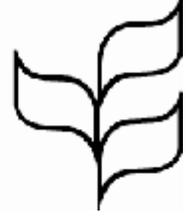


Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/16/10
12 March 2012

ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي



الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية

الاجتماع السادس عشر

مونتريال، 30 أبريل/نيسان - 5 مايو/أيار 2012

البند 3-7 من جدول الأعمال المؤقت*

المسائل التقنية والتنظيمية بشأن الهندسة الجيولوجية

بالعلاقة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي

مذكرة من الأمين التنفيذي

موجز تنفيذي

في اجتماعه العاشر، اعتمد مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي، مقرا بشأن الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ وآثارها على تحقيق أهداف الاتفاقية كجزء من مقرره 33/10 بشأن التنوع البيولوجي وتغير المناخ. واستجابة لهذا المقرر، أعدت ثلاث دراسات وقدمت إلى الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية كوثائق إعلامية. وتجمع الدراسات وتلخص معلومات عن: (1) الآثار المحتملة لأساليب الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي وما يرتبط بها من اعتبارات اجتماعية واقتصادية وثقافية؛ (2) الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتصلة بالاتفاقية؛ و(3) آراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة بشأن آثار الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي.

وتشير الدراسة التقنية إلى أن استخدام بعض أساليب الهندسة الجيولوجية، إذا كان مجديا وفعالاً، يمكن أن يقلل من ضخامة تغير المناخ وآثاره على التنوع البيولوجي. وفي نفس الوقت، ترتبط معظم أساليب الهندسة الجيولوجية بآثار غير مقصودة على التنوع البيولوجي، خصوصا عندما يتم استخدامها على نطاق مهم من الوجهة المناخية، مع مخاطر كبيرة وعدم اليقين. وتسلّم الدراسة أيضا بوجود مجالات كثيرة ما زالت المعارف عنها محدودة للغاية.

وتشير الدراسة بشأن الإطار القانوني والتنظيمي للهندسة الجيولوجية إلى أن الآليات التنظيمية الحالية التي يمكن أن تطبق على الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ المتصلة بالاتفاقية لا تشكل إطارا للهندسة الجيولوجية ككل يستوفى المعيار الذي ينص على أن يكون عالميا، وشفافا وفعالاً ومستندا إلى العلم. ومع الاستثناءات المحتملة

لتجارب تحمض المحيطات وخرن ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية، فإن الإطار القانوني والتنظيمي الحالي لا يتناسب في الوقت الراهن مع النطاق والمجال المحتمل للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ، بما في ذلك التأثيرات عبر الحدود. وقد تكون الحاجة إلى آليات عالمية شفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم أكثر أهمية بالنسبة لمفاهيم الهندسة الجيولوجية هذه التي لديها إمكانية إحداث تأثيرات ضارة كبيرة عبر الحدود، والمفاهيم التي تستخدم في مناطق خارج الولاية الوطنية وفي الجو. وهناك ثغرة رئيسية تتمثل في عدم وجود آليات تنظيمية لوسائل انعكاس ضوء الشمس، لاسيما إمكانية التأثيرات الضارة على الصحة عبر الحدود.

وتشير الآراء والخبرات الأولية للمجتمعات الأصلية وأصحاب المصلحة إلى أنه حتى الآن، كانت مساهمة الشعوب الأصلية في هذا النقاش محدودة للغاية وأن برامج بناء القدرات والمعلومات الثقافية بشأن هذه المسائل قليلة. إذ أن فهم آثار الهندسة الجيولوجية من منظور الشعوب الأصلية يشكل مشكلة تتطلب مزيداً من الاستكشاف. وترتكز مقاييس مختلفة للأمم المتحدة، بما فيها إعلان الأمم المتحدة بشأن حقوق الشعوب الأصلية،¹ على الحاجة إلى المشاركة الفعالة للشعوب الأصلية في جميع الشؤون التي قد تؤثر عليها، ومع ذلك كانت المشاركة في المناقشات حول الهندسة الجيولوجية ضئيلة.

التوصيات المقترحة

قد ترغب الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية في أن توصي مؤتمر الأطراف بأن يعتمد مقرراً في اجتماعه الحادي عشر، وفقاً للخطوط التالية:

إن مؤتمر الأطراف،

1- يرحب بالتقرير عن آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28)، والدراسة بشأن الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ المتصلة باتفاقية التنوع البيولوجي (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29) والعرض العام لآراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30)؛

2- يحيط علماً بالرسائل الرئيسية المقدمة في الوثيقة الحالية (UNEP/CBD/SBSTTA/16/10)؛

3- يلاحظ أن الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ يمكن تعريفها بأنها مداخل متعمدة في بيئة كوكب الأرض ذات طبيعة وحجم متعمد للتصدي لتغير المناخ الناشئ عن الأنشطة البشرية و/أو آثاره من خلال وسائل من بينها وسائل انعكاس ضوء الشمس أو إزالة غازات الاحتباس الحراري من الجو؛

4- يلاحظ كذلك أنه ما زال هناك ثغرات كبيرة في فهم آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي، بما في ذلك ما يلي:

(أ) الفاعلية العامة لبعض الأساليب، استناداً إلى التقديرات الفعلية لمدى تطبيقها؛

(ب) كيفية التوقع بأن الأساليب المقترحة للهندسة الجيولوجية ستؤثر على الطقس والمناخ على

الصعيدين الإقليمي والعالمي؛

(ج) كيف يمكن للتنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية وخدماتها أن تستجيب للتغيرات التي تحدثها الهندسة الجيولوجية في المناخ؛

(د) التأثيرات غير المقصودة لمختلف الأساليب المقترحة للهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي.

(هـ) الآثار الاجتماعية والاقتصادية، وخصوصا بالنسبة للقبول الجيولوجي-السياسي، والحوكمة والحاجة المحتملة لمعالجة مسألة أن البعض قد يستفيد بينما يعاني الآخرون من تأثيرات سلبية؛

5- إذ يشير إلى الفقرة 8(خ) من مقرره 33/10، يرحب بالعناية التي تعطيها اتفاقية لندن لمنع التلوث البحري الناجم عن إغراق النفايات ومواد أخرى لعام 1972 وبروتوكولها لعام 1996 للإعداد المحتمل لإطار تنظيمي للأساليب المقترحة للهندسة الجيولوجية البحرية في مجالات تتجاوز تخصيص المحيطات؛

6- إذ يلاحظ أن القانون العرفي، بما في ذلك الالتزام بتجنب الضرر عبر الحدود والالتزام بإجراء تقييمات الأثر البيئي، يمكن تطبيقه على الأنشطة المحتملة للهندسة الجيولوجية ولكنه قد يشكل أساسا غير كامل للتنظيم العالمي؛

7- يلاحظ كذلك الاعتبار المحتمل للمعاهدات والمنظمات القائمة في إدارة الأنشطة المحتملة للهندسة الجيولوجية، بما في ذلك اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار، واتفاقية لندن وبروتوكولها، واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وبروتوكول كيوتو التابع لها، واتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون، وبروتوكول مونتريال التابع لها، والاتفاقيات الإقليمية، فضلا عن الجمعية العامة للأمم المتحدة، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الأرصاد العالمية؛

8- يعترف أنه بالنسبة لمعظم أساليب الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ الأكثر اقتراحا، أن عناصر الإطار التنظيمي الحالي لا تشكل إطارا عالميا شفافا وفعالاً ومستندا إلى العلم؛

9- يسلم بالحاجة إلى آليات عالمية، شفافة وفعالة للمراقبة والتنظيم على أساس علمي قد تكون متصلة بمفاهيم الهندسة الجيولوجية التي يحتمل أن تحدث تأثيرات ضارة كبيرة عبر الحدود، وتلك المفاهيم المستخدمة في مناطق خارج الولاية الوطنية وفي الجو؛

10- يطلب إلى الأمين التنفيذي إحالة هذا المقرر، والتقارير المشار إليها في الفقرة 1 أعلاه، إلى أمانات المعاهدات والمنظمات المشار إليها في الفقرة 7 أعلاه، لإمكانية نظرها فيها.

أولا - مقدمة

1- في اجتماعه العاشر، اعتمد مؤتمر الأطراف المقرر 33/10 بشأن الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ وآثارها على تحقيق أهداف الاتفاقية كجزء من مقرره 33/10 بشأن التنوع البيولوجي وتغير المناخ.

2- وبالتحديد، في الفقرة 8 من هذا المقرر، فإن مؤتمر الأطراف دعا الأطراف والحكومات الأخرى، وفقا لظروفها وأولوياتها الوطنية، فضلا عن المنظمات والعمليات ذات الصلة، إلى النظر في الإرشادات الواردة أنه بشأن سبل حفظ التنوع البيولوجي وخدمات النظام الإيكولوجي واستخدامهما المستدام واستعادتهما وفي الوقت نفسه المساهمة في التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه (...):

"(ث) ضمان، بما يتماشى ويتسق مع المقرر 16/9 جيم، بشأن تخصيص المحيطات والتنوع البيولوجي وتغير المناخ، وفي عدم وجود آليات عالمية شفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم لأغراض الهندسة الجيولوجية، ووفقاً للنهج التحوطي والمادة 14 من الاتفاقية، عدم القيام بأي أنشطة للهندسة الجيولوجية تتعلق بالمناخ¹ 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 وفقاً للمادة 3 من الاتفاقية، والتي لها ما يبررها فقط بحسب الحاجة إلى تجميع بيانات علمية محددة، وتخضع لتقييم دقيق للآثار المحتملة على البيئة؛

(خ) ضمان معالجة أنشطة تخصيص المحيطات وفقاً للمقرر 16/9 جيم، مع الاعتراف بأعمال اتفاقية لندن/بروتوكول لندن؛"

3- وفي الفقرة 9 من ذلك المقرر، طلب مؤتمر الأطراف أيضاً إلى الأمين التنفيذي أن يضطلع بما يلي (...):

"(ل) جمع وتجميع المعلومات العلمية المتاحة، والآراء والخبرات لدى المجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين، بشأن الآثار المحتملة لأساليب الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي وما يرتبط به من اعتبارات اجتماعية واقتصادية وثقافية، وخيارات بشأن تعاريف ومفاهيم الهندسة الجيولوجية المرتبطة بالمناخ بما يتصل مع اتفاقية التنوع البيولوجي، وإتاحتها لنظر اجتماع للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية يعقد قبل الاجتماع الحادي عشر لمؤتمر الأطراف؛

(م) مع مراعاة الحاجة المحتملة إلى آليات عالمية شفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم، رهنا بتوافر الموارد المالية، إجراء دراسة عن الثغرات في هذه الآليات القائمة للهندسة الجيولوجية المتعلقة بتغير المناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي، مع مراعاة أن هذه الآليات قد لا تكون في أفضل وضع في إطار اتفاقية التنوع البيولوجي، وذلك لنظر الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية قبل الاجتماع المقبل لمؤتمر الأطراف وإبلاغ النتائج للمنظمات ذات الصلة."

