Addressing Ocean Acidification within the Framework of International law

Mustafa Salim Abed
University of Baghdad/ College of Law
dr.mustafa@colaw.uobaghdad.edu.iq

Received Date: 1/5/2025. Accepted Date: 3/6/2025. Publication Date: 25/12/2025.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Abstract

Abstract : The oceans contribute a fundamental role in regulating the Earth's climate by absorbing heat and almost a third of the total carbon from the atmosphere. As a result of human activity, the percentage of greenhouse gases in this atmosphere increased, and then the percentage of what the oceans absorbed from them increased, because ocean acidification and climate change are two phenomena that are closely interrelated. Close, because carbon dioxide is the largest greenhouse gas in terms of volume, and it is also the main cause of ocean acidification. This means that mitigating global warming by reducing carbon dioxide concentrations in the atmosphere will lead directly to mitigating the impact of ocean acidification.

In this research, we will discuss the available methods for dealing with ocean acidification in international law, as it is one of the most future threats to the marine environment. Some international agreements on the environment and research initiatives adopted by international organizations in this regard.

Keywords: International Law, Ocean Acidification, Marine Environment, Precautionary Principle, Sustainable Development.

مواجهة تحمض المحيطات في اطار القانون الدولي

مصطفى سالم عبد بخيت *
كلية القانون / جامعة بغداد
dr.mustafa@colaw.uobaghdad.edu.iq

تاريخ الاستلام: 2025/5/1. تاريخ القبول: 2025/6/3. تاريخ النشر: 2025/12/25.

المستخلص

تسهم المحيطات بدور أساسي في تنظيم مناخ الأرض من خلال امتصاص الحرارة وما يقارب ثلث اجمالي الكاربون من الغلاف الجوي، ونتيجة للنشاط البشري ارتفعت نسبة الغازات الدفيئة في هذا الغلاف ومن ثم ازدادت نسبة ما تمتصه المحيطات منها، ذلك إن تحمض المحيطات وتغير المناخ ظاهرتان مترابطتان بشكل وثيق، لكون أكسيد الكربون هو اكبر الغازات الدفيئة من حيث الحجم، وهو ايضاً المسبب الرئيس لتحمض المحيطات، ويعني هذا أن التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري عن طريق الحد من تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي سوف يؤدي بشكل مباشر إلى التخفيف من وطئه تحمض المحيطات.

يطرح هذا البحث الوسائل المتاحة لمعالجة تحمض المحيطات في القانون الدولي، لكونه يعد من اكثر التهديدات المستقبلية للبيئة البحرية، وللوهلة الاولى يمكن ملاحظة ان هذه الظاهرة لم يتم تناولها بشكل مباشر في اتفاقية دولية، إلا انه يمكن ملاحظة بعض الاشارات وسبل المعالجة التي جاءت بها بعض الاتفاقيات الدولية المعنية بالبيئة والمبادرات البحثية التي تبنتها المنظمات الدولية في هذا الشأن .

الكلمات المفتاحية: القانون الدولي، تحمض المحيطات، البيئة البحرية، مبدأ الحيطة، التنمية المستدامة.

* أستاذ مساعد دكتور

المقدمة
Introduction

أولاً: موضوع الدراسة

يمكن تعريف تحمض المحيطات بعملية تحول البيئة البحرية إلى أكثر حمضية نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في مياه البحر، اذ يشكل ارتفاع مستوى ثاني أكسيد الكربون في الجو أحد نتائج تغير المناخ العالمي، ومن ثم يتم امتصاص جزء كبير من ثاني أكسيد الكربون الإضافي من الجو بتحوله إلى حمض الكربونيك، وتؤثر زيادة تركيز حمض الكربونيك في مياه البحر على الكائنات الحية البحرية، بما في ذلك الأحياء المائية الصغيرة مثل الحيوانات المائية ذات الجهاز صدفي، والشعاب المرجانية، ومن ناحية أخرى تأصيره على أنواع مختلفة من الأسماك والحيتان، وتحدث هذه الظاهرة على نطاق عالمي فقد اصبحت أحد التحديات الهامة في دراسة المحيطات والتدابير البيئية.

وتجدر الإشارة إلى أن مستوى التحمُّض قد شهِدَ ارتفاعاً بنسبة 30 % على ما كان عليه ابان حقبة الثورة الصناعية، إذ تشير التقارير إلى امتصاص المحيطات خلال القرنين الماضيين، ما يقرب من ثلث غاز(ثاني أكسيد الكربون) الناتج عن الأنشطة البشرية، ومن ثم ترتب عليه زيادة في حموضة المحيطات، بل وأصبح من المرجح استمرار هذه الزيادة بالتوازي مع ارتفاع انبعاثات هذا الغاز، إلى ان تصل الى مستويات قياسية قد تنتشر آثارها الجسيمة بشكل كبير، على البيئة البحرية وما تحكمها من نظم إيكولوجية.

ولمحاولة إبطاء عملية تحمض المحيطات، هناك حاجة إلى تقليل نسبة ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو بتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، وتعزيز التنوع البيولوجي في المحيطات وحماية المناطق البحرية الهامة، يتطلب ذلك جهودًا عالمية للتحصيل والتوعية البيئية وتطوير تقنيات مستدامة للحد من التأثيرات السلبية على البيئة البحرية.

ثانياً : أهمية الدراسة

تنبثق أهمية دراسة هذا الموضوع من خطورة تحمض المحيطات إذ يعد تهديداً خطيراً للبيئة البحرية وللكائنات الحية فيها، فضلًا عن ذلك، قد يتسبب تحمض المحيطات في تغيرات في التوازن البيولوجي وانقراض أنواع عديدة من الحياة البحرية, لذلك، من المهم اتخاذ إجراءات للحد من انبعاثات الكربون والحفاظ على صحة وتوازن النظم البيئية البحرية.

ثالثاً : إشكالية الدراسة

تنطلق دراستنا من إشكالية رئيسة تتمحور حول كيفية مواجهة تحمض المحيطات على المستوى الدولي والتي ينبثق منها سؤالين هما:

ما المقصود بظاهرة تحمض المحيطات ؟

وما هي الطرق اللازمة لمواجهة هذه الظاهرة في إطار القانون الدولي ؟

رابعاً: خطة الدراسة

ولما تقدم أرتاينا دراسة الموضوع وفق خطة منهجية تتضمن مطلبين:

المطلب الأول: مفهوم تحمض المحيطات.

المطلب الثاني : الجهود الدولية لمواجهة تحمض المحيطات.

