A/AC.105/708/Add.2

الأمم المتحدة

الجمعية العامة

Distr.: General
25 February 1999

ARABIC
Original: English

لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية

الأبحاث الوطنية المتعلقة بمسألة الحطام الفضائي، وسلامة السواتل العاملة بالطاقة النووية ومشاكل إصطدامات مصادر الطاقة النووية بالحطام الفضائي

تقرير الأمين العام

إضافة

المحتويات

		الفقرات	الصفحة
أولا –	مقدمة	١–٢	٢
ثانيا –	الردود الواردة من الدول الأعضاء	١–٣٢	٢
	ألمانيا	١–٣٢	٢

V.99-81324

أولا – مقدمة

١– دعا الأمين العام، في مذكرة شفوية مؤرخة ١٧ تموز/يوليه ١٩٩٨، جميع الدول الأعضاء إلى تقديم معلومات عن الأبحاث الوطنية المتعلقة بمسألة الحطام الفضائي، وسلامة السواتل التي تعمل بالطاقة النووية ومشاكل اصطدامات مصادر الطاقة النووية بالحطام الفضائي.

٢– وتتضمن هذا الوثيقة المعلومات المقدمة في الردود الواردة من الدول الأعضاء في الفترة ما بين ٣٠ كانون الثاني/يناير و ٢٣ شباط/فبراير ١٩٩٩.

ثانيا – الردود الواردة من الدول الأعضاء*

ألمانيا

[الأصل: بالانكليزية]

١– تتمسك ألمانيا بالتزام قوي إزاء أبحاث الحطام الفضائي. فالأنشطة إما يضطلع بها على أساس وطني أو أنها تمول بموجب عقود مع المركز الأوروبي لبحوث تكنولوجيا الفضاء والمركز الأوروبي لعمليات الفضاء التابع لوكالة الفضاء الأوروبية (الايسا)، التي تمول عن طريق اشتراكات الدول الأعضاء فيها؛ وحيث تقدم ألمانيا حصة تبلغ نحو ٢٥ في المائة. وهذه الأنشطة المتصلة بالحطام الفضائي والمضطلع بها في ألمانيا، تتركز إلى حد كبير في معهد ميكانيكا الطيران وتكنولوجيا التحليق الفضائي التابع لجامعة براونشفايغ التقنية (IFR/TUBS) والمؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية في فاختبرغ–فيرتهوفن (فغان FGAN). وعلاوة على ذلك، يجري حاليا الاضطلاع بأنشطة بحثية أخرى، وعلى سبيل المثال، في صناعة الفضاء الألمانية.

٢– وقد نظمت الفروع التالية من هذا التقرير وفقا لذلك، وهي تغطي أنشطة بحثية متعلقة بالحطام الفضائي بشأن النمذجة، والمراقبة الرادارية وتحليلات البيانات؛ وغير ذلك من أنشطة بحثية متعلقة بالحطام الفضائي.

٣– ويصف التقرير الأنشطة المضطلع بها منذ تقديم التقرير السابق (انظر A/AC.105/680/Add.1 المؤرخ ٢ شباط/فبراير ١٩٩٨). وأثناء تلك الفترة، عقد المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي حلقة عمل حول استعراض الاستراتيجية الوطنية المعنية بالحطام الفضائي في يوم ٢٢ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٨. وفيما يلي الخصائص الرئيسية لهذه الاستراتيجية الجديدة:

(أ) تنسيق الأنشطة المتعلقة بالحطام الفضائي التي تضطلع بها الصناعة والعلوم الألمانية وكذلك الأنشطة الذاتية التي يضطلع بها المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي؛

(ب) وضع مساهمة ذاتية مستقلة لاستراتيجية أوروبية متكاملة في وكالة الفضاء الأوروبية، بما في ذلك الكيانات المتوافرة في ألمانيا؛

(ج) تطوير قدرة من أجل أداء تحليل المخاطر، حيث تتأثر المصالح الوطنية؛

(د) صوغ مقترحات وتوصيات لتجنب الحطام والتخفيف من أثاره؛

(ه) تصميم منهجيات رصد للمشاريع الخاصة بالفضاء والمدعومة أو الممولة من الدولة أو الحكومة، فيما يتعلق بتجنب تولد الحطام وكذلك الامتثال للاشتراكات واللوائح الدولية؛

(و) تعاون من جانب المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي في صوغ اللوائح والاتفاقات الدولية، بما في ذلك تمثيل مصالح ألمانيا في اللجان الدولية (مثل لجنة تنسيق شؤون الحطام الفضائي التابعة لوكالة الايسا، ولجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي (يادك) ولجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

* الردود مستنسخة بالشكل الذي وردت به.

٤- وقدمت الاستراتيجية الوطنية في الاجتماع السنوي الذي نظمته يادك. وشارك في الاجتماع وفد برئاسة المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، بخمسة ممثلين وفدوا من مختلف المؤسسات في ألمانيا. ويوجد خبير من المؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية فغان يرأس حاليا الفريق العامل الأول (القياسات).

٥- وتدعم ألمانيا بشدة الأنشطة المضطلع بها في اللجنة الفرعية العلمية والتقنية واللجنة الفرعية القانونية، التابعتين للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، والتي تهدف إلى وضع اللمسات النهائية على العمل بشأن التقرير المتضمن النتائج التي أسفرت عنها خطة عمل السنوات المتعددة بشأن الحطام الفضائي. وينبغي أن يعتمد التقرير في دورة سنة ١٩٩٩ التي تعقدها اللجنة الفرعية العلمية والتقنية، بغية عرضه أثناء مؤتمر الأمم المتحدة الثالث المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية (اليونيسبيس الثالث)، وعلى المؤتمر الدولي الحكومي وكذلك عرضه في الملتقى التقني. وسوف يكون الوفد الألماني الموفد إلى مؤتمر اليونيسبيس الثالث وكذلك الخبراء الألمان الذين سيحضرون الملتقى التقني على استعداد للإسهام بشكل إيجابي في مناقشة التقرير وفي المداولات حول الإمعان في مناقشة مسألة الحطام الفضائي في لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

١- أنشطة بحوث النمذجة المتعلقة بالحطام الفضائي

٦- في سنة ١٩٩٨، كان عمل معهد ميكانيكا الطيران وتكنولوجيا التحليق الفضائي بجامعة براونشفايغ مركزا أساسا على دراستين جاريتين متعلقتين بالحطام الفضائي لصالح وكالة الفضاء الأوروبية. وتركز الدراستان على النموذج المرجعي للنيازك والحطام الفضائي في بيئة الكرة الأرضية (ماستر).