4- وعملاً بالفقرة 9(ل) من المقرر 33/10، أعد فريق من الخبراء مع أمانة الاتفاقية دراسة عن آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي، بعد مناقشات أجريت في فريق اتصال نظم بفضل الدعم المالي من حكومتي المملكة المتحدة والنرويج. ويجمع التقرير ويلخص المعلومات العلمية المتوافرة عن الآثار المحتملة لأساليب الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي، بما في ذلك معلومات عن الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية المرتبطة بذلك وخيارات بشأن التعاريف. ويقدم القسم الثاني أدناه الرسائل الرئيسية من الدراسة. ويرد التقرير الكامل في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28.

¹ بدون الإخلال بالمداوات التي ستجري في المستقبل بشأن تعريف أنشطة الهندسة الجيولوجية، يفهم بأنها أي تكنولوجيا تحد عن عمد من العزل الشمسي أو زيادة امتصاص الكربون من الغلاف الجوي على نطاق واسع قد يؤثر في التنوع البيولوجي (باستثناء امتصاص الكربون وتخزينه من الوقود الأحفوري عندما تمتص ثاني أكسيد الكربون قبل انطلاقه في الغلاف الجوي) التي تشكل هندسة جيولوجية ذات صلة باتفاقية التنوع البيولوجي إلى أن يتم التوصل إلى تعريف أكثر دقة. وتجدر ملاحظة أن العزل الشمسي يعرف بأنه مقياس طاقة الإشعاع الشمسي التي تتلقاها منطقة سطحية معينة في ساعة معينة، وأن امتصاص الكربون يعرف بأنه عملية زيادة المحتوى من الكربون في مستودع/مجمع آخر بخلاف الغلاف الجوي.

5- واستجابة للفقرة 9(م) من المقرر 33/10، أعد مؤلف مرموق للأمانة دراسة عن الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي، مع استعراض للتعليقات والمساهمات الإضافية من فريق من الخبراء فضلا عن أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي. وترد الرسائل الرئيسية من الدراسة في القسم الثالث أدناه. ويرد التقرير الكامل في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29.

6- وتتعرف الدراسة بشأن آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي، المذكورة في الفقرة 4 أعلاه بأن معلومات قليلة جدا متوافرة في الوقت الحاضر عن المنظور من المجتمعات الأصلية والمحلية. ونظمت الأمانة جلسيتين - على هامش الاجتماع السابع للفريق العامل المفتوح العضوية المخصص للمادة 8(ي) والأحكام المتصلة بها في اتفاقية التنوع البيولوجي والاجتماع الخامس عشر للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية - للبدء في الحوار حول الموضوع والاستماع إلى الآراء والخبرات الأولية للمجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين.

7- وأطلقت الأمانة أيضا مناقشة إلكترونية لجمع آراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين، بشأن الآثار المحتملة لأساليب الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي، باستخدام المنتدى الإلكتروني العالمي للشعوب الأصلية، والجزر الصغيرة والمجتمعات المهمشة - "خطوط مواجهة المناخ" - الذي تديره منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، بالشراكة مع أمانة اتفاقية التنوع البيولوجي، وأمانة منتدى الأمم المتحدة الدائم المعني بقضايا الشعوب الأصلية (SPFII) ومفوضية الأمم المتحدة لحقوق الإنسان (OHCHR). ويصل المنتدى إلى أكثر من 46 000 فردا ويعمل باللغات الإنجليزية والفرنسية والإسبانية. ويرد ملخص للرسائل الرئيسية من المناقشة الإلكترونية في القسم الرابع أدناه. ويرد التقرير الكامل للمناقشة الإلكترونية في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30.

ثانيا - آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي

8- ترد أدناه الرسائل الرئيسية من الدراسة بشأن آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي. ويرد التقرير الكامل في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28.

9- إن التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية وخدماتها حيوية لرفاهية الإنسان. وتتطلب حماية التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية تخفيض دوافع فقدان التنوع البيولوجي. إن الدوافع الرئيسية المباشرة الحالية لفقدان التنوع البيولوجي تتمثل في تحويل الموائل، والاستغلال المفرط، وإدخال الأنواع الغازية، والتلوث وتغير المناخ. وهذه بدورها مدفوعة بالتغيرات الديمغرافية والاقتصادية والتكنولوجية والاجتماعية السياسية والثقافية. وتزايد أهمية تغير المناخ بفعل الأنشطة البشرية نتيجة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري كدافع لفقدان التنوع البيولوجي وتدهور خدمات النظم الإيكولوجية. وتتمثل أفضل إستراتيجية في التحول السريع إلى اقتصاد ذي كربون متدني لخفض هذه الآثار الضارة على التنوع البيولوجي. غير أنه على أساس الانبعاثات الحالية لغازات الاحتباس الحراري، ووقت بقائها الطويل في الجو والإجراءات المحدودة نسبيا حتى الوقت الحاضر لخفض الانبعاثات المستقبلية، فقد اقترح استخدام أساليب الهندسة الجيولوجية أيضا كوسيلة إضافية للحد من ضخامة تغير المناخ الناشئ عن الأنشطة البشرية وآثاره.

الأساليب المقترحة للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ

10- في هذا التقرير، تعرّف الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ بأنها مداخلة متعددة في بيئة كوكب الأرض ذات طبيعة وحجم متعمد للتصدي لتغير المناخ الناشئ عن الأنشطة البشرية وآثاره. وتتضمن أساليب الهندسة الجيولوجية زيادة الانعكاس على سطح الأرض أو في الجو، وإزالة غازات الاحتباس الحراري من الجو؛ واقتُرحت أيضا نهج أخرى. ويشمل هذا التعريف للهندسة الجيولوجية طائفة عريضة من الإجراءات المحتملة للتصدي (أو إصلاح) الاحترار العالمي وما يرتبط به من عواقب. والصفة المشتركة بين هذه الإجراءات تتمثل في إمكانية إحداثها لتبريد عالمي، إذا استخدمت على نطاق كاف. وبالتالي، يمكن تمييز الهندسة الجيولوجية عن إجراءات التخفيف (خفض أو منع) انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بفعل الأنشطة البشرية. ولا ينظر هنا إلى حجز الكربون وتخزينه المرتبط باحتراق الوقود الأحفوري على أنه هندسة جيولوجية، بالرغم من أن بعض أساليب الهندسة الجيولوجية قد تتطوي على نفس عمليات تخزين الكربون الخاضع للإدارة أو على عمليات مشابهة. غير أنه يتضمن التحريج/إعادة استزراع الغابات والتغيرات الضخمة في إدارة الأراضي، ولو أن هذه التدابير تستخدم بالفعل في التخفيف من تغير المناخ ولأغراض أخرى، وأنها تتطوي على أقل قدر ممكن من استخدام التكنولوجيات الجديدة (القسمان 1-2 و 2-2)²

11- وسائل انعكاس ضوء الشمس (SRM)، وتعرف أيضا بإدارة أشعة الشمس، وتهدف إلى التصدي للاحتترار وما يرتبط به من تغيرات المناخ عن طريق خفض الحدث وبعد ذلك امتصاص أشعة الشمس على الموجة القصيرة، وانعكاس نسبة صغيرة منها إلى الفضاء. ومن المتوقع أن يكون لها تأثير بمجرد استخدامها على النطاق المناسب، وبالتالي إمكانية خفض درجات الحرارة العالمية على السطح في غضون بضعة أشهر أو سنوات إذا اعتبرت مرغوبة. ولن يعالج انعكاس ضوء الشمس السبب الجذري لتغير المناخ بفعل الأنشطة البشرية الناشئ عن التركيزات المتزايدة لغازات الاحتباس الحراري في الجو: وبدلا من ذلك، فهي تخفي تأثير الاحتترار من تراكم غازات الاحتباس الحراري. وقد تدخل ديناميكية جديدة بين آثار احتترار غازات الاحتباس الحراري وآثار التبريد لأساليب انعكاس ضوء الشمس مع تأثيرات مناخية غير مؤكدة، لاسيما على الصعيد الإقليمي. ولا تعالج أساليب انعكاس ضوء الشمس تحمض المحيطات بطريقة مباشرة. وتتضمن اقتراحات أساليب انعكاس ضوء الشمس ما يلي:

- 1- النهج المستندة إلى العلم: خفض كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض عن طريق وضع حواجز شمسية في الفضاء بغية انعكاس أو عدم انعكاس أشعة الشمس؛
- 2- التغيرات في ايروسولات الغلاف الجوي: حقن حامض الكبريتيك أو أنواع أخرى من الجزيئات في الطبقة العليا للجو، بغية زيادة تشتت ضوء الشمس إلى الفضاء؛
- 3- تزييد من انعكاس السحب: الزيادة في تركيز نواة تكثف السحب في الغلاف الجوي الأدنى، خصوصا على مناطق المحيطات، وبالتالي بياض السحب بغية زيادة انعكاس أشعة الشمس؛
- 4- تزييد من بياض سطح الأرض: تعديل أسطح الأراضي أو المحيطات بغية انعكاس أشعة أكبر من الشمس إلى الفضاء.

ويمكن تنفيذ أساليب انعكاس ضوء الشمس على نحو منفصل أو في مجموعة، وذلك في مجموعة من النطاقات. (القسم 2-2-1)

² تشير المعلومات الموضوعة بين قوسين إلى مكان العثور على تفاصيل كاملة، مع مراجع، في التقرير الرئيسي (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28).

12- تهدف أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون إلى إزالة ثاني أكسيد الكربون من الجو، وهو غاز رئيسي من غازات الاحتباس الحراري، مما يسمح لأشعة الموجة الطويلة الخارجية (الأشعة فوق الحمراء الحرارية) بالهروب بسهولة أكبر. ومن حيث المبدأ، يمكن إزالة غازات أخرى من غازات الاحتباس الحراري، مثل أكسيد النيتروز (N_2O) والميثان (CH_4) من الجو أو خفضها في المصدر، ولكن هذه النهج تعتبر تخمينية للغاية في الوقت الحاضر. وتتضمن الأساليب المقترحة لإزالة ثاني أكسيد الكربون ما يلي:

1- تخصيب المحيطات: إثراء البيئات البحرية بالمغذيات بغرض تحفيز إنتاج النباتات، وبالتالي سحب ثاني أكسيد الكربون من الجو وترسيب الكربون في أعماق المحيط؛

2- تعزيز التعرية: زيادة في معدل الإزالة الطبيعية لثاني أكسيد الكربون في الجو عن طريق التعرية (ذوبان) الكربونات وصخور السيليكات؛

3- زيادة حجز الكربون من خلال إدارة النظم الإيكولوجية: مثلاً، من خلال التحريج وإعادة استزراع الغابات أو تدابير تعزز تخزين الكربون في التربة والأراضي الرطبة؛

4- الحجز البيولوجي للكربون، باستخدام حصاد الكتلة الحيوية وبعد ذلك تخزين الكربون: على سبيل المثال، من خلال الفحم، والخزن طويل الأجل لنفايات المحاصيل أو الخشب، أو الطاقة الحيوية التي تحجز وتخزن الكربون؛

5- الحجز الكيميائي المباشر للكربون من الجو وتخزينه اللاحق، على سبيل المثال، مع تخزين الكربون كثنائي أكسيد الكربون السائل في التكوينات الجيولوجية أو في أعماق المحيط.

