



لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية

معلومات عن البحوث التي أجرتها في مجال الأجسام القريبة
من الأرض الدول الأعضاء والمنظمات الدولية وسائر الهيئات
مذكّرة من الأمانة

المحتويات

الصفحة

٢	.....	مقدمة	أولاً-
٢	.....	الردود الواردة من الدول الأعضاء	ثانياً-
٢	.....	ألمانيا	
٤	.....	اليابان	
٥	.....	بولندا	
٦	.....	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية	



أولاً - مقدمة

- ١ - اعتمدت اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورتها الرابعة والأربعين في عام ٢٠٠٧، خطة العمل الجديدة المتعددة الأعوام للفترة ٢٠٠٨-٢٠١٠ (الوثيقة A/AC.105/890، المرفق الثالث، الفقرة ٧). وعملاً بخطة العمل، ستنظر اللجنة الفرعية، في دورتها الخامسة والأربعين في عام ٢٠٠٨، في التقارير المقدّمة من الدول الأعضاء والمنظمات الدولية، استجابة للطلب السنوي للحصول على معلومات عن أنشطتها ذات الصلة بالأجسام القريبة من الأرض.
- ٢ - وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة استناداً إلى المعلومات الواردة من الدول الأعضاء التالية: ألمانيا وبولندا والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية واليابان.

ثانياً - الردود الواردة من الدول الأعضاء

ألمانيا

[الأصل: بالإنكليزية]

المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، معهد الأبحاث الكوكبية، برلين

(أ) مقدمة

- ١ - يعكف العلماء في معهد الأبحاث الكوكبية، التابع للمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، الكائن في برلين-أدلرسهوف، منذ سنين عديدة على القيام بأبحاث دولية في مجال الأجسام القريبة من الأرض. ويشمل العمل القيام بحملات رصد لتحديد الخصائص الفيزيائية للأجسام القريبة من الأرض باستعمال مقاريب فلكية أرضية وفضائية كبيرة، والاحتفاظ بقاعدة بيانات عن الخصائص الفيزيائية للأجسام القريبة من الأرض، وتقدير مخاطر ارتطام هذه الأجسام والتخفيف منها، ووضع أدوات محاكاة لهذه المخاطر، والمساهمة في البعثات الفضائية إلى الأجسام القريبة من الأرض.
- ٢ - والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي على اتصال وثيق بوزارة الخارجية الاتحادية الألمانية من أجل دعم أنشطة فريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض والفريق العامل المعني بالأجسام القريبة من الأرض في إطار اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

(ب) مراقبة الأجسام القريبة من الأرض

٣- يتمثل أحد مجالات النشاط الرئيسية حاليا في القيام برصد الأجسام القريبة من الأرض في المنطقة الطيفية الحرارية دون الحمراء بواسطة مقارِب مثل مقراب مرصد كيك (Keck) ومقراب رصد الأشعة دون الحمراء التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) في الولايات المتحدة الأمريكية، وكلاهما موجود في ماونا كيا في هاواي، والمقراب الفضائي سبيتزر (Spitzer) التابع لناسا وتتيح البيانات المستمدة من عمليات الرصد تلك تحديد بارامترات حاسمة كحجم الأجسام القريبة من الأرض ونصوعها، وهي توفر أيضا معلومات عن الخصائص السطحية من خلال الخمول الحراري. ويتطلب تفسير عمليات الرصد تلك عملا نظريا كبيرا ونمذجة حاسوبية للخصائص الفيزيائية للأجسام القريبة من الأرض.

٤- وبالإضافة إلى أنشطة البحث في الخط الأمامي الأنفة الذكر، يُحتفظ بقاعدة بيانات حاسوبية عن الخصائص الفيزيائية لكل ما هو معروف من الأجسام القريبة من الأرض وتتوافر قاعدة البيانات هذه على شبكة الإنترنت (<http://earn.dlr.de>) ويتم تحديثها يوميا.

(ج) الدراسات النظرية وعمليات المحاكاة

٥- أُجريت عمليات بحث ونمذجة بشأن مختلف التقنيات القابلة للاستخدام في تحويل مسار الكويكبات والمذنبات تفاديا لارتطامها بالأرض. وفي سياق هذا العمل، استُحدثت حزمة برمجية لمحاكاة خطر ارتطام محتمل ولتحديد استراتيجية مثلى لانحراف المسار.