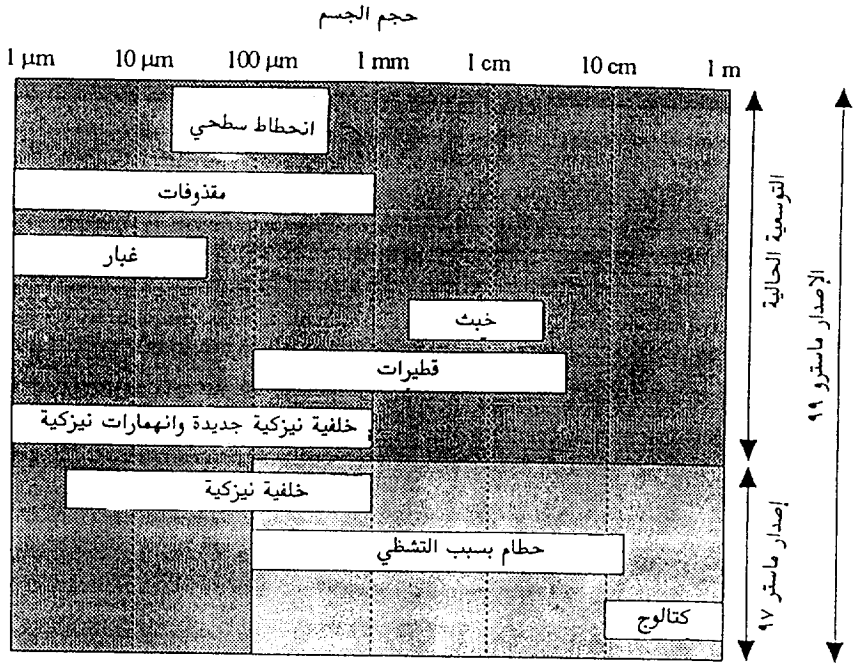
(أ) تطوير نموذج ماستر

٧- وكما هو موضح في الوثيقة السابقة (انظر A/AC.105/680/Add.1)، يشهد نموذج ماستر[١] الذي ترعاه وكالة الفضاء الأوروبية تطويرا محسنا بشأن حطام صغير غير متجزئ يصل إلى ١ مم في الحجم. وقد اصبح هذا التطوير المحسن ضروريا بسبب عدد من القياسات والملاحظات التي تشير إلى أن الحطام الاصطناعي لن ينشأ على سبيل الحصر من عمليات تكسير أو تجزؤ. فالفضلات الأكبر حجما المتخلفة من احتراق المحرك الصاروخي ذى الوقود الصلب أو ما يسمى "بالخبث"، وكذلك قطيرات سائل التبريد (المكون من الصوديوم والبوتاسيوم (NaK)) المتأتية من قلوب المفاعلات النووية[٢] المستهلكة في الفضاء، أمكن لمرافق الرادار في قواعدها الأرضية[٣] من اكتشاف هذه الفضلات المتخلفة والقطيرات. وهذه الأجسام يتراوح حجمها من ما يزيد قليلا على ٥ مم إلى ما يبلغ قطره عدة سنتيمترات. وقد يتأتى إسهام كبير من تلك المصادر وفقا لطيف ميلان الأجسام المكتشفة وما يتصل بها من كثافة فراغية. أما في النطاقات الأصغر حجما، فإن نواتج العادم المنصرف من احتراقات المحرك الصاروخي بالوقود الصلب، والجزئيات المتولدة من تآكل السطح، وكذلك المقذوفات[٤] الناشئة من الأجسام البدائية المرتطمة الصغيرة، كلها تعتبر مساهمة في بيئة الحطام الاصطناعي الصغير الحجم.

٨- وقد أعيد تصميم واستكمال فرع النيازك الخلفية في نموذج ماستر، والتي كانت أصلا تستند إلى نهج ديفاين/شتاوباخ (Divine/Staubach) بنموذج لوابل الشهب[٥،٦] ويصور الشكل ١ التحسينات الشاملة في النموذج من حيث مصدر الحطام ونطاق الحجم المأخوذ في الاعتبار.

الشكل ١

نظرة عامة على الإصدار الموسّع لنموذج ماستر ومصادر الحطام غير المتشظي المأخوذة في الاعتبار



٩- ووفقا لهيكل نموذج ماستر، أمكن تحديد المصادر غير القابلة للتشظي باستخدام درجة عالية من الاستبانة الفراغية من ارتفاع ٢٠٠ كيلومتر (مدار أرضي منخفض) إلى منطقة مدار متزامن بالنسبة لدوران الأرض. وقد عوملت جميع المصادر بشكل شبه تقديري أثناء مرحلة تكون النموذج. وبالتالي أمكن توليد أجسام منفردة. وهذه توصف بأنها عناصر مدارية تصنف حسب زمن نشوئها وحسب الكتلة والحجم. وفي المرحلة التالية من العملية، يتم استكمال جميع الأجسام بالقياس والاستقراء مع زمن مشترك أي ما يسمى"بالزمن المرجعي". وسوف يصدر النموذج رسميا في الربع الأخير من سنة ١٩٩٩.

