الأمم المتحدة

Distr.
GENERAL

FCCC/SBSTA/2006/7
25 August 2006

ARABIC
Original: ENGLISH

الاتفاقية الإطارية
بشأن تغير المناخ

الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية
الدورة الخامسة والعشرون
نيروبي ٦-١٤ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٦

البند ١١ من جدول الأعمال المؤقت
التقارير المرحلية

تقرير عن حلقة العمل التي عقدتها الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية خلال دورتها الرابعة والعشرين عن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

مذكرة مقدمة من رئيس الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية

موجز

عُقدت حلقة عمل أثناء الدورة في بون بألمانيا في ٢٠ أيار/مايو ٢٠٠٦ عن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وتبادل المشاركون الآراء والخبرات بشأن طائفة من الأنشطة المتعلقة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بما في ذلك الخبرات المتعلقة بمشاريع إيضاحية ورائدة والأحكام ذات الصلة من المبادئ التوجيهية المتعلقة بقوائم الجرد الوطنية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي وضعها الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في عام ٢٠٠٦، وبناء القدرات لتطوير هذه التكنولوجيا وغيرها من القضايا ذات الصلة. وحدد المشاركون جوانب يُحتمل أن يكون من اللازم القيام بمزيد من العمل بشأنها لإحراز تقدم فيما يتعلق باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

المحتويات

	الفقـــــرات	*الصفحة*
أولاً - مقدمة	١ -٤	٣
ألف - الولاية	١ -٢	٣
باء - نطاق المذكرة	٣	٣
جيم - الإجـــراءات التي يمكن أن تتخذها الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية	٤	٣
ثانياً - مداولات حلقة العمل	٥ -٧	٣
ثالثاً - موجز للعروض والمناقشات	٨ -٤٧	٤
ألف - مقدمة واستعراض لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه	٨ -١٧	٤
باء - خبرات من مشاريع إيضاحية ورائدة وغير ذلك من العمل ذي الصلة	١٨-٣٨	٨
جيم - بـــناء القـــدرات لتطوير تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وغيرها من المسائل ذات الصلة	٣٩-٤٧	١٥
رابعاً - المناقشات العامة	٤٨-٥٦	٢١
خامساً - القضايا التي تتطلب مزيداً من الدراسة	٥٧	٢٣

أولاً – مقدمة

ألف – الولاية

١- طلبت الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية، في دورتها الثالثة والعشرين، إلى الأمانة أن تُنظم، بتوجيه من رئيس الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية، حلقة عمل أثناء الدورة الرابعة والعشرين للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية عن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، لزيادة فهم احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من خلال استعراض التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ عن احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون ومن خلال الخبرات والدروس المستخلصة.

٢- وطلبت الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية، في نفس الدورة، إلى رئيسها إعداد تقرير عن حلقة العمل المشار إليها أعلاه لكي تنظر فيه الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية في دورتها الخامسة والعشرين المُزمع عقدها في نيروبي في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٦، وطلبت إليه نشر التقرير والعروض التي يتم تقديمها في حلقة العمل في موقع الأمانة على الويب (FCCC/SBSTA/2005/10، الفقرة ١١٢).

باء – نطاق المذكرة

٣- يتضمن هذا التقرير ملخصاً لعشرين عرضاً قدمها أثناء حلقة العمل ممثلو البلدان وخبراء يمثلون المنظمات الحكومية الدولية والمنظمات غير الحكومية وأوساط الأعمال والصناعة وملخصاً للمناقشات العامة. ويمكن الاستفادة من الأفكار التي اقترحها المشاركون أثناء حلقة العمل بشأن إمكانية الاضطلاع بمزيد من الأنشطة المتعلقة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه كمدخلات لكي تواصل الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية دراسة هذا الموضوع في دورتها الخامسة والعشرين.

جيم – الإجراءات التي يمكن أن تتخذها الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية

٤- قد ترغب الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية في أن تحيط علماً بالمعلومات الواردة في هذه الوثيقة وأن تقوم، عند الضرورة، بتقديم المزيد من التوجيه إلى الأطراف فيما يتعلق بالخطوات المقبلة المحتملة للتقدم بالعمل المتعلق باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، مع مراعاة العمل المتواصل للمنظمات الحكومية الدولية المعنية والقطاع الخاص.

ثانياً – مداولات حلقة العمل

٥- عُقدت حلقة العمل في ٢٠ أيار/مايو ٢٠٠٦، أثناء الدورة الرابعة والعشرين للهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية[(١)] وحضرها قرابة ٣٠٠ مشارك منهم ممثلو الدول الأطراف وممثلون من الأوساط التجارية والصناعية والمنظمات غير الحكومية المعنية بالبيئة والمنظمات الدولية والإقليمية[(٢)].

---

(١) عُقدت حلقة عمل عن اعتبار احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من أنشطة مشاريع آلية التنمية النظيفة، في ٢٢ أيار/مايو ٢٠٠٦ في بون بألمانيا ويندرج تقريرها في الوثيقة FCCC/KP/CMP/2006/3.

(٢) يمكن الاطلاع على جدول أعمال حلقة العمل وجميع العروض المقدمة من خلال الموقع <http://unfccc:int/meetings/sb24/in-session/items/3623.php>.

٦- وكانت النتائج المتوقعة من حلقة العمل هي:

(أ) زيادة فهم أهم أصحاب المصالح والأطراف والمنظمات الحكومية الدولية والقطاعات الخاصة المعنية باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من خلال استعراض التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ ومن خلال الخبرات والدروس المستخلصة؛

(ب) خيارات لاتخاذ خطوات عملية من جانب الأطراف وأصحاب المصالح المعنيين لتحقيق مزيد من التقدم في مجال احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٧- وقال السيد كيشان كومارسينغ رئيس الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية، في كلمته الافتتاحية إن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه خيار تكنولوجي ناشئ له إمكانية عالية للغاية للتخفيف، ويمكن أن يصبح عنصراً رئيسياً في مجموعة من الاستراتيجيات التكميلية والخيارات التكنولوجية القادرة على بناء جسر للوصول إلى مستقبل يكون فيه مستوى ثاني أكسيد الكربون منخفضاً؛ ولاحظ الاهتمام البالغ الذي أبدته الدول الأطراف بهذا الموضوع. ولفت السيد كومارسينغ الانتباه إلى التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ بشأن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه الذي يقدم وصفاً لإمكانيات هذه التكنولوجيا في معالجة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وسلط الضوء على أهمية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في سياق مناقشات الأطراف بشأن الخطوات المقبلة الواجب اتخاذها للتصدي للتغير في المناخ، الجارية في إطار التحاور بشأن التوصل إلى إجراءات للتعاون في الأجل الطويل للتصدي للتغير في المناخ من خلال تعزيز تنفيذ الاتفاقية، والفريق العامل المخصص المعني بالتزامات أخرى للأطراف المدرجة في المرفق الأول بموجب بروتوكول كيوتو.

ثالثاً - موجز للعروض والمناقشات

ألف - مقدمة واستعراض لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

٨- قال السيد بيرت ميتز، من الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، إن أحد أهم استنتاجات التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ هو أن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه جزء من مجموعة من الخيارات التي يمكن أن تحد من مجمل تكاليف التخفيف وتزيد من المرونة في التوصل إلى تخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ولاحظ أن عناصر نظم احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بلغت مستويات متفاوتة من النضوج، تتراوح بين سوق ناضج (الاستخراج المحسن للنفط (EOR) ومشاريع إيضاحية (الاستخراج المحسن لغاز الميثان من الطبقات الحاملة للفحم (ECBM)) وبحوث لا تزال جارية (التخزين في المحيطات). وأكد على وجود تماثل جيد على مستوى العالم بين مواقع احتجاز ثاني أكسيد الكربون ومواقع تخزينه. وفيما يتعلق بتكاليف احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، قال السيد ميتز إن الأمر سيتطلب مبلغاً إضافياً يتراوح بين سنت و٥ سنتات للكيلوواط/الساعة، وهو ما يعادل مبلغاً يتراوح بين ٢٠ و٢٧٠ دولاراً أمريكياً/لكل طن من ثاني أكسيد الكربون يُتجنب. وتتعلق أغلب التكاليف باحتجاز ثاني أكسيد الكربون، ولكن من المتوقع أن يتم خفض تكلفة احتجاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة تتراوح بين ٢٠ و٣٠ في المائة في السنوات العشر المقبلة. كما أكد السيد ميتز على أهمية الإمكانية الاقتصادية لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، التي يمكن في أوضاع مستقرة أن تسهم

بنسبة تتراوح بين ١٥ و٥٥ في المائة من مجموع جهود التخفيف في العالم حتى عام ٢١٠٠، وتؤدي، في الوقت نفسه، إلى خفض تكاليف التخفيف بنسبة ٣٠ في المائة أو أكثر. بيد أنه ما لم تكن تكلفة احتجاز ثاني أكسيد الكربون تتراوح بين ٢٥ و٣٠ دولاراً/لكل طن من ثاني أكسيد الكربون، فمن غير المتوقع أن يتم تطبيق هذه التكنولوجيا على نطاق واسع.

٩- وقدم السيد لاري ماير من الولايات المتحدة عرضاً عن خيارات تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه مركزاً على تخزين ثاني أكسيد الكربون في مستودعات النفط والغاز والطبقات التي تحتوي على فحم لا يمكن استخراجه والتكوينات الملحية العميقة. وأشار بالتحديد إلى خزانات النفط والغاز بوصفها أهدافاً للتخزين المبكر لأنها موزعة على نطاق واسع؛ وعوازل التسرب كامنة وخصائصها محددة جيداً؛ وهناك خبرات في مجال التكنولوجيا ذات الصلة تعود إلى عقود؛ وإزالة الضغط بعد الاستخراج يتيح قدرة على التخزين؛ ويؤدي التخزين بالاستخراج المحسن للنفط (EOR) والاستخراج المحسن للغاز (EGR) إلى التعويض عن التكلفة. وأحد المآخذ على هذا الخيار هو القدرة القليلة على التخزين في الآبار المهجورة والآبار الطويلة الأجل. وأكد على أنه رغم توفر الاستخراج المحسن للنفط على النطاق التجاري[٣] فإن الاستخراج المحسن للغاز غير مفهوم بصورة جيدة.

