CBD

UNEP

Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/19/7
14 September 2015

ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي

**الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية**

الاجتماع التاسع عشر

مونتريال، 2-5 نوفمبر/تشرين الثاني 2015

البند 4-2 من جدول الأعمال المؤقت*

# الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ

*مذكرة من الأمين التنفيذي*

## مقدمة

1- تتناول هذه الوثيقة عددا من القضايا كمتابعة للمقرر 20/11 المتعلق "بالهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ".

2- وفي المقرر 20/11، الفقرة 9، كان مؤتمر الأطراف قد دعا الأطراف إلى تقديم تقرير عن التدابير المتخذة وفقا للإرشادات بشأن الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ الواردة في الفقرة 8(ث) من المقرر 33/10. وطلب إلى الأمين التنفيذي تجميع المعلومات التي تبلغ عنها الأطراف وإتاحتها من خلال آلية غرفة تبادل المعلومات (المقرر 20/11، الفقرة 15). ويلخص القسم أولا أدناه هذه المعلومات.

3- وفي المقرر 20/11، الفقرة 16(ب)، طلب مؤتمر الأطراف إلى الأمين التنفيذي إعداد نظرة عامة على الآراء الأخرى للأطراف والحكومات الأخرى والمجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين بشأن الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي، وما يرتبط بها من آثار اجتماعية واقتصادية وثقافية، مع مراعاة الاعتبارات الجنسانية، واستنادا إلى النظرة العامة على آراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية الواردة في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30. ويقدم القسم ثانيا أدناه نظرة عامة على الآراء الأخرى التي تم استلامها.

4- ونشرت الأمانة في عام 2012، العدد 66 من السلسلة التقنية لاتفاقية التنوع البيولوجي بعنوان: *الهندسة الجيولوجية بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي: المسائل التقنية والتنظيمية*[1]. وتتألف هذه النشرة من دراستين، احداهما عن آثار الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ على التنوع البيولوجي، والأخرى عن الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ ذات العلاقة بالاتفاقية. وقد أعدت هاتان الدراستان عملا للمقرر 33/10، الفقرتان 9(ل) و(م)، وقدمتا الأساس المرجعي للنظر في هذه القضية في الاجتماع السادس عشر للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية وللنظر في المقرر 20/11.

5- وفي المقرر 20/11، الفقرة 16(أ)، طلب مؤتمر الأطراف إلى الأمين التنفيذي، رهنا بتوافر الموارد المالية وفي الوقت المناسب، أن يعد، لاجتماع للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية يعقد في المستقبل وتقديم ذلك لنظرها

* UNEP/CBD/SBSTTA/19/1

1 http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf

ولاستعراض الأقران، تحديثا للآثار المحتملة لتقنيات الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي، وعلى الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي، استنادا إلى التقارير العلمية ذات الصلة، مثل تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمناقشات التي تجري في إطار فريق إدارة البيئة.

6- وقد أتيح تحديث مؤقت للمعلومات عن الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية للمناخ على التنوع البيولوجي والإطار التنظيمي ذي العلاقة باتفاقية التنوع البيولوجي في يونيو/حزيران 2014 إلى الهيئة الفرعية في اجتماعها الثامن عشر (UNEP/CBD/SBSTTA/18/INF/5). ونظرا لأن التقرير التجميعي لتقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ قد تم إصداره في الوقت الحاضر، تم إعداد التحديث الذي طلبه مؤتمر الأطراف لكي تنظر فيه الهيئة الفرعية في اجتماعها التاسع عشر. وتم الانتهاء من إعداده بعد استعراض من الأطراف والخبراء في أغسطس/آب 2015. ويرد في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/19/INF/2 "تحديث للهندسة الجيولوجية للمناخ بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي"، ويرد ملخص في القسم ثالثا من هذه المذكرة.

7- ويعرض القسم رابعا التوصيات المقترحة.

## أولا - معلومات عن التدابير المتخذة وفقا للمقرر 33/10، الفقرة الفرعية 8(ث)

8- دعا مؤتمر الأطراف، في المقرر 20/11، الأطراف إلى تقديم تقرير عن التدابير المتخذة وفقا للفقرة 8(ث) من المقرر 33/10، التي تحتوي على الإرشادات التالية:

"ضمان، بما يتماشى ويتسق مع المقرر 16/9 جيم، بشأن تخصيب المحيطات والتنوع البيولوجي وتغير المناخ، وفي حالة عدم وجود آليات عالمية شفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم لأغراض الهندسة الجيولوجية، ووفقا للنهج التحوطي والمادة 14 من الاتفاقية، عدم القيام بأي أنشطة للهندسة الجيولوجية تتعلق بالمناخ والتي قد تؤثر على التنوع البيولوجي، إلى أن يتوافر أساس علمي كاف يعتمد عليه في تبرير هذه الأنشطة، والنظر بصورة مناسبة في المخاطر ذات الصلة على البيئة والتنوع البيولوجي وما يرتبط بها من آثار اجتماعية واقتصادية وثقافية، باستثناء الدراسات البحثية العلمية صغيرة النطاق التي تجري في إطار مراقب وفقا للمادة 3 من الاتفاقية، والتي لها ما يبررها فقط بحسب الحاجة إلى تجميع بيانات علمية محددة، وتخضع لتقييم دقيق للآثار المحتملة على البيئة."

9- وبناء عليه، أرسل الأمين التنفيذي إخطارا أوليا (2013-102)[2] في 12 نوفمبر/تشرين الثاني 2013، وإخطارا ثانيا (2015-015)[3] في 12 فبراير/شباط 2015، لدعوة الأطراف إلى تقديم معلومات عن أية تدابير متخذة وفقا للمقرر 33/10، الفقرة 8(ث). وقدمت الأمانة أول موجز للمعلومات المقدمة في عام 2013 من ثلاثة أطراف (استونيا، والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وآيرلندا الشمالية، وفرنسا) لنظر الهيئة الفرعية في اجتماعها الثامن عشر (انظر الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/18/13). وردا على الإخطار الثاني الصادر في عام 2015، قدمت أربعة أطراف المعلومات المطلوبة (المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وآيرلندا الشمالية، وفرنسا، وكندا، ودولة بوليفيا المتعددة القوميات). ويتاح تجميع للتقديمات على العنوان: http://www.cbd.int/climate/geoengineering/.

10- وردا على الإخطار الأول، أبلغت استونيا الأمانة أنه عند وقت تقديم المعلومات، لم يتم إجراء أية دراسات علمية كبيرة النطاق في استونيا وفقا للفقرة 8(ث) من المقرر 33/10. وأي مشروع في مجال الهندسة الجيولوجية قد يكون له آثار بيئية كبيرة سيحتاج إلى اتباع القواعد المنصوص عليها في القانون الوطني في استونيا لتقييم الآثار البيئية.

[2] https://www.cbd.int/doc/notifications/2013/ntf-2013-102-geoeng-en.pdf
[3] https://www.cbd.int/doc/notifications/2015/ntf-2015-016-cc-geoeng-en.pdf

11- وفي تقديمها الأول، قدمت المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وآيرلندا الشمالية معلومات عما يلي: (أ) الإطار التنظيمي لمقترحات الهندسة الجيولوجية في المملكة المتحدة؛ (ب) والتدابير المتخذة من حكومة المملكة المتحدة ذات العلاقة بالهندسة الجيولوجية؛ (ج) والمعلومات التكميلية المقدمة من مجالس البحوث في المملكة المتحدة، بما في ذلك قائمة بالمشروعات البحثية الأخيرة والجارية في المملكة المتحدة التي تسهم في فهم الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ.[4] وردا على الإخطار الثاني، أكدت المملكة المتحدة أن البحث المقدم في عام 2013 ما زال يمثل موقفها.

12- وردا على الإخطار الأول، قدمت فرنسا *(Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité)* مذكرة أعدتها مؤسسة *بحوث التنوع البيولوجي* لديها. وطبقا لفريق الخبراء العلماء الذي نظمته المؤسسة، لم يتم إجراء أي دراسات بحثية علمية صغيرة النطاق في فرنسا اعتبارا من يناير/كانون الثاني 2014. وفيما يتعلق بتخصيب المحيطات (بالحديد أساسا)، فعند وقت التقديم الأول، لم تجر أي مشروعات لغرض الهندسة الجيولوجية في فرنسا. غير أنه منذ حوالي عشر سنوات، أجري بحث في فرنسا لفهم الآليات التي تربط تخصيب الحديد والمضخة البيولوجية العاملة بثاني أكسيد الكربون في المحيطات. واستخدمت هذه الدراسات البحثية نظيرا طبيعيا للتخصيب، أي مناطق مخصبة طبيعيا بالحديد (مثل مشروع Keops). وتضمن بحث آخر تقريرا عن قضايا وطرائق الهندسة البيئية، ودراسات للنمذجة.

13- وردا على الإخطار الثاني، أعادت فرنسا تقديم المذكرة التي أعدتها مؤسسة *بحوث التنوع البيولوجي*، وبالإضافة إلى ذلك، تبادلت معلومات بخصوص تقرير أعده اتحاد من العلماء بشأن الاعتبارات لقضايا الهندسية الجيولوجية وأساليبها بعنوان "نظرة إلى قضايا وأساليب الهندسة الجيولوجية للبيئة".[5] ويبحث التقرير في الأساليب المختلفة للهندسة الجيولوجية ويناقش القضايا ذات الصلة مثل الجوانب الاجتماعية.

