

مجلة العلوم القانونية والاجتماعية

Journal of legal and social studies

Issn: 2507-7333

Eissn: 2676-1742

الوضع القانوني لمشكلة الحطام الفضائي في القانون الدولي

The legal status of the space debris problem in international law

بوخاري فاطمة*

أستاذة محاضرة قسم "ب" كلية الحقوق والعلوم السياسية

مخبر السيادة والعولمة، جامعة د. يحيى فارس المدية، 2600 (الجزائر)،

boukhari854@gmail.com

تاريخ النشر: 2023/09/01

تاريخ القبول: 2023/08/01

تاريخ ارسال المقال: 2023/06/04

* المؤلف المرسل

الملخص:

الحطام الفضائي هو مشكلة عالمية تتعلق بتراكم الأجزاء المهجورة والغير قابلة للاستخدام في المدارات الفضائية، تشكل الأجزاء المهجورة التي تشمل أقمارًا اصطناعية قديمة، ومراحل صواريخ، وقطع غير مستخدمة، تهديدًا خطيرًا على الأنشطة الفضائية المستقبلية وسلامة المركبات الفضائية والفضائيين. تعتبر القضايا القانونية المتعلقة بالحطام الفضائي معقدة وتحتاج إلى التعاون الدولي لحلها. يتم التعامل مع الحطام الفضائي بموجب القانون الدولي الفضائي، الذي يشمل مجموعة من المبادئ والاتفاقيات التي تحدد حقوق والتزامات الدول في الفضاء الخارجي. أحد المعاهدات الهامة في هذا المجال هي "اتفاقية الأمم المتحدة للفضاء الخارجي"، التي وقعت في عام 1967. من أهم أحكامها هي ضرورة تجنب تلوث الفضاء الخارجي والمحافظة على سلامة المركبات الفضائية والفضائيين. علاوة على ذلك، هناك مبادئ وتوجيهات أخرى تحكم الحطام الفضائي. غير أنها غير كافية ولهذا سنحاول في هذا البحث إيجاد الحلول القانونية لمشكلة تزايد الحطام في الفضاء وسبل الحد منه وإزالته، عبر مختلف نصوص القانون الدولي ودراسة مدى فعاليتها في ذلك.

الكلمات المفتاحية: الفضاء الخارجي؛ الحطام الفضائي؛ القانون الدولي للفضاء؛ المسؤولية الدولية.

Abstract :

Space debris is a global problem related to the accumulation of derelict and non-functional parts in space orbits. This debris, which includes old satellites, rocket stages, and unused fragments, poses a serious threat to future space activities, the safety of spacecraft, and astronauts. Dealing with space debris involves complex legal issues that require international cooperation to solve. The legal framework for addressing space debris is governed by international space law, which includes a set of principles and agreements that define the rights and obligations of states in outer space. One important treaty in this field is the "United Nations Outer Space Treaty," signed in 1967. Among its key provisions is the imperative to avoid the contamination of outer space and to preserve the safety of spacecraft and astronauts. Additionally, there are other principles and guidelines that govern space debris. However, these measures are insufficient, and therefore, we will attempt to find legal solutions to the growing problem of space debris and explore ways to mitigate and remove it through various texts of international law and study their effectiveness in this regard.

Keywords: Outer space؛ Space debris؛ International space law ؛International responsibility.

مقدمة

منذ أن نجح الإنسان في ارتياد الفضاء بإطلاق أول قمر صناعي سنة 1957 والذي تمكن من الدوران حول الأرض على ارتفاع 900 كلم فوق سطح البحر، وهو القمر الصناعي الروسي سكوتنيك1، أخذت الاكتشافات العلمية في مجال الفضاء تتطور وأصبحت تستخدم هذه الاكتشافات في الحياة اليومية للإنسان، منها الملاحة الجوية، والبحرية، والاتصالات، البث التلفزيوني، التنبؤ بأحوال الطقس، استشعار الأرض عن بعد، للتعرف عن الظواهر الطبيعية التي تحدث فيها.

كل هذه الاستخدامات تعتبر تقدما هائلا للإنسان وتسخيره للعلم والتكنولوجيا بما يعود بالفائدة على حياة الإنسان وتسهيلها، غير أن هذه الاكتشافات العلمية أثارت جدلا كبيرا بين فقهاء القانون والمفكرين من أجل تنظيم هذه الأنشطة الجديدة وبحث الآثار التي تنجم عنها على الإنسان.

ومن بين هذه الإشكالات العديدة التي أثارها أنشطة الإنسان في الفضاء وجعلت القواعد العامة في القانون الدولي تقف عاجزة عن معالجتها، نجد مشكلة الحطام الفضائي الذي تخلفه هذه الأجسام الفضائية على مستوى الفضاء، فأنشاء الإعداد للاتفاقيات المتعلقة بالمبادئ والقواعد التي تحكم أنشطة الدول في الفضاء الخارجي في سبعينيات القرن الماضي لم يتوقع واضعوها أن المستقبل سيكشف عن ظواهر ومشكلات جديدة قد لا تنطبق عليها النصوص الحالية كمشكلات ما يعرف بالحطام الفضائي أو الخردة الفضائية المخلفات وما ينتج عنها من مخاطر أهمها الاصطدام مع الأجسام الفضائية العاملة وتلويث بيئة الفضاء الخارجي بالمواد المشعة إذا كان الحطام ناتج عن بقايا جسم فضائي كان يعمل بالطاقة النووية وبالتالي إعاقة الملاحة الفضائية.

ومخاطر الحطام الفضائي لا تعتبر حديثة أو جديدة فعند بداية استخدام الفضاء الخارجي وقعت العديد من الحوادث الفضائية كان سببها تصادم أجسام فضائية بحطام فضائي منها حادثة تصادم المركبة الروسية ساليوت7 بحطام فضائي متناهي في الصغر سنة 1982، كما اضطر المكوك الفضائي الأمريكي "بستيلي فري" إلى القيام بمناورات قصد الابتعاد عن مسارات حطام فضائية يصل حجمه إلى 10 سم.

يتسنى توضيح أهمية موضوع البحث من خلال التركيز على مشكلة خطيرة تهدد عملية التنمية المستدامة للبيئة الفضائية، أو التأثير الضار الذي قد يحدث في التوازن البيئي بين مكوناتها. فلا شك في أن تجمع الركام الناتج عن أجزاء الأقمار الاصطناعية والصواريخ ومكوناتها المنتشرة في الفضاء الخارجي، قد يصبح في المستقبل القريب عقبة أمام رحلات الفضاء الجديدة.

في ظل هذه المخاطر والأضرار أصبح على المجتمع الدولي أن يتحرك لوضع حد لهذه المخاطر والتهديدات عن طريق نصوص أكثر فاعلية وإلزامية، تعمل على وضع حد للحطام الفضائي وتحمل الدول لمسؤولية دولية عن أنشطتهم الفضائية، وعليه تطرح الإشكالية المراد البحث عن حلول لها: ما هو الوضع القانوني لمشكلة الحطام الفضائي في القانون الدولي وما هي التحديات التي تواجه التشريعات الدولية في معالجتها؟

تم الاستعانة في هذه الدراسة بعدة مناهج علمية متكاملة لفهم جوانب الموضوع بشكل شامل، تم استخدام المنهج الوصفي لدراسة وصف الظاهرة وتحليلها، وتحديد خصائصها وأبعادها، بهدف الوصول إلى وصف علمي

متكامل، وتم استخدام هذا المنهج لوصف مفهوم الحماية من الحطام الفضائي وتوضيح أهميته في استدامة الأنشطة الفضائية وعرض المخاطر المترتبة على التلوث الفضائي، وبالإضافة إلى ذلك، تم استخدام المنهج التحليلي لتحليل النصوص القانونية الدولية وتقييم كفايتها وفعاليتها في حل المشكلة، وقد تم استخدام هذا المنهج لتقييم المدى الذي يمكن لتلك النصوص أن تساهم في حل مشكلة الحطام الفضائي، وأخيراً، تم استخدام المنهج الاستقرائي لربط الجانب التقني للأنشطة الفضائية بالجانب القانوني. تم الاستفادة من هذا المنهج من خلال تحليل الترابط بين التقنية المستخدمة في الأنشطة الفضائية والقوانين المعمول بها. باستخدام هذه المناهج المتكاملة، تم تحقيق هدف الدراسة في فهم الموضوع من جوانبه المختلفة وإلمامه بشكل شامل.

وقد ارتأيت تقسيم هذا البحث إلى ثلاثة مباحث رئيسية، المبحث الأول تطرقنا فيه إلى ماهية الحطام الفضائي، أما المبحث الثاني إلى مظاهر الالتزام الدولي من مخاطر الحطام الفضائي، أما المبحث الثالث إلى الحلول القانونية المقترحة للحماية من الحطام الفضائي.

المبحث الأول: الإطار النظري والمفاهيم للحطام الفضائي في إطار قواعد القانون الدولي للفضاء الخارجي

تعد مشكلة الحطام الفضائي تحدياً كبيراً لعدة أسباب، منها أن الأنشطة الفضائية في تزايد مستمر مما يزيد من كمية الحطام المتراكم في المدارات الفضائية، كما أن هذا الحطام يتحرك بسرعات عالية ويشكل تهديداً كبيراً للأقمار الصناعية العاملة، كما أن تعريف الحطام الفضائي يثير العديد من الإشكاليات والتحديات من الناحية القانونية. وقد قسمنا هذا المبحث إلى ثلاثة مطالب فيما يلي:

المطلب الأول: ماهية الحطام الفضائي

تضاربت الآراء حول تعريف موحد للحطام الفضائي، والذي يعتبر مشكلة عالمية تتعلق بتراكم الأجزاء المهجورة وغير القابلة للاستخدام في المدارات الفضائية.

الفرع الأول: بداية ظهور مشكلة الحطام في الفضاء الخارجي

عندما كان عصر الفضاء لا يزال في مهده كان من المسلم به أن أي جسم في الفضاء سيكون في خطر بسبب بيئة النيازك الطبيعية وبعد إجراء العديد من التجارب والدراسات من أجل تقييم هذا الخطر وجد أن بيئة الفضاء معرضة أكثر لتكون أكثر تهديداً من مجموعة النيازك نتيجة الأنشطة الفضائية فيها وما تخلفه من حطام فضائي.¹

وهناك ثلاثة عوامل مهمة تفسر هذه الظاهرة، أولاً يكون تدفق النيزك مستوقفاً بشكل أساسي بينما كمية الحطام الفضائي تتزايد بشكل مفرد وباستمرار مع الوقت²، اثنان، فخلال الثمانينات من القرن 19 كان عدد الأقمار الصناعية المعروف على الأرض يتزايد بمعدل 230 قمر صناعي في السنة بنسبة ثلاثة في الثانية،³ بينما تمر النيازك بسرعة فقط عبر بيئة قريبة من الأرض، فان الحطام الفضائي دائماً في مداره خلال حياته⁴ أخيراً نظراً لأن الحجم الذي يشغله الحطام الفضائي اصغر بكثير من الحجم الذي تشغله النيازك بين الكواكب وبالتالي فهو يشكل خطراً أكبر منها.

