



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Ocean Fertilization Technology from the perspective of the principles of international environmental law

Zahra Mahmoudi Kordi^{1*}, Masumeh gholami miansarayi²¹ Department of Law, Faculty of Law and Political Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran² Faculty of Law and Political Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2021/09/3

Revised: 2022/03/30

Accepted: 1400/12/3

Keywords:

Ocean fertilization

Technology

Climate change

Advantages and Disadvantages

principles of international environmental law

*Corresponding Author:

Z.mahmoudi@umz.ac.ir

0000-0002-8126-9356

doi:10.52547/joc.13.51.10

DOR:20.1001.1.15621057.1401.13.51.10.3

ABSTRACT

Background and Theoretical Foundations: Since the 1980s, ocean fertilization has attracted much attention among various methods of climate engineering. Some foreign researchers have examined ocean fertilization from environmental, legal, and commercial perspectives. since 2007, as the London Convention / Protocol regulates ocean fertilization, and then with the adoption of the 2013 Amendment to the London Protocol on this technology, Legal research in this area has been Increased. Although the ocean fertilization process has not yet been widely operated and remains at a limited experimental level, but legal research has been written specifically to examine the conventional position of this technology. The present article aims to explore ocean fertilization technology as one of the methods to deal with global warming, to examine its potential environmental benefits and challenges, and to examine the approach of the principles of international environmental law to this challenging technology.

Methodology: Data collection of this research is library method and the procedure is descriptive analytical; Accordingly, after describing the process of ocean fertilization, it is most important environmental consequences have been studied, and finally, how international environmental law has dealt with this emerging technology has been analysed and Finally, we analyze this emerging technology in the context of the principles of international environmental law.

Findings: By strengthening the biological pump of the ocean, ocean fertilization as one of the new ways to deal with climate change, seeks to increase the absorption of carbon dioxide by the ocean and ultimately deal with global warming. Countering global warming, increasing of the fish resources, promote marine scientific research and the carbon trade have been cited as potential benefits of ocean fertilization, but in addition to these benefits, the possibility of environmental problems such as ocean acidification, toxic algal blooms and anoxia is not out of the question. The transboundary environmental effects of ocean fertilization — whether in the internal waters It is a testament to the need to intervene of international environmental law to regulate this technology and its consequences. Therefore, in the present article, we intend to examine the role of the principles of international environmental law in responding to issues arising from the ocean fertilization and its regulation and elimination of its treaty gaps.

Conclusion: The ocean fertilization can be described as a double edged sword that on the one hand is able to overcome one of the most important environmental challenges of the present age, namely global warming and consequently climate change, and on the other hand is the cause of marine environmental damage. First of all, the findings of the present paper show that, there is insufficient scientific certainty about the environmental consequences of ocean fertilization, and further studies and experiments are needed to achieve scientific certainty. Second, a review of international treaties that have addressed this technology directly or indirectly shows that the Biodiversity Conventions, the London Convention / Protocol, have severely restricted ocean fertilization, citing scientific uncertainty and the need for a precautionary approach. But they face criticism such as non-global participation and an absolutely negative attitude. And Third, in the circumstances mentioned, the application of the principles of international environmental law to fill existing gaps and complete treaty documents can be very helpful.



NUMBER OF TABLES

0



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF REFERENCES

47

فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها از منظر اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست

زهرا محمودی کردی^{۱*}، معصومه غلامی میانسرای^۲^۱ گروه حقوق، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران^۲ دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

پیشینه و مبانی نظری پژوهش: از دهه ۸۰ میلادی به این سو، بارورسازی اقیانوس‌ها در میان روش‌های مختلف مهندسی اقلیم، توجه بسیاری را به خود جلب نموده است. برخی از پژوهشگران خارجی، بارورسازی اقیانوس‌ها را از جنبه‌های علمی، زیست‌محیطی و حتی تجاری مورد بررسی قرار داده‌اند. اما با تلاش کنوانسیون پروتکل لندن جهت تنظیم بارورسازی اقیانوس‌ها از سال ۲۰۰۷، سپس با تصویب اصلاحیه ۲۰۱۳ پروتکل لندن در خصوص این فناوری، شاهد انجام پژوهش‌های حقوقی در این حوزه بودیم اگرچه تا به کنون فرآیند بارورسازی در سطح گسترده عملیاتی نشده و محدود به انجام آزمایش‌هایی در سطح محدود می‌باشد اما پژوهش‌های حقوقی به‌ویژه با هدف بررسی جایگاه معاهداتی فناوری مزبور نگارش یافته است. نوشتار حاضر با هدف واکاوی فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها به عنوان یکی از روش‌های مقابله با گرمایش زمین، بررسی مزایا و چالش‌های احتمالی زیست محیطی آن به دنبال بررسی رویکرد اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست نسبت به این فناوری چالش برانگیز به رشته تحریر در آمده است.

روش‌شناسی: روش جمع‌آوری اطلاعات در پژوهش حاضر به صورت کتابخانه‌ای و روش کار توصیفی-تحلیلی می‌باشد؛ بر این اساس، پس از توصیف فرآیند بارورسازی اقیانوس‌ها، مهمترین پیامدهای زیست محیطی آن مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت به تحلیل این فناوری نوظهور در چارچوب اصول حقوق بین‌الملل محیط-زیست پرداخته‌ایم.

یافته‌ها: بارورسازی اقیانوس‌ها به عنوان یکی از روش‌های نوین مقابله با تغییرات اقلیمی مزایایی همچون مقابله با گرمایش زمین، افزایش ذخایر ماهی‌ها، ترویج تحقیقات علمی دریایی و تجارت کربن دارد، اما در کنار آن احتمال بروز مشکلات زیست محیطی نظیر اسیدی شدن اقیانوس‌ها، ایجاد شکوفه‌های جلبک سمی، آنوکسی در اثر بارورسازی اقیانوس‌ها دور از ذهن نیست. آثار زیست محیطی فرامرزی این فناوری، اعم از آنکه در آب‌های تحت صلاحیت ملی انجام شود یا در آب‌های آزاد گواهی است بر لزوم مداخله حقوق بین‌الملل محیط زیست جهت تنظیم‌گری این فناوری و تبعات آن. از این رو در مقاله حاضر بر آنیم تا نقش اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست را در پاسخ به مسائل ناشی از بارورسازی اقیانوس‌ها و تنظیم آن و رفع خلأهای معاهداتی بررسی کنیم.

نتیجه‌گیری: از بارورسازی اقیانوس‌ها می‌توان به عنوان تیغ دو لبه‌ای یاد کرد که از یک‌سو قادر است بر یکی از مهمترین چالش‌های زیست محیطی عصر حاضر یعنی گرمایش زمین و به بالطبع تغییرات اقلیمی غلبه نماید و از دیگر سو عامل ایجاد آسیب‌های زیست محیطی دریایی باشد. یافته‌های مقاله حاضر نشان می‌دهد که اولاً، قطعیت علمی کافی در خصوص پیامدهای زیست محیطی بارورسازی اقیانوس‌ها وجود ندارد و برای دستیابی به قطعیت علمی، مطالعات و آزمایش‌های بیشتر ضروری است. ثانیاً بررسی معاهدات بین‌المللی که این فناوری را به صورت مستقیم یا غیرمستقیم مورد توجه قرار داده‌اند، نشان می‌دهد که کنوانسیون‌های مربوطه، محدودیت‌های شدیدی را بر بارورسازی اقیانوس‌ها وارد ساخته‌اند و با ندهایی همچون عدم مشارکت جهانی و نگرش مطلقاً منفی مواجه‌اند. ثالثاً، در شرایط ذکرشده، استفاده از اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست جهت پر کردن خلأهای موجود و تکمیل اسناد معاهداتی می‌تواند بسیار راهگشا باشد.

گسترده‌ای از روش‌ها و فناوری‌هایی می‌شود که هدف آنها ایجاد تغییرات عمدی در اقلیم است [۱]. از روش‌های ژئومهندسی به عنوان روش‌های کم‌هزینه، آسان و با تأثیر سریع یاد می‌شود که شامل دو روش اصلی حذف دی‌اکسید کربن و مدیریت پرتوهای خورشیدی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱۲

تاریخ بازبینی: ۱۴۰۱/۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۳

واژگان کلیدی:

بارورسازی اقیانوس‌ها

فناوری

تغییر اقلیم

معاهدات زیست محیطی

مزایا و معایب

اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست

*نویسنده مسئول

Z.mahmoudi@umz.ac.ir

id0000-0002-8126-9356

doi:10.52547/joc.13.51.10

DOR:20.1001.1.15621057.1401.13.51.10.3

مقدمه

«ژئومهندسی» یا «مهندسی اقلیم» به عنوان ابزاری بالقوه برای پاسخ به خطرات ناشی از تغییر اقلیم معرفی شده و شامل مجموعه

مواد مغذی موجود در آب دریا نبوده‌اند. در راستای فرضیه مارتین، در طول ۲۵ سال گذشته، ۱۳ آزمایش بارورسازی مصنوعی با هدف مطالعه علمی در مناطق اچ‌ان‌ال‌سی (High Nutrient Low Chlorophyll) انجام شده است. در نهایت، نتایج آزمایش‌های حاکی از آن است که آهن منجر به افزایش رشد و تولید اولیه توسط فیتوپلانکتون‌ها می‌شود. با این حال، مهمترین هدف این آزمایش‌ها یعنی انتقال دی‌اکسید کربن به اعماق اقیانوس‌ها در اثر افزودن آهن، در آزمایش‌های انجام شده تاکنون (به جز یک مورد که در سال ۲۰۰۴ در اقیانوس منجمد جنوبی انجام شد) تأیید نشده است. این موضوع به خوبی مبین جدید بودن این فناوری است که به دلیل فقدان دانش کافی و عدم قطعیت علمی، ضرورت آزمایش‌های بیشتر را آشکار می‌سازد. با این وجود و از آنجایی که حقوق باید جلوتر از تحولات علمی حرکت کرده و با حزم اندیشی و آینده‌نگری مانع از به خطر افتادن حیات و سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست شود، مطالعه چارچوب حقوقی حاکم بر این فناوری، امری ضروری است. در همین راستا بسیاری از حقوقدانان بین‌المللی معتقدند یکی از وظایف حقوق بین‌الملل نوین، چاره اندیشی برای نحوه مواجهه و به نظم کشیدن فناوری‌های نو با هدف حفظ جامعه از خطرهای قطعی یا احتمالی با استفاده از ابزارهای قانونی است. بنابراین، کشفیات و نوآوری‌های جدید بشر آنگاه که به مرحله کاربردی و عملی می‌رسند باید از صافی قواعد و اصول حقوقی عبور کنند. تنظیم‌گری حقوقی اگر با اسلوب درست انجام شود، می‌تواند ضمن نظارت بر این فناوری و کنترل آن، با تکیه بر اصول حقوقی راه هرگونه سوء استفاده را نیز سد نماید.

این واقعیت که مطالعات علمی صورت گرفته توسط دانشمندان در شاخه‌های مرتبط با این فناوری، همسو نبوده و برخی آزمایش‌های نشان از آثار مثبت این فناوری به‌ویژه در کاهش گرمایش جهانی دارد و برخی دیگر احتمال تهدیدات زیست‌محیطی را گوشزد می‌کند، مسئله به نظم کشیدن آن توسط ابزارهای قانونی را دشوار می‌سازد. تلاش‌های علمی متعددی از سوی صاحب‌نظران و حقوقدانان جهت امکان‌سنجی استفاده از معاهدات بین‌الملل موجود برای تنظیم این فناوری انجام شده است. در همین راستا، از سال ۲۰۰۸ به این سو دولت‌ها نیز در قالب تصمیمات کنفرانس اعضا برخی کنوانسیون‌های بین‌المللی نظیر کنوانسیون چارچوب تنوع زیستی و کنوانسیون پروتکل جلوگیری از آلودگی دریایی ناشی از دفع مواد زائد و دیگر مواد، موسوم به کنوانسیون پروتکل لندن، سعی بر ارائه چارچوبی حقوقی اعم از الزام‌آور و یا غیر الزام‌آور داشته‌اند. در اکتبر سال ۲۰۰۸ اعضای پروتکل لندن، قطعنامه‌ای در خصوص بارورسازی اقیانوس‌ها تصویب کردند که انجام آن را صرفاً برای تحقیقات علمی و در مقیاس کوچک مجاز می‌داند البته این قطعنامه غیر الزام‌آور است اما در سال ۲۰۱۳ اعضا، سند اصلاحیه پروتکل لندن را تصویب کردند که در صورت لازم‌الاجرا شدن (یعنی پذیرش توسط دوسوم) پروتکل را به اولین سند الزام‌آور در حوزه تنظیم بارورسازی اقیانوسی بدل خواهد کرد.