١٠- وهناك نتيجة ترتبت على التوسع في نموذج ماستر، وتتمثل في زيادة تعقد وتشابك البرنامج، وبالتالي أيضا زيادة الطلب على اقتناء بيانات مدخلات وتخيّل بيانات مخرجات. ونتيجة لذلك، فإن نموذج ماستر ينتقل الآن من برنامج لقيد الأوامر إلى تطبيق متفنن تحركه قائمة اختيار برامج.

١١- ويجرى حاليا استحداث وصلة بينية بيانية للمستعمل تعرض بإيجاز شديد الأشياء الثنائية في نموذج ماستر. وسوف يتفاعل المستعمل مع هذه الوصلة البينية فقط، ويتم في الخلفية تنفيذ ثنائيات نموذج ماستر. والوصلة البينية لنموذج ماستر تعرض الخدمات التالية (انظر المثال الوارد في الشكل ٢):

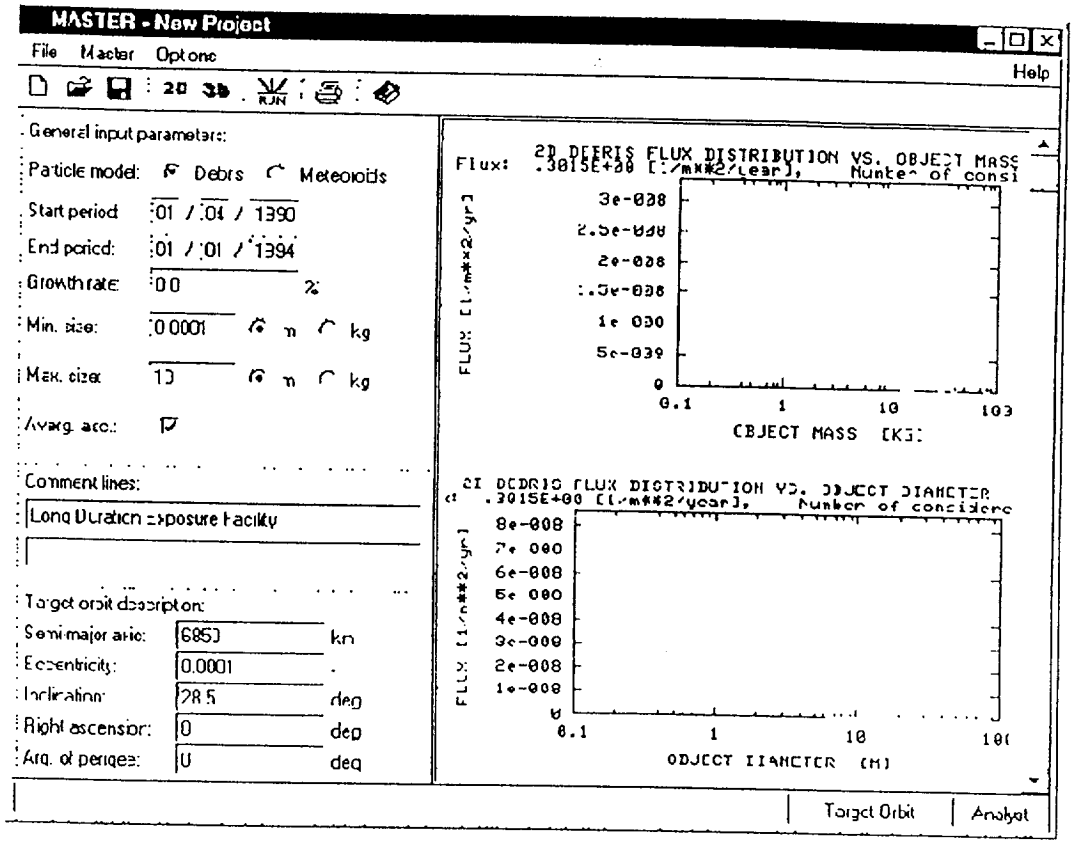
(أ) توفير وصلة بينية عملية وبدهية لتمرير جميع بيانات المدخلات الضرورية لتطبيقات ماستر؛

(ب) تنفيذ نموذج ماستر (تطبيق البرنامج التحليلي والهندسي)؛

(ج) عرض التوزعات البيانية لنتائج نموذج ماستر إما على الشاشة أو بوسائل التذييل في حاشية؛

(د) توفير العون المباشر للمستعمل.

الشكل ٢
الوصلة البينية البيانية لنموذج ماستر لخدمة المستعمل



(ب) توسيع نموذج ماستر للتنبؤ باكتشاف الحطام

١٢- يتمثل الهدف الأساسي للدراسة في استحداث وتنفيذ أداة من البرمجيات القياسية اللازمة للتنبؤ بمعدلات التقاطع والخصائص المميزة للاكتشاف الإحصائي للأجسام التي تقل عن خط المبتدئ في كتالوج سواتل القيادة الفضائية الأمريكية، وللتنبؤ بأوقات الاستحواذ الخاص بتجميع معطيات التتبع والقياس، والخصائص المميزة لحركة أجسام قطعية في الكتالوج. وسوف تتأتى عمليات التنبؤ لكل من نظام الرصد الراداري والبصري مع ما يتصل بذلك من معوقات للنظام، وأيضا للمنشآت في القواعد الأرضية والفضائية. وتؤدي الأساليب الرياضية (بالنسبة للتحليل الإحصائي والقطعي) إلى تقاطعات أو تعيين مكان مرور جسم مداري لأغراض الاستحواذ لتجميع معطيات القياس والتتبع فيما يتعلق بمجال الرؤية في جهاز استشعار معين (ونوافذ النطاق/معدل النطاق بالنسبة لأجهزة الرادار). واستنادا إلى نموذج أداء نظام معين للاستشعار، تترجم معدلات التقاطعات إلى معدلات اكتشاف وبدايات حجم الاكتشاف لمستوى احتمالي معين، مع اتخاذ شكل محدد سلفا، وخواص مادية وسطحية للأجسام المستهدفة.