وكانت بداية أول إطلاق لقمر صناعي في الفضاء الخارجي بتاريخ 04 أكتوبر 1957 عندما أطلق الاتحاد السوفيتي السابق القمر الصناعي سبوتنيك 1، فعلى الرغم من التقدم الذي حققته الشعوب على مستوى تطور الخدمات التي تنعم بها البشرية اليوم جراء ممارسة الأنشطة الفضائية في مجال المناخ والاتصالات وتحديد المواقع والأمن والبحوث العلمية، فإن هذه الأخيرة -رحلة سبوتنيك 1- نتج عنها أول خطوه في مجال تلوث الفضاء المداري، ففي المدار نفسه الذي كان فيه ذلك القمر البالغ وزنه 82 كغ توجد إلى جانبه المركبة التي أخذته إلى المدار وهي مركبة الإطلاق "سينورك بلوك" التي يبلغ وزنها 6.5 طن، دون أن يكون لها أي وظيفة بعد إيصال القمر إلى المدار.

كما أن القمر لم يبقى في المدار الخاص به إلا 92 يوما فقط ليعود إلى الغلاف الجوي للأرض ويصبح أجساما فضائية متوقفة وميتة عن العمل ليشكل أول بداية تاريخية للخرقة للحطام والفضاء الخارجي.⁵ تم الاعتراف أخيرا بمسألة الحطام الفضائي على أنها أكبر خطر يواجه الأنشطة البشرية في الفضاء الخارجي، وأصبحنا ندرك أنه في حين أن الفضاء لا نهائي فإن الفضاء المداري للأرض مورد طبيعي محدد يجب إدارته واستخدامه بشكل صحيح، وإذا لم يتم كبح الحد من ازدياد عدد الحطام الفضائي في القريب العاجل فإننا سنورث الأجيال القادمة بيئة فضائية ضارة وملوثة، كما أنه كلما تأخرنا في إيجاد حل لازدياد الحطام الفضائي، فإن ذلك يقلل من فرصنا على إيجاد الحل المناسب ونجاسته.⁶

الفرع الثاني: أصناف الأجسام التي تدور في الفضاء

يمكن تقسيم الأجسام الفضائية إلى الأقسام التالية:

أولاً - الأجسام الفضائية القابلة للتعقب: تعتبر التقارير التابعة لوكالة ناسا هي المصدر الرئيسي للمعلومات عن الأجسام التي تدور حول الأرض وتنشأ البيانات التي تستخدمها وكالة ناسا من شبكه التتبع التابعة لخطوط طيران أمريكا الشمالية مراد والتي تحتوي أو تتكون من طبق تقليدي ورادارات منتشرة في جميع أنحاء العالم.⁷ فالحطام الفضائي الذي يمكن تعقبه يشكل حوالي 20% من حمولات خاملة والتي تتكون أساسا من الأقمار الصناعية الخاملة التي لم يعد من الممكن السيطرة عليها بينما حوالي 26% من الحطام هو الحطام التشغيلي الذي يضم الأجسام السليمة التي فقدت من البعثات الفضائية السابقة مثل خزانات الوقود والألواح العازلة والصرف الصحي والمهلات والصواريخ والأشرطة إلى آخره.⁸

في 49% من الحطام القابل للتتبع هو حطام مجزأ وهو مكون من قطع صغيره نتيجة الاستخدامات بين الأجسام الفضائية أو الانفجاريات العرضية التي تعد أكبر مصدر للحطام القابل للتتبع بعض هذا الحطام نشأ من خلال التدمير المتعمد للإسلام الفضائية على سبيل المثال قامت الصين عام 2007 بتدمير احد أقمارها الصناعية عن قصد لاختبار صاروخ مضاد للأقمار الصناعية مما أدى إلى إنتاج 2500 قطعة من الحطام القابل للتتبع بالإضافة إلى العديد من القطع الصغيرة غير القابلة للتتبع.⁹

ويمكن كذلك أن ينشأ الحطام الفضائي بالانفصال العرضي للأجسام الفضائية ففي عام 2009 على سبيل المثال اصطدم قمر صناعي روسي مهمل بقمر صناعي أمريكي خاص يعمل مما أدى إلى إنشاء أكثر من 2000 قطعة من الحطام المداري.¹⁰

ثانيا- الأجسام الفضائية غير قابله للتعقب: لا يمكن تتبع الجسيمات الصغيرة ميكروبا ولكن هذا هو أكثر نوع شائع يتألف من معززات الدفع الناجي معا عمليات الإطلاق والغازات والبقع والطلاء ووقود الصواريخ والآثار الناتجة عن ترك الحطام أو الأقمار الصناعية القديمة في المدار.¹¹

لم تتيح تقنيته اليوم الكشف عن الأجسام التي يقل حجمها عن 4 سم في الفضاء الخارجي ولكن بعض المؤلفين بشكل متحفظ قد قدروا إن عددها يصل إلى ما بين اثنين إلى أربع مرات من عدد الأجسام التي يمكن تعقبها وقد تم اقتراح أن هناك بين 30,000 و 70,000 قطعة من الحطام يزيد حجمها عن 1 سم تدور حول الأرض وأشار المؤلف "جونسون وماكنائيت" على هذا الأمر إلى إن الدراسات الأخيرة أظهرت أن هذه النسبة قد تكون أعلى بكثير بمقدار خمسة إلى 10 أضعاف مما يضيفي مزيدا من المصدقية على التقدير الذي يتراوح بين 30000 و 70000.¹²

ومع ذلك يجب بذل المزيد من الجهود والأبحاث المكثفة قبل أن تحل البيانات الدقيقة محل هذه التقديرات، ويمكن رسم صوره واضحة عن درجة تلوث وتيرة مثل هذه الكائنات الخارجية.¹³

وتجدر الإشارة هنا إلى أن بعض العلماء يعتبرون الجسيمات الدقيقة أي جزيئات الغبار والجزيئات والمكونات الغازية التي يتراوح حجمها من واحد إلى 100 ميكرون على أنها حطام فضائي في حين أن آخرين لا يعتبرونها حطاما بل غبارا، لا يؤثر هذا الاختلاف في التصنيف على أي حال على كمية هذه المادة في مدار الأرض والتي قدرت بما بين 10 مليارات وآلاف التريلونات من الجسيمات والتي تنشأ أساسا من محركات صواريخ التي تعمل بالوقود وأسطح الأجسام المدارية والمركبات الفضائية المأهولة.¹⁴

يجب أن يُلاحظ هنا أن بعض العلماء 31 يعتبرون "مواد الجسيمات الدقيقة"، أي جسيمات الغبار والجزيئات والمكونات الغازية التي تتراوح أحجامها بين 1-100 ميكرون، 32 كقمامة فضائية، في حين يصنف آخرون 33 هذه المواد ليست قمامة بل غباراً أو تلوثاً كيميائياً. 34 هذا التباين في التصنيف لا يؤثر، ومع ذلك، على كمية هذه المادة في مدار الأرض والتي تم تقديرها بين 10 مليارات وعدة تريليونات من الجسيمات، والتي تنشأ بشكل رئيسي من محركات الصواريخ ذات الوقود الصلب وسطح الأجسام المدارية والمركبات الفضائية المأهولة. 35 كمثال على كيفية تداخل هذه المواد الجزيئية الدقيقة مع الأنشطة الفضائية، تم الإبلاغ عن وجود أكثر من 1000 حفرة تم اكتشافها عليها. 36 يُزعم أن العديد من هذه الحفرات تنشأ عن اصطدامها بمنتجات انبعاث الصواريخ ذات الوقود الصلب.¹⁵

المطلب الثاني: مواقع حطام الفضاء

يمكن العثور على حطام الفضاء في أربع مناطق، وهي المدارات المنخفضة للأرض (LED) ومدار نقل الاتصال الجيوساتروني (GTO) ومدار التوازن الجيوساتاتي (GEO) وما وراء GEO.80 نظراً لأنه تقريباً لا توجد أنشطة فضائية تجري ما وراء GEO ، سنركز اهتمامنا على الثلاث مناطق الأولى فقط.

تتراوح الكائنات الفضائية في المدارات المنخفضة للأرض (LEO) في الارتفاع من 200 إلى 4,000 كم، بينما تحافظ تلك في المدار الجيوساتاتي (GEO) على ارتفاع يبلغ حوالي 35,800 كم. معظم الكائنات الفضائية

توجد في متوسط ارتفاع أقل من 6,000 كم، بينما يكون أكثر جزء مزدحم في الفضاء الخارجي بين 500 و 1,000 كم.¹⁶

الفرع الأول- المدارات المنخفضة للأرض (LEO): نظرًا لموقعها (ارتفاع 200-4,000 كم)، تعتبر المدارات المنخفضة للأرض (LEO) المنطقة الأكثر سهولة للوصول إليها في الفضاء الخارجي من الأرض، حيث توفر العديد من الفرص العلمية والتجارية، مثل أفضل رؤية لكوكبنا من المدار، ونافذة مراقبة الكون، وبيئة صناعية خالية من الجاذبية، وملجأ من الإشعاع الضار الناتج عن رياح الشمس.⁸³ تشهد المدارات المنخفضة للأرض نشاطات فضائية متنوعة مثل الأبحاث والاتصالات العسكرية والتجارية عبر الأقمار الصناعية؛ وتخزين المدارات الكائنات الفضائية في LEO يتم نقلها إلى مدارات أعلى، وتستخدم LEO كمأوى مؤقت للبشر المطلقين في المدار.¹⁷

وبالتالي، فمن الواضح بشكل كبير أنه يجب اعتبار LEO موردًا طبيعيًا محدودًا جدًا يستحق الحماية. للأسف، يعتبر معظم الكائنات البشرية المصنوعة في LEO حطامًا. يتعقد المشكلة بفعل ظاهرة توليد حطام الفضاء غير المسيطر عليها، والتي يشير إليها بعض المؤلفين بمصطلح "تأثير الانتشار" وآخرون بمصطلح "تأثير الانهيار". بشكل موجز، يُقال إنه مع زيادة عدد الكائنات الفضائية في LEO، فإن احتمالية وقوع اصطدام بينها تزداد أيضًا، مما قد يؤدي إلى إنتاج مزيد من الحطام (حطام ثانوي)، والذي من الممكن أن يزيد بدوره من احتمالية وقوع مزيد من الاصطدام. على الرغم من أن بعض الحطام في LEO الواقع في المدارات الأدنى يتم إزالته بشكل طبيعي، أي يتفتت ويحترق أثناء العودة إلى الغلاف الجوي بفعل السحب الجوي، إلا أنه يبدو أن الحطام يظل مشكلة خطيرة ومستدامة في LEO.

