

چالش‌های زیست‌محیطی ناشی از جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن زیر بستر دریا

آرامش شهبازی*

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱)

چکیده

با گرم‌شدن کره زمین و طرح مباحث و دغدغه‌های جدی در زمینه‌ی افزایش گازهای گلخانه‌ای - که به‌طور مستقیم با حیات جانوران و گیاهان در ارتباط است - و نقش گازهای آلاینده مانند دی‌اکسید کربن، بشر کوشیده تا از فناوری‌های جدید به‌جهت مقابله با این پدیده بهره‌جوید. یکی از این فناوری‌ها، جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن در زیر بستر دریاست. با وجود این، مقررات حقوقی حاکم بر تمامی جنبه‌های این فعالیت در حال‌های از ابهام است. اگرچه مقررات کنوانسیون ۱۹۸۲ دریاها و کنوانسیون ۱۹۷۵ لندن و پروتکل منضم به آن (۲۰۰۶) و حتی برخی دستورالعمل‌های صادره در چارچوب اتحادیه‌ی اروپا که حاوی مقرراتی در این خصوص است، قابل توجه است، اما هنوز برخی چالش‌های موجود، از جمله تبعات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد این فناوری نیازمند بررسی و تأمل جدی در رویه بین‌المللی و اسناد حقوقی ذی‌ربط است. در این مجال به‌اختصار به ظرفیت‌های حقوقی موجود و برخی چالش‌های مطرح در زمینه‌ی این فناوری می‌پردازیم.

واژگان کلیدی: فناوری جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن، کنوانسیون مونته‌گوبای ۱۹۸۲، کنوانسیون لندن ۱۹۷۵، گازهای گلخانه‌ای، آلودگی محیط زیست، انرژی پاک.

۱. مقدمه

دی‌اکسید کربن در نقش یک سپر حرارتی برای زمین عمل کرده، مانع از سرد شدن زمین می‌شود و سال‌هاست از منافع غنی‌سازی این گاز در گلخانه‌ها برای افزایش رشد و تکثیر گونه‌های مختلف گیاهی استفاده می‌شود. در اصل دی‌اکسید کربن نقشی اساسی در تنفس گیاهان، جانوران و انجام فرآیند فتوسنتز^۱ ایفا می‌کند، از این حیث برای بقای گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی ضروری محسوب می‌شود، با این حال، افزایش بیش از حد این گاز نیز، زمینه‌ساز افزایش غیرمتعادل دمای کره‌ی زمین می‌شود.

فعالیت‌های انسانی در دو قرن گذشته به‌طور جدی باعث تغییراتی اساسی در چرخه جهانی کربن، به‌ویژه در جو شده است. به این ترتیب، هر چند سطح دی‌اکسید کربن به‌طور طبیعی در طول چند هزار سال گذشته تغییر کرده، اما فعالیت‌های رو به فزونی بشر معاصر و تولید دی‌اکسید کربن در اتمسفر، بسیار بیش از نوسانات طبیعی بوده است. (Falkowski et al, 2000: 291) این تغییرات، به نحو چشمگیری باعث تغییر الگوهای آب‌وهوایی شده و به‌طور غیرمستقیم، یخ‌های قطبی، بیابان‌ها و اقیانوس‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. (Crawley, 2000: 271)^۲

دی‌اکسید کربن یکی از مهم‌ترین اجزای سازنده‌ی گازهای گلخانه‌ای است^۳ که در حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو مستقیماً یا غیرمستقیم به این گاز برمی‌گردد. به غیر از کنوانسیون چارچوب ملل متحد در خصوص تغییرات آب‌وهوایی^۴، پروتکل کیوتو، موافقت‌نامه‌ی کینهاگ و به‌ویژه توافقات حاصل در اجلاس کانکون^۵، که هشدار

۱. فتوسنتز فرآیندی زیست‌شیمی است که در آن انرژی خورشیدی توسط گیاهان و برخی از باکتری‌ها به انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد غذایی آنها تبدیل می‌شود. کمابیش همه‌ی ارگانیسم‌های روی زمین به آن وابسته‌اند. در عمل فتوسنتز، اندام‌هایی مانند برگ که دارای سبزینه هستند، دی‌اکسید کربن، آب و نور را جذب کرده و به کلروپلاست می‌رسانند. طی واکنش‌هایی که درون کلروپلاست انجام می‌گیرد، این مواد به اکسیژن و کربوهیدرات‌ها تبدیل می‌شوند. تمامی اکسیژن کنونی موجود بر روی زمین، فرآورده فتوسنتز است.

۲. سطح کنونی دی‌اکسید کربن در جو، از اندازه‌گیری‌های ۴۲۰۰۰۰ سال پیش فراتر رفته‌است و این سطوح به سرعت در حال افزایش هستند.

۳. گازهای گلخانه‌ای، در اصل بسیار شبیه به سقف گلخانه برای کره‌ی زمین عمل کرده و حرارت را در اتمسفر کره‌ی زمین نگه می‌دارند. این فرآیند در دو مرحله رخ می‌دهد. نخست، گازهای گلخانه‌ای به اشعه مرئی و فرابنفش نور خورشید اجازه می‌دهند تا آزادانه از اتمسفر سیاره‌ی زمین عبور کرده و به سطح زمین برسند. هنگامی که نور خورشید به سطح زمین برخورد کرد و به عنوان انرژی فروسرخ یا گرما به سمت اتمسفر بازتابش می‌شود، گازهای گلخانه‌ای این حرارت را جذب کرده و با ایجاد مانع برای عبور این انرژی، کره‌ی زمین را گرم می‌کنند.

4. http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php (last visited 5/4/2015).

۵. شانزدهمین جلسه کنفرانس طرف‌های کنوانسیون چارچوب ملل متحد در زمینه تغییرات آب‌وهوایی^۶ یا به اختصار شانزدهمین نشست «کاپ ۱۶ (COP 16)» (۲۰۱۰) با حضور نمایندگان ۱۹۳ کشور جهان در شهر کانکون مکزیک برگزار شد و هدف اصلی آن رسیدن به توافق‌هایی برای مبارزه با گرمایش زمین بود. شرکت‌کنندگان، در این نشست برای ایجاد

جدی در خصوص مخاطرات تولید بیش از اندازه‌ی گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر است، هیئت بین‌المللی تغییرات آب‌وهوایی^۱ و شورای مشورتی آلمان برای تغییرات آب‌وهوایی^۲ بارها ضمن تأکید بر لزوم تثبیت و تلاش برای افزایش نیافتن دمای کره‌ی زمین، آن را تنها راه‌حل مقابله با اسیدی‌شدن اقیانوس‌ها و از بین رفتن گونه‌های جانوری و گیاهی قلمداد کرده‌اند.

محور اصلی مباحث مرتبط با مقابله با گرم‌شدن کره‌ی زمین، ارائه‌ی راهکارهایی در راستای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن، در نتیجه گسترش فعالیت‌های انسانی یا صنعتی یا توسل به انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک^۳ است. با این حال، باید توجه داشت که هر دو راهکار با محدودیت‌هایی جدی روبه‌روست. از یک سو، به واسطه رشد و گسترش صنعت و حرکت رو به رشد کارخانه‌ها، میزان افزایش گاز دی‌اکسید کربن امری طبیعی بوده و ایجاد تضییقاتی در این زمینه نیازمند استفاده از فناوری‌های مدرن و هزینه‌بر به خصوص برای دولت‌های کمتر توسعه یافته است؛ و از طرف دیگر، دسترسی به انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به راحتی میسر نیست که دسترسی به این فناوری‌ها نیز به خصوص برای دولت‌های در حال توسعه با دشواری‌های خاص خود همراه است.^۴

در این میان، فناوری جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن (CCS)^۵ همراه با فناوری ترسیب کربن^۶ از جمله پیشرفت‌های چشمگیری است که به منظور پر کردن خلأ موجود

صندوقی ۱۰۰ میلیارد دلاری به نام «صندوق اقلیم سبز» به منظور کمک به کشورهای در حال توسعه در مبارزه با گرمایش زمین به توافق رسیدند. اداره این صندوق سبز بر عهده شورای مشگل از ۲۴ کشور واگذار شد. بر اساس موافقتنامه‌های حاصله مقرر شد که ۳۷ کشور ثروتمند صنعتی، تا سال ۲۰۲۰ انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را به میزان ۲۵ تا ۴۰ درصد نسبت به سال ۱۹۹۰ کاهش دهند و برای این تصمیم الزام حقوقی قائل شوند. رک:

http://unfccc.int/key_steps/cancun_agreements/items/6132.php (Last visited 3/4/2015)

