



فصلنامه حقوقی



دوره ۸ - شماره ۲۴ - تابستان ۱۴۰۴

- رابطه خریدار و فروشنده در قرارداد پایه در اعتبار اسنادی با تاکید بر حقوق ایران
همایون مافی، رضا احسانی، احمدرضا امیری لاریجانی
بررسی تطبیقی جایگاه حفاظت از محیط زیست در حقوق بین الملل بشر و حقوق بین الملل بشردوستانه
سیدفضل الله موسوی، امیرحسین عسگری
عدالت کودک محور و مسئولیت دولت: پیشگیری، اصلاح و بازپروری کودکان ناقض قوانین کیفری
محمد روشن، سمیه رنگین کمان، سیدمصطفی حسینی دستجردی
واکاوی چالش‌ها و الزامات حقوقی هوش مصنوعی در محیط‌های کاری: بررسی تأثیرات و راهکارهای اصلاحی
مریم برومند بازکیاگورابی، امیررضا محمودی
جامعه الگوریتمی و انطباق حقوقی: بازاندیشی در حقوق، حکمرانی و عدالت اجتماعی
خدیجه کریمی اصفهانی، مجاهد امیری
صدور اسناد هویتی در مورد اطفال متولد شده از روابط نامشروع و آثار آن در حقوق ایران
مرضیه کاظمی، مصطفی کافی
مسئولیت نقصان یافته در نظام کیفری ایران و انگلستان
ایرج مروتی، نفیسه عراقی، ماندانا جنگلی
نظارت بر رسانه با رویکرد فقهی و حقوقی
نرگس ابوالمعصومی
درآمدی بر جرایم مرتبط با رمزارزها؛ از تسهیلگری تا پیشگیری
محبوبه طالبی رستمی
اهمیت تفسیر قرارداد در حقوق مدنی ایران
نازنین بهرامی، مهناز سجادیان، حمیدرضا کناری زاده
تأثیر مداخلات امنیت گرایانه و عوام گرایانه سیاست جنایی بر شکل دهی گفتمان جرم شناختی نئوکلاسیک نوین
مسعود اکبری
مطالعه تطبیقی دارایی تجاری در حقوق ایران و فرانسه
سعید جوهر
بازدارندگی تبعید و نفی بلد در عصر ارتباطات
مهسا محمودی
جلوه های حقوق معنوی زندانیان در اسناد داخلی و بین المللی
امین رضا بهار فلاصری
مطالعه تطبیقی کاربرد اصول دادرسی مدنی در دادرسی کیفری با تأکید بر سازوکار ارجاع
علی اصغر عسگری
جرایم علیه اراضی دولتی (مطالعه مروری)
وحید کیومرثی
زیاله‌های قضایی در حقوق بین‌الملل: چالش‌های نظارتی و راهکارهای حقوقی
مهدی قره داغی
توهین به مقدسات در حقوق کیفری ایران، فقه امامیه و فقه اهل تسنن
داود سلمانپور، یعقوب طاهری، حسین زارعی
مسئولیت بین‌المللی کشورها در مبارزه با دوپینگ: تحلیل حقوقی و چالش‌های اجرایی
سپیده احمدیان فرد
سیاست کیفری در قبال جرائم نظامی در حقوق کیفری ایران و ایالات متحده آمریکا
امیرحسین ابوالحسنی، حامد زرین جوی الوار، محمدعلی جهانی
قواعد حاکم بر بازار مالی غیرمتشکل پولی در نظام حقوقی ایران
ایوب رحیمی
حفظ سرمایه اجتماعی در فرایند مبارزه با قاچاق کالا (مطالعه موردی بندر دلووار)
حسین اکبرپا
شرایط سلبی مسئولیت کیفری شخصی بر مبنای اساسنامه دیوان کیفری بین المللی
محمدرضا افراسیابی
تأثیر قوانین داخلی و التزام به معاهدات بین‌المللی در مبارزه با فساد بانکی
سیدبهمن اکبری
سازوکارهای گوناگون اعمال و اجرای حقوق بین‌الملل
مهدی رضایی اسرمی
بزه‌دیده شناسی سبز و بزه‌دیدگان غیرانسانی
امین حاجی وند، امیرحسین خراشادی زاده، محمدجواد میرزایی



Space Debris in International Law: Regulatory Challenges and Legal Solutions

زباله‌های فضایی در حقوق بین‌الملل: چالش‌های نظارتی و راهکارهای حقوقی

Mahdi Gharedaqui

Master of Arts in International Law, Islamic Azad University,
Science and Research Branch, Tehran, Iran

مهدی قره داغی

کارشناس ارشد حقوق بین‌الملل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،
تهران، ایران

mahdigharedaqui@gmail.com
<http://orcid.org/0009-0002-1122-0298>

Abstract

This research comprehensively examines the challenges of international law arising from space debris. The present study shows that the existing legal system, despite significant achievements, suffers from three main structural weaknesses: the fragmentation of legal documents, the lack of effective monitoring mechanisms, and the absence of binding enforcement mechanisms. The findings indicate that current voluntary approaches to reducing space debris are insufficient and require a fundamental transformation in the interpretation of space law principles. This study, using a descriptive-analytical method and by reviewing international documents, judicial procedures, and scientific perspectives, proposes three levels of solutions: at the technical level (mandatory design standards), the economic level and the institutional level (strengthening international cooperation). The main innovation of this study is in presenting the concept of preventive space rights and developing a framework for extended producer responsibility. The results show that solving this challenge requires revising existing treaties, establishing specialized regulatory institutions, and developing a digital registry system for space objects. The study ultimately emphasizes the need for urgent action by the international community to prevent the realization of the "Kessler syndrome" scenario and preserve outer space for future generations.

Keywords: Space Debris, International Space Law, Outer Space Treaty, International Responsibility, Space Governance.

چکیده

این پژوهش به بررسی جامع چالش‌های حقوق بین‌المللی ناشی از زباله‌های فضایی می‌پردازد. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نظام حقوقی موجود با وجود دستاوردهای قابل توجه، از سه ضعف ساختاری اصلی رنج می‌برد: پراکندگی اسناد حقوقی، فقدان مکاتسم‌های نظارتی مؤثر و نبود سازوکارهای اجرایی الزام‌آور. یافته‌ها حاکی از آن است که رویکردهای داوطلبانه کنونی در کاهش زباله‌های فضایی ناکافی بوده و نیازمند تحولی بنیادین در تفسیر اصول حقوق فضایی است. این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و با بررسی اسناد بین‌المللی، رویه‌های قضایی و دیدگاه‌های علمی سه سطح راهکار پیشنهاد می‌دهد: در سطح فنی (استانداردهای طراحی اجباری)، سطح اقتصادی (مستدوق بین‌المللی پاکسازی) و سطح نهادی (تقویت همکاری‌های بین‌المللی). نوآوری اصلی این پژوهش در ارائه مفهوم «حقوق پیشگیرانه فضایی» و توسعه چهارچوبی برای مسئولیت گسترش یافته تولیدکنندگان است. نتایج نشان می‌دهند که حل این چالش مستلزم بازنگری در معاهدات موجود، ایجاد نهادهای تخصصی نظارتی و توسعه نظام ثبت دیجیتال اشیاء فضایی است. این مطالعه در نهایت بر ضرورت اقدام فوری جامعه بین‌المللی برای جلوگیری از تحقق سناریوی «سندرم کسلر» و حفظ فضای ماورای جو برای نسل‌های آینده تأکید می‌ورزد.

واژگان کلیدی: زباله‌های فضایی، حقوق بین‌الملل فضایی، معاهده فضای ماورای جو، مسئولیت بین‌المللی، حکمرانی فضایی.