المطلب الأول

مفهوم تحمض المحيطات

First Requirement

Ocean Acidification Concept

لغرض الالمام بموضوع الظاهرة محل البحث وبيان أهم الاثار الناتجة عنها تمهيداً لبيان الجهود الدولية للتقليل من نتائجها، سوف نتناول في هذا المطلب ثلاث فقرات وفقاً للآتي:

أولاً: التعريف بتحمض المحيطات

إن تحمُض المحيطات هو عملية تحدث عندما ينخفض الرقم الهيدروجيني لمياه البحر، ويمكن تفسير الظاهرة محل البحث من الناحية العلمية بانه عندما يذوب ثاني أكسيد الكربون CO2 في الماء، فإنه يتفاعل مع (H2O) الماء لتكوين حمض الكربونيك (H2CO3)، الذي ينفصل ليشكل أيونات كربونات الهيدروجين (HCO3) ثم تتحد أيونات الهيدروجين مع أيونات الكربونات الموجودة في الماء لتكوين المزيد من أيونات كربونات الهيدروجين, الامر الذي ينجم عنه اثار وخيمة خاصة بالنسبة للكالسيوم الموجود في المياه والتي تتفاعل معه لتنتج مركبات كيميائية ضارة ببعض الكائنات البحرية[1].

ويختلف تحمض المحيطات اختلافاً كبيراً عن تغير المناخ، ذلك أن التغير المناخي ينتج عن تفاعل تأثير تشكيلة من غازات المسببة للاحتباس الحراري، والتي تعمل على زيادة امتصاص الأرض من أشعة الشمس، بينما تحمض المحيطات ينتج عن إرتفاع معدلات غاز (ثاني أكسيد الكربون) في الهواء والذي ما يلبث ان يذوب في مياه المحيطات والبحار[2].

وعلى الرغم من عدم اليقين حول الاثار التي يمكن ان تنجم عن التغيرات المناخية، أصبحت التفاعلات الكيميائية التي تحدث فى المحيطات شبه مؤكدة ويمكن توقعها، كما إن عملية إذابة ثاني أكسيد الكربون في مياه البحر مستقلة إلى حد كبير عن تغير المناخ على الرغم من أن زيادة درجة حرارة مياه البحر تقلل من قابلية ذوبان ثاني أكسيد الكربون، لن يكون لتقليل تركيزات غازات الدفيئة الأخرى أي تأثير على تحمض المحيطات بخلاف المساعدة في تقليل الزيادة الإجمالية في درجة الحرارة، قد يتطلب التخفيف من تحمض المحيطات الذي تحركه بشكل أساسي تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أهدافاً تختلف عن أهداف التخفيف من حدة المناخ[3]، إذ قد تحدث تأثيرات تحمض المحيطات بشكل مختلف عن التأثيرات المناخية الأوسع في الغلاف الجوي وبالمثل، فإن مقترحات الهندسة الجيولوجية لتغيير ميزانية إشعاع الغلاف الجوي، وجعلها أكثر انعكاساً على سبيل المثال عن طريق وضع جزيئات الكبريتات في الغلاف الجوي العلوي، لن يكون لها تأثير على نسبة غاز (ثاني أكسيد الكربون) في غلاف الارض الجوي، ولن تساعد في التخفيف من تحمض المحيطات، ومع ذلك، فإن الإزالة الفعالة لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي من شأنها أن تقلل من تحمض المحيطات[4].

ثانياً: أسباب ظاهرة تحمض المحيطات[5]:

- **ارتفاع نسبة تركيز غاز (أكسيد الكربون) في مياه المحيطات**: ان ارتفاع مستوى هذا الغاز يمكن ان يؤثر بشكل واضح على الكائنات البحرية في قيعان البحار والمحيطات بسبب تتراكم بقاياها وتتشكل الشعاب المرجانية، فضلاً عن ذلك فان هذه الكائنات قد تطلق عنصر الكالسيوم في تلك المياه، ومن ثم ينجم عن ذلك اضرار جسيمة مستقبلية على التركيب الكيميائي للمياه لأنها تزيد من نسبة حموضتها بشكل حتمي.
- **ارتفاع نسبة تركيز غاز (أكسيد الكربون) في الغلاف الجوي للارض**: من المؤكد علمياً أن الاضار الناتجة عن زيادة تركيز هذا الغاز في الغلاف الجوي، تنتقل لمياه البحار والمحيطات، لكون هذا الغاز الناتج عن الانشطة البشرية المتنوعة قد يزيد من تلوث تلك المياه بسبب ذوبانه فيها، الامر الذي يستتبع زيادة في درجة حموضتها بشكل مؤكد.
- **زيادة تركيز (أيونات الهيدروجين) في مياه المحيطات**: ان زيادة تركيز هذه الايونات له اثار سلبية على مياه المحيطات والبحار بسبب حدوث بعض التفاعلات الكيمائية عند اندماج هذه الايونات مع عناصر مركبات أخرى

موجودة في المياه كالنيتروجين، الامر الذي يؤدي الى زيادة حموضة تلك المياه[6].

- **زيادة استخدام الوقود الأحفوري**: ان زيادة استهلاك الوقود مثل مشتقات النفط والفحم بسبب تطور وتعدد الانشطة البشرية يُنتج عنه زيادة كبيرة في كثافة غاز(ثاني أكسيد الكربون) عند الاحتراق، في الغلاف الجوي والذي بدوره يشق طريق للذوبان في مياه المحطات من خلال تساقط الأمطار المشبعة بالكاربون، بل ومن خلال الذوبان المباشر في تلك المياه.
- **مشكلة النفايات والصرف الصحي**: هنالك بعض الدول المحاذية للبحار والمحيطات تتخلص من النفايات الصلبة والصناعية والتي تحتوي على مركبات كيمائية معقدة وخطيرة من خلال اغراقها في مياه تلك المحيطات بشكل دائم ومستمر، فضلاً عن ذلك فمن الثابت ان المياه الثقيلة للصرف الصحي، يتم تسريبها إلى المحيطات، الامر الذي يعمل على ارتفاع نسبة حموضة تلك المياه ايضاً.
- **الانشطة الزراعية غير الصحيحة** : تساهم الانشطة البشرية الزراعية بزيادة نسبة الحموضة، من خلال والوسائل والأساليب غير مناسبة التي يتبعها المزارعون والتي تتسبب بتآكل التربة، نحو عمليات غسل المواد الكيميائية إلى مجرى النهر الذ يصب بدوره في مياه البحار والمحيطات[7].

ثالثًا: الاثار الناتجة عن ظاهرة تحمض المحيطات

أظهرت الدراسات العديد من الاثار التي تنتج عن تحمض المحيطات ومن هذه الاثار ما يأتي:

(1) أثر تحمض المحيطات على النظم الايكولوجية: ان الكائنات البحرية ستتأثر بالتغيرات الكيميائية في بيئتها الناتجة عن تحمض المحيطات, إذ أن من المعروف أن عدداً من العمليات البيولوجية حساسة للتغيرات المتوقعة في كيمياء مياه البحر وخير مثال على ذلك هو ضعف قدرة بعض الكائنات الحية على بناء الهياكل العظمية أو الهياكل الواقية المصنوعة من كربونات الكالسيوم الناتجة عن درجة متواضعة من التحمض, اذ تعد كربونات الكالسيوم ($CaCO3$) واحدة من أكثر المواد شيوعاً المستخدمة في تكوين الهياكل العظمية والأصداف والهياكل الواقية الأخرى في الكائنات الحية البحرية, وتشمل كائنات التكلس البحرية العديد من المجموعات التصنيفية وتحتل مجالات بيئية متنوعة, على سبيل المثال تشمل الطحالب المرجانية، والرخويات مثل البطلينوس وبلح البحر والمحار, والقشريات مثل سرطان البحر، في

معظم هذه الكائنات يعد كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) هو المكون الرئيس "للجزء الصلب"[8].