می‌شود که روش حذف دی‌اکسید کربن به دلیل خطرات کمتر مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. این روش متضمن فرآیندهایی است که می‌خواهند با حذف دی‌اکسید کربن، با پدیده گرمایش زمین مقابله کنند. بارورسازی اقیانوس‌ها در کنار جنگل‌زایی و احیای جنگل‌ها، تسریع هوازدگی سنگ‌ها و... از جمله مهمترین اقسام روش حذف دی‌اکسید کربن هستند. که مقاله حاضر به مقوله بارورسازی اقیانوس‌ها اختصاص یافته است.

اقیانوس‌ها نقشی حیاتی در حفظ حیات کره زمین داشته و یکی از بزرگترین مخازن کربن به شمار می‌روند. مؤثرترین سازوکار اقیانوس در جذب و ذخیره‌ی کربن، عملکرد فیتوپلانکتون‌هاست. فیتوپلانکتون‌ها دی‌اکسید کربن را جذب و آن را به اعماق اقیانوس منتقل می‌کنند که در نتیجه، میزان دی‌اکسید کربن اتمسفر کاهش می‌یابد. برای اولین بار، جان مارتین در دهه ۱۹۸۰ میلادی دریافت که با بارور کردن برخی مناطق اقیانوس به‌واسطه افزودن آهن، میزان جذب دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد. هدف اصلی از بارورسازی اقیانوس‌ها این است که از طریق کمک به فرآیند طبیعی پمپ بیولوژیکی، دی‌اکسید کربن بیشتری جذب اعماق اقیانوس‌ها شود. امروزه ثابت شده که گرمایش زمین به عنوان عامل اصلی تغییرات اقلیم معلول انتشار گازهای گلخانه‌ای است. از همین رو بارورسازی اقیانوس‌ها که مهمترین گاز گلخانه‌ای یعنی دی‌اکسید کربن را هدف قرار می‌دهد، بیش از دیگر روش‌ها مورد توجه قرار گرفته است. این فناوری در کنار مقابله با تغییرات اقلیم، مزایای دیگری همچون افزایش درک انسان از جهان طبیعت و افزایش میزان ذخایر ماهی‌ها دارد. با این وجود، پیامدهای احتمالی زیست‌محیطی این فناوری، آن را به مسئله‌ای چالش‌برانگیز برای حقوق بین‌الملل محیط زیست بدل کرده است. زیرا در عین مطلوبیت آن در کاهش گرمایش زمین، ممکن است پیامدهای احتمالی همچون اسیدی شدن اقیانوس‌ها، تغییر ساختار زیست‌بوم‌های دریایی و تخریب تنوع زیستی را به دنبال داشته باشد. با وجود اینکه فناوری بارورسازی اقیانوس با شعار غلبه بر چالش جهانی تغییر اقلیم پای به عرصه گذاشته است اما بنا بر مطالعات انجام شده، فناوری مذکور عاری از معایب نبوده و تهدیدات زیست‌محیطی احتمالی برای آن پیش‌بینی می‌شود، لذا بررسی آن از زاویه حقوق بین‌الملل محیط زیست و به طور خاص اصول، که شالوده این نظام حقوقی را تشکیل می‌دهند، حائز اهمیت است. با این هدف که بتوان برای این فناوری نقشه راه ترسیم کرد.

پیشینه و مبانی نظری پژوهش

ایده اولیه بارورسازی اقیانوس‌ها از اواسط دهه ۱۹۲۰ میلادی وجود داشته، با این حال در تاریخ معاصر، بارورسازی اقیانوس‌ها توسط آهن یعنی «فرضیه آهن» به جان مارتین نسبت داده شده است. از طریق انجام آزمایش‌هایی در اواخر دهه ۱۹۸۰، مارتین تأیید کرد که رشد فیتوپلانکتون‌ها در اقیانوس منجمد جنوبی به دلیل کمبود آهن محدود شده و از این رو فیتوپلانکتون‌ها قادر به استفاده کامل از سایر

۱. مناطقی از اقیانوس‌های جهان هستند که با وجود درشت مغذی‌های فراوان، به دلیل کمبود ریز مغذی، کلروفیل بسیار کمی داشته و در نتیجه فتوسنتز و تولید اولیه در این مناطق بسیار پایین است.

می‌شود. عملکرد پمپ بیولوژیکی متأثر از فیزیولوژی فیتوپلانکتون‌ها و ساختار جامعه‌ی دریایی است که با توجه به شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر اقیانوس انجام می‌شود [۸].

فیتوپلانکتون‌ها مانند گیاهان موجود در خشکی برای رشد به نور خورشید، مواد مغذی (درشت مغذی مثل نیتروژن و ریزمغذی مانند نیترات، فسفات، آهن)، دی‌اکسید کربن و آب نیاز دارند. سلول‌های فیتوپلانکتون حاوی رنگ‌دانه‌ی کلروفیل است که انرژی نور خورشید را جذب و از آن در فتوسنتز استفاده می‌کند. ساخت مواد آلی از مولکول‌های معدنی طی پدیده‌ی فتوسنتز، تولید اولیه نامیده می‌شود، بخش عمده‌ی این تولید اولیه توسط جانداران دریایی مورد استفاده قرار گرفته و یا توسط باکتری‌ها تجزیه و دوباره به سطح اقیانوس باز می‌گردد. اما انتقال کربن به اعماق از طریق این پمپ، زمانی اتفاق می‌افتد که کربن آلی قبل از اینکه توسط جانوران مصرف شود یا به مواد معدنی و مغذی تجزیه شود، به اعماق رفته و در آنجا ذخیره گردد. اگر چرخه‌ی کربن در تعادل باشد، کربن انباشته شده تا هزاران سال نمی‌تواند به سطح اقیانوس آمده و تعاملی با جو داشته باشد و حتی این رسوبات ممکن است طی فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی به سنگ نیز تبدیل شوند [۹]. گرچه تنها بخش کوچکی از کربن ناشی از فرآیندهای زیستی از سطح زمین به کف اقیانوس‌ها می‌رسد، اما کارکرد بیان شده، پمپ بیولوژیکی را به مهمترین سازوکار زیستی برای خروج دی‌اکسید کربن از چرخه بدل نموده است [۱۰].

مسئله مهم این است که چگونه فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها سبب تقویت پمپ بیولوژیک می‌شود. چنانکه بیان شد، بارورسازی اقیانوس‌ها یعنی فرآیند انتقال عمدی (عمدتاً) آهن به اقیانوس جهت تقویت رشد فیتوپلانکتون‌ها در مناطق اچ‌ان‌ال‌سی. تحقیقات انجام شده نشان داده که حدوداً ۳۰٪ از اقیانوس‌های جهان با وجود درشت مغذی‌های فراوان، کلروفیل بسیار کمی داشته و در نتیجه فتوسنتز و تولید اولیه در این مناطق بسیار پایین است؛ از جمله عوامل دخیل در این وضع، کمبود ریزمغذی‌هایی مثل آهن اعلام شده است. از آنجایی که مقدار جداسازی دی‌اکسید کربن توسط پمپ بیولوژیک رابطه‌ی مستقیمی با میزان مواد مغذی دارد، با بارورسازی اقیانوس‌ها، عملکرد پمپ بیولوژیکی نیز بهبود می‌یابد [۱۱].

۲. مزایای بارورسازی اقیانوس‌ها

بارورسازی اقیانوس‌ها علاوه بر مزایای ادعا شده زیست محیطی که مهمترین آن مقابله با گرمایش زمین است، ظرفیت‌های علمی و تجاری دیگری نیز خواهد داشت. در ادامه به مجموعه مزایای ذکر شده برای این فناوری نگاهی خواهیم داشت.

۱.۲. مقابله با گرمایش زمین

در دنیای امروز برکسی پوشیده نیست که تغییر اقلیم فاجعه‌ای با آثار جهانی است. دانشمندان توسط فرآیند بارورسازی اقیانوس‌ها و از طریق تقویت پمپ بیولوژیکی به دنبال جداسازی میزان بیشتری دی‌اکسید کربن جو و دفن آن در اعماق اقیانوس‌ها هستند. هدف این است که با وارد کردن آهن به مناطق اچ‌ان‌ال‌سی باعث تحریک رشد فیتوپلانکتون‌ها شده و در نهایت کربن بیشتری توسط پمپ بیولوژیکی به اعماق منتقل شود. با توجه به اینکه چرخه کربن همواره در تعامل است؛ اگر میزان دی‌اکسید

طبق این طرح اصلاحی، افزودن هر نوع ماده‌ای به دریا با هدف انجام فعالیت‌های مربوط به ژئومهندسی دریایی بدون اخذ مجوز ممنوع است و صدور مجوز نیز منوط به احراز عدم مغایرت فعالیت با اهداف پروتکل لندن و نیز انجام ارزیابی‌های زیست محیطی لازم است. درکل طرح اصلاحی پروتکل لندن، بیانگر عزم جدی اعضای این سند بر اعمال محدودیت‌های بیشتر بر بارورسازی اقیانوس‌ها و نظارت جدی بر آن است. [۲] اعضای کنوانسیون تنوع زیستی نیز طی تصمیماتی که در فواصل زمانی سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۶ (سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۱۲، ۲۰۱۴، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۶) اتخاذ نموده‌اند مکرراً از اعضاء و دیگر دولت‌ها می‌خواهد مادامی که مبنای علمی کافی برای توجیه بارورسازی اقیانوس‌ها وجود ندارد، از انجام آن خودداری نمایند. درنهایت تصمیمات کنفرانس اعضا کنوانسیون تنوع زیستی و قطعنامه‌های پروتکل لندن هیچ‌یک الزام‌آور نبوده‌اند. اصلاحیه ۲۰۱۳ پروتکل لندن نیز علاوه بر مشکلاتی همچون عدم مشارکت جهانی، تاکنون به اجرا در نیامده است. این‌ها مجموعه تلاش‌هایی است که تاکنون در چارچوب معاهداتی و به صورت صریح جهت قاعده‌مند کردن این فناوری نوظهور صورت گرفته است. اما چنانکه می‌دانیم، بخش قابل توجهی از بدنه حقوق بین‌الملل محیط زیست را اصول حقوقی تشکیل می‌دهد که در فقدان قواعد عرفی و معاهداتی یا خلأ در این منابع، نقش مؤثری ایفا می‌کنند. از این رو در مقاله حاضر بر آنیم تا نقش اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست را در پاسخ به مسائل ناشی از بارورسازی اقیانوس‌ها و تنظیم آن و رفع خلأهای معاهداتی چه در شرایط کنونی که به صورت آزمایشی و در مقیاس کوچک از فناوری یادشده استفاده می‌شود و چه در آینده که بنا باشد در سطح گسترده عملیاتی شود، بررسی کنیم. اما پیش از پرداختن به نقش اصول، باید با فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها که موضوعی فنی و تخصصی است، آشنا شویم. بنابراین، در مطالب پیش‌رو ابتدا فرآیند مزبور به زبان ساده تشریح شده و پس از تبیین مزایا و معایب آن، نقش اصول قابل اعمال بر این فناوری بررسی خواهد شد.

۱. تبیین فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها

میزان جذب دی‌اکسید کربن اقیانوس‌ها در مقایسه با جو حدوداً ۵۵ برابر و نسبت به زیست کره و خاک ۲۰ برابر است و به همین دلیل از بزرگ‌ترین سینک‌های طبیعی کربن محسوب شده و نقش فعالی در مدیریت آب‌وهوا و کاهش تغییرات اقلیمی دارند [۷]. پمپ بیولوژیکی از سازوکارهای مهم اقیانوس‌ها برای تغییر میزان غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفر است که با استفاده از فرآیندهای زیستی، کربن را از سطح نورگیر اقیانوس^۲ به اعماق آن منتقل می‌کند. طی این فرآیند، کربن آلی و معدنی که توسط فیتوپلانکتون‌ها^۳ تثبیت شده به اعماق اقیانوس انتقال داده

۱. تا سال ۲۰۱۹، تنها ۵ کشور آن را مورد پذیرش قرار داده‌اند.

۲. به بخشی از سطح دریاها، به وسعت ده‌ها تا دویست متر که به میزان لازم نور خورشید را برای فتوسنتز گیاهان نگهداری می‌کند، منطقه‌ی یوفوتیک یا نورگیر گفته می‌شود.

۳. موجوداتی که به وسیله‌ی جریان‌های آبی، معلق یا شناورند پلانکتون نامیده می‌شوند، پلانکتون‌های گیاه شکل، فیتوپلانکتون نام دارند. فیتوپلانکتون‌های دریایی نیمی از کل فتوسنتزهای روی زمین را انجام می‌دهند و به طور مستقیم بر چرخه‌ی بیوژئوشیمیایی جهانی و اقلیم تأثیر می‌گذارند.