٦- ويجري في الوقت الحاضر تحليل تكوّن الفوهات والآثار المصاحبة لارتطام الكويكبات والمذنبات بالأرض، وذلك في إطار دراسة نظرية تشمل عمليات نمذجة ومحاكاة حاسوبية متقدمة.

(د) المشاركة في بعثات فضائية

٧- من المعترزم المشاركة بقوة في التخطيط المقبل لبعثة "دون كيشوت". وبعثة "دون كيشوت" هي بعثة استطلاعية تعكف وكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا) على دراسة جدواها، وتهدف إلى التخفيف من مخاطر الأجسام القريبة من الأرض. وسوف يشارك المركز الألماني أيضا في بعثات فضائية أخرى لإجراء دراسات على أجسام صغيرة قريبة من الأرض، مثل بعثتي روزيتا وداون.

(هـ) مركز سيبسغارد الألماني

٨- اقترح معهد الأبحاث الكوكبية إنشاء مركز لحراسة الفضاء في ألمانيا، يُفترض فيه، أسوة بالمركزين النظيرين له في الولايات المتحدة الأمريكية (مكتب برنامج الأجسام القريبة من الأرض التابع لمختبر الدفع النفاث) وفي المملكة المتحدة (مركز المعلومات عن الأجسام القريبة من الأرض)، أن يكون بمثابة حلقة وصل بين أنشطة البحوث والجمهور عامة، وأن ينقل المعلومات القائمة على أسس علمية على نحو يجعلها يسيرة الفهم لدى الجمهور والإدارات الحكومية، وأن يكون متهيئاً لدعم واضعي السياسات في مجال إدارة شؤون مشاركة ألمانيا في الأنشطة الدولية المتصلة بمخاطر الارتطام وخطط التخفيف من حدة ارتطام الأجسام القريبة من الأرض. وقد نظرت السلطات في المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي في ذلك الاقتراح، ولا يزال صدور قرار بتأسيس مركز حراسة الفضاء معلّقاً.

اليابان

[الأصل: بالإنكليزية]

١- بدأت أنشطة اليابان في مجال دراسة الأجسام القريبة من الأرض بإنشاء رابطة سيبسغارد اليابانية في عام ١٩٩٦. وصنعت الرابطة مقراباً واسع النطاق بعدسة قطرها متر واحد من أجل الكشف عن الأجسام القريبة من الأرض. وبدأ العمل بهذا المقراب في عام ٢٠٠٢ واستخدم أساساً لإجراء عمليات رصد على سبيل المتابعة. وقامت الرابطة في عام ٢٠٠٦ بتطوير المقراب حتى بات الآن يتيح الكشف عن أجسام ذات نسبة نضوع متدنية تصل إلى ٢٠,٥ فقط، وهو رقم يقارب معدّل الكشف الذي يتيح مسح كتالينا التصويري للسماء ومشروع سيبسواتش في الولايات المتحدة. وترد في الجدول أدناه قائمة بعمليات الرصد على سبيل المتابعة لهذه الأجسام.

٢- نفذت الرابطة خلال السنوات العشر الماضية أنشطة تعليمية مختلفة. فقد أنتجت مجموعة مواد تعليمية مفيدة بالإنكليزية واليابانية والأسبانية عن الكشف عن الأجسام القريبة من الأرض، خدمة لأغراض التوعية العامة، ونشرت كتابين وعدداً من المقالات في الصحف والمجلات.

عمليات رصد الأجسام القريبة من الأرض التي قامت بها رابطة سيسغارد اليابانية
(حتى أيلول/سبتمبر ٢٠٠٧)

السنة	الكويكبات القريبة من الأرض		المذنبات	
	عدد المرصود	عدد قياسات المواقع	عدد المرصود	عدد قياسات المواقع
٢٠٠٠	٢٣	٢٠٥	٢٠	١١٣
٢٠٠١	٢٩	٥٦٠	١٦	٢٧٥
٢٠٠٢	٢٤	٢٤٣	١٣	٣٣٩
٢٠٠٣	٥٤	٥٦٧	١٨	١٦٥
٢٠٠٤	٢٣	٢٣٣	٤	٢٠
٢٠٠٥	٨	٤٢	٠	٠
٢٠٠٦	٢٥	٢٩٧	٥	٦٦
٢٠٠٧	٢٦	٣٦٥	١٤	١٠١
المجموع	٢١٢	٢٥١٢	٩٠	١٠٧٩