مما يؤثر في النهاية على النظم البيئية بأكملها، فقد تطورت الكائنات الحية التي تشكل النظم الإيكولوجية للمحيطات على مدى آلاف السنين إلى بيئة مائية ذات تكوين ثابت بشكل ملحوظ، وعليه هناك سبب يدعو للقلق بشأن كيفية تأقلمها مع التغيرات الناتجة عن تحمض المحيطات أو التكيف معها[9].

وتُعرَّف النظم الإيكولوجية من خلال مجموعة معقدة من التفاعلات بين الكائنات الحية وكذلك بين الكائنات الحية وبيئتها المادية، وقد يؤدي اضطراب أي جزء إلى تأثيرات متتالية في جميع أنحاء النظام، ويمكن لتحمض المحيطات أن يخل بالنظم الإيكولوجية البحرية من خلال مجموعة متنوعة من التأثيرات إذ سيؤدي إلى تحولات زمنية ومكانية في التفاعلات بين الأنواع على سبيل المثال: التحولات في توقيت تطور العوالق الحيوانية بالنسبة لتوافر الغذاء، مما يؤدي للتغييرات في التفاعلات بين الحيوانات المفترسة وتفاعلات شبكة الغذاء الأخرى، وقد تكون هناك أيضاً تأثيرات على العمليات البيئية الأخرى مثل تدوير المغذيات، ومن المتوقع أن تؤثر العديد من التغيرات الفسيولوجية الناتجة عن تحمض المحيطات على المجموعات الوظيفية الرئيسة[10].

وتوضح التحليلات الحديثة أن النظم البيئية للشعاب المرجانية كانت بمثابة "مهد للتطور" عبر التاريخ البيولوجي للأرض، أي أن عدد الأنواع البحرية التي نشأت في النظم الإيكولوجية للشعاب المرجانية أكثر من أي نوع آخر, لذلك قد يؤثر الانخفاض في مرونة الشعاب المرجانية أو فقدان موائلها بشكل سلبي على التنوع البيولوجي البحري على المدى القصير والطويل, توفر هذه النظم البيئية أيضًا مجموعة متنوعة من الخدمات للبشر، بما في ذلك الترفيه ومصايد الأسماك وحماية السواحل، وعليه يشكل تحمض المحيطات مجموعة متنوعة من المخاطر على النظم البيئية للشعاب المرجانية، تتمثل إحدى نقاط الضعف في احتمال تأثير تحمض المحيطات على بنية الشعاب المرجانية نفسها، وقد يقلل التحمض من نمو الشعاب المرجانية عن طريق تقليل معدلات التكلس والتكاثر، كما قد يزيد أيضاً من انحلال أو تآكل هياكل الشعاب المرجانية الحالية[11].

وقد يؤثر تحمض المحيطات على النظم الإيكولوجية الساحلية بعدة طرق، إذ يمكن أن يؤثر بشكل مباشر على نمو وبقاء الكائنات الساحلية, سيما في مراحل الإنجاب والتطور المبكرة الحساسة، ويمكن أن يؤثر أيضاً على النمو والبقاء بشكل غير مباشر عن طريق تغيير ديناميكيات شبكة الغذاء ودورة المغذيات, من المحتمل أيضاً أن تؤثر

على النظم الإيكولوجية الساحلية، على ذلك وبصرف النظر عن النظام البيئي، هناك قلق من أن تحمض المحيطات إلى جانب العوامل الأخرى، سيقلل من التنوع البيولوجي للنظم الإيكولوجية البحرية من خلال انقراض الأنواع، مع عواقب مهمة محتملة، فمن المحتمل جداً في المستقبل حدوث تغييرات في وفرة الأنواع إما بشكل مباشر بسبب تحمل الأنواع أو عدم تحملها لتحمض المحيطات أو بشكل غير مباشر من خلال التغيرات في التفاعلات التنافسية والروابط الغذائية, واعتماد على حساسيات الأنواع، قد يؤدي تحمض المحيطات إلى انقراضات تقلل من التنوع البيولوجي للمجتمعات البحرية[12].

وتجدر الإشارة إلى أنه يتوفر القليل جداً من المعلومات حول تأثيرات تحمض المحيطات على التنوع البيولوجي, ولكن الدراسات في المناطق التي تكون فيها المياه عالية بشكل طبيعي في ثاني أكسيد الكربون قد توفر بعض المؤشرات على أنواع التغييرات التي يمكن أن تحدث مع تحمض المحيطات العالمي, على سبيل المثال تشير دراسات تكوين الأنواع بالقرب من الفتحات البركانية الغنية بثاني أكسيد الكربون في البحر الأبيض المتوسط إلى أن التحمض سيقلل من التنوع البيولوجي للمجتمعات القاعية البحرية الضحلة[13].

نخلص مما تقدم إلى أن تحمُّض المحيطات يتزايد بشكل مستمر وسريع، وان اثاره الجسيمة على البيئة والكائنات البحرية باتت من المسلمات العلمية، إذ تظهر الدراسات والبحوث تأثر معظم الكائنات البحرية بهذه الزيادة، الأمر الذي ينبئ عن تطور هذه الكائنات للتكيف مع درجة الحموضة الجديدة وامكانية حدوث طفرات جينية مع مرور الزمن بل وحتى امكانية انقراض بعض هذه الكائنات البحرية، ومن ثم فان هذه الاستنتاجات العلمية قد تضفي صعوبة بالغة على تقييم الاثار المستقبلية لظاهرة تحمُّض المحيطات على النظم الإيكيولوجية والبيئة البحرية والسلاسل الغذائية التي توفرها، وما يمكن ان يتبع ذلك من مشاكل اجتماعية واقتصادية تلوح في الافق.

(2) الآثار الاجتماعية والاقتصادية

انطلاقاً من الحقائق العلمية التي تؤكد تأثير التحمض على البيئة البحرية والنظم الإيكولوجية، فإن أي تطور أو تغيير يمكن أن يكون له عواقب بعيدة المدى على سلاسل الغذاء وفرص العمل والخدمات التي توفرها المحيطات والبحار، لاعتماد العديد من البشر على الموارد البحرية على الموارد البحرية في غذائهم وسبل معيشتهم. فمن المرجح أن يؤثر تحمض المحيطات على مصايد الأسماك، والانشطة الترفيهية التي توفرها المحيطات، من خلال الحد من وفرة بعض انواع الكائنات البحرية ذات الأهمية، مثل الاسماك والمحار وقنافذ البحر والعوالق البحرية ، فضلاً عن تلكؤ

شبكات الغذاء وسلاسل الانتاج التي توفرها البيئة البحرية نتيجة للتغيرات الكيميائية في خواص مياه المحيطات[14].