ارجاع:

قره داغی، مهدی؛ (۱۴۰۴)، زباله‌های فضایی در حقوق بین‌الملل: چالش‌های نظارتی و راهکارهای حقوقی، شماره ۲۴.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Legal Civilization. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



CC BY-NC-SA



مقدمه

فضای ماورای جو زمین که روزگاری قلمروی بکر و دست‌نخورده به شمار می‌رفت، امروزه به گورستانی از زباله‌های ساخته دست بشر تبدیل شده است. زباله‌های فضایی^۱ شامل بقایای ماهواره‌های از کار افتاده، قطعات موشک‌ها و حتی ابزارهای گم‌شده فضانوردان به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های حقوق بین‌الملل معاصر تبدیل شده‌اند (Liou, 2021, 112). این پدیده نه تنها فعالیت‌های فضایی آینده را تهدید می‌کند، بلکه زیرساخت‌های حیاتی زمینی مانند سیستم‌های ارتباطی، ناوبری و نظارت بر آب‌وهوا را نیز در معرض خطر قرار داده است (UNOOSA, 2023, 5). با وجود هشدارهای مکرر دانشمندان و نهادهای بین‌المللی، جامعه جهانی هنوز نتوانسته است راه‌حلی جامع برای این معضل ارائه دهد. این پژوهش با تمرکز بر ابعاد حقوقی بحران زباله‌های فضایی، به بررسی قوانین موجود، خلأهای حقوقی و راهکارهای ممکن برای مقابله با این تهدید می‌پردازد.

بر اساس گزارش آژانس فضایی اروپا^۲، بیش از سی و شش هزار شیء بزرگ‌تر از دخ سانتیمتر و حدود یکصدوسی میلیون شیء کوچک‌تر در مدار زمین ردیابی شده‌اند که با سرعتی نزدیک به بیست و هشت هزار کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کنند (ESA, 2022, 8). چنین اجسامی حتی در ابعاد کوچک نیز می‌توانند

۱- Space Debris

۲- ESA

به دلیل سرعت فوق‌العاده بالا، آسیب‌های جبران‌ناپذیری به ماهواره‌ها و ایستگاه‌های فضایی وارد کنند. نمونه بارز این خطر، برخورد زباله‌ای ناشناس با یکی از بازوهای رباتیک ایستگاه فضایی بین‌المللی در سال ۲۰۲۱ میلادی بود که خسارتی بالغ بر یکصد میلیون دلار به بار آورد (NASA, 2021, 15). از منظر حقوق بین‌الملل، این حوادث پرسش‌های پیچیده‌ای را درباره مسئولیت دولت‌ها و شرکت‌های خصوصی مطرح می‌کنند.

معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی^۳ به‌عنوان سنگ‌بنای حقوق فضایی، اگرچه اصل «آزادی استفاده از فضا» را به رسمیت می‌شناسد، اما مقررات صریحی درباره مدیریت زباله‌های فضایی ارائه نمی‌دهد (Jasentuliyana, 1999, 45). این خلأ قانونی موجب شده است تا دولت‌ها و شرکت‌های تجاری بدون ترس از پیگرد قانونی، به اشغال مدار زمین با ماهواره‌ها و تجهیزات فضایی ادامه دهند. حتی ماده ۶ این معاهده که بر مسئولیت دولت‌ها در قبال فعالیت‌های فضایی تأکید دارد، نتوانسته است مانع از افزایش بی‌رویه زباله‌ها شود (Hobe, 2009, 72). در این میان، برخی کشورها مانند چین و روسیه با انجام آزمایش‌های ضد‌ماهواره‌ای^۴، بر دامنه این بحران افزوده‌اند. آزمایش موشکی چین در سال ۲۰۰۷ میلادی که منجر به تخریب ماهواره^۵ و تولید بیش از سه هزار قطعه زباله شد، یکی از نقاط تاریک تاریخ فضایی است (Weeden, 2010, 3).

ازسوی دیگر، پدیده‌ای به نام سندرم کسلر^۶ نگرانی‌ها را دوچندان کرده است. این نظریه که توسط دانشمند ناسا، «دونالد کسلر»، در سال ۱۹۷۸ میلادی ارائه شد، پیش‌بینی می‌کند که افزایش تراکم زباله‌ها در مدار پایین زمین^۷ می‌تواند به برخوردهای زنجیره‌ای منجر شود؛ به‌طوری که هر برخورد، زباله‌های بیشتری تولید کند و در نهایت دسترسی به فضا را برای دهه‌ها غیرممکن سازد (Kessler & Cour- Palais, 1978, 2639). شبیه‌سازی‌های اخیر نشان می‌دهند که در صورت تداوم روند فعلی، احتمال وقوع این سناریو تا سال ۲۰۵۰ میلادی به بیش از پنجاه درصد خواهد رسید (Liou et al., 2022, 12). چنین بحرانی نه تنها اکتشافات فضایی، بلکه اقتصاد جهانی را نیز تحت تأثیر قرار خواهد داد، زیرا بسیاری از

۳- Outer Space Treaty

۴- ASAT

۵- Fengyun-1C

۶- Kessler Syndrome

۷- LEO

صنایع، از بانکداری تا کشاورزی، به ماهواره‌ها وابسته هستند.

در این میان، نقش سازمان‌های بین‌المللی مانند کمیته استفاده صلح‌آمیز از فضای ماورای جو^۸ و دفتر امور فضایی سازمان ملل متحد^۹ بسیار حیاتی است. این نهادها تلاش کرده‌اند با تدوین دستورالعمل‌هایی مانند «راهنمای کاهش زباله‌های فضایی» در سال ۲۰۰۷ میلادی، دولت‌ها را به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی فضایی ترغیب کنند (UNCOPUOS, 2007, 4). با این حال، عدم الزام‌آور بودن این مقررات، اثربخشی آن‌ها را محدود ساخته است. برای مثال، راهنمای مذکور هیچ ضمانت اجرایی برای کشورهای متخلف پیش‌بینی نکرده و تنها به توصیه‌های فنی بسنده کرده است (Jakhu & Pelton, 2017, 89).

با توجه به این چالش‌ها، این پژوهش در پی پاسخ به این پرسش اساسی است که آیا حقوق بین‌الملل موجود می‌تواند راه‌حلی کارآمد برای مدیریت زباله‌های فضایی ارائه دهد؟ برای این منظور، ابتدا وضعیت کنونی زباله‌ها و تهدیدهای ناشی از آن‌ها بررسی می‌شود. سپس، نقاط ضعف قوانین بین‌المللی و اقدامات انجام‌شده توسط نهادهای فضایی تحلیل خواهد شد. در نهایت، راهکارهای حقوقی برای تقویت همکاری‌های بین‌المللی و ایجاد مکانیسم‌های نظارتی پیشنهاد می‌شود.

۱- وضعیت فعلی زباله‌های فضایی در حقوق بین‌الملل

فضای ماورای جو زمین که در گذشته به‌عنوان قلمرویی بکر و بی‌کران تصور می‌شد، امروزه به یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های حقوق بین‌الملل تبدیل شده است. زباله‌های فضایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل حقوقی در حوزه فعالیت‌های فضایی، نیازمند بررسی دقیق از منظر حقوق بین‌الملل هستند. بر اساس تعریف ارائه شده توسط کمیته هماهنگی بین‌المللی زباله‌های فضایی^{۱۰}، زباله‌های فضایی شامل تمام اجسام ساخته‌شده توسط انسان هستند که در مدار زمین قرار دارند ولی دیگر کارایی ندارند (IADC, 2007, 4).

این تعریف حقوقی، پایه‌ای برای بررسی مسئولیت‌های بین‌المللی در این حوزه محسوب می‌شود.

منشأ زباله‌های فضایی به نخستین روزهای عصر فضا بازمی‌گردد. از زمان پرتاب اسپوتنیک-۱ در سال ۱۹۵۷ میلادی تاکنون، بیش از شش هزار پرتاب فضایی انجام شده که نتیجه آن انباشت بیش از سی و

۸- COPUOS

۹- UNOOSA

۱۰- IADC

شش هزار شیء بزرگ‌تر از ده سانتیمتر در مدار زمین است (ESA, 2022, 12). از دیدگاه حقوق بین‌الملل، این اجسام را می‌توان به چند دسته اصلی تقسیم کرد: بقایای ماهواره‌های از کار افتاده که حدود بیست و پنج درصد از زباله‌ها را تشکیل می‌دهند (NASA, 2021, 45)، قطعات موشک‌های پرتابگر که هفده درصد از کل زباله‌ها هستند (Liou, 2021, 112) و اجسام کوچک‌تر از ده سانتیمتر که بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده‌اند. از منظر حقوقی، این تقسیم‌بندی از آن جهت اهمیت دارد که مسئولیت حقوقی در قبال هر دسته ممکن است متفاوت باشد.