وتتطوي نهج إزالة ثاني أكسيد الكربون على خطوتين: (1) حجز ثاني أكسيد الكربون من الجو؛ و(2) التخزين طويل الأجل للكربون المحجوز. وفي الأساليب الثلاثة الأولى، ترتبط هاتان الخطوتان ارتباطاً وثيقاً، بالرغم من أن طول مدة التخزين قد تتباين وفقاً لأساليب محددة؛ وفي الرابعة والخامسة، يمكن فصل الحجز والتخزين من حيث الزمان والمكان. ويتم بالفعل استخدام النهج المستندة إلى النظم الإيكولوجية، مثل التحريج وإعادة استزراع الغابات أو تعزيز الكربون في التربة وذلك كأنشطة للتخفيف من تغير المناخ، ولا ينظر إليها على الصعيد العالمي كأساليب للهندسة الجيولوجية. وتعتبر أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون بطيئة نسبياً: فمن أجل إحداث أثر كبير على المناخ، قد تحتاج هذه المداخلات، سواء الفردية أو الجماعية، أن تتطوي على إزالة عدة غاغات من الأطنان من الكربون سنوياً من الجو، والإبقاء على ذلك عبر عقود من الزمن. ويبدو أنه من غير المرجح أن يتحقق ذلك بالنسبة لعدة نهج مقترحة لإزالة ثاني أكسيد الكربون (القسم 2-2-2)

13- لا يوجد نهج واحد للهندسة الجيولوجية يستوفى حالياً المعايير الأساسية الثلاثة للفاعلية والسلامة والتكلفة المعتدلة. وتمر أساليب مختلفة بمراحل تطوير مختلفة، ومعظمها نظرية، ويشوب الكثير منها فاعلية مشكوك فيها. ويمكن النظر في عدد قليل من النهج المقترحة أعلاه، باعتبارها خضعت للبحوث المستفيضة؛ وبالنسبة لمعظم النهج، فإن تنفيذها العملي لم يتم التحقق منه بعد، وتسبب آليات إدارتها مشاكل محتملة. ويظهر من الإشارات الأولية إلى أنه لا يرجح أن يكون الكثير من هذه الأساليب فعالاً على الصعيد العالمي، بالنسبة لأساليب انعكاس ضوء الشمس وأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون على السواء. (القسم 2)

تغير المناخ وتحمض المحيطات، وآثارهما على التنوع البيولوجي

14- إن الزيادة المستمرة في ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى في الجو ليس لها فحسب تأثيرات عميقة بالنسبة لدرجات الحرارة المتوسطة العالمية والإقليمية، بل أيضا بالنسبة لهطول الأمطار، ورطوبة التربة وديناميكيات الغطاء الجليدي (الصفائح الجليدية)، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتحمض المحيطات وتواتر وضخامة الأحداث القاسية مثل الفيضانات، والجفاف وحرائق الغابات. ويمكن أن تكون الاضطرابات المناخية في المستقبل فجائية أو لا يمكن عكسها، مع إمكانية امتدادها عبر نطاقات زمنية تدوم ملايين السنين؛ وسيكون لها بدون شك عواقب رئيسية بالنسبة للنظم الطبيعية والبشرية، مما يؤثر بشدة على التنوع البيولوجي وتحمل تكاليف اجتماعية اقتصادية باهظة. (القسم 3-1)

15- 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. وفي الحقيقة، تتطوي الالتزامات الحالية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى عالم أكثر دفئا بمقدار 3-5 درجات مئوية. وبالتالي، يتطلب تجنب حدوث مخاطر عالية من تغير المناخ الخطير جهدا فوريا وكبيرا لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فضلا عن حماية البالوعات الطبيعية للكربون الموجودة حاليا، بما في ذلك من خلال الإدارة المستدامة للأراضي. وفي حالة عدم بذل هذه الجهود، من المرجح اقتراح نهج الهندسة الجيولوجية على نحو متزايد للتعويض على الأقل عن آثار تغير المناخ، بالرغم من المخاطر وأوجه عدم اليقين المحيطة بذلك. (القسم 3-1-2)

16- 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. فمن المتوقع أن تحدث زيادات في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة على السطح بين 0.3 - 2.2 درجة مئوية عبر قرون عديدة بعد استقرار تركيزات غازات الاحتباس الحراري في الجو، مع ما يرتبط به من زيادات في مستوى سطح البحر بسبب التوسع المدفوع بالحرارة وذوبان الجليد. وتوفر خطورة هذا التغيرات السبب لاستعراض الاهتمام بالهندسة الجيولوجية. (القسم 3-1-2)

17- 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. فدرجات الحرارة وهطول الأمطار والظواهر المناخية الأخرى تؤثر بشدة على توزيع الأنواع وتوافرها، وعلى تفاعلاتها. ونظرا لأن الأنواع تستجيب بطرق مختلفة لتغير المناخ، ستتأثر النظم الإيكولوجية (والخدمات التي تقدمها). إذ أن التغير المتوقع في المناخ ليس أسرع من التغير الأخير الذي يحدث طبيعيا في المناخ فحسب (مثلا، أثناء دورات العصر الجليدي)، بل أن نطاق الاستجابات التكيفية هذه تم خفضها بسبب الضغوط البشرية الأخرى، بما في ذلك الاستغلال المفرط، وفقدان الموائل، والتشتت والتدهور، وإدخال الأنواع غير المحلية، والتلوث. وبالتالي، زادت مخاطر الانقراض العالمي والمحلي، لأن وفرة كثير من الأنواع وتنوعها الجيني قد خفضت بالفعل، وقللت قدراتها التكيفية. (القسم 3-2-1)

18- 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. وستكون الأنواع ذات القدرات المحدودة على التكيف في خطر بصفة خاصة: بينما يتوقع أن تستفيد الآفات الحشرية وناقلات الأمراض في المناطق المعتدلة. ومن المرجح أن تتأثر النظم الإيكولوجية للغابات، والسلع والخدمات التي تقدمها، بنفس القدر، أو أكثر، من التغيرات في النظم الهيدرولوجية (مما يؤثر في مخاطر الحرائق) وتوافر الآفات، عن تأثيرها بالتأثيرات المباشرة لتغير درجات الحرارة. (القسم 3-2-2)

19- **تتعرض الأنواع البحرية والنظم الإيكولوجية البحرية إلى تحمض المحيطات بدرجة متزايدة فضلا عن التغيرات في درجات الحرارة.** تحدث بالفعل التغيرات المدفوعة بالمناخ في عمليات تكاثر الكائنات البحرية وتوافرها وتوزيعها، أسرع مما يحدث على الأرض. وسيكون لفقدان الجليد البحري الصيفي في القطب الشمالي تأثيرات رئيسية على التنوع البيولوجي. لم يتأكد بعد من التأثيرات البيولوجية من تحمض المحيطات (وهي عواقب كيميائية لا يمكن تجنبها من جراء زيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو)؛ ومع ذلك، فإن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو بمقدار 450 جزء من المليون وحدة سيخفض من درجة الحموضة إلى -0.2 وحدة، مما يجعل من المحتمل حدوث تأثيرات على نطاق كبير وذات أهمية من الوجهة الإيكولوجية. ويبدو أن المرجان المداري سيكون في خطر بصفة خاصة، لأنه ضعيف أمام مزيج من تحمض المحيطات، ودرجات الحرارة المجهدة (ابيضاض المرجان)، والتلوث الساحلي (التشبع بالمغذيات وزيادة حمل الترسيب)، وارتفاع مستوى سطح البحر، والاستغلال البشري (الصيد المفرط وحصاد المرجان). (القسم 3-2-2)

20- **يؤدي المحيط الحيوي دورا رئيسيا في عمليات المناخ، لاسيما كجزء من دورة الكربون ودورة المياه.** وتقوم النظم الإيكولوجية الأرضية والبحرية، بطريقة طبيعية، بتوزيع كميات كبيرة جدا من الكربون وتخزينها، من خلال العمليات المدفوعة بيولوجيا. ويمكن أن يكون للتغيرات الصغيرة نسبيا في مخازن الكربون في المحيطات والمخازن الأرضية، نتيجة للتغيرات في توازن عمليات التبادل الطبيعية، يمكن أن يكون لها آثار كبيرة في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو. ولا يوجد فهم كبير لنقاط التحول المحتملة التي قد تؤدي إلى إطلاق سريع لمخازن الكربون على المدى الطويل، مثلا، كالميثان. (القسم 3-3)

الآثار المحتملة على التنوع البيولوجي من الهندسة الجيولوجية لوسائل انعكاس ضوء الشمس

21- **إذا كانت وسائل انعكاس ضوء الشمس 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. إن تقييم مجموع هذه التأثيرات ليس بالأمر البسيط: فتأثيرات التداوير المحددة لانعكاس ضوء الشمس غير أكيدة، ولكن نتيجة تقييم المخاطر ستعتمد على الاستراتيجية البديلة بخلاف إستراتيجية وسائل انعكاس أشعة الشمس المستخدمة "لمراقبة" المقارنات. ونظرا لأن من المتوقع حدوث تغير المناخ، تقدم سيناريوهات تغير المناخ ضوابط ذات صلة لتقييم مخاطر ومنافع الهندسة الجيولوجية، بما في ذلك التأثيرات على التنوع البيولوجي (الفصل 4؛ مقدمة)

22- **وتشير التحليلات القائمة على النماذج والأدلة من الانفجارات البركانية إلى أن التعقيم الموحد لضوء الشمس بنسبة 1-2 في المائة خلال إجراء جوي غير محدد لوسائل انعكاس ضوء الشمس، من شأنه، في معظم أجزاء الكوكب، أن يقلل تغييرات درجة الحرارة مستقبلا المتوقعة تحت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير المخففة.** وهذا من شأنه عموما أن يقلل العديد من التأثيرات الضارة المتوقعة لتغير المناخ على التنوع البيولوجي. وسوف تختلف هذه الفوائد إقليميا، وقد تكون غير ملحوظة أو غير موجودة في بعض المناطق. غير