١٣- ويعتبر نظام البرامجيات الناتجة، وهو برنامج التنبؤ بالرصد الراداري والرصد البصري على درجة كبيرة من القياس النمطي. وهو يشمل وصلات بينية لمجموعة نموذج ماستر الموسع (للتحليل الإحصائي) وملف كتالوج في تاريخ معين (للتحليل القطعي، حيث تظهر البيانات في شكل سطرين وفي شكل قيود تسجيل منفردة لكل جسم). ويستطيع نظام البرامجيات التحقق من الإسهامات الفردية لتجمعات نموذج ماستر (مثلا قطيرات الصوديوم-البوتاسيوم "ناك" مقابل بيانات القياس الحالية (رادار هيستاك أو بعثه كوبيم COBEAM). وتستطيع البرامجيات أيضا المساعدة في تخطيط نظم الرصد والحملات.

١٤- وتضطلع برامجيات برنامج التنبؤ بالرصد الراداري والرصد البصري بدراسة مايلي:

(أ) جميع مصادر الجسيمات الدقيقة المعروفة التي تزيد أقطار أجسامها على ١ أوم (البيئة تحددها مجموعة نموذج ماستر الموسّع وكتالوج القيادة الفضائية للولايات المتحدة في حالة الأجسام الأكبر حجما)؛

(ب) ارتفاعات تتراوح بين ١٥٠ كيلومترا (دون المدار الأرضي المنخفض) و ٣٨٠٠٠ كيلومتر (أعلى من المدار الأرضي التزامني)؛

(ج) النظام الراداري والنظام البصري، في القواعد الأرضية والقواعد الفضائية على السواء؛

وسوف تصدر هذه البرامجية رسميا في الربع الأخير من ١٩٩٩.

٢- الرصد الراداري وتحليلات البيانات الخاصة بالحطام الفضائي والنيازك

١٥- في سنة ١٩٩٨، جرى تنفيذ أنشطة تتعلق بالحطام الفضائي والنيازك في معهد بحوث فيزياء الترددات العالية بالمؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية بصفة رئيسية في إطار ثلاثة عقود دراسية أبرمت مع مركز الايسوك (المركز الأوروبي للعمليات الفضائية) التابع لوكالة الفضاء الأوروبية (الايسا)، وتتناول:

(أ) التقنيات الرادارية المتقدمة لرصد الحطام الفضائي (شباط/فبراير ١٩٩٥ إلى أيلول/سبتمبر ١٩٩٨)؛

(ب) تتبّع الحطام تعاونيا (نيسان/أبريل ١٩٩٧ إلى تموز/يوليه ١٩٩٨)؛

(ج) استحداث خوارزميات لكشف الحطام المتوسط الحجم بالرادار (نيسان/أبريل ١٩٩٧ إلى تموز/يوليه ١٩٩٩).

١٦- وتتمثل الأغراض الرئيسية لهذه الأنشطة فيما يلي:

(أ) تقصى تقنيات محسنة لرصد الحطام وجمع البيانات؛

(ب) استحداث وتنفيذ تقنيات وخوارزميات فعالة وعالية التأتمت لمعالجة البيانات وكشف أجسام الحطام والنيازك وتحليلها؛

(ج) دعم عملية إنشاء وصلة حاسوبية واضحة التحديد بين نتائج القياس وتنبؤات النمذجة.

(أ) الرصد الراداري وتحليلات بيانات النيازك

١٧- كشف التقييم الدقيق للحساسية أن رادار "تيرا" للتتبع والتصوير العامل في النطاق الترددي "L" قادر في الوقت الحاضر على كشف كريات يبلغ مقاسها ٢ سم على مسافة قدرها ١٠٠٠ كيلومتر، باستخدامه استراتيجيات كشف مثلى وبأخذه في الاعتبار كل ما اقترح ونفذ في إطار عقود الايسا الدراسية[٧،٨،٩] من تعديلات وتحسينات في الأجهزة وفي تقنيات معالجة الإشارات.

١٨- ويستخدم نظام رادار التتبع والتصوير (تيرا) الذي استحدثه معهد بحوث فيزياء الترددات العالية بالمؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية، من المقام الأول في تقصي الأساليب والتقنيات لتصنيف المركبات الفضائية والطائرات وتحديد هويتها. ويستخدم نظام تيرا أيضا، إلى حد ما في كشف النيازك، ولرصد ذيولها وتأينها وتحديد تدفقها. فهذه الذيول قد يمتد طولها إلى نحو ١٠ كيلومترات وهي توجد على ارتفاع حوالي ١٠٠ كيلو متر فوق سطح الأرض. ومن المطلوب معرفة تدفقها لتقدير احتمالات الخطورة على السواتل العاملة نتيجة نشاط كبير متمثل في انهمار نيازك كوكبة الأسد (وابل الشهب) المتوقع حدوثه في ١٧ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٩، وتتنبأ وكالة ناسا (الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء) التابعة للولايات المتحدة الأمريكية بأنه سيؤدي إلى زيادة في التدفق الخلفي بمقدار ١٠٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ مرة. وأمكن بالحزمة الموجية الضيقة لهوائي رادار "تيرا" اقتطاع تدفق صغير نسبيا من النيازك المنهمرة. وبالتالي، يتعين أن تكون الأحجار النيزكية الصغيرة جدا، التي تعتبر أكثر عددا من الأحجار النيزكية الأكبر، قابلة لاكتشافها، بغية تحقيق عدد هام إحصائيا من الاكتشافات أثناء فترة القياس. وقد فشلت محاولة لرصد وابل الشهب من كوكبة الأسد في سنة ١٩٩٧ بتوجيه عمود الهوائي إلى الانهمار النيزكي.[١٠] فالأحجار النيزكية التي تبلغ من الصغر الحجم المطلوب تسبب ذيولا متأينة ذات كثافة إلكترون منخفضة تخترقها الموجة الوافدة. وحيث أن ذيول التأيين لها أشعة أولية ذات أطوال موجية عديدة بالنسبة لرادار "تيرا" فإن الموجات التي تعكسها الإلكترونات الوحيد تزول إلى حد كبير بسبب التداخل (التشويش).[١١] وهذا هو السبب في أن أجهزة الرادار التي تستخدم أطوالا موجية قصيرة مثل رادار "تيرا" يفوتها رصد النيازك الصغيرة المطلوبة، حتى لو استخدم هوائي عاكس قطره ٣٤ مترا وقوة إرسال عالية تصل إلى ١،٥ ميغاوات.