یکی از مهم‌ترین مسائل حقوقی در این زمینه، تعیین وضعیت حقوقی زباله‌های فضایی است. بر اساس ماده ۸ معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی، کشوری که شیء فضایی را به فضا پرتاب می‌کند، همچنان صلاحیت و کنترل قضایی بر آن را حفظ می‌نماید.^{۱۱} این ماده حتی پس از تبدیل ماهواره به زباله فضایی نیز اعتبار خود را حفظ می‌کند که این امر پیچیدگی‌های حقوقی بسیاری ایجاد کرده است. برای مثال، در پرونده مشهور برخورد ماهواره‌های ایریدیوم ۳۳ و کاسموس ۲۲۵۱ در سال ۲۰۰۹ میلادی، این پرسش مطرح شد که آیا روسیه به‌عنوان کشور پرتاب‌کننده کاسموس ۲۲۵۱ که از سال ۱۹۹۵ میلادی غیرفعال شده بود، همچنان مسئول خسارات ناشی از آن محسوب می‌شود یا خیر؟ (Weeden, 2010, 7).

مدارهای مختلف زمین از منظر تراکم زباله‌های فضایی و تبعات حقوقی آن‌ها با یکدیگر تفاوت‌های چشمگیری دارند. مدار پایین زمین که در ارتفاع یکصد و شصت تا دوهزار کیلومتری سطح زمین قرار دارد، بیشترین تراکم زباله‌های فضایی را در خود جای داده است. این مدار از نظر حقوقی حساس‌ترین منطقه محسوب می‌شود، چرا که میزبان مهم‌ترین ماهواره‌های علمی و نظامی است. در مقابل، مدار زمین‌آهنگ^{۱۲} در ارتفاع سی و پنج هزار و هفتصد و هشتاد و شش کیلومتری اگرچه تراکم کمتری دارد، اما به دلیل ارزش اقتصادی بالا و محدودیت فضای قابل استفاده، از حساسیت حقوقی ویژه‌ای برخوردار است (Jakhu, 2006, 89).

پدیده سندرم کسلر، از مهم‌ترین چالش‌های حقوقی در این زمینه است (Kessler & Cour- Palais, 1978, 2637). این نظریه پیش‌بینی می‌کند که افزایش تراکم زباله‌ها در مدار پایین زمین می‌تواند به

۱۱- United Nations, 1967

۱۲- Geostationary Orbit

برخوردهای زنجیره‌ای منجر شود که هر برخورد خود زباله‌های بیشتری تولید کند. از منظر حقوق بین‌الملل، این سناریو می‌تواند مسئولیت‌های سنگینی را برای کشورهای پرتاب‌کننده ایجاد نماید، چرا که ممکن است منجر به غیرقابل استفاده شدن مدار زمین برای تمام کشورها شود (Lyall&Larsen,2018,156).

روند افزایشی پرتاب ماهواره‌های صورت‌فلکی^{۱۳} توسط شرکت‌های خصوصی مانند اسپیس‌ایکس و وان‌وب، ابعاد جدیدی به این چالش حقوقی افزوده است. برآوردها نشان می‌دهد که تنها پروژه استارلینک اسپیس‌ایکس ممکن است در نهایت شامل چه و دو هزار ماهواره شود. این حجم از فعالیت‌های فضایی خصوصی، پرسش‌های حقوقی جدی درباره مسئولیت دولت‌ها در قبال فعالیت‌های شرکت‌های تجاری تحت صلاحیت شان ایجاد کرده است. ماده ۶ معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی به صراحت بر مسئولیت دولت‌ها در قبال فعالیت‌های فضایی غیردولتی تأکید دارد.^{۱۴}

از دیدگاه حقوق بین‌الملل محیط زیست، زباله‌های فضایی را می‌توان مصداقی از «آلودگی فرامرزی» دانست که اصول حاکم بر آن در حقوق بین‌الملل محیط زیست توسعه یافته‌اند. اصل پیشگیری^{۱۵} که در بسیاری از اسناد بین‌المللی محیط زیستی به رسمیت شناخته شده است، می‌تواند مبنایی برای تنظیم مقررات سختگیرانه‌تر در مورد زباله‌های فضایی باشد. همچنین، اصل پرداخت آلوده‌کننده^{۱۶} که در حقوق بین‌الملل محیط زیست پذیرفته شده است، می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تعیین مسئولیت مالی کشورهای تولیدکننده زباله‌های فضایی مورد استناد قرار گیرد.

در زمینه حل و فصل اختلافات ناشی از خسارات زباله‌های فضایی، کنوانسیون مسئولیت بین‌المللی ۱۹۷۲ میلادی^{۱۷} مهم‌ترین سند حقوقی محسوب می‌شود. این کنوانسیون در ماده ۲ به صراحت مسئولیت مطلق^{۱۸} کشور پرتاب‌کننده را در مورد خسارات وارد شده در سطح زمین یا به هواپیماهای در حال پرواز

۱۳- Satellite Constellations

۱۴- United Nations, 1967

۱۵- Prevention Principle

۱۶- Polluter Pays Principle

۱۷- Liability Convention

۱۸- Absolute Liability

مقرر می‌دارد.^{۱۹} با این حال، در مورد خسارات وارد شده در فضا، مسئولیت مبتنی بر تقصیر^{۲۰} است که اثبات آن در محیط پیچیده فضایی بسیار دشوار می‌باشد (Kerrest, 2011, 78).

۲- تهدیدهای حقوقی ناشی از زباله‌های فضایی و پاسخ‌های بین‌المللی

چالش‌های حقوقی ناشی از زباله‌های فضایی در سال‌های اخیر ابعاد پیچیده‌تری به خود گرفته‌اند. از دیدگاه حقوق بین‌الملل، این پدیده سه سطح تهدید متمایز ایجاد کرده است: تهدید برای فعالیت‌های فضایی صلح‌آمیز، خطر برای امنیت فضاوردان و چالش‌های مربوط به مسئولیت بین‌المللی. در سطح اول، مهم‌ترین نگرانی نقض اصل آزادی استفاده از فضای ماورای جو است که در ماده اول معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی به رسمیت شناخته شده است.^{۲۱} انباشت زباله‌های فضایی در مدارهای کلیدی عملاً می‌تواند دسترسی سایر کشورها به فضا را محدود کند که این امر با روح معاهده مذکور در تضاد است (von der Dunk, 2015, 78).

یکی از مهم‌ترین پرونده‌های مرتبط با خسارات ناشی از زباله‌های فضایی، مورد ماهواره بلستار-۱ در سال ۲۰۱۳ میلادی بود. این ماهواره متعلق به شرکت ارتباطاتی اکواستار پس از برخورد با قطعه‌ای از زباله‌های فضایی دچار آسیب جدی شد و شرکت مذکور خسارتی بالغ بر پنجاه میلیون دلار متحمل گردید (De Selding, 2013, 3). از منظر حقوقی، این پرونده به‌خوبی نشان می‌دهد که چگونه نظام فعلی مسئولیت بین‌المللی در رسیدگی به چنین مواردی ناکارآمد است، چرا که شناسایی دقیق منشأ زباله فضایی در بسیاری از موارد غیرممکن می‌باشد (Ferreira-Snyman, 2014, 112).

در زمینه امنیت فضاوردان، ایستگاه فضایی بین‌المللی^{۲۲} به‌عنوان نماد همکاری‌های بین‌المللی فضایی، به‌طور متوسط سالانه سه تا چهار مرتبه مجبور به انجام مانورهای اجتناب از برخورد با زباله‌های فضایی می‌شود (NASA, 2022, 15). پروتکل‌های حقوقی حاکم بر این ایستگاه که مبتنی بر موافقتنامه بین‌الدولی ۱۹۹۸ میلادی است، اگرچه مکانیسم‌هایی برای مدیریت خطرات پیش‌بینی کرده‌اند، اما در مورد مسئولیت

۱۹- United Nations, 1972, Art.2

۲۰- Fault-Based Liability

۲۱- United Nations, 1967, Art.1

۲۲- ISS

ناشی از خسارات احتمالی ابهامات جدی وجود دارد.^{۲۳} این ابهامات به‌ویژه در مورد فعالیت‌های فضانوردان کشورهای مختلف در محیطی مشترک مانند ایستگاه فضایی بین‌المللی می‌تواند به اختلافات پیچیده‌ای منجر شود.