14- وذكرت كندا في تقديمها أنها تؤيد القرارات المتوافقة عند المشاركة في المحافل الدولية ذات الصلة، مثل التعديل على بروتوكول لندن لمزيد من التنظيم لتخصيب المحيطات بإنشاء أسلوب يسمح بالأبحاث العلمية المشروعة، وإنشاء آلية لتنظيم أنواع أخرى من الهندسة الجيولوجية البحرية في المستقبل. وأبلغت كندا أيضا أنها تتعاون في مشروع المقارنة بين نماذج الهندسة الجيولوجية (GeoMIP) التابع للبرنامج العالمي لبحوث المناخ.

15- وأعادت دولة بوليفيا المتعددة القوميات التأكيد في تقديمها على موقفها التي أعربت عنه عندما أصدرت تحفظا بخصوص موافقتها على النص النهائي لملخص لصانعي السياسات في الفريق العامل الثاني المعني بالتخفيف من تغير المناخ في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، مع التشديد على أن التكنولوجيات التي اقترحتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ للنهوض بإجراءات التخفيف تم وضعها أساسا في إطار من خلال استخدام الهندسة الجيولوجية القائمة على تقنيات إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR)، خاصة مع استخدام التكنولوجيات الحيوية والمحاصيل المحورة جينيا، وذكرت أن هذه التكنولوجيات تنتهك حقوق أمنا الأرض، وخصوصا حقها في التكيف على نحو طبيعي مع تغير المناخ، ولها أثر مهم على سبل العيش وعلى الحقوق الأساسية للشعوب المحلية والأصلية. وتعتبر بوليفيا أن تكنولوجيات الهندسة الجيولوجية ينبغي ألا تستخدم، وقدمت مراجع لدراسات توضح الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية.[6]

---

[4] ترد معلومات أخرى في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/18/13.

[5] "Réflexion systémique sur les enjeux et méthodes de la géo-ingénierie de l'environnement"، متاح على العنوان: http://arp-reagir.fr. وتمت مراجعة هذا التقرير تحضيرا للتحديث.

[6] Tilmes et al (2013); Ferraro et al (2014). وتمت مراجعة هاذين البحثين في التحديث الصادر في عام 2015. وترد فيه المراجع الكاملة.

## ثانيا - الآراء الأخرى للأطراف، والحكومات الأخرى، والشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة الآخرين بشأن الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي، وما يرتبط بها من آثار اجتماعية واقتصادية وثقافية

16- في المقرر 20/11، الفقرة 16(ب)، طلب مؤتمر الأطراف إلى الأمين التنفيذي أن يعد نظرة عامة على الآراء الأخرى للأطراف، والحكومات الأخرى، والمجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين بشأن الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي، وما يرتبط بها من آثار اجتماعية واقتصادية وثقافية، مع مراعاة الاعتبارات الجنسانية، واستنادا إلى النظرة العامة على آراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية الواردة في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30.

17- وعملا لهذا الطلب، دعا الأمين التنفيذي الأطراف، في الإخطار (2015-015)[3] إلى تقديم آراء أخرى بشأن الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي وما يرتبط بها من آثار اجتماعية واقتصادية وثقافية.

18- وردا على هذا الإخطار، أقرت كندا المعلومات عن الآثار المحتملة للهندسة الجيولوجية المقدمة في التقرير التجميعي لتقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مثل تقييم التأثيرات الجانبية والآثار البيئية لتقنيات الهندسة الجيولوجية، بما في ذلك إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) وإدارة الأشعة الشمسية (SRM).

19- وأشارت كندا في تقديمها أيضا إلى ثلاثة أحداث لتخصيب الحديد تمت في عام 2012 بالقرب من Haida Gwaii في كولومبيا البريطانية. وعرض التقديم موجزا لنتائج من دراسات حول تأثيرات هذه الأحداث. وذكرت كندا أن الأثر الكامل لأحداث تخصيب الحديد هذه على دورة الكربون واستجابات النظم الإيكولوجية، خاصة عند الطبقات الغذائية الأعلى، غير مفهوم حتى الآن. وحددت أيضا أن أحداث تخصيب الحديد هذه لم تصرح بها حكومة كندا ويجري الآن تحقيق بشأنها.

20- وذكرت دولة بوليفيا المتعددة القوميات في ردها أن الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية التي تعيش في منطقة الآمازون، ومنطقة الأنديز وفي النظم الإيكولوجية في المرتفعات العالية، تتأثر مباشرة بالآثار الضارة لتغير المناخ على سبل العيش، والحصول على الموارد الطبيعية، والتغيرات في الهياكل الاجتماعية الاقتصادية والثقافية، مما يزيد من الفجوة بين الأغنياء والفقراء.

21- وطبقا لدولة بوليفيا المتعددة القوميات، يجب استخدام التكنولوجيا لتحسين الحياة وتوفير الرفاهية في التنمية أي بتوازن وانسجام مع أمنا الأرض.

## ثالثا – موجز للتحديث بشأن الهندسة الجيولوجية للمناخ بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي

مقدمة

22- نشرت أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي في عام 2012 العدد 66 من السلسلة التقنية بعنوان: *الهندسة الجيولوجية بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي: المسائل التقنية والتنظيمية* ("دراسات العام 2012") التي تتألف من دراستين،[7] احداهما عن آثار الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ على التنوع البيولوجي، والأخرى عن الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ ذات العلاقة بالاتفاقية. وقد أعدت هاتان الدراستان عملا للمقرر 33/10، الفقرتان 9(ل) و(م)، وقدمتا

[7] أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي (2012) *الهندسة الجيولوجية بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي: المسائل التقنية والتنظيمية*، مونتريال، العدد 66 من السلسلة التقنية، عدد الصفحات 152. http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf، وتتألف من الجزء أولا: آثار *الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على اتفاقية التنوع البيولوجي*، Williamson, P., Watson, R.T., Mace, G., Artaxo, P., Bodle, R., Galaz, V., Parker, A., Santillo, D., Vivian, C.,Cooper, D., Webbe, J., Cung, A. and E. Woods (2012). *الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي*، والجزء ثانيا: *الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي*، Bodle, R., with Homan, G., Schiele, S., and E. Tedsen (2012).

الأساس المرجعي للنظر في هذه القضية في الاجتماع السادس عشر للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية وفي الاجتماع الحادي عشر لمؤتمر الأطراف.

23- وتمثل الهدف الرئيسي من تحديث عام 2015 في تقديم تحديث للآثار المحتملة لتقنيات الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي مع بيان التطورات التنظيمية.[8] وقدم تحديث مؤقت إلى الهيئة الفرعية في اجتماعها الثامن عشر في عام 2014. وكان هناك الكثير من الأبحاث والتقارير العلمية ذات الصلة بالهندسة الجيولوجية للمناخ خلال السنوات الثلاث الأخيرة، مع الإشارة إلى أكثر من 350 تقريبا من هذه الإصدارات في تحديث عام 2015. وتمت أيضا معالجة الهندسة الجيولوجية من جانب الأفرقة العاملة الثلاثة في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالمناخ في تقرير تقييمها الخامس وفي عدد من التقارير الرئيسية الأخرى. ويرد تحديث عام 2015 في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/19/INF/2. وتقدم المذكرة الحالية الرسائل الرئيسية لتحديث عام 2015. وتستكمل هذه الرسائل الرئيسية الرسائل الواردة في الدراسات التي أجريت في عام 2012 (المرفق) التي تظل سارية.

24- كما كان الحال في التقرير الأصلي، **تعرّف الهندسة الجيولوجية بأنها مداخلة متعمدة في بيئة كوكب الأرض ذات طبيعة وحجم متعمد للتصدي لتغير المناخ الناشئ عن الأنشطة البشرية و/أو آثاره**. ويستخدم هذا التعريف لأغراض تحديث عام 2015 دون المساس بأي تعريف قد يتفق عليه بعد ذلك في إطار الاتفاقية. ويمكن اعتبار "الهندسة المناخية" و"المداخلة المناخية" على أنها تعادل "الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ"، وتُعرف فيما بعد بالهندسة الجيولوجية. وبصفة عامة، تنقسم الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ إلى مجموعتين رئيسيتين على مستوى التقنيات: (1) التقنيات المتعلقة بإزالة غازات الاحتباس الحراري (GGR) (التي تعرف أيضا "بتقنيات الانبعاثات السلبية")؛ وتقع معظم التقنيات القائمة والمقترحة تحت مصطلح "إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR)؛ (2) والتقنيات التي تعرف بأنها وسائل انعكاس ضوء الشمس (SRM؛ وكبديل "إدارة الأشعة الشمسية" أو "إدارة البياض"). وبالإضافة إلى ذلك، هناك أساليب مقترحة أخرى، يمكن أن تزيد من فقدان الحرارة مباشرة، أو تعيد توزيع الطاقة داخل نظام كوكب الأرض. والخصائص الرئيسية للتعريف هي أن المداخلات متعمدة، وهي على نطاق كبير لكي يكون لها تأثير مناهض لتأثير غازات الاحتباس الحراري. وهي لذلك تتميز عن إجراءات خفض الانبعاثات. غير أن بعض الأساليب التي تنطوي على إزالة غازات الاحتباس الحراري، مثل التشجير، وإعادة التشجير، وأساليب إدارة التربة لزيادة حجز الكربون، واستخدام الطاقة الحيوية مع حجز الكربون وتخزينه، تعتبر أيضا أساليب للتخفيف من حدة المناخ. ولا تعتبر جميع الأساليب المذكورة التي بحثها كل أصحاب المصلحة على أنها هندسة جيولوجية. وعلى أية حال، فإن المداخلات (مثل إزالة غازات الاحتباس الحراري (GGR) وإدارة الأشعة الشمسية (SRM)) التي تجرى على نطاق صغير (مثلا: المشروعات المحلية لتخطيط الأشجار؛ وسطوع أسطح المباني) لا تعتبر عادة من الهندسة الجيولوجية. وتمشيا مع المقرر 33/10، يستبعد التعريف أيضا حجز الكربون عند المنبع من أنواع الوقود الأحفوري (CCS؛ أي منع إطلاق ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي)، مع الاعتراف بأن مكونات تخزين الكربون في هذه العملية يمكن أيضا أن تتبادلها أساليب أخرى تعتبر من الهندسة الجيولوجية.

