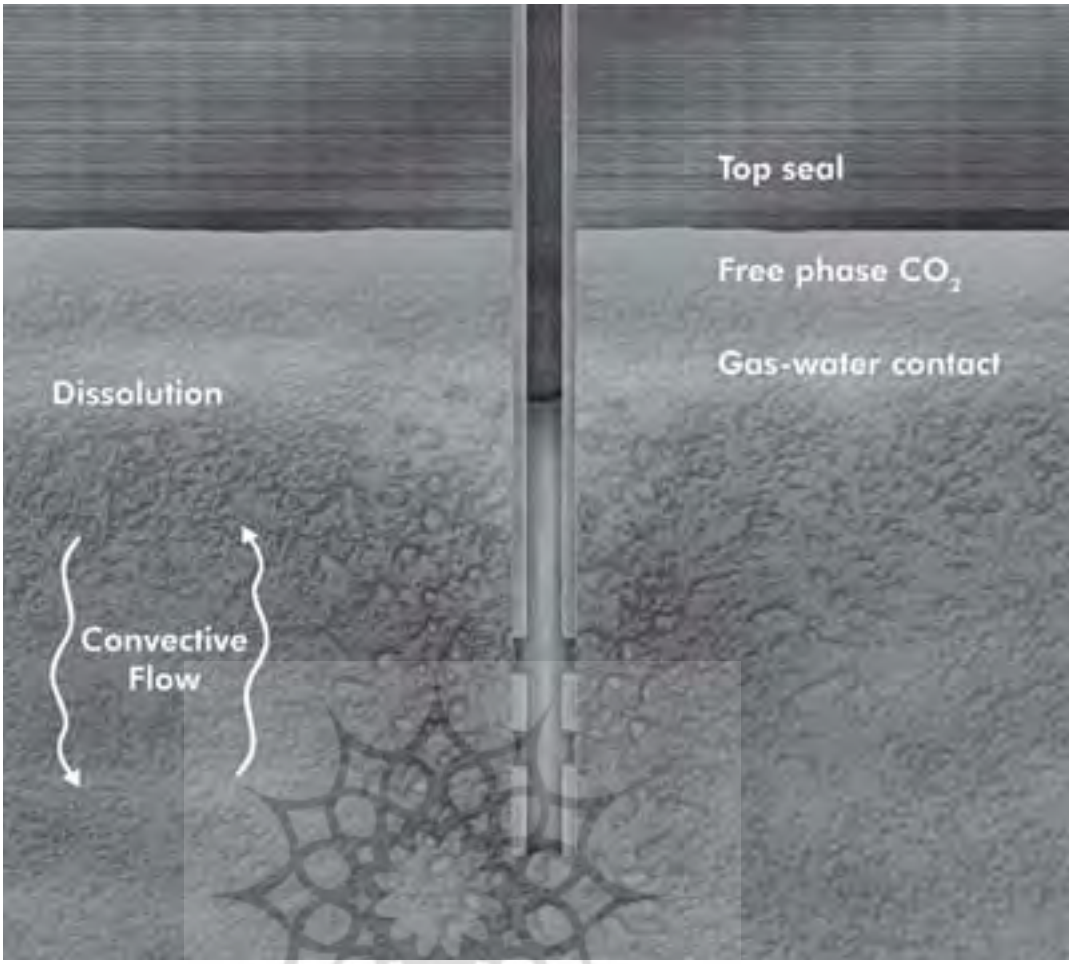
مقاله



فرصت‌های ایران در اجرای پروژه‌های جذب و ذخیره‌سازی زیرزمینی دی‌اکسیدکربن

پدیدهٔ اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی

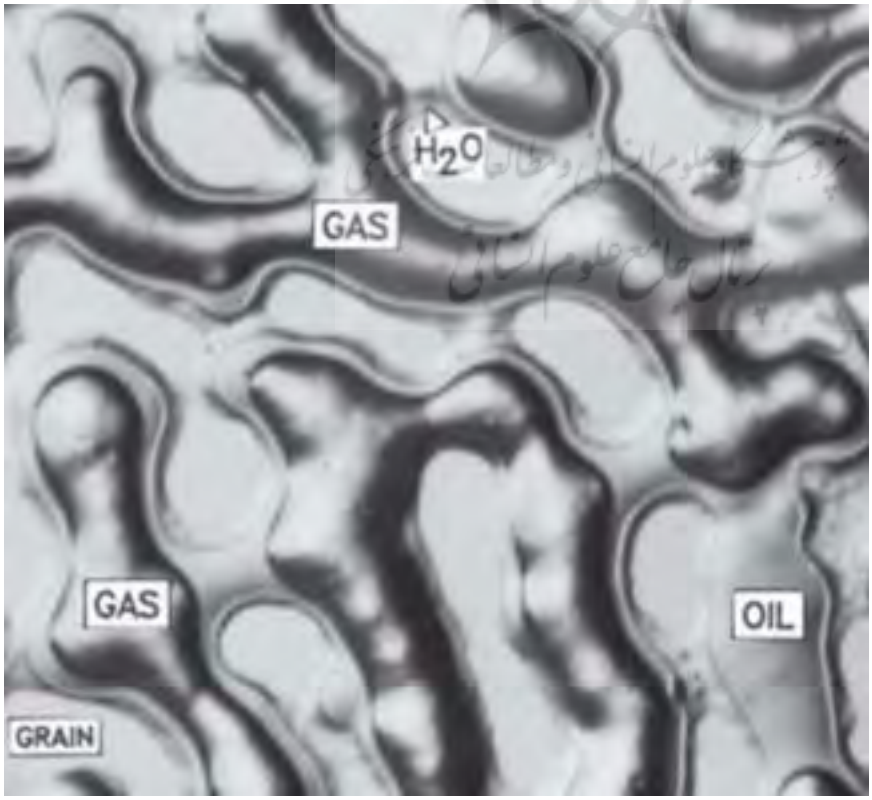
حجم گاز CO_2 موجود در جو زمین از ۲۷۵ میلیارد تن در ابتدای انقلاب صنعتی به بیش از ۳۴۶ میلیارد تن در سال‌های اخیر رسیده است که در این میان تولید حرارت و نیرو با استفاده از سوخت‌های فسیلی نقش اساسی داشته است. غلظت CO_2 در سال ۱۹۹۰ به میزان ۳۵۳ ppm افزایش داشته است. این مسئله در اواخر دهه ۹۰ به میزان ۳۶۰ ppm رسید و در سال ۲۰۰۶ میانگین غلظت CO_2 در جو به ppm ۳۶۱ رسید که نسبت به سال ۲۰۰۵، ۲/۶ ppm افزایش نشان می‌دهد و حدود ۱۰۰ واحد از دورهٔ پیش از انقلاب صنعتی بیشتر است. پیش‌بینی می‌شود غلظت این گاز در سال ۲۰۲۶ به میزان ۶۰۰ ppm و تا سال ۲۱۰۰ به ۸۰۰ ppm خواهد رسید و باعث ۵/۸ – ۱/۴ درجهٔ سانتیگراد افزایش دما نسبت به زمان حاضر خواهد شد. عمر CO_2 در جو زمین حدود ۵۰ سال است و چاهک‌های این گاز عبارتند از: اقیانوس‌ها، جنگل‌ها و خاک می‌باشند. سالانه ۶ میلیارد تن گاز دی‌اکسیدکربن به دلیل احتراق سوخت‌های فسیلی وارد جو زمین می‌شود و این افزایش غیرطبیعی گازهای گلخانه‌ای سبب افزایش