کنوانسیون مسئولیت بین‌المللی ۱۹۷۲ میلادی اگرچه چهارچوبی برای جبران خسارات ناشی از اجسام فضایی ارائه می‌دهد، اما در مورد زباله‌های فضایی با محدودیت‌های جدی مواجه است. بر اساس ماده ۲ این کنوانسیون، کشور پرتاب‌کننده در قبال خسارات وارد شده در سطح زمین یا به هواپیماهای در حال پرواز دارای مسئولیت مطلق است.^{۲۴} با این حال، در مورد خسارات وارد شده در فضا، ماده ۳ مسئولیت را مبتنی بر تقصیر می‌داند که اثبات آن در محیط پیچیده فضایی بسیار دشوار است (Kerrest, 2011, 89). این نقص حقوقی در پرونده برخورد ماهواره‌های ایریدیوم و کاسموس به‌خوبی آشکار شد، جایی که اگرچه خسارات قابل توجهی وارد آمد، اما هیچ‌گونه غرامتی پرداخت نشد (Weeden, 2010, 8).

در پاسخ به این چالش‌ها، جامعه بین‌المللی تلاش‌هایی را برای توسعه چهارچوب‌های حقوقی جدید آغاز کرده است. راهنمای کاهش زباله‌های فضایی کمیته استفاده صلح‌آمیز از فضای ماورای جو^{۲۵} که در سال ۲۰۰۷ میلادی به تصویب رسید، یکی از مهم‌ترین این اقدامات است (UNCOPUOS, 2007, 4). این راهنما اگرچه فاقد ضمانت اجرای الزام‌آور است، اما به‌عنوان مبنایی برای توسعه قوانین ملی بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است. برای مثال، ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۱۹ میلادی مقررات جدیدی را برای کاهش زباله‌های فضایی تصویب کرد که تا حد زیادی از این راهنما الهام گرفته بود.

یکی از نوآوری‌های مهم حقوقی در این زمینه، مفهوم اقتصاد چرخشی فضایی^{۲۶} است که اخیراً توسط آژانس فضایی اروپا مطرح شده است (ESA, 2021, 7). این مفهوم که بر اساس اصول توسعه پایدار شکل گرفته، بر بازیابی و استفاده مجدد از ماهواره‌های از کار افتاده تأکید دارد. از دیدگاه حقوقی، در واقع این رویکرد می‌تواند مبنایی برای توسعه قواعد جدید در مورد مسئولیت تولیدکنندگان و مالکان ماهواره‌ها باشد. در همین راستا، اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۰ میلادی طرحی را برای الزام شرکت‌های فعال در حوزه

۲۳- ISS Intergovernmental Agreement, 1998

۲۴- United Nations, 1972, Art.2

۲۵- UNCOPUOS

۲۶- Space Circular Economy

فضایی به رعایت استانداردهای طراحی پایدار ارائه کرد.^{۲۷}

چالش دیگر در این حوزه، مسئله شناسایی و ردیابی زباله‌های فضایی است. سیستم‌های فعلی عمدتاً مبتنی بر همکاری‌های داوطلبانه بین کشورها هستند که این امر اثربخشی آن‌ها را محدود می‌کند. در این زمینه، ابتکار عملیات فضایی مشترک^{۲۸} که توسط چندین کشور شامل ایالات متحده آمریکا، بریتانیا، کانادا، استرالیا و آلمان راه‌اندازی شده است گام مثبتی در جهت بهبود وضعیت موجود محسوب می‌شود. با این حال، این سیستم نیز فاقد پایه حقوقی الزام‌آور بین‌المللی است و مشارکت در آن کاملاً داوطلبانه می‌باشد.

در سطح منطقه‌ای، اتحادیه اروپا پیشگام توسعه چهارچوب‌های حقوقی برای مقابله با زباله‌های فضایی بوده است و در این زمینه تلاش‌های بسیاری کرده است. برنامه نظارت و ردیابی فضایی اتحادیه اروپا^{۲۹} که در سال ۲۰۱۴ میلادی راه‌اندازی شد، نه تنها به جنبه‌های فنی بلکه به ابعاد حقوقی این مسئله نیز پرداخته است. این برنامه شامل مقرراتی در مورد تبادل اطلاعات، هشدارهای برخورد و استانداردهای فنی می‌شود که می‌تواند الگویی برای سایر مناطق جهان باشد.

۳- چهارچوب‌های حقوقی بین‌المللی برای مقابله با زباله‌های فضایی

نظام حقوقی بین‌المللی حاکم بر فضا در مواجهه با چالش زباله‌های فضایی با چالش‌های متعددی روبرو است. معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی به‌عنوان سنگ بنای حقوق فضایی اگرچه اصول کلی حاکم بر فعالیت‌های فضایی را تعیین کرده است، اما مقررات صریحی در مورد مدیریت زباله‌های فضایی ارائه نمی‌دهد.^{۳۰} این خلأ حقوقی موجب شده است تا جامعه بین‌المللی در سال‌های اخیر به دنبال توسعه چهارچوب‌های تکمیلی باشد. یکی از مهم‌ترین این تلاش‌ها، تدوین راهنمای کاهش زباله‌های فضایی توسط کمیته استفاده صلح‌آمیز از فضای ماورای جو سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۷ میلادی بوده است (UNCOPUOS, 2007, 2). این راهنما اگرچه فاقد ضمانت اجرای الزام‌آور است، اما به‌عنوان مبنایی برای توسعه قوانین ملی بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است.

۲۷- EU Commission, 2021

۲۸- Combined Space Operations

۲۹- EU SST

۳۰- United Nations, 1967, Art.1

در سطح معاهدات بین‌المللی، کنوانسیون مسئولیت بین‌المللی ۱۹۷۲ میلادی مهم‌ترین سند حقوقی در زمینه خسارات ناشی از زباله‌های فضایی محسوب می‌شود. ماده ۲ این کنوانسیون مسئولیت مطلق کشور پرتاب‌کننده را در قبال خسارات وارد شده در سطح زمین یا به هواپیماهای در حال پرواز مقرر می‌دارد.^{۳۱} با این حال، در مورد خسارات وارد شده در فضا، ماده ۳ مسئولیت را مبتنی بر تقصیر می‌داند که اثبات آن در محیط پیچیده فضایی با دشواری‌های زیادی همراه است (Kerrest, 2011, 78). این محدودیت در پرونده برخورد ماهواره‌های ایریدیوم ۳۳ و کاسموس ۲۲۵۱ در سال ۲۰۰۹ میلادی به‌خوبی آشکار شد، جایی که اگرچه خسارات قابل توجهی وارد آمد، اما به دلیل دشواری اثبات تقصیر، هیچ غرامتی پرداخت نشد (Weeden, 2010, 8).

یکی از نوآوری‌های مهم حقوقی در این زمینه، توسعه مفهوم مسئولیت گسترش یافته تولیدکننده^{۳۲} در حقوق فضایی است. این مفهوم که از حقوق محیط زیست اقتباس شده، تولیدکنندگان ماهواره‌ها را مسئول مدیریت پایان عمر محصولات شان می‌داند (Jakhu & Pelton, 2017, 145). در همین راستا، اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۰ میلادی مقررات جدیدی را تصویب کرد که بر اساس آن شرکت‌های فعال در حوزه فضایی موظف به ارائه تضمین‌های مالی برای پاکسازی ماهواره‌های از کار افتاده خود هستند. این رویکرد اگرچه هنوز به صورت یک قاعده عرفی بین‌المللی در نیامده است، اما می‌تواند الگویی برای توسعه حقوق بین‌الملل در این زمینه باشد.

در سطح نهادهای تخصصی، آژانس فضایی اروپا برنامه‌های جامعی را برای پایش و کاهش زباله‌های فضایی توسعه داده است. برنامه آگاهی از وضعیت فضایی^{۳۳} این آژانس که در سال ۲۰۰۹ میلادی راه‌اندازی شد، نه تنها به جنبه‌های فنی بلکه به ابعاد حقوقی این مسئله نیز پرداخته است (ESA, 2019, 9). یکی از دستاوردهای مهم این برنامه، توسعه چهارچوب‌های حقوقی برای تبادل اطلاعات درباره زباله‌های فضایی بین کشورها بوده است. با این حال، مشارکت در این برنامه‌ها همچنان داوطلبانه است و بسیاری از کشورهای دارای توانایی فضایی به آن نپیوسته‌اند.