يتم استبدال هذا الحطام الموجود في المدارات الأدنى باستمرار بواسطة حطام الفضاء الساقط من المدارات الأعلى. هذا الوضع، أي توليد الحطام الفضائي في مدار الأرض بشكل ذاتي، تمت دراسته لأول مرة من قبل دونالد كيسلر من وكالة ناسا في عام 1978، عندما اقترح هذا الاحتمال. يعتبر "متلازمة كيسلر" (اسمها مشتق من اسمه) "أنها ستؤدي إلى وجود سحابة مستمرة من حطام الفضاء حول الأرض يمكن أن يعوق استخدامنا للفضاء القريب من الأرض بشكل خطير".¹⁸

في النهاية، إذا زادت حالة "التتابع"، فإن أي كائن فضائي في LEO سيكون عرضة بشكل كبير للتصادمات.¹⁹

الفرع الثاني- مدار نقل الاتصال الجيوسنكروني (GTO): لا يحتوي GTO على حمولات تشغيلية ويعتبر "مدارًا مفيدًا" حيث يستخدم لإدخال الأقمار الصناعية في مدار التوازن الجيوسنكروني (GEO). ينشأ الحطام الموجود في GTO بشكل أساسي من صواريخ المرحلة العليا المستخدمة لنقل الأقمار الصناعية من LEO إلى GEO. نظرًا لأن GTO هو مدار مستقر، تبقى الكائنات هناك لفترة تتراوح بين بضعة أشهر وأكثر من 10 سنوات.²⁰

الفرع الثالث- مدار التوازن الجيوسياسي: (GEO) تم إعلان GEO موردًا طبيعيًا محدودًا، ويتيح للأقمار الصناعية في مدارها أن يكون لها فترة دوران تتوافق مع فترة دوران الأرض. وبالتالي، يبدو الكائنات في GEO من الأرض أنها تبقى ثابتة، إذا كانت تدور في نفس اتجاه الأرض، أي من الشرق إلى الغرب. يتيح المدار الثابت المحقق في GEO للأقمار الاطلاع المستمر على جزء كبير من كوكبنا، مما يجعل الحاجة لإعادة توجيه الأقمار غير ضرورية. حيث يتم توجيه الهوائيات الأرضية الثابتة باستمرار للحفاظ على الاتصال مع القمر الصناعي، وتكمن أهمية GEO في "الاتصالات والأرصاد الجوية والبيئة والاستشعار عن بعد ونقل البيانات والتتبع"، ويقع هناك مجموعة من الأقمار الصناعية للاتصالات المدنية التي تخدم سكان العالم بأسره. ومع ذلك، فإن GEO مكتظ بالفعل وسيصبح أكثر ازدحامًا عندما يدخل المشاركون الجدد المدار بأقمار الاتصالات الخاصة بهم. يتألف الحطام في GEO بشكل رئيسي من حمولات غير نشطة وحطام تشغيلي وحطام تجزئي يعاني من تغيرات طويلة الأمد في مداره نتيجة لتأثيرات مختلفة مثل شكل الأرض الشبيه بالكُمثرى وتأثيرات الاضطراب الشمسي-القمرى وضغط الإشعاع الشمسي. على عكس الحمولات النشطة في هذا المدار، لا يمكن للحطام تعويض الاضطرابات من خلال تحركات للحفاظ على المحطة، وبالتالي فإن حطام الفضاء في GEO يتغير باستمرار.

المطلب الثالث: تعريف الحطام الفضائي

شكلت مسألة الحطام الفضائي أحد أكبر اهتمامات الجمعية العامة للأمم المتحدة بالتنسيق مع لجنة الاستخدامات السلمية للفضاء الخارجي بغية التوصل إلى تحديد مفهوم الحطام الفضائي والاتفاق على السبل الكفيلة للتقليل من أسباب حدوثه، حيث دعت الجمعية العامة للأمم المتحدة في هذا الإطار الدول الأطراف إلى تكثيف جهودها ومواصلة بحوثها الوطنية قبل إيجاد الحلول المناسبة لمشاكل اصطدام الأجسام الفضائية، مع موافاة الأمين العام للأمم المتحدة بتقارير دورية والعمل على استحداث تكنولوجيا محسنة لرصد الحطام الفضائي وإعداد ونشر بيانات عنه.²¹

تبعاً لذلك توصلت لجنة الاستخدامات السلمية للفضاء نتيجة لتقارير مختلف الوفود الدولية والوكالات الفضائية الدولية والمنظمات العلمية، إلى تكريس المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي سنة 2007، بناء على هذه الوثيقة تم تعريف الحطام الفضائي بأنه: "جميع الأجسام المصنوعة بما فيها شظايا تلك الأجسام وعناصرها الموجودة في مدار أرضي أو العائدة إلى الغلاف الجوي غير الصالحة للعمل".²²

يترب الحطام الفضائي أساساً من الجسم الفضائي ويعرف الجسم الفضائي طبقاً لاتفاقية المسؤولية لسنة 1972 في المادة (1د) بأنه: "الأجزاء المكونة للجسم الفضائي فضلاً عن مركبة الإطلاق وأجزائها" وهو ما يطلق عليه التعريف، بالإضافة إلى أن الجسم الفضائي عندما يطلق في الاتفاقية لا يراد به فقط المعنى المتعارف عليه للجسم الفضائي إنما يشمل الأجزاء و مركبة الإطلاق²³

تعتبر معاهده الفضاء الخارجي واتفاقيات الإنقاذ واتفاقيتي المسؤولية والتسجيل هما المرجع القانوني لتنفيذ الأنشطة في الفضاء في الفضاء الخارجي، وقد تضمنت هذه الاتفاقيات بعض المصطلحات الجوهرية مثل الأجسام الفضائية والحطام الفضائية ودوله الإطلاق، تلك المصطلحات جوهرية حيث أنها تشكل الأساس لفرض المسؤولية

عن الإضرار التي تحدث أثناء استكشاف الفضاء لتسجيل الأجسام المطلقة في الفضاء الخارجي، ولأعادته الأجسام المطلقة عندما تنزل إلى الأرض.²⁴

وعبارة الجسم المطلق في الفضاء الخارجي المنصوص عليها في المادة الثامنة من معاهدة الفضاء الخارجي تفهم أيضا على أنها تشير إلى الأجسام الفضائية التي تتعامل بشكل خاص مع تسجيلها والسلطة القضائية عليها وملكيته.²⁵

ولذلك يصبح من الضروري التأكد مما إذا كان تعريف الجسم الفضائي ينطبق أيضا على الحطام الفضائي، وتحقيقا لهذه الغاية يجب التوصل إلى تعريف مقبول على نطاق واسع لكل المصطلحين، ومع ذلك لا يزال تعريف الجسم الفضائي نفسه غير واضح فالتعريف الوحيد في قانون المعاهدات هو تعريف الموجود في اتفاقيه المسؤولية واتفاقيه التسجيل والذي يشير إلى الأجزاء المكونة للجسم الفضائي وكذلك مركبه الإطلاق ومكوناتها فتعريف الجسم الفضائي الذي اتفق عليه العلماء مثل بروفيسور كوبال والقاضي هو انه إي جسم مصمم لإطلاقه بالفضاء الخارجي.²⁶

الفرع الأول- تعريف الحطام الفضائي في المبادئ التوجيهية للجنة الاستخدام السلمي للفضاء

اعتمدت لجنة UNCOPUS في تعريف الحطام على نهج الوظيفة، فخاصية الحطام هي عدم وظيفته لذا يجب أن يؤكد الحطام على الوظيفة بدلا من الحجم فقط وهذا الأصل.

واعتمد تعريف الوظيفة هذا من قبل المبادئ التوجيهية للجنة لتخفيف الحطام، والتي تشمل جميع الأجسام غير الوظيفية من صنع الإنسان في الفضاء أو العائدة للغلاف الجوي بما في ذلك الأجزاء والعناصر المكونة لها، وينتقد هذا وينتقد هذا التعريف لأنه ضيق للغاية ويجهل المصالح التي تحتفظ بها الدول في السيطرة على بعض الأجسام غير الوظيفية.²⁷

بموجب المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة الاستخدامات السلمية للفضاء الخارجي يعرف الحطام الفضائي بأنه: "جميع الأجسام التي من صنع الإنسان بما في ذلك شظاياها وعناصرها التي تكون غير فعالة في مدار الأرض أو التي تعود إلى الغلاف الجوي للأرض باعتبارها غير مساهمة في تشغيل الأجسام الفضائية"²⁸، على الرغم من أن اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة الأمم المتحدة لاستخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية اعتمدت هذا التعريف فقط في وثيقة غير ملزمة، غير إن معظم الدول اعتمدت هذا التعريف أو تعريف الحطام الفضائي المقترح ضمن المبادئ التوجيهية في قانونها الوطني.²⁹

وقد اعتمدت بعض المنظمات والوكالات المتخصصة تعريف هذه اللجنة باعتباره كدعم إضافي لهذا التعريف وتعرف المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي للجنة التنسيق بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي الحطام الفضائي على أنه: "جميع الأجسام التي صنعها الإنسان بما في ذلك شظاياها وعناصرها في مدار الأرض أو أعادت دخول الغلاف الجوي".³⁰

اعتمدت وكالة ناسا تعريف الحطام الفضائي الوارد في هذه الوثيقة والذي يعرف الحطام المداري بأنه "الأجسام الاصطناعية بما في ذلك المركبات الفضائية المهجورة ومركبات لإطلاق المستهلكة التي تركت في المدار الذي لم يعد

يخدم غرضا مفيدا" وبالمثل تعتبر الأكاديمية الدولية للملاحة الجوية الحطام الفضائي جسما اصطناعيا لا يعمل في حين أن هذا التقديم لم يعتمد من قبل UNCOPUS فانه يشير إلى أن مجموعة كبيرة تعتقد أن هذا هو التعريف والنظام المناسبين.³¹

الفرع الثاني- تعريف الجسم الفضائي في اتفاقية المسؤولية

ينتج الحطام الفضائي طبقا لاتفاقية المسؤولية لسنة 1972 أساسا من الجسم الفضائي، وعرفت الاتفاقية الجسم الفضائي في المادة (01 د) بأنه: " بأنه الأجزاء المكونة للجسم الفضائي فضلا عن مركبه الإطلاق وأجزائها. شكلت مسألة الحطام الفضائي أحد أكبر اهتمامات الجمعية العامة للأمم المتحدة بالتنسيق مع لجنة الاستخدامات السلمية للفضاء الخارجي بغية التوصل إلى تحديد مفهوم الحطام الفضائي والاتفاق على السبل الكفيلة للتقليل من أسباب حدوثه، حيث دعت الجمعية العامة للأمم المتحدة في هذا الإطار الدول الأطراف إلى تكثيف جهودها ومواصلة بحوثها الوطنية قبل إيجاد الحلول المناسبة لمشاكل اصطدام الأجسام الفضائية مع موافاة الأمين العام للأمم المتحدة بتقارير دورية، والعمل على استخدام تكنولوجيا محسنة لرصد الحطام الفضائي وإعداد ونشر بيانات عنه تباعا لذلك، توصلت لجنة الاستخدامات السلمية للفضاء نتيجة لتقارير مختلف الوفود الدولية والوكالات الفضائية الدولية والمنظمات العلمية إلى تكريس المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي سنة 2007، بناء على هذه الوثيقة تم تعريف الحطام الفضائي بأنه: "جميع الأجسام المصنوعة بما فيها شظايا تلك الأجسام وعناصرها الموجودة في مدار أرضي أو العائدة إلى الغلاف الجوي غير الصالحة للعمل".

يترتب الحطام الفضائي أساسا من الجسم الفضائي ويعرف الجسم الفضائي طبقا لاتفاقية المسؤولية لسنة 1972 في المادة 1(د) بأنه: "الأجزاء المكونة للجسم الفضائي فضلا عن مركبة الإطلاق وأجزائها، وهو ما يطلق عليه التعريف، بالإضافة بمعنى إن الجسم الفضائي عندما يطلق في الاتفاقية لا يراد به فقط المعنى المتعارف عليه للجسم الفضائي إنما يشمل الأجزاء و مركبة الإطلاق.