گرمای بیش از حد عادی می‌شود. گازهای گلخانه‌ای شامل بخار آب، دی‌اکسیدکربن، اکسید نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، متان، ازن جوّ پایین، کلروفلوروکربن و پروفلوئورکربن می‌باشند. گاز CO_2 مبنای تعیین میزان گاز گلخانه‌ای بر گرمای زمین در نظر گرفته می‌شود و پتانسیل گرمایش سایر گازهای گلخانه‌ای نسبت به این گاز سنجیده می‌شود. عمده‌ترین گازهای گلخانه‌ای عبارتند از: دی‌اکسیدکربن (با سهم ۵۵ درصد گرمایش جهانی)، بخار آب و فریون‌ها (با سهم ۲۳ درصد در گرمایش جهانی)، متان (۱۵ درصد) و اکسیدهای نیتروژن (۶ درصد سهم در گرمایش جهانی). افزایش حجم گازهای گلخانه‌ای منجر به ایجاد کنوانسیون‌ها و پروتکل‌های بین‌المللی به منظور کاهش اثرات تغییرات آب و هوا شد. کنوانسیون تغییر آب و هوای UNFCCC در ژوئن ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو توسط سران کشورها و مقامات ارشد ۱۵۴ کشور دنیا امضاء و از تاریخ ۲۱ مارس ۱۹۹۴ لازم‌الاجرا شناخته شد. پروتکل کیوتو دارای ۲۸ ماده و ۲ ضمیمه است. متن پروتکل پس از شرح کلیات و تعاریف به اهداف، تعهدات، اصول، سازوکارها و ارکان پروتکل و نیز نحوهٔ تبادل منابع مالی و انتقال فناوری بین کشورها پرداخته است. پروتکل کیوتو کشورهای صنعتی را ملزم می‌نمایند انتشار