۳۱- United Nations, 1972, Art.2

۳۲- Extended Producer Responsibility

۳۳- Space Situational Awareness

معاهده ماهواره‌های مخابراتی^{۳۴} نیز اگرچه مستقیماً به مسئله زباله‌های فضایی نپرداخته است، اما مقرراتی دارد که می‌تواند به کاهش این معضل کمک کند. ماده ۴۴ این معاهده که درباره استفاده عادلانه از مدار زمین‌آهنگ است، کشورها را ملزم می‌کند تا از ایجاد تداخل در فعالیت‌های سایر کشورها خودداری کنند.^{۳۵} این ماده می‌تواند مبنایی برای محدود کردن پرتاب ماهواره‌هایی باشد که احتمال تبدیل شدن به زباله فضایی را دارند. با این حال، اجرای این ماده در عمل با چالش‌های زیادی روبرو بوده است.

در زمینه حل و فصل اختلافات، کنوانسیون ثبت اشیاء فضایی ۱۹۷۵ میلادی مکانیسم‌هایی برای شناسایی مسئول زباله‌های فضایی پیش‌بینی کرده است. بر اساس این کنوانسیون، کشورها موظف به ثبت اشیاء فضایی پرتاب شده توسط خود هستند.^{۳۶} این ثبت می‌تواند در تعیین مسئول زباله‌های فضایی مفید باشد. با این حال، بسیاری از زباله‌های فضایی مربوط به دوره‌ای هستند که این کنوانسیون وجود نداشته یا به‌طور کامل اجرا نمی‌شده است. علاوه بر این، برخی کشورها به دلایل امنیتی از ثبت کامل تمام اشیاء فضایی خود خودداری می‌کنند.

یکی از چالش‌های مهم حقوقی در این زمینه، مسئله زباله‌های فضایی ناشناس است. برآوردها نشان می‌دهد که منشأ حدود سی درصد از زباله‌های بزرگ‌تر از ده سانتیمتر در مدار زمین ناشناخته است (NASA, 2021, 23). این امر اجرای اصل مسئولیت بین‌المللی را با دشواری‌های زیادی مواجه می‌سازد. در پاسخ به این چالش، برخی حقوقدانان پیشنهاد کرده‌اند که صندوق بین‌المللی برای جبران خسارات ناشی از زباله‌های فضایی ناشناس ایجاد شود (Ferreira-Snyman, 2014, 118). این ایده اگرچه در سطح نظری مورد استقبال قرار گرفته است، اما تاکنون به مرحله اجرا نرسیده است.

در سال‌های اخیر، رویه قضایی بین‌المللی نیز به تدریج به مسئله زباله‌های فضایی پرداخته است. در رأی مشورتی دیوان بین‌المللی حقوق دریاها در سال ۲۰۱۵ میلادی درباره مسئولیت دولت‌ها در قبال فعالیت‌های بستر دریاها، اصولی مطرح شد که می‌تواند به حوزه فضایی نیز تعمیم داده شود.^{۳۷} دیوان در این رأی بر مسئولیت دولت‌ها در جلوگیری از آسیب‌های فرامرزی تأکید کرد که این اصل می‌تواند در

۳۴- ITU Constitution

۳۵- ITU, 2018, art.44

۳۶- United Nations, 1975, Art.2

۳۷- ITLOS, 2015, para.117

مورد زباله‌های فضایی نیز اعمال شود. با این حال، تاکنون هیچ پرونده قضایی بین‌المللی مستقیماً درباره زباله‌های فضایی مطرح نشده است.

۴- راهکارهای حقوقی نوین برای مدیریت زباله‌های فضایی

در مواجهه با چالش فزاینده زباله‌های فضایی، جامعه بین‌المللی به تدریج به سمت توسعه راهکارهای حقوقی نوین حرکت کرده است. این راهکارها در سه سطح پیشگیرانه، کاهش و درمانی قابل تقسیم‌بندی هستند که هر کدام نیازمند تحلیل دقیق از منظر حقوق بین‌الملل می‌باشند. در سطح پیشگیرانه، مهم‌ترین ابتکار، توسعه استانداردهای طراحی پایدار برای ماهواره‌ها بوده است. سازمان بین‌المللی استانداردسازی^{۳۸} در سال ۲۰۱۹ میلادی استاندارد ۲۴۱۱۳ را تحت عنوان «سیستم‌های فضایی-کاهش زباله‌های فضایی» منتشر کرد که الزامات فنی و مدیریتی برای کاهش تولید زباله‌های فضایی تعیین می‌نماید (ISO, 2019, 4). این استاندارد اگرچه به خودی خود الزام‌آور نیست، اما می‌تواند مبنایی برای توسعه مقررات ملی و بین‌المللی باشد.

یکی از نوآوری‌های مهم در سطح کاهش، مفهوم حقوق پاکسازی فضایی^{۳۹} است که اخیراً توسط حقوق‌دانان فضایی مطرح شده است. این مفهوم بر اساس اصل آلوده‌کننده پرداخت می‌کند در حقوق بین‌الملل محیط زیست شکل گرفته و بر مسئولیت مستمر کشورها و شرکت‌های پرتاب‌کننده در قبل پاکسازی زباله‌های فضایی تأکید دارد (Marchisio, 2020, 112). در همین راستا، اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۱ میلادی طرحی را برای ایجاد صندوق بین‌المللی پاکسازی فضایی ارائه کرد که بر اساس آن شرکت‌های فعال در حوزه فضایی باید درصدی از درآمد خود را به این صندوق واریز نمایند (EU Commission, 2021, 8). این طرح اگرچه هنوز به مرحله اجرا نرسیده است، اما می‌تواند الگویی برای توسعه حقوق بین‌الملل در این زمینه باشد.

در سطح درمانی، مهم‌ترین چالش حقوقی، مسئله «مالکیت زباله‌های فضایی» است. بر اساس ماده ۸ معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی، کشوری که شیء فضایی را پرتاب می‌کند، همچنان مالک آن محسوب می‌شود.^{۴۰} این ماده عملاً هرگونه اقدام برای جمع‌آوری یا تخریب زباله‌های فضایی بدون

۳۸- ISO

۳۹- Space Remediation Law

۴۰- United Nations, 1967, Art.8

رضایت کشور مالک را با چالش‌های حقوقی مواجه می‌سازد. برای حل این مشکل، برخی حقوقدانان پیشنهاد کرده‌اند که پس از مدت معینی^{۴۱} از پایان عمر عملیاتی یک ماهواره، مالکیت آن به جامعه بین‌المللی منتقل شود (von der Dunk, 2018, 156). این ایده اگرچه از نظر تئوریک جذاب است، اما نیازمند اصلاح معاهده فضای ماورای جو می‌باشد که در شرایط فعلی دشوار به نظر می‌رسد.

فناوری‌های نوین پاکسازی فضایی نیز چالش‌های حقوقی جدیدی ایجاد کرده‌اند. برای مثال، استفاده از لیزرهای زمین‌پایه برای تغییر مدار زباله‌های فضایی این پرسش را مطرح کرده است که آیا چنین اقداماتی مشمول ممنوعیت «استفاده نظامی از فضا» در معاهده فضای ماورای جو می‌شوند یا خیر؟ (Jakhu & Pelton, 2020, 78). در همین زمینه، پروژه مأموریت حذف زباله‌های فضایی^{۴۲} که توسط دانشگاه سوری در انگلستان اجرا شده است، نشان داده که حتی فناوری‌های غیرنظامی نیز ممکن است تبعات حقوقی داشته باشند (Aglietti, 2020, 12). این پروژه که از تورهای ویژه برای جمع‌آوری زباله‌ها استفاده می‌کند، ممکن است به اشتباه ماهواره‌های فعال را نیز هدف قرار دهد که این امر مسئولیت حقوقی پیچیده‌ای ایجاد می‌نماید.

یکی از راهکارهای نوین در سطح بین‌المللی، توسعه حقوق داده‌های فضایی^{۴۳} است. سیستم‌های نظارت و ردیابی زباله‌های فضایی نیازمند تبادل گسترده داده‌ها بین کشورها هستند، اما محدودیت‌های امنیتی و حقوق مالکیت فکری معمولاً مانع از این تبادل می‌شوند و سرعت پیشرفت را کاهش می‌دهند (Schmidt & Dalbello, 2021, 45). برای حل این مشکل، آژانس فضایی اروپا در سال ۲۰۲۰ میلادی چهارجوبی را برای «اشتراک‌گذاری داده‌های فضایی با مسئولیت محدود» ارائه کرد که در آن یک موضوع مهم رعایت می‌شود و آن رعایت حریم خصوصی داده‌های حساس را شامل می‌شود (ESA, 2020, 9). این مدل می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای توسعه یک نظام حقوقی جامع در این زمینه مورد استفاده قرار گیرد.