١٩- وفي سنة ١٩٩٨، تمثل هدف كبير في استحداث طريقة بديلة للرصد. ونفذت هذه في إطار عقد دراسي أبرم مع مركز الايسوك (المركز الأوروبي للعمليات الفضائية) التابع لوكالة الايسا من أجل استحداث خوارزميات لكشف الحطام المتوسط الحجم بالرادار (نيسان/أبريل ١٩٩٧ إلى تموز/يوليه ١٩٩٩).

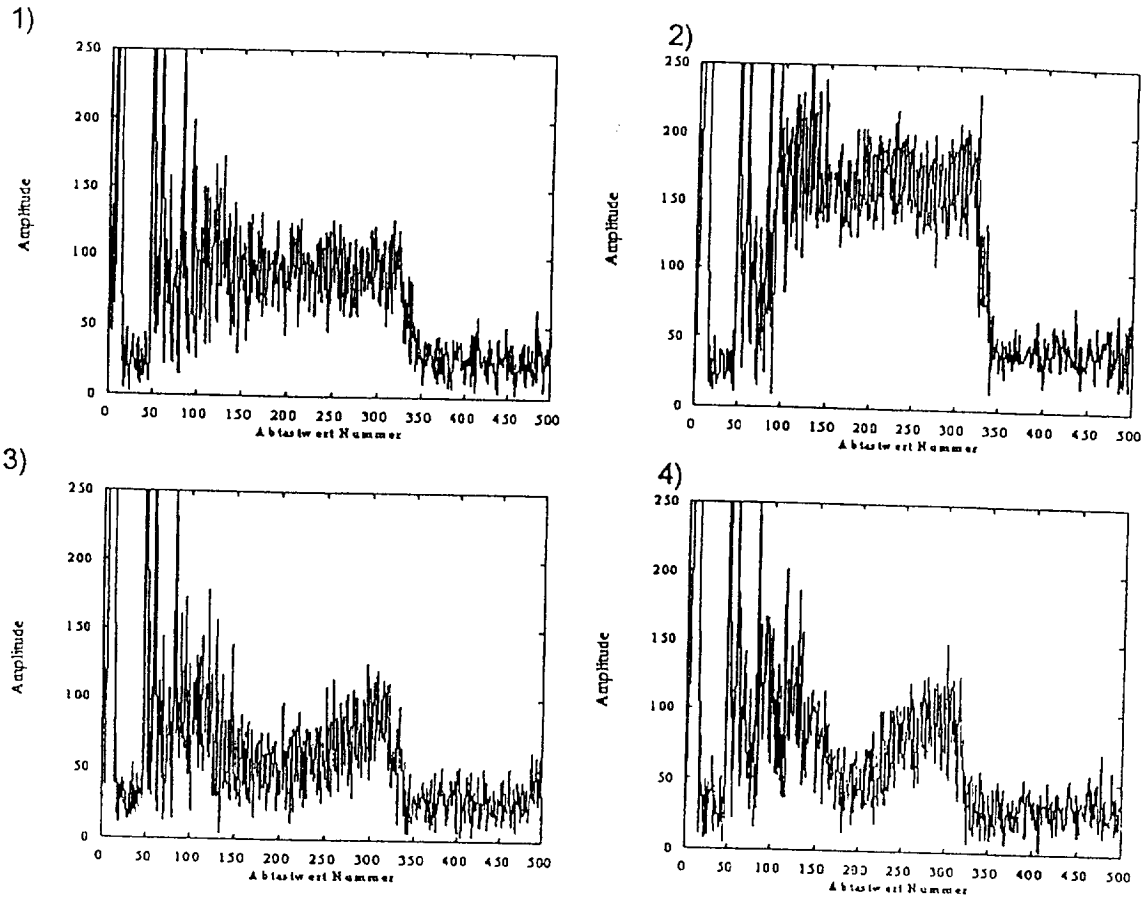
"١" رصد تدفق النيازك

٢٠- جرى في سنة ١٩٩٨ استقصاء أسباب النيازك المنهمرة، كبديل عن الخط العمودي للمراقبة الموجه إلى النيازك المنهمرة. ومرة أخرى يتم توجيه الهوائي للتعويض عن دوران الأرض. وقد تبين نظريا[١٢] أن الجزيئات التي يصدر عنها كثافة من خط الإلكترونات مقدارها ($1.740.10^{12}\,m^{-1}$)، تقابل كتلة من الصغر لدرجة تبلغ ٣ ميكروغرام، يمكن اكتشافها على مسافة ١٠٠ كيلومتر، وهذا يكفي لإصدار قطع معقول كل ساعة عن طريق حزمة الرادار الموجيّة حتى لو كان المقطع العرضي أصغر مما هو عليه بطريقة تشغيل الخط العامودي. وحدث تحسن آخر في خوارزميات الكشف ويعتبر أفضل من حيث التشغيل الآلي الذاتي.