١٠- وقدم السيد جون برادشو من أستراليا تقييماً للقدرة على تخزين ثاني أكسيد الكربون من منظور وطني ومن منظور تدخلي، بما في ذلك دراسة حالة للتقييم الجيولوجي لتوقعات تخزين ثاني أكسيد الكربون في أستراليا، وفي إطار التعاون الاقتصادي بين بلدان آسيا والمحيط الهادئ، والصين والعالم. وأشار إلى وجود مخطط مخاطر من أجل مقارنة وتصنيف مواقع التخزين المحتملة في أستراليا على أساس معايير الاحتمالات الجيولوجية وسعة التخزين المخاطر بها المحسوبة. وقد أوضحت عملية مقارنة مستودعات التخزين المحتملة مع مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في أستراليا وجود قدرة عالية للتخزين في مستودعات جيدة تقع في الرف الصخري الشمالي الغربي لأستراليا ولكنها، مع ذلك، بعيدة عن المصادر الرئيسية؛ ومستودعات ممكنة دون أن تكون مثالية تقع بالقرب من مصادر لإنبعاثات عالية؛ ومستودعات جيدة تقع في الجنوب الشرقي، ولو أنها تتطلب تركيب معدات بعيدة عن الساحل باهظة الثمن. وفيما يتعلق بتكاليف التخزين في أستراليا، فإن الحجم المسامي لأفضل المواقع يتجاوز ١٠٠ ٤ جيغاطن من ثاني أكسيد الكربون والحجم المسامي المخاطر به هو ٧٤٠ جيغاطن من ثاني أكسيد الكربون، وهذه القدرة على التخزين لن تتجاوز كميات تتراوح بين ١٠٠ و١١٥ ميغاطن من ثاني أكسيد الكربون في السنة على أساس معدل مستدام يتراوح ٤٠ و١٨٠ ميغاطن من ثاني أكسيد الكربون في السنة بالاستناد إلى معدل منحني في التكلفة، إذا ما أخذت في الحسبان المواقع الملائمة للمصادر دون غيرها. كما قدم السيد برادشو استعراضاً لمواقع ذات إمكانيات عالية للتخزين ومواقع ذات إمكانيات للتخزين ومواقع ليست فيها إمكانيات لتخزين على مستوى العالم وفي الصين، يمكن استخدامها كنقطة انطلاق للبحث عن مستودعات التخزين عند التوفيق بين المصادر ومواقع التخزين.

---

(٣) من بين مرافق الاستخراج المحسن للنفط التي يتراوح عددها بين ٧٠ و٨٠ مرفقاً لا يستخدم إلا عدد قليل منها الانبعاثات البشرية المنشأ لثاني أكسيد الكربون، مثل مرفق ويبيرن.

١١- أكـــد أعضاء الفريق على أنه وإن كانت إمكانية التخزين الجيولوجي كافية بوجه عام، فإن ذلك قد لا يصح بالنسبة لجميع المناطق[٤] وقد تقل هذه الإمكانيات في حال مراعاة المعايير الاقتصادية. والتكوينات الملحية التي تشتمل على مستودعات للنفط والغاز كمجموعة فرعية[٥] توفر الفرص الرئيسية للتخزين؛ حيث إن البيانات المتوفرة بشأن مستودعات النفط والغاز ذات الصلة بالتكوينات الملحية المحيطة وقدراً كبيراً من التكنولوجيا يمكن نقـــلها مباشـــرة [٦]. ومع ذلك، فإن خصائص الموقع مطلوبة لتحديد خصائص الاحتجاز وعدم نفاذية الصخور والمستودعات. ويمكن لعروق الفحم أن تتيح إمكانية إضافية للتخزين لكن هذا الخيار ما زال في مرحلة مبكرة كما أن قدرته على التخزين قليلة بالمقارنة مع خيارات أخرى.

١٢- وفـــيما يتعلق بمدة تخزين ثاني أكسيد الكربون في الأحواض الرسوبية، فإن الأنظمة البترولية قادرة على تقديم مثالاً على ذلك. وقال أعضاء الفريق إن النظم البترولية تخزِن الهيدروكربونات بصورة آمنة لمئات الملايين من الســـنين، على الرغم من حدوث تسربات طبيعية وهناك أمثلة عن انطلاقات طبيعية تسببت في حدوث كوارث. كمـــا لاحظ العديد من أعضاء الفريق أن خطر التسرب من التخزين الجيولوجي هو قليل إذا ما تم اختيار موقع الـــتخزين بصورة مناسبة وإذا ما تم تطبيق برنامج جيد للرصد واتباع نظم ووسائل علاجية لوقف انطلاقات ثاني أكســـيد الكربون أو التحكم بها في حال حدوثها، وإن كان ذلك لا يستند إلا إلى تطبيقات محدودة. وستعتمد المســـائل المـــتعلقة بـــدوام الـــتخزين بصـــورة أقل على خصائص مواقع التخزين منها على المشغل، والأنظمة، والضـــمانات، ونوع الانبعاثات ومعدلات الحقن. وخطر التسرب مقارب للتسرب الحالي من الاستخراج المحسن للنفط، أو تخزين الغاز الطبيعي أو التخلص من الغازات الحمضية. وعلى الرغم من احتمال حدوث التسرب، فمن الأرجـــح إلى حد بعيد أن تظل نسبة تتجاوز ٩٩ في المائة من ثاني أكسيد الكربون في المستودع لأكثر من ١٠٠ سنة، والسؤال لمعرفة ما إذا كان ذلك كافياً هو سؤال ينبغي أن يجيب عليه صانعو القرارات.

١٣- وأكـــد أحد أعضاء الفريق على توفر كمية كبيرة من المشورة التقنية التي يمكن أن توضح تطبيق احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، ولا سيما من النظم البترولية الطبيعية، وهي معلومات مرشدة للغاية فيما يتعلق بما يمكن توقعه من تخزين ثاني أكسيد الكربون. وهناك حاجة لوضع معايير تقنية متسقة على المستوى العالمي لتقييم المخاطر.

١٤- وأشـــار المشـــاركون بالـــتحديد إلى الرصـــد كأداة رئيسية لتقييم الأداء وتوضيح مدى أمان التخزين في التكوينات الملحية، وإلى توفر خبرات تكنولوجية ذات صلة لاختيار الموقع والإدارة والرصد والعلاج بالنظر إلى أوجه التشـــابه مع النظم البترولية. وتقدم صناعة النفط والغاز مجموعة كبيرة من تقنيات الرصد بما في ذلك تقنيات قياس

---

(٤) يشـــير التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ بشأن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه إلى إمكانية تخزين ٢٠٠٠ جيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في المستودعات الجيولوجية.

(٥) مثلاً يمكن في كاليفورنيا تخزين ٥ جيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في مستودعات للنفط والغاز ولكن يمكن تخزين ١٠٠-٥٠٠ جيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في تكوينات ملحية.

(٦) مشـــروعا سلايبنر (Sleipner) وعين صلاح مثالان عن التخزين في التكوينات الملحية. والتكوينات الملحية في عين صلاح مؤلفة في جزء منها من الهيدروكربون وفي جزئها الآخر من مياه مالحة بينما يتم حقن ثاني أكسيد الكربون في مشروع سلايبنر في وحدة جيولوجية مختلفة عن الوحدة المنتجة للهيدروكربون.

الهـــزات الأرضـــية والفيزياء الجيولوجية الكهربائية والتسجيل الكهربائي، والضغط الهيدرولوجي وقياسات التعقب وأخـــذ عيـــنات كيميائية جيولوجية والاستشعار عن بعد وأجهزة استشعار ثاني أكسيد الكربون وقياسات التدفق السطحي. وتقدر تكلفة رصد التكوينات الملحية بـ ٠,١٧ من الدولارات للطن من ثاني أكسيد الكربون المحقون وهي تكلفـــة مقاربة لتكلفة الاستخراج المحسن للنفط، وتقدَّر تكلفة مكوّن عنصر احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه تحت سطح الأرض، بما في ذلك الرصد، بنسبة تتراوح تقريباً بين ١٠ و٢٠ في المائة من مجموع تكاليف المشروع.

١٥- ولوحظ أن من الصعب التنبؤ بالفترة الزمنية الفاصلة بين مرحلتي التجربة والتطبيق في احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه حيث يتطلب الأمر تنفيذ الآلاف المشاريع. ولكي تحدث صناعة تخزين ثاني أكسيد الكربون أثراً ملحوظاً يتعين عليها، بالنظر لحجم الانبعاثات الواجب تخفيضها، أن تنمو إلى أن يبلغ حجمها عدة أمثال حجم صناعة الغاز الحالية.

١٦- و رداً عـــلى الأسئلة، أشار أعضاء الفريق إلى أن الزيادة التي حدثت مؤخراً في أسعار الغاز لم تؤخذ في الحســـبان عند تحليل التقرير الخاص عن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه الذي أعده الفريق الحكومي الدولي المعـــني بـــتغير المـــناخ. وقد تم مراعاة تكلفة التغويز للدورة المختلطة للتغويز المتكامل عند إجراء التحليل؛ ومن الأرخص بالنسبة لهذه التكنولوجيا إضافة الجزء الخاص باحتجاز ثاني أكسيد الكربون عمّا هو الأمر بالنسبة لدورة غاز التوربين المتكاملة أو الفحم المسحوق. ولذلك، فقد يكون للدورة المختلطة للتغويز المتكامل ميزة على دورة غـــاز التوربين المتكاملة. وبالإضافة إلى ذلك، لا توجد أي طريقة بسيطة لتقييم كيفية تأثير الزيادات الأخيرة في أســـعار الـــنفط على استنتاجات التقرير الخاص عن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه فيما يتعلق بالتكاليف والإمكانات الاقتصادية وملاءمة الوقت وتوفر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لأن هناك عوامل أخرى ينبغي مراعاتها[٧].

١٧- وأكدت المناقشات على أن محطات القوى التي تستخدم تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه يحتاج تشغيلها لطاقة تزيد بما يتراوح بين ١٥ و٤٠ في المائة عن الطاقة التي يحتاجها تشغيل المحطات التي لا تستخدم تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه[٨]. وتأتي هذه الزيادة في الطاقة في معظمها من الاحتجاز ولذلك فإن التحدي يكمن في إيجاد تكنولوجيا للاحتجاز تكون أقل استهلاكاً للطاقة. ولاحظ المشاركون أن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه هي تكنولوجيا للتخفيف تنطبق على الوقود الأحفوري والكتل الأحيائية وأنه ينـــبغي استخدامها فيما يتصل بالمصادر النقطية الكبيرة مثل محطات القوى والمرافق البتروكيميائية ومصانع إنتاج الهيدروجين. ولا يوصى بتطبيق تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وخزنه على الوحدات الصغيرة غير المتصلة بشبكة توزيع الكهرباء وذلك لاحتمال عدم استدامتها من الناحية من الناحية الاقتصادية.

---

(٧) ســـتؤثر زيـــادة أسعار النفط على الاستخراج المحسن للنفط لأن زيادة التكاليف ستكون بمثابة حافز لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه ولكن ذلك سيؤدي، من جهة أخرى، إلى زيادة أسعار ثاني أكسيد الكربون وقد يكون لذلك أثر عكسي.

(٨) الفحم المسحوق: ٢٥-٤٠ في المائة؛ دورة غاز التوربين المتكاملة: ٢٠ في المائة؛ الدورة المختلطة للتغويز المتكامل: ١٥-٢٥ في المائة.