وبذلك يمكن ان يتهدد الأمن الغذائي لملايين الأشخاص، وتتاثر الصناعات المرتبطة بصيد الأسماك انكماش عائدات السياحة البحرية وانحسار الشعاب المرجانية[15].

فضلاً عن ذلك فأن ارتفاع التحمض في المحيطات، سيكون له اثر في التنوع البايولوجي لتلك المحيطات من خلال هبوط مستوى الموارد المتوفرة في البيئة البحرية كالطحالب والموائل، وما يستتبع ذلك من وانحسار للتنوع البيولوجي في المناطق الاكثر عرضة لخطر التحمض، اذ تظهر الدراسات والابحاث العلمية ان من آثار تحمض المحيطات حدوث تغيرات خطيرة ومضرة في خواص وسلوك بعض انواع الاسماك وقدرتها على التكاثر، كما تشير التقارير العلمية إلى أن استمرار ارتفاع حموضة المحيطات، سيؤدي إلى خسائر مالية لمختلف القطاعات الانتاجية والتجارية تقدر باكثر من 870 مليار دولار سنوياً، بحلول عام 2100[16].

المطلب الثاني

الجهود الدولية لمواجهة تحمض المحيطات

Second Requirement

International Efforts to Combat Ocean Acidification

ان مواجهة أخطار تحمُض المحيطات، ووضع الاستعدادات لمواجهتها، وتحديد الإجراءات التي يجب أن تتخذها الحكومات لتطوير خطط شاملة لحماية البيئة والمجتمع امراً غاية في الأهمية.

وهذا ما سنوضحه من خلال بيان الجهود الدولية لمواجهة هذه الظاهرة من خلال الاتفاقيات الدولية اولاً ثم المنظمات الدولية ثانياً.

أولاً: دور الاتفاقيات الدولية.

من منطلق اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار لعام 1982، والتي انشأت في مواد الجزء الثاني عشر منها التزاماً عاماً على جميع الدول بحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها[17]، واتخاذ جميع التدابير اللازمة، منفردة أو مجتمعة، لمنع تلوث البيئة البحرية من أي مصدر والحد منه والسيطرة عليه[18]، إلا أن من ابرز الطرق الوقائية التي يمكن اللجوء إليها للحد من خطر هذه الظاهرة وما ينجم عنها من اثار يمكن تجسيدها في مبدأ دولي مهم وبارز في اطار القانون الدولي للبيئة وهو **مبدأ الحيطة Precautionary Principle** ، والذي يعرف بانه "وجوب اتخاذ تدابير الوقاية عندما تكون هنالك أسباب معقولة للقلق بصورة مباشرة أو غير مباشرة على البيئة، مما يمكن ان يسبب مخاطر على صحة الانسان والاضرار بالموارد الحية والنظم

الايكولوجية"[19]، إذ تتجسد شروط تطبيق هذا المبدأ في احتمال تحقق الخطر او الضرر، ثم غياب اليقين العلمي حول الحالة موضوع البحث.

وقد اكدت على هذا المبدأ الاتفاقيات الدولية المعنية بالشؤون البيئية نحو ما جاء في نص الفقرة 3 من المادة 3 من اتفاقية الامم المتحدة الاطارية لتغير المناخ لعام 1992، على واجب الدول المتعاقدة في اتخاذ اجراءات احتياطية للوقوف أو تعليق أو الوقاية من الاثار الضارة للتغيرات المناخية والحد منها، فضلاً عن ذلك فقد جاء في ديباجة اتفاقية التنوع البيولوجي لعام 1992، على انه في حالة وجود خطر تدهور أو اختفاء خطير للتنوع البيولوجي، لا ينبغي استخدام عدم اليقين العلمي التام كذريعة لتأجيل التدابير اللازمة لمنع هذا الخطر أو تقليله.[20]

وزيادة في التفصيل يمكن تناول أبرز الاتفاقيات الدولية التي أولت الاهتمام لظاهرة تحمض المحيطات وهي اتفاقية المناخ الاطارية واتفاقيات التنوع البيولوجي والتي سنبينها تباعاً وفقاً للآتي:

أ_ اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية لتغير المناخ لعام 1992

ان الطريقة الأكثر فعالية لمنع تغير المناخ الخطير هي تثبيت مستوى غازات الدفيئة في الغلاف الجوي وينعكس هذا في الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وجميع الهيئات التابعة لها، وهو تحقيق "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخل البشري الخطير في النظام المناخي"[21]

وتُعد اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية واحدة من ثلاث اتفاقيات اعتُمدت في قمة ريو للارض وذلك عام 1992 بغية تعزيز كوكب مستدام للأجيال القادمة، وقد دخلت هذه الاتفاقية حيز التنفيذ عام 1994، وتحظى بعضوية شبه عالمية بفضل الدول الموقعة عليها البالغ عددها 197 دولة، إذ تهدف إلى تثبيت تركيز غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخل البشري الخطير في النظام المناخي..

فقد عملت هذه الاتفاقية استناداً لمبدأ الحيطة، على اساس ان تزايد تركيزات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي بسبب الأنشطة البشرية المحتملة، وما تبعه من استفحال ظاهرة الاحتباس الحراري من المرجح ان يؤثر سلباً على الأنظمة الإيكولوجية الطبيعية[22].

ومع كل ذلك، فأنه لم تتطرق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية صراحة الى معالجة تحمض المحيطات إلى جانب تغير المناخ، ومن ثم فإنها تفتقر حاليا إلى القدرة على القيام بذلك بنجاح ووضع نهج أكثر شمولاً مع حوافز سياسية لإشراك القطاع الخاص وتوجيهه للعالمية سيؤثر هذا كله في نهاية المطاف على أنواع التدابير المستخدمة لمعالجتها[23].

وبدون النص صراحة على ذلك، فإن استراتيجيات التخفيف المستخدمة حالياً من قبل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ غير قادرة على ضمان التخفيف المتزامن من تغير المناخ وتحمض المحيطات[24].

اذ يتم تفسير الهدف النهائي لتحقيق الاستقرار لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ حاليا بطريقة تصمم بها سياسات التخفيف لتجنب تغير المناخ الخطير بدلاً من تحمض المحيطات ونتيجة لذلك، يحاول بروتوكول كيوتو لعام 1999 الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الاطارية تحقيق هذا الهدف من خلال تنظيم أربعة غازات الدفيئة (ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز وسادس فلوريد الكبريت) ومجموعتين من الغازات "الهيدروفلورو -210 الكربون (HFCs) ومركبات الكربون المشبعة بالفلور[25]".