در حل حاضر دو شکل اصلی برای تجارت کربن وجود دارد که شامل بازار کربن تنظیم شده و بازار کربن تنظیم نشده یا داوطلبانه می‌شود. بازار کربن تنظیم شده سازوکاری است که پروتکل کیوتو آن را ایجاد نموده است و وفق آن، کشورهای عضو، متعهد شده‌اند میزان تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را محدود کرده و یا کاهش دهند. پروتکل برای کمک به کشورهای توسعه یافته در کاهش گازهای گلخانه‌ای، روش‌های انعطاف‌پذیری را پیش‌بینی کرده است. روش‌هایی که بر اساس آن کشورهای صنعتی بتوانند از طریق پروژه‌های برون‌مرزی، برخی از تعهدات خود را در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفاء نمایند. در همین راستا برای تجارت کربن سه روش در نظر گرفته شده که شامل تجارت انتشار (Emissions Trading)، سازوکار توسعه پاک (Clean Development Mechanism) و اجرای مشترک (Joint implementation) می‌شود. هرچند هنوز باورسازی اقیانوس‌ها به عنوان یکی از گزینه‌های تجارت کربن تنظیم شده توسط پروتکل کیوتو به رسمیت شناخته نشده اما پذیرش آن در آینده چندین دور از ذهن نیست [۱۷]. فارغ از این، فعالیت‌هایی به شکل تجارت کربن داوطلبانه یا تنظیم نشده در چارچوب باورسازی اقیانوس‌ها وجود دارد اما به دلیل فقدان شفافیت و قواعد الزام‌آور حقوقی، نمی‌توان آمار دقیقی از میزان آن در حوزه باورسازی اقیانوس‌ها ارائه داد. هرچند در مجموع و از سال ۲۰۰۶ به این سو، انجام آزمایش‌های مربوط به باورسازی اقیانوس‌ها با هدف تجارت کربن داوطلبانه روند رو به رشدی داشته است [۱۸].

۳. تهدیدات زیست‌محیطی احتمالی ناشی از باورسازی اقیانوس‌ها

مداخله بشر در هر سیستم زیست‌محیطی می‌تواند عواقب غیرقابل کنترلی را به دنبال داشته باشد. باورسازی اقیانوس‌ها گرچه به عنوان ابزار قدرتمندی برای مقابله با گرمایش زمین معرفی شده اما این فناوری نیز همچون دیگر فناوری‌های نوظهور در کنار مزایای احتمالی، خطراتی را نیز به همراه خواهد داشت. از ابتدای انجام آزمایشی باورسازی اقیانوس‌ها مباحث قابل توجهی در خصوص اثربخشی و آثار احتمالی منفی آن برای محیط زیست دریایی و زیست‌بوم‌ها مطرح شد. به دلیل ماهیت سیال آب، محصور کردن فیتوپلانکتون‌ها در منطقه‌ای معین کاری دشوار است و لذا آثار زیست‌محیطی احتمالی نیز به سادگی قابل مهار نیستند.

۱-۳. غنی شدن بیش از حد (یوتروفیکاسیون)

اولین واکنش مستقیم زیست‌بوم اقیانوس به باورسازی، یوتروفیکاسیون (Eutrophication) یا همان واکنش به عناصر مغذی اضافی است. یوتروفیکاسیون پدیده‌ای ساحلی است که به طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به وقوع پیامدهایی می‌شود که در ذیل شرح داده شده است.

الف. پیدایش شکوفه‌های جلبک سمی

مقادیر بیش از اندازه مواد مغذی موجود در آب می‌تواند موجب تکثیر سریع جلبک‌ها و شکل‌گیری شکوفه‌های جلبکی شود که سطح آب را می‌پوشاند و بعضی از این جلبک‌ها تولید سمومی می‌کنند که برای انسان‌ها و حیات وحش مضر است. رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها در نتیجه باورسازی

کربن در سطح اقیانوس کاهش یابد، دی‌اکسید کربن موجود در اتمسفر به اقیانوس منتقل می‌شود که نتیجه آن کاهش گرمایش زمین خواهد بود. با استفاده از این روش تخمین زده می‌شود که حدود ۳٪ از دی‌اکسید کربن جو در اعماق اقیانوس‌ها ته‌نشین شود [۱۲].

۲.۲. ترویج تحقیقات علمی دریایی

باورسازی اقیانوس‌ها می‌تواند سبب افزایش آگاهی از محیط زیست دریایی شود. تحقیقات علمی دریایی شامل هر نوع تحقیق علمی، بنیادی یا کاربردی پیرامون محیط زیست دریایی می‌شود [۱۳]. معاهدات بین‌المللی اگرچه تحقیقات علمی را تعریف نکرده‌اند اما غالباً با هدف تشویق به شناختن بهتر طبیعت و جهان، ضمن تمایز فعالیت‌های علمی از اقدامات غیرعلمی، ضوابط خاصی را برای تحقیقات علمی در نظر گرفته‌اند. برای مثال فصل سیزدهم کنوانسیون حقوق دریاها متضمن مقرراتی درباره تحقیقات علمی دریایی است. از مجموع مواد ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۲ و ۲۴۴ این کنوانسیون می‌توان به اهمیت «ترویج و تسهیل انجام تحقیقات علمی دریایی» و «ارتقاء همکاری‌های بین‌المللی»، «ایجاد شرایط مساعد برای انجام تحقیقات علمی در محیط دریایی» و «در دسترس قرار دادن اطلاعات مرتبط با برنامه‌های اصلی پیشنهادی، اهداف و نیز دانش حاصل از تحقیقات دریایی» پی برد [۱۴]. باورسازی اقیانوس‌ها به ویژه از این حیث که باعث افزایش دانش بشر از محیط زیست دریایی می‌شود را می‌توان در رده تحقیقات علمی دریایی دانست.

۳.۲. کشت اقیانوسی و افزایش ذخایر آبزیان

افزایش رشد ماهی‌ها در کنار جداسازی و حذف کربن می‌تواند از اهداف باورسازی اقیانوس‌ها باشد و به همین خاطر به عنوان فناوری حامی پستانداران دریایی نیز معرفی شده است. در آزمایش‌های انجام شده نیز شواهدی مبنی بر افزایش جمعیت برخی آبزیان مشاهده شده است [۱۵]. نخستین بار، در سال ۱۹۹۴ و از سوی میکایل مارکلز چند اختراع در حوزه استفاده از باورسازی اقیانوس‌ها برای افزایش تولید غذاهای دریایی به ثبت رسید و شرکت وی با انجام «کشت اقیانوسی» (Ocean Farming Inc) اولین سرمایه‌گذاری تجاری را در این زمینه انجام داد. ایده‌ی او برای انجام این کار، تشخیص کمبود مواد مغذی در آب‌های سطحی، تغذیه آب توسط ریزمغذی‌ها و در نتیجه برداشت محصولات دریایی بیشتر بود. طبق ادعای این شرکت، کشت دریایی منجر به حذف ۱.۳ گیگا تن کربن و همچنین تولید ۵۰ میلیون تن غذاهای دریایی در سال شده است [۱۶]. این روش برای کشورهایی که از خاک مناسب یا کافی بهره‌مند نیستند روشی مناسب است ضمن آنکه می‌تواند پاسخگوی نیاز روزافزون جمعیت به مواد غذایی بوده و بخشی از مشکلات کمبود غذایی را در جهان حل نماید.

۴.۲. تجارت کربن (Emissions Trading)

دریاهای آزاد انجام می‌شود. امکان بروز آسیب‌های زیست محیطی فرامرزی در حالت نخست و ماهیت بین‌المللی فعالیت‌هایی که در آب‌های آزاد انجام می‌شود در حالت دوم، بارورسازی اقیانوس‌ها را به اقدامی با ماهیت بین‌المللی بدل می‌کند که تحت صلاحیت حقوق بین‌الملل محیط‌زیست قرار می‌گیرد. در فرآیند تدوین و توسعه حقوق بین‌الملل محیط‌زیست همانند سایر شاخه‌های علم حقوق، برخی اصول شکل گرفته اند که از آنها می‌توان به عنوان ارکان اصلی و اصول بنیادین حقوق بین‌الملل محیط‌زیست یاد کرد. این اصول نه تنها در روند ایجاد قواعد بین‌المللی زیست‌محیطی نقش بسزایی داشته اند، بلکه در زمینه اجرا و تفسیر معاهدات زیست‌محیطی و حل اختلاف میان دولت‌ها در زمینه مسائل مرتبط با محیط‌زیست نیز مهم بوده‌اند. [۲۳].

در چارچوب بحث حاضر که پای یک فناوری جدید و چالش‌برانگیز مقابله با تغییر اقلیم در میان است، اهمیت و نقش اصول حتی از حوزه‌های قدیمی‌تر حقوق بین‌الملل محیط‌زیست به مراتب بیشتر است.

چنانچه در پیشینه پژوهش نیز اشاره شد، به رغم تلاش‌های انجام شده، هنوز جامعه بین‌المللی موفق به تنظیم سندی الزام‌آور در رابطه با ژئومهندسی دریایی از جمله بارورسازی اقیانوس‌ها نشده است و اسناد کنونی نیز عمدتاً فاقد مقررات صریح در این رابطه بوده و از نقطه‌نظر مقررات ضمنی نیز با توجه به اهداف هر سند، رویکرد متفاوت و بعضاً متعارض است. برای مثال، از منظر کنوانسیون مقابله با تغییر اقلیم، فناوری بارورسازی اقیانوس به صورت ضمنی یک روش مقابله با تغییر اقلیم شناخته می‌شود حال آنکه دیدگاه کنوانسیون تنوع زیستی عکس این است. این ابهامات در کنار اختلاف‌نظرهای علمی درباره ضرورت یا عدم ضرورت کاربرد این فناوری نوظهور، فضای حاکم بر مسئله را مبهم نموده است. در چنین شرایطی که خلأ معاهداتی به شدت احساس می‌شود باید دید آیا اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست که یکی از کارکردهای عمده شان پر کردن خلأهای معاهداتی می‌باشد، قادر به راهگشایی در این باره هستند یا خیر.

در پاسخ باید گفت، اولاً نیاز به مقررات بین‌المللی زیست‌محیطی برای پرداختن به موضوعاتی مثل فناوری بارورسازی که ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی دارد امری ضروری است ولی پیچیدگی‌های این کار نشان می‌دهد که در هر شرایطی نمی‌توان با قوانین و مقررات حقوقی دقیق، این نیاز را برآورده نمود، بلکه باید از هنجارها و اصول کلی بهره گرفت. این امر زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که تأثیر مقررات زیست‌محیطی بر توسعه اقتصادی و اجتماعی از یک سو و مشکلات مربوط به رسیدن به توافق در چارچوب معاهدات بین‌المللی زیست‌محیطی از سوی دیگر را مدنظر قرار دهیم. اصول با ماهیت کلی و انعطاف‌پذیر با ایجاد طیف گسترده‌ای از مفاهیم، در مقایسه با مقررات معاهداتی، قالب مناسبی به نظر می‌رسد. دومین دلیل به افزایش درک جامعه جهانی از بحران‌های زیست‌محیطی و فوریت نیاز به یافتن راه‌حل جهت مواجهه با این بحران‌ها، مربوط می‌شود. انعطاف‌پذیری و انطباق ذاتی اصول با ماهیت رفع بحران‌های زیست‌محیطی آن را به ابزاری مناسب و قابل‌قبول تبدیل نموده

اکیانوس‌ها نیز می‌تواند منجر به تولید اسیدهای سمی شود. با توجه به تغذیه‌ی بسیاری از جانداران دریایی از فیتوپلانکتون‌ها، این سموم به زنجیره غذایی وارد شده و می‌توانند از طریق پرندگان، ماهی‌ها و پستانداران دریایی در نهایت به بدن انسان‌ها راه پیدا کرده و سلامت آنها را به مخاطره اندازد. [۱۹]

ب. کمبود اکسیژن (آنوکسی)

آنوکسی (Anoxia) یا بی‌اکسیژنی یکی از نتایج اولیه یوتریفیکاسیون محسوب می‌شود. هرچند کمبود اکسیژن طولانی مدت (بیش از ۱ سال) وسیله‌ای برای جداسازی کربن بوده و باعث دفن کربن آلی برای مدت زمان طولانی در اعماق می‌شود اما کمبود اکسیژن اگر بیش از ۶۰ روز مداوم داشته باشد منجر به مرگ جانداران دریایی می‌شود. علاوه بر این، کاهش هدفمند میزان اکسیژن آب، می‌تواند میزان نیتروژن را به عنوان یک گاز گلخانه‌ای مضر و قوی‌تر از دی‌اکسید کربن افزایش داده و منافع بالقوه بارورسازی را از بین ببرد. این پدیده در شرایط شدیدتر، حتی می‌تواند منجر به مرگ‌ومیر گسترده همه‌ی موجودات دریایی شود. [۲۰]

ج. تغییر در توازن سایر مواد مغذی

تلاش جهت بارورسازی اقیانوس‌ها برای تحریک تولید اولیه، منجر به توزیع مواد مغذی در مقیاس جهانی می‌شود. فیتوپلانکتون‌ها برای رشد و تکثیر این مواد مغذی را جذب و در بافت‌های خود ذخیره می‌کنند. در پی این اتفاق، آب‌های سطحی از مواد مغذی تهی شده و این امر ممکن است کاهش بهره‌وری زیستی و حتی کاهش فعالیت‌های اقتصادی مانند شیلات را به دنبال داشته باشد. [۲۱]

د. تغییر در ساختار زیست‌بوم‌های دریایی

پیش‌بینی می‌شود که بارورسازی اقیانوس‌ها موجب ایجاد تغییراتی در ساختار زیست‌بوم‌های دریایی به‌ویژه در نواحی نورگیر اقیانوس‌ها شود. برخی از دانشمندان معتقدند یوتریفیکاسیون افزایش میزان فیتوپلانکتون‌ها و همچنین باکتری‌هایی که از آنها تغذیه می‌کنند را به دنبال دارد و نهایتاً با افزایش گونه‌هایی نظیر شکوفه‌های جلبکی و یا چترهای دریایی زیست بوم دریا را تغییر می‌دهد. [۲۰]

۲.۳. اسیدی شدن اقیانوس‌ها

همان‌طور که گفته شد، از مزایای بالقوه بارورسازی اقیانوس‌ها به عنوان یکی از فنون ژئومهندسی، کاهش دی‌اکسید کربن موجود در جو است و کاهش دی‌اکسید کربن جو میزان دی‌اکسید کربن اقیانوس را کاهش می‌دهد [۲۲]. اما انباشته شدن مقادیر زیادی از دی‌اکسید کربن در اعماق اقیانوس باعث افزایش میزان اسیدی‌تر آن می‌شود و این مسئله حیات جانداران را به مخاطره می‌اندازد. در واقع به نظر می‌رسد با این کار صرفاً مشکل (دی‌اکسید کربن) را از جو به بستر اقیانوس منتقل می‌کنیم.