1. International Panel on Climate Change (IPCC).

2. Germany advisory Council on Global Change (WBGU).

۳. انرژی پاک (Clean Energy) یا انرژی تجدیدپذیر (Renewable Energy) به انواعی از انرژی می‌گویند که بر خلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر قابلیت بازگشت مجدد را به طبیعت دارند و به ویژه با توجه به این که منابع انرژی تجدیدناپذیر رو به اتمام هستند این منابع در سال‌های اخیر به شدت، مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سال ۲۰۰۶ حدود ۱۸/۵ درصد از انرژی مصرفی جهانی از راه انرژی‌های تجدیدپذیر به دست آمد. سهم زیست‌توده به طور سنتی حدود ۱۳ درصد، که بیشتر جهت حرارت‌دهی و ۳ درصد انرژی آبی بود. ۲/۴ درصد باقی‌مانده شامل نیروگاه‌های آبی کوچک، زیست‌توده مدرن، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین‌گرمایی و سوخت‌های زیستی است که به سرعت نیز در حال گسترش هستند.

4. See the United Nations Renewables 2014 Global Status Report, available at http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014_full%20report_low%20res.pdf (last visited at 2/3/2015).

5. Carbon Capture & Storage (CCS).

۶. ترسیب کربن (Carbon Sequestration) یعنی رسوب دادن و تخلیه کربن موجود در اتمسفر، شیوه قابل توجهی به نظر می‌رسد. به جذب دی‌اکسید کربن اضافی جو توسط اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان، جلبک‌ها و غیره به منظور کاهش اثرات سوء پدیده گرمایش زمین، ترسیب کربن گفته می‌شود. ترسیب کربن ناشی از تعادلی است که بین مراحل مختلف چرخه کربن از جمله فتوسنتز، رشد گیاه، تراکم و انباشت کربن در خاک‌ها و انتشار کربن ناشی از تنفس اندام‌های

در زمینه توسعه سازوکارهای فناورانه پیشرفته برای بهره‌برداری بهینه از سوخت فسیلی و جایگزینی کامل انرژی‌های پاک می‌تواند به‌عنوان راهکاری میانه‌افزای نقش کرده، زمینه کنترل حداقلی بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن در اتمسفر را فراهم سازد. این فناوری‌های کمابیش مدرن، به‌منظور جمع‌آوری و انباشت منابع موجود دی‌اکسید کربن زیر سطح زمین یا زیر بستر دریا طراحی شده‌اند و هم‌زمان که زمینه‌ای را برای در اختیار گرفتن دی‌اکسید کربن، به‌ویژه به‌منظور گرم کردن کره‌ی زمین فراهم می‌سازند، با برقراری تعادلی میان گرمایش زمین و پیشگیری از بروز مخاطرات زیست‌محیطی متعاقب آن، می‌توانند مطلوبیت موردنظر را مهیا نماید.

در سال ۲۰۱۱، بانک جهانی گزارشی منتشر کرد که در آن به معضلات جدی کاربردی جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن و موانع موجود در این زمینه اشاره داشت. در این گزارش، هزینه‌ی قابل‌ملاحظه‌ی تهیه‌ی تجهیزات راه‌اندازی و به‌کارگیری، به‌عنوان عمده‌ترین چالش در استفاده از این فناوری در راستای حفاظت از محیط زیست سالم، بیان شده است.^۱ بااین حال، باید توجه داشت به‌جز این هزینه، پیش‌شرط‌های مهم دیگری هم در این‌باره دخیل است که می‌توان از میان آن‌ها به وضعیت جغرافیایی دولت‌ها و میزان مشارکت‌پذیری آن‌ها در پیشگیری و محافظت از محیط زیست اشاره کرد. به‌هرحال، باید توجه داشت که CCS یک فناوری تاندازه‌ای مدرن است و تقریباً هیچ چارچوب حقوقی مستقل و قابل‌توجهی برای تنظیم مقررات حاکم بر پروژه‌های ذی‌ربط یا اعمال در موارد بالقوه خطرناک در سطح بین‌المللی برای آن طراحی نشده است. بااین حال، به‌ویژه از آنجا که این فناوری در ده‌ساله‌ی اخیر بیشتر

زنده، نابودی درختان، تجزیه میکروبی لاشبرگ، اکسیداسیون کربن خاک و تخریب زمین صورت می‌گیرد. ذخیره‌سازی کربن در خاک، زیست‌توده، زیرزمین و یا اکوسیستم‌های اقیانوسی، به طوری که انتشار آن را به شکل دی‌اکسید کربن در اتمسفر کاهش دهد یا به تأخیر اندازد. بدین ترتیب، با کاهش میزان گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن در اتمسفر، می‌توان کمکی به کاهش تغییرات اقلیمی نمود. البته باید توجه داشت که پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر هزینه‌های سنگینی را در بر دارد. لذا به‌منظور کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر باید جذب و در فرم‌های متعدد ترسیب گردد. پژوهشگران در تحقیقات خود به این نتیجه رسیده‌اند که درختان و گیاهانی که در تالاب‌ها می‌رویند می‌توانند نقش مؤثری در کاستن از کربن موجود در جو زمین و تعدیل دمای محیط ایفا کنند. پرداختن به این مبحث در مجال این بحث نیست. برای مطالعه بیشتر، رک:

<http://www.epa.gov/aml/revital/cseqfact.pdf> (last visited at 3/5/2015) and
http://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/ccsreview_4thed_final.pdf
 (8/2/2015).

۱. البته در همین گزارش اشاره شده است که امنیت اقتصادی و ثبات بازار سرمایه‌گذاری به‌ویژه در دولت‌های در حال توسعه باعث می‌شود تا سرمایه‌گذاران خارجی در پروژه‌های این‌چنینی مشارکت کرده و زمینه‌ای را فراهم سازند تا دولت‌های در حال توسعه نیز بتوانند از عواید جمع‌آوری و ذخیره دی‌اکسید کربن در محافظت از محیط زیست بهره‌جویند. رک:

http://siteresources.worldbank.org/INTCARBONFINANCE/Resources/StateAndTrend_LowRes.pdf (2015/7/4).

توجه شده است، می‌تواند در آینده با سازوکار کمابیش مطمئنی برای کاهش میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در اتمسفر لحاظ شود. از همین رو، لازم است تا علاوه بر اختصاص هزینه‌های لازم برای کاربرد این فناوری، رژیم حقوقی حاکم بر آن نیز تعیین و یا طراحی شود. با همین مقدمه، بخش نخست این مقاله به آشنایی با این فناوری و معضلات و موانع کاربردی آن اختصاص دارد، و در بخش دوم به تأمل در قواعد و مقررات حقوقی موجود پرداخته شده است و ظرفیت‌های موجود در تسری حقوق و تعهدات بین‌المللی بر استفاده از این فناوری مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. فناوری جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن

جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن، به دو منظور عمده صورت می‌گیرد. نخست، به منظور کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ و دوم، جهت تزریق آن برای استخراج نفت و گاز.

جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن، در دو موقعیت فیزیکی مستقل از هم صورت می‌گیرد: در زیر سطح زمین؛ و در زیر بستر دریا.

سازوکار این فناوری عمدتاً در چند مرحله صورت می‌گیرد که عبارت‌اند از:

۱. جمع‌آوری دی‌اکسید کربن؛^۱

۲. انتقال دی‌اکسید کربن به مقصد؛^۲

۳. انباشت دی‌اکسید کربن.^۳

هماهنگی و توالی هر سه مرحله، در نهایت به تحقق چرخه‌ی جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن منتهی می‌شود و این امر می‌تواند هدف این فناوری در کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را تأمین نماید.

عوامل مصنوعی تولید گاز دی‌اکسید کربن به دو دسته متحرک و ثابت تقسیم می‌شوند. منابع متحرک عبارت‌اند از وسایل نقلیه‌ی زمینی و هوایی؛ و منابع ثابت که عمده‌ترین تولیدکنندگان دی‌اکسید کربن هستند نیز عبارت‌اند از نیروگاه‌های برق، کارخانه‌های تولید سیمان و فولاد، پالایشگاه‌ها و واحدهای تولید اتانول.