تعتبر معاهدة الفضاء الخارجي، واتفاقية الإنقاذ، واتفاقيتي المسؤولية والتسجيل هما المرجع القانوني لتنفيذ الأنشطة في الفضاء الخارجي، وقد تضمنت هذه الاتفاقيات بعض المصطلحات الجوهرية مثل الأجسام الفضائية والحطام الفضائي ودولة الإطلاق، تلك المصطلحات جوهرية حيث أنها تشكل الأساس لفرض المسؤولية عن الإضرار التي تحدث أثناء استكشاف الفضاء لتسجيل الأجسام المطلقة في الفضاء الخارجي، ولإعادة الأجسام المطلقة عندما تنزل إلى الأرض، وعبرة الجسم المطلق في الفضاء الخارجي المنصوص عليها في المادة الثامنة من معاهدة الفضاء الخارجي تفهم أيضا على أنها تشير إلى الأجسام الفضائية والتي تتعامل بشكل خاص مع تسجيلها والسلطة القضائية عليها وملكيته، ولذلك يصبح من الضروري التأكد مما إذا كان تعريف الجسم الفضائي ينطبق أيضا على الحطام الفضائي، وتحقيقا لهذه الغاية يجب التوصل إلى تعريف مقبولة على نطاق واسع للكل المصطلحين ومع ذلك لا يزال تعريف الجسم الفضائي نفسه غير واضح، فالتعريف الوحيد في قانون المعاهدات هو تعريف الموجود في اتفاقية المسؤولية واتفاقية التسجيل فالتعريف يشير إلى الأجزاء المكونة للجسم الفضائي وكذلك مركبه الإطلاق ومكوناتها

فتعريف الجسم الفضائي الذي اتفق عليه العلماء مثل بروفيسور كوبال والقاضي هو أنه أي جسم مصمم لإطلاقه بالفضاء الخارجي.³²

الفرع الثالث- تعريف الحطام الفضائي في اتفاقية التسجيل

عرفته المادة (1د) بأنه: الأجزاء المكونة للجسم الفضائي فضلا عن مركبه الإطلاق وأجزائها³³ وبالتالي فإن تعريف الجسم الفضائي في اتفاقية المسؤولية والتسجيل يشكل أيضا جزءا منها من اتفاقية الفضاء الخارجي، واتفاقية إنقاذ رواد الفضاء في المادة 05 تقتضي من الدول الأطراف إعادة الأجسام الفضائية الموجودة في أراضيها إلى الدول المطلقة، وسيحدد إدراج أو استبعاد الحطام الفضائي في هذا التعريف حالات الأجسام المطلوب إعادتها إلى الدول المطلقة،³⁴.

وفي ظل نظام يكون فيه جميع الحطام الفضائي أجساما فضائية، ستحتفظ جميع الدول المطلقة بالولاية القضائية على أجسامها الفضائية إلى جال غير مسمى، وسيطلب أي تدخل لطلبها الحصول على إذن منها.³⁵ من بين وجهات النظر تلك الداعية إلى النظر في إنشاء الحطام الفضائي نفسه على أنه خطأ في سياق اتفاقية المسؤولية، لإنشاء الحطام هو نتيجة لعدم الامتثال لمذونات السلوك والمبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام، وسيسمح هذا للأمم بالنظر في إزالة الحطام الفضائي كإجراء مضاد، وقبول أنه غير مشروع ولكنه يبرره فيما يتعلق بانتهاك قاعدة دولية لعدم زيادة الحطام الفضائي³⁶

رأت محكمة العد الدولية أن الإجراءات المضادة يجب أن لا تكون مجرد رد فعل على الفعل غير المشروع، ولكن يجب تنوي إعادة الدولة المخالفة إلى الامتثال للقانون الدولي.³⁷

ويمكن من أجل تفادي اللجوء إلى التدابير المضادة، التعامل مع الأجسام الفضائية والاحتكام للمبادئ البحرية للانقراض والتخلي، ولتطبيقها على قانون الفضاء حيث يسمح هذا النظام للأشخاص من الغير بخلاف مالك الشيء المطالبة بالمزايا المالية نظيره إنقاذه³⁸، على سبيل المثال خلال العقود القليلة الماضية برز مفهوم الإنقاذ البيئي حيث يمكن أن يتطلب الإنقاذ توجيه عمليه إنقاذ تمنع الضرر بالبيئة حتى عندما يتم استرداد الكائن المعنى³⁹، وبالمثل فإن بعض الجوانب الخاصة بنظام إزالة الحطام البحري يشبه الحطام الفضائي والمسائل ذات الصلة، فيشمل تعريف الحطام السفن التي تقطعت بها السبل أو الغارقة، بما في ذلك مكوناتها والأشياء التي على متنها، ويجب إزالة الحطام إذا كان يسد ممرًا بحريًا أو يمثل خطراً على الملاحة أو البيئة البحرية، حيث يطلب من الدول أن يكون لديها تأمين لدفع ثمن عملية الإزالة أو الإبلاغ عن حطام السفن بالدول المعنية، وإزالة حطام السفن ضمن المواعيد النهائية التي حددتها الدولة المتضررة على الفور من الحطام، فإذا فشلت الدولة في إزالة الحطام خلال الموعد النهائي يمكن للدولة المتأثرة إزالة الحطام على نفقة المالك ودون إذنتهم⁴⁰ ومن هنا اقترحت الأستاذة "مارثا ميجيا كاييرز" أن التعامل مع الحطام الفضائي يتخذ شكلاً مشابهاً، حيث تلعب هيئة دولية دور إعلان خطورة حطام السفن وتحديد المواعيد النهائية للإزالة، في ظل هذا النظام سيسمح لأي دولة تتراد الفضاء بإزالة الانقلاب بعد انتهاء المهلة بتكلفة وبدون إذن من المالكين والدول المسيطرة.⁴¹ غير أنه إذا تم تضمين الحطام الفضائي في تعريف الجسم الفضائي فإن المادة الثامنة من معاهدة الفضاء الخارجي تجعل إزالة الحطام الفضائي مشكلة قانونية أكثر بكثير من الإنقاذ في قانون

البحار لأن الدول تحتفظ بالسيطرة وكذلك ملكية الأجسام الفضائية، ولا توجد أحكام للإعلان عن هذه الأجسام على أنها مهجورة أو حطام حتى عندما تزيل دولة الحطام الفضائي لدولة أخرى من المدار بسبب الخطر الذي تشكله على الأجسام الفضائية النشطة أو حتى على رواد الفضاء، فيمكن اعتبار هذا الإجراء ضد القانون الدولي بل ويمكن اعتباره كذلك قرصنة فضائية⁴²

وبالتالي فهناك حاجة للحفاظ على الالتزام الدولي بإزالة الحطام الفضائي مثل العمليات في الفضاء خارج نطاق المادة الثامنة، ولعل أقصر الطرق إلى ذلك هو استبعاد الحطام الفضائي من تعريف الأجسام الفضائية بحيث يمكن أن تخضع لنظام منفصل، بدلا من أن تحكمه معاهدة قانون الفضاء مثل الأجسام الفضائية النشطة⁴³.

الفرع الرابع- التعريف الفقهي للحطام الفضائي

اتجه جانب من الفقه إلى تعريف الجسم الفضائي بأنه: "أي جهاز يشغله الإنسان أو يتحكم في إطلاقه وتكون له قدرة الوصول إلى ما وراء الفضاء الجوي سواء اتخذ مدارا في الفضاء الخارجي أو أمكن إعادته إلى الأرض أو هبط على جرم سماوي آخر مع مراعاة إن مثل هذا الجهاز لا يعتمد في حركته النهائية على قوه رد فعل الهواء.⁴⁴ من الناحية العملية فإن هذه التعريفات تطرح جملة من الصعوبات تتعلق أساسا بحالة إثبات ملكية الأجزاء الدقيقة، الأقمار الصناعية في حالة تسببها لضرر فيما يتعلق بقيام عناصر المسؤولية القضائية إذ من غير الممكن إثبات ملكية الجسم الفضائي في حالات الأضرار التي يتسبب فيها حطام فضائي لا يتعدى الميليمتر.⁴⁵ جانب من الفقه يرى ضرورة أن تغطي اتفاقية المسؤولية الأضرار الناجمة عن الحطام الفضائي، واعتمد هذا الرأي على نهج التوسع في التفسير، عن طريق الاعتماد على التوسع في تفسير المعاهدات لمواكبة التطور العلمي في هذا السياق، وهذا يعني قراءة المعاهدات في ضوء التطورات الجديدة والفهم المعاصر للمصطلحات المستخدمة في المعاهدة.⁴⁶

ويقترح نهج آخر استخدام أحكام الوضع المنصوص عليها باتفاقية المسؤولية لتخفيف من ظاهرة الحطام الفضائي بحجة⁴⁷ أن الدول ستكون تحت ضغط أكبر للمشاركة في تخفيف الحطام إذا تم تضمين الحطام الفضائي في تعريف الجسم الفضائي، غير أن الحد من الحطام الفضائي ليس هو الغرض الأساسي من اتفاقيات المسؤولية، ولهذا السبب لا ينبغي استخدام هدف تخفيف الحطام لتبرير تفسير معاهدة يتعارض مع أحد المبادئ التأسيسية لقانون الفضاء، وهو "تعزيز الأنشطة في الفضاء الخارجي"⁴⁸

إن فرض المسؤولية عن الضرر الناجم عن الحطام الفضائي الناجم عن خطأ الدولة المطلقة، من شأنه أن يزيد من مخاطر وتكاليف استكشاف الفضاء، الأمر الذي سيؤثر بشكل غير مناسب على وصول الدول النامية الأكثر فقرا إلى الفضاء الخارجي، في انتهاك للتعبير الصريح لإعلانات الأمم المتحدة بإجماع الدول الأعضاء⁴⁹

اتجاه مختلف من الفقه، عمد إلى إدراج الحطام الفضائي في تعريف الأجسام الفضائية يستند إلى المسؤولية عن التعويض عن الضرر، تنشئ مشكلة هذا الاتجاه في حالات حيث يتصادم جسم فضائي غير نشيط مع جسم نشيط، ويخلق حطاما ستعتبر الحطام الفضائي من القمر الصناعي النشط أجساما فضائية، بموجب هذه الحجة، وستكون الدول الضحية والتي من المفترض أن تتلقى التعويض مسئولة عن الإضرار ناتجة على سطح الأرض أو المجال الجوي

بسبب الحطام الناتج عن خطأ دولة أخرى، حيث يدفع الأستاذ "كريس تول" بأن اختفاء حقوق الضحايا في التعويضات على نحو أفضل تكون من خلال التفسير الواسع للجسم الفضائي الذي يتضمن الحطام الفضائي في نطاقه.⁵⁰

وبالتالي لا بد من فإن التمييز بين الحطام الفضائي والأجسام الفضائية العاملة هي إشكالية جوهرية للتعويض عن الأضرار الناجمة عن الحطام الفضائي، مع تحميل الدول المسؤولية على أساس المخاطر.⁵¹