۴. اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست قابل اعمال بر فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها

همان‌طور که اشاره شد، فرآیند بارورسازی اقیانوس‌ها در آب‌های تحت صلاحیت کشورها (آب‌های داخلی یا منطقه انحصاری اقتصادی) و یا در

موجب ورود زیان به محیط زیست سایر کشورها یا مناطق خارج از صلاحیت ملی آنها نگردد. موسسه حقوق بین‌الملل در قالب قطعنامه «آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و حقوق بین‌الملل» مصوب ۱۹۷۹ از این اصل به‌عنوان اصلی که مانع از ایجاد آلودگی‌های فرامرزی در دریاچه‌ها و آبراه‌های بین‌المللی می‌شود یاد کرده است و طبق اصل ۱۳ اعلامیه ریو "دولت‌ها باید قوانین ملی در خصوص مسئولیت ناشی از صدمات ناشی از آلودگی و دیگر صدمات وارده به محیط‌زیست و پرداخت غرامت به قربانیان این خسارات را تدوین نمایند. به علاوه دولت‌ها باید برای تدوین مقررات بین‌المللی جدید در مورد مسئولیت و پرداخت غرامت در قبال خسارتی که در اثر فعالیت‌های انجام شده در تحت صلاحیت و اقتدار آنها به مناطق واقع در خارج از قلمرو ملی ایشان وارد می‌آید با دقت و قاطعیت تمام با یکدیگر همکاری نمایند." از این اصل برمی‌آید که دولت‌ها تنها در مقابل اقدامات خود مسئول نبوده، بلکه در برابر اقدامات اشخاص خصوصی یا عمومی تحت کنترل و نظارت خود نیز مسئول می‌باشند.

از رأی داوری اختلاف بین کانادا و آمریکا در قضیه «تریل اسملتر» به عنوان نخستین رویه قضایی متضمن این اصل یاد می‌شود. [۲۶] که این رأی داوری بعدها در داوری دریاچه لانو و آرای دیوان بین‌المللی دادگستری نظیر کانال کورفو [۲۷] و نظریه مشورتی مشروعیت تهدید یا کاربرد سلاح‌های هسته‌ای [۲۸] تکرار شد، دیوان در قضیه کانال کورفو مبنای اصل منع استفاده زیان‌بار از سرزمین را ملاحظاتی اولیه بشری دانسته و در نظریه مشورتی کاربرد سلاح‌های هسته‌ای بر ماهیت عرفی این اصل تأکید نموده است.

در چارچوب بحث حاضر، با توجه به ماهیت عرفی اصل استفاده غیرزیان‌بار از سرزمین، انجام آزمایش‌های بارورسازی در آب‌های تحت صلاحیت کلیه دولت‌ها توسط خود آنها و یا توسط اشخاص خصوصی تحت نظارت و کنترل دولت مشمول این اصل قرار دارد. اولاً باید اقدامات و تدابیر لازم را به عمل آورند تا انجام آزمایش‌های بارورسازی، موجب ایراد خسارات زیست محیطی به قلمرو سایر کشورها یا مناطق خارج از صلاحیت ملی (دریاهای آزاد) نشود. ثانیاً بر اساس مفاد اعلامیه ریو (حقوق نرم) مکلف به وضع قوانین داخلی در رابطه با مسئولیت زیست محیطی و جبران خسارات احتمالی وارده به سایر کشورها هستند.

۲.۴. پیشگیری از آسیب‌های زیست محیطی فرامرزی (Prevention of Transboundary Harm)

مطابق این اصل که ماهیت عرفی آن توسط دیوان بین‌المللی دادگستری در قضایای مختلف از جمله نظریه مشورتی تهدید یا توسل به سلاح‌های هسته‌ای و خلیج مابین تصدیق گردیده، و اسناد الزام‌آور از جمله کنوانسیون حقوق دریاها و غیر الزام‌آور مثل اعلامیه استکهلم و ریو آن را به نظم کشیده‌اند، دولت انجام دهنده فعالیت متضمن آسیب فرامرزی

است. به‌رغم آنکه کلیت اصول، دست دولت‌ها را برای تفسیر و تشریح باقی می‌گذارد، اما در عین حال تعیین کننده اهدافی است که انتظار می‌رود به عنوان قواعد بین‌المللی حقوق عرفی مورد توجه قرار گیرند. و به همین دلیل است که اصول، تصمیم‌گیری بین‌المللی زیست محیطی را تسهیل می‌کنند.

سومین دلیل نقش‌آفرینی اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست، این است که اصول به ویژه برای رویارویی با عدم قطعیت علمی در مواجهه با مشکلات زیست محیطی و همچنین پیشرفت‌های سریع علمی بسیار مناسب هستند. زیرا دولت‌ها در این زمینه، اغلب تمایلی به اقدام ندارند. اما اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست وسیله مناسبی برای پاسخگویی به چالش‌هایی هستند که در رژیم پویا و همواره در حال تکامل حقوق بین‌الملل محیط‌زیست به وجود می‌آیند. در شرایطی که به دلیل عدم قطعیت علمی، انجام اقدامات مشخص به تعویق می‌افتد، اصول با ارائه حداقل مقررات زیست محیطی جهت قاعده‌مند کردن فناوری جدید به کار می‌آیند. در عین حال انتزاعی بودن اصول، آنها را به‌ویژه در برابر نگرانی‌های جدید زیست محیطی که حاصل پیشرفت‌های علمی هستند، پاسخگو می‌سازد. به طور خلاصه، به گفته سندز، اصول در غیاب تعهدات سخت‌گیرانه، معیارهایی قابل پیش‌بینی و مشخص را جهت قاعده‌مند کردن پدیده‌های نو ارائه می‌دهند [۲۴]

یا به تعبیر آن بویل، اصول معیارهایی را تعیین و مشخص می‌کنند که بر نحوه تصمیم‌گیری دادگاه‌ها یا نحوه اعمال مقررات توسط دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی تأثیرگذار است. همچنین اصول محدودیت‌هایی را ترتیب داده یا رهنمودهایی را ارائه می‌دهند که بر اساس آن بتوان تعارضات میان مقررات معاهداتی موجود را حل کرد. یکی از کارکردهای بسیار مهم اصول، راهنمایی قانون‌گذاران و قضات در روند وضع و تفسیر تعهدات بین‌المللی زیست محیطی یا پر کردن خلأهای معاهداتی و عرفی است. رویه قضایی اخیر نیز تلاش نموده تا بر اساس اصولی از قبیل توسعه پایدار و احتیاط، درک و فهم جدیدی از مقررات معاهداتی ارائه کند. با این توضیح در زیر عملکرد و نقش مهمترین اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست را نسبت به بارورسازی اقیانوس‌ها بررسی می‌کنیم. اغلب اصول مورد بررسی مبنای عرفی داشته و از این رو نسبت به معاهدات که صرفاً برای اعضاء موجد تعهدند، دامنه شمول گسترده‌تری دارند و برخی از این اصول نیز در چارچوب معاهدات مرتبط با بارورسازی مثل کنوانسیون تنوع زیستی، کنوانسیون حقوق دریاها و ... به عنوان قاعده معاهداتی مورد پذیرش قرار گرفته‌اند.

۱.۴. استفاده غیر زیان‌بار از سرزمین (Unharmful Utilization of Territory)

ریشه‌ی تاریخی استفاده غیر زیان‌بار از سرزمین این قاعده‌ی قدیمی روم باستان است که «از ملک خود به گونه‌ای بهره‌برداری کن که به ملک دیگری آسیبی وارد نشود» [۲۵]. اصل مزبور توسط اعلامیه‌های استکهلم و ریو به حقوق بین‌الملل محیط‌زیست راه یافت. این اصل پایه‌ای و بنیادین، بر حق حاکمیت دولت‌ها در بهره‌برداری از منابعشان تأکید می‌کند و یادآور می‌شود که دولت‌ها مسئول‌اند ترتیبی دهند تا فعالیت‌های انجام شده در حیطه‌ی صلاحیت آنها

۱. دیوان در قضیه‌ی مشروعیت تهدید یا استفاده از سلاح‌های هسته‌ای، بر تعهد عام دولت‌ها نسبت به تضمین این مسئله تأکید می‌کند که دولت‌ها در انجام فعالیت‌های تحت نظارت یا صلاحیت خود، باید محیط زیست سایر دولت‌ها یا مناطق فراتر از صلاحیت ملی که امروزه بخشی از نظام حقوق بین‌الملل هستند را رعایت نمایند.

دولت مبدأ) ملزم به عدم ایراد آسیب به کشورهای دیگر و مشترکات جهانی است و از این رو مکلف است اقدامات پیشگیرانه و همچنین تلاش مقتضی خود را جهت پیشگیری از آسیب‌های فرامرزی و کاهش نتایج مخرب آنها اتخاذ کند. این اقدامات مجموعه اصول و تعهداتی هستند که از یک سو قصد کنترل و از سوی دیگر قصد افزایش همکاری میان دولت‌ها در فراهم کردن اطلاعات لازم برای پیشگیری یا به حداقل رساندن خسارات زیست محیطی را دارند.

گسترده‌گی تبعات زیست محیطی آسیب‌های فرامرزی، این حقیقت را آشکار ساخته که رویکرد سنتی و تأکید دولت‌ها بر حاکمیت خود در بهره برداری از منابع و در نهایت جبران خسارت آسیب‌های وارده به محیط‌زیست سایر کشورها، پاسخگو نیست و از این رو باید نگاه «پیشگیرانه» را جایگزین «جبران خسارت» کرد [۲۹] در همین راستا، الکساندر کیس، پیشگیری را قاعده طلایی حقوق محیط‌زیست، می‌داند چراکه اصلاح برخی آسیب‌های زیست‌محیطی مثل از بین رفتن گونه‌ها و ریختن آلاینده‌ها به دریا غالباً غیرممکن بوده و یا هزینه‌های جبران آن بسیار سنگین است [۳۰]. با این وجود مفهوم این اصل مهم در اسناد مرتبط تبیین نشده و اغلب از عبارات کلی همچون انجام کلیه اقدامات ضروری (بند ۲ ماده ۱۹۴ کنوانسیون حقوق دریاها) اتخاذ کلیه تدابیر مناسب جهت پیشگیری (ماده ۳ طرح پیشگیری از آسیب‌های فرامرزی خطرناک) استفاده شده است. این موضوع به ویژه ترسیم مرز میان پیشگیری از احتیاط را دشوار نموده است. در این میان، دکترین و رویه قضایی ابزار مناسبی جهت تبیین اصل یاد شده هستند. بر این اساس، در رویه قضایی ۱ جهت تشریح تعهد دولت به پیشگیری از تعهد به تلاش مقتضی سخن به میان آورده است. تلاش مقتضی یعنی تلاش متناسب با خطر قابل پیش‌بینی و متناسب با امکانات در دسترس هر دولت [۳۱]. از ارکان تلاش مقتضی، پیش‌بینی آسیب و واکنش به موقع و متناسب به آن است [۲۹] در واقع، برای استناد به اصل پیشگیری، احراز این شرایط نیاز است: اولاً فعالیت موردنظر باید آلاینده‌گی غیرقابل بازگشت یا بسیار گسترده قطعی ایجاد نماید (شرط قطعی بودن بروز آسیب) بر این اساس و در شرایط کنونی، اصل پیشگیری نسبت به بارورسازی اقیانوس‌ها که آسیب‌های آن هنوز احتمالی هستند نه قطعی، اعمال نمی‌شود. ثانیاً، نسبت به فعل یا ترک فعل ارتكابی باید قطعیت علمی وجود داشته باشد (شرط حصول قطعیت علمی)، یعنی به دلایل معتبر علمی و فنی، اظهارنظر قطعی در خصوص موضوع امکان معین پذیر شده باشد. حال آنکه فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها از جمله فناوری‌های نسبتاً نو و با عدم قطعیت علمی بالاست. و ثالثاً آثار فعالیت، فعل یا ترک فعل را بتوان پیش‌بینی کرد (شرط

پیش‌بینی پذیری آسیب). بدیهی است که آسیب زیست‌محیطی زمانی قابل پیشگیری است که قابلیت پیش‌بینی داشته باشند. اما اینکه

۱. دآوری آلاباما میان ایالات متحده و بریتانیا (۱۸۷۲)، اختلاف میان ایرلند و بریتانیا در قضیه ماکس پلاتن (۲۰۰۱)، نظریه مشورتی دیوان بین‌المللی حقوق دریاها در قضیه مسئولیت‌ها و تعهدات دولت‌های حامی در منطقه (۲۰۱۱)، رای دیوان بین‌المللی دادگستری در قضیه کارخانه‌های خمیر کاغذ (۲۰۱۰)، قضیه برخی فعالیت‌های انجام شده از سوی نیکاراگوئه در منطقه مرزی (۲۰۱۳).