در مرحله نخست، گاز دی‌اکسید کربن از واحدهای صنعتی موردنظر که علی‌الاصول نقش مهمی در تولید گازهای گلخانه‌ای دارند، جمع‌آوری می‌شود. این امر به سه روش پس

1. Capturing of CO₂.
2. Carbon transportation.
3. Carbon Storage.

احتراق،^۱ پیش احتراق^۲ و احتراق اکسیژنی^۳ صورت می‌گیرد (امین زاده، ۱۳۸۸: ۷۰ و ۷۱). در مرحله دوم و پس از جمع‌آوری دی‌اکسید کربن از منابع موردنظر، این گاز به پایگاه‌هایی که به ذخیره دی‌اکسید کربن اختصاص دارند، منتقل می‌شود. انتقال دی‌اکسید کربن به زیر بستر دریا - که موضوع این مقاله منحصر به آن است - به دو شکل صورت می‌گیرد: نخست: انتقال از طریق تانکرهای دریایی؛ و دوم: از طریق خطوط لوله‌ی ارتباطی. (Williams and Jollows, 2011: 345-347)

البته هر یک از دو شیوه‌ی مذکور، مدافعان و مخالفانی دارد. برخی معتقداند انتقال دی‌اکسید کربن از طریق تانکرهای دریایی ترجیح دارد چرا که در این صورت، با هزینه نسبتاً کمتری میزان قابل توجهی از دی‌اکسید کربن، منتقل می‌شود و نیازی به احداث خطوط لوله‌ی انتقالی که عمدتاً بسیار هزینه‌بر و زمان‌بر است نیست.

باین حال، به‌ویژه در جایی که قرار است از این ذخیره‌ی دی‌اکسید کربن به‌منظور افزایش ضریب برداشت نفت استفاده شود، شیوه‌ی انتقال از طریق خطوط لوله ارجحیت پیدا می‌کند (ذوالفقاریان و دیگران، ۱۳۸۶: ۸۳-۹۲).^۴ به‌علاوه از آنجا که دی‌اکسید کربن نه قابل اشتعال است و نه قابل انفجار، مخاطرات توسعه‌ی خطوط انتقال گاز بسیار کم و در نتیجه، احداث خطوط لوله‌ی انتقال دائمی، شیوه‌ای به‌صرفه است. باین حال، این امر مشروط به آن است که زیربنای لازم برای انتقال گاز دی‌اکسید کربن، به نحوی چشمگیر و مطلوب توسعه یافته باشد و سایر پیش‌شرط‌های لازم برای به‌کارگیری این فناوری مهیا باشد که البته بعید به نظر می‌رسد حداقل برای بسیاری از کشورها، حتی کشورهای توسعه‌یافته، عملاً چنین توفیقی تا قبل از سال ۲۰۲۰ میلادی حاصل شود.^۵

1. Post-combustion.

در این روش که عمدتاً در نیروگاه‌ها متداول است، گاز دی‌اکسید کربن را پس از احتراق سوخت، از سایر گازهای تولیدی جدا می‌کنند.

2. Pre-combustion.

این روش به‌طور معمول در سوخت‌های گازی کاربرد دارد، بدین ترتیب که گاز مورد نظر، مثلاً متان، اکسید شده و هیدروژن به‌عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت نسبی این روش آن است که هیدروژن که یک سوخت پاک است، برای ایجاد انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و پس از احتراق فقط آب تولید می‌شود.

3. Oxy-fuel combustion.

در این روش، سوخت (غالباً زغال‌سنگ) به جای آنکه در مجاورت هوا بسوزد، با اکسیژن ترکیب شده و سوزانده می‌شود. گاز حاصله که مشتمل بر بخار آب و گاز دی‌اکسید کربن است، پس از خنک شدن، جریانی از گاز دی‌اکسید کربن خالص باقی می‌گذارد که به راحتی قابل جداسازی است. البته باید توجه داشت که در این شیوه هزینه قابل ملاحظه‌ای صرف تأمین اکسیژن مورد نیاز، خواهد شد.

۴. در روش افزایش ضریب برداشت نفت (Enhanced Oil Recovery (EOR)، تزریق گاز با فشار باعث می‌شود تا میزان بهره‌برداری از منابع نفتی افزایش یابد.

5. Recommendations by the German Advisory Council on the Environment, May 2012,

در نهایت، مرحله نهایی از چرخه CCS نیز مشتمل بر ذخیره و انباشت سالم و دائمی دی‌اکسید کربن در زیر بستر دریاست. در این مرحله که مهم‌ترین و تا حدی چالش‌برانگیزترین بخش از این فناوری است، گاز دی‌اکسید کربن، البته با چگالی متفاوتی نسبت به دی‌اکسید کربن موجود در اتمسفر و به صورت میعانی، در ساختارهای متخلخل^۱ زیر بستر دریا ذخیره می‌شود. به هر حال، از این حیث که امکان تراوش یا تداخل دی‌اکسید کربن به مناطق دریایی که در آن ذخیره و نگهداری می‌شود، وجود دارد؛ این امر همواره با چالش‌های جدی هم‌درزمینه‌ی حقوق بین‌الملل محیط زیست و هم در حقوق بین‌الملل دریاهای روبه‌روست.

یکی از بارزترین نمونه‌های انباشت دی‌اکسید کربن در زیر بستر دریا، پروژه اسلیپنر^۲ است که در منطقه‌ی اقتصادی انحصاری نروژ واقع شده است. با استفاده از حلال‌های آمینه‌ی خاص گاز دی‌اکسید کربن، هر سال از متصاعد شدن یک میلیون تن گاز دی‌اکسید کربن به اتمسفر، جلوگیری می‌شود. این پروژه در اصل به منظور تولید گاز طبیعی، با استفاده از میزانی چشمگیری از دی‌اکسید کربن طراحی شده بود که پس از ترسیب دی‌اکسید کربن، میزان مازاد در هوا آزاد می‌شد. با این حال، از آنجا که در دهه‌ی ۹۰ میلادی مالیات قابل توجهی برای انتشار دی‌اکسید کربن در اتمسفر در نظر گرفته شده بود، رفته‌رفته تلاش شد تا از این امر اجتناب شود. به این ترتیب از سال ۱۹۹۶ به بعد، ۱۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن جدا شده، به طور مستمر به سفره‌های نمکین و زیر منابع گازی تزریق می‌شد.^۳ نتیجه‌ی کاربرد این فناوری نه تنها ازدیاد برداشت گاز طبیعی، بلکه ذخیره‌ی قابل ملاحظه‌ی گاز دی‌اکسید کربن در حفره‌های مخصوص بود.

نروژ یکی از اولین کشورهایی است که به این فناوری متوسل شد و اکنون دارای تجربه‌ی استفاده از آن است. باید توجه داشت که چنین پروژه‌هایی، تنها زمانی مفید و کاربردی خواهند بود که دی‌اکسید کربن با رعایت ایمنی کامل ذخیره شود و این گاز هیدرنیجه‌ی نشسته یا فرسودگی سیستم‌های انتقال یا سوانح طبیعی به طور ناگهانی وارد مناطق مجاور نشود. با توجه به تجربه‌ی جهانی کمابیش اندک در این زمینه لازم است، نخست به مخاطرات استفاده از این فناوری اشاره نماییم.

available at
<http://ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/Position%20Papers%20received/SRU%20-%20German%20Advisory%20Council%20on%20the%20Environment.pdf> (last visited at 3/4/2015).

1. Pore Structures.
2. Sleipner.

این سکو و پروژه در حال فعالیت، در اصل متعلق به استات اوپل است.

3. <http://www.globalccsinstitute.com/project/sleipner%20CO2-injection> (last visited at 2/4/2015).