25- **إن تقييم آثار الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي ليس صريحا ويخضع لكثير من أوجه عدم اليقين**. وقد تناولت بحوث قليلة نسبيا مسألة "الآثار على التنوع البيولوجي" *بشكل مباشر*، أو حتى الآثار البيئية الأوسع نطاقا: وبدلا من ذلك، ركزت معظم الجهود التي بذلها علماء الطبيعة على المسائل المناخية (الفيزيائية-الكيميائية) أو الآثار على النظم الزراعية، بينما عالج علماء الاجتماع الحوكمة، والأطر والاعتبارات الأخلاقية. وينظر هذا التحديث لعام 2015، مثل الدراسات الأصلية في عام 2012، في آثار الهندسة الجيولوجية على الدوافع وراء فقدان التنوع البيولوجي، بما في ذلك الانخفاض المحتمل في دافع تغير المناخ الناتج عن أساليب الهندسة الجيولوجية الفعالة، والتغيرات في الدوافع الأخرى، بما في ذلك التغير في استخدام الأراضي، التي ترتبط حتما ببعض نُهج الهندسة الجيولوجية، فضلا عن التأثيرات الجانبية الأخرى الإيجابية والسلبية لأساليب محددة. وبالتالي، فإن العواقب على التنوع البيولوجي يتم مناقشتها في الغالب من حيث الفعالية المناخية، والتغير في استخدام الأراضي أو الآثار غير المباشرة الأخرى؛ مثل استخدام الأسمدة أو استخراج المياه.

[8] UNEP/CBD/SBSTTA/18/INF/5

والجدير بالملاحظة أن الإنتاجية المنخفضة والمتزايدة على حد سواء تميل إلى أن تكون غير مرغوبة من منظور نظام إيكولوجي طبيعي، بالرغم من أن الإنتاجية المتزايدة يحتمل أن تكون مفيدة في النظم الزراعية.

*تغير المناخ*

26- **يؤثر تغير المناخ بالفعل على التنوع البيولوجي ولا يمكن تفادي المزيد من الآثار.** وقد يكون من الممكن أن إزالة الكربون العميقة والسريعة جدا من جانب جميع البلدان قد تسمح بالإبقاء على تغير المناخ في حدود الدرجتين المئويتين عن طريق خفض الانبعاثات وحدها. غير أن أي فرصة سانحة ستتلاشى بسرعة. وحتى مع ذلك، سيكون لتغير المناخ المرتبط باحترار بمقدار درجتين مئويتين آثار خطيرة على التنوع البيولوجي. فالانبعاثات في إطار المسارات الحالية، بما يتسق على نحو واسع مع مسار التركيز النموذجي 8.0 (RCP 8.0) (وهو أعلى السيناريوهات الرئيسية الأربعة المستخدمة في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) قد تؤدي إلى فقدان كبير للغاية في التنوع البيولوجي. ومن شأن التعهدات الحالية من جانب الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أن تخفض على نحو ملموس من تغير المناخ وآثاره (ربما إلى مسار بين مسار التركيز النموذجي 6 ومسار التركيز النموذجي 4.5) ولكنها غير كافية للإبقاء على الاحترار في حدود الدرجتين المئويتين. وأساليب الهندسة الجيولوجية، إذا كانت ممكنة وفعالة، سيتوقع أن تخفض من آثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي. غير أن بعض الأساليب قد تؤدي إلى فقدان للتنوع البيولوجي من خلال دوافع أخرى مثل التغير في استخدام الأراضي.

*إزالة ثاني أكسيد الكربون (إزالة غازات الاحتباس الحراري)*

27- **إن سيناريوهات تغير المناخ في المستقبل حتى عام 2100 التي يرجح أن تبقي على الزيادات في متوسط درجة الحرارة العالمية في حدود درجتين مئويتين أعلى من المستويات قبل الفترة الصناعية تعتمد في الغالب على تكنولوجيات لإزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) فضلا عن خفض الانبعاثات، مع مسارات تتميز بانبعاثات سلبية صافية في النصف الثاني من القرن. غير أن إمكانية استعمال أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون على هذا النطاق غير مؤكدة بدرجة عالية.** إن استخدام أسلوب إزالة ثاني أكسيد الكربون الذي تتوقعه السيناريوهات المشار إليها في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في الفترة 2050-2100، سيسمح بانبعاثات إضافية لغازات الاحتباس الحراري الناجمة عن الأنشطة البشرية في الفترة حتى عام 2050، وتمديد فترة استخدام الوقود الأحفوري ويحتمل أن تقلل تكلفة إزالتها. وبالنسبة لمسار التركيز النموذجي 2.6، فإن أكثر من 90 في المائة تقريبا من المسارات التي تم بحثها في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية يفترض استخدام تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون. والطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS) و/أو التشجير/إعادة التشجير (AR) ينظر إليهما على أنهما أكثر السبل الممكنة اقتصاديا لتوفير هذه الانبعاثات السلبية الصافية. ومتطلبات استخدام الأراضي والمياه للطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه والتشجير/إعادة التشجير تعتبر عوامل مقيدة، غير أن هذه المتطلبات وآثارها لم تعالج بشكل جيد في النماذج القائمة. وبالنسبة للطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS)، فإن القدرة على تخزين ثاني أكسيد الكربون قد تكون مقيدة هي الأخرى.

28- **إن إزالة كمية معينة من غازات الاحتباس الحراري قد لا تعوض تماما عن "تجاوز" الانبعاثات في السابق.** وحدوث تجاوز في معظم سيناريوهات مسار التركيز النموذجي 2.6 يسمح بتعويض الانبعاثات الحالية "بانبعاثات سلبية" في المستقبل. وثمة افتراض بأن إزالة ثاني أكسيد الكربون سوف تتحقق بالحجم اللازم، بدون أن تكون لمثل هذه الإجراءات نفسها عواقب بيئية كبيرة غير مرغوب فيها؛ ويبدو أن هذا الافتراض غير صحيحا. وبصفة خاصة، فإن العواقب المناخية والبيئية للتجاوز لن تلغى كلها مباشرة في المستقبل بإزالة ثاني أكسيد الكربون. والأثر الصافي لجمع ثم طرح كمية معينة من ثاني أكسيد الكربون يساوي صفرا فقط إذا لم يكن هناك اختلاف زمني كبير بين عمليتي الجمع والطرح؛ وقد يؤدي تأخير لأكثر من 50 سنة تقريبا إلى عواقب مهمة للتنوع البيولوجي ونظام كوكب الأرض ولا يحتمل عكسها. ولهذه الأسباب، فإن تقييم الدور المحتمل لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون ينبغي أن يركز على فعاليتها في المساعدة في خفض الانبعاثات الصافية إلى الصفر في نطاق زمني أقصر عما تصوره معظم السيناريوهات الحالية، ويكمل التخفيضات الصارمة للانبعاثات.

29- **ويبدو من المرجح أن يكون للاستخدام على نطاق واسع للطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS) آثار سلبية كبيرة على التنوع البيولوجي من خلال التغير في استخدام الأراضي.** وإذا تم استخدام الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه على نطاق مفترض في معظم سيناريوهات مسار التركيز النموذجي 2.6، فإن مناطق واسعة من الأراضي (عدة مئات الملايين من الهكتارات)، والمياه (التي يحتمل أن يزيد الطلب على المياه الزراعية بمقدار الضعف) والأسمدة، ستدعو الحاجة إليها لاستمرارية محاصيل الطاقة الحيوية. والحد من الري لتقليل استخدام المياه، أو عدم إحلال المغذيات، سيزيد من متطلبات الأراضي. وحتى تحت السيناريوهات المتفائلة، فإن أقل من نصف المتطلبات للانبعاثات السلبية يحتمل أن يتوافر من الأراضي الزراعية المهجورة. واستخدام الأراضي المتوقع في قلب سيناريو مسار التركيز النموذجي 2.6 قد يؤدي إلى خسائر كبيرة في التنوع البيولوجي الأرضي.