گازهای گلخانه‌ای مشترک خود را تا حداقل ۵ درصد در مقایسه با میزان نشر در سال ۱۹۹۰، در بین سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۲ کاهش دهند. سومین کنفرانس اعضای کیوتوی ژاپن، سال ۱۹۹۷ برگزار شد. در این کنفرانس با تنظیم پروتکلی مقرر شد، کشورهای صنعتی که ضمیمهٔ (I) کنوانسیون هستند در دورهٔ زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۰۸ به طور متوسط ۵ درصد از سطح پایهٔ انتشار گازهای گلخانه‌ای خود در سال ۱۹۹۰ بکاهند. در چهارمین کنفرانس اعضای بوینس آیرس در سال ۱۹۹۸، در برنامه کاربردی

پروتکل کیوتو توافق‌نامه‌ای با نام «دستورالعمل بوینس آیرس» تدوین شد. در این کنفرانس، مکانیسم‌های پروتکل کیوتو «تجارت انتشار، اجرای مشترک و مکانیسم توسعهٔ پاک» مورد بحث و تبادل نظر قرار گرفت. در پنجمین کنفرانس که در بن آلمان (سال ۱۹۹۹) برگزار شد، دربارهٔ اجرای برنامهٔ بوینس‌آیرس بحث و تبادل نظر صورت گرفت. در سال ۲۰۰۰، ششمین کنفرانس اعضای هلند برگزار شد و در آن مصوب شد، سه صندوق مالی ویژهٔ تغییرات آب و هوا، صندوق مالی کشورهای کمتر توسعه‌یافته و صندوق مالی برای انطباق تشکیل شود. هفتمین کنفرانس اعضای مراکش در سال ۲۰۰۱ برگزار و تدوین مکانیسم توسعهٔ پاک به عنوان راهکار مورد توجه قرار گرفت.