أن بحوثاً محدودة قد أجريت؛ والتعظيم الموحد مفهوم نظري وقد لا يمكن تحقيقه؛ والكثير من عدم اليقين يظل قائماً بخصوص تأثيرات التدابير الجوية لتدابير انعكاس ضوء الشمس المختلفة وآثارها المكانية الجيولوجية، وذلك بالنسبة إلى الدورة الهيدرولوجية فضلاً عن توزيع الحرارة. ولذلك، فمن غير المحتمل التنبؤ بالآثار بأي قدر من الثقة. (القسم 4-1-1)

23- تدخل وسائل انعكاس ضوء الشمس ديناميكية جديدة من آثار تسخين غازات الاحتباس الحراري وتبريدها بسبب انخفاض ضوء الشمس. لا توجد سوابق معروفة من العصر الحجري للتأثيرات المشعة لتركيزات غازات الاحتباس الحراري العالية التي توازها قلة كمية الضوء؛ وهكذا، فإن استقرار هذا المزيج غير مؤكد، وليس من الواضح ما هي التحديات البيئية المحددة التي قد يقدمها "عالم وسائل انعكاس ضوء الشمس" لأنواع ونظم إيكولوجية محددة، إما على أساس قصير الأجل أو على أساس طويل الأجل. (القسم 4-1-3)

24- كمية ثاني أكسيد الكربون من الأنشطة البشرية في الجو لا تتأثر بانعكاس ضوء الشمس. ولذلك، فإن انعكاس ضوء الشمس لن يكون له أثر كبير على حمض 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. وبعض التأثيرات غير المباشرة لانعكاس ضوء الشمس على ثاني أكسيد الكربون في الجو ممكنة، مثلاً، إذا منعت هذه الأساليب إطلاق ثاني أكسيد الكربون الإضافي بسبب درجة الحرارة من أنظمة طبيعية. ومع ذلك، لا يمكن اعتبار انعكاس ضوء الشمس بديلاً لتخفيف الانبعاثات أو إزالة ثاني أكسيد الكربون لتجنب آثاره الضارة على المحيط الحيوي (البحري). (القسم 4-1-4)

25- إن الانتهاء السريع لوسائل انعكاس ضوء الشمس، التي كانت مستخدمة لبعض الوقت وتخفي درجة عالية من الاحترار بسبب استمرار انبعاثات غازات الاحتباس العالمي، سيكون له بالتأكيد آثار سلبية كبيرة على التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية. ويمكن أن تكون هذه الآثار الضارة أكثر قسوة من الآثار الناتجة عن التغير التدريجي للمناخ، لأن فرصة التكيف، بما في ذلك من خلال هجرة السكان، ستقل كثيراً. (القسم 4-1-5)

26- إن تحقيق الإيروسول في الجو، باستعمال جزئيات كبريتية، يمكن أن يؤثر في إجمالي كمية ونوعية وصول الضوء إلى المحيط الحيوي؛ ويكون له أثر قليل نسبياً على حموضة الغلاف الجوي، ويمكن أن يسهم أيضاً في استنفاد الأوزون في الستراتوسفير. وكل هذه التأثيرات غير المقصودة تترك آثاراً على التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية. فالإيروسولات الجوية تقلل من كمية الإشعاع النشط الذي يصل إلى الأرض بمقدار 1-2 في المائة، ولكنها تزيد من نسبة الإشعاع المنتشر (مقابل الإشعاع المباشر). ويتوقع أن يؤثر ذلك في تكوين وهيكल المجتمعات. فقد يؤدي إلى زيادة في إجمالي الإنتاجية الأولية في النظم الإيكولوجية للغابات بينما يقلل من إنتاجية المحيطات. غير أن حجم هذه التأثيرات على التنوع البيولوجي وطبيعتها يحتمل أن يكون مختلطاً، وهي غير مفهومة في الوقت الحاضر. فزيادة استنفاد الأوزون في المناطق القطبية أساساً، قد يحدث زيادة في كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى الأرض، بالرغم من احتمال التعويض عنها بالأشعة فوق البنفسجية من تشتت جزئيات الإيروسول ذاتها. (القسم 4-2-1)

27- إن سطوع السحب هو اقتراح أكثر تحديداً لانعكاس ضوء الشمس، ومن المرجح أن يكون تطبيقه محدوداً على مناطق محددة من المحيطات. ومن غير الأكيد الآن التعرف على تأثيراته على المناخ؛ ومع ذلك، فمن المرجح حدوث تبريد إقليمي مع ما يرتبط به من اختلالات في الجو والمحيطات، مع تأثيرات محتملة كبيرة

على التنوع البيولوجي الأرضي والبحري والنظم الإيكولوجية الأرضية والبحرية. ويمكن للآثار غير المقصودة أن تكون إيجابية أو سلبية في نفس الوقت. (القسم 4-2-2)

28- 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. وعلى سبيل المثال، فإن تغطية الصحارى بمواد عاكسة على نطاق كبير بما يكفي ليكون فعالاً في التصدي لآثار تغير المناخ، يمكن أن يقلل كثيراً من وفرة الموائل للحيوانات والنباتات الصحراوية، فضلاً عن التأثير على استخدامه المألوف. (القسم 4-2-3)

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

29- 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. عن طريق إزالة ثاني أكسيد الكربون من الجو، تقلل أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون من تركيز العامل الرئيسي المتسبب في تغير المناخ نتيجة للأنشطة البشرية. وسيفقد تحمض سطح المحيطات أيضاً، ولكن أثر إزالة ثاني أكسيد الكربون على المحيط ككل سيعتمد على وجود موقع لخص الكربون على الأجل الطويل. وبصفة عامة، تكون أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون بطيئة في التأثير على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو، مع حدوث تأخيرات زمنية كبيرة في منافع المناخ. والعديد من الأساليب هي ذات فعالية مشكوك فيها، بسبب محدودية مدى نطاقها. (القسم 5-1)

30- قد يكون لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون الفردية تأثيرات غير مقصودة كبيرة على النظم الإيكولوجية الأرضية، و/أو النظم الإيكولوجية للمحيطات، استناداً إلى طبيعة حجز الكربون وتخزينه ونطاقه وموقعه. ففي بعض العمليات المدفوعة بيولوجياً (تخصيب المحيطات؛ والتحريج، وإعادة استزراع الغابات وتعزيز الكربون في التربة)، ترتبط إزالة الكربون من الجو ارتباطاً وثيقاً بتخزينه اللاحق. وفي هذه الحالات، من المرجح أن تكون التأثيرات على التنوع البيولوجي محدودة إلى النظم البحرية والأرضية على التوالي. وفي حالات أخرى، تكون الخطوات متفرقة، وتكون مجموعات مختلفة من الحجز والتخزين ممكنة. وبناء عليه، يمكن للكربون المثبت في الكتلة الحيوية الأرضية، مثلاً، أن يلقى في المحيط كنفائيات محاصيل؛ أو يدمج في التربة كفحم، أو يستخدم كوقود مع إزالة ثاني أكسيد الكربون الناشئ كيميائياً عند المصدر وتخزينه إما في مستودعات فوق السطح أو في أعماق المحيط. وفي هذه الحالات، سيكون لكل خطوة تأثيرات محتملة مختلفة وإضافية على التنوع البيولوجي، وإمكانية إحداث تأثيرات منفصلة على البيئات البحرية والأرضية. (القسم 5-1)

31- ينطوي تخصيب المحيطات على إنتاج بيولوجي أولي متزايد مع ما يرتبط به من تغييرات في تكوين مجتمعات البلاتكتون النباتي وتنوع الأنواع، وتأثيرات على شبكة الأغذية الأوسع نطاقاً. ويمكن تحقيق تخصيب المحيطات من خلال إضافة خارجية للمغذيات (الحديد أو النتروجين أو الفوسفور) أو عن طريق تعديل ارتفاع مياه قاع المحيط. وإذا أُجري ذلك على نطاق مناخي كبير، يمكن أن تشمل التغييرات على مخاطر متزايدة لانتشار الطحالب الضارة، وتزايد الكتلة الحيوية الفاعية. ولم تتأكد التأثيرات المحتملة على مصايد الأسماك. وإذا استخدم الحديد لتحفيز الإنتاج الأولي، يمكن التعويض عن الزيادات في منطقة واحدة، إلى حد ما، بانخفاضات في مناطق

أخرى. ومن المتوقع أن يزيد تخصيب المحيطات من إنتاج الميثان أو أكسيد النترóz في المياه المتوسطة العمق؛ وإذا أُطلق في الجو، يمكن أن يخفض هذان الغازان من غازات الاحتباس الحراري كثيرا من فاعلية الأسلوب. وسوف يتباطأ تحمض سطح المحيطات من التخصيب على نطاق واسع للمحيطات ولكنه يزيد من التحمض (واحتمال نقص الأكسجين) في المياه المتوسطة العمق والمياه العميقة. وتشير التجارب صغيرة الحجم التي أجريت حتى الآن إلى أن هذا الأسلوب ذو فاعلية مشكوك فيها لأغراض الهندسة الجيولوجية. (القسم 5-2-1)

32- قد تنطوي التعرية (الذوبان) 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. يتم إزالة ثاني أكسيد الكربون من الجو طبيعيا عن طريق تعرية (إذابة) صخور الكربونات والسليكات. ويمكن الإسراع في هذه العملية بطريقة إصطناعية باستخدام أساليب تشمل إطلاق كربيد الكالسيوم أو منتجات أخرى لإذابة المعادن القلوية في المحيط أو نشر المعادن السليكووية المتوافرة مثل الأوليفين على التربة الزراعية. وفي المحيطات، يمكن لهذا الأسلوب، من الوجهة النظرية، أن يستخدم للتصدي لتحمض المحيطات؛ ولم يتم بعد اختبار النواحي العملية لذلك. (القسم 5-2-2)

33- 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. وإذا تمت الإدارة على نحو جيد، يمكن لهذه النهج أن تزيد التنوع البيولوجي أو تصونه. ويتم بالفعل الترويج للتحريج وإعادة استزراع الغابات والتغير في استخدام الأراضي كخيارات للتخفيف من تغير المناخ، ولا يعتبرها الكثيرون تتعلق بالهندسة الجيولوجية. وتم إعداد الكثير من الإرشادات بالفعل من جانب اتفاقية التنوع البيولوجي وآخرين، لتعظيم منافع التنوع البيولوجي من هذه النهج وتقليل المساوئ (مثلا، مجموعات استزراع الأنواع المحلية بدلا من الزراعة الأحادية للأنواع الغريبة) (القسم 5-2-3)

34- 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. أن الجمع بين إنتاج الكتلة الحيوية مع استخدامه كطاقة حيوية في محطات الطاقة المزودة بحجز فعال للكربون في المصدر لديه إمكانية عدم زيادة أو إطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجو. وسوف تعتمد التأثيرات الصافية على التنوع البيولوجي وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري على النهج المستخدمة. وقد يكون لتخزين الكتلة الحيوية أو التخلص منها تأثيرات على التنوع البيولوجي منفصلة عن تلك المستخدمة في إنتاجها. ومن المرجح أن يكون لإزالة المواد العضوية من النظم الإيكولوجية الزراعية تأثيرات سلبية على الإنتاج الزراعي وعلى التنوع البيولوجي، وقد تزيد من الحاجة إلى استخدام الأسمدة للحفاظ على خصوبة التربة. (القسم 5-2-4-1)