30- **ويمكن أن تسهم استعادة النظم الإيكولوجية بما في ذلك التشجير وإعادة التشجير الملائم في إزالة ثاني أكسيد الكربون وتوفير منافع مشتركة مهمة للتنوع البيولوجي. غير أن هذه الأنشطة وحدها قد تكون غير كافية لإزالة الكربون على النطاق المطلوب في معظم السيناريوهات الحالية.** ويعتبر تجنب إزالة الغابات، وفقدان غيرها من الغطاء النباتي الطبيعي ذي الكربون العالي، أكثر فاعلية من الاستعادة أو التشجير في المساهمة في التخفيف من المناخ ولديه منافع مشتركة أكبر للتنوع البيولوجي. وتشجير النظم الإيكولوجية الذي يجرى حاليا في الغطاء النباتي المحلي غير الحرجي قد يؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي الفريد في مثل هذه الموائل، وينبغي تجنبه من منظور إيكولوجي.[9] وعلاوة على ذلك، فإن تأثيرات الاحتباس الحراري لثنائي أكسيد النتروجين الناشئة عن الأسمدة النتروجينية قد تتجاوز مكاسب ثاني أكسيد الكربون؛ وتشجير المناطق الشمالية والمناطق الصحراوية قد يزيد من الاحترار العالمي من خلال تأثيرات البياض؛ وتغير المناخ في المستقبل قد يعرض بالوعات الكربون في الغابات للخطر، من خلال زيادة وتيرة الحرائق، والآفات والأمراض والظواهر الجوية البالغة الشدة.

31- **ويحتمل أن يسهم الفحم الأحيائي في إزالة ثاني أكسيد الكربون تحت ظروف معينة، وقد يوفر الأسلوب المطبق في التربة الزراعية منافع مشتركة للإنتاجية.** وقد يكون لتطبيق الفحم الإحيائي (الفحم النباتي) في التربة آثار إيجابية أو سلبية على التنوع البيولوجي للتربة وعلى الإنتاجية، ولكن هناك أدلة أكبر على الآثار الإيجابية، خصوصا في التربة الحمضية. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي تطبيق الفحم الإحيائي في التربة أيضا إلى خفض انبعاثات الكربون من التربة. ويجري حاليا تطوير فهم كمي للعوامل التي تؤثر على استمرار حجز كربون الفحم الأحيائي. غير أنه إلى حين إزالة استخدام الفحم الحجري وغيره من أنواع الوقود الأحفوري ذات الانبعاثات العالية، فإن الاستخدام البديل للفحم النباتي كوقود قد تكون له إمكانية أكبر في التخفيف من المناخ. وهناك حاجة إلى تقييمات للمنافع المناخية، والمنافع المشتركة وتكاليف مختلف عمليات الفحم الأحيائي ومنتجاتها من أجل التقييم الكامل لإمكانية هذا الأسلوب. وتتوقع السيناريوهات الحالية إنتاج الفحم الأحيائي من مخلفات المحاصيل والهدر الغذائي. ومع ذلك، فإن استخدام هذا الأسلوب على نطاق واسع قد تكون له آثار مباشرة وغير مباشرة كبيرة على استخدام الأراضي، والمياه والأسمدة من أجل توليد الكتلة الحيوية المطلوبة.

32- **إن إمكانية الأساليب البديلة للانبعاثات السلبية مثل العزل من الهواء مباشرة (DAC)، والتجوية المعززة وتخصيب المحيطات ما زالت غير مؤكدة.** وهناك أعمال بحثية مهمة منذ دراسات العام 2012، ولكن ما زالت الاستنتاجات هي نفسها بشكل واسع. وما زالت التكاليف المحتملة ومتطلبات الطاقة لعزل ثاني أكسيد الكربون من الهواء مباشرة عالية للغاية، ولو أنها أقل من تلك التكاليف المبلغ عنها في دراسات العام 2012. ونظرا لوجود إمكانية إضافية لخفض التكلفة، ينبغي ايلاء العناية لمزيد من البحوث في مجال أساليب عزل ثاني أكسيد الكربون من الهواء مباشرة، بالإضافة إلى الميثان. والمساهمة المحتملة للتجوية المعززة، على الأراضي أو في المحيطات، للانبعاثات السلبية ليست واضحة ولكن من المرجح أن العوامل اللوجستية ستحد من الاستخدام على نطاقات واسعة. والتطبيقات البحرية المحلية قد تكون فعالة في إبطاء

[9] يشير مصطلح "التشجير" في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى استزراع أراضي لم تحتوي على أشجار من الوجهة التاريخية لمدة 50 عاما على الأقل. وبالتالي، قد يشمل المصطلح إعادة التشجير في بعض أراضي الغابات السابقة فضلا عن تشجير النظم الإيكولوجية في الغطاء المحلي غير الحرجي.

تحمض المحيطات أو خفضه، وما ينجم عنه من منافع للتنوع البيولوجي البحري، بالرغم من وجود تأثيرات سلبية أيضا؛ مثلا من الترسب. ومن المرجح أن الإنتاجية المعززة للمحيطات، عن طريق تحفيز نمو العوالق النباتية في المحيطات المفتوحة ومن خلال إضافة المغذيات ("تخصيب المحيطات") أو تعديل التيارات الصاعدة، هي فقط لعزل كميات متواضعة نسبيا من ثاني أكسيد الكربون، والمخاطر البيئية وأوجه عدم اليقين المرتبطة بالاستخدام على نطاق واسع ما زالت عالية.

33- **يجب خزن ثاني أكسيد الكربون (أو غيره من غازات الاحتباس الحراري) المشتق من الغلاف الجوي في نفس الشكل. وتتضمن الخيارات الغطاء النباتي، والتربة، والفحم النباتي، أو ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية.** ويظهر الغطاء النباتي، والتربة والفحم النباتي مستويات متباينة من الاستمرارية أو عدم الاستمرارية. وقد تمت مؤخرا مراجعة الاعتبارات التقنية المتعلقة بالخزن المأمون للكربون في التكوينات الجيولوجية، والتي يتوقع أن يكون معظمها في قاع البحار. والتأثيرات الرئيسية للتسرب البحري ستكون تحمض المحيطات المحلية مع دراسات تجريبية تشير إلى أن (على الأقل بالنسبة لمعدلات الإطلاق البطيئة) الآثار البيئية ستكون محلية نسبيا. ومن الأهمية في هذا المجال المؤلفات الواسعة النطاق بشأن تحمض المحيطات، بما في ذلك التغيرات في التنوع البيولوجي المرصودة في الفتحات الهوائية الطبيعية لثاني أكسيد الكربون. غير أن دراسات تجريبية قليلة نسبيا عن آثار ثاني أكسيد الكربون العالي على الكائنات البحرية تغطي المجموعة الكاملة للقيم التي قد تحدث في ظروف التسرب. وهناك أشكال أخرى من الخزن في المحيطات يعتبر أن يكون لها مخاطر غير مقبولة، ولا يسمح بها بموجب اتفاقية لندن/بروتوكول لندن.

*وسائل انعكاس ضوء الشمس / إدارة الأشعة الشمسية*

34- **أكدت الدراسات والتقييمات الأخيرة أن أساليب إدارة الأشعة الشمسية (SRM)، يمكن، من الوجهة النظرية، أن تبطئ أو توقف أو تعكس الزيادات في درجة الحرارة العالمية. وهكذا، فإذا كانت فعالة، فإنها قد تقلل آثار الاحترار على التنوع البيولوجي، ولكن هناك مستويات عالية من عدم اليقين عن آثار أساليب إدارة الأشعة الشمسية، التي يمكن أن تنطوي على مخاطر جديدة كبيرة على التنوع البيولوجي.** وتؤدي النمذجة بشكل مستمر إلى إظهار أن الخفض في متوسط درجة الحرارة العالمية (أو منع المزيد من زيادتها) وإلى حد ما التغيرات المرتبطة بها في هطول الأمطار قد تكون ممكنة، ولكنها لن تسترجع بشكل كامل الظروف المناخية المستقبلية إلى حالتها السائدة اليوم. والتوزيع الإقليمي لدرجات الحرارة وتأثيرات الهطول هي أيضا مختلفة بالنسبة لأساليب إدارة الأشعة الشمسية المختلفة؛ وهذه تمت نمذجتها ولكن الكثير من أوجه عدم اليقين ما تزال قائمة. وحتى إذا كانت الاختلالات الناتجة على المناخ الإقليمي في المتوسط تحت هذا الأسلوب هي أقل من تلك التي تحدث في ظل تغير المناخ في غياب هذا الأسلوب، فإن ذلك لا يمكن معرفته بالتأكيد: وإمكانية أن بعض المناطق سوف تستفيد بينما قد تعاني مناطق أخرى خسائر أكبر، قد يكون لها آثار معقدة على الحوكمة. ولم يتم بعد دراسة الآثار على التنوع البيولوجي في معظم النماذج. غير أنه إذا كان هذا الأسلوب سيبدأ ولكنه يتوقف فجأة بعد ذلك، فإن آثار الانتهاء (التي تنطوي على تغييرات مناخية سريعة جدا) يحتمل أن تؤدي إلى فقدان خطير للتنوع البيولوجي. ويمكن أن يقلل استخدام إزالة ثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى أسلوب "معتدل" من إدارة الأشعة الشمسية من هذه المخاطر، وهناك تركيز متزايد في المؤلفات العلمية على التكامل المحتمل لهذين النهجين.