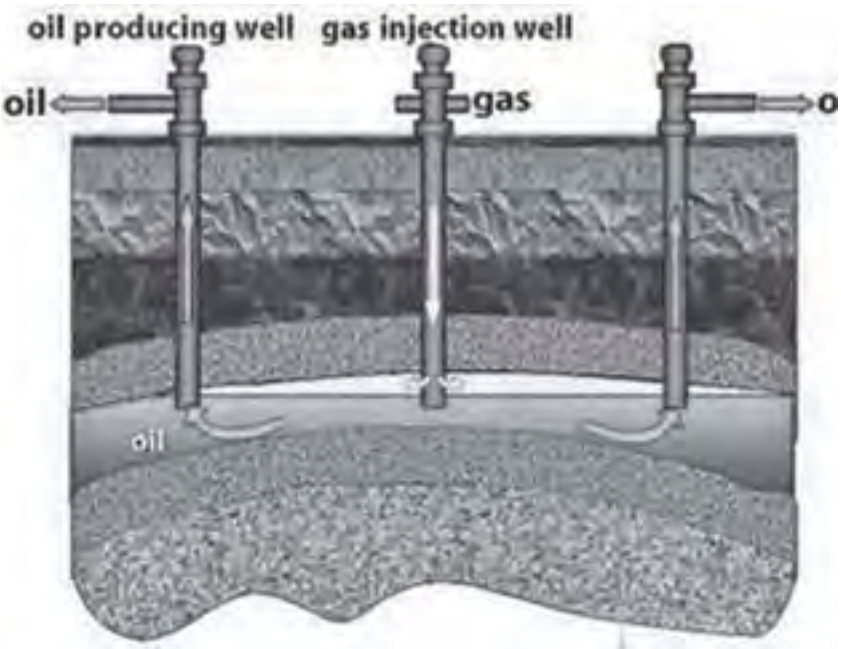
مهندس اسلامی، مدیرعامل شرکت راهبرد انرژی البرز در همایش تیرماه مرکز تحقیقات استراتژیک به بیان دیدگاه‌های خود در مورد «فرصت‌های ایران در اجرای پروژه‌های جذب ذخیره زیرزمینی دی اکسید کربن» که حاصل تحقیقات شرکت راهبرد انرژی البرز می‌باشد پرداخت، در ادامه گزیده‌ای از این گزارش تقدیم حضورتان می‌گردد.

متن سخنرانی

رویکرد و خواستگاه جدید پروژه‌های CCS یا ذخیره‌سازی زیرزمینی بعد از پروتکل کیوتو صورت گرفت. این مسئله در گذشته در صنایع نفت به نوعی انجام گرفته و تجاربی در دنیا به ویژه در آمریکای شمالی وجود دارد. با توجه به موضوعیت این مبحث لازم است بحث به شکل راهبردی و بلندمدت‌تر مطرح شود. بنابراین سعی شد طی یک برنامهٔ کلی که در یافته‌های خود ما در شرکت وجود داشت فرصت‌ها و مزایایی که می‌تواند در اختیار ایران قرار گیرد، مطرح شد. مبحث را در ابتدا با نگاهی کوتاه و گذرا در رابطه با پروتکل کیوتو و کنوانسیون بین‌المللی تغییرات آب و هوا شروع می‌کنم. با پدیدهٔ گرمایش جهانی همگی آشنا هستید. افزایش حجم گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن و مضراتی که بر افزایش دمای اتمسفر دارد و همچنین تأثیراتی که افزایش دما بر ارتقای سطح آب‌های اقیانوس‌ها و دریاها خواهد داشت. آب شدن یخ‌های قطبی، آب شدن یخچال‌ها، تغییرات اساسی در وضعیت اقلیمی، تغییرات در رویش گیاهان و پوشش گیاهی و بسیاری از کشورها را به طور کلی با مشکل روبه‌رو خواهد کرد. دی‌اکسیدکربن به واسطهٔ حجمی که دارد مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای شناخته می‌شود. براساس تمامی مدل‌هایی که مطرح شده است پیش‌بینی می‌شود در ۱۰۰ سال آینده این تغییرات به طور قطع صورت گیرد و به همین دلیل ضرورت این امر احساس شد و در کنوانسیون تغییرات آب و هوا که در ستاد ۹۴ هم به امضاء رسید، کلیات این بحث مطرح گردید. سپس برای اجرا، روش‌های اجرایی و نقشهٔ راه و پروتکل کیوتو به امضاء رسید که البته برخی از کشورهای مهم انتشاردهنده، آن را امضاء نکردند؛ اما نسبت به کاهش گازهای گلخانه‌ای رویکرد بسیار قوی داشتند. مهم‌ترین بخش اجرای پروتکل کیوتو در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۱۲ اجرا شد که مطابق با آن کشورها ملزم شدند، سطح انتشار خود را ۵ درصد تا سال ۹۰ تصویب کنند. در ادامهٔ نشست‌های اعضای کنوانسیون مقرر شد روش‌های اجرایی برای رسیدن به اهداف پروتکل کیوتو تضمین شود. در