۳. مخاطرات جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن

از آنجا که مهم‌ترین هدف از کاربرد این فناوری در اصل، کاهش میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در اتمسفر است، مهم‌ترین مخاطره این فناوری نیز، دقیقاً در نقطه مقابل پیشگیری از تخریب محیط زیست، آسیب‌هایی است که در نتیجه استفاده نادرست از این فناوری به محیط زیست وارد می‌شود. به این ترتیب جدی‌ترین چالش این فناوری، تراوش گاز دی‌اکسید کربن در فضای اتمسفر است که ممکن است از طرق مختلف صورت پذیرد:

۱- ممکن است گاز دی‌اکسید کربن به آرامی و به تدریج از خلال مخازنی که به انباشت دی‌اکسید کربن اختصاص دارند، به بیرون تراوش کند. البته، چنین وضعیتی بیشتر در هنگامی صورت می‌پذیرد که شکست‌ها یا شکاف‌هایی در مخازن نگهدارنده وجود داشته باشد. انتشار تدریجی دی‌اکسید کربن از یک منفذ جزئی، رفته‌رفته می‌تواند اکوسیستم مجاور و ارگانیسم‌های زنده اطراف و حتی خود مناطق دریایی را از حیث چگالی درگیر کرده و حتی در نهایت به اسیدی شدن آب دریاها و اقیانوس‌ها منتهی شود. از آنجا که دانش موجود در خصوص تأثیر اسیدی شدن عمق دریاها بر تغییرات بوم‌شناسی یا اکولوژیکی ناشی از آن در مورد ارگانیسم‌ها و اندامواره‌های موجود در این منطقه هنوز در مرحله‌ی بررسی است و به نتیجه قطعی منجر نشده است، به سختی می‌توان با قطعیت آثار چنین تراوشی در آب اقیانوس را پیش‌بینی کرد. با این حال، در صورت نشت یا تراوش دی‌اکسید کربن در منطقه دریایی مجاور، عملاً تمامی تلاش‌هایی که برای پیشگیری در بروز خسارت زیست‌محیطی با توسل به فناوری CCS صورت گرفته عقیم و بی‌اثر خواهد ماند. (Hamann, 2013: 3)

۲- در فرض دیگری، ممکن است به‌طور ناگهانی حجم قابل توجهی از دی‌اکسید کربن به یک‌باره وارد اتمسفر شود و این در صورتی است که مخازن به یک‌باره صدمه یا آسیب جدی ببینند. در اصل تأثیر وضعیت اخیر هم مانند صورت قبل است هرچند، روشن است که آسیب وارده جدی‌تر خواهد بود. این وضعیت بیشتر می‌تواند ناشی از تغییرات زمین‌شناختی یا حرکت گسل، زلزله یا سونامی اتفاق بیفتد. در این فرض، به‌خصوص در جایی که تجهیزات لازم از کیفیت و کارایی مناسبی برخوردار نباشند، نتیجه، تحقق فاجعه‌ای زیست‌محیطی خواهد بود که این وضعیت نیز خود مغایر با اهداف از پیش تعیین شده جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن است. (Hamann, 2013: 4)

۳- فرض نهایی نیز زمانی است که آثار مواد افزودنی یا ناخالصی‌های موجود در ادوات و لوازم استفاده شده در مخازن ذخیره، با دی‌اکسید کربن ترکیب شود و با فعل و انفعالاتی خاص، ترکیبات جدیدی را به وجود آورند که ممکن است به مرور زمان و با استهلاک محیط زیست،

زمینه‌ساز انتشار چشمگیر دی‌اکسید کربن را در اتمسفر فراهم کند. البته باید توجه داشت که در صورت اخیر ممکن است ماهیت دی‌اکسید کربن در اثر فعل و انفعالات شیمیایی اساساً دگرگون ساخته، حتی ترکیب نهایی، به مراتب مخاطرات زیست‌محیطی جدی‌تری را به همراه داشته باشد. به این ترتیب، تنها در صورتی که برای مخاطرات بالقوه این فناوری تمهیدات اندیشیده شود، می‌توان آن را زمینه‌ساز کاهش ورود دی‌اکسید کربن به اتمسفر و جلوگیری از گرم‌شدن بیشتر کره‌ی زمین دانست. افزون بر اتمسفر، مسئله زمانی بُعد جدی‌تری پیدا می‌کند که در نظر داشته باشیم تراوش دی‌اکسید کربن بر محیط مجاور در زیر بستر دریا، زمینه‌ساز آسیب جدی به محیط‌زیست دریایی خواهد شد. (Hamann, 2013: 4-5)

به این منظور برای پیشگیری از مخاطرات ناشی از تراوش تدریجی یا هیپیک‌باره‌ی دی‌اکسید کربن لازم است در وهله اول، ضخامت و استواری مخازن انباشت و در ثانی، کیفیت و قابلیت طرق انتقال دی‌اکسید کربن به مخازن به‌دقت ارزیابی شود، ثالثاً از آنجا که به‌طور معمول نمی‌توان هیچ انباشت کاملاً مطمئن و ایمنی را فرض کرد، لازم است میزان انتشار واقعی جزئی دی‌اکسید کربن از طریق ابزارهای الکترونیکی و مکانیکی دقیقی ارزیابی شود تا بتوان مخاطرات جدی را از قبل پیش‌بینی و ضریب اطمینان فناوری CCS بالا برد. از طرف دیگر برای کاهش آثار منفی ترکیب مواد یا سایر ناخالصی‌ها در ذخایر موجود، لازم است بررسی‌های دقیقی در مورد ماهیت و انواع ترکیبات و ناخالصی‌ها صورت گیرد و در نهایت میزان تأثیر این ناخالصی‌ها به تفکیک بررسی و ارزیابی شود. در همین راستا، طرحی اروپایی موسوم به «ای-دی‌اکسید کربن»^۱ «از دریای شمال تا دریای مدیترانه» در صدد است تا با تجزیه و تحلیل تأثیر گازها در اعماق دریا، به واکاوی واکنش اکوسیستم دریایی نسبت به تغییر میزان چگالی و اسیدیته‌ی آب دریاها بپردازد.^۲

۴. رژیم حقوقی حاکم بر جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن

اکنون، لازم است با تأملی در اسناد و مقررات حقوق بین‌الملل لازم‌الاجرای فعلی، بررسی شود که آیا رژیم حقوقی موجود می‌تواند پاسخگوی نیازهای این حوزه باشد و به عبارت بهتر آیا حقوق بین‌الملل موجود می‌تواند یک چارچوب حقوقی معین برای پیشگیری از تخریب محیط زیست دریایی و کاهش مخاطرات بالقوه‌ی استفاده از فناوری CCS فراهم سازد یا خیر؟ بی‌تردید، از آنجا که در این مقاله صرفاً بر اعمال این فناوری در زیر بستر دریا می‌پردازیم، لازم

1. E-Co2.

2. <http://www.eco2-project.eu> (last visited at 3/5/2015).

است رژیم حقوقی حاکم را از منظر حقوق بین‌الملل دریاها از نظر بگذرانیم. به این ترتیب، به اختصار، به تأمل در مهم‌ترین اسناد حقوقی حاکم در این زمینه خواهیم پرداخت.

۱-۴. کنوانسیون ملل متحد در خصوص حقوق دریاها ۱۹۸۲

مهم‌ترین و فراگیرترین سندی که می‌توان در این زمینه بررسی کرد، کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاهاست که کاربردی کمابیش جهانی دارد و قلمرو شمول آن نزدیک ۷۱ درصد از سطح کره‌ی زمین است و بسیاری از مقررات بنیادین آن عملاً به عنوان مقررات حقوق بین‌الملل عرفی شناسایی شده و اعمال می‌شوند.^۱ با توجه به ساختار این کنوانسیون و گستردگی قلمروهای دریایی، در این مجال تنها به مندرجات کنوانسیون از حیث قابلیت تسری مندرجات این سند در خصوص کاربرد CCS در قلمرو دریای سرزمینی، منطقه‌ی اقتصادی انحصاری، فلات قاره و دریای آزاد، خواهیم پرداخت.

۲-۴. دریای سرزمینی و زیر بستر دریای سرزمینی

بر اساس ماده‌ی ۳ کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاها، دریای سرزمینی، به عنوان بخشی از قلمرو دولت ساحلی محسوب می‌شود. بنابراین، دولت ساحلی بر اساس بند ۱ ماده‌ی ۲ کنوانسیون ۱۹۸۲، دارای حق حاکمیت در این منطقه است و می‌تواند قوانین و مقررات ملی‌اش را به آب‌ها و منابع طبیعی موجود در این قلمرو گسترش دهد. از آنجا که حاکمیت دولت ساحلی بر اساس بند ۲ ماده‌ی ۲ این سند، همچنین به قلمرو زیر بستر نیز گسترش می‌یابد، کلیه‌ی منابع و ذخایر موجود در این قلمرو نیز تحت حاکمیت کامل دولت ساحلی هستند.