35- **وتشير النماذج إلى أن إدارة الأشعة الشمسية (SRM) يمكن أن تبطئ فقدان الجليد البحري في القطب الشمالي. غير أن منع فقدان الجليد البحري في القطب الشمالي من خلال إدارة الأشعة الشمسية من غير المحتمل أن يتحقق بدون حدوث آثار مناخية غير مقبولة في أماكن أخرى.** وتشير النماذج إلى أنه حتى إذا انتشر أسلوب إدارة الأشعة الشمسية عالميا على نطاق يعيد متوسط درجات الحرارة العالمية إلى مستواها قبل الفترة الصناعية، فإن فقدان الجليد البحري في القطب الشمالي سيستمر، ولو بمعدل أبطأ. ويمكن منع فقدان المزيد من الجليد البحري في القطب الشمالي من خلال الأساليب القوية محليا لإدارة الأشعة الشمسية (باستخدام التطبيق غير المتماثل للايروسولات في الستراتوسفير) ولكن هذا سيصاحبه آثار سلبية للغاية في أماكن أخرى بسبب التحولات الرئيسية في الدوران في الغلاف الجوي وفي المحيطات. ومن الناحية النظرية، يمكن أن يؤدي ترقق السحب المرتفعة إلى إحداث الاستقرار في الجليد البحري في القطب الشمالي، ولكن تظل هناك الكثير من حالات عدم اليقين بخصوص هذا الأسلوب.

36- **ويمكن أن تفيد إدارة الأشعة الشمسية الشعب المرجانية بتقليل الابيضاض الذي تحدثة درجات الحرارة، ولكن في ظروف ارتفاع ثاني أكسيد الكربون، فإنها قد تزيد أيضا، بصفة غير مباشرة، من آثار تحمض المحيطات.** وبغض النظر عن حالات عدم اليقين حول التوزيع الإقليمي، فإن انخفاض متوسط درجات الحرارة العالمية تحت أسلوب إدارة الأشعة الشمسية يحتمل أن يخفض من حدوث حالات الابيضاض مستقبلا في الشعب المرجانية في المياه الدافئة (بالمقارنة إلى ظروف مسار التركيز النموذجي 4.5 أو مسار التركيز النموذجي 6.0). والتفاعلات بين تحمض المحيطات ودرجة الحرارة والآثار على المرجانيات (وغيرها من الكائنات البحرية) هي معقدة، وسيعتمد الكثير على حجم التدابير الإضافية المتخذة لخفض زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وإذا تم منع الاحترار بأسلوب إدارة الأشعة الشمسية، سيكون هناك انبعاثات إضافية أقل لثاني أكسيد الكربون من التفاعلات البيولوجية الجغرافية الكيميائية؛ غير أن التبريد النسبي سيقلل من حالة التشبع بالكربونات، التي قد تقلل من التكلس أو حتى تذيب الكيانات القائمة (بالنسبة لمرجانيات المياه الباردة) إذا لم تتوقف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

37- **ومن شأن استعمال إيروسولات الكبريت لإدارة الأشعة الشمسية أن يرتبط بخطر فقدان الأوزون الستراتوسفيري؛ وسيكون هناك أيضا تأثيرات جانبية عامة بشكل أكبر ومرتبطة بحقن الإيروسولات في الستراتوسفير (SAI).** وبينما يمكن تفادي آثار استنفاد الأوزون إذا استعملت إيروسولات بديلة، فإن درجة قبولها وسلامتها لم تتأكدان بعد. وجميع أساليب حقن الإيروسولات في الستراتوسفير، إذا كانت فعالة، ستغير من نوعية وكمية الضوء الذي يصل إلى سطح كوكب الأرض؛ ومن المتوقع أن تكون التأثيرات الصافية على الإنتاجية ضئيلة، ولكن قد تكون هناك آثار على التنوع البيولوجي (هيكل المجتمعات وتكوينها).

38- **وتعتمد الفعالية المناخية لبياض السحب البحرية على افتراضات بخصوص الفيزياء الدقيقة للسحب وسلوك السحب.** والكثير من القضايا المرتبطة ما زالت غير مؤكدة للغاية. واحتمال التطبيقات الإقليمية الواسعة قد تم تحديده؛ فآثارها البيئية، التي تشمل الضرر من نسبة الملوحة في الغطاء النباتي الأرضي، لم يتم التحقيق فيها بشيء من التفصيل.

39- **ولا يبدو أن التغيرات واسعة النطاق في بياض سطح الأراضي وسطح المحيطات ستكون ممكنة أو فعالة من حيث التكلفة.** ومن غير المحتمل للغاية أن بياض المحاصيل يمكن تعديله على نطاق مناخي كبير. فتغيير بياض المراعي أو الصحراء على مناطق كبيرة بشكل كاف سيتطلب موارد كبيرة جدا ويضر بالتنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية، ويحتمل أن يحدث اضطرابات إقليمية واسعة النطاق في درجة الحرارة وفي الهطول. والتغيرات في بياض المحيطات (من خلال رغاوي مستمرة لوقت طويل) يمكن نظريا أن تكون فعالة مناخيا، ولكن من شأنها أن يصاحبها أيضا العديد من التغيرات البيوجيولوجية الكيميائية والبيئية، التي يحتمل أن يكون معها آثار إيكولوجية واجتماعية اقتصادية كبيرة غير مقبولة.

*الأساليب الرامية إلى زيادة فقدان الحرارة*

40- **ترقق السحب المرتفعة قد يكون لديه إمكانية مكافحة تغير المناخ، ولكن إمكانية واحتمال آثار الأسلوب قد تلقت اهتماما قليلا.** ومن شأن هذا الأسلوب أن يسمح لمزيد من الحرارة (اشعاع الموجات الطويلة) بأن يترك كوكب الأرض، على عكس أسلوب إدارة الأشعة الشمسية (الذي يهدف إلى انعكاس الطاقة قصيرة الموجات الوافدة).

*الاعتبارات الاجتماعية الاقتصادية والثقافية*

41- **ركزت المؤلفات العلمية والاجتماعية الأخيرة على مسائل الأطر والحوكمة والمسائل الأخلاقية المتعلقة بأسلوب إدارة الأشعة الشمسية في الغلاف الجوي.** وغطى البحث أيضا العلاقات الدولية والقانون الوطني والدولي، والاقتصاد، وجاءت معظم الأبحاث من المؤلفين الأمريكيين والأوروبيين. وبينما كانت الاعتبارات الاجتماعية الاقتصادية لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون الأرضي على نطاق واسع، قد شملتها إلى درجة ما المناقشة بشأن أنواع الوقود الحيوي وآثارها على الأمن الغذائي، إلا أن هناك فجوات رئيسية بخصوص الإمكانية التجارية لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون، مثل استخدام الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS)، والأطر المؤسسية المرتبطة بها المتعلقة بمبادلة الكربون أو بالحوافز الضريبية، وتقييمات الآثار البيئية (في سياق خدمات النظم الإيكولوجية) والآثار على الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية. وبالنسبة لإدارة الأشعة الشمسية، فقد تم النظر في العديد من الأطر، مع تلك القائمة على "حالات

الطوارئ المناخية" أو "نقاط التحول" التي تجتذب اهتماما خاصا أو انتقادا خاصا. وهناك اتجاه متزايد نحو البرامج المتعددة التخصصات والبرامج التي تحتوي على عدة تخصصات بشأن الهندسة الجيولوجية للمناخ، وبدأت هذه تقدم تحاليل أكثر تكاملا، مع دور تعاوني للعلماء الاجتماعيين.

42- **القبول العام للهندسة الجيولوجية منخفض بشكل عام في الأماكن التي جرى مسحه فيها**، وخصوصا بالنسبة لإدارة الأشعة الشمسية. ومع ذلك، فإن الدراسات في عدد من الدول وجدت موافقة واسعة للبحث في كل من أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) وإدارة الأشعة الشمسية (SRM)، بشرط أن سلامة هذا البحث يمكن تأكيدها.

*الإطار التنظيمي*

43- **اعتمدت الأطراف المتعاقدة في بروتوكول لندن تعديلا على بروتوكول لندن لتنظيم وضع المواد لتخصيب المحيطات وغير ذلك من أنشطة الهندسة الجيولوجية البحرية**. ويتعلق ذلك ببروتوكول عام 1996 التابع لاتفاقية منع التلوث البحري الناجم عن إغراق النفايات ومواد أخرى لعام 1972 التي تديرها المنظمة البحرية الدولية. وهذا التعديل، المعتمد في عام 2013، قد بني ليسمح ببحث أنشطة الهندسة الجيولوجية البحرية الأخرى وتحديدها في مرفق جديد في المستقبل، إذا كانت تقع ضمن نطاق البروتوكول ويحتمل أن تلحق الضرر بالبيئة البحرية. وسوف يدخل التعديل حيز النفاذ بعد التصديق عليه من ثلثي الأطراف المتعاقدة في بروتوكول لندن. وهذا التعديل، فور دخوله حيز النفاذ، سوف يعزز الإطار التنظيمي لأنشطة تخصيب المحيطات ويوفر إطارا لمزيد من تنظيم أنشطة الهندسة الجيولوجية البحرية الأخرى. وفي المقرر 20/12، أخذ مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي علما بالقرار LP.4(8) ودعا الأطراف في بروتوكول لندن إلى التصديق على هذا التعديل والحكومات الأخرى إلى تطبيق التدابير الملائمة بما يتمشى مع هذا التعديل، حسب الاقتضاء.