"٢" نتائج القياس

٢١- استنادا إلى التجربة السيئة المستفادة من عمليات رصد وابل الشهب من كوكبة الأسد في سنة ١٩٩٧، جَربت نظرية استقصاء أسباب الانهمار النيزكي بتنفيذ حملة للقياسات تتعلق بالحد الأقصى السنوي المتوقع حسب التنبؤات لوابل شهب "كوكبة الجبار" يومي ١٢ و ١٣ آب/أغسطس لمدة ١٥ ساعة. وتوافق عدد الاكتشافات مع العدد المتنبأ به من المعدل المسجل كل ساعة وتم قياسه بأجهزة مراقبة أخرى وباعتبارات علمية هندسية وأكدت النظرية. وبعد أن تشجع الباحثون بهذه النتيجة، قام هؤلاء بتنفيذ حملة قياسات أخرى لوابل شهب كوكبة الأسد يومي ١٧ و ١٨ تشرين الثاني/نوفمبر لمدة ١٢ ساعة. وبسبب التنبؤات غير الصحيحة لفترة التدفق الأقصى، كان عدد الاكتشافات أقل مما كان متوقعا. ويبين الشكل ٣ أن ٤ من الترددات الخمسة الأخيرة المتضمنة في اكتشاف ما مجموعه ١٧ موجة نابضة من حملة قياس وابل شهب "كوكبة الجبار". وفيما يتعلق بكل موجة نابضة، تُعين مواقع القيم المطلقة لعينات الإشارات الواردة على عدد العينة لفاصل زمني قدره ٢ ميكروثانية. واستخدم طول للموجة النابضة قدره ٥٠٠ ميكروثانية ووقت تكرار الموجة النابضة وقدره ١٣,٧٥ ميكروثانية. ومن الواضح أن التدخلات تحدث بشكل طفيف قبل التلاشي.

الشكل ٣
ترددات أصداء رادارية لأربع موجات نابضة متتالية



(ب) تقنيات رادارية لتحليل مشكلة التشظي والأضرار بسبب الحطام الفضائي الكبير

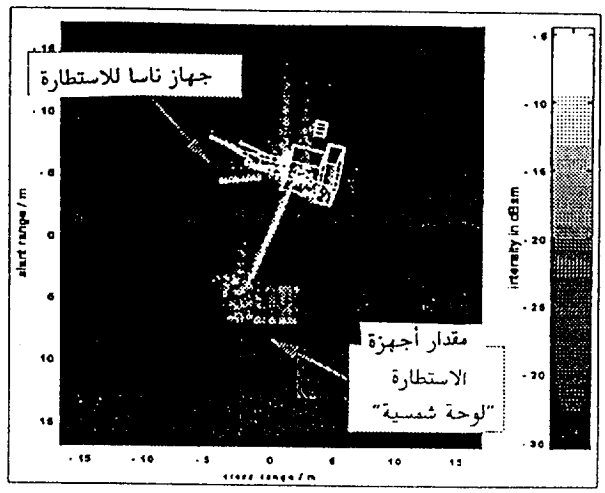
٢٢- استخدم نظام رادار "تيرا" للمساعدة في تحليل المشكلة عند وقوع أحداث غير متوقعة، مثل اصطدام الحطام بساتل عامل مسبّبا تشظية وخلل. وفي إطار العقود لإجراء الدراسات، أجريت عمليات الرصد باستخدام رادارات التصوير العاملة بنطاقي التردد L و Ku، وتستخدم نتائج التحليل لدعم عملية فحص أسباب الخلل ومقداره. ومن أمثلة ذلك في سنة ١٩٩٨، تم رصد وتحليل الساتل المتطور لرصد الأرض "أديوس" الذي أطلقته الوكالة الوطنية للتنمية الفضائية باليابان في سنة ١٩٩٦. وهذا الساتل الذي تبلغ ميزانيته نحو ١ بليون دولار أمريكي، صمم لفترة عمر تزيد على ثلاث سنوات. وبسبب خلل في شبكة الإمداد بالطاقة الكهربية، أصبح الساتل "أديوس" عاطلا منذ ٣٠ حزيران/يونيه ١٩٩٧.

٢٣- وبمقتضى العقد المبرم ذى الصلة بالتقنيات الرادارية المتقدمة لرصد الحطام الفضائي، طلبت وكالة الايسا إلى المؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية أن تقيس وتحلل عددا من مرات مرور الساتل أديوس عن طريق شبكتها الرادارية "تيرا". وبغية فحص سبب الخلل في الأداء، أمكن حوسبة سلسلة من الصور الرادارية بدرجة استبانه قدرها ٢٥ سم. ويبين الشكلان ٤ و ٥ مثالين لصور رادارية محوسبة. وتبين تلك الصور بوضوح الجسم الأساسي للساتل أديوس مع بعد يبلغ تقريبا ٤م × ٤م × ٧م. ويُرى واضحا أيضا جهاز قياس الاستطارة الذي ركبته وكالة ناسا (الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء)- وهي علامة مميزة للساتل "أديوس"-. وجميع الصور الرادارية تبين أيضا عددا من أجهزة الاستطارة في نهاية ذراع التطويل الخاص بلوحة الطاقة

الشمسية. ويبلغ طول لوحة الطاقة الشمسية ٢٤ مترا، وعرضها ٣ أمتار وكثافتها تبلغ ٠,٥ مليمتر. وقد ثبتت اللوحة في ذراع التطويل بقطع تقوية من ألياف الكربون، وهو ما ينبغي أن يكون مرئيا في الصور الرادارية. وعدم وجود مراكز لجهاز الاستطارة في الصور، مع العدد الملاحظ من أجهزة الاستطارة في نهاية ذراع التوصيل، أثار الافتراض بأن لوحة الطاقة الشمسية لم تعد مثبتة في ذراع التطويل، لكنها انتقلت إلى طرف الذراع. وهذا الافتراض تدعمه معلومات من الوكالة الوطنية للتنمية الفضائية باليابان (أجهزة الاستشعار على لوحة الطاقة الشمسية سجلت زيادات في درجة الحرارة والذبذبة).