باء – خبرات من مشاريع إيضاحية ورائدة وغير ذلك من العمل ذي الصلة

١- الخبرات والدروس المستخلصة من مشاريع إيضاحية ورائدة

١٨- تحدث السيد تور تورب من رابطة صناعة النفط الدولية للحفاظ على البيئة عن الخبرات والدروس المستخلصة من مشروع Sleipner وغيره من المشاريع الإيضاحية والرائدة. كما وصف السيد تورب الخبرات لموسعة التي اكتسبها قطاع الصناعة في السابق فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالاستخراج المحسن للنفط وتنظيف الغاز الطبيعي، والنقل (الأنابيب والسفن)، وإعادة الحقن والتخزين تحت سطح الأرض[٩] والمشروبات غير المسكرة، والتنظيف بالبخار وتغليف الأغذية. وبإمكان مشروع سلايبنر الذي بدأ تشغيله في عام ١٩٩٦ في التكوين الجيولوجي الطبيعي الحاوي للمياه المالحة في أوتسيرا، أن يخزن جميع كميات ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها محطات القوى في الاتحاد الأوروبي على مدى ٦٠٠ عام. وتم ضمن هذا البرنامج، تطوير تقنيات مثل مسوحات الهزات الأرضية الثلاثية الأبعاد لرصد توزيع ثاني أكسيد الكربون المحقون، كما جرى جزئياً إثبات أدوات محاكاة المستودعات بالنماذج. وتضمنت المشاريع الإيضاحية الأخرى مشروعاً رائداً لحقن ثاني أكسيد الكربون في المستودع K12-B في حقل للغازات المستنفدة وعين صالح ومشروع Snohvit (وهو مشروع من المزمع أن يبدأ في عام ٢٠٠٧ بحقن ثاني أكسيد الكربون المنفصل عن الغاز الطبيعي) ومحطة قوى Schwarze Pumpe العاملة بالليجنيت والمزودة بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون، ومحطة قوى Tjeldbergodden العاملة بالميثانول، والاستخراج المحسن للنفط والغاز وتصديرهما.

١٩- وقدمت السيدة كارولين بروستن من كندا عرضاً عن الخبرات والدروس المستخلصة من مشروع ويبيرن (Weyburn) الذي تم فيه نقل ثاني أكسيد الكربون المحتجز في داكوتا بواسطة أنابيب طولها ٣٠٠ كلم واستخدامه في الاستخراج المحسَّن للنفط لإنتاج ١٥٥ مليون برميل إضافي من النفط وخزن ٣٠٠ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون على مدى عمر المشروع[١٠]. وتمثلت أهم أهداف المشروع في التنبؤ بقدرة خزان نفط ما على احتواء ثاني أكسيد الكربون (جيولوجياً) بشكل آمن واقتصادي، والتحقق من ذلك، ومعالجة هجرة ومصير ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل في بيئة محددة. وقدم المشروع مجموعة من البيانات الشاملة استعرضها الأقران على المستوى الدولي وتضمنت استطلاع رصد لخط الأساس (قبل الحقن)؛ وضغوط الآبار ومعدلات الحقن والإنتاج هي أدنى الشروط اللازمة لتسجيل بيانات أي موقع للتخزين. وتشير نتائج المرحلة الأولى من النمذجة إلى أن "الحاوية" الجيولوجية في مشروع ويبيرن فعالة حيث إن نسبة لم تتجاوز ٢٧ في المائة خرجت عن منطقة الاستخراج المحسن للنفط ولكنها ظلت ضمن المنطقة لمدة ٠٠٠ ٥ سنة بعد الحقن، ولذلك فهي ملائمة للتخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل.

---

(٩) من بين الـ ٦٠٠ موقع في جميع أنحاء العالم، لم يتم تسجيل إلا ٤ و٥ حالات تسرب في ٦٠ عاماً وجرت معالجتها.

(١٠) يعادل التعويض عن انبعاثات ٥ ملايين سيارة لمدة سنة واحدة بتكلفة ٤٢ مليون دولار.

٢٠- وسلط السيد إيان رايت من رابطة صناعة النفط الدولية للحفاظ على البيئة، الضوء على الخبرات المستمدة والـــدروس المستخلصة من مشروع عين صالح فيما يتعلق بالتخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون. وقد تم في مشروع عين صالح وهو مشروع مطبق على نطاق صناعي للتخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون، خزن قرابة مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في السنة (١٧ مليون طن على مدى العمر) بتكلفة إضافية قدرها ١٠٠ مليون دولار (ستة دولارات للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المُتجنب). وأكد السيد رايت على أنه لا توجد فائدة تجارية للمشروع وأنه استُخدم كقاعدة لتجربة تكنولوجيات ثاني أكسيد الكربون. وأهم أهداف مشروع البحوث والتنمـــية هذا المشترك بين قطاعات الصناعة هي: تقديم ضمانات بإمكانية التحقق من فعالية التخزين الآمن لثاني أكســـيد الكـــربون جيولوجياً من حيث التكلفة وإمكانية توفير ضمانات طويلة الأجل من خلال الرصد القصير الأجل؛ تقديم معلومات إلى أصحاب المصالح تثبت أن التخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون على نطاق صناعي هـــو خـــيار قـــابل للـــبقاء للتخفيف من غازات الاحتباس الحراري؛ وإيجاد سوابق عن تنظيم عمليات التخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون والتحقق منه، تسمح باستحقاق أرصدة غازات الاحتباس الحراري. وهناك تشابه جـــيد بين الترسبات الجيولوجية المستخدمة لتخزين ثاني أكسيد الكربون ومستودعات موجودة في أماكن أخرى (مثل الصين والهند وبعض البلدان الأوروبية) كما يمكن نقل الخبرة المكتسبة خلال المشروع.

٢١- وقدم السيد باسكال وينثاغين من هولندا عرضاً عن الخبرات المكتسبة من مشاريع الاستخراج المحسن لغاز الميـــثان مـــن الطبقات الحاملة للفحم. وقال السيد وينثاغين إن غاز الميثان من الطبقات الحاملة للفحم هو خيار لتخزين ثاني أكسيد الكربون في طبقات الفحم التي لم تكن لتستخدم لولا ذلك. وقد ثبت أن لهذه الطبقات قدرة على تخزين ثاني أكسيد الكربون لسنوات عديدة لكن سعة التخزين المقدرة فيما يتعلق بهذا الخيار هي أقل بكثير مـــن الخـــيارات الأخرى مثل الطبقات الصخرية المائية. والمشاريع الإيضاحية للاستخراج المحسن لغاز الميثان من الطبقات الحاملة للفحم مستمرة في كندا والصين واليابان وهولندا رغم أن نطاقها محدود (٢٥ ٠٠٠ طن من ثاني أكســـيد الكربون في السنة وهدفها زيادة القدرة على التخزين بعشر مرات). وبعد فترة من الزمن وبسبب حقن ثاني أكسيد الكربون، انخفضت نفاذية الكربون مما أدى إلى انخفاض معدلات حقن ثاني أكسيد الكربون؛ ويتطلب هذا الخيار مزيداً من العمل لإجراء تحقيق في امتصاص ونفث ثاني أكسيد الكربون في طبقات الفحم.

٢٢- وناقشـــت السيدة ماليتي غويل من الهند الفرص والتحديات القصيرة الأجل بالنسبة لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في قطاع الوقود الأحفوري وقدمت وصفاً لحالة تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في الهـــند؛ وقالـــت إن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه هي أحد الخيارات التكنولوجية لإدارة الكـــربون التي ينظر فيها بلدها. وحددت السيدة غويل ثلاثة أجيال لتكنولوجيا الفحم النظيفة. وقالت إن الجيل الأول للتكنولوجيات (مثل تحضير الفحم، والوقود المسحوق والاحتراق على قاعدة مميعة، وإزالة الكبريت من غاز المداخن، والمراجل فوق الحرجة) منتشرة بالكامل وتباع في الأسواق. والجيل الثاني للتكنولوجيات (أي منافع دقائق الفحـــم، وإزالة أكاسيد النتروجين، والمراجل الحرجة للغاية، والاحتراق على قاعدة مميعة دوارة، واحتراق الفحم على قاعدة مسحوقة مضغوطة، والدورة المختلطة للتغويز المتكامل، والاحتراق على قاعدة مميعة مضغوطة، وخلايا وقود الكربون المنصهر) هي تكنولوجيا يجري توضيحها على المستوى التجاري؛ وللاستفادة من هذه التكنولوجيا تحتاج الهند إلى نقل التكنولوجيا. وأخيراً، فإن الجيل الثالث للتكنولوجيات (مثل احتراق وقود مركبات الأكسجين وتغويز الفحم في الموقع، واستخراج الميثان من الفحم الأحفوري، واستخراج الميثان من الفحم المعدني، والوقود

المسحوق المتكامل، والدورة المختلطة للتغويز المتكامل، وتكنولوجيا الانبعاثات الصفرية، وخلايا الوقود المستخدمة في التغويز المتكامل، واحتجاز الكربون وتخزينه) هي تطبيقات إيضاحية في مراحلها المبكرة ولذلك فإن الهند تحتاج لشركاء للتعاون في مجال البحث.

٢٣- ونوقشت منجزات المشاريع الإيضاحية والرائدة، بما في ذلك اختبار طائفة من تقنيات الرصد وإعداد بيانات كاملة وشاملة ويمكن للأقران مراجعتها تتعلق بالتخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون، وتسهم في تشكيل أفرقة دولية فعالة رفيعة المستوى من الباحثين ووضع كُتيبات لأفضل الممارسات. ولاحظ مشاركون عديدون أن من شأن هذه المشاريع أن تشجع على الاستخدام الواسع النطاق للتكنولوجيات اللازمة لتصميم وتنفيذ ورصد والتحقق من عدد كبير من مشاريع التخزين الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون. والمشاريع النموذجية وإن كانت تركز على تطوير أدوات تقنية، لكن هناك حاجة لتطوير أدوات للسياسة العامة أيضاً.

٢٤- وفيما يتعلق بالرصد، فقد ركزت المناقشات على الحاجة إلى أدوات أكثر فعالية بالنسبة للتكلفة لإيضاح سلامة التخزين الطويل الأجل، وإلى حوافز لصناعة النفط والغاز لزيادة تطوير الأدوات التي تملكها بالفعل. وأشار المشاركون إلى أن تكنولوجيا الرصد الصالحة لموقع ما قد لا تصلح لموقع آخر بسبب التكوينات الجيولوجية التي تتفاوت بصورة كبيرة، وإلى الحاجة إلى جمع المعارف المتعلقة بالرصد ووضع معايير لإصدار شهادات للموقع. وعمليات الرصد لا تكون مطلوبة لأغراض السلامة فحسب بل لفهم عملية الحقن أيضاً. وقال المشاركون إن نتائج تتبع حركة ثاني أكسيد الكربون باستخدام المسوحات الزلزالية تتطابق جيداً مع عمليات المحاكاة للمستودعات التي تجري لتحديد كمية ثاني أكسيد الكربون في الحقول. ومن المزمع وضع كتيبات لأفضل الممارسات أو استيفاؤها للتصدي للبروتوكولات المتعلقة بأنشطة مثل اختيار موقع التخزين ورصد ثاني أكسيد الكربون المخزون والتحقق منه ورصد سلامة حفر الآبار وإصلاحها، وتقييم المخاطر وإدارتها في الأجل الطويل، وزيادة القدرة على تخزين ثاني أكسيد الكربون إلى أقصى درجة وبأسعار رخيصة.