44- **تعديل عام 2007 لاتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي (OSPAR) الذي يسمح بتخزين ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية تحت قاع البحار في شمال شرق المحيط الأطلسي دخل حيز النفاذ في يوليو/تموز 2011** وهو الآن نافذا لإحدى عشرة طرفا من أطراف اتفاقية OSPAR البالغ عددها 16 طرفا.

45- كما لاحظنا في التقرير الأصلي، **فإن الحاجة إلى مراقبة عالمية قائمة على العلم وشفافة وفعالة وآليات تنظيمية، قد تكون أكثر اتصالا لهذه الأساليب الخاصة بالهندسة الجيولوجية التي يحتمل أن تحدث تأثيرات ضارة شديدة عبر الحدود، وتلك العاملة في مناطق خارج الولاية الوطنية وفي الغلاف الجوي**. وتشمل هذه مجموعة فرعية من الأساليب المتضمنة في التعريف الواسع للهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ (الفقرة 24 أعلاه). وكما لاحظنا أعلاه، فإن الكثير من نُهج الهندسة الجيولوجية المحتملة في المحيطات قد تم تغطيته بالفعل في إطار اتفاقية لندن/بروتوكول لندن. غير أن الطاقة الحيوية على نطاق واسع مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS) والتشجير المقترحين في كثير من سيناريوهات تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ قد تثير مسائل تنظيمية جديدة على المستوى الدولي بخصوص ما يرتبط بها من نطاق استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي. وآثار الحوكمة الدولية المحتملة لمثل هذه الطاقة الحيوية على نطاق واسع مع احتجاز الكربون وتخزينه لم تعالج بالتحديد حتى الآن من جانب الإطار التنظيمي الدولي أو المؤلفات.

46- **إن عدم وجود آليات تنظيمية لإدارة الأشعة الشمسية (SRM)، ما زال يشكل فجوة رئيسية**. وفيما يتعلق **بإدارة الأشعة الشمسية (SRM)**، يلاحظ تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن "تأثيرات الحوكمة ... تشكل تحديا بصفة خاصة"، وخصوصا بالنسبة للآثار السياسية للإجراءات الفردية المحتملة. وتثير إعادة التوزيع المكاني والزمني للمخاطر قضايا إضافية للعدالة بين الأجيال وضمن الجيل الواحد،[10] التي يكون لديها آثار لتصميم الآليات التنظيمية الدولية وآليات المراقبة. وستتطلب المسائل الأخلاقية والسياسية التي أثارها أسلوب إدارة الأشعة الشمسية (SRM)

[10] التقرير التجميعي، تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، الصفحة 89؛ الفريق العامل الثالث الصفحة 488.

المشاركة العامة والتعاون الدولي من أجل معالجتها على نحو ملائم. والنُهج الأخرى التي تنطوي على تعديلات لبيئة الغلاف الجوي تشمل ترقق السحب المرتفعة لم يتم تغطيتها هي الأخرى.

47- **ومن الأسئلة المتكررة هناك كيفية معالجة أنشطة البحوث (التي تختلف عن احتمال الاستخدام) وإمكانية معالجتها من خلال إطار تنظيمي**. غير أنه فور ترك مرحلة النمذجة والمختبر، فإن الفرق بين البحث والتطوير يمكن أن يصبح أمرا صعبا لأغراض تنظيمية. وقد قيل أن الحوكمة يمكن أن تكون لها وظيفة تمكينية للبحوث "المأمونة والمفيدة"؛ ومفهوم بروتوكول لندن عن "البحث العلمي المشروع" يشكل أساسا لتعديل عام 2013 يمكن النظر إليه في هذا السياق.

48- **ولم تغير هذه التطورات من صحة الرسائل الرئيسية في الجزء الثاني من دراسات العام 2012**، بما في ذلك أن "الآليات التنظيمية الحالية التي يمكن أن تنطبق على الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي لا تمثل إطارا للهندسة الجيولوجية ككل، بحيث تفي بمعيار كونها عالمية وشفافة وفعالة ومستندة إلى العلم" وأنه "مع الاستثناءات الممكنة لتجارب تخصيب المحيطات وتخزين ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية، فإن الإطار القانوني والتنظيمي القائم لا يتمشى الآن مع المجال المحتمل ونطاق الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ، بما في ذلك التأثيرات عبر الحدود."

*الاستنتاجات*

49- **يتأثر التنوع البيولوجي بعدد من دوافع التغيير التي تتأثر هي ذاتها بأسلوب إزالة ثاني أكسيد الكربون وأسلوب إدارة الأشعة الشمسية المقترحين للهندسة الجيولوجية**. وإذا كانت الهندسة الجيولوجية فعالة، فإنها ستخفض من آثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي على المستوى العالمي. غير أنه في حالة إدارة الأشعة الشمسية تحت ظروف ارتفاع ثاني أكسيد الكربون، فإن هذه لن تكون الحالة بالضرورة على المستويات المحلية، نظرا للتوزيع الذي لا يمكن التنبؤ به لدرجة الحرارة وآثار الهطول. ومن ناحية أخرى، فإن المنافع للتنوع البيولوجي من خفض آثار تغير المناخ من خلال الإزالة على نطاق واسع لثاني أكسيد الكربون القائمة على الكتلة الحيوية يحتمل أن يعوضه، جزئيا على الأقل، وربما تجاوزه، التغير في استخدام الأراضي. والتغيرات في إنتاجية المحيطات، من خلال التخصيب واسع النطاق سينطوي بالضرورة على تغييرات رئيسية في النظم الإيكولوجية البحرية، مع يرتبط بذلك من مخاطر للتنوع البيولوجي. وبصفة عامة، فإن الآثار الجانبية ذات الصلة بالأساليب التي قد تكون ضارة للتنوع البيولوجي لم تفهم بشكل جيد بعد.

50- **إن تقييم الآثار المباشرة وغير المباشرة (التي قد يكون كل منها إيجابيا أو سلبيا) للهندسة الجيولوجية للمناخ ليس أمرا مباشرا**. وتنطوي هذه الاعتبارات بالضرورة على أوجه عدم اليقين بخصوص الإمكانية التقنية والفاعلية، والاعتمادات على الحجم؛ والمقارنات المعقدة مع الظروف التي لا تتعلق بالهندسة الجيولوجية فضلا عن أحكام القيمة والاعتبارات الأخلاقية. والاعتبارات ذات الصلة بالأساليب المهمة لتقييم أساليب الهندسة الجيولوجية للمناخ تشمل الفعالية، والسلامة والمخاطر؛ والمنافع المشتركة؛ ومدى الاستعداد؛ والحوكمة والأخلاقيات؛ والتكلفة والقدرة على تحمل التكلفة. ولا يمكن تحديد كمية الكثير من هذه العوامل على نحو موثوق حتى الآن، ومن المهم أن تشتمل "التكلفة" على القيم السوقية وغير السوقية. ويمكن أن يساعد إجراء المزيد من البحوث، مع ضمانات ملائمة، في خفض بعض فجوات المعارف هذه وأوجه عدم اليقين.

## رابعا - التوصية المقترحة

قد ترغب الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية في ما يلي:

(1) *أن تحيط علما* بالتقرير المحدث عن الهندسة الجيولوجية المتصلة بالمناخ بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي (UNEP/CBD/SBSTTA/19/INF/2) ورسائلها الرئيسية (UNEP/CBD/SBSTTA/19/7)؛

(2) *أن توصي* بأن يحاط مؤتمر الأطراف علما بأن عددا قليلا جدا من الأطراف قدمت معلومات عن التدابير التي اتخذتها وفقا للمقرر 33/10، الفقرة 8(ث)، وتدعو الأطراف الأخرى، حسب مقتضى الحال، إلى تقديم مثل هذه المعلومات.

**مرفق**

تم تحديد الرسائل الرئيسية التالية في العدد 66 من السلسلة التقنية (اتفاقية التنوع البيولوجي، 2012) (وتم استنساخ الأجزاء المبينة باللون الداكن في الدراسات الأصلية هنا؛ والنص الكامل متاح في الدراسات الكاملة).

***الرسائل الرئيسية من العدد 66 من السلسلة التقنية الجزء أولا:*** *آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي (ويليامسون وآخرون، 2012)*

1- إن التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية وخدماتها حيوية لرفاهية الإنسان. وتتطلب حماية التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية تخفيض دوافع فقدان التنوع البيولوجي.

*التقنيات المقترحة للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ*

2- في هذا التقرير، تعرّف الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ بأنها مداخلة متعمدة في بيئة كوكب الأرض ذات طبيعة وحجم متعمد للتصدي لتغير المناخ الناشئ عن الأنشطة البشرية وآثاره.

3- ووسائل انعكاس ضوء الشمس (SRM)، وتعرف أيضا بإدارة أشعة الشمس، تهدف إلى التصدي للاحترار وما يرتبط به من تغيرات المناخ عن طريق خفض الحدث وبعد ذلك امتصاص أشعة الشمس على الموجة القصيرة، وانعكاس نسبة صغيرة منها إلى الفضاء.

4- وتهدف أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون إلى إزالة ثاني أكسيد الكربون من الجو، وهو غاز رئيسي من غازات الاحتباس الحراري.

5- لا يوجد نهج واحد للهندسة الجيولوجية يستوفى حاليا المعايير الأساسية الثلاثة للفاعلية والسلامة والتكلفة المعتدلة. وتمر أساليب مختلفة بمراحل تطوير مختلفة، ومعظمها نظرية، ويشوب الكثير منها فاعلية مشكوك فيها.