در سطح ملی نیز برخی کشورها قوانین پیشرفته‌ای را برای مدیریت زباله‌های فضایی تصویب کرده‌اند.

۴۱- مثلاً بیست و پنج سال

۴۲- RemoveDEBRIS

۴۳- Space Data Law

قانون فضایی فرانسه که در سال ۲۰۲۱ میلادی اصلاح شد، یکی از جامع‌ترین این قوانین است. ماده ۱۴ این قانون به صراحت شرکت‌های فضایی را ملزم می‌کند که برای هر ماهواره پرتاب شده، تضمین مالی معادل هزینه پاکسازی آن پس از پایان عمر عملیاتی ارائه دهند.^{۴۴} این رویکرد که به حقوق تضمین‌های مالی فضایی^{۴۵} معروف شده است، می‌تواند الگویی برای سایر کشورها باشد.

چالش دیگر در این زمینه، مسئله «زباله‌های فضایی خصوصی» است. با گسترش فعالیت شرکت‌های خصوصی مانند اسپیس‌ایکس و وان‌وب، این پرسش مطرح شده است که چگونه می‌توان مسئولیت این شرکت‌ها را در قبال زباله‌های تولیدی تنظیم کرد؟ ماده ۶ معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی به صراحت مسئولیت دولت‌ها را در قبال فعالیت‌های فضایی غیردولتی مقرر می‌دارد.^{۴۶} بااین‌حال، در عمل بسیاری از دولت‌ها نظارت کافی بر فعالیت شرکت‌های خصوصی ندارند. برای حل این مشکل، برخی کشورها مانند ایالات متحده آمریکا و لوکزامبورگ قوانینی را تصویب کرده‌اند که بر اساس آن شرکت‌های خصوصی موظف به رعایت استانداردهای کاهش زباله‌های فضایی هستند.^{۴۷}

در سطح بین‌المللی، پیشنهاد‌های مختلفی برای اصلاح نظام حقوقی که در حال حاضر برقرار است ارائه شده است. یکی از جامع‌ترین این پیشنهادها، طرح «پروتکل الحاقی به معاهده فضای ماورای جو درباره زباله‌های فضایی» است که توسط گروهی از حقوقدانان فضایی در سال ۲۰۲۱ میلادی ارائه شد (Project Plowshares, 2021, 15). این پروتکل پیش‌بینی می‌کند که یک «سازمان بین‌المللی پاکسازی فضایی» تأسیس شود که هماهنگی اقدامات پاکسازی و تخصیص هزینه‌ها را بر عهده بگیرد. همچنین این پروتکل مکانیسم‌های نظارتی قوی‌تری برای تضمین اجرای مقررات کاهش زباله‌های فضایی پیش‌بینی کرده است. مسئله بیمه فضایی نیز از جنبه‌های مهم حقوقی این موضوع است. در سال‌های اخیر، حق بیمه ماهواره‌ها به دلیل افزایش خطر برخورد با زباله‌های فضایی به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است (Dixon, 2022, 7). این امر موجب شده است که برخی شرکت‌های بیمه شرط‌های جدیدی را در قراردادهای خود بگنجانند، از جمله الزام به استفاده از فناوری‌های کاهش زباله‌های فضایی. از دیدگاه حقوقی، این تحولات می‌تواند

۴۴- French Space Act, 2021, Art.14

۴۵- Space Financial Assurance Law

۴۶- United Nations, 1967, Art.6

۴۷- US Commercial Space Act, 2021, sec.8

به شکل‌گیری حقوق بیمه فضایی^{۴۸} به عنوان شاخه‌ای تخصصی منجر شود که استانداردهای جدیدی را برای صنعت فضایی تعیین می‌نماید.

۵- چشم‌انداز آینده حقوق بین‌الملل فضایی و جمع‌بندی نهایی

تحولات نظام حقوقی بین‌المللی در مواجهه با چالش زباله‌های فضایی نشان‌دهنده گذار تدریجی به سوی راهکارهای نوین است. در این مسیر، چند سناریوی محتمل برای آینده حقوق بین‌الملل فضایی قابل تصور است که هر کدام پیامدهای حقوقی متفاوتی خواهند داشت. سناریوی نخست، تداوم وضع موجود است که در آن نظام حقوقی فعلی با اصلاحات جزئی حفظ می‌شود. در این حالت، راهنمای کاهش زباله‌های فضایی همچنان به عنوان سند اصلی باقی می‌ماند و کشورها به صورت داوطلبانه آن را اجرا می‌کنند (UNCOPUOS, 2022, 5). تجربه سال‌های اخیر نشان داده است که این رویکرد اگرچه از نظر سیاسی قابل قبول‌تر است، اما اثربخشی محدودی در کاهش رشد زباله‌های فضایی داشته است.

سناریوی دوم، توسعه یک پروتکل الحاقی به معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی است که به طور خاص به مسئله زباله‌های فضایی می‌پردازد. پیش‌نویس چنین پروتکلی که توسط گروهی از کارشناسان حقوق فضایی تهیه شده است، مکانیسم‌های نظارتی قوی‌تری را پیش‌بینی می‌کند، از جمله ایجاد یک نهاد بین‌المللی برای پایش اجرای مقررات (Project Plowshares, 2023, 12). این نهاد می‌تواند اختیاراتی مشابه آژانس بین‌المللی انرژی اتمی^{۴۹} در زمینه نظارت بر فعالیت‌های هسته‌ای داشته باشد. مزیت این رویکرد آن است که ضمن حفظ چهارچوب معاهده موجود، پاسخگوی نیازهای جدید باشد. با این حال، مذاکرات برای تصویب چنین پروتکلی احتمالاً سال‌ها به طول خواهد انجامید.

سناریوی سوم که جسورانه‌تر است، تدوین یک معاهده کاملاً جدید درباره مدیریت زباله‌های فضایی است. پیشنهادهای اولیه برای چنین معاهده‌ای شامل ایجاد یک سازمان بین‌المللی پاکسازی فضایی با اختیارات اجرایی، نظام مالیاتی برای فعالیت‌های فضایی به منظور تأمین هزینه‌های پاکسازی و مکانیسم‌های حل اختلاف ویژه می‌شود (Jakhu, 2022, 145). این رویکرد اگرچه جامع‌تر است، اما با مقاومت کشورهای دارای توانایی فضایی مواجه خواهد شد که نگران محدود شدن آزادی عمل خود هستند.

۴۸- Space Insurance Law

۴۹- IAEA

یکی از نوآوری‌های حقوقی که می‌تواند در هر سه سناریو مورد توجه قرار گیرد، توسعه مفهوم ظرفیت حمل‌پذیری مداری^{۵۰} است. این مفهوم که از حقوق محیط زیست به عمل آمده است و بر محدودیت‌های طبیعی مدارهای زمین در جذب فعالیت‌های فضایی تأکید بسیار دارد (Harrison, 2021, 78). به کارگیری این مفهوم در حقوق بین‌الملل فضایی می‌تواند مبنایی برای تخصیص سهمیه‌های مداری و محدود کردن پرتاب‌ها بر اساس ظرفیت اکولوژیک مدارها باشد. این رویکرد به‌ویژه برای مدار زمین‌آهنگ که فضای محدودی دارد، می‌تواند راهگشا باشد.

تحلیل اقتصادی-حقوقی نیز نشان می‌دهد که نظام فعلی انگیزه کافی برای کاهش زباله‌های فضایی ایجاد نمی‌کند. مطالعه انجام شده توسط مؤسسه تحقیقات فضایی اروپا نشان می‌دهد که هزینه‌های خارجی ناشی از زباله‌های فضایی سالانه حدود بیست میلیارد دلار برآورد می‌شود، درحالی‌که هزینه رعایت استانداردهای کاهش زباله تنها دو تا سه میلیارد دلار است (ESRI, 2022, 9). این عدم تعادل اقتصادی نشان‌دهنده ضرورت اصلاحات حقوقی برای درونی کردن هزینه‌های خارجی از طریق مکانیسم‌هایی مانند مالیات بر فعالیت‌های فضایی یا نظام تضمین‌های مالی است. در سطح فناوری نیز پیشرفت‌های اخیر چالش‌های حقوقی جدیدی ایجاد کرده‌اند. استفاده از ماهواره‌های سرویس‌دهنده که می‌توانند ماهواره‌های دیگر را تعمیر یا سوخت‌گیری کنند، این پرسش را مطرح کرده که آیا چنین اقداماتی مشمول ممنوعیت مداخله در اشیاء فضایی دیگر کشورها می‌شود یا خیر؟ (Robinson, 2023, 15). همچنین، فناوری‌های جدید مانند حباب‌های فرومغناطیس^{۵۱} برای جمع‌آوری زباله‌های فلزی، نیازمند چهارچوب‌های حقوقی جدیدی هستند تا از استفاده نظامی از آنها جلوگیری شود.