وبناءً على ذلك أنشأ بروتوكول كيوتو سلة من الغازات التي يمكن للبلدان أن تختار منها من أجل الحد من انبعاثاتها وهذا يوفر للبلدان المرونة، اذ قد تكون بعض الغازات أرخص وأسهل في تقليلها من ثاني أكسيد الكربون، ومع ذلك لا ينبغي افتراض أن تنظيم سلة الغازات هذه بشكل جماعي سيكون فعالا في التخفيف من تحمض المحيطات، اذ أن ارتفاع الحموضة هو مشكلة ناجمة عن انبعاث ثاني أكسيد الكربون وليس مشكلة ناجمة عن باقي الغازات الدفيئة بشكل عام[26].

وقد يكون التعامل مع الغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون بموجب اتفاقيات أخرى أكثر تخصصاً طريقة أكثر فعالية للحد من التحمض، وإلى حد ما ان تحقيق ذلك سيتطلب استقرار المناخ أولا وتحديد مستوى مستهدف من ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة في الغلاف الجوي والتي يجب أن تهدف البشرية إلى البقاء دونها[27].

يتطلب القيام بذلك وضع أهداف منفصلة لثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون، فضلا عن تحديد هدف ثاني أكسيد الكربون منخفضا بما يكفي للتخفيف من تحمض المحيطات، إذ ان هناك حاجة إلى 200 استثمار مالي لضمان معالجة تحمض المحيطات بشكل مناسب يتضمن أحد أهم التعديلات الأساسية المطلوبة الاعتراف بالاختلافات بين استراتيجيات التخفيف لمشكلتي تحمض المحيطات وتغير المناخ المترابطتين، لأن هذا سيؤثر في نهاية المطاف على أنواع التدابير المستخدمة لمعالجتها[28].

ومن نلاحظ ان الحصة الأكبر من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية تأتي من البلدان المتقدمة، في حين أن معدل الانبعاثات في البلدان النامية لا يزال منخفضاً نسبياً، ومن المرجح أن تزداد حصة الانبعاثات من هذه الأخيرة لتلبية احتياجاتها الاجتماعية والاقتصادية والتنموية.

كما تعترف الاتفاقية الاطارية بأن الطابع العالمي لظاهرة الاحتباس الحراري يتطلب أقصى ما يمكن ان يكون من تعاون ومشاركة بين جميع الدول في العالم، وفقاً لمبدأ المسؤولية المشتركة المتباينة، وبشكل متوافق مع امكانيات كل منها وظروفها الاجتماعية والاقتصادية والتنموية، ولعل ابرز ما جاءت به في هذا المجال يمكن اجماله بالآتي:

1. إعداد وتحديث ونشر وإتاحة قوائم الجرد الوطنية للانبعاثات البشرية المنشأ من جميع مصادر غازات الدفيئة التي لا يحكمها بروتوكول مونتريال، وإزالة مصارف هذه الغازات، وبشكل دوري وفقًا للمادة 12.
2. تطوير البرامج وطنية والإقليمية التي تتضمن تدابير للتخفيف من آثار تغير المناخ من خلال معالجة انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ غير المشمولة ببروتوكول مونتريال، ومن خلال اتخاذ تدابير لتسهيل التكيف مع تغير المناخ، وتنفيذ هذه البرامج ونشرها وتحديثها بشكل دوري.
3. التعاون في تطوير وتطبيق ونشر التقنيات والممارسات الحديثة التي تحد من انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ غير الخاضعة لبروتوكول مونتريال، أو تقللها أو تمنعها، في جميع القطاعات ذات الصلة.
4. تعزيز الإدارة المستدامة والإجراءات والتعاون الهادف للحفاظ على مصارف ومستودعات جميع غازات الدفيئة غير المشمولة ببروتوكول مونتريال، بما في ذلك المستوطنات البشرية والغابات والمحيطات، فضلاً عن النظم الإيكولوجية البرية والساحلية والبحرية الأخرى.

ب_ اتفاقية التنوع البيولوجي لعام 1993: جاءت هذه الإتفاقية إدراكًا من الدول الأطراف المتعاقدة على أهمية التنوع البيولوجي و قيمته الجوهرية و كذلك من أجل تطوير و صيانة النظم الكفيل باستمرارية الحياة الطبيعية مؤكدة على أن التنوع البيولوجي هو حق مشترك و يشكل اهتماما لجميع الشعوب كما جاء التأكيد أن الموارد البيولوجية تابعة للسيادة الدولية الموجودة فيها وعقدت هذه الاتفاقية نظرا لتعرض التنوع البيلوجي لتناقض كبير جراء الأنشطة البشرية واثارها الخطيرة[29].

وتتمثل الأهداف الرئيسة الثلاثة لاتفاقية التنوع البيولوجي في الحفاظ على التنوع البيولوجي، والاستخدام المستدام لمكونات التنوع البيولوجي، والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن الاستخدام التجاري وغيره من استخدام الموارد الجينية تدعم جميع أحكام اتفاقية التنوع البيولوجي التأكيد على أهمية مبدأ الحيطة، لضمان عدم استخدام عدم اليقين العلمي كمبرر للفشل في اتخاذ التدابير المناسبة لحماية التنوع البيولوجي ونصت هذه الاتفاقية على عدم اتخاذ عدم اليقين العلمي كسبب لتأخير

الإجراءات كدليل على استخدام مبدأ الحيطة في معالجة أي ظاهرة قد تحدث بسبب التلوث ومنها ظاهرة تحمض المحيطات[30].

هذا ولمبدأ الحيطة أهمية خاصة في معالجة التهديدات التي يتعرض لها التنوع البيولوجي المنصوص عليها في اتفاقية التنوع البيولوجي بفعل تحمض المحيطات، بالنظر إلى الآثار الشديدة التي سيحدثها على الكائنات البحرية والنظم الإيكولوجية التي تشكل غالبية التنوع البيولوجي للكوكب[31].

كما خلصت الجمعية الملكية في دراستها لتحمض المحيطات، "بدون اتخاذ إجراءات كبيرة للحد من ثاني أكسيد الكربون ... لن يكون هناك مكان في المحيطات المستقبلية للعديد من الأنواع والنظم الإيكولوجية التي نعرفها اليوم"[32].

إلى جانب ذلك، هناك العديد من أحكام اتفاقية التنوع البيولوجي ذات صلة على وجه التحديد بالاستجابة لتحمض المحيطات, إذ تتطلب المادة 6 من اتفاقية التنوع البيولوجي من الأطراف وضع استراتيجيات وخطط عمل وطنية للتنوع البيولوجي، ودمجها في الخطط الوطنية الأوسع, كما تتطلب المادة 7 من الأطراف تحديد ورصد العمليات وفئات الأنشطة التي لها، أو من المحتمل أن يكون لها، آثار ضارة على الحفاظ على التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام ورصد آثارها[33].