المبحث الثاني: مظاهر الالتزام الدولي للحماية من مخاطر الحطام الفضائي

يقصد بالالتزام الدولي هو الالتزام الذي يفرضه القانون الدولي على الشخص بإصلاح الضرر لصالح من كان ضحية التصرف أو الامتناع وتحمل العقاب جزاء هذه المخالفة.⁵² ويعرف أيضا بأنه الجزاء القانوني الذي يرتبه القانون الدولي على عدم احترام أحد أشخاص هذا القانون التزاماته الدولية.⁵³

المطلب الأول: مظاهر الالتزام الدولي للحماية من الحطام الفضائي في إطار المعاهدات الدولية

بالنسبة لمعاهدات الفضاء لم تتطرق إلى موضوع الحطام الفضائي ربما لأن الإشكال لم يكن مطروحا آنذاك، ولا شك أن الحطام الفضائي هو شكل من أشكال الضرر في بيئة الفضاء الخارجي لأنه تغيير من صنع الإنسان في بيئة الفضاء الخارجية، يتعارض مع وصول دول أخرى إلى الفضاء الخارجي، فبموجب المادة الثانية من معاهدة الفضاء الخارجي تمتنع الدول عن الاستيلاء على الفضاء الخارجي بأي وسيلة، وهذا تعزيز للمبادئ الأساسية للفضاء، كما أن التراث المشترك تحكمه حرية الوصول العادل المنصوص عليها في المادة الأولى من الاتفاقية.⁵⁴

فلا ينبغي أن يسمح ذلك للدول بوضع الأشياء بشكل دائم في مدارات مهمة لأنه ينتهك الحق في الوصول العادل للدول النامية إلى هذه المدارات، وفقا للإعلان بشأن التعاون الدولي في استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي لصالح جميع الدول مع مراعاة احتياجات البلدان النامية بشكل خاص، وقد قيل أن الاستخدام غير المحدود للمدار هو بمثابة الاستيلاء على هذا المدار وبالتالي ينتهك المادتين الأولى والثانية من معاهدة الفضاء الخارجي، من بين القيود الأخرى على الاستخدام الحر للفضاء الخارجي في معاهدة الفضاء الخارجي هو من خلال المادة التاسعة التي تتطلب من الدول أن توليه الاعتبار الواجب لمصالح الدول الأخرى وتجنب التلوث الضار للفضاء الخارجي.⁵⁵

حيث يلزم تفسير التلوث الضار في ضوء مبدأ الاعتبار الواجب، وبالتالي يجب أن يفهم على أنه تغيير في بيئة الفضاء، غير أن التزامات الدول بموجب معاهدة الفضاء الخارجي سلبية بطبيعتها، ففي حالة المادة التاسعة نجد أن الأحكام ليست مطلقة، فالمعاهدة تتطلب من الدول عدم إنشاء حطام فضائي لكنها لا تنظم أحكام المسؤولية أو الضرر الناجم عن هذا الحطام من أجل توفير الردع العام للدول أعضاء المجتمع الدولي.⁵⁶

بالنسبة للجنة الاستخدام السلمي للفضاء الخارجي، فقد احتل موضوع الحطام الفضائي، وتلوث بيئة الفضاء الخارجي بنداً دائماً للنقاش في اللجنة التي تدعو الدول الأعضاء كل عام إلى تقديم تقارير عن البحوث الوطنية المتعلقة بالحطام الفضائي ومشاكل الاصطدام، والتي يتم نشرها ضمن وثائق الأمم المتحدة، كما تقوم الدول بتقديم معلومات عن الأجسام الفضائية التي تكشفها داخل أراضيها، ونوهت الوكالات الوطنية الفضائية بهذا الإشكال

أيضا واعتبرته من أخطر المشاكل التي تهدد الأنشطة الفضائية، وتم التواصل في 2007 إلى مبادئ توجيهية للتخفيف من الحطام الفضائي، وتم تضمينها في قرار الجمعية العامة رقم 62/217 وذلك في تاريخ 22 ديسمبر 2007، وهذا بعد عدة مشاورات مع الدول والفاعلين في هذا المجال وسنوات من الدراسة في لجنة الاستخدامات السلمية ولجنتها الفرعية التقنية، هذه المبادئ ليست ملزمة قانونا، إنما تعتبر تدابير طوعية يوصى بها للتخفيف من الأضرار التي يحدثها الحطام الفضائي ويجب أن تؤخذ بعين الاعتبار خلال كل مراحل المهمة الفضائية. وتتضمن سبعة مبادئ توجيهية:

- 1- المبدأ الأول الحد من الحطام الفضائي المنبعث أثناء العمليات العادية.
 - 2- المبدأ الثاني هو تقليل احتمالات التفكك أثناء الأطوار التشغيلية.
 - 3- المبدأ الثالث هو الحد من احتمال الاصطدام العرضي في الفضاء.
 - 4- المبدأ الرابع تفاذي التدمير المتعمد وغيره من الأنشطة الضارة.
 - 5- المبدأ الخامس تقليل احتمالات التفكك الناتجة عن الطاقة.
 - 6- المبدأ السادس الحد من تواجد المركبات الفضائية لمدة طويلة في المدار المنخفض.
 - 7- المبدأ السابع الحد من التداخل الطويل المدى بين المركبات الفضائية المنتهية مهامها مع المدار الثابت.⁵⁷
- إن وضع مثل هذه المعايير الدقيقة لحطام الفضاء والأسباب التي تنتج عنها من قبل هيئات الدولية، علمية وهندسية متخصصة في مجال الملاحة الفضائية ومشاكلها الفنية، يمكن أن تكون معيارا لوضع قواعد قانونية للمحافظة على المدارات الفضائية وحمايتها من التلوث بهذه الأجسام، لإجراءات تخفيف التي جاء بها التقرير التقني عن طريق تحديد بيئة الحطام المداري من حيث تكويناتها وقياساتها ومنع حالات التفجير التصادفي، قد وجد أنها ناجحة في التخفيف من الحطام الفضائي كما أن تحويل مركبة فضائية من الحزام المداري الثابت إلى داخل مدارات التخليص في نهاية فترة التشغيل أصبحت تطبيقا مألوفاً ويمكن أن تحول إلى قاعدة قانونية عرفية، وإجراءات كهذه يمكن أن تصبح أكثر فعالية ومن شأنها أن تقلل التعب على البعثات الفضائية لو أنها أخذت بنظر الاعتبار على المستوى الدولي وتمت صياغتها أو صياغة البعض منها في ظل تنظيم قانوني دولي.⁵⁸

المطلب الثاني: دور المبادئ والقواعد العرفية للقانون الدولي في الحماية من مخاطر الحطام الفضائي

تلعب القواعد العرفية للقانون الدولي ومبادئه غير الملزمة دورا هاما في الحماية من الحطام الفضائي على الرغم من أن قواعده غير ملزمة وستتناولها كالتالي:

الفرع الأول: دور القواعد العرفية في الحماية من الحطام الفضائي

على الرغم من الحداثة النسبية لقانون الفضاء تشكل عائقا أمام إنشاء معايير عرفية دولية تحكم ضمن النظام القانوني الدولي للفضاء، خاصة في ضوء الفترة القصيرة نسبيا التي شهدت تنامي ظاهرة الحطام الفضائي التي كانت مدعاة للقلق، ورأت محكمة العدل الدولية أن القانون الدولي العرفي ينشأ من الاستخدام المستمر والموحد للقواعد المقبولة كقانون، مكونا هذا التعريف فهو ممارسة الدولة والاعتقاد بالإلزام الدولي بعدم خلق حطام فضائي، في قرارات الجمعية العامة للأمم المتحدة الصادرة بالإجماع بشأن الحطام الفضائي، والتي تقرر الحد من خلق الحطام

الفضائي وتقديم الدعم للتخفيف من الحطام، الذي قدمته الوكالة المشتركة لتنسيق الحطام الفضائي والتي تعكس الممارسات الحالية كما طورها عدد من المنظمات الوطنية والدولية، وكذلك فإن المبادئ التوجيهية تبين الأساليب التقنية التي تهدف إلى الحد من إنشاء الحطام الفضائي، بما في ذلك تلك المتعلقة ببناء الأجسام الفضائية والبروتوكولات حول ما يجب فعله عندما يصبح الجسم غير فعال، ومع ذلك تم رفض فكرة العرف الفوري وما قد ينشأ عنها من آثار قانونية، فإن ممارسات الدولة في هذا السياق قائمة بالفعل حيث وضعت عدد من الدول سياسات للتخفيف من الحطام ونفذتها في تشريعاتها المحلية، وقد حرصت الدول أيضا على تبرير الإجراءات التي يحتل أن تكون مثيره للجدل مثل اختبارات الأسلحة المضادة للأقمار الصناعية، من خلال توضيح أن الحطام الناتج عنها لن يبقى في المدار لفترة طويلة. وبالتالي نستنتج أن الاعتقاد القانوني وممارسات الدول تؤسس قاعدة عرفية واضحة ضد إنشاء الحطام الفضائي على الرغم من أن مشكلة تعيين الأضرار والمسؤولية عن انتهاك القاعدة لا تزال دون معالجة.⁵⁹

الفرع الثاني: دور مبادئ القانون الدولي في الحماية من مخاطر الحطام الفضائي

يمكن تطبيق المبادئ العامة للقانون عادة كمصدر من مصادر القانون الدولي في حالة عدم وجود قاعدة اتفاقية أو عرفية، ذلك أنه إذا وجدت قاعدة اتفاقية فإنها تكون واجبة التطبيق، ويرجع ذلك إلى أنها ستكون أكثر وضوحا كما أن المبادئ العامة للقانون التي يدعي أحد الأطراف عدم وجودها في بعض الأنظمة القانونية معنى ذلك أن المبادئ العامة للقانون تساعد في سد النقص الذي قد يوجد في قواعد القانون الدولي.⁶⁰

ونظرا لأن ظاهرة الحطام الفضائي لا توجد قواعد قانونية صريحة للحماية من مخاطرها، فيمكن الالتجاء للمبادئ العامة للقانون التي تمت الإشارة إليها في المعاهدات والاتفاقيات الدولية المعنية بالفضاء أو تلك التي أشارت إليها أحكام القانون الدولي في موضوعات مشابهة لتأكيد الالتزام الدولي بالحماية من مخاطر الحطام الفضائي، ويرتكز القانون الدولي للفضاء على مجموعة من المبادئ، يتمثل أهمها في 'مبدأ حرية استكشاف واستخدام الفضاء، ومبدأ الاستخدام السلمي للفضاء، ومبدأ التراث المشترك للإنسانية، غير أن هناك طائفة أخرى من المبادئ والتي يمكن الاستناد إليها لإزالة أي ضرر أضرار ناجمة عن مباشرة الأنشطة الفضائية في مقدمتها، مبدأ التعاون الدولي، مبدأ استدامة أنشطة الفضاء الخارجي، ومبدأ الالتزام اتجاه الكافة،⁶¹ وسوف نتناولها في النقاط الثلاثة التالية:

أولا- مبدأ التعاون الدولي في القانون الدولي للفضاء

لا يوجد مبدأ من مبادئ القانون الدولي أوسع نطاقا بمبدأ التعاون، ولا تكاد تخلو اتفاقية من الاتفاقيات من النص عليه، وهو مبدأ مكرس في ميثاق الأمم المتحدة، حيث تنص الفقرة الثالثة من المادة الأولى من الميثاق على أن "من مقاصد الأمم المتحدة هو تحقيق التعاون الدولي، وكذلك يتضح واجب التعاون الدولي إلى حد كبير في إعلان مبادئ القانون الدولي المتصلة بالعلاقات الودية والتعاون بين الدول لعام 1970 والذي أكد على واجب التعاون بين الدول في شتى المجالات، وانطلاقا من الدور الذي يلعبه مبدأ التعاون في كل المجالات فقد خصت معاهدة الفضاء على تضمين هذا المبدأ داخل نصوصها للإعلان صراحة على طابعه الإلزامي وقيمتة القانونية في مجال استخدام واستكشاف الفضاء الخارجي، وممارسة الأنشطة الفضائية حيث يندرج مبدأ التعاون الدولي ضمن

الأحكام الأساسية لمعاهدة المبادئ المنظمة لأنشطة الدول في ميدان استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي بما في ذلك القمر والأجرام السماوية الأخرى لعام 1967⁶².