یکی از مهم‌ترین تحولاتی که در آینده رخ خواهد داد، افزایش نقش بازیگران غیردولتی در حکمرانی فضایی خواهد بود. شرکت‌هایی مانند اسپیس‌ایکس، وان‌وب و آستراسکیل^{۵۲} نه تنها در ارائه خدمات فضایی، بلکه در شکل‌دهی به سیاست‌ها و استانداردهای بین‌المللی نیز تأثیرگذار خواهند بود (Pelton, 2023, 7). این امر نیازمند توسعه مکانیسم‌های نوین برای مشارکت مؤثر بخش خصوصی در

۵۰- Orbital Carrying Capacity

۵۱- Ferrofluidic Bubbles

۵۲- Astroscale

فرایندهای تصمیم‌گیری بین‌المللی است، بدون آن که حاکمیت دولت‌ها به خطر بیفتد.

تحلیل جامع چالش زباله‌های فضایی نشان می‌دهد که نظام حقوقی بین‌المللی فعلی با وجود نقاط قوت خود، پاسخگوی نیازهای آینده نیست. معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی اگرچه پایه‌های اساسی حقوق فضایی را بنا نهاده است، اما در مواجهه با مسائل پیچیده‌ای مانند زباله‌های فضایی نیاز به تکامل دارد و راهنمای کاهش زباله‌های فضایی گام مثبتی بوده است، اما عدم الزام‌آور بودن آن اثربخشی آن را محدود کرده است.

برای مواجهه مؤثر با این چالش، پیشنهاد می‌شود که اصلاحات حقوقی در سه سطح انجام شود: در سطح فنی، توسعه استانداردهای الزام‌آور برای طراحی و عملیات ماهواره‌ها؛ در سطح اقتصادی، ایجاد مکانیسم‌های مالی برای درونی کردن هزینه‌های خارجی؛ در سطح نهادی، تقویت همکاری‌های بین‌المللی از طریق ایجاد نهادهای تخصصی. ترکیبی از این راهکارها می‌تواند ضمن حفظ اصول اساسی حقوق فضایی، پاسخگوی نیازهای نوین باشد.

نتیجه

تحلیل نظام‌مند ابعاد حقوقی زباله‌های فضایی در این پژوهش نشان می‌دهد که جامعه بین‌المللی در آستانه تحولی بنیادین در حقوق فضایی قرار دارد. یافته‌های این مطالعه حاکی از آن است که نظام حقوقی موجود، با وجود دستاوردهای قابل توجه، از سه ضعف ساختاری رنج می‌برد: نخست، پراکندگی و عدم انسجام اسناد حقوقی؛ دوم، فقدان مکانیسم‌های نظارتی مؤثر؛ سوم، نبود سازوکارهای اجرایی الزام‌آور و این کاستی‌ها در مواجهه با رشد نمایی زباله‌های فضایی و پیچیدگی فزاینده فعالیت‌های فضایی آشکارتر شده‌اند.

در سطح هنجاری، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که اصول بنیادین حقوق فضایی از جمله «آزادی استفاده از فضا» و «منع تخصیص حاکمیت ملی» در معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی، اگرچه همچنان معتبر هستند، اما نیازمند تفسیری نوین در پرتو مفهوم «استفاده پایدار از فضا» می‌باشند. این تفسیر جدید می‌بایست تعادل دقیقی بین حقوق دولت‌ها در بهره‌برداری از فضا و مسئولیت‌های آنان در حفظ محیط زیست فضایی برقرار کند. تجربه سال‌های اخیر ثابت کرده است که رویکرد داوطلبانه در کاهش زباله‌های فضایی، به‌رغم دستاوردهای محدود، نتوانسته از تشدید بحران جلوگیری کند.

از منظر حقوق بین‌الملل در حوزه مسئولیت، یافته‌های این پژوهش مؤید آن است که کنوانسیون مسئولیت ۱۹۷۲ میلادی با دو چالش عمده مواجه است: دشواری اثبات تقصیر در برخوردهای فضایی و عدم شمول زباله‌های قدیمی که پرتاب‌کننده آن‌ها ممکن است قابل شناسایی نباشد. پرونده برخورد ماهواره‌های ایریدیوم و کاسموس به وضوح نشان داد که حتی هنگامی که پرتاب‌کننده مشخص است، پیچیدگی‌های فنی اثبات تقصیر می‌تواند مانع تحقق عدالت شود. این وضعیت لزوم بازنگری در نظام مسئولیت بین‌المللی را آشکار می‌سازد.

در زمینه حکمرانی فضایی، این پژوهش نشان می‌دهد که نهادهای موجود از جمله اگرچه نقش مهمی در توسعه هنجارهای فنی داشته‌اند، اما فاقد اختیارات کافی برای نظارت بر اجرای آن‌ها هستند. تجربه موفق سایر رژیم‌های بین‌المللی مانند حقوق دریاها و حقوق محیط زیست نشان می‌دهد که ایجاد نهادهای تخصصی با اختیارات نظارتی می‌تواند اثربخشی مقررات بین‌المللی را به‌طور چشمگیری افزایش دهد. یکی از یافته‌های کلیدی این پژوهش، لزوم توسعه «حقوق پیشگیرانه فضایی» است که بر سه پایه استوار است: ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قبل از پرتاب، استانداردهای طراحی اجباری برای کاهش زباله‌ها و نظام نظارتی مستمر بر فعالیت‌های فضایی. این رویکرد که از اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست اقتباس شده است، می‌تواند از تبدیل شدن فضا به تراژدی منابع مشترک جلوگیری کند.

پیشنهاد

در سطح راهکارهای عملی، این مطالعه سه پیشنهاد اصلی ارائه می‌دهد: نخست، تدوین پروتکل الحاقی به معاهده فضای ماورای جو ۱۹۶۷ میلادی با تمرکز بر مدیریت زباله‌های فضایی که مکانیسم‌های نظارتی قوی‌تری ایجاد کند؛ دوم، تأسیس صندوق بین‌المللی پاکسازی فضایی با مشارکت مالی تمام بازیگران فضایی بر اساس اصل پرداخت آلوده‌کننده؛ سوم، توسعه نظام ثبت دیجیتال اشیاء فضایی با قابلیت ردیابی لحظه‌ای که شناسایی مسئول زباله‌ها را تسهیل نماید.

در پایان باید تأکید کرد که حل چالش زباله‌های فضایی تنها از طریق همکاری همه‌جانبه بین‌المللی ممکن است و همان‌گونه که «کسلر» هشدار داده بود، عواقب بی‌عملی در این زمینه می‌تواند به قیمت از دست رفتن دسترسی به فضا برای نسل‌های آینده تمام شود. حقوق بین‌الملل به‌عنوان بازتاب اراده جامعه

جهانی، مسئولیت تاریخی دارد که با توسعه چهارچوب‌های حقوقی نوآورانه و مؤثر، از تبدیل شدن فضا به گورستان زباله‌های ساخته دست بشر جلوگیری کند. آینده فعالیت‌های فضایی بشر در گرو اقداماتی است که امروز انجام می‌دهیم یا انجام نمی‌دهیم.

ملاحظات اخلاقی: موارد مربوط به اخلاق در پژوهش و نیز امانتداری در استناد به متون و ارجاعات مقاله تماماً رعایت گردیده است.

تعارض منافع: تعارض منافع در این مقاله وجود ندارد.

تأمین اعتبار پژوهش: این پژوهش بدون تأمین اعتبار مالی نگارش یافته است.