سال ۲۰۰۱ در مراکش بحث مکانیزم توسعهٔ CDM وضع شد. چهار روش هم به منظور کاهش گازهای گلخانه‌ای مطرح است. در کشورهای صنعتی نیز برای انتشار این نوع گازها مالیات در نظر گرفته شد. سهمیهٔ قابل انتشار در بورس‌های اروپایی، شرکت‌های خصوصی و دولتی مبادلهٔ انتشار می‌کنند. بحث پروژه‌های CDM در رابطه با مشارکت با کشورهای درحال توسعه و مکانیزم‌های اجرای مشترک است. برای کاهش حجم انتشار روش‌های غیرمستقیم وجود دارد که با استفاده از انرژی‌های نو و سایر منابع به طورکلی می‌توان از انتشار CO_2 به اتمسفر جلوگیری کرد و یا چنانچه به طور مستقیم تولید شد از انتشار آن جلوگیری به عمل آورد. این مسئله به ذخیره‌سازی زیرزمینی مربوط می‌شود که یکی از سه روشی است که گاز در زیرزمین ذخیره می‌شود. یکی دیگر از این روش‌ها ذخیره‌سازی در کف اقیانوس‌ها است که در مرحلهٔ تحقیقاتی است، اما هنوز به قطعیت نرسیده است. مسئلهٔ دیگر تبدیل CO_2 است که در واکنش با برخی از مواد معدنی آن را به کربنات‌های پایدار تبدیل می‌کنند که البته این روش هم دارای محدودیت‌هایی است. به همین دلیل اگر بخواهیم حجم بالای CO_2 را به مواد معدنی پایدار روزمینی تبدیل کنیم، به حجم بسیار بالایی از مواد معدنی و سایر مواد نیاز خواهد بود. در نهایت مسئلهٔ ذخیره‌سازی زیرزمینی است. باید توجه داشت تا امروز پروژه‌های CDS که در زمرهٔ پروژه‌هایی است که از مزایای CDM استفاده می‌کنند و در زمرهٔ مکانیزم توسعهٔ پاک محسوب می‌شوند وارد نشده، اما در این زمینه بحث‌هایی وجود دارد. در رابطه با پروژه‌های نفتی به حد مشخصی از سنگینی نفت نیاز است. چگالی نفت نیز باید در حد مشخصی باشد. در سفره‌های گازی هم مشخصات سنگ و سیال خاصی مورد نیاز است. اما به طور کلی در دنیا اطلسی شناسایی شده است. مناطقی که در صحرای عربستان، جنوب غربی ایران، جنوب ایران، عراق و خوزستان قرار می‌گیرد، با پتانسیل بسیار بالایی برای ذخیره‌سازی دی‌اکسیدکربن تشخیص داده شده است. در رابطه با ذخیره‌سازی زیرزمینی نیز همانطور که اشاره شد یا به وسیلهٔ ازدیاد برداشت نفت خام مطرح است که بعد از زمان مشخصی که بستگی به مخزن و شرایط تزریق خواهد داشت، ممکن است با بازگشت CO_2 مواجه شویم که روش‌های مشخصی دارد. برای اینکه بر این امر در درازمدت فائق بیاییم، با توجه به آنکه پروژه‌های ازدیاد برداشت عمر خاصی دارند که به مهندسی مخزن در بستن یا نبستن چاه و یا تزریق بعدی روی آن بستگی دارد، مثلاً می‌توان



