بالتالي التخلص اللاحق للبعثة.

### ٦- التحديث

يمكن تحديث هذه المبادئ التوجيهية لدى توافر معلومات جديدة بشأن الأنشطة الفضائية وتأثيرها على البيئة الفضائية.