منابع

- Aglietti, G. S., et al., 2020, The RemoveDEBRIS Mission: A First for Active Debris Removal. *Acta Astronautica*, 168.
- De Selding, P., 2013, EchoStar Craft Hit by Space Debris. *Space News*, 12 (3).
- Dixon, M., 2022, Space Insurance in the Era of Space Debris. London: Lloyd's Market Association.
- ESA., 2019, Space Debris Mitigation and Removal Strategies. European Space Agency.
- ESA., 2020, Space Data Sharing Framework. European Space Agency.
- ESA., 2021, Space Debris and Space Traffic Management. European Space Agency.
- ESA., 2022, Space Debris by the Numbers. European Space Agency.
- ESRI., 2022, The Economics of Space Debris Mitigation. European Space Research Institute.
- EU Commission., 2021, Proposal for an International Space Remediation Fund. Brussels: European Commission.
- Ferreira-Snyman, A., 2014, Legal Aspects of Space Debris Removal. *Journal of Space Law*, 39 (1).
- Ferreira-Snyman, A., 2014, Legal Challenges Relating to Space Debris. *African Journal of International and Comparative Law*, 22 (1).
- French Space Act., 2021, Loi relative aux Opérations Spatiales. *Journal Officiel de la République Française*.
- Harrison, T., et al., 2021, Orbital Carrying Capacity: A New Framework for Space Sustainability. *Space Policy*.
- Hobe, S., 2009, The Legal Framework for Space Activities. Cologne: Carl Heymanns Verlag.
- IADC., 2007, IADC Space Debris Mitigation Guidelines. Inter-Agency Space Debris Coordination Committee.
- ISO., 2019, Space Systems-Space Debris Mitigation Requirements. ISO Standard 24113.
- ISS Intergovernmental Agreement., 1998, Agreement Concerning Cooperation on the Civil International Space Station.
- ITLOS., 2015, Responsibilities and Obligations of States Sponsoring Persons and Entities

- with Respect to Activities in the Area, Advisory Opinion.
- ITU., 2018, Constitution and Convention of the International Telecommunication Union.
 - Jakhu, R. S., 2006, Legal Issues Relating to the Global Public Interest in Outer Space. *Journal of Space Law*, 32 (1).
 - Jakhu, R. S., & Pelton, J. N., 2017, *Global Space Governance: An International Study*. Berlin: Springer.
 - Jakhu, R. S., & Pelton, J. N., 2020, *Global Space Governance: An International Study*. Berlin: Springer.
 - Jakhu, R. S., et al., 2022, *Global Space Governance: The Case for a New Treaty*. Berlin: Springer.
 - Jasentuliyana, N., 1999, *International Space Law and the United Nations*. The Hague: Kluwer Law International.
 - Kerrest, A., 2011, Liability for Damage Caused by Space Debris. *Proceedings of the International Institute of Space Law*, 54.
 - Kessler, D. J., & Cour-Palais, B. G., 1978, "Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt". *Journal of Geophysical Research*, 83 (6).
 - Liou, J. C., 2021, The Kessler Syndrome: A New Perspective on Space Debris. *Acta Astronautica*, 178.
 - Lyall, F., & Larsen, P. B., 2018, *Space Law: A Treatise*. London: Routledge.
 - Marchisio, S., 2020, The Concept of Space Remediation in International Law. *Journal of Space Law*, 44 (1).
 - NASA., 2021, ISS Damage Report. Houston: Johnson Space Center.
 - NASA., 2021, Orbital Debris Quarterly News. Johnson Space Center.
 - NASA., 2022, International Space Station Debris Avoidance Maneuvers Report. Johnson Space Center.
 - Pelton, J. N., 2023, *The New Space Race: Private Companies and the Future of Space*. New York: Springer.
 - Project Plowshares., 2021, Draft Protocol on Space Debris to the Outer Space Treaty. Waterloo: Project Plowshares.
 - Project Plowshares., 2023, Draft Protocol on Space Debris Management. Waterloo: Project Plowshares.
 - Robinson, J., et al., 2023, Legal Aspects of On-Orbit Servicing. *Journal of Space Law*, 47 (1).
 - Schmidt, T., & Dalbello, R., 2021, "Legal Aspects of Space Data Sharing". *Air and Space Law*, 46 (2).
 - UNCOPUOS., 2007, *Space Debris Mitigation Guidelines*. United Nations.
 - UNCOPUOS., 2022, *Long-term Sustainability of Outer Space Activities*. United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.
 - United Nations., 1967, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*.
 - United Nations., 1972, *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*.
 - UNOOSA., 2023, *Space Debris Mitigation Guidelines*. Vienna: United Nations.

-
- US Commercial Space Act., 2021, Commercial Space Launch Competitiveness Act. Public Law.
 - von der Dunk, F. G., 2015, Handbook of Space Law. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
 - von der Dunk, F. G., 2018, Handbook of Space Law. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
 - Weeden, B., 2010, China's ASAT Test: A Wake-Up Call for Space Security. Secure World Foundation.
 - Weeden, B., 2010, The Iridium-Cosmos Collision: A Wake-Up Call for Space Situational Awareness. Secure World Foundation.

Legal Civilization

ISSN: 2873-1841
ISSN: 2873-1922

No.24- Summer 2025

Buyer-Seller Relationship in the Underlying Contract in a Letter of Credit with Emphasis on Iranian law
Homayoun Mafi, Reza Ehsani, Ahmadsreza Amiri Larjani

A Comparative Study of Environmental Protection under International Human Rights Law and International Humanitarian Law
Sayyed Fazlollah Mousavi, Amir Hossein Asgari

Child-centered Justice and Government: Responsibility Prevention, Correction and Rehabilitation of Children Violate Criminal Laws
Mohammad Roshan, Somayeh Ranginkaman, Seyed Mostafa Hosseini Dastjerdi

Legal Challenges and Requirements of Artificial Intelligence in Workplaces: Examining Impacts and Reform Solutions
Maryam Boroomand Bazkiagourabi, Amirreza Mahmoudi

Algorithmic Society and Legal Adaptation: Rethinking Rights, Governance and Social Justice
Khadije Karimi Sfahani, Mojahed Amiri

Issuing Identity Documents for Children Born from Illegitimate Relationships and its Effects on Iranian Law
Marzieh Kazemi, Mostafa Kafi

Diminished Liability in the Criminal Systems of Iran and England
Iraj Morvati, Nafiseh Araghi, Mandana Janghali

Monitoring the Media with a Jurisprudential and Legal Approach
Narges Abolmasoomi

Cryptocurrency-Related Crimes; from Facilitating the Commission of Crimes to Prevention
Mahbobeh Talebi Rostami

The Importance of Contract Interpretation in Iranian Civil Law
Nazanin Bahrami, Mahnaz Sajjadian, Hamid Reza Konari Zhadeh

Investigating the Effect of Security and Populist Oriented Criminal Policy Intervention on the Formation of Modern New
Classical Criminological Dialog
Masoud Akbari

A Comparative Study of Commercial Property in Iranian and French Law
Saeed Johar

Deterrence of Exile and Banishment in the Period of Communication
Mahsa Mahmoudi

Manifestations of the Moral Rights of Prisoners in Domestic and International Documents
Amin Reza Bahar Falamarzi

Convergent Application of Civil Procedure Principles in Criminal Proceedings Using with Referral Mechanism
Ali Asghar Asgari

A Review of Crimes Against Government Lands (Case Study)
Vahid Kioumars

Space Debris in International Law: Regulatory Challenges and Legal Solutions
Mahdi Gharedaqi

Insult to Sacred Places in Iranian Criminal Law, Imamiyya Jurisprudence and Sunni Jurisprudence
Davoud Salmanpour, Yaghoob Taheri, Hosein Zarei

International Responsibility of States in Combating Doping: Legal Analysis and Implementation Challenges
Sepideh Ahmadian Fard

Criminal Policy Against Military Crimes in the Criminal Law of Iran and the United States
Amirhasan Abolhasani, Hamed Zarinjuj Alvar, Mohammadali Jahani

Rules Governing the Unorganized Monetary Financial Market in the Iranian Legal System
Ayoub Rahimi

Maintaining Social Capital in the Process of Combating Smuggling (Delaware Port Case Study)
Hossein Akbarpa

Conditions for the Exclusion of Personal Criminal Liability Based on the Statute of the International Criminal Court
Mohammadreza Afrasiabi

The Impact of Domestic Laws and Commitment to International Treaties in Combating Banking Corruption
Sayyed Bahman Akbari

Various Means of Enforcement in International Law
Mahdi Rezaei Asrami

Green Victimology and Non-Human Victims
Amin Hajivand, Amirhossein Khorashadi Zadeh, Mohammad Javad Mirzayi