35- إن تأثيرات التخزين طويل الأجل للفحم في أنواع مختلفة من التربة وتحت ظروف بيئية مختلفة ليست مفهومة على نحو جيد. تشمل المسائل المهمة التي ينبغي إيجاد حلول لها استقرار الكربون في الفحم، والتأثيرات

على احتفاظ التربة بالمياه. وإطلاق أكسيد النتروز، وغلة المحاصيل، وفطريات الميكوريزا، والمجتمعات الميكروبية في التربة و detritivores. (القسم 5-2-4-2-1)

36- من المتوقع أن يكون لتخزين الكتلة الحيوية الأرضية في المحيطات (مثلاً، نفايات المحاصيل) أثر سلبي على التنوع البيولوجي. من المرجح أن يكون لترسب نفايات السفن تأثيرات مادية محلية كبيرة على قاع البحار نتيجة لضخامة المواد نفسها. ويمكن أن تكون التأثيرات غير المباشرة طويلة الأجل الأوسع نطاقاً لاستنفاد الأكسجين وتحمض المياه العميقة مهما من الوجهة الإقليمية إذا تم ترسيب أطنان ضخمة من الكربون العضوي وتحليلها بعد ذلك. (القسم 5-2-4-2-2)

37- سيتطلب الحجز الكيميائي لثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط بنا كمية كبيرة من الطاقة. وقد يكون لبعض العمليات المقترحة طلب عالي أيضاً على المياه العذبة، ومخاطر محتملة للتلوث الكيميائي من صناعة المواد الماصة؛ وإما سيكون لها تأثيرات مباشرة صغيرة نسبياً على التنوع البيولوجي. إن إزالة ثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط بنا أكثر صعوبة بكثير (حيث يبلغ تركيزه 0.04%) وتتطلب طاقة مكثفة عن حجزه من غازات مداخل محطات الطاقة (حيث تبلغ المستويات حوالي 300 مرة أعلى، عند ما يزيد على 12%)؛ وبالتالي لا يرجح أن تكون ممكنة بدون مصادر إضافية للطاقة الخالية من الكربون. وقد يحتاج ثاني أكسيد الكربون المشتق من الجو أن يخزن إما في المحيط أو في المستودعات الجيولوجية تحت سطح الأرض مع تأثيرات إضافية محتملة؛ وكبديل لذلك، يمكن تحويله إلى كربونات أو بيكربونات. (القسم 5-2-5-1)

38- سيعدل تخزين ثاني أكسيد الكربون من المحيطات بالضرورة البيئة الكيميائية المحلية، مع احتمال كبير بحدوث تأثيرات بيولوجية. ومن المرجح أن تنشأ تأثيرات على النظم الإيكولوجية للمياه المتوسطة العمق وقاع المحيطات من خلال تعرض الكائنات اللاقارية البحرية، والأسماك والميكروبات لانخفاض درجة الحموضة بمقدار 0.1-0.3 وحدة. ويمكن توقع تدمير شبه كامل للكائنات في قاع المحيطات إذا نشأت بحيرات لثاني أكسيد الكربون السائل. ولم يتم بعد دراسة التأثيرات المزمّنة على النظم الإيكولوجية للحقن المباشر لثاني أكسيد الكربون في المحيط على مساحات كبيرة من المحيطات وعلى نطاق زمني طويل، وليس من المعروف مدى قدرة النظم الإيكولوجية على التحول للتعويض عن ثاني أكسيد الكربون هذا أو التكيف معه. (القسم 5-2-5-2-1)

39- 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. يتم بالفعل تنفيذ تخزين ثاني أكسيد الكربون في المستودعات الجيولوجية تحت قاع البحر على مستويات تجريبية. ويبدو أن تأثيراته على المجتمعات الميكروبية في الغلاف الأرضي قد تكون شديدة، ولكن لم يتم دراستها حتى الآن. (القسم 5-2-5-2-2)

الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والأخلاقية للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ

40- إن النظر في الهندسة الجيولوجية كخيار محتمل يثير كثيراً من المسائل الاجتماعية الاقتصادية والثقافية والأخلاقية، بغض النظر عن النهج المحدد للهندسة الجيولوجية. وتشمل هذه المسائل العدالة العالمية، والتوزيع المكاني غير المتساوي للآثار والمنافع، والإنصاف فيما بين الأجيال. ويمكن أن تكون الثقة في الحلول التكنولوجية، بدلاً من ذلك تتميز بتجنب المخاطر، بصفة عالية عبر المجموعات الاجتماعية وعالية الديناميكية. (القسم 6-3)

41- إن البشرية هي الآن القوة الرئيسية التي تعدل بيئة كوكب الأرض. وهذا له تداعيات مهمة، ليس لأنه يدفع المجتمعات إلى النظر في التغيرات البيئية العالمية المتعددة والمتفاعلة فحسب، بل أنه يتطلب أيضا إجراء مناقشات صعبة حول ما إذا كان من المستصوب الانتقال من: (1) تعديلات غير مقصودة لنظام الأرض، مع تأثيرات لم نكن ندري بها حتى عقود قليلة؛ إلى (2) محاولات للوصول إلى اتفاق دولي لخفض الإجراءات التي تسبب الضرر؛ وأخيرا إلى (3) النظر في الإجراءات لتعديل متعمد للدورات والنظم العالمية، لمحاولة تجنب أسوأ النتائج لتغير المناخ. (القسم 6-3-1)

42- إن "الخطر الأخلاقي" للهندسة الجيولوجية هو أنه تعتبر احتياطيا تكنولوجيا، مما يمكن أن يخفض الجهود المبذولة حول التخفيف. غير أن العكس قد يحدث أيضا: عندما تتوفر المعرفة بشأن الهندسة الجيولوجية وحدودها وأوجه عدم اليقين فيها، ربما يوجه الجهد المتزايد المبذول في السياسات إلى خفض الانبعاثات. وتشمل الاعتبارات الأخلاقية الأخرى مسألة ما إذا كان من المقبول معالجة أحد الملوثات عن طريق إدخال ملوث آخر. (القسم 6-3-1)

43- 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. بينما ساعد الابتكار التكنولوجي تحويل المجتمعات وتحسين نوعية الحياة في كثير من الحالات، فلم يقوم بذلك دائما بطريقة مستدامة. وتم توثيق حالات الفشل في التصدي للإنذارات المبكرة للعواقب غير المقصودة لتكنولوجيات معينة، وثمة تساؤل عما إذا كانت النهج التكنولوجية هي أفضل خيار لمعالجة المشكلات التي تنشأ من تطبيق التكنولوجيات السابقة. (القسم 6-3-2)

44- وهناك مسألة إضافية وهي إمكانية "التقييد" التكنولوجي والسياسي والاجتماعي، حيث قد ينتج عن تطوير تكنولوجيات الهندسة الجيولوجية أيضا نشوء مصالح مكتسبة وتزايد الزخم الاجتماعي. ويرى البعض أن هذا المسار من الاعتماد يمكن أن يجعل من المرجح استخدام أساليب الهندسة الجيولوجية و/أو تقييد الرجوع عنها. ولتقليل هذه المخاطر، ينبغي أن تكون أبحاث تقييم سلامة الهندسة الجيولوجية وجدواها وفعاليتها من حيث التكلفة بأفكار متفتحة وموضوعية، بدون المساس بالرغبة في تنفيذ الهندسة الجيولوجية أو عدم تنفيذها. (القسم 6-3-2)

45- تشير الهندسة الجيولوجية عددا من الأسئلة بخصوص توزيع الموارد والتأثيرات داخل المجتمعات وفيما بينها عبر الزمن. إن الحصول على الموارد الطبيعية ضروري لبعض أساليب الهندسة الجيولوجية. ومن المتوقع أن تتزايد المنافسة على الموارد المحدودة إذا ظهرت أساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون القائمة على الأراضي كنشاط منافس على الأراضي والمياه واستخدام الطاقة. ولا يرجح أن تكون تأثيرات (الإيجابية والسلبية على السواء) توزيع أساليب الهندسة الجيولوجية لانعكاس ضوء الشمس موحدة - ولا آثار تغير المناخ ذاتها. (القسم 6-3-4)

46- في الحالات التي قد يكون لتجارب الهندسة الجيولوجية أو مداخلتها تأثيرات أو آثار عبر الحدود في المناطق الواقعة خارج الولاية الوطنية، يمكن أن تنشأ توترات جغرافية سياسية بغض النظر عن أسباب الآثار السلبية الفعلية، لاسيما في غياب اتفاق دولي. وكما هو الحال مع تغير المناخ، يمكن أن تتطوي الهندسة الجيولوجية أيضا على مشاكل بين الأجيال: فقد تواجه الأجيال القادمة حاجة إلى الإبقاء على تدابير الهندسة

البيولوجية من أجل تجنب تأثيرات الإلغاء التي قد تكون في معظم الأحوال بسبب انبعاثات من عقود كثيرة سابقة. (القسم 6-3-5).

الموجز

47- إن استخدام أساليب الهندسة الجيولوجية، إذا كان فعالاً وممكناً، 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. وستختلف طبيعة التأثيرات غير المقصودة وتوزيعها المكاني بين الأساليب؛ ويكون من الصعب التنبؤ بالنتائج العامة. وبالنسبة لعدة أساليب، فقد تؤدي إلى زيادة التغيرات في استخدام الأراضي، وتزيد أيضاً من الدوافع الأخرى لفقدان التنوع البيولوجي. (القسم 7-1)

48- هناك مجالات كثيرة ما زالت المعارف عنها محدودة للغاية. وتشمل هذه: (1) الفاعلية العامة لبعض الأساليب، استناداً إلى التقديرات الواقعية لمدى تطبيقها؛ (2) كيف يمكن للأساليب المقترحة للهندسة الجيولوجية أن تؤثر في الطقس والمناخ على الصعيدين الإقليمي والعالمي؛ (3) كيف يمكن للتنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية وخدماتها أن يستجيبا للتغيرات في المناخ بسبب الهندسة الجيولوجية؛ (4) التأثيرات غير المقصودة لمختلف الأساليب المقترحة للهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي؛ (5) التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية، وخصوصاً فيما يتعلق بمدى القبول الجغرافي السياسي، والإدارة والحاجة المحتملة لتعويض دولي في حالة وجود "رابحين وخاسرين". ويمكن أن تسد بحوث مستهدفة هذه الثغرات. (القسم 7-3)

49- هناك فهم محدود للغاية بين أصحاب المصلحة لمفاهيم الهندسة الجيولوجية، وأساليبها وتأثيراتها الإيجابية والسلبية المحتملة على التنوع البيولوجي. فلا توجد فحسب معلومات قليلة جداً عن الهندسة الجيولوجية بالمقارنة إلى المعلومات المتوافرة عن تغير المناخ، ولكن هناك اعتبار أقل للمسائل من جانب الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية والمجموعات المهتمشة، لاسيما في البلدان النامية. ونظراً لأن هذه المجتمعات تؤدي دوراً رئيسياً في المشاركة بنشاط في إدارة النظم الإيكولوجية التي تقدم خدمات أساسية للمناخ، فإن نقص المعارف عن منظورها يعتبر ثغرة رئيسية تتطلب مزيداً من الاهتمام. (القسم 7-3)

ثالثاً - الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ

ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي

50- ترد أدناه الرسائل الرئيسية من الدراسة عن الإطار التنظيمي للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي. ويرد التقرير الكامل في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29.