٢٥- ولوحظ أن الاتحاد الأوروبي أنفق ١٤٠ مليون يورو خلال فترة ٤-٥ سنوات على طائفة متنوعة من مشاريع البحوث التي أسهمت في الإعداد لتنفيذ تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على نطاق واسع، وذلك مثلاً مبادرة ULCOS (مشروع لصنع الفولاذ ينجم عنه مستوى منخفض للغاية من ثاني أكسيد الكربون) لصناعة الفولاذ في مصانع تكون تكاليف الاحتجاز فيها أقل من تكاليف الاحتجاز في محطات القوى. وأشار مشاركون متعددون إلى الجهود المتضافرة المبذولة على صعيد العالم فيما يتعلق بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه مثل منتدى ريادة عملية احتباس الكربون، ومبادرة Future Gen[(١١)]، وشراكة BIG SKY لاحتباس الكربون وشراكة آسيا والمحيط الهادئ المعنية بالتنمية النظيفة. وتضمنت الأنشطة بحوثاً تعاونية بشأن دراسات عن صخور البازلت في إطار مشروع لمنتدى ريادة عملية احتباس الكربون التي شرعت الولايات المتحدة[(١٢)] ودراسات جدوى في حقول النفط للاستخراج المحسن والتكوينات

(١١) وهي مبادرة لبناء أول محطة قوى بحثية للاحتباس وإنتاج الهيدروجين في العالم (محطة قوى قدرتها ٢٧٥ ميغاواط بانبعاثات صفر).

(١٢) ستكون نتائج دراسات احتجاز المعادن مفيدة بالنسبة لبلدان أخرى لها تكوينات مماثلة.

الجيولوجية الحاوية على مياه مالحة. وقال أحد المشاركين من البلدان النامية إن التكاليف الباهظة لاحتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون تتطلب إنشاء آلية تمويل.

٢٦- ونوقشت أيضاً متطلبات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من قبل المسؤولين والجمهور. وعلى الرغم من أن السلطات لها مطالب مماثلة لتلك التي تنظّم عمليات الاستخراج في حقول النفط والغاز (مثل الحقوق والتراخيص المتعلقة بالوصول إلى هذه الحقول، وخصائص وخرائط مواقع الاستخراج، والرصد والتحقق، والإصلاح، والإخراج من الخدمة والرصد بانتظار الاستقرار)، إلى جانب مطالب الإبلاغ (إبلاغ في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات)، فإن مطالب الجمهور هي الأمان (أي أمان التشغيل، وعدم التسرب، والرصد والتحقق بشكل شفاف، والقبول من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، ومن مخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات، والاستقرار الطويل الأجل).

٢٧- وحدد عدة مشاركين أهم المهام المزمع القيام بها في إطار المشاريع الإيضاحية، بما في ذلك وضع كتيبات إرشادية عن أفضل الوسائل الممكنة عملياً، والتأثير على وضع أنظمة واضحة ويمكن تطبيقها لتخزين ثاني أكسيد الكربون، والتوسع في الأطر التنظيمية الفعالة القائمة، والتأثير على وضع عملية فعالة لمشاورة الجمهور وسياسة عامة فعالة من أجل زيادة تطوير إمدادات وهياكل أساسية كبرى واقتصادية لثاني أكسيد الكربون وآلية لتحديد استحقاقات مالية عن تخزين ثاني أكسيد الكربون.

٢٨- وفيما يتعلق بالعمل في المستقبل، فمن الضروري الحد من التكاليف الرأسمالية لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وزيادة فعاليتها (مثال ذلك استهداف تكلفة تتراوح بين ٢٠ و٣٠ دولاراً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون) وبناء الثقة في عملية التخزين من خلال التصدي لموضوع الدوام، ومن خلال تقاسم الخبرات وطرق وأدوات تستحدثها صناعة النفط والغاز للاستخراج المحسن للنفط. كما أكد بعض المشاركين على الحاجة إلى وضع برامج إيضاحية على نطاق واسع ووضع أطر تنظيمية وأطر تتعلق بالسياسة العامة، بما في ذلك حوافز لجعل هذا الخيار جذاباً (مثل الأهلية لآليات كآلية التنمية النظيفة ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات للاتحاد الأوروبي).

٢٩- وتناولت المناقشات العامة التالية قضايا من قبيل العقبات الناجمة عن التكاليف الإضافية المرتبطة بهذه التكنولوجيا، وأوجه عدم اليقين بشأن الحدود القصوى في الأطراف المدرجة في المرفق الأول من الاتفاقية (الأطراف في المرفق الأول) وبشأن عدم وجود حدود قصوى في الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول من الاتفاقية. وأعرب عن آراء متعددة بشأن التكاليف الإضافية: أن تنعكس التكاليف في المنتجات النهائية[١٣]؛ وأن تكاليف تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه هي منخفضة بالمقارنة مع غيرها من التكنولوجيات التي يمكن أن تعالج تغير المناخ، وهي تكنولوجيا متاحة اليوم؛ أن الاستخراج المحسن للنفط يمكن أن يكون مربحاً، بما في ذلك في بلدان نامية عديدة تكون الفرص متاحة فيها أمام الاستخراج المحسن للنفط. ولوحظ أن تكلفة الطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المتجنب المذكورة في المشاريع الإيضاحية التي تم عرضها في حلقة العمل، منخفضة

---

(١٣) مثل ما هو في صناعة الفولاذ حيث تدرج تكاليف الخصم في تكاليف المنتجات النهائية أو توليد الطاقة الكهربائية حيث تدرج تكاليف الحد من انبعاثات أكاسيد الكبريت في أسعارها.

نسبياً وأن هذه المشاريع يمكن أن تستفيد من الحوافز التي تقدمها آلية التنمية النظيفة (في عين صلاح) ومشروع ويبيرن (Weyburn).

٣٠- وفيما يتعلق بالرصد الطويل الأجل، ومعايير اختيار الموقع ومعدلات التسرب المسقطة في المستقبل، أوضح أعضاء الفريق أن من المتوقع أن يكون معدل التسرب المقدر في مشروع سليبنير (Sleipner) صفراً لبضعة آلاف من السنوات. ومع ذلك، ونظراً لاحتمال حدوث عطل في النظم التي يشغلها الإنسان وبما أن الخصائص الجيولوجية غير أكيدة، فإن الأمر يتطلب وضع خطة ما للطوارئ. ودعا المشاركون إلى وضع معايير لإصدار شهادات للموقع ولوحظ أن قطاع الصناعة يعمل على إعداد مثل هذه المعايير. وقد جرى في حالة مشروع ويبيرن (Weyburn) اختيار الموقع لأسباب منها خصائصه الجيدة فيما يتعلق بتدخل الإنسان في المستودع وكذلك لأنه تم فهم الخصائص الجيولوجية للمنطقة فهماً جيداً. ولم يُتوقع أن يشكل التسرب مشكلة لأن نتائج المشروع أوضحت أن المستودع جيد للتخزين. ولم يتم حتى يومنا هذا تسجيل أي تسرب على الرغم من عدم وجود ضرورة لمواصلة الرصد، فإنه لا يزال مستمراً لطمأنة الجمهور.

٣١- وطلب عدة مشاركين المقارنة بين تكاليف الرصد والتكاليف الكلية لاحتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون. وفي حالة مشروع سليبنير (Sleipner) بلغت تكلفة الطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المتجنب ١٧ دولاراً (وذلك لا يتضمن الاحتجاز الذي يجري في جميع الأحوال لبيع الغاز)[١٤] وبلغت تكاليف الرصد ٠,١ دولار للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المتجنب. وأشارت دراسة أجريت مؤخراً إلى أن هذه التكاليف ستصل بالنسبة لعملية تتم على نطاق واسع إلى ٠,٥ من الدولارات للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المتجنب وذلك حتى بالنسبة للرصد لسنوات عديدة بعد التوقف عن الحقن.

٢- منظور المنظمات غير الحكومية

٣٢- قدم السيد هارون كيشغي، من منظمة غير حكومية للتجارة والصناعة (رابطة صناعة النفط الدولية للحفاظ على البيئة) موجزاً عن منظور الصناعة لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وذكر أن من بين أهم ميزات تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون هي التوزيع العالمي لمواقع التخزين الجيولوجي التي جعلت من الممكن تطبيق تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على المستوى العالمي، وقدرتها على معالجة مصادر كبرى لثاني أكسيد الكربون - وذلك بالدرجة الأولى في قطاع توليد الطاقة - ولأنها ستسمح للفحم بأن يواصل مساهمته في توفير الطاقة في عالم مقيد بسبب غازات الاحتباس الحراري. ولكي تفي تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وعودها بالكامل فإنه ينبغي استخدامها بشكل يتجاوز الاستخراج المحسن للنفط في قطاع توليد الطاقة، وسيتطلب انتشارها على نطاق واسع في الأسواق اعتماد سياسة للتصدي للتكاليف الإضافية لجعلها قابلة للبقاء من الناحية الاقتصادية ووضع إطار إقليمي وقانوني مناسب. وقيام الأوساط الأكاديمية والحكومات والصناعة - ولا سيما صناعة النفط - باتخاذ مجموعة من المبادرات المتنوعة يسهم في تحسين أداء

---

(١٤) ينبغي ملاحظة أن هذه التكاليف أكبر بثلاث مرات للمشاريع التي تنفذ في عرض البحر منها للمشاريع التي تنفذ على اليابسة.

وآفاق تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من خلال تراكم الخبرات التجارية في حقن الغاز؛ ومن خلال مبادرات لإجراء البحوث لإيجاد تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بتكلفة أقل وتحسين فهم المخاطر؛ ومن خلال تقييم منافع تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه إلى جانب غيرها من خيارات التكنولوجيا التي تقدم معلومات قيمة لصانعي القرارات وأساساً لقبول الجمهور.

٣٣- وقدمت السيدة غابرييلا فون غورن، من منظمة غرين بيس، منظوراً بيئياً لمنظمة غير حكومية بشأن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وتحدثت عن رؤيا لعالم منخفض الكربون يتمكن فيه الجميع من الحصول على الماء العذب والغذاء والطاقة، مدفوع بطاقة جديدة ومتجددة وبفعالية الطاقة التي تحد من الطلب؛ وتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه تتعلق بمواصلة حرق الفحم، وأنها بدلاً من تجنب إنتاج انبعاثات ضارة، فإنها تدفنها. وأشارت إلى المخاوف البيئية بشأن تخزين ثاني أكسيد الكربون مثل المسؤولية وقضايا التنظيم والمساءلة، والرصد، ومخاطر التسرب[١٥] والمشاركة في التنمية المستدامة. وفيما يتعلق بهذا الموضوع الأخير، فإن محطات القوى الحاوية على مرفق لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون تحتاج إلى قدر أكبر من الفحم وهي تنتج كميات أكبر من ثاني أكسيد الكربون بالمقارنة مع المحطات التقليدية، وهذا يؤدي إلى زيادة تدهور الأرض في مواقع التعدين. وستدفع الأجيال المقبلة ثمن ذلك لأنها ستجد نفسها مجبرة على استخدام الوقود الأحفوري دون أن يكون أمامها أي خيار آخر غير خزن ملايين الأطنان من ثاني أكسيد الكربون تحت سطح الأرض. ولذلك، فإن التغييرات الهيكلية الطويلة الأجل مطلوبة للحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري وزيادة استخدام الطاقة المتجددة. وفضلاً عن ذلك، فقد أشار التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ إلى أن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لن تلعب دوراً مهماً حتى النصف الثاني من القرن وبالتالي فإنها لن تساعد في التصدي للحاجة العاجلة اليوم المتمثلة في الحد من الانبعاثات.