گاز دیگـری را بـرای ترغیب توده‌ای که در گذشـته تزریق شـده منتقل کرد. در مخازن گازی به شـکل بسیار ابتدایی و تحقیقاتی این مسئله مطرح شده است. در ازدیاد برداشـت از مخازنی که بستر ذغالی هستند از آنجایی که این ذغال‌سـنگ محتوای مشـخصی از گاز متـان را دارد چنانچه مقدار متان آن زیاد باشـد، می‌توان از CO_2 که پتانسـیل بسیار خوبی دارد، برای تخلیه متان اسـتفاده کـرد. در مخـازن کاملاً تخلیه شـدهٔ نفتی و گازی هم این مورد امکان‌پذیر است. در بحث جداسازی دو روش وجود دارد. در واقع دو روش اول یعنی جداسـازی جمع‌آوری سوخت‌های صنعتی و روش‌های جداسـازی پست کنوانسـیون را معمولاً بـا هم تلفیق می‌کنیم. در ایـن روش اجازه می‌دهیم، سـوخت بسوزد و یا در فرآیند، CO_2 تولید شود. بعد از آنکه تولید شد به وسیله حلال‌ها و جاذب‌های خاصی آن را جـدا می‌کنیم. جاذب‌های شـیمیایی در صنایع شـیمیایی در گذشته به واسطه کاربردهای خاص خود در صنایع پالایشـی گاز به کار می‌رفتند. البته امروزه رقابت بسیار زیاد و تحقیقات زیادی در زمینهٔ تکنیکی کردن راندمان جذب و بهینه کـردن وضعیت جذب CO_2 توسط آمینک‌ها و قدرتمندتر کردن آمینک‌ها در شـرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی مختلف در جریان است.



هـر چه قدر آمینک یا هر نوع جاذب موفق‌تر عمل کند، مهم‌ترین ارکان هزینه‌ای این پروژه‌ها کاهش خواهد یافت. به این دلیل که عمده‌ترین هزینه‌های پروژه‌های CCS مربوط به فاز جداسـازی اسـت. در نتیجه انتخاب حلال مناسب بسیار مهم است. به غیر از از روش‌های جداسازی پس احتراقی، باید دربارهٔ پیش احتراقی نیز صحبـت کرد. در روش پیش احتراقی اصلاً اجازه نمی‌دهیم که CO_2 تولید شـود، یعنی سـعی می‌کنیم که سوخت هیدروکربونی را از کربن عاری بکنیم، این به چه روش صورت می‌گیرد؟ به روش واکنش شیفتی که روی بخار آب و سوخت سنگین یـا گازی که این واکنش در دو مرحله پدید می‌آید. محصول این واکنش هیدروژن و CO_2 خالص اسـت. هیدروژن به عنوان سـوخت می‌تواند به کار رود هر چند که بسیار نادر اسـت و در حال حاضر به عنوان سوخت تجارتی محسوب نمی‌شود. اما چون هزینه‌های جذب دی‌اکسـیدکربن در این شـیوه پایین می‌آید از آن اسـتفاده می‌شـود. البته در ادامهٔ روند توسعهٔ صنایع انرژی دنیا مسائلی در رابطه با هیدروژن وجود دارد که در ادامهٔ بحث به آن اشاره می‌کنم. روش اکسیسیون یا اکسیداسیون سوخت که این روش یک خواستگاه و یک بستر ناخواسته در دههٔ ۱۹۸۰ داشت که ارتباطی هم با پروتکل کیوتو نداشت.