٣- ومن الأنشطة الهامة الأخرى في مجال دراسة الأجسام القريبة من الأرض تنظيم بعثة هايابوسا إلى الجسم القريب من الأرض المسمى "إيتوكاوا" والغرض العلمي من هذه الرحلة هو الحصول على معلومات قيّمة عن السّر الذي يحيط بأصل المنظومة الشمسية من خلال تحليل تكوين الكويكب ومن ثمّ فإن من المهم تطوير التكنولوجيا اللازمة لجمع عينات من الكويكبات ففي خريف ٢٠٠٥، أُخذت لإيتوكاوا عند اقترابه عدّة صور مكبّرة وجرّت محاولة للعودة بعيّنة من المواد الموجودة على سطحه. ومن المقرّر عودة بعثة هايابوسا الجارية الآن في حزيران/يونيه ٢٠١٠. وفي الوقت الحالي، تنظر الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي في إرسال البعثة التالية للعودة بعيّينات من نوع آخر من الأجسام القريبة من الأرض، ومن المأمول أن تُرسَل البعثة في المستقبل القريب.

بولندا

[الأصل: بالإنكليزية]

١- في عام ٢٠٠٧، نُفذت الأنشطة الخاصة بالأجسام القريبة من الأرض في بولندا في مركز بحوث الفضاء التابع لأكاديمية العلوم البولندية، وفي قبة شورتزو الفلكية، وشبكة فايربول البولندية، والرابطة البولندية للملاحة الفضائية. وأجرى المركز بحوثاً على الكويكبات التي تشكل خطراً محتملاً لإمكانية دخولها مدار الأرض وارتطامها بها. وأجرت قبة شورتزو الفلكية وشبكة فايربول البولندية عمليات رصد بصرية ولاسلكية للأجسام

القريبة من الأرض. ودرست الرابطة البولندية للملاحة الفضائية إرسال بعثة روبوتية إلى كويكب أبوفيس.

المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية

[الأصل: بالإنكليزية]

(أ) مقدّمة

١ - يقوم المركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء بدور نشط في معالجة مشكلة الأجسام القريبة من الأرض وذلك بتشجيع التنسيق على كل من الصعيد الوطني والأوروبي والدولي من أجل الوصول إلى اتفاق بشأن فهم الخطر الذي تشكّله الأجسام القريبة من الأرض واتخاذ تدابير فعّالة لمواجهةته. ويتبيّن هذا الدور الريادي من جملة أمور منها رئاسة المملكة المتحدة لفريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض والفريق العامل المعني بالأجسام القريبة من الأرض.

٢ - والمملكة المتحدة لديها قدرات كبيرة على البحث في مجال الأجسام القريبة من الأرض، تعتمد فيها على قدراتها في مجال علم الفلك وعلم الكواكب ورصد الفضاء. وقد دأب المركز على اللجوء إلى هذه القدرات للحصول على دعم ومشورة تقنيين ذوي خبرة. وفي عام ٢٠٠٦، أجرت منظمات في المملكة المتحدة طائفة واسعة من الأنشطة يرد فيما يلي تلخيص لعدد منها.

(ب) الرصد والقياس عن بعد لمجموع الأجسام القريبة من الأرض

٣ - انضمت مجموعة من فلكيي المملكة المتحدة من جامعة دورهام وجامعة الملكة في بلفاست وجامعة أدنبره إلى فريق من المؤسسات الأمريكية والألمانية من أجل استخدام مقراب جديد متطور، هو مقراب الرصد الشامل الرؤيا ونظام الاستجابة السريعة ("Pan-STARRS") المجهز بأكثر كاميرا رقمية في العالم والموجود في جزيرة ماوي التابعة لجزر هاواي، في رصد وتحديد خصائص الأجسام القريبة من الأرض وغيرها من الأجسام في المنظومة الشمسية وما بعدها. ويجري التحضير حاليا لتشغيل المقراب في نيسان/أبريل - أيار/مايو ٢٠٠٨. وحالما يبدأ تشغيل هذا المقراب، فإنه سيزيد المعدل الشهري الحالي لاكتشافات الأجسام القريبة من الأرض بأكثر من الضعف.

٤ - ونجح فلكيون من جامعة الملكة في بلفاست، للمرة الأولى، وبالتعاون مع زملاء لهم في ألمانيا، والجمهورية التشيكية، وسلوفاكيا، والولايات المتحدة، في قياس مفعول (Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack) (مفعول يورب) من خلال دراسة الجسم القريب من الأرض المسمى (٥٤٥٠٩) ٢٠٠٠ PH5 على مدى عدة سنوات. وهذا المفعول النظري يؤدي بالجسم القريب من الأرض إلى زيادة سرعته اللولبية أو إنقاصها بحسب السخونة المستمدة من حرارة الشمس. وربما يكون مفعول يورب الوسيلة الأولية لخلق أجسام فضائية ثنائية قريبة من الأرض، وهو يفضي مقترنا بمفعول ياركوفسكي إلى إيصال كويكبات إلى الفضاء القريب من الأرض.