۳.۴. ارزیابی اثرات زیست محیطی فرامرزی (Environmental Impact Assessment in Transboundary)

همان‌گونه که در مبحث قبلی مطرح گردید آبخور ارزیابی اثرات زیست محیطی، اصل پیشگیری است. از آنجایی که تحقیقات مربوط به بارورسازی اقیانوس‌ها در حال تبدیل شدن از مدل‌سازی و مطالعات آزمایشگاهی به آزمایش‌های میدانی است، نیاز به فرآیندهای قانونی برای ارزیابی خطرات بالقوه مرتبط با آزمایش‌های میدانی کاملاً حس می‌شود. از این رو، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بخش کلیدی چارچوب حاکمیتی فناوری بارورسازی به حساب می‌آید.

ارزیابی اثرات زیست محیطی به‌عنوان اصلی بین‌المللی با مبانی معاهداتی و عرفی^۲ و نیز یکی از معروف‌ترین ابزارهای نظارتی در قوانین زیست محیطی ملی به شمار می‌رود. اصلی که از آن برای پیش‌بینی آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی قبل از اجرای آنها و نیز ارائه راه‌حل برای پیشگیری، کنترل و کاهش آثار سوء فعالیت‌های اقتصادی استفاده می‌شود. [۳۳]. هدف این اصل، شناسایی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های دارای ماهیت فرامرزی و یا مؤثر بر مشترکات جهانی و مسائل مربوط به نگرانی‌های مشترک جهانی مانند تغییر اقلیم و به خطر افتادن تنوع زیستی است. لذا، فعالیت‌هایی که در اثر اجرای آنها «میزان مشخصی» از آسیب یا «احتمال» بروز آسیب فرامرزی یا جهانی متصور است، باید مورد ارزیابی قرار گیرند [۳۴]. ارزیابی اولیه از فعالیت آسیب‌زا، یکی از روش‌هایی است که دولت‌ها می‌توانند برای «تشخیص خطر آسیب فرامرزی» از آن بهره‌گیرند [۲۹]. در چارچوب حقوق بین‌الملل دریاها وجود سه رویه قضایی پربار قلمرو این اصل را شفاف‌تر نموده است. دیوان

۲. نخستین بار دیوان در قضیه کارخانه‌های خمیر کاغذ، ارزیابی اثرات زیست محیطی فرامرزی را به عنوان یک تعهد عام در نظر گرفت؛ دیوان در این پرونده، آثار زیست محیطی را نسبت به اجرای هر طرحی که "ظرفیت ایجاد آسیب فرامرزی قابل توجه" دارد، ضروری اعلام می‌کند و در متن رای اظهار می‌دارد: امروزه منشأ التزام به ارزیابی اثرات زیست محیطی، حقوق بین‌الملل عام است. در این خصوص باید به رأی مشورتی سال ۲۰۱۱ شعبه‌ی اختلافات بستر دریاها نیز اشاره کرد؛ دیوان بین‌المللی حقوق دریاها، تعهد به انجام ارزیابی اثرات زیست محیطی را به عنوان تعهد مستقیم تحت کنوانسیون حقوق دریاها و تعهد کلی ذیل حقوق بین‌الملل عرفی مطرح کرد.

ضمیمه نخست کنوانسیون اسپو، به نظر می‌رسد که بارورسازی اقیانوس‌ها هم سطح فعالیت‌های همچون انتقال آب میان حوضه‌ای، جنگل زدایی، نیروگاه‌های هسته‌ای و البته خطرناک‌تر از بسیاری از فعالیت‌های ذکر شده در این ضمیمه نظیر ساخت‌وساز بزرگراه‌ها، خطوط راه آهن، فرودگاه‌هایی با باند بیش از ۲۱۰۰ متر، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، مرغداری‌ها و خطوط لوله انتقال نفت، گاز یا مواد شیمیایی است. علاوه بر این، کنوانسیون آثار فرامرزی ناشی از حوادث صنعتی نیز ضابطه کلی ورود صدمه به انسان و محیط‌زیست را برای الزام به انجام ارزیابی استفاده نموده است که اعمال این معیار در احراز اهمیت ضرر، نیز نتیجه‌ای جز الزام به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پیش از انجام بارورسازی اقیانوس‌ها نخواهد داشت. از اینها گذشته، بند ج ماده ۷ کنوانسیون تنوع زیستی، از این نیز فراتر رفته و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی را به فرآیندها و فعالیت‌هایی که قطعاً یا احتمالاً تأثیر قابل توجهی بر حفاظت و استفاده پایدار از تنوع زیستی دارند، ضروری می‌داند. بر این اساس، حتی آثار مهم و قابل توجه احتمالی بر تنوع زیستی دریایی، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ناشی از بارورسازی را برای دولت‌های عضو این کنوانسیون ضروری می‌سازد.

همچنین از نقطه نظر مبنای معاهداتی اصل و به ویژه از آنجایی که اقیانوس منجمد جنوبی یکی از مهمترین مناطق انجام فعالیت‌های بارورسازی اقیانوس‌ها به شمار می‌رود و اکثر آزمایش‌های انجام شده نیز در این منطقه صورت گرفته، بررسی رویکرد پروتکل مربوط به حفاظت از محیط زیست قطب جنوب (پروتکل مادرید) به ارزیابی اثرات زیست-محیطی حائز اهمیت است. طبق ماده ۸ ضمیمه ۱ این پروتکل، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قبل از انجام هر فعالیتی ضروری است. از نگاه پروتکل مادرید، بارورسازی اقیانوس‌ها حتی اگر درسته آزمایش و تحقیق علمی باشد نباید به حفاظت از محیط زیست قطب جنوب و اکوسیستم‌های وابسته به آن، لطمه‌ای وارد سازد.

علاوه بر این، قطعنامه ۲۰۱۰ پروتکل لندن چارچوب ارزیابی (ویژه) را برای تحقیقات علمی بارورسازی ارائه می‌کند، بر اساس این چارچوب، طرفین باید ارزیابی اولیه را به صورت مورد به مورد انجام دهند تا مشخص شود، فعالیت پیشنهادی مشمول تعریف بارورسازی اقیانوس‌ها می‌باشد یا خیر. پس از آن، اعضا می‌بایست ارزیابی زیست‌محیطی جامع (مثل در نظر گرفتن سایت برای انجام آزمایش، بررسی تأثیرات زیست‌محیطی احتمالی) را از فعالیت پیشنهادی انجام دهند. سپس در صورت مجاز بودن آزمایش طبق چارچوب، اعضا باید رویه‌هایی را برای نظارت و مدیریت مناسب در نظر گیرند. در نهایت، چارچوب، اعضا را ملزم می‌کند تا با احتیاط عمل نموده و به عنوان پیش شرط، در صورت پیش‌بینی آثار سوء زیست‌محیطی، باید از ادامه پروژه صرف نظر کنند.

چارچوب دوم در قالب ضمیمه ۵ اصلاحیه ۲۰۱۳ پروتکل لندن تنظیم شده است و شامل توصیف دقیق فعالیت، اطلاع به کشورهایی که بالقوه تحت تأثیر آزمایش بارورسازی اقیانوسی قرار می‌گیرند، انتخاب دقیق سایت آزمایش، بررسی آثار احتمالی و تضمین تأمین منابع مالی کافی «می» شود. طی این مراحل از جمله شرایط لازم برای دریافت مجوز آزمایش‌های

بین‌المللی حقوق دریاها در قضیه تنگه جوهور (۲۰۰۳) بر ضرورت ارزیابی هر فعالیتی که برای حقوق محیط‌زیست آسیب‌زا باشد، تأکید نموده است [۳۵].

در نظریه مشورتی ۲۰۱۱ شعبه اختلافات بستر دریاها در پاسخ به سؤال مطرح شده پیرامون مسئولیت دولت‌های حامی پیمانکاران، از دو نوع تعهد نام می‌برد از جمله تعهداتی مستقل که رعایت آنها برای ایفای تعهد مراقبت مقتضی ضروری است. دیوان در بیان مصادیق این تعهد به اعمال ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در کنار رویکرد احتیاطی نام می‌برد. در ادامه دیوان از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به عنوان تعهدی مستقیم طبق کنوانسیون حقوق دریاها و تعهدی کلی طبق حقوق بین‌الملل عرفی یاد می‌کند [۳۶]. در رأی ۲۰۱۶ دیوان دائمی داوری در اختلاف میان فیلیپین - چین نیز دیوان ضمن تکرار اینکه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، تعهدی مستقیم طبق کنوانسیون حقوق دریاها و با ماهیت عرفی است که بخش اصلی نظام مدیریت زیست‌محیطی جامع را شکل می‌دهد، بیان می‌کند که ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در حقوق دریاها شامل دو مرحله می‌شود، انجام ارزیابی و سپس ابلاغ نتایج آن به سازمان‌های بین‌المللی ذیربط [۳۷]. تعهدات ذیل ارزیابی اثرات زیست‌محیطی را به دو دسته ماهوی و شکلی می‌توان تقسیم نمود. تعهدات شکلی بیشتر مربوط به زمان و شرایطی است که باید ارزیابی اثرات زیست‌محیطی صورت گیرد، و تعهدات ماهوی، به آنچه باید در فرآیند ارزیابی انجام شود اختصاص دارد [۳۴]. مستفاد از رأی دیوان بین‌المللی دادگستری در قضیه سن‌خوان، عنصر مهم در تعهد شکلی، وجود خطری است که منتهی به ضرر فرامرزی مهمی می‌شود. [۳۷]

با توجه به آنچه بیان شد، چنانچه بارورسازی اقیانوس‌ها از مرحله آزمایش‌های کوچک فراتر رفته و در سطح گسترده چه در مناطق تحت صلاحیت کشورها و چه در آب‌های آزاد انجام شود، تحت شمول اصل ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قرار می‌گیرد و دولت یا دولت‌های اقدام کننده مکلف به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قبل آغاز پروژه هستند. زیرا اولاً این اصل بنا بر رویه قضایی ماهیت عرفی پیدا کرده، ثانیاً فرآیند بارورسازی جزو فعالیت‌های دارای ماهیت فرامرزی و مؤثر بر مشترکات جهانی به حساب می‌آید. ثالثاً و چنانکه در قسمت نخست مقاله نیز اشاره شد، احتمال بروز خطراتی همچون تهدید و مخاطره سلامت انسان‌ها به خطر افتادن حیات سایر جانداران دریایی و حتی مرگ آنها و تغییر در زیست‌بوم دریایی از مهمترین عوارضی است که در نتیجه یوتریفیکاسیون، کمبود اکسیژن و یا اسیدی شدن اقیانوس‌ها می‌تواند رخ دهد، این آثار می‌تواند محیط زیست منطقه وسیع‌تری از محل انجام فعالیت را تحت‌الشعاع قرار داده (اثر فرامرزی) و هم از آنجایی که حفظ تنوع زیستی و اعماق دریاها و جنوبگان به ترتیب در حوزه میراث مشترک بشری و مشترکات جهانی قرار دارند، بر آنها اثر سوء بگذارد و لذا در هر دو حالت تحت شمول اصل ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قرار می‌گیرد. اما مشکل اینجاست که حقوق بین‌الملل، برای سنجش اهمیت این ضررها، معیار مشخصی ارائه نمی‌دهد. در پاسخ به این ابهام، با وحدت ملاک از کنوانسیون‌های مرتبط از جمله

زیادی مواد بارورکننده به ویژه آهن وارد اقیانوس‌ها می‌شود. بر این اساس، اگر وارد کردن این مواد سبب بروز آثار زیان‌بار زیست‌محیطی از جمله به خطر افتادن حیات گونه‌های دریایی یا سلامت انسان شود، آلودگی رخ داده است. طبق تحقیقات علمی صورت گرفته و مورد اشاره، بارورسازی اقیانوس ممکن است عوارضی همچون غنی شدن بیش از حد (یوتروفیکاسیون) را به دنبال داشته باشد که منجر به آسیب‌های مهمی مثل کمبود اکسیژن، تغییر در توازن مواد غذایی، ایجاد جلبک‌های سمی و... می‌شود که این موارد در نهایت منجر به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و مرگ جانداران دریایی و تنوع زیستی خواهد شد. از این عوارض به عنوان مهمترین نتایج مضر قابل پیش‌بینی و حاصل افزودن مواد بارور ساز از جمله آهن به اقیانوس‌ها در تحقیقات علمی یاد شده است. لذا تردیدی وجود ندارد که در صورت بروز این آثار، دولت یا دولت‌های دخیل در انجام این فعالیت‌ها در آینده مشمول اصل پرداخت توسط آلوده ساز خواهند بود.