باین حال، اعمال کامل حق حاکمه نیز کاملاً بی‌قید و شرط نیست. بر اساس ماده‌ی ۱۹۲ کنوانسیون ۱۹۸۲، دولت‌ها موظف به رعایت تعهدات خویش برای حفاظت و مراقبت از محیط زیست دریایی هستند. ماده‌ی ۲۰۸ همین سند، به طور خاص دولت ساحلی را موظف می‌کند مقررات و قوانینی را به منظور پیشگیری، کاهش و کنترل آلودگی‌های محیط زیست دریایی ناشی از اقداماتی که مرتبط با فعالیت‌های آن‌ها در قلمرو صلاحیتشان است، وضع کرده به مرحله‌ی اجرا درآورند. بنابراین، دولت‌های ساحلی در تصویب و تنظیم قوانینی که به آن‌ها مجوز اجرای فعالیت‌های مرتبط با جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن را می‌دهد، از آزادی عمل برخوردارند ولی به دلیل وجود تعهد دولت‌ها به حفاظت از محیط زیست دریایی، مقررات ذی‌ربط باید با این تضمین شکل بگیرند که چنین اقداماتی موجبات آلاینده‌ی محیط زیست را

1. See http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf (last visited at 19/4/2015).

فراهم نمی‌آورد و تحت کنترل است.

۳-۴. منطقه‌ی اقتصادی انحصاری، فلات قاره و زیر بستر آن

منطقه‌ی اقتصادی انحصاری دولت‌های ساحلی بر اساس مواد ۵۵ تا ۵۷ کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاهای تا دو مایل دریایی از خط مبدأ دریای سرزمینی گسترش می‌یابد و جزئی از قلمرو سرزمینی دولت ساحلی محسوب نمی‌شود، بلکه صرفاً بر اساس ماده‌ی ۵۵ این کنوانسیون تابع رژیم خاصی بوده و تنها موضوع حقوق و صلاحیت‌های دولت ساحلی است.

بنابراین، دولت ساحلی تنها قادر است حقوق حاکمه‌ی خود را در انطباق با تعهدات حقوقی‌اش به اجرا درآورد. بر اساس ماده‌ی ۵۶ کنوانسیون ۱۹۸۲ این حقوق محدود به حوزه‌های خاصی مانند حقوق حاکمه بر منابع طبیعی و صلاحیت استقرار جزایر مصنوعی، تأسیسات و ساختارهایی در این منطقه است. از این جهت، با توجه به اینکه این منطقه تحت قلمرو حاکمه‌ی محدود - که عمدتاً اقتصادی است - و در قالب منطقه‌ی اقتصادی انحصاری قرار می‌گیرد، رژیم حقوقی خاصی^۱ نیز بر آن حاکم است. بر اساس ماده‌ی ۵۶ کنوانسیون، حقوق دولت ساحلی در این منطقه تا جایی که به استخراج، محافظت و مدیریت منابع طبیعی بازمی‌گردد، به قلمرو زیر بستر منطقه نیز گسترش می‌یابد.

بنابراین با توجه به اینکه بر اساس مقررات ذی‌ربط، زیر بستر این مناطق نیز بر اساس بند ۳ ماده‌ی ۵۶ کنوانسیون ۱۹۸۲ جزء منطقه‌ی اقتصادی انحصاری محسوب می‌شود، اعمال مقررات منطقه‌ی اقتصادی انحصاری در این منطقه الزامی است.

البته کنوانسیون ۱۹۸۲ متضمن مقرره‌ای در خصوص تجویز یا ممنوعیت انباشت دی‌اکسید کربن در زیر بستر منطقه‌ی اقتصادی انحصاری یا فلات قاره نیست. وفق بند ۱ ماده‌ی ۵۶، تنها اکتشاف و بهره‌برداری از منابع طبیعی موجود در این منطقه امکان‌پذیر است و هیچ تعریف مشخصی نیز از منابع طبیعی در این ماده نیامده است. به هر حال تا جایی که به فلات قاره مربوط است، بند ۴ ماده‌ی ۷۷ کنوانسیون، مقرر می‌دارد:

«... منابع طبیعی موجود در این منطقه مشتمل بر منابع معدنی و سایر منابع موجود بستر و زیر بستر دریا است.»

به هر حال، باید به این نکته توجه داشت که بند ۱ ماده‌ی ۵۶ این سند، موضوع تحولات جدید فناورانه است، زیرا به دولت‌های ساحلی حقوق حاکمه‌ای برای دیگر فعالیت‌های اقتصادی در زمینه‌ی استخراج و اکتشاف از منطقه‌ی اقتصادی انحصاری مانند تولید انرژی از

آب، جریان‌های آبی و باد اعطا شده است و البته این گونه به نظر می‌رسد که مصادیق این ماده جنبه‌ی حصری نداشته، بلکه تمثیلی هستند.

بنابراین می‌توان ادعا نمود که انباشت کربن در این قلمرو، بی‌آنکه صراحتی در متن کنوانسیون داشته باشد، از این حیث که می‌تواند از مصادیق کاربرد یک فناوری جدید محسوب شود، مجاز تلقی می‌شود. باین حال، از آنجا که این قلمرو به صراحت به زیر بستر منطقه تسری پیدا نمی‌کند، همچنان روشن نیست که آیا می‌توان این مفهوم را به کاربرد ساختارهای متخلخل جغرافیایی برای انباشت کربن اختصاص داد یا خیر؟ روشن است که این سازوکار، با سازوکار ازدیاد برداشت نفت کاملاً متفاوت است. از آنجا که این شیوه‌ها در راستای ارتقای تولید نفت که عملاً یکی از منابع طبیعی موجود زیر بستر دریاست، صورت می‌گیرد؛ به نظر می‌رسد به صراحت و به روشنی در قلمرو مواد ۵۶ و ۷۷ کنوانسیون ۱۹۸۲ دریاها قرار می‌گیرد.

و در نهایت اینکه هیدرنتیجه‌ی حق اکتشاف و استخراج منابع طبیعی، دولت ساحلی تنها بر فعالیت‌های مقدماتی مانند استقرار و استفاده از جزایر مصنوعی، تأسیسات و ساختارها و فعالیت‌های حفاری ذیل مواد ۶۰ و ۸۰ و بند ۱ ماده‌ی ۵۶ و ماده‌ی ۸۱ کنوانسیون ۱۹۸۲ دارای حق حاکمه هستند. در این خصوص، دولت‌های ساحلی حق قانون‌گذاری دارند و بنابراین دارای حق وضع و اجرای مقرراتی در زمینه‌ی حفاری و استقرار تأسیساتی که برای تزریق دی‌اکسید کربن به زیر بستر دریا لازم است، نیز هستند.

علاوه بر برخی مفاد کنوانسیون که به صراحت یا به طور ضمنی می‌توان مقررات حقوقی مورد نظر برای اعمال در فناوری جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن را استخراج کرد، لازم است تا تعهد کلی طرفین این سند مبنی بر پیشگیری، به کاهش و کنترل آلودگی محیط زیست دریایی بر اساس بخش ۱۲ کنوانسیون حقوق دریاهای نیز به طور کلی توجه شود. هر چند این تعهدات به طور کلی، مانع از انباشت دی‌اکسید کربن در لایه‌های زمین‌شناختی منطقه‌ی اقتصادی انحصاری یا فلات قاره نیست، در هر حال، هیه‌منزله‌ی ضرورت رعایت پیش شرط‌هایی برای اعمال این فناوری است که باید از طریق مقررات مندرج در این بخش یا در قالب توافقات خاصی انجام شود.

۴-۴. دریای آزاد و منطقه

بر اساس ماده ۸۶ کنوانسیون ۱۹۸۲، دریای آزاد، مناطقی از دریا را در برمی‌گیرد که ماورای صلاحیت ملی بوده و جزء هیچ منطقه‌ی دریایی دیگری نیست و مطابق ماده‌ی ۱۳۶ کنوانسیون حقوق دریاهای منطقه و منابع طبیعی موجود در آن جزء میراث مشترک بشریت محسوب

می‌شوند و هیچ دولتی نمی‌تواند مدعی حق حاکمیت یا اعمال حقوق حاکمه بر هیچ بخشی از آن شود.