٥ - وواصل الفلكيون في جامعة الملكة في بلفاست تسجيل بيانات القياسات الفلكية لأجسام قريبة من الأرض التي تبين أن ثمة احتمالا صغيرا لارتطامها بالأرض خلال السنوات المائة المقبلة، وذلك بهدف تعديل مساراتها. وقد قام هؤلاء الفلكيون حتى الآن بقياس مواقع أكثر من ٢٠٠ جسم قريب من الأرض وعدّلوا مساراتها.

٦ - وأجريت دراسة على الجسم القريب من الأرض المسمى (١٠٣٠٢) (ML ١٩٨٩) والذي يتيح مداره الوصول إليه بسهولة في مركبة فضائية. وبين فريق من الفلكيين من جامعة الملكة في بلفاست ومن برلين أن هذا الجسم، ولسوء الحظ، ليس هدفا ملائما، بالنسبة إلى بعثة "دون كيشوت" المقترحة لاختبارات التخفيف من مخاطر الارتطام، والتابعة لوكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا) بسبب حجمه وتكوينه، مع أنه كان الهدف الأولي لهذه البعثة.

٧ - وتجري الجامعة المفتوحة ببحثا على انحناءات ضوء الكويكبات التي تدور ببطء (وبخاصة كويكبات الحزام الرئيسي)، باستخدام بيانات من كاميرات سماوية متطورة منفرجة الزاوية تستعمل للبحث عن الكواكب، وتواصل نشر نتائج عمليات رصد الأجسام القريبة من الأرض (بالنمذجة الحرارية والمقرب الطيفي بالأشعة تحت الحمراء).

(ج) الرصد والقياس الموقعيان لمجموع الأجسام القريبة من الأرض

٨ - إضافة إلى الدراسات النظرية الهادفة إلى فهم تكوّن الأجسام الصغيرة في المنظومة الشمسية، يجري في الجامعة المفتوحة أيضا تنفيذ عدد من البرامج التجريبية. ومن هذه البرامج إقامة منصة أجهزة لقياس الاختراق من أجل محاكاة ارتطام كثيف الكتلة منخفض السرعة لمقياس اختراق مثبت على متن مركبة فضائية عند هبوطها. وستكون مقاييس الاختراق أساسية في إتاحة قياسات موقعية على سطح جسم قريب من الأرض، وهي قياسات تتسم على الأرجح بالدقة في طبيعتها كي تتيح الحصول على معلومات هيكلية وآلية عن هذا

الجسم. ولا بد من هذه المعلومات للنجاح في التخفيف من مخاطر الأجسام القريبة من الأرض ونفيها. وتهتم الجامعة المفتوحة بشكل أعم بتوفير الأدوات اللازمة للبحث الموقعي المادي والكيميائي الجيولوجي للأجسام القريبة من الأرض ولغيرها من الأجسام الأصغر في المنظومة الشمسية. وقد ساعد ذلك الجامعة المفتوحة في اكتساب دور علمي رائد في بعثة ماركو بولو للعودة بعينة من على سطح جسم قريب من الأرض والتي اقترحت من خلال برنامج الرؤية الكونية التابع للإيسا الذي اختير ليكون في المرحلة التالية من مراحل التقييم والاختيار داخل البرنامج العلمي لوكالة الفضاء الأوروبية. وبالإضافة إلى ذلك، تتواصل بحوث الجامعة المفتوحة بشأن الأجسام القريبة من الأرض في مجال تحليل عينات من النيازك والكواكب الأخرى، باستخدام مجموعة مختبراتها الكيميائية الجيولوجية المتطورة التي تشكل جزءا من شبكة المملكة المتحدة للتحليلات الكيميائية الكونية.