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 بتغير المناخ ذات الصلة باتفاقية التنوع البيولوجي (المقرر 33/10، الفقرة 9(م)). وقدم هذا الطلب في سياق المقررات الصادرة عن اتفاقية التنوع البيولوجي بشأن الهندسة الجيولوجية التي توفر إرشادات للأطراف والحكومات الأخرى للتأكد من أنه "في غياب آليات عالمية وشفافة وفعالة للرقابة والتنظيم تستند إلى العلم للهندسة الجيولوجية"، لا يمكن القيام بأنشطة للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ التي قد تؤثر على التنوع البيولوجي إلى

حين استيفاء شروط معينة، مع بعض الاستثناءات بالنسبة للبحوث صغيرة الحجم (المقرر 33/10، الفقرة 8(ث)).
(القسم 1-1)³

51- إن "الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ" مصطلح عام يشمل مفاهيم وأساليب وتكنولوجيات مختلفة كثيرة للهندسة الجيولوجية. واعتمد مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي، في اجتماعه العاشر المنعقد في عام 2010، تعريفا أوليا للهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ وسوف يواصل مناقشة المسألة في عام 2012. وفي دراسة عن الآثار المحتملة على التنوع البيولوجي، تُعرّف الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على أنها مداخلة متعمدة في بيئة كوكب الأرض ذات طبيعة وحجم متعمد للتصدي لتغير المناخ الناشئ عن الأنشطة البشرية و/أو آثاره، من خلال عدة أمور من بينها وسائل انعكاس ضوء الشمس أو إزالة غازات الاحتباس الحراري من الجو. غير أنه لا يوجد استخدام عالمي وموحد لمصطلح "الهندسة الجيولوجية". وبناء عليه، سيحتاج الأمر إلى تحليل التعريف لمعرفة مدى ملاءمته للإدارة في سياق معياري. (القسم 3-1)

52- 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. فعلى سبيل المثال، قد يكون لحقن الايروسولات في الجو تأثيرات ضارة على الصحة عبر الحدود، بينما يحدث تحمض المحيطات في مناطق تمتد خارج الولاية الوطنية. وعندما تنتفد بعض الأنشطة داخل دولة واحدة، مثل التحريج، وإعادة استزراع الغابات وإنتاج الكتلة الحيوية الأرضية، قد تعتبر مداراة على نحو كاف من خلال القواعد الوطنية. (القسم 3-1)

53- يشمل الإطار التنظيمي الحالي قواعد عرفية عامة للقانون الدولي ومعاهدات دولية محددة. وتطبق قواعد القانون العرفي الدولي والمبادئ العامة الأخرى للقانون الدولي على جميع الأنشطة وبالتالي تكون، من حيث المبدأ، ذات صلة بالهندسة الجيولوجية. وبالإضافة إلى ذلك، توجد في بعض المعاهدات الدولية أحكام قد تكون ذات صلة بفئات معينة من الأنشطة. (القسم 5-1)

قواعد عامة للقانون العرفي الدولي

54- 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. وبالرغم من أن قواعد مسؤولية الدولة تقدم إطارا عاما لمعالجة انتهاكات القانون الدولي، فهي لا تعالج الشروط التي سيسمح بموجبها بأنشطة الهندسة الجيولوجية أو منعها. وتتطلب حدوث انتهاك لالتزام بدون تعريف هذه الالتزامات. ولا يكون الدول بذلك مسؤولة عن الأفعال من الجهات الفاعلة الخاصة. ولكن يمكن لدولة ما أن تعالج الجهات الفاعلة الخاصة من أجل الوفاء بالتزاماتها الخاصة بها. ويمكن أن تكون دولة ما في حالة انتهاك للالتزام إذا فشلت في اتخاذ تدابير ضرورية لمنع التأثيرات التي تسببها الجهات الفاعلة الخاصة. (القسم 2-1)

55- 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. غير أن هذا الواجب لاحترام البيئة، لا يعني بصفة عامة منع أي ضرر بالبيئة أو تلوث أو تدهور أو أثر. ويمنع الواجب الدولة من التسبب في أضرار

³ تشير المعلومات الموضوعة بين قوسين إلى مكان العثور على تفاصيل كاملة، مع مراجع، في التقرير الرئيسي
(UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29).

كبيرة عبر الحدود ويلزم دولة المنشأ أن تتخذ تدابير مناسبة لمراقبة وتنظيم مسبقين لمصادر هذا الضرر المحتمل. ولا تمارس الدول "الاعتبار الواجب" قبل تنفيذ أنشطة ضارة محتملة. وسيعتمد ما يشكل "اعتبارا واجبا" على الظروف في كل حالة بدرجة كبيرة. إذ أن النص على مسؤولية الدولة عن أي أضرار من أنشطة الهندسة الجيولوجية قد يتطلب ما يلي: (1) يمكن ربط نشاط الهندسة الجيولوجية إلى دولة معينة و(2) يمكن ارتباطه بضرر كبير ومعين في بيئة دول أخرى أو في مناطق خارج الولاية الوطنية أو تخضع للرقابة الوطنية. (القسم 2-2)

56- على الدول واجب إجراء تقييم الأثر البيئي للأنشطة التي قد يكون لها أثر ضار كبير في السياق عبر الحدود، لاسيما، على مورد متقاسم. وتتضمن اتفاقية التنوع البيولوجي حكما بشأن التقييم البيئي، ضمن جملة أحكام، في المادة 14 التي أشير إليها في مقررها بشأن الهندسة الجيولوجية (المقرر 33/10، الفقرة 8(ث)). ويشترط إجراء تقييم الأثر البيئي في كبير من النظم القانونية المحلية واعترفت محكمة العدل الدولية مؤخرا بأن الممارسة المقبولة بين الدول تشكل "شرطا بموجب القانون الدولي العام". وبناء عليه، هناك خطر من أن النشاط الصناعي المقترح قد يكون له أثر ضار كبير في السياق عبر الحدود، ويطبق شرط إجراء تقييم الأثر البيئي حتى في غياب الالتزام بمعاهدة في هذا الصدد. ولكنه لا يمتد ذلك بالضرورة إلى الاشتراط بإجراء التقييمات البيئية الاستراتيجية. (القسم 2-3)

57- 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. فبموجب الاتفاقية، اعترف النهج التحوطي عند إدخاله بأن "في حالة ظهور خطر حدوث خفض أو فقدان كبير في التنوع البيولوجي، لا يستخدم الافتقار إلى اليقين العلمي الكامل كسبب لتأجيل اتخاذ تدابير فعالة لمنع هذا التهديد أو تقليده". وقد نص في مقررها بشأن الهندسة الجيولوجية الذي دعا الأطراف والآخرين إلى التأكد (مع بعض الاستثناءات وإلى حين استيفاء شروط معينة) من عدم تنفيذ أي أنشطة للهندسة الجيولوجية (المقرر 33/10، الفقرة 8(ث)). وبموجب بروتوكول لندن، تتطلب المادة 3-1 تطبيق النهج التحوطي. وبموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، ينظر النهج التحوطي بصفة عامة على أن القصد منه منع الدول من تأجيل تدابير التخفيف وذلك بالإشارة إلى عدم اليقين العلمي إزاء تغير المناخ. غير أن أي تفسير لتأييد الهندسة الجيولوجية أو لإجراء مزيد من البحوث في مجال الهندسة الجيولوجية سيكون متعارضا بشكل واضح مع الصياغة. (القسم 2-4)

58- 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. غير أن حالة هذه المفاهيم في القانون العرفي الدولي لم ينص عليها بوضوح. (القسم 2-6)

نظم المعاهدات والمؤسسات المحددة

59- اعتمدت اتفاقية التنوع البيولوجي مقررا بشأن الهندسة الجيولوجية يغطي جميع التكنولوجيات التي قد تؤثر على التنوع البيولوجي. وتحتوي الاتفاقية على أحكام كثيرة تتصل بالهندسة الجيولوجية ولكنها لا تحدها، بما في ذلك أحكاما عن التقييم البيئي. وأعدت في إطار الاتفاقية إرشادات إضافية ذات صلة. ودعا مقرر اتفاقية التنوع البيولوجي بشأن الهندسة الجيولوجية إلى أن تكفل الأطراف والآخرين (مع بعض الاستثناءات وإلى حين

استيفاء شروط معينة) عدم تنفيذ أي أنشطة للهندسة الجيولوجية (المقرر 33/10، الفقرة 8(ث)). ويشير المقرر بالتحديد إلى "النهج التحوطي والمادة 14 من الاتفاقية. بينما لم يعبر عن ذلك في صياغة ملزمة قانوناً، يعتبر المقرر مهما لإطار الإدارة العالمي بسبب توافق الآراء الواسع الذي يمثله. واعترفت الأطراف في الاتفاقية أيضاً بأنه بينما قد تكون هناك حاجة إلى آلية عالمية وشفافة وفعالة تستند إلى العلم لرقابة وتنظيم الهندسة الجيولوجية، فقد لا تكون هذه الآلية في أفضل وضع لها في إطار الاتفاقية. وأشارت اتفاقية التنوع البيولوجي إلى الأعمال في اتفاقية لندن وبروتوكولها بشأن تخصيص المحيطات وأدرجها في مقرراتها الخاصة، فوسعت بذلك تطبيق هذه الأعمال فيما يتجاوز الأطراف في اتفاقية لندن وبروتوكولها. (القسم 3-1)

60- 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، مثل تخصيص المحيطات، وتعديل المياه السطحية (downwelling) و/أو ارتفاع مياه السطح، وتعزيز بياض السحب البحرية، وتعديل كيمياء المحيطات من خلال تعزيز التعرية. وبموجب الاتفاقية، على الأطراف التزامات عامة لحماية وحفظ البيئة البحرية واتخاذ كل الإجراءات الضرورية لمنع تلوث البيئة البحرية من أي مصدر، وخفضه ومراقبة التلوث، بما في ذلك التلوث من جراء إلقاء النفايات. وبينما يُسمح للدول بالقيام بمجموعة من الأنشطة في إطار "حرية أعالي البحار"، يجب ممارسة هذه الأنشطة وفقاً لأحكام اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار مع الاعتبار الواجب لمصالح الدول الأخرى. وتعتبر القواعد والمعايير المنشأة في إطار اتفاقية لندن وبروتوكولها ذات صلة لتنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار. (القسم 3-2)