إلا أن مبدأ التعاون يبدو أكثر وضوحاً في تلك المعاهدة من خلال نص المادة التاسعة التي ألزمت كل دولة طرف في المعاهدة في حاله ممارسة أي نشاط تجربي مجمع منها أو من أي مواطنيها في الفضاء الخارجي قد يتسبب في الإضرار المحتمل لأنشطة الدول الأطراف الأخرى في ميدان استخدام واستكشاف الفضاء الخارجي، بأن تقوم بإجراء المشاورات الدولية المناسبة قبل الشروع في ذلك النشاط ويجوز أيضاً لكل دولة من الدول الأطراف في معاهدة يكون لديها من الأسباب ما يحملها على الاعتقاد بأن ثمة نشاط من أي دولة أخرى من الدول الأطراف قد يتسبب في عرقلة أو إضرار بالأنشطة في الفضاء الخارجي، قد تطلب إجراء المشاورات اللازمة بشأن ذلك النشاط، حسب المادة التاسعة من معاهدة الفضاء الخارجي، كذلك جرى الاعتراف بمبدأ التعاون بشأن أنشطة الفضاء الخارجي في ديباجة اتفاقية المسؤولية الدولية عن الأضرار التي تحدثها الأجسام الفضائية لعام 1982.⁶³

على أن الدول الأطراف في هذه الاتفاقية إذ تعتقد بأن تقرير مثل هذه القواعد والإجراءات سيسهم في توقيف التعاون الدولي في ميدان استكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية، هذا ولم يقتصر النص على مبدأ التعاون في أنشطة الفضاء الخارجي على معاهدات الفضاء فحسب، بل صدرت العديد من القرارات والإعلانات التي تؤكد على هذا المبدأ من أهمها، الإعلان الخاص بالتعاون الدولي في مجال استكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه لفائدة جميع الدول ومصلحتها مع الأخذ اعتبار خاص لاحتياجات البلدان النامية لعام 1996، وقد سلمت الجمعية العامة للأمم المتحدة بموجب هذا الإعلان بأهمية التعاون الدولي فيما بين الدول وبين الدول والمنظمة الدولية في مجال استكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية.⁶⁴

ولعل كثرة النص على مبدأ التعاون الدولي في القرارات والإعلانات والاتفاقيات الدولية بصفه عامة أو في تلك المتعلقة بالفضاء الخارجي هو الذي حدى بمحكمة العدل الدولية بأن تؤكد على الالتزام بمبدأ التعاون الدولي في بعض القضايا التي نظرت فيها.⁶⁵

ومن أهم المجالات الخاصة بالتعاون الدولي للحد من مخاطر الحطام الفضائي، التعاون في تبادل المعلومات بشأن الحطام الفضائي، والتعاون في عملية رصد الحطام الفضائي والتعاون في التخفيف منه.

ثانياً- مبدأ استدامة أنشطة الفضاء الخارجي

يقصد بمبدأ استدامة أنشطة الفضاء، القدرة على إمكانية القيام بالأنشطة الفضائية والاستفادة من استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية على نحو يحقق احتياجات أجيال الحاضر مع الحفاظ على بيئة الفضاء الخارجي من أجل أجيال المستقبل.⁶⁶

والواقع أن مبدأ استدامة الفضاء الخارجي هو جزء من مبدأ التنمية المستدامة بمعناه الواسع، ويتمثل القاسم المشترك بينها في وحدة الهدف الذي يسعيان إلى تحقيقه، فكلاهما يلزم الدول بضرورة التوفيق بين اعتبارات حماية البيئة بشكل عام وبيئات فضاء الخارجي بشكل خاص واعتبارات تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية على نحو عادل ومنصف لجميع البلدان بغرض الوصول إلى غاية أسمى وهي تحقيق العدالة بين الأجيال في استكشاف

واستخدام الفضاء الخارجي، وعليه فإن مبدأ استدامة أنشطة الفضاء يجد أساسه القانوني والفلسفي في مبدأ التنمية المستدامة.⁶⁷ ماذا وقد أشارت هذا وقد أشارت اتفاقية الفضاء الخارجي لعام 1967 في ديباجتها ضمناً إلى مبدأ استدامة أنشطة الفضاء الخارجي. إلا أن ألفقرة السابعة من المادة 11 من الاتفاق المنظم لأنشطة الدول على سطح القمر والأجرام السماوية الأخرى لعام 1979، كانت أكثر وضوحاً في الإشارة إلى مبدأ استدامة أنشطة الفضاء، عندما أكدت على أن المقاصد الرئيسية للنظام الدولي لتنظيم استغلال موارد القمر الطبيعية هي تنمية موارد القمر الطبيعية على نحو منظم ومأمون وإدارة هذه الموارد إدارة رشيدة وتوسيع فرص استخدام هذه الموارد والتقاسم بين جميع الدول الأطراف على نحو الموصف للفوائد المتحصل من هذه الموارد، بحيث يولى اعتبار خاص لمصالح واحتياجات البلدان النامية.⁶⁸

ويشير العمل الدولي حالياً إلى أن مجال تطبيق مبدأ استدامة أنشطه الفضاء يمتد ليشمل جميع قطاعات حماية الفضاء الخارجي، وبالنظر لعدم إمكانية عد مختلف هذه القطاعات، فإنه في هذه الدراسة سنقتصر على بيان تطبيق هذا المبدأ لحماية قطاع بيئة الفضاء الخارجي، مثل حماية طقس الفضاء وإدارة حركة المرور في الفضاء، وترتبط هذه الحماية بدورها في معالجته مشكلة الحطام الفضائي:

1_ **حماية طقس الفضاء:** لقد تنبه المجتمع الدولي إلى ضرورة حماية طقس الفضاء من التلوث حيث صدرت وثيقة دولية خاصة باستدامة أنشطة الفضاء وهي المبادئ التوجيهية بشأن استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد، عام 2009 واهتمت تلك المبادئ بموضوع طقس الفضاء فنصت على أنه: "يجب على الدول والمنظمات الحكومية الدولية أن تدعمها وتشكل التعاون والتنسيق بشأن العمليات الأرضية والفضائية لرأس طاقة الفضاء، ونمذجة التنبؤات لجوانب الخلل في السواتل والإبلاغ عن آثار طقس الفضاء لحماية الأنشطة الفضائية".⁶⁹

2_ **إدارة حركة المرور في الفضاء:** يقصد بإدارة حركة المرور في الفضاء مجموعة من الأحكام الفنية والتنظيمية التي تعزز سلامة الوصول إلى الفضاء الخارجي والعودة منه دون تدخل مادي أو تدخل ترددات راديو.⁷⁰ ولا شك أن وجود نظام لإدارة حركة المرور في الفضاء يعزز من القيام بالأنشطة الفضائية على نحو آمن ومستدام، ويمكن أن يشمل ذلك تبادل المعلومات المتعلقة بالتوعية لأحوال الفضاء بين جميع الأطراف وتعزيز إجراءات تسجيل الأجسام الفضائية والتبليغ عن عملية إطلاق الأجسام الفضائية ومناورتها في المدار وإعادة تدويرها إلى الغلاف الجوي.⁷¹

ثالثاً: مبدأ المسؤولية الدولية المشتركة عن الحطام الفضائي (الالتزام اتجاه الكافة)

يقصد بالالتزام أو المسؤولية المشتركة تجاه الكافة "التزام تفرضه معاهدة متعددة الأطراف على دولة طرف في أي معاهدة معينة تجاه جميع الدول الأخرى الأطراف في المعاهدة ذاتها، بالنظر إلى قيمتها المشتركة والاهتمام الذي تليه لمسألة الامتثال بحيث ينتج عند خرق ذلك الالتزام لجميع هذه الدول إمكانية اتخاذ إجراءات". وهذا التعريف الذي اعتمدته معهد القانون الدولي في قراره المعلن الالتزام اتجاه الكافة في القانون الدولي العام 1985 .

وقد حدد معهد القانون الدولي في قراره المعنون "الالتزام اتجاه الكافة" في القانون الدولي العام لعام 2005، المتطلبات الإجرائية لتنفيذ مبدأ الالتزام اتجاه الكافة حتى تنص المادة الثالثة من هذا القرار على أنه: "ينبغي أن يكون هناك صلة من حيث الولاية القضائية بين دولة ما يزعم خرقها لالتزام اتجاه الكافة ودولة أخرى يكون الالتزام تجاهها

كي يكون لهذه الأخيرة الحق في رفع دعوى أمام محكمه الدولية ومؤسسه قضائية دولية أخرى فيما يتعلق بنزاع بشأن الوفاء بتلك الالتزامات. وقد أشار جانب من الفقه الدولي إلى أهمية هذا القرار في ترسيخ مبدأ الالتزام اتجاه كافة وبأن معهد القانون الدولي أكد وظيفة هذا المبدأ في القانون الدولي المعاصر⁷².

كما أن لجنة القانون الدولي عند مناقشتها لمشاريع المواد المتعلقة بمسؤولية الدول عن أفعالها غير المشروعة دوليا لعام 2001، تناولت مسألة الالتزام اتجاه كافة فيما يتعلق بمشروع المادة 48 المرتبطة باحتجاج دولة غير مضروعة بمسؤولية دولة أخرى حيث نص مشروع تلك المادة على أنه: "يجب لأي دولة خلاف الدولة المتضررة أن تحتج بمسؤولية دولة أخرى:

أ- إذا كان الالتزام الذي تم خرقه يشكل واجبا تجاه مجموعة من الدول من بينهم تلك الدولة وكان الغرض منه هو حماية مصلحة جماعية للمجموعة.