(د) تقدير المخاطر

٩- يجري الفريق المعني ببحوث الملاححة الفضائية في جامعة ساوثامبتون قدرا كبيرا من البحوث المتعلقة بتأثيرات ارتطام الأجسام القريبة من الأرض بالأرض. وجرى في الفترة ٢٠٠٤-٢٠٠٥ استحداث برامج لتقييم مدى تأثير الارتطام في الناس، وقد استُخدمت البرمجة في عام ٢٠٠٦ لتحليل ارتطامات محدّدة ضمن دراستين من دراسات الحالة. وكانت أولى هاتين الدراستين تتمثل في تقدير عدد الضحايا الذي قد ينجم عن الارتطامات بالأرض والبحر في المناطق الحاذية للمملكة المتحدة. وتناولت الدراسة الثانية التأثيرات التي تلحق بالسكان من جرّاء الارتطام المحتمل للكويكب ٩٩٩٤٢ أبوفيس (٩٩٩٤٢ Apophis) في عام ٢٠٣٦. وقد نُشرت نتائج هاتين الدراستين في التقرير عن أعمال ندوة الاتحاد الفلكي الدولي التي عُقدت في براغ في آب/أغسطس ٢٠٠٦، وعُرضت في مؤتمر الدفاع الكوكبي الذي عُقد في واشنطن العاصمة في آذار/مارس ٢٠٠٧.

١٠- ويهدف برنامج البحوث الجارية في جامعة ساوثامبتون بشأن الأجسام القريبة من الأرض إلى تقدير مدى الخطر العالمي الذي تشكّله للأرض الأجسام الصغيرة (التي يقل قطرها عن كيلومتر واحد) القريبة منها. فالآثار الناجمة عن ارتطام الأجسام القريبة من الأرض لها مفعول على النظام الإيكولوجي للأرض وعواقب وخيمة على البشر. والتحدّي الرئيسي في هذه البحوث هو تليل كل أثر ناجم عن الارتطام ووضع نموذج ملائم لمحاكاته. ولهذا الغاية، تستطيع أداة المحاكاة الحاسوبية التي يجري العمل على تطويرها أن تحاكي ارتطام أجسام صغيرة قريبة من الأرض. وتعالج نماذج هذه الأداة الخطر على المستويين المحلي والعالمي، متتبع

عواقب الارتطام على البشر. إذ يؤثر كلٌّ منها بدرجات مختلفة على البشر والبنى التحتية. وبالتالي، يمثّل تحليل معدلات الوفيات وتكلفة الأضرار اللاحقة بالبنى التحتية الجانب الرئيسي لعملية المحاكاة هذه. وسوف تُقدّر درجة المخاطر العامة لحدث ارتطام جسم قريب من الأرض على أساس حساب عدد الوفيات وحجم الضرر الذي يلحق بالبنى التحتية.

١١ - وتقوم أداة المحاكاة الحاسوبية أولاً بتتبع الجسم أثناء دخوله مجال تأثير الجاذبية الأرضية. ثمّ يحاكي مساره عبر الغلاف الجوي وهو يتعرّض للتخوية وللقوى التحريكية الغازية. وتكون نتيجة هذا التعرّض إما صرف طاقة الجسم بكاملها في الغلاف الجوي مما يؤدي إلى انفجار هوائي وإما ارتطامه بالأرض. ويُحاكى حادث الارتطام باستخدام حوارزميات استناداً إلى المؤلفات الراهنة. وتشمل محاكاة الارتطامات الأرضية الآثار الناجمة عن النشاط السيزمي والموجات الصدمية والإشعاع الناجم عن الشهاب المتوهّج المتنامي وتوزّع المقذوفات البركانية. وتحتاج محاكاة حوادث الارتطام بالمحيطات إلى نمذجة موجة تسونامية تُغرق الخطوط الساحلية في جميع أرجاء المعمورة.

١٢ - وتبيّن نتيجة المحاكاة كيف يمكن أن يؤثر الارتطام في البشر، وهذا التحليل يمكن إجراؤه لأي موقع في العالم. وسوف تُستكمل أرقام الإصابات المقدّرة ببيان للتكلفة الاقتصادية الناجمة عن الأضرار التي تلحق بالبنى التحتية. ويمكن بفضل هذين المؤشرين تقدير مخاطر الأجسام القريبة من الأرض على العالم وعلى كل بلد على حدة. ويمكن إجراء بحوث حول مدى تعرّض فرادى البلدان لأي حادث من حوادث الأجسام المعروفة القريبة من الأرض. وسوف توفّر تقنيات النمذجة العددية، فضلاً عن ذلك، تحليلاً لهذا الخطر، مما يفضي إلى فهم عام لمدى ما تواجهه الأفراد من خطر جراء حوادث الارتطام المحتملة للأجسام القريبة من الأرض.