درواقع فعالیت‌هایی که در منطقه صورت می‌گیرد با توجه به بند ۱ ماده ۱۵۷ کنوانسیون ۱۹۸۲، توسط مقام بستر دریاها کنترل و ساماندهی می‌شود. بنابراین مقام بستر دریاها است که برای امکان و امتناع پروژه‌ها CCS در منطقه تصمیم‌گیری می‌کند. در کنوانسیون ۱۹۸۲ چنین اختیاری به‌طور خاص و به‌صراحت برای مقام در نظر گرفته نشده و تنها قید «منابع طبیعی» در این خصوص اشاره شده است (از ماده ۱۵۰ به بعد) که با توجه به تعریف ماده ۱۲۳ همین کنوانسیون، منابع طبیعی، مشتمل بر منابع مایع، جامد، و گازی واقع در منطقه یا زیر بستر دریاها هستند. بنابراین، صراحتی در زمینه‌ی استفاده از مفاد کنوانسیون در زمینه‌ی استفاده از فناوری جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن در لایه‌های زمین‌شناختی زیر بستر این منطقه قابل مشاهده نیست، هرچند قیدی نیز به‌صراحت، مانع از این اقدامات نیست مگر شرطی که بر اساس آن لازم است تا استفاده‌ی موردنظر در این منطقه در راستای منافع کلی جامعه بشریت بوده و انحصاراً در موارد صلح‌آمیز صورت پذیرد. البته در این منطقه هم همانند سایر مناطق دریایی، مفاد بخش دوازدهم کنوانسیون در زمینه‌ی محافظت از محیط زیست دریایی به‌ویژه ماده ۱۹۲ لازم‌الاجراست.

به‌جز کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاها، کنوانسیون لندن و پروتکل منضم به آن، کنوانسیون‌های مارپل و هلسینکی نیز از دیگر اسناد بین‌المللی هستند که مندرجات آن بالقوه در ملاحظات زیست‌محیطی دریایی لازم‌الرعایه هستند. از این حیث می‌توان به برخی اسناد حقوقی مرتبط نیز نظری افکند. از میان این اسناد، کنوانسیون مارپل، صرفاً به پیشگیری از آلودگی‌های دریایی ناشی از کشتی‌ها و تصادم دریایی می‌پردازد و کنوانسیون هلسینکی نیز به‌عنوان یک سند منطقه‌ای، تنها به حوزه دریای بالتیک اختصاص دارد که به نظر می‌رسد حداقل تاکنون، پروژه‌ای از جمع‌آوری و ذخیره دی‌اکسید کربن در آن عملیاتی نشده است. بنابراین صرفاً به‌اختصار به مفاد کنوانسیون لندن و پروتکل الحاقی آن در این خصوص بسنده می‌کنیم.

۵. کنوانسیون لندن در زمینه‌ی جلوگیری از آلودگی دریایی در نتیجه‌ی دفع مواد زائد (۱۹۷۲)

ماده ۱ کنوانسیون ۱۹۷۲ مقرر می‌دارد^۱ دولت‌ها موظفند اقدامات مؤثری بر کلیه‌ی منابع آلاینده

1. See <http://www.imo.org/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx> (last visited 9/3/2015).

محیط زیستی داشته باشند و گام‌های مثبت عملی برای پیشگیری از آلودگی‌های دریایی از طریق هر منبعی^۱ که با آلودگی دریاها هیدرنتیجه‌ی تخلیه‌ی ضایعاتی که ممکن است متضمن تأثیر نامطلوبی بر سلامت بشر یا منابع موجود زنده و اکوسیستم و زیست دریایی بگذارد، بردارند.

به این ترتیب، به نظر می‌رسد آنچه از نظر این سند مهم و تعیین کننده است، محل یا مکان فیزیکی آلودگی در قلمرو جغرافیایی خاصی از دریا نیست، بلکه نکته مهم و مرکز ثقل این سند، بر آثار تحمیلی بالقوه خطرناکی است که بر اساس آن، محیط زیست دریایی تحت تأثیر قرار گرفته و می‌تواند صدمات و آسیب‌های جبران‌ناپذیری را برای محیط زیست دریایی به همراه داشته باشد.

اگر این گستره‌ی تفسیری کمابیش موسع از منطوق سند را بپذیریم، خواهیم دید در بحث ذخیره و انباشت دی‌اکسید کربن، محل انباشت، تعیین کننده نبوده و مهم، تراوش دی‌اکسید کربن و آلودگی ناشی از آن بر محیط زیست دریایی و تبعات جبران‌ناپذیر مخاطرات زیست محیطی آن است، از این حیث تفاوتی ندارد که جمع‌آوری و ذخیره دی‌اکسید کربن در کدام یک از مناطق دریایی صورت می‌پذیرد. صراحت ارجاع کنوانسیون در مقدمه به قطعنامه ۲۷۴۹ مجمع عمومی ملل متحد که مشتمل بر اصول حاکم بر زیر بستر دریاها، اقیانوس‌ها و منطقه نیز است، خود قرینه‌ای بر آن است که مفاد کنوانسیون لندن در زمینه‌ی جلوگیری از آلودگی دریایی در خصوص پروژه‌های مرتبط با جمع‌آوری و ذخیره دی‌اکسید کربن در هر یک از مناطق مختلف دریایی اعمال‌شده است.

به هر حال، در صورتی که این قلمرو را در حوزه کنوانسیون تلقی نماییم، هیچ شرایط خاص و صریحی برای ذخیره‌ی دی‌اکسید کربن در این لایه‌ها ذکر نشده است. به منظور پیشگیری از آلودگی دریایی، کنوانسیون مواردی را به‌طور خاصی به‌عنوان مصادیق مورد نظر، مشخص می‌کند که شاید بتوان گفت دی‌اکسید کربن که می‌تواند از مصادیق مواد ممنوعه‌ای که در نتیجه فعالیت‌های صنعتی یا کارخانه‌ها تولید می‌شوند^۲، قلمداد شود که در ضمیمه اول این سند آمده‌اند.^۳ به علاوه، از منظری دیگر، شاید بتوان دی‌اکسید کربن را از مصادیق موادی که از اشتغال سوخت‌های فسیلی در تأسیسات صنعتی حاصل می‌شوند، تلقی و تحت شمول مفاد کنوانسیون تلقی کرد.^۴

1. All Sources of Pollution all.

2. Industrial Wastes

3. See

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf> (last visited at 3/5/2015).

4. See <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.Pdf> (last visited at 3/5/2015).

با چنین تفاسیری مفاد کنوانسیون لندن، به جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن قابل تسری است و بنابراین انباشت آن به موجب بند ۱ ماده ۴ کنوانسیون و همچنین ضمیمه اول کنوانسیون ممنوع است. (Evdokimov, 2010: 35) با این حال، باید توجه داشت که برخی فعالیت‌های خاص از قلمرو شمول کنوانسیون لندن مستثنا شده است.

بر اساس بند ۱ ماده ۱۳ این سند، قلمرو کنوانسیون مشتمل بر «تخلیه» (Wilson and Gibbons, 2007: 350)^۱ مواد مورد نظر از کشتی‌ها، هواپیماها، ناویرها و دیگر ساختارهای انسانی است. با چنین برداشتی، انتقال دی‌اکسید کربن آشکارا از طریق لوله‌های انتقالی که در خشکی مستقر هستند، صرفاً در قالب انتقال این مواد از خشکی به دریا تعبیر و تفسیر شدنی است. به زعم بسیاری از مفسران، در صورت اخیر، انتقال دی‌اکسید کربن از طریق کشتی به سکوهای خشکی و تزریق دی‌اکسید کربن به لوله‌های حامل این مواد به محل انباشت، نیز ممنوعیتی ندارد. (Evdokimov, 2010: 30-32)

از طرفی مطابق همین سند، حقوق حاکمه‌ی دولت‌ها برای استخراج و اکتشاف منابع طبیعی‌شان به رسمیت شمرده شده است.^۲ به این ترتیب، شاید بتوان گفت که انباشت دی‌اکسید کربن در صورتی که در راستای افزایش ضریب برداشت از حامل‌های انرژی باشد، نیز ممنوعیتی ندارد.