از این گذشته، کارکردهای اصل پرداخت توسط آلوده‌ساز در حقوق محیط زیست را می‌توان به دو دسته پیشینی و پسینی تقسیم کرد. هدف از کارکرد پیشینی، وضع استاندارد و مشخص کردن هزینه‌های برآمده از مصرف منابع و به تبع آن انتشار آلودگی می‌باشد، با این قید که اقدامات مذکور باید پیش از بروز هرگونه تخریب، توسط آلوده‌ساز انجام شود. کارکرد پسینی این اصل با مبانی مسئولیت مدنی ارتباط دارد، به این نحو که به قربانیان حوادث منجر به تخریب محیط زیست و انتشار آلودگی، امکان مطالبه خسارات را می‌دهد [۴۰]. در خصوص کاربست این دو کارکرد نسبت به فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها باید گفت که اولاً، نظر به اینکه علت اصلی تغییر اقلیم، انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده و بارورسازی اقیانوس‌ها ابزاری برای مقابله با این تغییر اقلیم، کشورهایی که بیشترین سهم را در تولید گازهای گلخانه‌ای دارند باید هزینه تحقیقات علمی برای شناخت بیشتر و تحقیق پیرامون این فناوری را پرداخت نمایند (کارکرد پیشینی). ثانیاً، بارورسازی اقیانوس‌ها در صورتی که بدون رعایت استانداردهای زیست محیطی انجام شود، از مصادیق آلودگی دریایی محسوب می‌شود لذا دولت‌های آلوده‌کننده باید خسارات وارده را جبران نمایند (کارکرد پسینی). در حال حاضر با توسل به رویکرد پسینی اصل، کشورهای صنعتی که بیشترین سهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند ملزم به پرداخت هزینه‌های آزمایش‌ها هستند. و اما درباره اعمال رویکرد دوم، گرچه هنوز از این فناوری در مقیاس گسترده استفاده نمی‌شود اما این سؤال اساسی وجود دارد که چنانچه در اثر استقرار پروژه‌های بارورسازی اقیانوس‌ها آسیبی به محیط زیست دریایی وارد شود اصل پرداخت توسط آلوده ساز چه نقشی در جبران خسارات وارده می‌تواند ایفاء نماید؟ به طور کلی در نظام مسئولیت بین‌المللی همواره چگونگی دریافت خسارت از کشور مبدأ از جمله مسائل بغرنج محسوب می‌شود. در این مورد به نظر می‌رسد که بهره‌گیری از تجربه رژیم‌های مشابه مثل نشت نفت، جابجایی زباله‌های خطرناک، حوادث هسته‌ای، ارگانیک‌های اصلاح‌شده ژنتیکی که همگی متضمن خسارات زیست محیطی هستند می‌تواند راهنمای مناسبی باشد.

برای نمونه، در نظام بین‌المللی مسئولیت در قبال نشت نفت یک صندوق بین‌المللی جبران آلودگی نفتی (IOPC) پیش‌بینی شده که مسئول

مربوط به بارورسازی است. در واقع این چارچوب سازوکار نظارتی اولیه را برای آزمایش‌های میدانی بارورسازی اقیانوس فراهم می‌کند. نکته قابل تأمل این است که هیچ آستانه حداقلی برای استفاده از چارچوب فوق وجود ندارد و در نتیجه بر همه فعالیت‌های بارورسازی اقیانوس‌ها که توسط اعضای پروتکل لندن در آینده انجام شود، قابل اعمال است، حتی مواردی که پیش‌بینی نمی‌شود فعالیت، تأثیرات قابل توجهی داشته باشد. هرچند قطعنامه ۲۰۱۰ غیر الزام‌آور است و اصلاحیه ۲۰۱۳ پروتکل لندن هنوز لازم‌الاجرا نشده است، اما نگاه سخت‌گیرانه این اسناد که ارزیابی را ولو برای آزمایش‌های بارورسازی و در مواردی که حتی تأثیرات قابل توجه پیش‌بینی نمی‌شود، ضروری می‌داند، گویای اهمیت جایگاه اصل ارزیابی اثرات زیست محیطی در پیشگیری از آسیب‌های فرامرزی و حفاظت از محیط‌زیست دریایی است.

۴.۴. پرداخت توسط آلوده ساز (Polluter pays Principle)

اصل پرداخت توسط آلوده‌ساز در سال ۱۹۷۲ با توصیه شورای همکاری اقتصادی و توسعه اروپا به عنوان یک اصل راهنما پذیرفته و پس از انعکاس در ماده ۱۶ اعلامیه ریو، به طور گسترده مورد قبول کشورها قرار گرفت [۳۰]. گنجاندن این اصل در یکی از مهمترین و تأثیرگذارترین بیانیه‌های بین‌المللی نشان دهنده اهمیت آن در رژیم‌های مسئولیت زیست‌محیطی در سراسر جهان است.

در گام نخست، برای اعمال اصل پرداخت توسط آلوده‌ساز نسبت به بارورسازی اقیانوس‌ها باید آلاینده بودن این نوع فعالیت احراز گردد. اصطلاح آلودگی مشتق از کلمه یونانی پلوتوس است به معنی ناپاکی. بنابراین، منظور از آلودگی عبارت است از فرآیندی که باعث افزودن مواد مضر یا کثیف به زمین، هوا، آب، محیط و غیره شده، به طوری که برای استفاده بهینه نامطلوب باشد [۳۸]. سازمان همکاری و اقتصادی توسعه آلودگی را ورود مواد یا انرژی به محیط‌زیست توسط انسان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌داند که در نتیجه اثرات زیان‌بار آنها سلامت انسانی به خطر بیفتد، به منابع زنده و اکوسیستم آسیب برسد، امکانات را مختل کند و یا با دیگر استفاده‌های مشروع از محیط‌زیست تداخل داشته باشد [۳۹].

در بحث آلودگی‌های دریایی نیز طبق ماده یک (شق ۴ بند ۱) کنوانسیون حقوق دریاها، آلودگی دریایی عبارت است از وارد کردن مواد یا انرژی به محیط‌زیست دریایی، از جمله مصب رودخانه‌ها، به‌وسیله انسان، به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم که اثرات زیانباری همچون آسیب به منابع زنده و حیات دریایی، خطر برای سلامت انسان، ایجاد مانع در فعالیت‌های دریایی شامل ماهیگیری و سایر استفاده‌های مشروع از دریا، لطمه به کیفیت آب از لحاظ استفاده از آن و کاهش مطبوعیت آن داشته یا اینکه چنین اثراتی محتمل باشد. آن‌گونه که ملاحظه می‌گردد آلودگی در همه تعاریف، مشابهت‌های زیادی دارد به طور خاص اینکه در همه تعاریف موجود، استفاده از یک ماده، نه به دلیل ویژگی فیزیکی آن ماده، بلکه به دلیل اثرات مخرب احتمالی آن، منجر به پدیده آلودگی می‌شود. چنانکه در بخش نخست مقاله اشاره شد، طی فرآیند بارورسازی اقیانوس‌ها، مقادیر

نیست. دیوان بین‌المللی حقوق دریاها در قرار صادره در قضیه ماهی‌های تن باله آبی، از لفظ آسیب شدید استفاده نموده و مقرر می‌دارد که طرفین باید به صورت محتاطانه و احتیاطی عمل کنند تا از آسیب‌های شدید به ذخایر این ماهیان پیشگیری شود [۴۳]. نکته مهم دیگری که در این رأی بیان شده است، الزام خواننده (ژاپن) به اتخاذ تدابیر حفاظتی و احتیاطی نسبت به ماهی‌های باله آبی با توجه به عدم قطعیت علمی است. از رویه کشورهای عضو اتحادیه اروپا و نیز دیوان دادگستری اتحادیه اروپا نیز شرایطی همچون عدم قطعیت علمی نسبت به خطر ورود خسارت و همچنین شدید بودن خسارت را به عنوان شرایط لازم جهت اتخاذ اقدامات احتیاطی می‌توان استخراج نمود^۱.

با توجه به آنچه بیان شد، عناصر شاکله اصل احتیاط عبارت است از: اولاً امکان یا احتمال آسیب شدید، آلاینده‌گی غیرقابل بازگشت یا تخریب بسیار گسترده به محیط‌زیست در اثر یک فعالیت؛ ثانیاً، عدم قطعیت علمی؛ بدین معنی که اظهارنظر دقیق علمی با دلایل قابل استناد و قابل اثبات امکان پذیر نباشد، بلکه بر اساس بیشترین و بهترین اطلاعات علمی موجود، عمل مربوطه برای محیط زیست، مضر تشخیص داده شده باشد. ثالثاً، پیامدها و آثار ناشی از فعالیت به لحاظ عدم قطعیت، قابل پیش‌بینی نبوده، بلکه صرفاً تخمینی است [۴۴].

بر همین اساس، در چارچوب فناوری‌های نوظهور، احتیاط به این نحو تفسیر می‌شود که اگر هرگونه شک و ابهامی راجع به ایمنی فناوری در قبال محیط‌زیست وجود داشته باشد، آن فناوری باید به شدت محدود یا ممنوع شود، مگر اینکه بتوان ثابت کرد که برای محیط‌زیست ایمن است [۴۵].

با توجه به آنچه بیان شد، اعمال احتیاط بر فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها موضوعی پیچیده است که ماهیتی دوگانه دارد؛ به ویژه با توجه به اختلاف‌نظر بر سر میزان عدم قطعیت علمی این فناوری و نیز هدف آن که مقابله با تغییرات اقلیمی و به نوعی کمک به حفظ محیط‌زیست است. از یک جهت می‌توان استدلال کرد که به دلیل عدم قطعیت علمی این فناوری و با توجه به اینکه احتمال خطر آسیب جدی و شدید به محیط زیست وجود دارد، بنا بر اصل احتیاط این فناوری باید محدود و حتی متوقف گردد. اما از سوی دیگر، مزیت عمده این فناوری یعنی کاهش خطرات ناشی از تغییر اقلیم از دید منتقدان پنهان مانده است. ضمن آنکه توقف فعالیت‌های مرتبط با آن با استناد به احتیاط در مغایرت با بند ۳ ماده ۳ کنوانسیون چارچوب مقابله با تغییرات اقلیمی است که بیان می‌دارد، «عدم قطعیت علمی کامل نباید به عنوان دلیل به تعویق انداختن اقدامات مؤثر در پیش‌بینی، پیشگیری یا کاهش تغییرات اقلیمی باشد». منظور از اقدامات مؤثر از نظر این کنوانسیون اقداماتی است که همه منابع و سینک‌های ذخیره گازهای گلخانه‌ای را پوشش دهد و چنانکه در قسمت

پرداخت غرامت به زیان‌دیدگان می‌باشند. ممر اصلی بودجه این صندوق، عوارض دریافتی از شرکت‌های نفتی بین‌المللی است که نشان می‌دهد مبنای این سازوکار تأمین مالی، «اصل پرداخت توسط آلوده‌ساز» است که الگوی مناسبی برای جبران خسارات ناشی از بارورسازی است، با این تفاوت که بودجه آن باید توسط صنایع وابسته به سوخت فسیلی تأمین شود زیرا انتشار سوخت‌های فسیلی عامل اصلی تغییر اقلیم به عنوان، پدیده‌ای است که بارورسازی اقیانوس‌ها درصدد جبران آن است.