١٣ - والجهود مبذولة لزيادة تطوير هذا العمل باستحداث أداة برمجية ذات قدرات أكبر تُعرف باسم "مصدمة الأجسام القريبة من الأرض". وستُستخدم هذه البرمجية في الدراسات العالمية بشأن الآثار التي تلحق بالسكان والبنى التحتية من جراء ارتطام الأجسام القريبة من الأرض. وتشتمل هذه الأداة البرمجية على نماذج متطوّرة للتأثيرات الناجمة عن الانفجارات الجوية والارتطامات بالأراضي والمحيطات. ومن المتوقع الانتهاء في عام ٢٠٠٧ من برنامج البحوث الذي تشترك في تمويله جامعة ساوثامبتون والمركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء.

(هـ) التخفيف من المخاطر

١٤- يتمثل الهدف من العمل الذي تجريه جامعة غلاسكو في وضع نظرية أساسية للمراقبة المثلى وتطبيقها في اعتراض الأجسام الخطرة القريبة من الأرض. وسيجري تحسين بارامترات مختلفة (كالوقت والكتلة والتصويبات المدارية ودرجة الانحراف القصى) إلى الحد الأمثل. وستُجرى أيضا دراسة لتحديد مدى جودة هذه الأساليب بغية مراعاة أوجه عدم اليقين فيما يتعلق بديناميات الأجسام القريبة من الأرض وبالأوضاع الحدودية. وسينظر في طائفة من أساليب الدفع، تتراوح بين الأشعة الشمسية والدفع النووي، وستُقيّم مزايا ومثالب كل من هذه الأساليب. وستُجرى عمليات محاكاة عددية في إطار سيناريو واقعي من أجل دراسة أداء هذه الأساليب، وستوضع بيانات المحاكاة في شكل صور متحركة بهدف تقييم المسارات المثلى للأجسام ومنهجيات تحويل المسار. وهذا العمل عبارة عن برنامج يستغرق ثلاث سنوات ويموله مجلس البحوث في مجال العلوم الهندسية والفيزيائية. وتسير الدراسة، التي هي الآن في السنة الثانية من البرنامج الذي يستغرق ثلاث سنوات، وفق خطين متوازيين. ويتمثل الخط الأول في وضع خوارزميات تحسين شامل للمسارات ما بين الكواكب. وستستخدم الأدوات المُستحدثة بعد ذلك في توليد عدد من المسارات الممكنة لاعتراض الأجسام القريبة من الأرض. وتتسم المسارات بالخلو من حالات عدم اليقين فيما يخص بارامترات كلٍّ من المركبة الفضائية وهذه الأجسام. أما الخط الثاني فهو التقييم المقارن لمختلف أساليب تحويل المسار. وقد درس الباحثون بالأخص أساليب تحويل المسار بواسطة الحركة (النووية والصدمية) والدفع البطيء (الناقل الدفعي للكتلة، ومجمّع الطاقة الشمسية، والدفع الكهربائي) فيما يخص ثلاثة بارامترات أساسية، هي: المسافة المحققة للانحراف على الأرض، وزمن الإنذار، ومجموع الكتلة في المدار. وعلاوة على ذلك، أنجز فريق البحث تحليلا لمختلف الأساليب من حيث التأهب التكنولوجي. وسيركّز العمل في المستقبل على تطوير نماذج أدق للخصائص الثابتة والحركية للمذنبات من أجل معرفة الكيفية التي يمكن أن تؤثر بها هذه الخصائص في بعض أساليب تحريف المسار أو ربّما تعطلّها، كما سيركّز العمل على مواصلة تقييم أساليب أخرى مثل جرّار الجاذبية ومفعول يار كوفسكي.

١٥- ووضع مركز بحوث الفضاء التابع لجامعة كرانفيلد تصميمًا لبعثة استطلاعية لالتقاء كويكب استكشافي ودراسته خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠٠٧. وقد أجرى الجزء الأكبر من الدراسة فريق من طلاب الدراسات العليا في الملاحة الفضائية والهندسة الفضائية واستغرقت ثلاث سنوات من عمل فرد في التخطيط والتحليل. وتهدف البعثة إلى تحديد خصائص كويكب يمثل خطرا محتملا وذلك من أجل زيادة فرص نجاح بعثة تالية تعنى بالتخفيف من