*تغير المناخ وتحمض المحيطات، وآثارهما على التنوع البيولوجي*

6- إن الزيادة المستمرة في ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى في الجو ليس لها فحسب تأثيرات عميقة بالنسبة لدرجة الحرارة المتوسطة العالمية والإقليمية، بل أيضا بالنسبة لهطول الأمطار، ورطوبة التربة وديناميات الغطاء الجليدي (الصفائح الجليدية)، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتحمض المحيطات وتواتر وضخامة الظواهر الجوية البالغة الشدة مثل الفيضانات، والجفاف وحرائق الغابات.

7- منذ عام 2000، تسارع معدل الزيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأنشطة البشرية، إذ وصل إلى أكثر من 3.1 في المائة في المتوسط في السنة. وزادت أيضا الانبعاثات من غازات الاحتباس الحراري الأخرى. ونتيجة لذلك، سيشكل الحد من الاحترار العالمي إلى الهدف المقترح لدرجة حرارة قدرها درجتين مئويتين تحديا بالغا.

8- حتى مع السياسات القوية للتخفيف من المناخ، فإن حدوث مزيد من تغير المناخ بفعل الأنشطة البشرية لا يمكن تجنبه نتيجة للاستجابات المتأخرة في نظام المناخ على كوكب الأرض.

9- يشكل تغير المناخ بفعل الأنشطة البشرية مجموعة خطيرة من التهديدات على التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية، مما يزيد المخاطر على انقراض الأنواع والخسائر المحلية بدرجة كبيرة.

10- من المرجح أن تبلغ التأثيرات الأرضية لتنبؤات تغير المناخ أقصى حد لها بالنسبة للموائل الجبلية والقطبية، والمناطق الساحلية المتأثرة بتغير مستوى سطح البحر، وما إذا كانت هناك تغييرات رئيسية في وفرة المياه العذبة.

11- تتعرض الأنواع البحرية والنظم الإيكولوجية البحرية إلى تحمض المحيطات بدرجة متزايدة فضلا عن التغيرات في درجة الحرارة.

12- يؤدي المحيط الحيوي دورا رئيسيا في عمليات المناخ، لاسيما كجزء من دورة الكربون ودورة المياه.

*الآثار المحتملة على التنوع البيولوجي من الهندسة الجيولوجية لوسائل إدارة الأشعة الشمسية*

13- إذا كانت وسائل إدارة الأشعة الشمسية فعالة في التخفيف من حجم الاحترار، فإنها ستقلل العديد من التأثيرات التي تتعلق بالمناخ على التنوع البيولوجي. ويحتمل أيضا أن تترك هذه الوسائل تأثيرات أخرى غير مقصودة على التنوع البيولوجي.

14- وتشير التحليلات القائمة على النماذج والأدلة من الانفجارات البركانية إلى أن التعتيم الموحد لضوء الشمس بنسبة 1-2 في المائة خلال إجراء جوي غير محدد لوسائل إدارة الأشعة الشمسية، من شأنه، في معظم أجزاء الكوكب، أن يقلل تغييرات درجة الحرارة المتوقعة مستقبلا تحت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير المخففة.

15- تدخل وسائل إدارة الأشعة الشمسية ديناميكية جديدة من آثار تسخين غازات الاحتباس الحراري وتبريدها بسبب انخفاض ضوء الشمس.

16- كمية ثاني أكسيد الكربون من الأنشطة البشرية في الجو لا تتأثر بإدارة الأشعة الشمسية. ولذلك، فإن إدارة الأشعة الشمسية لن يكون لها أثر كبير على تحمض المحيطات وما يرتبط به من آثار على التنوع البيولوجي البحري، أو آثار (إيجابية أو سلبية) على ثاني أكسيد الكربون المرتفع في الجو على النظم الإيكولوجية الأرضية.

17- إن الانتهاء السريع لوسائل إدارة الأشعة الشمسية، التي كانت مستخدمة لبعض الوقت وتخفي درجة عالية من الاحترار بسبب استمرار انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، سيكون له بالتأكيد آثار سلبية كبيرة على التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية.

18- إن تحقين الإيروسول في الجو، باستعمال جزيئيات كبريتية، يمكن أن يؤثر في إجمالي كمية ونوعية وصول الضوء إلى المحيط الحيوي؛ ويكون له أثر قليل نسبيا على حموضة الغلاف الجوي، ويمكن أن يسهم أيضا في استنفاد الأوزون في الستراتوسفير.

19- إن سطوع السحب هو اقتراح أكثر تحديدا لإدارة الأشعة الشمسية، ومن المرجح أن يكون تطبيقه محدودا على مناطق محددة من المحيطات. ومن غير الأكيد الآن التعرف على تأثيراته على المناخ.

20- ينبغي استخدام تغيرات البياض السطحية على مناطق أرضية شاسعة (على نطاق شبة قاري) أو على معظم المحيطات العالمية لكي تحدث تأثيرات جوهرية على المناخ العالمي وما ينتج عنها من آثار على النظم الإيكولوجية. وقد يكون للتبريد المحلي القوي تأثيرات مدمرة على الأنماط الجوية الإقليمية.

*الآثار المحتملة على التنوع البيولوجي من أساليب الهندسة الجيولوجية لإزالة ثاني أكسيد الكربون*

21- من المتوقع أن تؤدي أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون، إذا كانت فعالة وممكنة، إلى تقليل التأثيرات السلبية لتغير المناخ على التنوع البيولوجي، وفي معظم الحالات التأثيرات السلبية لتحمض المحيطات.

22- قد يكون لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون الفردية تأثيرات غير مقصودة كبيرة على النظم الإيكولوجية الأرضية، و/أو النظم الإيكولوجية للمحيطات، استنادا إلى طبيعة حجز الكربون وتخزينه ونطاقه وموقعه.

23- ينطوي تخصيب المحيطات على إنتاج بيولوجي أولي متزايد مع ما يرتبط به من تغييرات في تكوين مجتمعات البلانكتون النباتي وتنوع الأنواع، وتأثيرات على شبكة الأغذية الأوسع نطاقا.

24- قد تنطوي التعرية (التجوية) المعززة على تعدين ضخم ونقل لصخور الكربونات والسليكات، وانتشار المواد الصلبة أو السائلة على الأرض أو في البحر. وسيعتمد نطاق التأثيرات (التي قد تكون إيجابية بالإضافة إلى سلبية) على النظم الإيكولوجية الأرضية والساحلية على طريقة ونطاق التنفيذ.

25- تعتمد التأثيرات على التنوع البيولوجي للنظم الإيكولوجية لتخزين الكربون من خلال التحريج وإعادة استزراع الغابات، أو تعزيز الكربون في التربة والأراضي الرطبة، يعتمد على وسيلة ونطاق التطبيق.

26- من المرجح أن يتنافس إنتاج الكتلة الحيوية لحجز الكربون على نطاق واسع لكي يكون مهما من الوجهة المناخية على الأراضي مع محاصيل الأغذية والمحاصيل الأخرى أو تنطوي على تغير واسع النطاق في استخدام الأراضي، مع

تأثيرات على التنوع البيولوجي بالإضافة إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي قد تعوض جزئيا (أو حتى تتجاوز) الكربون المحجوز ككتلة حيوية.

27- إن تأثيرات التخزين طويل الأجل للفحم في أنواع مختلفة من التربة وتحت ظروف بيئية مختلفة ليست مفهومة على نحو جيد.

28- من المتوقع أن يكون لتخزين الكتلة الحيوية الأرضية في المحيطات (مثلا، نفايات المحاصيل) أثر سلبي على التنوع البيولوجي.

29- سيتطلب الحجز الكيميائي لثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط بنا كمية كبيرة من الطاقة. وقد يكون لبعض العمليات المقترحة طلب عالي أيضا على المياه العذبة، ومخاطر محتملة للتلوث الكيميائي من صناعة المواد الماصة؛ وإما سيكون لها تأثيرات مباشرة صغيرة نسبيا على التنوع البيولوجي.

30- سيعدل تخزين ثاني أكسيد الكربون من المحيطات بالضرورة البيئة الكيميائية المحلية، مع احتمال كبير بحدوث تأثيرات بيولوجية.

31- قد يكون للتسرب من ثاني أكسيد الكربون المخزون في المستودعات الجيولوجية تحت قاع البحار، على الرغم من أنه يعتبر غير محتمل إذا تم اختيار جيد للمواقع، قد يكون له تأثيرات على التنوع البيولوجي بالنسبة للحيوانات تحت قاع البحار على نطاق محلي.

*الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والأخلاقية للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ*

32- إن النظر في الهندسة الجيولوجية كخيار محتمل يثير كثيرا من المسائل الاجتماعية الاقتصادية والثقافية والأخلاقية، بغض النظر عن النهج المحدد للهندسة الجيولوجية.

33- إن البشرية هي الآن القوة الرئيسية التي تعدل بيئة كوكب الأرض.

34- إن "الخطر الأخلاقي" للهندسة الجيولوجية هو أنه تعتبر احتياطيا تكنولوجيا، مما يمكن أن يخفض الجهود المبذولة حول التخفيف.

35- بالإضافة إلى الحد من الآثار غير المرغوبة لتغير المناخ، فإن التطبيق على نطاق واسع لأساليب الهندسة الجيولوجية من المؤكد تقريبا أن ينطوي على تأثيرات عرضية غير مقصودة ويزيد من التوترات الاجتماعية السياسية.