61- وتقدم اتفاقية لندن وبروتوكولها إرشادات تفصيلية عن تخصيص المحيطات، فضلاً 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. وتعتبر اتفاقية لندن وبروتوكولها صكوكاً عالمية تعالج التلوث البحري من إلقاء النفايات والمواد الأخرى في البحر. وفي عام 2010، اعتمدت الأطراف "إطار تقييم البحث العلمي في مجال تخصيص المحيطات". ويرشد إطار التقييم غير الملزم قانوناً هذا، الذي اعترفت به اتفاقية التنوع البيولوجي، يرشد الأطراف حول كيفية تقييم مقترحات البحوث التي تستلزمها لتخصيص المحيطات ويقدم معايير لتقييم أولي لهذه المقترحات وخطوات تفصيلية للانتهاء من إعداد تقييم بيئي، بما في ذلك إدارة المخاطر والرصد. واعتمد بروتوكول لندن أيضاً تعديلات لتنظيم حجز ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجغرافية تحت قاع البحار مدعومة بتقييم مخاطر وإطار للإدارة ومبادئ توجيهية إضافية. (القسم 3-3)

62- لم تعالج اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وبروتوكول كيوتو مفاهيم الهندسة الجيولوجية أو إدارتها.⁴ والهدف من هاذين الصكين حسبما يرد في المادة 2 من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ هو تحقيق استقرار في تراكيزات غازات الاحتباس الحراري في الجو عند مستوى يمكن أن يمنع التفاعل البشري الخطير مع نظام المناخ. وفي إطار هاذين الصكين، أعدت إرشادات تعالج التحريج، وإعادة استزراع الغابات وتعزيز كربون التربة. وبجانب هذين الأسلوبين، لا تشجع الالتزامات على الأطراف باتخاذ إجراءات للحد من الانبعاثات وحماية بالوعات الكربون تدابير للهندسة الجيولوجية مثل هذه، أو تمنعها. (القسم 3-4)

⁴ ولكنها عالجت حجز الكربون وتخزينه، الذي قد يكون له بعض الصلة بتخزين ثاني أكسيد الكربون.

63- وتشتترط اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون، ضمن جملة أمور، أن تقوم الأطراف باتخاذ إجراءات لحماية صحة الإنسان والبيئة ضد التأثيرات المحتملة الناشئة عن الأنشطة البشرية التي تُعدّل أو من المرجح أن تُعدّل طبقة الأوزون. ويشترط بروتوكول مونتريال أن تخفض الأطراف تدريجياً من بعض المواد التي تستنفد طبقة الأوزون. وقد تثير أنشطة مثل حقن الايروسولات مشاكل بموجب هذه الاتفاقات، خصوصاً إذا انطوت على مادة يشملها بروتوكول مونتريال. وتعرّف اتفاقية فيينا "التأثيرات العكسية" كتغييرات في البيئة المادية أو الكائنات الحية في منطقة ما، بما في ذلك التغييرات في المناخ، التي قد تكون لها تأثيرات صحية ضخمة على صحة الإنسان أو على تكوين النظم الإيكولوجية الطبيعية أو الخاضعة للإدارة أو على قدرتها على التحمل أو على إنتاجيتها، أو على المواد المفيدة للبشرية. (القسم 3-5)

64- 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. والالتزام الرئيسي الكبير يقضي بأن على الأطراف الواردة أسماؤها "أن تتعهد بالألا تشارك في أي استعمال حربي أو أي استعمال عدائي آخر لأساليب تغيير البيئة التي تترك آثاراً واسعة الانتشار أو طويلة الأجل أو التأثيرات القاسية كوسيلة للتدمير، أو الضرر أو الإصابة لأي دولة أخرى طرف". غير أن الاتفاقية يمكن أن تكون مصدراً ممكناً للأفكار والمفاهيم والإجراءات المفيدة للتعامل مع الهندسة الجيولوجية. (القسم 3-6)

65- إن نشر دروع أو مرايا في الفضاء الخارجي لعكس أشعة الشمس أو منعها يندرج تحت قانون الفضاء. والنظام القانون الدولي الذي ينظم جوانب بيئية في الفضاء الخارجي يتضمن معاهدة الفضاء الخارجي، وأربع معاهدات أخرى رئيسية والعديد من قرارات الجمعية العامة للأمم المتحدة. وتتص معاهدة الفضاء الخارجي على أن التجارب "التي تحدث تدخلاً مضرًا محتملاً مع أنشطة دول أخرى" تخضع للتشاور الدولي المسبق الملائم. والأنشطة مثل حقن الايروسولات في الستراتوسفير ينبغي ألا تعتبر مندرجة تحت ولاية قانون الفضاء لأن مداها سيقبل عن 80 كيلومتراً. (القسم 3-7)

66- 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. والتعديلات التي تسمح بتخزين ثاني أكسيد الكربون تحت السطح اعتمدت في عام 2007 ولم تدخل بعد حيز النفاذ. (القسم 3-9)

67- 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. وهذه اتفاقية إقليمية تغطي معظم الدول في أوروبا وأمريكا الشمالية. وبالرغم من أن هذه الاتفاقية تلزم الأطراف ببذل الجهود للحد من التلوث الجوي، والتقليل التدريجي منه، ومنعه، بما في ذلك "التلوث الجوي بعيد المدى عبر الحدود"، إلا أن كلمات هذه الالتزامات وتعريف التلوث الجوي تقلل من تأثير محتواها بشكل كبير. ونفس الشيء ينطبق على التزام الأطراف بوضع السياسات والاستراتيجيات لمكافحة تصريف الملوثات الجوية. ولا تقضي هذه الالتزامات العامة بتدابير قانونية محددة لمنع التلوث الجوي أو لتقييد حقن الايروسولات. وبجانب هذه الالتزامات، تلزم هذه الاتفاقية بتقاسم البيانات عن الملوثات وتتص على الالتزامات الإجرائية التي قد تنطبق على بعض أنشطة الهندسة الجيولوجية. ويفرض العديد من البروتوكولات تحت الاتفاقية التزامات محددة لتقليل الانبعاثات الكبريتية أو الانتشار عبر الحدود، ولكن حتى عام 2010 فقط. (القسم 3-10)

- 68- إن نظام معاهدة أنتاركتيكا قد ينطبق على أنشطة الهندسة الجيولوجية التي تجري في أنتاركتيكا. (القسم 3-8)
- 69- يسري قانون حقوق الإنسان إذا انتهك أي نشاط هندسي جيولوجي معين أي من حقوق الإنسان المحددة. ويعتمد تعريف حقوق الإنسان التي تتأثر على كيفية إجراء نشاط معين من أنشطة الهندسة الجيولوجية، وما هي آثاره فعلا. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التأثيرات على حقوق الإنسان قد تكون مبررة في حالات معينة. فمعظم حقوق الإنسان ليست مطلقة وتخضع لقيود تحت ظروف معينة، مثلا، أن تكون القيود مفروضة بفعل القانون، وتعالج أهدافا محددة وتعد ضرورية لتحقيق غرض مشروع. (القسم 3-11)
- 70- 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. وقد عالجت الجمعية العامة للأمم المتحدة تخصيص المحيطات ويمكن أن تعالج قضايا أخرى متعلقة بالهندسة الجيولوجية. وقد شجعت أيضا مواصلة تطوير عمليات تقييم الأثر البيئي. وفي عام 1980، أعد برنامج الأمم المتحدة للبيئة مبادئ توجيهية عن تعديل الطقس. وولاية المنظمة العالمية للأرصاد الجوية تغطي الأرصاد الجوية، والجو والهيدرولوجيا، ويمكن، من حيث المبدأ، أن تعالج طرق انعكاس ضوء الشمس. وقد أصدرت توجيهات غير ملزمة حول تعديل الطقس. أما اللجنة الأوقيانوغرافية الحكومية الدولية التابعة لليونسكو فقد عالجت التأثير المحتمل لتخصيص المحيطات. وبالإضافة إلى ذلك، واستنادا إلى التأثيرات والنشاط المعني، فقد ترى الدول أن أنشطة الهندسة الجيولوجية تمثل تهديدا، أو انتهاكا، للسلام أو أنها تشكل عدوانا بموجب المادة 39 من ميثاق الأمم المتحدة. غير أن الحالة الجارية للمعرفة بخصوص الهندسة الجيولوجية تكشف الكثير من عدم اليقين. وعلى أية حال، فإن مجلس الأمن له ولاية واسعة في تقرير ما إذا كانت متطلبات المادة 39 من ميثاق الأمم المتحدة قد تم الوفاء بها، وفي تقرير ردها (القسم 4-2؛ القسم 4-4؛ القسم 4-5؛ القسم 4-6؛ القسم 2-5)
- 71- إن القانون الدولي عموما لا يتناول بالتحديد البحوث باعتبارها مميزة عن نشر التكنولوجيا بتأثيراتها أو بمخاطرها المعروفة، بجانب القواعد الخاصة في مجالات معينة. وفي حالات قليلة، فإن أنواع معينة من البحوث قد يتم حظرها، وهذا مثلا إذا كانت تشجع اختبار انفجارات الأسلحة النووية المحظورة بمعاهدة الحظر الجزئي أو المعاهدة الحظر الشامل للاختبارات النووية. وبينما يدعو المقرر الصادر عن اتفاقية التنوع البيولوجي بشأن الهندسة الجيولوجية، الأطراف وغيرها أن تضمن (إلى حين الوفاء ببعض الشروط) ألا تجري أي أنشطة هندسية جيولوجية، فهي تستبعد من هذا القيد دراسات البحوث العلمية ذات النطاق الصغير التي تتم في ظروف مراقبة، وتكون لها مبررات علمية وتخضع لتقييمات الأثر البيئي المسبق (المقرر 10/33، الفقرة 8(ث)). وتوجد في اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار أحكام تعالج البحث العلمي البحري. ويوفر إطار التقييم في اتفاقية لندن/بروتوكول لندن بشأن تخصيص المحيطات إرشادات تنطبق على دراسات البحث. ومنم الثغرات الرئيسية هناك وسائل انعكاس ضوء الشمس. (القسم 5-1؛ القسم 5-2)
- الثغرات في الإطار التنظيمي الحالي

72- 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. وبينما يقدم مقرر اتفاقية التنوع البيولوجي بشأن الهندسة الجيولوجية إطارا قياسيا

شاملا غير ملزم، فلا يوجد إطار ملزما قانونا للهندسة الجيولوجية ككل. وبالاستثناءات الممكنة لتجارب تخصيص 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. (القسم 6)