مخاطر الارتطام. وتهدف المهمة الاستطلاعية إلى إيجاد حل لبعض المسائل منها التحديد الدقيق للمدار وتقدير مكونات الجسم القريب من الأرض. ومن دون هذه المعلومات، لا تكون الحاجة إلى تخفيف المخاطر مؤكدة بنفس القدر وتكون أي محاولة للتخفيف من المخاطر أقل نجاحاً. وقد اختير الكويكب أبوفيس ليكون الهدف الأول لأن خطر اصطدامه بالأرض هو الأعلى ولأنه يمثل أكبر خطر حالي من بين الكويكبات القريبة من الأرض. ويهدف وضع التصميم الأساسي، حدد الفريق بصورة أولية طائفة من مفاهيم البعثة ثم اختار أفضلها باستخدام تقدير للمبادلات يستند إلى مختلف سمات المفاهيم. وتم في المرحلة الثانية وضع مخطط تصميم لكل نظام فرعي، مع التركيز على المسائل التي يمكن أن تؤثر على جدوى البعثة. ويتكون التصميم الأساسي الناتج من مركبة فضائية وزنها ٦٠٠ كيلوغرام ذات دفع كهربائي وجهاز للهبوط يحتوي على جهاز تتبع إرشادي، يُرَكَّب على أبوفيس. وتقاس مكونات الكويكب بواسطة الرادار والقياس الاهتزازي. وبينت النتائج حتى الآن أن الخطة مجدية رغم أن ثمة حاجة إلى المزيد من العمل، ولا سيما في مجال مسارات الدفع البطيء المتعلقة بنقاط التقاء الكويكبات ومجال تكنولوجيايات أجهزة التتبع المرسله المحاوبة لقياس مكونات الكويكبات ولربط المعدات بكويكب تكون قوة الجاذبية فيه ضعيفة وتكون مكونات سطحه غير واضحة.

١٦- وتساهم شركة "كينيتيك" (QinetiQ) والجامعة المفتوحة وشركة سي سيز في دراسات المرحلة ألف من بعثة "دون كيشوت" التابعة للإيسا. كما يواصل موظفو جامعة الملكة بيلفاست والجامعة المفتوحة عضويتهم في لجنة الفريق الاستشاري المعني ببعثات دراسة الأجسام القريبة من الأرض التابع للإيسا.

١٧- وبالنيابة عن وكالة الفضاء الأوروبية، قامت شركة أستريوم ليمتد بدراسة مرجعية على تكنولوجيا العودة بعينات من كويكب بدائي وجلبها إلى الأرض. وأسهمت الشركة بدراسات المرحلة ألف من بعثة دون كيشوت، أي خطة بعثة وكالة الفضاء الأوروبية المتمثلة بالارتطام بكويكب وفي الوقت نفسه رصد الارتطام ومسار الكويكب (قبل وبعد) من مركبة فضائية أخرى.

١٨- وبدعم من الجامعة المفتوحة، قدمت شركة أستريوم ليمتد تصميمًا لنموذج يدعى "أبكس" في إطار مباراة تصميم بعثة أبوفيس التي تنظمها جمعية الدراسات الكوكبية. وخطة أبكس هي بعثة التقاء بكويكب تهدف إلى قياس ومحاكاة مدار كويكب (٩٩٩٤٢) أبوفيس الذي يشكل خطراً محتملاً، وذلك بدقة لم يسبق لها مثيل. ويمكن لهذه الخطة أن تمثل كذلك

أتمودجا لتوقع مسارات الكويكبات الخطيرة بمستويات من الثقة أعلى من المستويات التي يتيحها التتبع بواسطة أجهزة أرضية.

(و) نشر المعلومات

١٩- لا تزال المملكة المتحدة تؤوي مركزين يوفران للجمهور ولوسائل الإعلام معلومات عن الأجسام القريبة من الأرض.

٢٠- أما المركز الأول فهو مركز سبيسغارد، الموجود في المكان الذي كان يحتضن مرصد باويز سابقا بالقرب من نايتون في وسط ويلز. وهو يمثل مؤسسة سبيسغارد بصفته المركز الدولي لمعلومات سبيسغارد. وقد أنشأ هذا المركز الشبكة الوطنية للمعلومات المتعلقة بالمذنبات والكويكبات ولديه برنامج راسخ في مجال خدمات التوعية. وهو يتواصل حاليا مع منظمات سبيسغارد في ١٧ بلدا حول العالم ويشجّع على إنشاء منظمات جديدة من هذا القبيل. ويُعد المركز أيضا مركز المشورة العلمية الأساسي لمشروع فولكس لمقارِب الكويكبات (شبكة المناظير العالمية لمرصد لاس كوميرس)، وهو يعمل على تطوير نظام آلي للقياسات الفلكية (مشروع سبيسغارد للقياسات الفلكية للأجسام القريبة من الأرض) منشور في المملكة المتحدة وكينيا. وسيضيف المركز قدرة بحثية حادة في مجال الأجسام القريبة من الأرض إذا ما تمكن من تأمين التمويل اللازم لنقل كاميرا شميدت ٢٤ بوصة من معهد علوم الفلك في كامبريدج إلى ويلز.