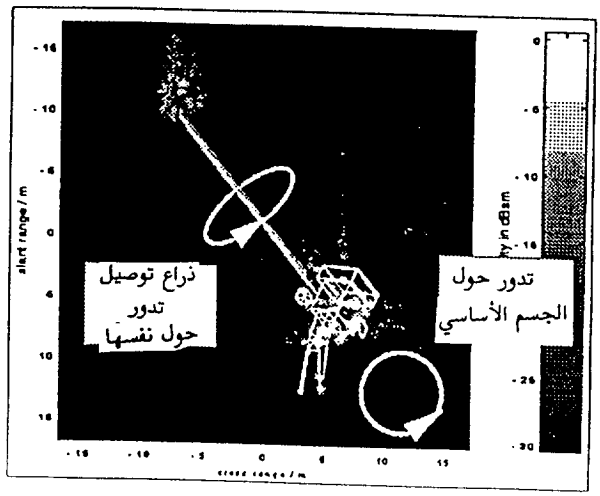
الشكل ٤

صورة رادرارية للساتل المتطور لرصد الأرض "أديوس"



الشكل ٥

الحركة الذاتية للساتل المتطور لرصد الأرض



٢٤- ولدراسة الحركة الذاتية للساتل "أديوس"، تم استحداث نموذج لشبكة سلكية بسيطة ذات ثلاثة أبعاد. ووجد أن الساتل "أديوس" يدور في فترة تزيد على ٨٠٠ ثانية حول ذراع التوصيل وفترة دوران تزيد على الساعة حول الجسم الرئيسي.

(ج) **الاشتراك في حملة الاختبار للتحقق من الأداء الوظيفي في قواعد البيانات الخاصة بعودة أجسام فضائية إلى الأرض، وهي قواعد البيانات التابعة للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي**

٢٥- قامت المؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية طوال السنوات الأخيرة باستحداث تقنيات رادارية وأساليب تحليل لعمليات رصد عودة أجسام فضائية شديدة المخاطر إلى الغلاف الجوي. وكان الهدف هو تزويد وزارة الداخلية الاتحادية بتنبؤات موثوقة بشأن نوافذ العودة (الوقت والمسار الأرضي) وبتقديرات لارتفاع الجسم ومخاطره. وهكذا كانت المؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية (ممولة بعقد مبرم مع المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي) مؤهلة جيدا للاشتراك في حملة الاختبار، وكان هدفها الأساسي التحقق من الأداء الوظيفي في قاعدة بيانات عودة الأجسام الفضائية إلى الغلاف الأرضي، والتي تتبع لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي. وكانت شركة "GMV S.A" من مدريد قد قامت باستحداث وتنفيذ قاعدة البيانات، بموجب عقد مبرم مع وكالة الفضاء الأوروبية. وتم اختيار جسم للتجربة والاختبار، وكان هذا هو الساتل الألماني "انسبكتور" (الجسم ٢٥١٠٠). وتم رصد الساتل على نطاق العالم ومن مجموعات رصد بصرية ورادارية من عناصر مدارية، وقدرت فترة العمر المدارية ونوافذ العودة (الوقت والمسار الأرضي) وثم تخزينها لإجراء مقارنة في قاعدة بيانات العودة إلى الأرض.

٢٦- وفي الفترة من ٢٧ تشرين الأول/أكتوبر إلى ١ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٨، اضطلعت المؤسسة البحثية للعلوم التطبيقية بما مجموعه ٢٠ عملية رصد رادارية للجسم ٢٥١٠٠، ومجموعات محوسبة من عناصر مدارية وتقديرات لفترة العمر المدارية ونوافذ العودة للأرض. وتم تخزين جميع النتائج في قاعدة بيانات العودة. وفي ١ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٨ وفي الساعة ٠٩/٠٦ بالتوقيت الكوني المنسّق، تم إجراء القياس الأخير (المدار المرئي الأخير لشبكة رادار "تيرا")، وقبل ١٢ ساعة تقريبا من الانحلال. وباستخدام تلك البيانات، تم تقدير نافذة العودة بأنه ٢١٣٨ ± ٢,١ ساعة. وأجري تحليل لاحق قامت به وكالة الايسا ووكالة ناسا أسفر عن نافذة عودة بأنه ١٩٤٩ ± ٢ ساعة.

٣- أنشطة بحثية أخرى متعلقة بالحطام الفضائي

٢٧- هناك بعض الأنشطة البحثية الأخرى المتعلقة بالحطام الفضائي بموجب عقد مبرم مع وكالة الايسا أثناء الفترة قيد الاستعراض، هذا بالإضافة إلى تلك الأنشطة المذكورة أعلاه، وهي:

(أ) تطوير مرقاب زايس Zeiss بإضافة ١ مترا إلى المرقاب (كارل زايس، جينا) في مرصد تايده في جزر الكناري، إسبانيا؛

(ب) نماذج مادية متطورة لمحاكاة تأثيرات الارتطام الفائق السرعة يضطلع بها معهد ارنست-ماخ في فرايبرغ للتوصل إلى البارامترات الديناميكية لمختلف المواد؛

(ج) تقصي ظاهرة الارتطامات الفائقة السرعة على المركبات المكيفة الضغط (معهد ارنست-ماخ)؛

(د) دراسات يجريها معهد ارنست-ماخ حول إمكان تقوية التدريع ضد الارتطام في المناطق المعرضة لخطر شديد في نبيطة مرفق كولومبوس المداري الأوروبي فيما يتعلق بالمحطة الفضائية الدولية؛

(ه) الارتقاء بقاعدة بيانات وكالة الفضاء الأوروبية ونظام المعلومات لتشخيص الأجسام في الفضاء، ويضطلع بذلك ايتا-ماكس eta_max في براونشفايغ؛

(و) نماذج متقدمة لتفتت المركبة الفضائية أثناء العودة إلى الأرض، يضطلع بها Hypersonic Technology Goettingen.