چالش مهمی که در اعمال اصل پرداخت توسط آلوده‌ساز بر فرآیند بارورسازی اقیانوس‌ها وجود دارد، مسئله اثبات انتساب عمل آلاینده (بارورسازی) به دولت یا دولت‌های آلوده‌ساز است. چراکه بارورسازی اقیانوس‌ها تنها عامل خطرآفرین برای اقیانوس‌های جهان نیست. تغییر اقلیم، آلودگی‌های ناشی از زباله‌ها به‌ویژه پلاستیک‌ها و سایر فعالیت‌های انسانی همه به آلاینده‌گی دریاها کمک می‌کند و اثرات مضر بر محیط‌زیست دریایی دارند. در نتیجه در عمل، تشخیص اینکه یک آسیب مشخص ناشی از فعالیت‌های مرتبط با بارورسازی اقیانوس‌ها است یا منبع دیگر، دشوار است [۴۱].

۴.۵. احتیاط (precautionary Principle or precautionary approach)

بر خلاف پیشگیری، احتیاط، ابزاری مؤثر برای مدیریت خطر در زمان عدم قطعیت علمی یا نامشخص بودن خطرات فناوری‌های نو است [۴۲]. از احتیاط به عنوان یکی از مهم‌ترین نوآوری‌های حقوق بین‌الملل محیط زیست یاد می‌شود هرچند محتوا و ماهیت حقوقی آن مبهم است و دولت‌ها درک یکسانی از آن ندارند. دریک‌سو موافقان احتیاط قرار دارند که معتقدند اگر شواهد قطعی در مورد آسیب‌زا بودن یک فعالیت وجود نداشته باشد (عدم قطعیت علمی)، فعالیت‌هایی که احتمالاً محیط‌زیست را تهدید می‌کنند را باید ممنوع یا لاقط محدود ساخت، از طرف دیگر منتقدان، آن را عاملی می‌دانند که توسعه فناوری‌های نو را با چالش مواجه می‌سازد و اعمال آن، خطر محدود شدن فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی کشورها را به دنبال خواهد داشت. سندز معتقد است هیچ‌گونه فهم روشن و واحدی از معنی اصل احتیاط در جامعه بین‌المللی وجود ندارد و در عام‌ترین سطح به این معنی است که دولت‌ها می‌پذیرند اگر تصمیماتشان دارای پیامدهای منفی احتمالی برای محیط‌زیست باشد، با دقت و دوراندیشی اقدام کنند [۲۴]. از مجموع فحوای اسناد بین‌الملل، رویه دولت‌ها در قالب دادخواست‌هایی که به مراجع قضایی ارائه داده‌اند، دکتترین حقوقی و اندک رویه قضایی موجود، این‌گونه به نظر می‌رسد، زمانی به احتیاط استناد می‌شود که در خصوص پیامد آلودگی و تخریب محیط‌زیست، عدم قطعیت علمی وجود داشته باشد یا آنکه خطر جدی دال بر تخریب زیستی در مقیاس بزرگ مطرح شود یا انقراض نسل گونه‌های گیاهی یا جانوری مطرح باشد اما در عین حال مدارک و دلایل روشنی در این رابطه موجود نباشد. یکی از معضلات جدی در استناد به احتیاط، عینی کردن معیارهایی مثل پیامد و آسیب زیست‌محیطی است که در تعریف آن استفاده می‌شود و در این زمینه برخلاف اصل پیشگیری، رویه قضایی غنی

۱. برای مثال، دیوان دادگستری جوامع اروپایی در قضیه جنون گاوی بیان داشت: «زمانی که عدم یقین در مورد وجود یا دامنه خطرات نسبت به سلامت و بهداشت افراد وجود داشته باشد، نهادها (اتحادیه) بی‌آنکه منتظر بمانند تا واقعیت و شدت این خطرات به طور کامل به اثبات برسد، می‌توانند تدابیری را اتخاذ کنند».

پژوهش حاضر حاصل روش تحقیقی کیفی با استفاده از فن توصیف و تحلیل محتواست، در ابتدای امر با استفاده از منابع کتابخانه‌ای موجود به بررسی مزایا و معایب احتمالی بارورسازی اقیانوس‌ها به عنوان یکی از فناوری‌های نوین مقابله با تغییرات اقلیم پرداخته‌ایم و سپس از طریق تحلیل محتوای مرتبط‌ترین اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست، ظرفیت‌های این اصول در تنظیم‌گری این فناوری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

یافته‌ها و نتایج

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که:

اولاً بارورسازی اقیانوس‌ها در کنار مزایای بیان‌شده می‌تواند تهدیداتی همچون پیدایش شکوفه‌های جلبک سمی، کمبود اکسیژن، تغییر در توازن مواد مغذی و ساختار زیست بوم‌های دریایی و اسیدی شدن اقیانوس‌ها به دنبال داشته باشد.

ثانیاً به رغم اهمیت به نظم کشیدن این فناوری توسط حقوق بین‌الملل، تاکنون تنها دو سند یعنی کنوانسیون تنوع زیستی و پروتکل لندن از طریق اقدامات صورت گرفته توسط کنفرانس اعضاء، مقرراتی را با هدف ایجاد محدودیت فراروی انجام آزمایش‌های مربوط به بارورسازی اقیانوس‌ها وضع نموده‌اند اگرچه تصمیمات کنفرانس اعضاء کنوانسیون تنوع زیستی و پروتکل لندن به عنوان نخستین اقدامات رسمی صورت گرفته اهمیت بسزایی دارند اما با چالش‌هایی همچون ماهیت غیر الزام‌آور، عدم مشارکت جهانی و گسترده و ناهماهنگی در رویکرد اتخاذی نسبت به فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها مواجه‌اند.

ثالثاً، در شرایط ذکرشده، استفاده از اصول حقوق بین‌الملل محیط زیست جهت پر کردن خلأهای موجود و تکمیل اسناد معاهداتی می‌توانند راهگشا باشد چراکه اغلب اصول، ضمن برخورداری از مبنای عرفی الزام‌آور که دایره شمول آنها را افزایش می‌دهد، صرفاً محدود به کشورهای عضو معاهدات مرتبط نمی‌باشند. علاوه بر این، در چارچوب بحث حاضر که مواجهه با یک فناوری جدید است، اهمیت و نقش اصول حتی از حوزه‌های قدیمی‌تر حقوق بین‌الملل محیط‌زیست نیز فزون‌تر است چراکه اصل احتیاط مختص شرایطی است که جامعه با عدم قطعیت علمی و پیشرفت‌های سریع علمی و فناورانه مواجه شده است. بر این اساس و طبق تحلیل‌های به عمل آمده، در شرایط کنونی که هنوز فناوری بارورسازی اقیانوس‌ها در مرحله آزمایشی و تحقیقاتی به سر می‌برد، با توجه به اینکه رویکرد پیشگیرانه وجه غالب در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست بوده و می‌رود تا جای رویکرد جبران خسارت را بگیرد، و از سوی دیگر ماهیت بارورسازی اقیانوس‌ها به گونه‌ای است که تبعات و آسیب‌های فرامرزی و حتی جهانی احتمالی را به دنبال خواهد داشت، تحت شمول اصولی همچون ارزیابی اثرات زیست محیطی، استفاده غیر زیان‌بار از سرزمین و احتیاط قرار می‌گیرد، اما چنانچه در آینده به مرحله *استقرار میدانی* در حد گسترده برسد، علاوه بر اصول یاد شده، اصل پرداخت توسط آلوده‌ساز (وجه پسینی) و اصل پیشگیری نیز رفتار استفاده‌کنندگان از فناوری یاد شده

نخست مقاله و در تبیین عملکرد بارورسازی اقیانوس‌ها اشاره شد، این فناوری به دنبال تقویت اقیانوس‌ها به عنوان یکی از ظرف‌شویی‌های مهم ذخیره کربن و گازه‌های گلخانه‌ای است. که مطابق ماده ۳ عدم قطعیت علمی نباید مانعی برای عملکرد آن - به عنوان یک روش مقابله با تغییر اقلیم - باشد. به نظر می‌رسد یکی از راه‌حل‌های غلبه بر این دوگانگی، این باشد که تصمیم‌گیرندگان بین‌المللی، خطرات زیست‌محیطی ناشی از تغییر اقلیم و آسیب‌های زیست‌محیطی احتمالی برخاسته از بارورسازی اقیانوس‌ها را مورد سنجش قرار داده و بسته به میزان اثرگذاری و خطری که در پی دارند نسبت به اعمال یا عدم اعمال احتیاط تصمیم‌گیری شود. [۴۶] این شیوه شبیه آنچه در مدیریت از آن به هزینه - فایده طرح‌های اقتصادی یاد می‌شود است. در اینجا اصل احتیاط به مثابه یکی از ابزارهای سنجش عیار طرح، مطرح می‌شود؛ به‌ویژه زمانی که موضوع طرح‌های بدیع و نو مطرح باشد و کارشناسان در خصوص پیامدهای جدی یا غیرقابل بازگشت یا گسترده آن طرح، بر محیط‌زیست، دچار تردید و شک باشند و با قطعیت علمی نتوان آن ادعا را اثبات کرد. البته رسیدن به اجماع در این زمینه کار آسانی نیست و از همین روی باید دید در صورتی که بنا باشد این فناوری در سطح گسترده اجرا شود آیا اصل احتیاط می‌تواند به عنوان عامل سنجش اهمیت منافع و مزایای زیست‌محیطی بارورسازی در قبال معایب زیست‌محیطی آن به درستی ایفای نقش کند یا خیر. هرچند به گمان برخی از حقوقدانان، احتمال اینکه جامعه بین‌المللی با استناد به اصل احتیاط، ممنوعیت بارورسازی اقیانوس‌ها را بر قاعده‌مند ساختن آن ترجیح دهد، از قوت بیشتری برخوردار است [۴۷]. آنچه این فرض را تقویت می‌کند نگرش منفی و محدودکننده اغلب اسناد زیست‌محیطی مثل کنوانسیون حقوق دریاها و نیز تصمیمات کنفرانس اعضاء کنوانسیون تنوع زیستی و پروتکل لندن است. همان‌طور که در مقدمه بیان شد، اولین تصمیم کنفرانس اعضاء کنوانسیون تنوع زیستی در این رابطه در سال ۲۰۰۸ اتخاذ گردیده که با تکیه بر رویکرد احتیاطی، از اعضاء و دیگر دولت‌ها می‌خواهد مادامی که مبنای علمی کافی (شامل ارزیابی خطرات مرتبط و سازوکار کنترل و نظارت جهانی شفاف و مؤثر) برای توجیه بارورسازی اقیانوس‌ها وجود ندارد، از انجام آن خودداری ورزند [۴۸]. مگر آنکه در قالب تحقیقات علمی در مقیاس کوچک، در آب‌های ساحلی و با هدف جمع‌آوری داده‌های علمی باشد. تصمیمات دیگری نیز در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۶ در زمینه ژئومهندسی اتخاذ شد که مؤید تصمیم ۲۰۰۸ کنفرانس اعضاء است. اعضاء پروتکل لندن نیز با صدور قطعنامه‌های جداگانه در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ و اصلاحیه ۲۰۱۳، ضمن ممنوع کردن افزودن بدون مجوز هر نوع ماده‌ای به دریا برای بارورسازی آن، صدور مجوز را منوط به رعایت اهداف پروتکل و انجام ارزیابی‌های زیست محیطی نموده‌اند. این تصمیمات گویای رویه دولت‌ها در ممنوعیت (کنوانسیون تنوع زیستی) و محدودیت (پروتکل لندن) است.

برند. اما در کنار معاهدات، در فرآیند تدوین و توسعه حقوق بین‌الملل محیط‌زیست همانند سایر شاخه‌های علم حقوق، اصولی شکل گرفته اند که از آنها می‌توان به عنوان ارکان اصلی و اصول بنیادین حقوق بین‌الملل محیط‌زیست یاد کرد. این اصول نه تنها در روند ایجاد قواعد بین‌المللی زیست‌محیطی، بلکه در اجرا و تفسیر معاهدات زیست‌محیطی و حل اختلاف میان دولت‌ها نیز نقش مهمی بازی می‌کنند.

اصول در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست مستقیماً قابل استناد بوده و بنا به ماهیت عرفی یا معاهداتی که دارند لازم‌الاجرا هستند. علاوه بر این در چارچوب بحث حاضر، ضرورت‌های ناشی از پیشرفت‌های سریع فناورانه از جمله فناوری مورد بحث، ایجاب می‌کند که از دشواری‌های مربوط به مذاکره و تصویب معاهده و اسناد الزام‌آور، اجتناب کرده و به جای آن کشورها را برای توافق سریع‌تر روی استانداردها، اهداف و اصول کلی تشویق نمود.