73- 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. غير أنها تشكل أساسا غير كامل للحوكمة الدولية، لأن شكوك تطبيقها في غياب مؤسسات صنع القرار أو إرشاد محدد، وبسبب النطاق والمخاطر المرتبطة بالهندسة الجيولوجية موجودة على نطاق واسع. وكمفهوم عام يتضمن العديد من المفاهيم والتكنولوجيات المميزة، فإن الهندسة الجيولوجية ليست محظورة الآن بالقانون الدولي. وقد تنهك التأثيرات المحتملة المحددة لمفاهيم الهندسة الجيولوجية المحددة قواعد معينة، ولكن ذلك لا يمكن أن يقرر إلا إذا كانت هناك ثقة أعظم في تقديرات هذه التأثيرات المحتملة. (القسم 6)

74- 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. وتحظر ذلك أيضا اتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي (OSPAR)؛

(ب) تجارب تخصيص 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 تخزين ثاني أكسيد الكربون في التكوينات الجيولوجية تحت قاع البحار. وقد طورت إرشادات أخرى في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ استنادا إلى تقييمات الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ. (القسم 6-1)

75- 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:

(أ) تخزين الكتلة الحيوية في المحيط يخضع لاتفاقية لندن/بروتوكول لندن واتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار؛

(ب) تعديل كيمياء المحيطات من خلال تعزيز التعرية قد يخضع لاتفاقية لندن/بروتوكول لندن واتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار؛

(ج) اتفاقية النقل بعيد المدى للملوثات الجوية (LRTAP) قد تفرض التزامات إجرائية على استخدام الايروسولات في الجو؛

(د) ونشر المرايا في الفضاء سيكون خاضعا لقانون الجو (معاهدة الفضاء الخارجي). (القسم 6-1)

76- إن معظم المعاهدات، ولكن ليس كل المعاهدات، يحتمل أن توفر الآليات أو الإجراءات أو المؤسسات التي يمكن أن تقر ما إذا كانت المعاهدة تنطبق على نشاط محدد للهندسة الجيولوجية وتعالج مثل هذه الأنشطة. وبعبارة قانونية، فإن ولاية العديد من المعاهدات الرئيسية أو المؤسسات الرئيسية عريضة بالشكل الكافي لمعالجة بعض أو كل مفاهيم الهندسة الجيولوجية. غير أن ذلك يمكن أن يؤدي إلى قواعد أو إرشادات متداخلة وغير متفقة. ومن منظور عالمي، فإن النظم والمؤسسات المختلفة لها وزن قانوني وسياسي مختلف، اعتماداً، مثلاً، على وضعها القانوني، وولايتها الخاصة أو مستويات المشاركة في كل منها. (القسم 1-3؛ القسم 6)

77- إن عدم وجود آليات تنظيمية لطرق انعكاس ضوء الشمس يعد ثغرة رئيسية، لاسيما بالنظر إلى احتمال حدوث تأثيرات ضارة مهمة عبر الحدود من أساليب مثل الايروسولات الستراتوسفيرية وتعزيز بياض السحب البحرية. ومن ناحية المبدأ، فإن المؤسسات القائمة، مثل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، تتمتع بالولاية التي يمكن أن تعالج هذه القضايا. (القسم 4-5؛ القسم 6)

78- إن معظم الأساليب التنظيمية التي نوقشت في هذا التقرير أعدت قبل ان تصبح الهندسة الجيولوجية قضية هامة، وبذلك، فهي لا تحتوي حالياً على إشارات واضحة إلى نهج الهندسة الجيولوجية. غير أن الكثير من المعاهدات المشروحة تفرض التزامات إجرائية على أنشطة الهندسة الجيولوجية التي تقع داخل نطاق تطبيقها. وعلاوة على ذلك، فإن الإطار التنظيمي الدولي يتكون من مجموعة كبيرة من المعاهدات والقواعد المألوفة الفعلية والمحتملة ومبادئ قانونية عامة، فضلاً عن أدوات وآليات تنظيمية يمكن أن تنطبق على جميع، أو بعض، مفاهيم الهندسة الجيولوجية. وكحد أدنى، فمن المقترح أن الدول القائمة بأنشطة في مجال الهندسة الجيولوجية لديها واجب في إعلام الدول الأخرى قبل إجراء هذه الأنشطة، مثلاً، كما يشترط إطار تقييم تخصيص المحيطات التابع لاتفاقية لندن/بروتوكول لندن. وتتص قواعد قليلة على المشاركة العامة خارج تمثيل مندوبين للجمهور العام، فيما عدا القواعد المعتادة عن مشاركة المراقبين في نظم المعاهدات والمؤسسات. وتتص المعاهدات التي جرى فحصها على عدد قليل من القواعد المحددة بشأن المسؤولية والمسؤولية القانونية، ولكن مواد لجنة القانون الدولي بشأن المسؤولية الدولية تنص على قواعد عامة في الحالات التي تكون فيها الهندسة الجيولوجية منتهكة للالتزام الدولي. (القسم 1-3؛ القسم 6)

رابعاً - آثار الهندسة الجيولوجية المتعلقة بالمناخ على التنوع البيولوجي: بعض آراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين

79- ترد أدناه، الرسائل الرئيسية من المنتدى الإلكتروني بشأن آراء وخبرات المجتمعات الأصلية والمحلية وأصحاب المصلحة الآخرين والآثار المحتملة لأساليب الهندسة الجيولوجية على التنوع البيولوجي. ويرد التقرير الكامل للمناقشة الإلكترونية في الوثيقة UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30.

80- تعتبر من الثغرات المهمة عدم وجود اهتمام وعدم النظر بجدية في مساهمات الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية التي تعالج المسائل المتعلقة بتغير المناخ بسبب الأنشطة البشرية. واستندت الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية، لدى إبراز مساهماتها في خفض أثر تغير المناخ العالمي، استندت إلى خبراتها المحلية، ومعارفها التقليدية التي تستند إلى فهم تفصيلي شامل للصلات المتبادلة بين العالم المادي والعالم البيولوجي والعالم الاجتماعي والعالم الروحي. ويعتبر هذا الفهم الكامل للبيئة حيويًا لفهم استجابات الشعوب الأصلية لمسائل مثل الهندسة الجيولوجية. فبالنسبة لكثير من الشعوب الأصلية، فإن هذه القيم وإمكانية حدوث آثار

إضافية نتيجة لاستخدام التكنولوجيات الجديدة تشكل شواغل كبيرة حسبما تم الإعراب عنه في مختلف البيانات من ممثلي الشعوب الأصلية على الصعيد الدولي.

81- وتشدّد مقاييس مختلفة للأمم المتحدة، بما فيها إعلان الأمم المتحدة بشأن حقوق الشعوب الأصلية، على حاجة الشعوب الأصلية في المشاركة الفعالة في جميع المسائل التي قد تؤثر عليها ومع ذلك كانت هناك مشاركة قليلة في المناقشات حول الهندسة الجيولوجية. واستجابت الشعوب الأصلية التي تم الاتصال بها على نحو فردي قائلة إنها لم تنظر إلى المسألة أو إنها لا تعتبر خبيرة في هذا المجال. ويحتاج الأمر إلى مزيد من بناء القدرات؛ إذ أن بناء القدرات ذات الصلة بالثقافة والمعلومات عن هذه المسائل ما زالت ضئيلة. ويبرز الاعتماد على تقارير من مجتمع المنظمات غير الحكومية نقص الخبرات وعدم توافر التقارير عن التكنولوجيات الجديدة من جانب الشعوب الأصلية ذاتها.

82- ولكن مدى الاتساق الذي تبرز به الشعوب الأصلية أهمية قيمها ذات الصلة بفهم تكنولوجيات محددة يستحق إجراء دراسة محددة. فمن الضروري لصناع القرار والعلماء فهم الشواغل المتعددة التخصصات الأوسع نطاقاً التي عبّرت عنها الشعوب الأصلية، وأن يصمموا مقترحات الهندسة الجيولوجية التي يقدمونها ضمن هذا الإطار الأوسع وأن يخصصوا جزءاً من عملية التحقق لفهم كيفية إدراج النهج الشامل في أعمالهم.

83- توجد بالفعل إرشادات متعلقة بالهندسة الجيولوجية ولو أنها في صورة اتفاقات طوعية لاتفاقية التنوع البيولوجي. وتشمل هذه المبادئ التوجيهية لإجراء تقييم الأثر الثقافي والبيئي والاجتماعي بخصوص التطورات المقترحة حدوثها في، أو المحتمل أن تؤثر على، المواقع المقدسة وعلى الأراضي والمياه التي درجت على شغلها أو استعمالها المجتمعات الأصلية والمحلية بصفة تقليدية، فضلاً عن مدونة السلوك الأخلاقي "تغارياوي:ري" لكفالة احترام التراث الثقافي والفكري للمجتمعات الأصلية والمحلية المتعلقة بحفظ التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام. وهناك أيضاً مبادئ تشمل النهج التحوطي الوارد في المبدأ 15 من إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية وفي ديباجة اتفاقية التنوع البيولوجي وهي مهمة للغاية عند تناول مقترحات الهندسة الجيولوجية. ويتطلب النهج التحوطي أن التنبؤ بالأضرار المحتملة على التنوع البيولوجي من مقترحات الهندسة الجيولوجية وتقييمها ينبغي أن يشمل المعايير والمؤشرات المحلية، وينبغي أن يشرك بالكامل المجتمعات الأصلية والمحلية المعنية. وتستمر المناقشات حول الحاجة إلى مبادئ توجيهية أكثر صرامة وإنفاذاً.

84- حظيت الهندسة الجيولوجية بدعم قليل من المجتمعات الأصلية والمحلية التي يُعترف بأنها أكثر شعوب العالم عرضة لتغير المناخ. ودعا المشاركون من الشعوب الأصلية إلى إشراك أكبر للمجتمعات الأصلية والمحلية في إعداد مقترحات للهندسة الجيولوجية. ولم يدع كل المجتمعات الأصلية والمحلية إلى حظر كامل أو وقف إعداد النماذج أو التجارب المعملية المراقبة. وفي الواقع، يرى بعض هذه المجتمعات أنها مفيدة في زيادة الفهم عن تعقد النظم الإيكولوجية في كوكب الأرض وفهم أفضل للمنافع والأضرار المحتملة لمقترحات الهندسة الجيولوجية. ومن ناحية أخرى، هناك اتجاه قوي لكي تجرى تجارب الهندسة الجيولوجية على نطاق مهم في العالم الطبيعي.

85- يعتبر فهم آثار الهندسة الجيولوجية من منظور الشعوب الأصلية مسألة تتطلب مزيداً من الاستكشاف. وهناك حاجة إلى مزيد من الجهود لتوسيع التواصل من خلال معلومات قصيرة ويمكن الوصول إليها بشأن الهندسة الجيولوجية والأطر الدولية ذات الصلة ولجمع الآراء من خلال مقابلات متعمقة مع خبراء تغير المناخ من الشعوب الأصلية.