وفي الاجتماع التاسع لمؤتمر الأطراف الذي عقد في مدينة بون عام 2008، تم اتخاذ قرارين اشار كل منها إلى تحمض المحيطات، تضمن **الأول**، طلب الأطراف من الأمين التنفيذي تجميع معلومات عن التفاعلات بين التحمض وتغير المناخ وتحميل المغذيات المتعددة كتهديدات محتملة للتنوع البيولوجي خلال الاستعراضات المتعمقة لبرامج العمل المتعلقة بالمياه الداخلية والتنوع البيولوجي البحري والساحلية[34].

وقد تمت هذه الإشارة في سياق قرار يتعلق بتخصيب المحيطات[35]، إذ حث فيه المؤتمر الأطراف على التصرف وفقا لقرار اتفاقية لندن لعام 1972 ، وبروتوكول لندن لعام 1996، طالباً من الدول الاطراف، وفقاً لمبدأ الحيطة، ضمان عدم إجراء عمليات تتعلق بتخصيب المحيطات إلى أن يثبت ذلك وفقاً لأساس علمي كاف، بما في ذلك تقييم المخاطر التي يمكن ان تتنج عنها[36].

وفي القرار **الثاني**، طلب مؤتمر الأطراف تجميع كافة المعلومات والتقنيات العلمية المتاحة عن تحمض المحيطات وآثاره المؤكدة على التنوع البيولوجي والبيئة البحرية وتوليفها وإتاحتها للنظر فيها في اجتماع مقبل للهيئة الفرعية المعنية بالمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية قبل الاجتماع العاشر لمؤتمر الأطراف[37].

ثانياً: جهود المنظمات الدولية

استجابةً للمخاوف المتزايدة داخل المجتمع العلمي والدول المعنية بشأن تحمض المحيطات ، فقد أسهمت المنظمات الدولية في مواجهة تحمض المحيطات وذلك باتخاذ إجراءات معينة، ومن ابرز هذه المنظمات هي الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة الأمم المتحدة، والتي سنتناولها وفقاً للآتي:

أ_ الوكالة الدولية للطاقة الذرية: أنشأت هذه الوكالة **"المركز الدولي لتنسيق تحمض المحيطات"** (OA-ICC) في عام 2012، في إطار مبادرة الاستخدامات السلمية، والذي يعنى بدراسة العلوم المتعلقة بالمحيطات وبناء القدرات الفنية ذات الكفاءة العالية، فضلاً عن التوعية والتثقيف بمخاطر تحمُّض المحيطات، والعمل على اتخاذ قرارات قائمة على أسس علمية مؤكدة[38].

كما يدعم المركز الشبكة العالمية لرصد تحمض المحيطات (GOA-ON)، التي تم إطلاقها في عام 2013، كمنصة تعاون للعلماء الذين يرصدون التغيرات في كيمياء المحيطات، إذ برزت الحاجة إلى بيانات قوية عن تحمض المحيطات لفهم كيفية تأثيرها على الكائنات البحرية والكيمياء الحيوية، لتغذية النماذج التي تُسقط الاستجابات المستقبلية للنظم الإيكولوجية البحرية، كذلك لتنوير إجراءات السياسات[39].

فضلاً عن ذلك يوفر هذا المركز نهجاً عالمياً وبرنامجاً ضرورياً لتجنب ازدواج الجهود وتحديد استراتيجية بحث مشتركة، وتتوسع الشبكة بسرعة وتضم حاليًا مئات العلماء من أكثر من 100 دولة حول العالم، كما يعزز المركز التفاعلات بين العلوم الطبيعية والاجتماعية كخطوة مهمة نحو فهم آثارها على المجتمع البشري، وتطوير استراتيجيات التخفيف والتكيف بدعم مباشر من مبادرة الاستخدامات السلمية.

وتجدر الإشارة إلى ان المركز وشركائه يهدف إلى تحقيق مجموعة من الأهداف[40] ممن خلال بحلول عام 2030 والتي نذكر منها:

- تعزيز القدرات وتوفير التوجيه المبكر للباحثين المحترفين، وتسهيل تبادل البيانات، وزيادة التعاون الإقليمي، لتمكين المجتمع العلمي من تقديم بيانات عن تحمض المحيطات وأدلة ذات جودة معترف بها.
- تحديد احتياجات البيانات والأدلة لاستراتيجيات التخفيف والتكيف، من المحلية إلى العالمية، والعمل على نشر هذه الاحتياجات في الاوساط العلمية والعلمية لضمان الأولوية للعلم والتعلم.
- المشاركة في تصميم وتنفيذ استراتيجيات الرصد بالتعاون مع مصدر البيانات والمعلومات ومستخدميها، من خلال تذليل العوامل التي تحد من جمع البيانات، وتنفيذ الحلول.

- رصد تحمض المحيطات بواسطة تنفيذ المراقبة البيولوجية، بشكل يمكن معه تحقيق إمكانية التنبؤات بقابلية التأثر والمرونة لتحمض المحيطات على جيمع المستويات.
- توفير البيانات والمعلومات المناسبة اللازمة لتطوير التنبؤات والإسقاطات ذات الصلة بالمجتمع، باستخدام تقنيات جديدة مثل التوائم الرقمية، لجميع مستخدمي المحيطات لتأثيرات تحمض المحيطات لتنفيذ التكيف والتخفيف بحلول عام 2030.
- زيادة الوعي العام بتحمض المحيطات، ومصادره، وتأثيراته، التي يتم تحقيقها من خلال محو الأمية في المحيطات والتوعية العامة.
- اقرار استراتيجيات وايجاد الحلول لتمكين الدول من إدراج تدابير محلية للحد من تحمض المحيطات في تشريعاتها وانظتها القانونية.

ب_ برنامج الامم المتحدة الانمائي

من بين أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر التي تشكل خطة التنمية المستدامة لعام 2030، والتي اعتمدتها الجمعية العامة في عام 2015، يوجد هدف محدد يهدف إلى ضمان الاستخدام المستدام والحفاظ على الحياة البحرية، إلا وهو : **الهدف 14**، "الحفاظ على المحيطات والبحار والموارد البحرية واستخدامها بشكل مستدام لتحقيق التنمية المستدامة"[41].

ويرمي هذا الهدف إلى تعزيز التنمية المستدامة، وحظر التلوث البحري والعمل على الحد منه، وحماية النظم الإيكولوجية البحرية والساحلية، ومكافحة آثار تحمض المحيطات، وتنظيم ومكافحة الصيد غير القانوني، وزيادة الفوائد الاقتصادية التي تجنيها البلدان النامية من الاستخدام المستدام للموارد البحرية، وتعزيز وسائل التنفيذ، بما في ذلك تحسين المعرفة العلمية، ونقل التقنيات البحرية، وتطبيق قواعد القانون الدولي وفقاً لاتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (UNCLOS)[42].