مشارکت نویسندگان

نگارش تکمیلی و افزودن تجزیه و تحلیل و اصلاح پلان و نیز انجام بخشی از کارهای جستجو بر عهده نویسنده نخست، بخش دیگر جستجو و نگارش اولیه مقاله بر عهده نویسنده دوم مقاله بود. به‌طور کلی، میزان مشارکت به‌صورت شصت درصد بر عهده نویسنده نخست و مسئول و چهل درصد بر عهده نویسنده دوم می‌باشد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

- [1] The Royal Society, *Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty*, Report. 2009.
- [2] Amendment to The 1996 Protocol to The Convention On the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter, 1972 to Regulate Marine Geoengineering, 2013.
- [3] CBD. Decision IX/16: Biodiversity and Climate Change. Ninth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, COP 9 (Nagoya, Japan: Convention on Biodiversity (CBD). (2008)
- [4] CBD. Decision X/33: Biodiversity and climate change Tenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, COP 10 (Bonn, Germany: Convention on Biological Diversity (CBD)). (2010)
- [5] CBD Decision XI/ 20. Eleventh Meeting of the Conference of Parties to the Convention on marine biodiversity. (2012)
- [6] CBD Decision XIII/14: Climate-related geoengineering. Thirteenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, COP 13 (Cancun, Mexico: Convention on Biological Diversity (CBD) (2016).

(دولت‌های مبدأ) را به نظم خواهند کشید. زیرا پاشنه آشیل اصول اخیرالذکر، وقوع خسارت ناشی از بارورسازی اقیانوس‌ها، قطعیت علمی و پیش‌بینی پذیری در خصوص آسیب‌هایی است که اگر اقدامات پیشگیرانه به عمل نیاید، قطعاً رخ خواهند داد.

در میان اصولی که در شرایط حال حاضر نسبت به فرآیند بارورسازی اقیانوسی قابل اعمال، ماهیت عرفی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و استفاده غیر زبان‌بار از سرزمین، توسط مراجع قضایی و داوری بین‌المللی بارها مورد تأکید قرار گرفته است، اما در خصوص اصل احتیاط وضعیت متفاوت است لذا به‌رغم اینکه قانون‌گذاری احتیاطی از ابزارهای اصلی مدیریت خطر و برخورد با عدم قطعیت علمی محسوب می‌شود، مادامی‌که اصل احتیاط ماهیت عرفی پیدا نکرده یا در یک معاهده جمعی با موضوع تنظیم ژئومهندسی قید نشود، حوزه عملکرد محدودی خواهد داشت. توجه به تفاوت رویکرد دولت‌ها در کاربرد احتیاط نسبت به بارورسازی اقیانوس‌ها دشواری این مسیر را نمایان می‌سازد. بنابراین به این نتیجه دست می‌یابیم که چنانچه دولتی تصمیم دارد آزمایش‌های بارورسازی اقیانوسی را در مناطق تحت صلاحیت خود انجام دهد و یا مجوز آن را صادر نماید باید اقدامات و تدابیر لازم را به عمل آورد تا انجام آزمایش‌های بارورسازی، موجب ایراد خسارت زیست محیطی به قلمرو سایر کشورها یا مناطق خارج از صلاحیت ملی‌اش نشود، قوانین داخلی در رابطه با مسئولیت زیست‌محیطی و جبران خسارات احتمالی وارده به سایر کشورها را وضع نماید و با توجه به احتمال بروز آسیب‌های فرامرزی اقدام به ارزیابی آثار و خطرات زیست محیطی نموده و نتایج آن را در اختیار دولت‌های متأثر و سازمان‌های ذیصلاح قرار دهد. با توجه به قلمرو گسترده اصل ارزیابی اثرات زیست محیطی، چنانچه آزمایش‌های بارورسازی در دریاهای آزاد انجام شود با توجه به اینکه احتمال ایراد آسیب و خطر برای مشترکات جهانی وجود دارد، دولت یا دولت‌های انجام دهنده ملزم به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی هستند و تنها از این روش می‌توان امید داشت که از آسیب جدی به محیط‌زیست به ویژه محیط زیست دریایی پیشگیری می‌شود.

نتیجه‌گیری

بارورسازی اقیانوس‌ها یکی از فناوری‌های نوظهور برای مقابله با تغییرات اقلیمی شناخته می‌شود که با خود مزایا و خطرات زیست محیطی به دنبال دارد. گستره تهدیدات این فناوری همانند مزایای آن می‌تواند گسترده، مرز گذر و جهانی باشد و از این رو ضرورت نظارت بین‌المللی را فارغ از محل انجام آن (آب‌های تحت صلاحیت ملی یا دریاهای آزاد) ایجاب می‌کند. به جهت نو بودن این فناوری، از میان معاهدات زیست محیطی مرتبط، کنوانسیون و پروتکل لندن و کنوانسیون تنوع زیستی تنها اسنادی هستند که اعضاء آنها از طریق تصمیمات کنفرانس اعضا، و تهیه اصلاحیه صراحتاً روش بارورسازی اقیانوس‌ها را با استدلال عدم قطعیت علمی و لزوم داشتن رویکرد احتیاطی، با محدودیت‌های شدید و گاهی ممنوعیت به نظم کشیده اند؛ اسناد یاد شده و همین‌طور اقدامات اعضای آنها از خلأهایی همچون عدم مشارکت جهانی جهت تنظیم بارورسازی اقیانوس‌ها رنج می‌

- Legal Issues, and Governance Frameworks Cambridge University Press, 2013, p 221-241
- [19] Lampitt, R.S., Achterberg, E.P., Anderson, T.R., Hughes, J.A., Iglesias-Rodriguez, M.D., Kelly-Gerreyn, B.A., Lucas, M., Popova, E.E., et al., [Ocean fertilization: a potential means of geoengineering?] *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 2008;366:3919–3945
- [20] Powell, H, [What Are the Possible Side Effects? The uncertainties and unintended consequences of manipulating ecosystems].2008, Available from: www.who.edu, (accessed at 14th may 2020)
- [21] Williamson, P and Turley, [ocean acidification in a geoengineering context] ,*Philosophical Transactions of the Royal Society a Mathematical Physical and Engineering Sciences*. 2012; 370: 4317-42.
- [22] Pur hashemi, A and Arghand, B, *International Environmental Law*, Dadgostar, Tehran.2013:p 1-293.
- [23] Sands, ph. *Principles of International Environmental Law.*, Manchester University Press: 1995,
- [24] Ramzani Ghavam abadi, M, [Quick Review of the Principle of the Un harmful (Sustainable) Utilization of Territory in International Environmental Law], Department of Environmental Law, *Environmental Sciences Research Institute*, Shahid Beheshti University. 2007;4: 58-73, (In Persian)
- [25] Reports of International Arbitral Awards recull des sentences arbitrales Trail Smelter case (United States, Canada) 16 April 1938 and 11 March 1941 VOLUME III pp. 1905-1982
- [26] Corfu Channel case (UK v. Albania) (1949), I.C.J.
- [27] ICJ, Nuclear Weapons Advisory Opinion,1996.
- [28] Mahmoudi Kordi, Z and Yar Mohammadi, R, [Analysis of the Elements of Obligation to Prevent Trans boundary Environmental Harm], *Public Law Research*, 2020.66:244-268, (In Persian)
- [29] Kurukulasuriya and Robinson, *UNEP Training Manual on International Environmental Law*, UNEP | Nairobi, Kenya . 2006.
- [30]. Xue, H,[Transboundary Damage in International Law],*Cambridge University Press*, 2003, Vol. 27 pp. 162,163
- [7] Secretariat of the Convention on Biological Diversity, *Scientific Synthesis of the Impacts of Ocean Fertilization on Marine Biodiversity, Technical and Regulatory Matters*, Technical Series No.45, 2009.
- [8] Basu, S and Mackey, R, [Phytoplankton as Key Mediators of the Biological Carbon Pump: Their Responses to a Changing Climate], *Sustainability*, 2018; 10(3):1-18
- [9] Ghorbani, R, Ebrahimi, M.R, Rahimi, R. [Fundamentals of Oceanography] , Duxbury, A. B and Duxbury, A.C, Sverdrup K. A.(Author). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,2004.
- [10] Bopp, L. Bowler, Ch. Guidi, L. Karsenti, E, Vargas, C, 2015, [The Ocean: A Carbon Pump],*Institute Publication*, 2013, 1-18p 185-220.
- [11] Broder, Sh, P and Marcus H, The International Legal Regimes Governing Ocean Iron Fertilization, in Harry N. Scheiber Jin-Hyun Paik (Eds.) *Regions, Institutions, and Law of the Sea*, Brill | Nijhoff;2013. p 185-220.
- [12] Kovac, L,[Ocean fertilization - What next?] *Macquarie Journal of International and Comparative Environmental Law*. 2013;9 :39-65.
- [13] Birnie, P,[Law of the Sea and Ocean Resources: Implications for Marine Scientific Research] , *The International Journal of Marine and Coastal Law*, 1996;10(2):229-251.
- [14] United Nations Convention Law of the Sea 1982. Leinen, M, Whilden, K, Whaley, D, LaMotte, R, [Why ocean iron fertilization], 2009.
- [15] Strong, Aaron L., John J. Cullen, and Sallie W. Chisholm, [Ocean Fertilization: Science, Policy, and Commerce], *Oceanography*.2009;22(3),236–261
- [16] Bertram, Ch, [Ocean iron fertilization in the context of the Kyoto protocol and the post-Kyoto process], *Energy Policy*. 2010;38: 1130–1139.
- [17] Whilden, k. Leinen, M, Whaley, D, Grant, B,[Ocean Fertilization as an Effective Tool for Climate Change Mitigation], *International Emissions Trading Association, Greenhouse Gas Market Report*.2007.136-140
- [18] Abate, R S, Ocean Iron Fertilization: Science, Law, and Uncertainty, in Wil C. G. Burns and Andrew L. Strauss(Eds). *Climate Change Geoengineering Philosophical Perspectives*,

- [38] <https://www.oecd.org/environment/> [Accessed 15th December 2021]
- [39] Yazdan Panah, H, Functions of the principle of polluter pays in environmental law, Thesis, 2011.
- [40] Brent, k, Burns, W, McGee, J, [Governance of Marine Geoengineering], SPECIAL REPORT, by the Centre for International Governance Innovation, 2019
- [41] Falkner, R and Jaspers, N, [Regulating nanotechnologies: risk, uncertainty and the global governance gap] Global environmental politics. 2012;12 (1): 30-55. 43
- [42] Southern Bluefin Tuna cases (New Zealand v. Japan; Australia v. Japan), August 27, 1999, International Tribunal for the Law of the Sea
- [43] Moulaei, A and lotfi, H, [The Fragility of the Borders of Precautionary and Preventive Principles], *cilamag*. 2019; 60: 269-290, (In Persian)
- [44] Goklany, M. The precautionary principle: a critical appraisal of environmental risk assessment, Cato Institute: 2001
- [45] Tedsen, E and Homann, G, [Implementing the Precautionary Principle for Climate Engineering], CCLR. 2013, 7(2), 89-100.
- [46] Bodansky, D, [May We Engineer the Climate?], Climatic change, 1996; 33: 309-321.
- [31] Barboza, J, [International liability for the injurious consequences of acts not prohibited by international law and protection of the environment], *Recueil de Cours*, 1994, vol 247, 293-347.
- [32] Tianbao, Q, Fang, H, Environmental Impact Assessments in Protection and Preservation of the Marine Environment, in Myron H. Nordquist, John Norton Moore, and Ronán Long, (Eds.) Cooperation and Engagement in the Asia-Pacific Region, Center for Oceans Law and Policy, Brill | Nijhoff, 2019; 23: 139-160.
- [33] Salari, S, [Transboundary Environmental Impact Assessment in International Environmental Law], Public Law Studies Quarterly. 2020; 4: 1331-1355, (In Persian)
- [34] Case concerning Land Reclamation by Singapore in and Around the Straits of Johor (Malaysia v. Singapore), Provisional Measures, ITLOS No (2003), Paras 95
- [35] Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion submitted to the Seabed Disputes Chamber)
- [36] The South China Sea Arbitration (Philippines/ China) PCA Case 2016-19
- [37] Najafi, M, Saber nejad, A, [The Place of the Precaution Principle in the International Law of the Sea (With Emphasis on Southern Bluefish case)], J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No. 4, June, 2020

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Mahmoudi Kordi, Z., International Law Assistant Professor, Faculty of Law and Political Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

✉ z.mahmoudi@umz.ac.ir  [0000-0002-8126-9356](https://orcid.org/0000-0002-8126-9356)

Gholami miansarayi, M., Graduate of International Law, Faculty of Law and Political Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

✉ masume_gholami@yahoo.com  [0000-0003-1958-3464](https://orcid.org/0000-0003-1958-3464)

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

HOW TO CITE THIS ARTICLE



DOR: [20.1001.1.15621057.1401.13.51.10.3](https://doi.org/20.1001.1.15621057.1401.13.51.10.3)

 <http://doi.org/10.52547/joc.13.51.10>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1683-fa.html>

 <https://orcid.org/0000-0002-8126-9356>



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.