از این رو به نظر می‌رسد تنها تزریق مستقیم دی‌اکسید کربن به لایه‌های زمین‌شناختی زیر بستر دریا ذیل مندرجات و مقررات این سند ممنوع به نظر می‌رسد. بنابراین سایر گزینه‌ها از جمله تزریق از طریق لوله‌های انتقال در خشکی یا EOR معنی ندارد. البته باید توجه داشت که به لحاظ منطقی، ریسک ناشی از تراوش دی‌اکسید کربن در صورت‌های مختلف، اعم از انتشار به واسطه‌ی تراوش به مرور زمان، یا در اثر تزریق و تراوش ناگهانی میزان چشمگیر دی‌اکسید کربن در اکوسیستم، از حیث ورود آلودگی به مناطق مجاور تفاوتی ندارد. همچنین تا حدودی با برداشت از بند ۱ ماده ۴ و ضمیمه اول کنوانسیون که دی‌اکسید کربن را در زمره‌ی مواد ممنوعه^۳ تلقی می‌کند، همخوانی ندارد. به این ترتیب شاید بتوان گفت امکان تسری مفاد

۱. البته به نظر می‌رسد قلمرو تخلیه ضایعات در این سند متفاوت از تخلیه ضایعات در کنوانسیون ۱۹۸۲ باشد. در حالی که در کنوانسیون ۱۹۸۲ از Dumping استفاده شده، به نظر می‌رسد قلمرو Disposal مندرج در کنوانسیون لندن و پروتکل الحاقی آن مضیق و محدودتر باشد. در اصل کنوانسیون ۱۹۸۲ به پیشگیری از بروز آلودگی زیست‌محیطی نظر دارد و کنوانسیون لندن بحث از خسارات ناشی از آلودگی زیست‌محیطی در نتیجه ورود برخی ضایعات به محیط زیست دریایی را می‌کند.

2. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf> (last visited at 5/5/2015).

به ویژه در مقدمه و ماده ۱۳ سند.

این کنوانسیون بر فناوری جمع آوری و انباشت دی‌اکسید کربن، بدون توجه به رویه‌ی ناشی از تسری مفاد کنوانسیون، تاندازه‌ای مبهم به نظر می‌رسد.

۶. پروتکل کنوانسیون لندن

شاید بتوان گفت که پروتکل ۱۹۹۶ منضم به کنوانسیون لندن جانی دوباره به این سند داده و به‌نوعی آن را احیا کرده است. این پروتکل به خلاف کنوانسیون، به‌روشنی به شمول مندرجات سند به زیر بستر دریا نیز اشاره کرده است. بنابراین بر اساس بند ۷ ماده‌ی ۱، تمامی مناطق دریایی و زیر آن به جز آب‌های داخلی دولت‌ها تحت شمول مندرجات پروتکل لندن به‌منظور حمایت و حفاظت از محیط زیست دریایی در مقابل تمامی منابع آلودگی است. به همین دلیل نیز بند ۱ ماده ۳ این پروتکل از دولت‌های عضو می‌خواهد تا اقدامات مقتضی را در این خصوص انجام دهند. تا قبل از سال ۲۰۰۶ دی‌اکسید کربن در زمره‌ی موارد مصرح در ضمیمه‌ی نخست این پروتکل نبود و لذا اقداماتی که در راستای جمع‌آوری و برداشت دی‌اکسید کربن صورت می‌گرفت، نیز می‌توانست قانونی تلقی شود. با این حال از طرفی برای جمع بین پروتکل و کنوانسیون لندن و ضمیمه‌ها و از طرفی با توجه به مخاطرات یکسان شیوه‌های مختلفی که برای جمع‌آوری، انتقال و انباشت دی‌اکسید کربن صورت می‌گرفت، به نظر می‌رسید لازم است ممنوعیت کاربرد این فناوری یا کلاً مرتفع شود یا در اشکال مختلف، قانونی تلقی شود. البته با تجدیدنظر در قواعد مندرج در ضمایم ۱ و ۲ پروتکل ۱۹۹۶ به‌صراحت به دستورالعمل‌هایی اشاره شد که از طریق آن‌ها می‌توان به ارزیابی میزان ممنوعیت یا تجویز جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن در زیر بستر دریا و برآورد و تخمین میزان آلودگی احتمالی پرداخت.^۱ به این ترتیب، در سال ۲۰۰۶ دولت‌های عضو پروتکل چنین تصمیم گرفتند تا در صورتی که برخی پیش‌شرط‌های لازم رعایت شود، موانع موجود در خصوص قانونی بودن چنین فعالیتی به کلی مرتفع شود. در همین راستا در سال ۲۰۰۷ نیز پیش‌نویسی در خصوص دستورالعمل خاص ارزیابی وضعیت انباشت دی‌اکسید کربن در لایه‌های زمین‌شناسی دولت‌های عضو پروتکل به امضا رسید. این سند هم در راستای قانونی بودن این اقدام و هم در راستای کاهش مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از آن طراحی شده است.

1. Specific Guidelines for Assessment of Carbon Dioxide Streams for Disposal into Sub-seabed Ecological Formations Adopted by the 2nd Meeting of Contracting Parties in November 2007; Risk Assessment and Management Framework for CO₂ Sequestration in Sub-seabed Geological Structures (CS-SSGS), Adopted at the Joint Session of the 28th Consultative Meeting of Contracting Parties under the London Convention and the 1st Meeting of Contracting Parties under the 1996 Protocol (30 October – 3 November 2006). Available at http://www.gc.noaa.gov/documents/gcil_imo_co2wag.pdf (Last Visited at 2/3/2015).

از جمله مواردی که به صورت پیشنهادی در دستورالعمل‌ها، توجه شده است، می‌توان به لزوم توجه به ریسک ناشی از تراوش دی‌اکسید کربن از طریق الزام به اتخاذ شیوه‌های مناسب برای ذخیره یا الزام به انتخاب مخازن ذخیره‌ی امن برای انباشت دی‌اکسید کربن اشاره کرد. همچنین لازم است بررسی‌های لازم در مورد نظارت‌های دوره‌ای و منظم بر وضعیت اکوسیستم گیاهان و جانوران دریایی در منطقه انباشت دی‌اکسید کربن صورت پذیرد. به هر حال، باید توجه داشت که کلیه‌ی تلاش‌هایی که در کنوانسیون و پروتکل منضم به آن صورت گرفته است، از حیث جنبه‌های حقوقی، تنها نسبت به دولت‌های عضو قابل تسری است.

۷. نتیجه

افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه که بیشتر ناشی از افزایش میزان آلاینده‌ها به ویژه دی‌اکسید کربن در اتمسفر است، روزبه‌روز، بیشتر بشر معاصر را درگیر مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از آن می‌کند. ذوب شدن یخچال‌های قطبی، یابان‌زایی، نازک شدن لایه ازن، تغییرات آب‌وهوایی و بسیاری دیگر از مخاطرات موجود، ناشی از همین روند رو به رشد است. در حالی که تعداد قابل توجهی از دولت‌ها قادر به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و منابع انرژی پاک نیستند، گریزی از توسل به برخی فناوری‌های مدرن در استفاده از سوخت‌های فسیلی نیست. البته فناوری جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن در زیر بستر دریاها، فناوری کمابیش جدید است و لاجرم استفاده از هر فناوری جدیدی معایب و مزایایی به همراه دارد. چالش‌های اساسی استفاده از این فناوری نیز بیشتر آلودگی زیست‌محیطی ناشی از کاربرد نادرست یا نابجای آن است. هرچند لزوم رعایت چارچوب‌های کلی محافظت از محیط زیست دریایی که در اسنادی مانند کنوانسیون ۱۹۸۲ آمده، در اعمال این فناوری امری الزامی است، لکن، در هر حال، توسعه‌ی کاربرد آن در سطح بین‌المللی مستلزم توجه به اسناد جهانی و منطقه‌ای موجود در این زمینه و استفاده از سازوکارهای موجود در رویه و عرف‌های بین‌المللی جهت پیشگیری از تخریب یا آلودگی ناشی از استفاده از این فناوری است. این امر زمینه‌ای را فراهم خواهد کرد تا از ابهام و دوگانگی ممنوعیت یا تجویز این فناوری رهایی یابیم. هرچند اگر کاربرد تزریق دی‌اکسید کربن را به نحو خاص و انحصاری در راستای استخراج و اکتشاف منابع طبیعی نفتی و گازی به کار ببریم، به نظر می‌رسد جز پیش شرط رعایت تعهدات زیست‌محیطی منعی در کاربرد این فناوری در صحنه بین‌المللی وجود ندارد. به هر حال، با وجود مخاطراتی که در این خصوص موجود است، رژیم حقوقی لازم‌الاجرا و حاکم بر جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن در زیر بستر دریا، همچنان در رویه‌ی بین‌المللی محل سؤال است.