٢١- وأما المركز الثاني فهو مركز المملكة المتحدة للمعلومات عن الأجسام القريبة من الأرض الذي أنشئ استجابة للتوصيتين ١٣ و ١٤ الواردتين في التقرير الذي أعدته عن هذه الأجسام فرقة العمل المعنية بالأجسام القريبة من الأرض ذات الخطر المحتمل، التي أنشأها حكومة المملكة المتحدة. ويتولى تشغيل مركز المعلومات هذا اتحاد يقوده المركز الوطني لشؤون الفضاء، بموجب عقد ممنوح للمركز الوطني. ويقع مقر المركز الرئيسي في المركز الوطني لشؤون الفضاء في لايسستير الذي يحتضن معرضا للأجسام القريبة من الأرض ويوفر نقطة اتصال رئيسية للردّ على استفسارات الجمهور ووسائل الإعلام. ويتلقى المركز المشورة من شبكة مؤسسات أكاديمية تعمل في مجال الأجسام القريبة من الأرض، هي: جامعة الملكة في بلفاست، ومركز المملكة المتحدة للتكنولوجيا الفلكية، ومتحف التاريخ الطبيعي، وجامعة الملكة ماري في لندن، والكلية الملكية، وجامعة لايسستير. كما توجد ثلاثة مراكز إقليمية ذات معارض مترابطة ونفاذ إلى مرافق مركز المعلومات. وتقع مقار هذه المراكز الثلاثة في بلفاست في المركز W5، ومتحف التاريخ الطبيعي في لندن، والمرصد الملكي في أدنبره. ويوفر

موقع مركز المعلومات على الإنترنت (www.near-earth-objects.co.uk) معرضاً افتراضياً وقسماً للموارد لصالح المدرّسين ووسائط الإعلام ويقدم آخر الأخبار عن الأجسام القريبة من الأرض، كما يقدم أجوبة على الأسئلة التي يكثر توجيهها. ويسمح هذا الموقع أيضاً بالاطلاع على تقرير فرقة العمل المعنية بالأجسام القريبة من الأرض ذات الخطر المحتمل.

٢٢- وقدّمت الجامعة المفتوحة لطلاب المرحلة الجامعية الأولى العرض الثاني من دورة S250 "العلوم في السياق الصحيح" عام ٢٠٠٧. وتشكّل الأجسام القريبة من الأرض وخطر ارتطامها بالأرض أحد مواضيعها السبعة. ويستعين الطلاب في هذه الدورة بكتاب وقرص فيديو رقمي. وبلغ عدد الطلاب الذين قدموا البحث الأول الخاص بالأجسام القريبة من الأرض وحصلوا على علامة من الأستاذ المشرف عليه ٤٦٥ من أصل ٥١٤ طالبا مسجلين في الدورة. وإلى جانب المادة العلمية المتعلقة بالأجسام القريبة من الأرض، تشتمل هذه الدورة أيضاً على مواضيع تتعلّق بالاتصال والمخاطر والمسائل الأخلاقية واتخاذ القرارات. وتواصل الجامعة كذلك إدماج موضوع الأجسام القريبة من الأرض في أنشطتها للتوعية، بما في ذلك الرد على استفسارات وسائل الإعلام وإلقاء محاضرات في النوادي والجمعيات.

(ز) النهج السياسي

٢٣- إن النهج السياسي الرئيسي الذي تعتمده المملكة المتحدة في مجال الأجسام القريبة من الأرض يتمثل في التسليم بأن الخطر الذي تشكّله مصادر الارتطام هذه هو خطر حقيقي. وعلى الرغم من أن احتمالات هذا الخطر ضعيفة فإنه قد يخلف كوارث. ويسلم ذلك النهج أيضاً بأن هذه الأجسام لا تعرف الحدود الوطنية، وبأن نطاق تأثيراتها المحتملة ضخم إلى حد يجعل منها مسألة عالمية لا يمكن التصدّي لها بفعالية إلا من خلال التعاون والتنسيق الدوليين.