ولتحقيق هذا الهدف يعمل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي من خلال برنامجه لإدارة المحيطات مع وكالات أخرى تابعة للأمم المتحدة ومرفق البيئة العالمية والمؤسسات المالية العالمية ، من اجل تحقيق إدارة المحيطات وسبل العيش المستدامة ، كما ان حافظة البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة من المشاريع والبرامج الفاعلة التي تدعم معظم غايات الهدف 14 من اهداف التنمية المستدامة لاسيما الغاية الثالثة " تقليل تحمض المحيطات إلى أدنى حد ومعالجة آثاره، بجملة وسائل منها تعزيز التعاون العلمي على جميع المستويات"[43].

ويعمل هذا البرنامج بالتحقق من وجود ضمانات ملائمة لتحديد الاضرار المحتملة للناس والبيئة بما في ذلك إدارة المحيطات وإدارة هذه الاضرار والحد من اثارها.

وقد حقق برنامج إدارة المحيطات التابع للبرنامج الإنمائي خلال السنوات العشرين الماضية تاثيرات واسعة النطاق وفي بعض الحالات حقق تغييرات في قطاعات رئيسة مثل الشحن البحري وتطوير المناطق الساحلية، ولقد دعم برنامج الأنظمة الايكلوجية والتنوع الاحيائي الذي يديره البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة إقامة مناطق بحرية في اكثر من ٣٥ دولة حول العالم وخلق سبل عيش مستدامة للمجتمعات التي تعتمد على الموارد البحرية من خلال وسائل تمويل مبتكره من قبل الدفع مقابل خدمات النظم الإيكولوجية والمنح بالغة الصغر وغيرها من التغييرات والنجاحات[44].

الخاتمة

Conclusion

في ختام بحثنا وفي ضوء رؤيتنا الشاملة لكل ما سبق، توصلنا إلى عدد من الاستنتاجات وبعض المقترحات، نجملها بالآتي:

أولاً: الاستنتاجات

1. على الرغم من صعوبة التنبؤ بعواقب تحمض المحيطات بشكل دقيق إلا أنه لا يزال هناك الكثير من الأمور المجهولة حول السلوك البشري واستجابات النظم البيئية للمحيطات، يمكننا أن نتعلم من التاريخ ما هي النتائج المحتملة، ويمكننا أن ننظر إلى مناطق المحيط التي تعرضت لتحمض طبيعي طويل الأمد.
2. تُظهر مجتمعات الكائنات الحية الموجودة في فتحات ثاني أكسيد الكربون البركانية في الماء البارد في قاع البحر مع درجة حموضة منخفضة مماثلة لتلك المتوقعة خلال العقود القليلة القادمة، أن أنواعاً معينة من الطحالب الدقيقة والأعشاب البحرية والأعشاب البحرية يمكنها تنمو بشكل جيد للغاية في مثل هذه المناطق، ولكن بالمقارنة مع مناطق أخرى مماثلة، لا تخضع لانخفاض مستويات الأُس الهيدروجيني، ينخفض التنوع البيولوجي العام ويتضح تآكل القشرة للكائنات البحرية.
3. يمكن توقع أنه مع استمرار انخفاض درجة حموضة مياه البحر ومستويات الكربونات، سيكون هناك "فائزون" و "خاسرون" في النظم البيئية للمحيطات، ولكن لا مفر من أن تتغير المجتمعات البحرية، ذلك أنه يمكن أن تستجيب الكائنات الحية للتغيرات الضارة في بيئتها بإحدى الطرق الأربع: يمكنها الهجرة أو التكيف أو التطور أو الموت.
4. تتأثر الحياة في المحيطات بشكل كبير بتحمض المحيطات، من حيث سرعة استجابة بعض الأنواع لآثار تحمض المحيطات بسرعة كافية, حتى أن هجرة بعض الأنواع قد تكون صعبة للغاية لا سيما الأنواع المستقرة, الأمر الذي يعني أن مراحل حياتها المبكرة الحرة العائمة ستحتاج إلى السفر إلى مواقع جديدة حيث توجد مساحة للاستقرار والظروف المناسبة للازدهار, ولكن من المعروف أن هذه اليرقات حساسة بشكل خاص لتحمض المحيطات وهذا ما يجعلها غير قابلة للحياة بأي حال من الأحوال.

ثانياً: المقترحات:

وفي ختام بحثنا توصلنا إلى مجموعة من المقترحات ندرجها على النحو الآتي:

1. العمل على الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لمواجهة التغير المناخي والحفاظ على المستويات المطلوب لتركيبة الكيميائية لمياه المحيطات والبحار تحقيقاً لأهداف التمية المستدامة تنفيذاً للالتزامات الدولية بهذا الشأن.
2. العمل على تأكيد وتفعيل الالتزامات الدولية التي اقرتها اتفاقية برشلونة لعام 1976 والاتفاقية الاطارية للمناخ لعام 1992 واتفاقية التنوع البيولوجي لعام 1992.
3. الدعوة الى ابرام اتفاقية دولية تعنى بشكل مباشر بالحفاظ على التركيبة الكيميائية للمحيطات والبحار واستدامة النظم الإيكولوجية البحرية تحت مظلة الامم المتحدة وبمشاركة وكالة الطاقية الذرية.
4. المشاركة في الدراسات والبحوث التي يجريها مركز التنسيق الدولي المعني بتحمُّض المحيطات من خلال بناء القدرات والتوعية والتعاون بين الدول، والترويج لصنع قرارات قائمة على أسس علمية وعملية.

الهوامش
Endnote

[1] Elise Johansen, and Karen N. Scott, The Law of the Sea and Climate Change, Cambridge University Press 2021, p.104.
2 Jean-Pierre Gattuso and Lina Hansson, Ocean Acidification, Oxford University Press 2011, p.2.
[3] Ibid, p.21.
[4] دليل تمهيدي خاص لصانعي السياسات ومتخذي القرار، مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات 2009، المشروع الأوروبي المعني بتحمض المحيطات (EPOCA).

[5] Elise Johansen, Op. Cit, pp.109-110.
[6] Jean-Pierre Gattuso, Op. Cit, P.176.
[7] لمزيد من التفاصيل ينظر ، مؤمن بن مصطفى ، تحمض المحيطات، مقال منشور على موقع اي عربي متاح على رابط :
https://e3arabi.com/

[8] Jean-Pierre Gattuso, Op. Cit, P.122.
[9] فقدان التنوع الحيوي الساحلي والبحري، الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، مقال متاح على الرابط الالكتروني : https://www.iaea.org/ar/almawadie/albiyat-albahria
[10] Jean-Pierre Gattuso, Op. Cit, P.204.
[11] تحمض المحيطات الاسئلة المجابة / جعلها اوضح ، مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات 2010. المشروع الأوروبي المعني بتحمض المحيطات (EPOCA).