٣٤- وسلطت المناقشات والعروض في هذه الدورة الضوء على خبرة قطاع الصناعة في التوصل إلى تخزين جيولوجي آمن لثاني أكسيد الكربون من خلال اختيار الموقع ونظم إدارة المخاطر التي استفادت من المعلومات عن خصائص الموقع والرصد التشغيلي، والفهم العلمي والخبرات الهندسية. وتحدث المشاركون عن الدور المهم للسياسات في التصدي للتكاليف الإضافية وجعل التكنولوجيا قادرة على المنافسة، بما في ذلك الحوافز على المستويين الوطني والدولي، والحاجة إلى أن يبذل قطاع الصناعة الجهود لدراسة نموذج تجاري لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، والحاجة إلى اختبار تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على مستوى تجاري لتوليد الطاقة.

٣- تجديد ونشر وتوزيع ونقل تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

٣٥- قالت السيدة ترود سندست من النرويج إن الهدف من منتدى ريادة عملية احتباس الكربون هو ضمان أن تصبح تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه أداة قابلة للدوام لكي تستقر مستويات غازات الاحتباس

---

(١٥) لم يثبت حتى الآن أن تخزين ثاني أكسيد الكربون في مستودعات جيولوجية هو عملية آمنة لفترة طويلة من الزمن.

الحراري في الغلاف الجوي في الأجل الطويل. والطريقة المتبعة في المنتدى هي تنسيق أعمال البحوث والتنمية مع شـــركاء دوليين وقطاع الصناعة الخاص؛ حيث إن تطبيقات تكنولوجيا ثاني أكسيد الكربون وتخزينه تعتمد على طائفة واسعة من العوامل التقنية والجيولوجية والاقتصادية والمؤسسية، وإنه لا يمكن إيجاد تكنولوجيا عالمية قوية إلا من خلال الوفاء بمثل هذه الطائفة المتنوعة من الاحتياجات وإشراك البلدان التي لديها منظور مختلف عن الموضوع. وقد جمعت المبادرة بين المهندسين والعلماء والسياسيين، الذين عملوا في فرق عمل لوضع السياسات وفرق عمل تقنية. وقالت إن هذا التعاون ولّد منافع كبيرة تتضمن إيجاد حلول للمشاكل بصورة أسرع والحد من التكاليف التي يتكبدها كل شريك وحفز الإبداع والتعلم المتبادل والاستفادة من الإمكانات المتكاملة لإيجاد حلول للمشاكل.

٣٦- وقال السيد كسيدو لو من الصين إن خبرات الصين فيما يتعلق بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه تقتصر على بضعة تجارب لمشاريع الاستخراج المحسن للنفط والبحث في تكنولوجيات احتجاز الكربون بعد الاحتراق وقبل الاحتراق التي تتم في معاهد أكاديمية. وأوضحت تقديرات أولية أن في الصين إمكانية لتخزين ثاني أكسيد الكربون في ٤٦ مستودعاً للنفط والغاز (٧,٢ بليون طن من ثاني أكسيد الكربون) وفي ٦٨ منجماً للفحم الحجري الذي لا يمكن استخراجه (١٢ بليون طن من ثاني أكسيد الكربون). وفيما يتعلق بأنشطة التعاون، فإن الصين والمملكة المتحدة وقعتا على مذكرة تفاهم بشأن التعاون لبناء محطة قوى تولد انبعاثات تقترب من الصفر من خلال استخدام تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وشملت المذكرة التوسع في المعارف والخبرات في مجال تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وتقييم إمكانيات هذه التكنولوجيا، وتحديد الفرص أمام الصين لتوضيح ونشر هذه التكنولوجيا، واستعراض التكاليف والوفورات المترتبة على استخدام الصين لتكنولوجيا احـــتجاز ثـــاني أكسيد الكربون وتخزينه وخيارات لتمويل عمليات البحث والتنمية. وقد وقعت الصين والاتحاد الأوروبي على مذكرة تفاهم أخرى بشأن توليد الطاقة بانبعاثات تقترب من الصفر من خلال استخدام تكنولوجيا احـــتجاز ثـــاني أكسيد الكربون وتخزينه، تضمنت استطلاع الخيارات المتاحة أمام الصين فيما يتعلق بتكنولوجيا الفحـــم المولدة لانبعاثات صفرية من خلال استخدام تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وتحديد وتصـــميم مشروع إيضاحي وإنشـــاء وتشغيل مشروع إيضاحي. وتضمنت أنشطـــة التعاون الأخرى مشروعي Geo-Capacity[١٦] وCOACH[١٧]. وأكد السيد لو على أن تطوير هذه التكنولوجيا يتطلب وضع سياسة على المستويين الداخلي والدولي وتقديم الدعم المالي وأن هناك حاجة لبناء القدرات المحلية إذا ما أُريد المشاركة بفعالية في تطوير هذه التكنولوجيا.

٣٧- وأشار السيد جون غال من برنامج البحث والتنمية بشأن غازات الاحتباس الحراري التابع للوكالة الدولية للطاقة، إلى تحديين يطرحهما الاستخدام الواسع الانتشار لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وهما: تطوير طريقة لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون بعد الاحتراق لتوليد الطاقة (مشاريع نموذجيـــة لانبعاث ثاني أكسيد الكـــربون بكميات تتراوح بين ٣ و٥ ملايين طن في السنة) وتوسيع الهيكل الأساسي لخطوط الأنابيب ليصل إلى

---

(١٦) مشروع للاتحاد الأوروبي تقوم بتنسيقه هيئة المسح الجيولوجي للدانمرك وغرينلاند. وهناك في المجموع ٢٦ شريكاً لكن جامعة تسينغهوا هي الشريك الصيني الوحيد.

(١٧) العمـــل المتضـــافر في إطار مشروع مشترك بين الصين والاتحاد الأوروبي يتعلق بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه: الجهة المنسقة: معهد البترول الفرنسي، مجموع المشاركين ٢١ مشاركاً بمن فيهم شركاء من الصين.

حجم مماثل لحجم أنابيب الغاز الطبيعي. ولا يثير أياً من هذين التحديين عائقاً تقنياً مهماً. وقال السيد غال فيما يتعلق بالاحتواء إنه لا يوجد دليل قاطع يقدمه أي مشروع من المشاريع المنفذة على نطاق واسع [١٨] على حدوث ارتشاح[١٩] لكن الرصد لم يتم إلا لفترات قصيرة (تتراوح بين ٣ أعوام و٢٥ عاماً) وهناك حاجة لإثبات عدم حدوث ارتشاح لمئات من السنين (فترة سيطرة الوقود الأحفوري). وتشير دراسات تقييم الأداء التي يمكن استخدامها للتحقق بصورة أكبر من هذا الموضوع، إلى حدوث ارتشاح لا يُذكر[٢٠]. ومع ذلك لا توجد هناك قاعدة تقنية يمكن الاستناد إليها لاقتباس معدل الارتشاح في التخزين الجيولوجي أو مناقشة الارتشاح النوعي من مواقع التخزين. ويمكن تصميم مواقع التخزين بحيث يكون الارتشاح صفراً وينبغي أن يكون النهج المتبع نهجاً يكفل تحقيق ذلك[٢١] وأن يُحسب الارتشاح في حال حدوثه. ويمكن أن يؤدي ارتفاع أسعار النفط والغاز إلى حفز الاستثمار في تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وأن تنخفض تكاليف تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بنسبة تتراوح بين ٢٠ و٣٠ في المائة مع تكرار تطبيقها. كما أشار السيد غال إلى وجود مصادر لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في البلدان النامية وإلى أن الإسقاطات تفيد بأن أعدادها سترتفع. ولذلك، فإن الأمر يتطلب نقل التكنولوجيا وتنفيذها في البلدان النامية واتخاذ تدابير لإزالة الحواجز أمام نقل التكنولوجيا ونشرها. وقال السيد غال إنه ينبغي أن تُدرج تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في آلية التنمية النظيفة أيضاً لحفز قبولها في الأسواق.

٣٨- وأشير في المناقشات العامة التي تلت إلى أن مصادر الطاقة المتجددة وتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه يكمل أحدهما الآخر، لأن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه ستتيح الفرص لمصادر الطاقة الأكثر انقطاعاً، مثل الطاقة المتجددة، للدخول في الأسواق ولأن الاتحاد الأوروبي يقدم الأموال للقيام ببحوث عن تخزين الطاقة المتجددة التي تعالج مسألة انقطاع الطاقة.

جيم - بناء القدرات لتطوير تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وغيرها من المسائل ذات الصلة

١- بناء القدرات من خلال التعليم والتوعية

٣٩- قدم السيد بيل رينن من كندا أنشطة عن تطوير ونشر نماذج للتدريب في مجال تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه ودورات للتوعية وبناء القدرات، مستمدة من العمل الذي قام به فريق دلفي ولا سيما في

---

(١٨) مشاريع Sleipner وWeyburn وRangeley.

(١٩) تستخدم آلية التنمية النظيفة مصطلح "التسرب" ليدل على شيء يختلف عما هو وارد هنا ولذلك يُقترح استخدام مصطلح "الارتشاح".

(٢٠) تقترح عمليات محاكاة مشروع ويبورن مرور ٠٠٠ ٥ سنة قبل أن يحدث نظرياً الارتشاح السطحي. ويقترح نموذج مشروع ويبرن أن جميع كميات ثاني أكسيد الكربون سوف تذوب بعد مرور ٠٠٠ ٣ سنة.

(٢١) مثال ذلك عملية تنظيم تتضمن: عملية فعالة لتحديد خصائص الموقع (الجيولوجيا والهيدرولوجيا والتصدّعات والآبار) وتقييم الأخطار وبرنامج للرصد (ما قبل الاحتقان وما بعده، والتخطيط للإصلاح).