36- وهناك مسألة إضافية وهي إمكانية "التقييد" التكنولوجي والسياسي والاجتماعي.

37- تثير الهندسة الجيولوجية عددا من الأسئلة بخصوص توزيع الموارد والتأثيرات داخل المجتمعات وفيما بينها عبر الزمن.

38- في الحالات التي قد يكون لتجارب الهندسة الجيولوجية أو مداخلاتها تأثيرات أو آثار عبر الحدود في المناطق الواقعة خارج الولاية الوطنية، يمكن أن تنشأ توترات جغرافية سياسية.

*الموجز*

39- إن استخدام أساليب الهندسة الجيولوجية، إذا كان فعالا وممكنا، يمكن أن يؤدي إلى تقليل ضخامة تغير المناخ وآثاره على التنوع البيولوجي. وفي نفس الوقت، من المرجح أن يكون لمعظم أساليب الهندسة الجيولوجية تأثيرات غير مقصودة على التنوع البيولوجي، لاسيما عند استخدامها على نطاق مهم من الوجهة المناخية، مع مخاطر كبيرة وأوجه عدم اليقين.

40- هناك مجالات كثيرة ما زالت المعارف عنها محدودة للغاية.

41- هناك فهم محدود للغاية بين أصحاب المصلحة لمفاهيم الهندسة الجيولوجية، وأساليبها وتأثيراتها الإيجابية والسلبية المحتملة على التنوع البيولوجي.

***الرسائل الرئيسية من العدد 66 من السلسلة التقنية الجزء ثانيا:*** *الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي (بودل وآخرون، 2012)*

42- طلب مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي إجراء دراسة، مع مراعاة *الحاجة المحتملة إلى آليات عالمية وشفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم*، عن الثغرات في هذه الآليات القائمة للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي.

43- إن "الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ" مصطلح عام يشمل مفاهيم وأساليب وتكنولوجيات مختلفة كثيرة للهندسة الجيولوجية.

44- قد تكون الحاجة إلى آليات عالمية وشفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم، أكثر أهمية بالنسبة لمفاهيم الهندسة الجيولوجية التي يحتمل أن تحدث تأثيرات ضارة كبيرة عبر الحدود، وتلك المفاهيم المستخدمة في مناطق خارج الولاية الوطنية وفي الجو.

45- يشمل الإطار التنظيمي الحالي قواعد عرفية عامة للقانون الدولي ومعاهدات دولية محددة.

*قواعد عامة للقانون العرفي الدولي*

46- تصف مسؤولية الدولة القواعد التي تحكم الشروط العامة التي تعتبر الدولة بموجبها مسؤولة عن الأفعال غير المشروعة أو عن إغفال، والعواقب القانونية الناتجة عن ذلك.

47- جميع الدول عليها التزام عام للتأكد من أن الأنشطة التي تنفذ داخل ولايتها أو تخضع لرقابتها تحترم بيئة الدول الأخرى أو المناطق خارج الولاية الوطنية أو الرقابة الوطنية.

48- على الدول واجب إجراء تقييم الأثر البيئي للأنشطة التي قد يكون لها آثر ضار كبير في السياق عبر الحدود، لاسيما، على مورد متقاسم.

49- إن المبدأ التحوطي أو النهج التحوطي مهم ولكن وضعه القانوني ومحتواه في القانون العرفي الدولي لم ينص عليه بوضوح حتى الآن، ولم تتضح تأثيرات تطبيقه على الهندسة الجيولوجية.

50- تشمل المفاهيم العامة الأخرى ذات الصلة التنمية المستدامة، والمسؤوليات المشتركة ولكنها متميزة، ومفاهيم تعالج المصلحة الدولية في حماية المناطق الواقعة خارج نطاق الولاية الوطنية والموارد المتقاسمة فضلا عن مسائل الشواغل العامة مثل التنوع البيولوجي.

*نظم المعاهدات والمؤسسات المحددة*

51- اعتمدت اتفاقية التنوع البيولوجي مقررا بشأن الهندسة الجيولوجية يغطي جميع التكنولوجيات التي قد تؤثر على التنوع البيولوجي.

52- تنص اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (UNCLOS) على إطار قانوني يجب أن تجرى داخله جميع الأنشطة في المحيطات والبحار، بما في ذلك الأنشطة ذات الصلة بالهندسة الجيولوجية.

53- وتقدم اتفاقية لندن وبروتوكولها إرشادات تفصيلية عن تخصيب المحيطات، فضلا عن تخزين الكربون، وتنظر في تطبيق أوسع لأنشطة أخرى من الهندسة الجيولوجية البحرية ضمن ولايتها. وبموجب بروتوكول لندن، لا يسمح بالتخلص من ثاني أكسيد الكربون في عمود المياه أو في قاع البحار.

54- لم تعالج اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وبروتوكول كيوتو مفاهيم الهندسة الجيولوجية أو إدارتها.

55- وتشترط اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون، ضمن جملة أمور، أن تقوم الأطراف باتخاذ إجراءات لحماية صحة الإنسان والبيئة ضد التأثيرات الضارة المحتملة الناشئة عن الأنشطة البشرية التي تُعدل أو من المرجح أن تُعدل طبقة الأوزون. ويشترط بروتوكول مونتريال أن تخفض الأطراف تدريجيا من بعض المواد التي تستنفد طبقة الأوزون.

56- إن اتفاقية حظر استخدام تقنيات التغيير في البيئة لأغراض عسكرية أو لأية أغراض عدائية أخرى يمكن أن تسري مباشرة على الهندسة الجيولوجية إذا استخدمت فقط كوسيلة للحرب.

57- إن نشر دروع أو مرايا في الفضاء الخارجي لعكس أشعة الشمس أو منعها يندرج تحت قانون الفضاء.

58- إن اتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق الأطلنطي (اتفاقية OSPAR) تحظر تخزين ثاني أكسيد الكربون في عمود المياه أو في قاع البحار، وطورت قواعد وإرشادات لتخزين ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية تحت قاع البحر.

59- إن اتفاقية النقل بعيد المدى للملوثات الجوية (LRTAP) قد تكون لها صلة بمفاهيم الهندسة الجيولوجية مثل حقن الايروسولات، التي تدخل الكبريت أو مواد أخرى في الجو.

60- يسري قانون حقوق الإنسان إذا انتهك أي نشاط هندسي جيولوجي معين أي من حقوق الإنسان المحددة.

61- إن المؤسسات الدولية، مثل الجمعية العامة للأمم المتحدة، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، واللجنة الأوقيانوغرافية الحكومية الدولية (IOC) التابعة لليونسكو تعتبر ذات صلة بإدارة الهندسة الجيولوجية.

62- إن القانون الدولي عموما لا يتناول بالتحديد البحوث باعتبارها مميزة عن نشر التكنولوجية بتأثيراتها أو بمخاطرها المعروفة، بجانب القواعد الخاصة في مجالات معينة.

*الثغرات في الإطار التنظيمي الحالي*

63- إن الآليات التنظيمية الحالية التي يمكن أن تنطبق على الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي لا تمثل إطارا للهندسة الجيولوجية ككل، بحيث تفي بمعيار كونها عالمية وشفافة وفعالة ومستندة إلى العلم.

64- إن بعض المبادئ العامة للقانون الدولي، مثل واجب تجنب الضرر عبر الحدود، والحاجة إلى إجراء تقييم للأثر البيئي، مع قواعد مسؤولية الدولة تقدم بعض الإرشاد بشأن الهندسة الجيولوجية.

65- إن بعض أساليب الهندسة الجيولوجية تُنظم بموجب أنظمة المعاهدات القائمة، بينما يحظر البعض الآخر هذه الأساليب:

(أ) لا يسمح بروتوكول لندن بالتخلص من ثاني أكسيد الكربون في عمود المياه أو في قاع البحار.

(ب) تجارب تخصيب المحيطات تنظم بموجب أحكام اتفاقية لندن/بروتوكول لندن بشأن إلقاء النفايات والإرشادات الإضافية غير الملزمة بما فيها إطار تقييم المخاطر؛

(ج) تنظم اتفاقية لندن/بروتوكول لندن واتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي (OSPAR) تخزين ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية تحت قاع البحار.

66- قد تخضع بعض أساليب الهندسة الجيولوجية للالتزامات الإجرائية العامة ضمن نظم المعاهدات القائمة، ولكن لا توجد حتى الآن أي قواعد محددة تحكم هذه الأساليب الخاصة.

67- إن معظم المعاهدات، ولكن ليس كل المعاهدات، يحتمل أن توفر الآليات أو الإجراءات أو المؤسسات التي يمكن أن تقرر ما إذا كانت المعاهدة تنطبق على نشاط محدد للهندسة الجيولوجية وتعالج مثل هذه الأنشطة.

68- إن عدم وجود آليات تنظيمية لأسلوب إدارة الأشعة الشمسية يعد ثغرة رئيسية، لاسيما بالنظر إلى احتمال حدوث تأثيرات ضارة مهمة عبر الحدود.

69- إن معظم الأساليب التنظيمية التي نوقشت في هذا التقرير أعدت قبل ان تصبح الهندسة الجيولوجية قضية هامة، وبذلك، فهي لا تحتوي حاليا على إشارات واضحة إلى نُهج الهندسة الجيولوجية.

---