ب- إذا كان هذا الالتزام الذي انتهك يشكل واجبا اتجاه المجتمع الدولي ككل.⁷³

وتوجد في معاهدات القانون الدولي للفضاء نصوص يمكن الاستشهاد بها على مبدأ الالتزام اتجاه كافة فالالتزام بعدم عسكرة الفضاء هو التزام على جميع الدول المرتادة للفضاء نصت عليه المادة الرابعة من معاهدة الفضاء الخارجي لعام 1967 والتي تؤكد على أنه: تتعهد الدول الأطراف في المعاهدة بعدم وضع أي أجسام تحمل أي أسلحة نووية أو أي نوع آخر من أسلحة التدمير الشامل في أي مدار حول الأرض أو وضع مثل هذه الأسلحة على أيه أجرام سماوية أو في الفضاء الخارجي بأي طريقه أخرى. والذي لا جدل فيه هو أن حماية الفضاء الخارجي تتطلب اهتمام مشترك بين كافة الدول للحد من مخاطر الأنشطة الفضائية وهذا الاهتمام تفرضه التهديدات التي يتعرض لها الفضاء إذ أن الدول تشترك في وجود هذه المخاطر وتشترك أيضا في التحمل أثرها.⁷⁴

المبحث الثالث: الحلول القانونية المقترحة للحماية من الحطام الفضائي

ونتطرق في هذا المبحث إلى الحلول والمقترحات التي قدمتها بعض الدول، وكذا مقترحات التي جاء بها الاتحاد الدولي للاتصالات كهيئة متخصصة، وجمعية القانون الدولي، وبحوث العلماء المتخصصين في التكنولوجيا التي تخدم مجال الحد من الحطام الفضائي.

المطلب الأول: مقترحات والحلول المقدمة من الدول

لقد قدمت عدة دول مقترحات وحلول في إطار لجنة الاستخدامات السلمية للفضاء الخارجي منها المملكة المتحدة التي تقدمت بمقترح مفصل لهذا الإشكال تمثل فيما يلي

الفرع الأول- قياس تجمع الحطامي واستخدام كاشف الحطام: يوفر كشف الحطام في الفضاء في الوقت الحقيقي معلومات قيمة عن بيئة الحطام الفضائي والنيازك، وفي العادة تستخدم طريقة الكشف طاقة الجسم المرتطم لبدء القياس وتدمير الكيان المادي للجسم نتيجة لذلك⁷⁵، كما تبحث جامعة "كانت" استخدام تقنية كشف جديدة تسمى **جهاز الهلام الهوائي** لاستشعار الاصطدام الحساس للمواقع الذي يجمع بين الكشف في الوقت الحقيقي وتحليل العينات المستعدة، وقياس موقع ووقت الارتطام على لوحة تجميع قابلة للاسترداد، يمكن بواسطة المسح وتحليل المتخلفات بعد الرحلة الحصول على بيانات كيميائية وفيزيائية عن الاسم المرتطم، وعلاوة على ذلك يمكن

بواسطة هذه البيانات إذا قورنت بمتوجه سرعة المركبة الفضائية في لحظة الكشف الحصول على مسار الجسم المرتطم في الإطار المرجعي المداري الملائم.

الفرع الثاني- تحليل السطوح المستعادة: يوفر تحليل السطوح المستعادة من الفضاء مثله مثل الكواشف التي تعمل في المواقع بيانات قيمة، وقد قامت جامعة "كانت" مؤخرا بتحليل خلايا شمسية مأخوذة من إحدى المصفوفات الشمسية المركبة على مقربة بالفضاء التي استرجعت بعد قضاء مدة 3.62 سنوات في الفضاء

الفرع الثالث- نمذجة بيئة الحطام: لا تزال نمذجة بيئة الحطام وتطورها في الأجل الطويل والمخاطر المحتملة التي تسببها للنظم الفضائية المقبلة الممكنة تمثل نشاطا رئيسيا لدى باحثي الحطام في المملكة المتحدة.⁷⁶

وتركز البحوث الجارية في شعبة هندسة الفضاء الجوي بجامعه "كاناسكو" على بحث التطور الطويل الأجل لمجموعة كبيرة من الأصوات "النانومترية" تعتبر وسيلة زاهدة التكلفة للإتاحة لطائفة متنوعة من التطبيقات الابتكارية الخاصة بالرحلات.

الفرع الرابع- اختبار الارتطامات الفائقة السرعة: اشتركت مجموعة هيئة مؤلفة من وكالة "ماترا ماركوبي" الفضائية "وديرا" وجامعة "كانت"، وهندسة جاذبية الموائع على الفراغ، من تنفيذ عقد مبرم مع "الايسا" مدته سنتين لبحث الحلول الفعالة من حيث التكلفة للدروع الواقية من الحطام للمركبات الفضائية غير المأهولة.⁷⁷

المطلب الثاني: معايير ومقترحات الاتحاد الدولي للاتصالات

إن المعايير التي وضعها الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن حطام الفضاء في المدار الثابت المتعلقة بالأقمار الصناعية غير العاملة والتوصية بتغيير مداره إلى مدارات تخلص في نهاية عمرها التشغيلي، والتوصيات حول حلول إجراءات تقليص حطام الفضاء في المدارات الفضائية القريبة من الأرض والمدارات الأخرى والتي وضعتها لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائية كانت قد تطورت مؤخرا لعمل للعمل بموجبها ولكنها ليست إلزامية⁷⁸ وبالتالي فإن تغيير مدارات الأقمار الصناعية قبل نهاية عمرها التشغيلي لم تطبق على نحو شامل وكذلك عدم توافر معلومات رسمية عن أي الأقمار الصناعية عاملة، وأي الأقمار وصلت بالفعل إلى نهاية أعمارها النشطة. ولا يبدو أن الحالة ستتغير وعدد الأقمار الصناعية غير العاملة أي حطام الفضاء في المدارات الفضائية وبشكل خاص في المدار الثابت ستستمر بزيادة ما لم تتغير التوصيات وتصبح إجراءات إلزامية بموجب اتفاق دولي ويترتب على عدم الالتزام بما قيم المسؤولية الدولية، ولاسيما مع أن بعض المشغلين التجاريين يفضلون الربح المالي المباشر على الحفاظ على البيئة في حالة ملائمة لأنشطة الفضاء المستقبلية، وسلوك كهذا لا يضر بالنظر لاعتبار هشاشة بيئة مدار الأرض الثابت، ولكن دون التوصل إلى الاتفاق بالإجماع بصدها، وكذلك لم يتحقق الإجماع في الدورات اللاحقة بشأن طرح مشكلة الحطام الفضائي على جدول أعمالها.⁷⁹

المطلب الثالث: بعض الحلول المقترحة من جمعيه القانون الدولي

حيث تبنت هذه الجمعية في مؤتمرها السادس والستين المنعقد في "بيونس آيريس" عام 1994 مسودة اتفاقية دولية عن حماية البيئة من الضرر المترتب عن الحطام الفضائي، ويمكن عدّها أبرز وثيقة دولية تعرضت لهذا الموضوع

إلى حد الآن، ومصطلح البيئة في هذه الوثيقة يقصد به كل من بيئة الفضاء الخارجي والبيئات الأرضية ضمن الاختصاص الوطني أو خارجه.⁸⁰

المطلب الرابع: استغلال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الحماية من الحطام الفضائي

وذلك في المؤتمر الدولي للعمليات الفضائية في دورته 17 والذي استضافه مركز محمد بن راشد للفضاء والذي يعد من أكبر المحافل العلمية المتخصصة في ميدان الفضاء، واستعراضهم مناقشة في مشاركة من طرف الهيئة الوطنية لعلوم الفضاء ممثلة في المهندسة "ريم سنان" التي شاركت في هذا المؤتمر بورقة بحثية متخصصة بتوظيف تقنية الذكاء الاصطناعي في عمليات الكشف الآلي ورصد ومراقبة الحطام الفضائي في المدار الأرضي المنخفض باستخدام الأقمار الصناعية، وتتمحور هذه التقنية التي قدمتها المهندسة حول تصميم نظام مبتكر لرصد وتتبع الحطام الفضائي من الحجم الصغير باستخدام الأقمار الصناعية النانوية التي تحتوي على مستشعرات بصرية عن طريق توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي، حيث بلغت دقة النظام وفقاً للتجارب 92%، إضافة إلى اشتغال الابتكار على قدرة لتحليل بيانات الأجسام المرصودة من حيث حجمها وموقعها وحفظها على متن المركبة الفضائية لإرسالها لمشغلي الأقمار الصناعية في المحطات الأرضية.

إن هذا الابتكار يساهم بتغذية قاعدة بيانات الحطام الفضائي، وخاصة تلك المتعلقة بالأجسام صغيرة الحجم والتي يصعب رصدها من الأرض، كما يساهم في استدامة الفضاء وضمان وصول الجميع للفضاء، بما يعد مساهمة مهمة في مجال رصد الحطام الفضائي.⁸¹

الخاتمة:

باختتام هذا البحث، يُظهر الاعتماد على مناهج علمية متكاملة لها كفاءتها في تحليل وفهم مشكلة الحطام الفضائي من منظور شامل، استخدمت منهجية وصفية لتحليل الظاهرة وفهمها بدقة، مما أفاد في توضيح مفهوم الحماية من الحطام الفضائي وتبسيط الضوء على أهمية ذلك في استدامة الأنشطة الفضائية وتقديم التحذيرات بشأن المخاطر المترتبة على التلوث الفضائي، بالإضافة إلى ذلك، أظهرت هذه الدراسة أنه لا يزال هناك تحديات كبيرة في مجال التشريعات الدولية المتعلقة بالحطام الفضائي، وخاصة فيما يتعلق بتحديد المسؤولية القانونية وتنفيذ الإجراءات الواجب اتخاذها، بسبب أن أغلب النصوص القانونية الخاصة بالحطام الفضائي لا تحتوي على طابع إلزامي. وفي هذا الإطار خلصت الدراسة إلى توصيات عدة للتخفيف من حدة تلوث بيئة الفضاء الخارجي، من شأنها ترسيخ سبل التعاون الدولي، وتقنين الكثير من الإجراءات الفنية والقانونية لمواجهة تزايد هذا النوع من التلوث، وأهم هذه التوصيات:

- 1_ يُنصح بضرورة تعزيز التعاون الدولي وتطوير قوانين دولية قوية للتعامل مع تحديات الحطام الفضائي بشكل فعال ومستدام، ويُعد التعاون بين الدول والوكالات الفضائية والمنظمات الدولية ضرورياً للتصدي لمشكلة الحطام الفضائي وضمان استدامة النشاطات الفضائية للأجيال الحالية والمستقبلية.
- 2_ ضرورة تطوير تكنولوجيا فعالة ومستدامة للتخلص من الحطام الفضائي،
- 3_ بالإضافة إلى تعزيز الوعي العام بمخاطره وأثره البيئي.

4_ تطوير تشريعات دولية قوية: يجب أن تعمل الدول على تطوير تشريعات دولية شاملة تنظم إدارة ومراقبة الحطام الفضائي، ويجب أن تكون هذه التشريعات ملزمة وتشمل إجراءات للحد من إنتاج الحطام، وتعزيز المسؤولية القانونية للدول والمؤسسات الفضائية، إضافة إلى تحديث الاتفاقيات الدولية الحالية، فيجب أن يتم تحديث الاتفاقيات الدولية القائمة لتشمل أحكامًا محدثة تتعامل بشكل فعال مع مشكلة الحطام الفضائي.

في النهاية، يجب أن تكون هناك رغبة قوية من قبل المجتمع الدولي للتصدي لمشكلة الحطام الفضائي وحماية الفضاء الخارجي والأنشطة الفضائية المستقبلية. إن مواجهة هذه التحديات تتطلب التعاون والجهود المشتركة لضمان استدامة الفضاء الخارجي للأجيال الحالية والمستقبلية.