إطار مشروع وضعه الفريق العامل المعني بالطاقة التابع للمجلس المعني بالبيئة في آسيا والمحيط الهادئ. وقد جرى تصميم المشروع المؤلف من ثلاث مراحل لمساعدة الدول الأعضاء غير الصناعية على القيام بنجاح بتحديد وتقييم وتطوير مشاريع أولية لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه جيولوجياً في بلدانها. وقدمت المرحلة الأولى قائمة جرد وتقييماً للمواقع الجيولوجية الممكنة لتخزين ثاني أكسيد الكربون بما في ذلك استعراضاً لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ونوع خيار التخزين المتاح ونظام الإعلام الجغرافي[٢٢]. وركزت المرحلة الثانية على تعزيز قدرات اقتصادات الدول الأعضاء في المجلس المعني بالبيئة في آسيا والمحيط الهادئ من خلال استخدام مواد التعليم وحلقات العمل[٢٣] والتوعية وبناء القدرات بشأن إمكانية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه جيولوجياً والمشاركة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وتتناول المرحلة الثالثة تعزيز بناء القدرات وتعزيز المواد التدريبية الموجودة وتحديد الفرص التي يمكن أن يقدمها احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه جيولوجياً للاقتصادات في المنطقة وزيادة القدرة على تقييم الخيارات وتنفيذ مبادرات ناجحة لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٤٠- وسلط السيد آرثر لي من رابطة صناعة النفط الدولية للحفاظ على البيئة (شيفرون)، الضوء على خبرات قطاع الصناعة في بناء القدرات لإيضاح واستخدام تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه ونقل معارف هذه التكنولوجيا إلى صانعي القرارات. ولاحظ أن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه قد أحرزت تقدماً بفضل مجموعة متنوعة من المبادرات وهي بصدد جمع الخبرات التجارية، وأنه تم تخفيض التكاليف وتحديد وإدارة المخاطر بصورة أفضل، وأشار إلى أن مواصلة الاستثمار في عمليات البحث والتنمية في الأجل الطويل ستكون مهمة للغاية في تحسين قدرة تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في توفير الطاقة لأغراض التنمية وإدارة مخاطر الكربون في الوقت نفسه. وحدد القضايا الواردة أدناه كأولوية بالنسبة لعمل قطاع الصناعة في مجال تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه:

(أ) القضايا القانونية والتنظيمية: إمكانية إدراج ثاني أكسيد الكربون بوصفه من النفايات في الأنظمة التي كانت قائمة قبل معالجة هذا الموضوع، وتحمل المسؤولية في الأجل الطويل والرصد؛

(ب) استراتيجيات قطاع الصناعة: تحديد العلاقة بمصادر ثاني أكسيد الكربون في صناعة الطاقة، ووضع نموذج صناعي ممكن، ودور رابطة صناعة النفط الدولية للحفاظ على البيئة (مثال ذلك استخدام نظام المقارنة القائم على أفضل الممارسات، وتيسير التفاعل مع الحكومة) والأثر على العمليات الجارية؛

---

(٢٢) يتضمن بيانات عن مناطق المشروع، والحواجز السياسية/القطاعية، وبيانات انبعاثات المصادر النقطية بحسب العُقَد، والمقاطعات الجيولوجية الرئيسية، والأحواض البترولية الرئيسية (المنتجة وغير المنتجة)، والأحواض الترسبية التي يكون تخزين ثاني أكسيد الكربون فيها عالياً أو منخفضاً أو "غير محتمل"، وتوزيع الفحم ونوع الفحم في شرق وجنوب شرق آسيا.

(٢٣) مجموعة تدريب المجلس المعني بالبيئة في آسيا والمحيط الهادئ متوفرة على الموقع <http://www.delphi.ca/apec/>.

(ج) وضع الحوافز: أهمية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في آلية التنمية النظيفة ونظام المستحقات، وحوافز البحث والتطوير؛

(د) نقل المعارف المتعلقة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه إلى صانعي السياسات المتعلقة بتغير المناخ: التعريف بأهداف الصناعة، وتقييم كيفية ملاءمة احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لحافظة قطاع التجارة ودور ثاني أكسيد الكربون في الاستخراج المحسَّن للنفط والفرص المبكرة؛

(هـ) قبول الجمهور لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وتوعيته بشأنها.

٤١- وأشار السيد لي بالتحديد إلى المعضلة التي قد يواجهها قطاع الصناعة والحكومات: فالصناعة بانتظار وضع لوائح قبل تنفيذ أنشطة تتعلق باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في حين أن الحكومات بانتظار أن يكسب قطاع الصناعة الخبرة وتطبيق أفضل الممارسات قبل إصدار اللوائح. واقترح أن يكون الاستعداد لتسويق تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وانتشارها على نطاق واسع السبيل نحو التقدم إلى الأمام وأشار إلى ضرورة إيجاد مناخ مؤات لتسويقها. وينبغي وضع هياكل أساسية لثاني أكسيد الكربون تتضمن شبكات نقل ثاني أكسيد الكربون متكاملة محلية. ودور الشركات والحكومات في بناء وتشغيل هذه الشبكات يستدعي وضع السياسات.

٢ - قضايا الجرد والقضايا التنظيمية والقانونية

٤٢- أعرب السيد سيمون أغلستون من الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ عن رأيه في أن المبادئ التوجيهية للفريق المتعلقة بقوائم الجرد الوطنية لغازات الاحتباس الحراري (المبادئ التوجيهية لعام ٢٠٠٦) قدمت منهجية كاملة لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه تتمشى مع باقي المبادئ التوجيهية لعام ٢٠٠٦. وقدمت المبادئ التوجيهية لعام ٢٠٠٦ التوجيه فيما يتعلق باحتجاز ونقل ثاني أكسيد الكربون لتخزينه جيولوجيا[٢٤]. وفي حين أنه ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات المرتبطة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون في إطار القطاع المذكور في المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ الذي يتم فيه الاحتجاز، فإن الانبعاثات الناجمة عن نقل وحقن وتخزين ثاني أكسيد الكربون تكون مشمولة بفئة المصدر ١ جيم. وقد استخدم أسلوب "الطبقة ٣" للاحتجاز، لأنه يستند إلى قياس يمكن إجراؤه إما بقياس الانبعاثات المتبقية المطلقة في الجو أو بتقدير الانبعاثات بالاستناد إلى المحتويات من كربون الوقود وطرح الكمية المقاسة المحتجزة. وفيما يتعلق بنقل ثاني أكسيد الكربون، سلَّط السيد أغلستون الضوء على الأنابيب، وطرق الشحن، والسكك الحديدية والطرق البرية. وقال إن المبادئ التوجيهية المتعلقة بالأنابيب تقدِّم عوامل افتراضية للانبعاثات تخص "الطبقة ١" وأسلوب أكثر تفصيلاً لاشتقاق عوامل الانبعاثات من العوامل الخاصة بالميثان الهارب من الأنابيب والمعدات المرتبطة بها. وفيما يتعلق بالحقن، تدرج جميع المعدات الموجودة عند رأس البئر وتتضمن القياسات التي تجري عند رأس البئر للسائل المحقون معدل التدفق، ودرجة الحرارة والضغط. أما فيما يتعلق بالتقديرات، والتحقق والإبلاغ عن الانبعاثات من مواقع تخزين

(٢٤) لم تقدم طرق لتقدير الانبعاثات بالنسبة لأي نوع آخر من خيارات التخزين مثل التخزين في المحيطات أو تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى كربونات غير عضوية خامدة.

ثـــاني أكســـيد الكـــربون، فإن المبادئ التوجيهية لم تقدم عوامل انبعاثات وإنما اعتمدت على تحديد خصائص الموقـــع[٢٥]، وتقييم المخاطر والتسرب، والرصد والإبلاغ. وتضمنت تقارير الإبلاغ الوطنية ثاني أكسيد الكربون الـــناتج مـــن الاحتجاز في البلد؛ وثاني أكسيد الكربون المتسرب من جميع وسائط النقل والحقن في البلد؛ وثاني أكســـيد الكربون المتسرب من جميع مواقع التخزين في البلد؛ وواردات وصادرات ثاني أكسيد الكربون المحتجز. وينـــبغي عـــدم خصم كميات ثاني أكسيد الكربون المخصص للاستخدام فيما بعد وللتخزين القصير الأجل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وينبغي الإبلاغ عن التسرب من التخزين والأنابيب في البلد الذي يحدث فيه وفي حال مواقع التخزين العابرة للحدود ينبغي الإبلاغ عن التسرب في البلد الذي يقوم بإدارة التخزين[٢٦].

٤٣- وتحـــدث السيد جورغن ليفيفر من الاتحاد الأوروبي عن البحوث الجارية في الاتحاد في مجال احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه والمبادرات الأخيرة التي اتخذها قطاع الصناعة في الاتحاد وجهوده نحو وضع إطار سياسي ممكن للاتحاد في مجال احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون. وبشأن البحوث الجارية في الاتحاد الأوروبي قال السيد ليفيفر إن برنامجي الاتحاد الإطاريين الخامس والسادس للبحوث يتضمنان حافظة من المشاريع بشأن احتجاز ثاني أكســـيد الكربون وتخزينه بكلفة تتجاوز ١٧٠ مليون يورو؛ ويجري أيضاً تمويل البحوث المتعلقة بمصادر أخرى للطاقة والمبالغ المقدمة لإجراء البحوث بشأن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه هي جزء متوازن من المجموع. وسلط السيد ليفيفر الضوء على المبادرات التي شرعت فيها مؤخراً قطاعات الصناعة في الاتحاد فيما يتعلق باحتجاز ثـــاني أكســـيد الكربون وتخزينه، بما في ذلك بناء محطة قوى حرارية رائدة تعمل بالفحم ومركبات الأكسجين ومـــزودة بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون، ومحطة قوى تعمل بالهيدروجين كوقود، ومحطة قوى تعمل بالغاز الطبيعي ومزودة بتكنولوجيا لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون ونقله للحقن بعيداً عن الساحل واستخدامه في الاستخراج المحسن للنفط ومحطة قوى تستخدم الدورة المختلطة للتخويز المتكامل ومزودة بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. ويعمل الاتحاد بنشاط لربط عمله الداخلي مع المبادرات الدولية؛ وتتضمن الأمثلة على ذلـــك المشـــاركة في منتدى ريادة عملية احتباس الكربون ومبادرة الاتحاد الأوروبي والصين والتعاون مع منظمة الـــبلدان المصدرة للنفط. وفيما يتعلق بإطار السياسة الممكنة، فقد جرى تكوين فريق عامل معني باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في إطار البرنامج الأوروبي لتغير المناخ لاستطلاع خيار الاحتجاز الجيولوجي لثاني أكسيد الكربون وتخزينه كخيار للتخفيف. وتضمن ذلك مراجعة إمكانات وتكلفة ومخاطر احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزيـــنه، وتحديد الاحتياجات التنظيمية والحواجز، واستطلاع العناصر اللازمة لوضع إطار تنظيمي ممكِن لتطوير تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وتحديد حواجز أخرى قد تعترض سبيل وضع سياسات مناسبة لدفـــع عجلة تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وقد يتضمن التقرير الأخير للفريق العامل، الذي ينـــبغي أن ينظر فيه الاتحاد في بلاغه في عام ٢٠٠٧، اقتراح لوضع تشريع على نطاق الاتحاد يتعلق باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وقد تتضمن هذه السياسة للاتحاد الأوروبي وإطارهـــا التنظيمي تقييماً للمخاطر والآثار البيئية، والترخيص بأنشطـــة احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينـــه، والمسؤوليـــة عـــن تكنولوجيا احتجـــاز

---

(٢٥) جرى تقييم جيولوجيا التخزين وتحديد الهيدرولوجيا الإقليمية وطرق التسرب.

(٢٦) من حيث المبدأ: الكميات المحتجزة + الواردات = الكميات المحقونة + الصادرات + الكميات المتسرَبة.

ثـــاني أكسيد الكربون وتخزينه والحوافز المتعلقة بها في الأجلين القصير والطويل بما في ذلك دورها في إطار الاتحاد الأوروبي ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات.