[12] المرجع نفسه.
[13] دليل تمهيدي خاص لصانعي السياسات ومتخذي القرار، مرجع سابق.
[14] Sarah R Cooley and others, are we ready for ocean acidification? A frame work for assessing advancing policy readiness, Environmental research letter, Vol :18, N.4, 2023, P.10.
[15] Ibid.
[16] Chris Moor and Jasmine Fuller, economic impact of ocean acidification Ameta-Analysis, Chicago journal, Vol 37, N.2,2022, P.33.
[17] المواد من 192 و193 من اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار لعام 1982.
[18] الفقرة 1 من المادة 194 من اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار لعام 1982.
[19] المبدأ 15 من اعلان ريو بشأن البيئة والتنمية لعام 1992.
[20] حمانه عز الدين، مبدأ الحيطة في القانون الدولي، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الحقوق/ جامعة العربي بن مهيدي ام البواقي ،الجزائر، 2020، ص22.
[21] Ellycia R. Harrould-Kolieb, Dorothee Herr, Ocean acidification and climate change: Synergies and challenges of addressing both under the UNFCCC.2012, https://doi.org/10.1080/14693062.2012.620788.

[22] David L VanderZwaag, Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy, The Editors and Contributors Severally 2021, pp.25-26.
[23] Ellycia R. Harrould-Kolieb, Op. Cit, p. 7.
[24] Ibid.
[25] Ibid, p. 8.
[26] المرفق الف من بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.
[27] Jean-Pierre Gattuso, Op. Cit, P.276.
[28] Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009, p.11.
[29] حمانه عز الدين، مرجع سابق، ص 28.
[30] درعي العربي، مبدأ الحيطة في ظل العلاقات الاقتصادية الدولية واثاره على التنمية المستدامة، مجلة القانون الدولي والتنمية، جامعة مستغانم،٢٠١٣، ص 64.
[31] David L VanderZwaag, Op. Cit, p. 61.
[32] Rachel Baird, Meredith Simons and Tim Stephens, Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law, Legal Studies Research Paper, Sydney Law School, p. 18.
[33] Ibid.
[34] COP IX/16 Biodiversity and Climate Change, UNEP/CBD/COP/DEC/IX/16, 9 October 2008.
[35] تخصيب المحيطات : عبارة عن عملية تقنية تهدف الى تقليل نسبة غاز ثاني اكسيد الكربون من خلال اضافة عناصر ومركبات معينة كالحديد الى مياه المحيط لتحفيز نمو هائل للعوالق النباتية التي تخزن الكاربون من خلال عملية التمثيل الضوئي، للمزيد ينظر : تقرير الأمين العام، الجمعية العامة، البند ٧٦ (أ) من القائمة الأولية، المحيطات وقانون البحار، 2013، رمز الوثيقة : (A/68/71).
[36] COP IX/16 Biodiversity and Climate Change, Op. Cit.
[37] Ibid.
[38] الموقع الالكتروني لمركز التنسيق الدولي المعني بتحمُّض المحيطات (OA-ICC), وكالة الطاقة الذرية:
https://www.iaea.org/services/oa-icc

[39] المصدر نفسه.
[40] المصدر نفسه.
[41] تحقيق الهدف رقم ١٤ من اهداف التنمية المستدامة: دور اتفاقية الأمم المتحدة للبحار، مقال منشور على الموقع الرسمي للأمم المتحدة ،٢٠١٧، متاح على الرابط الالكتروني :
https://www.un.org/ar/chronicle/article/20021
[42] المرجع نفسه.
[43] دعم برنامج الأمم المتحدة الإنمائي لتحقيق الهدف ١٤ من اهداف التنمية المستدامة، مقال منشور على موقع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، متاح على الرابط الالكتروني :
https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/SDG14_Oceans_AR%20-%20web.pdf

[44] المرجع نفسه.

المصادر

References

i. Achieving Sustainable Development Goal 14: The Role of the United Nations Convention on the Sea, an article published on the official United Nations website, 2017, available at: https://www.un.org/ar/chronicle/article/20021.
ii. Chris Moor and Jasmine Fuller, economic impact of ocean acidification Ameta-Analysis, Chicago journal, Vol: 37, N.2, 2022.
iii. COP IX/16 Biodiversity and Climate Change, UNEP/CBD/COP/DEC/IX/16, 9 October 2008.
iv. Dar'i Al-Arabi, The Principle of Prudence in International Economic Relations and its Effects on Sustainable Development, Journal of International Law and Development, University of Mostaganem, 2013.
v. David L VanderZwaag, Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy, The Editors and Contributors Severally 2021.
vi. Elise Johansen, and Karen N. Scott, The Law of the Sea and Climate Change, Cambridge University Press 2021.
vii. Ellycia R. Harrould-Kolieb, Dorothee Herr, Ocean acidification and climate change: Synergies and challenges of addressing both under the UNFCCC.2012, https://doi.org/10.1080/14693062.2012.620788.
viii. Hamana Ezz El-Din, The Principle of Precaution in International Law, Master's Thesis submitted to the Faculty of Law/ Larbi Ben M'hidi University, Oum El Bouaghi, Algeria, 2020.
ix. Jean-Pierre Gattuso and Lina Hansson, Ocean Acidification, Oxford University Press 2011.
x. Loss of coastal and marine biodiversity, International Atomic Energy Agency, article available at: https://www.iaea.org/ar/almawadie/albiyat-albahria
xi. Momen Ben Mostafa, Ocean Acidification, an article published on the e3arabi website, available at: https://e3arabi.com/

xii. Ocean acidification: Questions answered/made clearer, Reference Working Group on Ocean Acidification 2010. European Project on Ocean Acidification (EPOCA).
xiii. Report of the Secretary-General, General Assembly, Item 76(a) of the Provisional List, Oceans and the Law of the Sea, 2013, Document Code: (A/68/71).
xiv. Rachel Baird, Meredith Simons and Tim Stephens, Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law, Legal Studies Research Paper, Sydney Law School.
xv. Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009.
xvi. Sarah Cooley and Doney Anticipating Ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries, environment research letter, Vol: 4, N. 2, 2009.
xvii. Sarah R Cooley and others, are we ready for ocean acidification? A frame work for assessing advancing policy readiness, Environmental research letter, Vol :18, N.4, 2023.
xviii. Special introductory guide for policymakers and decision-makers, Ocean Acidification Reference Working Group 2009, European Project on Ocean Acidification (EPOCA).
xix. UNDP Support for Achieving Sustainable Development Goal 14, an article published on the UNDP website, available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/SDG14_Oceans_AR%20-%20web.pdf
xx. Website of the International Coordinating Centre on Ocean Acidification (OA-ICC), International Atomic Energy Agency: https://www.iaea.org/services/oa-icc