در انگلستان مسئولین حمل و نقل اعتصاب کردند. با توجه به اینکه اکثر نیروگاه‌های انگلیس سـوخت ذغال سنگی مصرف می‌کردند، این مسئله بحران بزرگی را برای آن دولت ایجاد کرد و در ضمن قانونی هم برای بازداشت اعتصابیون وجود نداشت. طبیعتـاً نیروگاه‌ها به دنبال راه چاره گشـتند. راه چاره ایـن بود که در مبدأ تولیـد ذغال سـنگ، آن را به سـوخت گازی تبدیل کنند و این مسـئله بـدون توجه به پروتـکل کیوتو صورت گرفت. بعد از امضـای پروتکل کیوتو، این روش قدیمی به لحاظ راندمان نیروگاه و به لحاظ سادگی جذب CO_2 توسعهٔ بیشتری پیدا کرد، زیرا منواکسیدکربن به شکل خالص می‌سوزد و گازهای ناخواستهٔ کناری مانند نیتروژن، بخـارآب و ... بـه وجود نمی‌آید. در نتیجه حجم در جداسـازی کاهش پیدا می‌کند و امـروزه به همین دلیل مورد توجه قرار گرفته اسـت. علاوه‌بر اینکه حمل و نقل مواد جامد را نیز کاهش می‌دهد. توضیح مختصری بود در ارتباط با اینکه این سـه روش به لحاظ شـیمیایی و فنی چه هسـتند. تجاربی هم وجود دارد در دنیا برای خطوط انتقال دی‌اکسیدکربن که بستر رشد آنها ایالات متحده بوده که در تگزاس و کولورادو از دههٔ ۱۹۷۰ پروژه‌های ازدیاد برداشـت را که خطوط لوله‌های بسـیار طولانی دارند به کار گرفتند.

نمونهٔ پروژه‌های عملیاتی در سطح جهانی

شرکت‌های «بی. پی»، «کونوکوفیلیپس»، «شل» و «اسکاتیش و سوثرن انرژی» ائتـلاف مهندسـی را برای طراحی نخسـتین پروژهٔ تولید بـرق از هیدروژن بدون انتشار کربن در ابعاد صنعتی تشکیل دادند. گازکربنیک به دست آمده از این فرآیند نیز بـرای ذخیره‌سـازی به منابع نفت دریای شـمال منتقل خواهد شـد. هدف از ایـن طرح، کاهـش میزان انتشـار گازکربنیک تولید شـده از نیروگاه‌ها در جو تا میـزان ۹۰ درصد می‌باشـد. بررسـی‌های مطالعاتی مقدماتی برای امکان‌سـنجی مهندسی این طرح تاکنون تکمیل شده است. شرکت‌های همکار نیز اکنون سرگرم فعالیت‌های طراحی مهندسـی بیشتر و مفصل‌تر در تمام این پروژه به منظور تأیید امکان‌سـنجی اقتصادی آن هستند. پیش‌بینی می‌شود این طرح در نیمهٔ دوم سال ۲۰۰۶ تکمیل شود. با پایان یافتن بررسی‌ها، سال آینده دربارهٔ سرمایه‌گذاری نهایی در آن تصمیم‌گیری خواهد شـد و انتظار می‌رود فعالیت آن در سـال ۲۰۰۹ شروع شود. در صـورتی که این طرح کاملاً به اجـرا در بیاید بـه سرمـایـه‌گـذاری در حدود ۶۰۰ میلیون دلار نیاز خواهد بود. با عملیاتی شدن این طرح سالانه از انتشار حـدود ۱/۳ میلیون تن گازکربنیک جلوگیری شـده و این میزان گاز در حوزهٔ نفتی میلر که در اختیار بی.پی اسـت ذخیره خواهد گردید. این طرح قابلیت عرضهٔ بـرق بدون انتشـار کربن معادل مصرف ۲۵۰ هزار خانوار انگلیسـی را دارد. تزریق CO_2 در مخزنی درکانادا به صورت تجارتی از سـال ۲۰۰۰ آغاز شـده اسـت که مطابق برنامه‌ریـزی باید ۲۰ میلیون تن گاز CO_2 در این مخزن دفن شـود. جنس مخزن یاد شده کربناته می‌باشد که مشابه بسیاری از مخازن موجود در ایران است. میدان یاد شـده در سـال ۱۹۵۴ در کانادا به وسـعت ۱۸۰ کیلومتر مربع کشف گردیده و ذخیرهٔ نفت آن بالغبر ۴/۱ میلیارد بشـکه می‌باشـد. بزرگترین پروژهٔ ازدیاد برداشت به وسـیلهٔ تزریق CO_2 توسـط شرکت شـل در دنور ایالات متحده آمریکا به اجرا درآمده است.