٤٤- وقدمت السيد إليزابيث هاتان من المملكة المتحدة عرضاً عن آخر التطورات المتعلقة بالمعاهدات البحرية الدولـــية ذات الصـــلة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وقالت السيدة هاتان إن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكســـيد الكربون وتخزينه تثير قضايا بيئية أوسع نطاقاً ولا سيما فيما يتعلق بآثارها المحتملة على البيئة البحرية. وفيما يتعلق باتفاقية منع التلوث البحري الناجم عن إلقاء النفايات والمواد الأخرى (اتفاقية لندن) وبروتوكولها، قالت إنه جرى التسليم في الاجتماع الاستشاري الـ ٢٧(٢٠٠٥) بأن لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه دوراً كجـــزء من سلسلة من التدابير الرامية لمعالجة تغير المناخ وتحمض المحيطات. وأشارت إلى أنه لن يُسمح بحقن ثاني أكسيد الكربون إذا ما جرت الموافقة على أن اتفاقية لندن تغطي المناطق الواقعة تحت قاع البحار. وعلى الرغم من أن الأطـــراف تســـلم بأنهـــا تختلف في تفسير الاتفاقية وبروتوكولها، فإنها قررت أن من الضروري توضيح هذه التفســـيرات بغية تيسير وتنظيم تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وأن أفرقة عمل قانونية وتقنية تعمل ما بين الدورات قد شُكلت بالفعل. وقد اجتمعت المجموعة القانونية واتفقت على وجود حاجة إلى إدراج تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في البروتوكول وإلى تنظيم هذه التكنولوجيا وتيسيرها أيضاً، كما اقترحت إجراء تعديل لإضافة ثاني أكسيد الكربون في مرفق البروتوكول بحيث يُسمح بدفنه رهناً بشروط محددة مـــنها أن يجـــري التخلص منه في التكوينات الجيولوجية الواقعة تحت قاع البحر، وأن يتكوَّن مجرى ثاني أكسيد الكـــربون في غالبيـــته الســـاحقة من ثاني أكسيد الكربون، وألاّ تتولد نفايات إضافية، لكي ينظر فيه الاجتماع الاستشـــاري المقبل. وقالت السيدة هاتان إنه تم البدء بعملية لتعديل اتفاقية لندن وبروتوكولها، إلى جانب وضع مبادئ توجيهية تتعلق بتشغيل مشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وإذا ما جرى اعتماد هذه التعديلات والمـــبادئ التوجيهية فإن ذلك سيؤدي إلى نشوء إطار بحري دولي متين لن يمثل عائقاً أمام مشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٣- فهم المخاطر المرتبطة باحتجاز ونقل وتخزين ثاني أكسيد الكربون

٤٥- قـــدم السيد ولفغانغ هايدوغ من رابطة صناعة النفط الدولية للحفاظ على البيئة (شل)، استعراضاً رفيع المستوى لتكنولوجيا التخزين والقضايا المرتبطة بها. وسلط الضوء على نوعين من مخاطر التخزين الجيولوجي[٢٧]: المخاطر العالمية (عودة ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي) والمخاطر المحلية (ارتفاع تركيزات الطور الغازي في البيئة القريبة من السطح؛ آثار ذوبان ثاني أكسيد الكربون على كيمياء المياه الجوفية؛ الآثار الناجمة عن إزاحة السوائل بسبب حقن ثاني أكسيد الكربون). ولاحظ السيد هايدوغ أن أداء التخزين الجيولوجي يعتمد على الجمع بـــين الاحـــتجاز المادي والجيوكيميائي وأشار إلى أربع آليات للاحتجاز[٢٨] وقدم سبلاً متنوعة يمكن من خلالها

(٢٧) تتناسب المخاطر مع حجم الأخطار الممكنة واحتمال وقوع هذه الأخطار.

(٢٨) الاحتجاز الهيكلي والاحتجاز في الطبقات المتراصفة؛ احتجاز ثاني أكسيد الكربون المتبقي (يسدّ بسبب القوى الشعرية)؛ الاحتجاز بالذوبان (في الماء ويصبح أثقل وزناً) والاحتجاز المعدني. وبمرور الوقت، يزداد احتجاز ثاني أكسيد الكربون المتبقي والاحتجاز بالذوبان والاحتجاز المعدني.

تسرب ثاني أكسيد الكربون، بما في ذلك هروب ثاني أكسيد الكربون من خلال فجوة في الغطاء الصخري إلى طبقات حاوية على الماء تقع في مستويات أعلى وهروب ثاني أكسيد الكربون من خلال آبار مهجورة رُدمت بصورة سيئة (تآكل الإسمنت). ولتخفيف كميات تسرب ثاني أكسيد الكربون، تُستخدم إدارة المخاطر لمعالجة القضايا المتعلقة باختيار الموقع، وتقييم المخاطر والرصد والتحقق والتخطيط للإصلاح. وفيما يتعلق بالنطاق الزمني، فإن إدارة المخاطر تراعي مرحلة ما قبل الحقن (تحديد خصائص الموقع، تقييم المخاطر في الأجل الطويل؛ الرصد؛ التدابير العلاجية)؛ والتشغيل (التنبؤ في الأجل القصير؛ ورصد الموقع للتحقق من التنبؤ)؛ وهجر الموقع (استيفاء التقييم في الأجل الطويل؛ اتخاذ قرار بشأن الفترة الزمنية لرصد موقع محدد)؛ وما بعد هجر الموقع (استيفاء التقييم وتحويل مسؤولية رصد موقع بعينه عند الضرورة). وهناك طائفة متنوعة من تكنولوجيات الرصد وينبغي اختيار تقنيات محددة من أجل التصدي لسيناريوهات التسرب الموضوعة. وينبغي أن يتم الرصد بشكل يتمشى مع الشروط والمخاطر المحددة في مواقع التخزين؛ وتتضمن التقنيات أجهزة استشعار لقياس ثاني أكسيد الكربون في الهواء، وأخذ العينات الجيوكيميائية بواسطة حفر في الأرض، وسجلات الآبار والتقنيات الجيوفيزيائية (الزلزالية والكهرومغناطيسية والجاذبية).

٤٦- وتناولت السيدة برستون قضايا تتعلق برصد التخزين الجيولوجي في مشروع ويبيرن. وأشارت إلى أهم عناصر عملية إدارة المخاطر، بما في ذلك تقييم المخاطر والعمليات الفرعية لتقييم المخاطر. وتتمثل أهداف أنشطة إدارة المخاطر في مشروع ويبيرن في ما يلي: تطبيق تقنيات تقييم المخاطر للتنبؤ بمصير ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل ضمن نظام التخزين؛ تعيين المخاطر المرتبطة بالتخزين الجيولوجي؛ تقييم قدرة المستودعات النفطية على تخزين ثاني أكسيد الكربون بصورة آمنة؛ اشتقاق كمية ثاني أكسيد الكربون المخزونة في مستودع مشروع ويبيرن كدالة للوقت؛ استطلاع نتائج أي حالة من حالات التسرب؛ تقديم نتائج التقييم المتعلقة بالدرجة الأولى بتدفق ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الأرضي كدالة للوقت. وأكدت أنه سيتم في المرحلة النهائية لتقييم المخاطر في مشروع ويبيرن اعتماد نهج متزن قابل للتمحيص. وقد تتضمن هذه المرحلة إجراء تقييم لاستعراض الأقران للسيناريوهات الأساسية والبديلة، واستيفاء وتحسين نموذج الغلاف الأرضي، وإجراء تقييم للمخاطر شبه كمي لمشروعي ويبيرن وميدال، باستخدام الخبراء وأصحاب المصلحة لتقديم الآراء بشأن احتمال ونتائج الآثار المتنوعة التي يسببها التسرب في مشروع ويبيرن، وإجراء تقييم للمخاطر في الموقع بأكمله في مشروعي ويبيرن وميدال.

٤٧- وتم أثناء المناقشات وتقديم العروض التركيز على أن المخاطر المرتبطة باحتجاز ونقل ثاني أكسيد الكربون هي مخاطر مفهومة بدرجة معقولة. وفيما يتعلق بالاحتجاز، فإن هذه المخاطر تشبه المخاطر المتعلقة بالصحة والسلامة والبيئة في العمليات الصناعية، في حين أن المخاطر المتعلقة بالنقل تماثل المخاطر ذات الصلة بالأنابيب التي تنقل الهيدروكربون أو بمخاطر أقل منها. وتم تحديد عدة عناصر يكون الموقع بفضلها جيداً للتخزين: أولاً، العوامل المتعلقة بخصائص الطبقات الأرضية - ينبغي أن يكون للموقع غطاء صخري قليل النفاذية وعريض السُمك ومتصل الجوانب وخال من التصدعات، وأن يكون تكويناً للتخزين عالي النفاذية وعريض السمك وأن يكون واسع المساحة. وثانياً، العوامل الجيوميكانيكية - ينبغي أن يكون الموقع مستقراً من حيث التكوين الصخري وتكون ظروف الضغط على التصدعات والشقوق مناسبة. وثالثاً، العوامل الجيوكيميائية - يجب أن يحتوي الموقع على معادن تقاوم الزيادة في الحموضة وتشجع على الاحتجاز كطور جامد غير متنقل. وأخيراً، العوامل البشرية - إذا كان بالموقع آبار مهجورة فينبغي معرفة موقعها وحالتها. وفيما يتعلق بتقييم المخاطر في الأجل الطويل، قال

أعضاء الفريق إن أحد أهم طرق تقييم المخاطر يستند إلى تجميع السمات والأحداث والعمليات في الموقع بطريقة منهجية (طريقة السمات والأحداث والعمليات). وتتعلق "السمات" بأي خاصية من خصائص نظام مكونات الحُفر، والنقش الحجري والمجتمعات القريبة. وتشمل "الأحداث" حوادث معينة مثل حدوث تشقق في الأنابيب وحدوث هزات أرضية في المناطق المجاورة أو ارتطام النيازك. أما "العمليات" فهي الظواهر الطبيعية مثل تحات أغلفة الأنابيب وذوبان مواد التغليف أو تصعد المياه الجوفية. وعند تقييم المخاطر، أعقب تحديد السمات والأحداث والعمليات تصنيف وترتيب وفرز وتفاعل وتجميع واختيار، ووضع سيناريوهات لاحتمال التسرب. وجرى بالنسبة لكل سيناريو للتسرب وضع تدابير علاجية.

رابعاً – المناقشات العامة

٤٨- أشير إلى أن المملكة المتحدة تملك ستة مشاريع لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون واختزانه، بسعة تقترب من ٤٠٠٠ ميغاواط، وهو ما يعتبر بمثابة فعل يعكس حسن النية ترقباً لوضع تدابير تنظيمية متينة لا من جانب حكومة المملكة المتحدة فحسب بل من جانب الاتحاد الأوروبي أيضاً. وفيما يتعلق بالمسؤولية الطويلة الأجل عن التخزين، فإن تحويل المسؤولية إلى الحكومة سيجعل من الصعب قبول تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، ويتمثل أحد الخيارات في إنشاء هيئة تعمل على أساس تجاري. وبإمكان هذا المشغل أن يقيم الحوافز من خلال آلية البيئة النظيفة أو المشروع المشترك بين الاتحاد الأوروبي ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات ويكون مسؤولاً لفترة الزمنية ما. ومع ذلك، فإنه ينبغي في نهاية الأمر إعادة المسؤولية إلى الميدان العام وذلك بالدرجة الأولى لأن المؤسسات التجارية المعنية قد لا تدوم بما يكفي لضمان سلامة المستودعات. وبما أن المشغل سيحقق ربحاً فينبغي أن تكون هناك عملية منظمة لتحويل المسؤولية من القطاع الخاص إلى القطاع العام (ينبغي أن يُبين مثلاً حدوث الاحتجاز، وأن ثاني أكسيد الكربون في الطبقة التحتية يتصرف على النحو الذي تنبأت به النماذج، وأنه جرى تقييم المخاطر وأن من غير المتوقع حدوث تسرب في القرون المقبلة).