٢٨- وبالإضافة إلى هذه الأنشطة الألمانية المضطلع بها بموجب عقود مبرمة مع وكالة الفضاء الأوروبية، فإن الأنشطة الممولة وطنيا المبينة أدناه تركز أساسا على دعم تحليلات المخاطر، ودراسة أثار الانحلال والإسهام في لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي.

٢٩- ويقوم معهد ارنست-ماخ بتقصي وبحث الخلل الذي يسببه ارتطام نيازك بالغة الضآلة وجزئيات حطام دقيقة للغاية على الأدوات العاكسة الخشنة المستدقة الطرف في طرفيات الاتصالات البصرية في مدارات ذات ارتفاعات تصل إلى ٧٠٠ كيلومتر و ١٤٠٠ كيلومتر، ودرجة ميلان ٤٨° شرقا. وفيما يتعلق بهذه المدارات، فإن الدرجة القصوى للخلل حسبت وكذلك احتمال التدمير الكامل بسبب الارتطام بجزء منفرد.

٣٠- وفي المعهد العالي للتكنولوجيا في آخن، الراين-وستفاليا، يجري تجريب إرشادي لشفرات حاسوبية متعلقة بتحليل المخاطر. وعلاوة على ذلك هناك قيد الإعداد إنشاء جهاز خادم حاسوبي لجمع وتوزيع نتائج الاختبارات والتجارب، وبرامج حاسوبية وصيغ لتصاميم. وهذا العمل يعتبر إسهاما في عمل الفريق العامل ٣ (الحماية) التابع للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي.

٣١- وقد نظم المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي حلقة عمل وطنية لإعلام أولئك المعنيين في ميدان الحطام الفضائي عن الاستراتيجية الوطنية، والمناسبات مع اقتراب الموعد (مثل عودة محطة الفضاء "مير" ووابل شهب كوكبة الأسد) وحالة الأعمال في كتاب دليل التخفيف من أثار الحطام الفضائي، والأعمال في اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية وكذلك لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي. وقام مسؤول من شركة إعادة التأمين " بايريشه روك"، بعرض نبذه ومعلومات خلفية عن التأمين وإعادة التأمين في شؤون الفضاء.

٣٢- وتعتبر ألمانيا عضوا في لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي، ويقوم بتمثيل ألمانيا، المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، الذي يسهم دائما في لجنة التنسيق في شكل تبادل معلومات وعرض أنشطة الأفرقة العاملة وتنسيق الوفد الألماني. وقد اتخذ المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي مبادرة لإنشاء موقع على شبكة الإنترنت يخص لجنة التنسيق المذكورة. وكان الوفد الألماني الموفد إلى الاجتماع السادس عشر للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات لشؤون الحطام الفضائي، والمعقود في تولوز في الفترة من ٣ إلى ٦ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٨، يتألف من خمسة أعضاء، من بينهم عضو يرأس الفريق العامل ١ (القياسات). وقدمت للاجتماع ورقة موقفية أعدها المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي عن الحطام الفضائي، وتصف الاستراتيجية الوطنية المذكورة أعلاه.

الحواشي

J. Bendisch and others, "The consideration of non-fragmentation debris in the MASRTER Model", paper presented at the forty-ninth congress of the International Academy of Astronautics, held in Melbourne, Australia, in 1998 (IAA.6.3.04). -١

C. Wiedemann and others, "Debris modelling of liquid metal droplets released by RORSATs", paper presented at the forty-ninth Congers of the International Academy of Astronautics, held in Melbourne, Australia, in 1998 (IAA.6.3.03). -٢

T. J. Settecerri, E. G. Stansbery and M. J. Matney, "Haystack measurements of the orbital debris environment", paper presented to the thirty-second Scientific Assembly of the Committee on Space Research, held at Nagoya, Japan, in 1998 (to be published). -٣

J. C. Mandeville and M. Rival, "Review and selection of a model for ejecta characterization", Technical Report 452200/01 under European Space Technology Research Centre contract (Toulouse, Centre d'études et de recherche aérospatiales, 1996). -٤

N. Divine, "Five populations of interplanetary meteoroids", *Journal of Geophysical Research,* vol. 98 (1993), pp. 17,029-17,048. -٥

P. Staubach, "Numerische modellierung von Mikrometeoriden und ihre Bedeutung fuer interplanetare raumsonden und geozentrische Satelliten", thesis presented at the University of Heidelberg, Germany, April 1996. -٦

L. Leushacke and others, "Radar detection of mid-size space debris", final report No. 6-94, ESA/ESOC contract No. 10182/92/D/IM (Wachtberg-Werthhoven, FGAN-FHP, November 1994). -٧

L. Leushacke, "First FGAN/MPIfR Cooperative Debris Observation Campaign: experiment outline and first results", *Proceedings of the Second European Conference on Space Debris, Darmastadt, Germany, 17-19 March* 1997 (ESA SP-393). -٨

L. Leushacke, "Mid-size space debris measurements with the TIRA system", *Proceedings of the Forty-eighth International Astronautical Congress, Turin, 1997.* -٩

J. Rosebrock, "Beobachtung des Leonidenstroms 1997", *FGAN-FHP Jahresbericht 1997* (Wachtberg-Werthhoven, FGAN-FHP, 1997), pp. 87-92. -١٠

D. W. R. McKinley, *Meteor Science and Engineering,* New York, McGraw-Hill, 1961, p.233. -١١

J. Rosebrock, "Radarreflexionen an unterkritischen Ionisationsschlaeuchen von Meteoriten bei Sicht in den Radianten", *FGAN-FHP Jahresbericht 1998* (Wachtberg-Werthhoven, FGAN-FHP, 1998). -١٢