در حال، روشن است که نمی‌توان به بهانه‌ی معضلات و چالش‌های جمع‌آوری و انباشت دی‌اکسید کربن از مزایای چشمگیر آن، به‌ویژه در زمینه‌ی مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و گرم‌شدن بیش‌ازحد کره‌ی زمین به‌واسطه افزایش میزان گاز دی‌اکسید کربن چشم پوشید. به انباشت دی‌اکسید کربن در لایه‌های زمین‌شناختی نه به‌طور صریح و روشن در کنوانسیون ۱۹۸۲ توجه شده و نه برای آن ممنوعیت یا تجویزی صادر شده است؛ بنابراین به‌خودی‌خود اقدامی غیرقانونی محسوب نمی‌شود. با این حال، نظر به لزوم رعایت تعهدات عام‌الشمول زیست‌محیطی که در تمامی مناطق دریایی لازم‌الرعایه هستند، انباشت کربن نیز نباید به محیط زیست دریایی لطمه‌ای وارد کند.

از طرفی کنوانسیون ۱۹۸۲ به‌عنوان یک کنوانسیون چارچوب، تعهدات اساسی را مشخص کرده که می‌تواند در تحولات بعدی، به‌ویژه در جایی که بحث از استفاده از فناوری‌های مدرن شده است، توجه شود. ماده‌ی ۱۹۷ این سند، دولت‌ها را ملزم می‌کند تا در چارچوب‌های منطقه‌ای یا جهانی به‌منظور ایجاد تعهدات بین‌المللی منطبق با کنوانسیون برای حفاظت رعایت از محیط زیست بین‌المللی همکاری کنند؛ ماده‌ی ۲۳۷ آن با لزوم رعایت دیگر اسناد حقوقی قبلی در زمینه‌ی محافظت از محیط زیست دریایی این تعهدات را تکمیل می‌کند. علاوه بر این، برخی اسناد حقوقی دیگر از جمله کنوانسیون لندن ۱۹۷۲ با تمرکز بر بحث تخلیه‌ی ضایعات صنعتی، ممنوعیت‌هایی در استفاده از این فناوری را در برمی‌گیرد اما در پروتکل ۱۹۹۲ این سند، با ذکر برخی دستورالعمل‌ها در راستای پیشگیری از تخریب محیط زیست، به‌ویژه در صورتی که انتقال دی‌اکسید کربن به شیوه‌ای مناسب و با بهره‌گیری از تدابیر و پیش‌شرط‌های ایمنی صورت پذیرد، استفاده از آن ممکن خواهد بود.

در هر صورت، باید توجه داشت که لازم است تا رویه‌ی بین‌المللی در این زمینه توسعه‌ی بیشتری یابد، ظرفیت‌های موجود در این خصوص ارزیابی و ضمن بررسی خلأهای قراردادی در این زمینه، رژیم حقوقی حاکم بر استفاده از این فناوری از خلال رویه و هنجارهای حقوقی لازم‌الاجرا پیش‌بینی و طراحی شود.

منابع

الف) فارسی

مقاله

- امین‌زاده، علی، (۱۳۸۸)، «جمع‌آوری گاز دی‌اکسید کربن، چرا و چگونه؟»، اکتشاف، شماره ۶۵.
- ذوالفقاریان، فریبرز و خدابنده‌ی شهرکی، علیرضا و طحانی، هدا و برزویی، نجمه، (۱۳۸۶)، «غنی‌سازی گاز تزریقی در افزایش ضریب برداشت از یک مخزن بزرگ نفتی ایران»، شیمی و مهندسی شیمی ایران، دوره ۲۶، شماره ۳.

ب) انگلیسی

Books:

- Kiss Alexander Ch., Dinah Shelton, (2007), *A Guide to International Environmental Law*, BRIL, Martinus Nijhof.
- Daniel Bodansky, Jutta Brunnée, and Ellen Hey, (eds.), (2008), *the Oxford Handbook of International Environmental Law*, Oxford University Press.
- Williams, Richard G., Michael Jollows, (2011), *Ocean Dynamics and the Carbon Cycle: Principles and Mechanisms*, USA, Cambridge University Press.
- Grover, Veredict (ed.), (2002), *Climate Change: Perspectives Five Years after Kyoto*, Science Publishers Inc, Hamilton, Canada.
- Grubb, Michael & Jamasb (ed.), (1990), *Energy Policies and the Greenhouse Effect*, Dartmouth Publishing, Aldershot.

Articles:

- Bradbrook, Adrian J, (1991), "The Development of Energy Conservation Legislation for Private Rental Housing" 8 *Environmental and Planning LJ* 91.
- Crawley, Thomas .J, (2000), "Causes of Climate Change over the Past 1000 Years", *Science*, 547, 14.
- Falkowski, Peter, et al, Steffen, (2000), "The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System", *Science*, 13 October 2000: Vol. 290, No. 5490.
- Faries, Thomas, (1990), "Clearing the Air: An Examination of International Law on the Protection of the Ozone Layer" 28 *Alberta L Rev*.

- Farrell, Brian (1998), "Fill 'Er Up With Corn: The Future of Ethanol Legislation in America", 23 J Corporation Law.

- Hamann, Kristin, (2013), "German Marine Research Consortium, E-CO₂ Project-Sub-seabed CO₂ Storage: Impact on Marine Ecosystems", E-CO₂ Project Office at GEOMAR, Germany, available at <http://ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/Position%20Papers%20received/SRU%20-%20German%20Advisory%20Council%20on%20the%20Environment.pdf>.

- Wilson, Elizabeth J., and Andrew J. Gibbons, (2007), "Deploying Carbon Capture and Storage in Europe and the United States: a Comparative Analysis", Journal for European Environment and Planning Law, Vol. 4, No 5.

Websites:

- http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php.
- http://unfccc.int/key_steps/cancun_agreements/items/6132.php.
- <http://www.eco2-project.eu>.
- <http://www.epa.gov/aml/revital/cseqfact.pdf>.
- http://www.gc.noaa.gov/documents/gcil_imo_co2wag.pdf.
- <http://www.globalccsinstitute.com/project/sleipner%20co2-injection>.
- http://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/ccsreview_4thed_final.pdf.
- <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf>.
- <http://www.imo.org/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx>.
- http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014_full%20report_low%20res.pdf.
- http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf.

Reports:

- Report of the Twenty-first consultative meeting, done 4 - 8 October 1999, available at <http://www.anta.canterbury.ac.nz/resources/treaty/meetings/xxi-nz/part1.html>.

- Risk Assessment and Management Framework for CO₂ Sequestration in sub-seabed Geological Structures (CS-SSGS), adopted at the joint session of the 28th Consultative Meeting of Contracting Parties under the London Convention and the 1st Meeting of Contracting Parties under the 1996 Protocol (30 October - 3 November 2006). Available at [imo.org/en/OurWork/Environment/FLCPL/EMergingIssues/FCCS/Documents/FCO2SEQUESTATIONRAMF2006.doc&usg=AFQjCNEqwcI4bLUnH3wKbGyrzjrNq0EuIA&sig2=_5jAWw3zfUj3QYdjqh2j](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/FLCPL/EMergingIssues/FCCS/Documents/FCO2SEQUESTATIONRAMF2006.doc&usg=AFQjCNEqwcI4bLUnH3wKbGyrzjrNq0EuIA&sig2=_5jAWw3zfUj3QYdjqh2j).

- Specific Guidelines for Assessment of Carbon Dioxide Streams for Disposal into sub-seabed Ecological Formations Adopted by the 2nd Meeting of

Contracting Parties in November 2007 available at <http://cil.nus.edu.sg/wp/wp-content/uploads/2013/03/Specific-Guidelines-for-Assessment-of-Carbon-Dioxide-Disposal-into-Sub-seabed-Geological-Formations.pdf>.

- World Bank Report on Carbon Dioxide available at http://siteresources.worldbank.org/INTCARBONFINANCE/Resources/StateAndTrend_LowRes.pdf.

Thesis:

- Evdokimov, Alexander, (2010), “International Legal Aspects of Carbon Dioxide Storage into the Sub-seabed Geological Formations”, Small Master’s Thesis, Masters of Laws in Law of the Sea, University of Tromsø, Faculty of Law.