الهوامش:

- ¹ Me Pierre Fortin.LL.B, artificial space debris and international law, a thesis for the degree of master of laws.ll.m, institute of air and space law, McGill university, Montreal, quebec,1990,p: 06.
- ² Wolf,M.G. orbital debris current issue as they impact on an expending manned presense in space, 1985, 28 colloquium law outer space .p 260.
- ³ Me Pierre Fortin.LL.B,op.cit.p;06.
- ⁴ Beker,H.A. space debris legal and policy implication, Utrecht studies in air and space law, martinis nijhoff, 1989.p 1.
- ⁵ A/AC.105C.1/115.13 NOV.2018.
- ⁶ Jonson, N.L., and MCKNIGH, d.s, artificial space debris "Malabar Florida; orbit book, CO, 1987.p: 11.
- ⁷ Ibid.: 8-25.
- ⁸ Gabrielle Hollingsworth, space junk; why the united nations must step in to save aces to space, santaclara 2.rev.239, .(2013),166 at 242.
- ⁹ Emily M.Nevala, wast in space ; remediating space through the doctrine of abandonment the law of capture, 166.AM.U.L.rev.1495.
- ¹⁰ Josef Kurt, triumph of the space commons; addressing the impending space debris crisis without an international treaty 40; wm.and merry envTL.L. POL.T.rev 305.307.2015.
- ¹¹ Rep of the common the peaceful uses outer space to the general assembly (uncopus), U.N.GAOR? 62 nd sess, supp.no 20, annex.(2007).
- ¹² Jonson, op.ci.p ; 08-28.
- ¹³ IBID.
- ¹⁴ U.N. GAOR, uncopus, ,A/AC.105/420.P 12-21.
- ¹⁵ Pierre Fortin, op.cit.p 11.
- ¹⁶ Baker, p: 7 at 13.
- ¹⁷ Ibid. p :23
- ¹⁸ Jonson and McKnight, p 8 at 7.
- ¹⁹ Ibid.
- ²⁰ Pierre Fortin, op.cit.p 16.

²¹ حنيفي حدة، مرجع سابق، ص 584.

²² نفس المرجع.

²³ نفس المرجع، ص 585

²⁴ أسامة عبد الفتاح ص 8

²⁵ نفس المرجع

²⁶ أسامة عبد الفتاح، مرجع سابق، ص 9 12-13-14

²⁷ LOTTA VIKARI, THE ENVIRONMENTAL ELEMENT IN SPACE LAW 33 (Frans G.von der Dunk ed., 2008)

²⁸ Hobe, Stephan, and Jan HelgeMey. "UN Space Debris Mitigation Guidelines/Die UN Reuchlinien Zur Verhutung Von Weltraumtrummern/Lignes Directrices Relatives a la Reduction des Debris Spatiaux." ZLW 58 (2009): 388.

²⁹ Yakovlev, M. "The`IADC Space Debris Mitigation Guidelines' 'and Supporting Documents." 4th European Conference on Space Debris. Vol. 587. 2005.

³⁰ Treating space debris as abandoned property Patchen, Chelsea. "Regulating the space common-Muñoz in violation of the outer space treaty." *Chi. J. Int'l L.* 19 (2018): 233.

Inter-Agency Space Debris Coordination Comm., IADC Space Debris Mitigation Guidelines art. 3.1 (2007), <https://perma.cc/YL99-BZSV> (last visited Mar. 5, 2023).

³¹ أسامة حمزة عبد الفتاح، مرجع سابق، ص 09.

³² أسامة حمزة محمود، مرجع سابق، ص 10-11.

³³ المادة (1د) من اتفاقية المسؤولية الدولية عن الأضرار التي تحدثها الأجسام الفضائية عرضت للتوقيع في 29 مارس 1972 ودخلت حيز التنفيذ في واحد سبتمبر 1972 وقعت عليها الجزائر في اثنين ابريل 1972 وصادقت عليها في 26 نوفمبر 2006 بموجب المرسوم الرئيسي 225 06 الصادر في 28 جوان 2006.

³⁴ lubos parek management issue concerning space debris 'proceeding of the 4 European conference on space debris 587- 2005

³⁵ Lehnert christopher. "space debris removal for a sustainable space environenment" European space policy institute (2011)p 1-6.

³⁶ أسامة حمزة محمود عبد الفتاح، مرجع سابق ص 11.

³⁷ schachter' oskar" dispute settlement and countermeasures un international law commission "thé américain journal of international law 88.3 1994: 471-477.

³⁸ R. Cargill Hall, comment on salage and removal of Man lad objects from outer space, 33.2 J. Air L and COM. 288_289 (1967)

³⁹ IBID.

⁴⁰ Martha Mejia-Kaiser removal of non fonctional space objects without priori approval PROC ON L. OUTER SPACE 293_295_296.2007.

⁴¹ نفس المرجع.

⁴² لا تنتهي الولاية القضائية على جسم فضائي أو أجزاء منه ونشاطاته لسبب عملي وحيد هو أن الدولة المسجلة قد فقدت السيطرة على هذه الأجسام. قد يكون تحديد ما إذا كان الجسم الفضائي "غير خاضع للرقابة" أو "لا يعمل" أكثر تعقيداً مما هو متوقع. ففي حين أن الدول الأخرى قد ترى أن الجسم الفضائي عديم الفائدة تماماً، إلا أنه في الواقع لا يزال له بعض القيمة. قد يكون الجسم الفضائي خامل، على سبيل المثال، محتجزاً لأنشطة المستقبلية، أو يحمل معلومات سرية ذات قيمة، أو قد يكون له بعض الاهتمامات الأخرى غير المعروفة لدول أخرى. راجع في ذلك:

HOWARD A BAKER, SPACE DEBRIS: LEGAL AND POLICY IMPLICATIONS 153– 155 (May 1988) (unpublished LL.M. thesis, McGill University) (on file with the McGill University Library system).

⁴³ Melissa K. Force, Legal Implications of Debris Removal 55 I.I.S.L. PROC.727, 734–736 (2012).

⁴⁴ إبراهيم فهمي شحاتة القانون الجوي الدولي وقانون الفضاء دار النهضة العربية القاهرة 1966 صفح 490.

⁴⁵ حنفي حدة، مرجع سابق، ص 585

⁴⁶ أسامة محمود، مرجع سابق، صفحة 14.

⁴⁷ Martha Mejia-Kaiser removal of non fonction al space objects without priori approval PROC ON L. OUTER SPACE 293_295_296.2007.

⁴⁸ نفس المرجع، ص 14.

⁴⁹ . Ares. 51\122(Declaration international cooperation in the exploration an Use of outer) space for the benefit ans in the interest of all stages, taking into particularity account the needs of developing countries, preamble (Feb. 4, 1997.

⁵⁰ Carl Q. Christol, international liability for damage caused by space objects 74 am J INT'LL. 346,359.1980.

⁵¹ أسامة حمزة محمود مرجع سابق ص 16.

⁵² محمد طلعت الغنيمي الوسيط في قانون السلام الإسكندرية منشأة المعارف 1982 439

⁵³ عبد العزيز سرحان، القانون الدولي العام، القاهرة دار النهضة العربية، ص 497.

⁵⁴ treaty on Principles governing the activities of states in the exploration use of outer Space including the Moon and other celestial bodies art .6,jan 1967.18.ust 2410.610.U.N.T.S

⁵⁵ سهي حميد سليم الجمعة، تلوث بيئة الفضاء الخارجي في القانون الدولي العام، دار المطبوعات الجامعية الإسكندرية 2009 صفح 114.

⁵⁶ أسامة حمزة محمود، مرجع سابق، ص 17.

⁵⁷ Technical report on space de Brice uncopuos ,A/AC.105/720,N.Y.1999.

⁵⁸ سعيد حميد سالم، مرجع سابق، ص 199.

⁵⁹ أسامة حمزة محمود عبد الفتاح، مرجع سابق ص 18.

⁶⁰ د.احمد أبو الوفاء الوسيط في القانون الدولي العام دار النهضة العربية الطبعة، 2004 صفحة 208.

⁶¹ خرش عمر معمر، التراث المشترك للإنسانية في قانون الفضاء رسالة ماجستير كلية الحقوق جامعة الجزائر السنة الجامعية 2016 2017 صفحہ 100 وما بعدها.

⁶² انظر ديباجة الأمم المتحدة ديباجه معاهده الفضاء الخارجي لعام 1967

⁶³ انظر لبهجة اتفاقيه المسؤولية لعام 1982

⁶⁴ وانظر ألفقره السادسة من ديباجة الإعلان والذي اعتمدته الجمعية العامة بقرارها رقم 51 122 المؤرخ في 13 ديسمبر 1996
⁶⁵ صلاح الدين عامر مقدمه لدراسة القانون الدولي العام دار النهضة العربية مطبعة جامعة القاهرة 2007 صفحہ 372 وما بعدها كذلك إبراهيم العناني الوجيز في القانون الدولي العام كتاب مقرر على طلبه المستوى الثاني بكلية الحقوق جامعة عين شمس الطبعة الثالثة 2013 و 2014 صفحہ 27 إلى 30.

⁶⁶ انظر المبادئ التوجيهية للجنة استخدام الخارجي في الأغراض السلمية بشأن استدامة أنشطه الفضاء الخارجي في الأمد البعيد منشورة في المرفق الثانية من تقرير لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية لعام 2019 الدورة الثانية
⁶⁷ محمد صافي يوسف مبدأ الاحتياط لوقوع الأضرار البيئية، صفحہ 55 إلى 57.
⁶⁸ ماهر جميل أبو خوات، الحماية الدولية من مخاطر الحطام الفضائي صفحہ 59 .

⁶⁹ انظر ألفقره الثانية من المبدأ التوجيهي رقم (7 ب) من المبادئ التوجيهية بشأن استدامة أنشطه الفضاء الخارجي في الأمد البعيد يمكن الاطلاع على تلك المبادئ في المرفق الثاني من تقرير لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية عام 2019.

⁷⁰ A/AC. 105./C.2/L.289.ADD.1.7 APRIL 2016, PARA. 36. انظر

⁷¹ Christopher Lechner, space debris removal for a sustainable space environment, espy perspective, NO. 52, SEPTEMBER. 2011, P 14.

⁷² Christopher J, TOMW AND JAMS SLOAN, the development of international law by the international court of justice, oxford university press, 2013, p.358.

⁷³ حولية لجنة القانون الدولي العام، 2001، المجلد الثاني، ص 166 163.

⁷⁴ انظر المادة 9 من الاتفاقية.

⁷⁵ تاريخ الاطلاع: 2023/05/15. <http://orbitaldebrice.jsc.nasa.gov/mitigate.html>

⁷⁶ لزعر نادية، استخدام الفضاء الخارجي وانعكاساته، مذكره ماجستير، جامعة قسنطينة، 2013 2014، ص 197.

⁷⁷ لزعر نادية، مرجع سابق صفحہ 200

⁷⁸ . سعيد حميد سليم، مرجع سابق، ص 209.

⁷⁹ . نفس المرجع السابق، ص 208 و الجمعة سهي حميد سليم، مرجع سابق ص 211 210 ، لزعر نادية، مرجع سابق ص. 208.

⁸⁰ الجمعة سهي حميد سالم، مرجع سابق ص 215.

⁸¹ تاريخ الاطلاع: 2023/05/15. <https://alwatannews.net/Bahrain/article/1061798/>