٤٩- وتبادل المشاركون الآراء بشأن كيفية الاستفادة من العمل الذي قام به الاتحاد الأوروبي لوضع أطره الوطنية. ونوقشت مواضيع متعددة تتعلق بالأطر التنظيمية والسياسية، بما في ذلك مخاوف قطاع الصناعة من أن هذه الأطر قد تعرقل تطور تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه؛ وكيف يمكن التنسيق بين التشريعات الوطنية والدولية القائمة بشأن تخزين الغاز الطبيعي، وقوانين التعدين، والقواعد القائمة لتقييم الآثار المترتبة على الترخيص والبيئة مع أطر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون؛ وكيف يمكن تحديد العقبات التي تعترض سبيل مشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه؛ والحاجة إلى إيجاد حوافز إضافية لمشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٥٠- ورداً على سؤال لمعرفة ما إذا كانت تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه ستكون في المرحلة الثانية من مراحل المشروع المشترك بين الاتحاد الأوروبي ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات، قال أحد أعضاء الفريق إنه إذا احتاج الأمر لتشريعات جديدة لتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه فسوف تحال إلى العملية التنظيمية للاتحاد الأوروبي لتقييم آثارها، وهو أمر قد يستغرق مدة تصل إلى سنتين. وسأل المشاركون إلى أي مدى يعالج مشروع التعاون الاقتصادي بين أستراليا وآسيا والمحيط الهادئ القضايا المعقدة مثل قوائم الجرد الوطنية، وتقييم المخاطر وإدارتها وآلية التنمية النظيفة وغيرها من الحوافز. وكان الرد أن العمل الذي تم هو بداية

سريعة لتوسيع نطاق قاعدة المعلومات في البلدان النامية، والمساعدة في بث التوعية بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في صفوف الشخصيات المهمة في الاقتصادات الناشئة. ومع ذلك، فالأمر يتطلب القيام بمزيد من العمل لتحسين وزيادة تطوير هذه المادة التدريبية.

٥١- وقال أحد المشاركين من الاتحاد الأوروبي، بعد أن أكدّ على النوعية الرفيعة للتقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ عن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، والمبادئ التوجيهية التي وضعها الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (٢٠٠٦)، إن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه هي خيار للتخفيف من بين مجموعة من الخيارات التي يمكن أن تُسهم في بلوغ أهداف الاتفاقية ما دامت المشاريع تُعدّ وتُدار بطريقة آمنة ومعقولة. وينبغي حساب الانبعاثات، بما في ذلك أي تسرب مادي يحدث من جراء تشغيل تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، بصورة صحيحة طبقاً لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ وبروتوكول كيوتو؛ ولا يؤيد الاتحاد الأوروبي تكنولوجيا لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في المحيطات لأن العروض والتقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ أشارت إلى أن هذا التخزين ليس دائماً ولأن هناك آثاراً غير يقينة على النظام الإيكولوجي البحري.

٥٢- وفيما يتعلق بتكاملية خيارات التخفيف المختلفة والعلاقة بين الاستثمار في تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وتكنولوجيات التخفيف الأخرى، أعرب المشاركون عن شعورهم بأنه ينبغي بالتأكيد عدم الحد من الاستثمار في تكنولوجيات أخرى للتخزين، لا سيما في مجالي الفعالية والطاقة المتجددة، بسبب الاستثمار في تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه؛ فتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه جاءت بثمن معين بالنسبة لثاني أكسيد الكربون ومن المهم إيجاد الحوافز لكي تدخل هذه التكنولوجيا إلى الأسواق. ولاحظ عدة مشاركين أن الفصول التي تناولها الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في مبادئه التوجيهية لعام ٢٠٠٦ بشأن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه المقدمة في حلقة العمل كان الغرض منها يتعلق بقوائم الجرد الوطنية وأن بالإمكان تطبيق التوجيهات المتعلقة بمواقع بعينها على مستويات مواقع بعينها. كما لاحظوا أن المبادئ التوجيهية تناولت عملية الإبلاغ لكنها لم تتناول القضايا المتعلقة بالمحاسبة، ولا سيما عند النقل العابر للحدود لثاني أكسيد الكربون بالارتباط مع تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٥٣- ولاحظ المشاركون الدور المهم لاختيار الموقع والتخطيط الجيد للمشاريع وإدارتها وكذلك أهمية معايير اختيار المواقع وإدارتها وأثاروا مسألة النظر في الحاجة إلى العمل على الصعيد الدولي بشأن هذه المعايير والتوجيهات. وفضلاً عن ذلك، فمن المهم أن يكون بالإمكان التنبؤ بمعدل التسرب الممكن إذا ما أُريد من الجمهور أن يتقبل تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٥٤- وأشير إلى أنه وفقاً للمادة ٦ من بروتوكول لندن، فمن غير الممكن تصدير نفايات أو مواد أخرى إلى بلدان أخرى لدفنها أو حرقها في البحر وأنه لن تجري في هذه المرحلة مناقشة آثار هذه الأحكام على تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، لأن ذلك يتطلب تعديل البروتوكول نفسه. وناقش المشاركون مواضيع تتعلق بالإبلاغ عن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في البلاغات الوطنية وذكروا نموذج البلاغ الذي قدمه النرويج. وقال أحد المشاركين أن كندا لا تزال بصدد وضع استراتيجية للإبلاغ تتعلق بمشروع Weyburn. وأكد أحد أعضاء الفريق من الاتحاد الأوروبي على أن التشريع الوطني له الأولوية (نُظم الترخيص،

وتقييم الآثار البيئية، وتوعية الجمهور، والوصول إلى المعلومات، والحوافز، ومدى أهليته في إطار المشروع المشترك بين الاتحاد الأوروبي ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات)، وهذا يعني تقييم ما إذا كانت هناك أية عقبات في تشريع الاتحاد الأوروبي يمكن أن تعرقل مشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وأوصى مشارِك آخر بأن تقوم الوكالة الدولية للطاقة بإعداد قوائم بأسماء خبراء يمكن الاستعانة بهم لمساعدة البلدان في معالجة قضايا تتعلق باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في قوائم جردها الوطنية، وأن تقوم أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ باستيفاء قائمتها بأسماء الخبراء لكي تضم أولئك الخبراء.

٥٥- وشكر مشاركون عديدون أعضاء الفريق على عروضهم، ولاحظوا المشاركة المتنوعة في حلقة العمل، والخبرات المتاحة في قاعة الاجتماع وقيمة الحوار وقالوا إن حلقة العمل قدمت إلى الأطراف فرصة كبيرة للتعلم وتبادل الآراء بشأن قضايا تتعلق باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٥٦- وأشار السيد كومارسنغ في معرض تلخيصه للاجتماع إلى العروض الجيدة التي تضمنت خبرات البلدان، والاحتياجات للقدرات في مجال احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وقوائم الجرد والأنظمة وإدارة ورصد المخاطر. ولاحظ أن البلدان النامية لديها خبرات محدودة في مجال احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وأكد على الحاجة إلى نشر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وما يرتبط بذلك من حاجة إلى وضع أُطر تنظيمية مناسبة. وعلى الرغم من أن قطاع الصناعة يعمل على وضع ممارسات ومعايير حميدة لاختيار مستودعات التخزين الجيولوجي، فهناك حاجة إلى العمل مع الحكومات لوضع معايير ومدوّنات واقعية. وقال إن الأمر يتطلب مزيداً من العمل لضمان أن يتم بصورة آمنة نشر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه الذي سيكون على الأرجح كبيراً ومتزايداً. وفي هذا الصدد أكد على أن الفترة المقبلة المتراوحة ما بين ٥ و١٠ سنوات تشكل نافذة حرجة للبحوث والتجارب الميدانية قبل أن يبدأ اعتماد تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على نطاق تجاري واسع. وقال السيد كومارشينغ أن الاجتماع تناول بإيجاز شواغل عديدة بشأن الصلة بين احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وآلية التنمية النظيفة وأن هذه الشواغل سيجري تناولها في حلقة عمل عن احتجاز الكربون وتخزينه كمشروع من مشاريع التنمية النظيفة، من المزمع عقدها في ٢٢ أيار/مايو؛ وشكر أعضاء الفريق والمشاركين على مشاركتهم النشطة.

خامساً - القضايا التي تتطلب مزيداً من الدراسة

٥٧- من بين العروض المقدمة والمناقشات التي جرت لدى انعقاد حلقة العمل أثناء الدورة، ترد أدناه عدة قضايا طُرحت وتتطلب مزيداً من الدراسة، وهي لا ترد وفقاً للأولوية:

(أ) الشروع في تنفيذ مشاريع رائدة إيضاحية إضافية على نطاق، بما في ذلك لقطاع توليد الطاقة (مثل تغويز الفحم بالاقتران بتكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه) مع مواقع للتخزين في مختلف الأطر الجيولوجية للحد من التكاليف، واكتساب الخبرات على الصعيد الإقليمي، واكتساب الثقة فيما يتعلق بأمان التخزين الجيولوجي. ووضع كتيبات لأفضل الممارسات كتوجيه عملي وتقني لتصميم وتنفيذ تخزين ثاني أكسيد الكربون المرتبط بالاستخراج المحسن للنفط؛

(ب) البحث والتطوير للحد من التكاليف، لا سيما التكاليف المرتبطة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وزيادة الاحتجاز والفعالية الكلية (مثلاً أن يتراوح الهدف بين ٢٠ و٣٠ دولاراً لكل طن من ثاني أكسيد الكربون)؛

(ج) بناء الثقة في التخزين من خلال معالجة مسألة الدوام، وذلك من خلال تبادل الخبرات، والطرق والأدوات التي يطورها قطاع النفط والغاز للاستخراج المحسن للنفط ومن خلال وضع المعايير والمبادئ التوجيهية لاختيار الموقع وإدارة الموقع (قطاع الصناعة والحكومة)؛

(د) وضع أُطر تنظيمية تعالج مسألة اختيار الموقع، وتقييم المخاطر والرصد الطويل الأجل. وضع لوائح لتخزين ثاني أكسيد الكربون تقوم على الأُطر التنظيمية الفعالة القائمة التي من شأنها أن تعزز النُهُج المتسقة والسليمة بيئياً بشأن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، في جميع أنحاء العالم؛

(هـ) تشجيع وضع سياسة عامة فعالة لغرز تطوير الإمدادات بثاني أكسيد الكربون والهياكل الأساسية على نطاق واسع واقتصادي وكذلك آليات لتحديد مستحقات مالية عن أرصدة تخزين ثاني أكسيد الكربون؛

(و) تحديد وتشجيع حوافز لجعل هذا الخيار جذاباً (من خلال أُطر السياسة العامة، وأهلية الأسواق لآليات مثل آلية التنمية النظيفة ومشروع الاتحاد الأوروبي ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات) وإزالة الحواجز أمام نقل ونشر التكنولوجيا.