

جداسازی و ذخیره سازی ژئولوژیکی دی اکسید کربن

محمد رستمی زاده*، عبدالصمد زرین قلم

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی شیمی

Rostamizadeh@modares.ac.ir

چکیده

جداسازی و ذخیره سازی ژئولوژیکی دی اکسید کربن، یک تکنولوژی توانمند است که امکان ادامه استفاده از سوختهای فسیلی در قرن حاضر را فراهم خواهد کرد. بدلیل نامحدود، ارزان و در دسترس بودن، استفاده از این نوع سوخت ها برای تولید نیرو و فرآیندهای احتراق در صنایع حائز اهمیت است اما بدلیل تولید CO_2 ، برای محیط زیست زیان بار هستند. جداسازی CO_2 از فرآیندهای احتراق میتواند توسط روشهای مختلفی از جمله Pre-Combustion، Post-Combustion و Oxy-Combustion صورت گیرد که در حال حاضر هر سه روش مورد تحقیق و بررسی هستند. برای ذخیره سازی درازمدت دی اکسید کربن، اکثراً مخازن نفت، گاز و دریاچه های آب نمک در اعماق زمین مطرح هستند که از این بین، تزریق گاز CO_2 به مخازن جهت ازدیاد برداشت نفت، در مقیاس تجاری اجرا شده است. در این مقاله روشهای رایج و نوین جداسازی و ذخیره سازی دی اکسید کربن، میزان توسعه و موانع موجود بررسی شده است.

کلمات کلیدی: گازهای گلخانه ای، احتراق، جداسازی دی اکسید کربن، ازدیاد برداشت نفت

۱. مقدمه

بررسی دماهای ثبت شده در طول سالیان دراز، نشانگر افزایش تدریجی متوسط دمای جهان در حدود ۰.۷۶ در ۱۵۰ سال گذشته می باشد [۱]. اگر فعالیت های تجاری و صنعتی جهان به همین منوال ادامه یابد، تخمین زده می شود در اواخر این قرن شاهد تغییرات قابل توجهی در آب و هوای جهان خواهیم بود و افزایش دما بسته به میزان آلودگی ها، در حدود $1.1^{\circ}C$ - $6.3^{\circ}C$ قرار خواهد گرفت [۱]. در حالت کلی پذیرفته شده است که اصلی ترین دلیل افزایش دمای زمین، افزایش غلظت گازهای گلخانه ای مثل CO_2 ، CH_4 و N_2O در اتمسفر می باشد. این افزایش از زمان انقلاب صنعتی بدلیل افزایش فعالیت های انسان، قابل توجه بوده است. استفاده بی رویه از زمین

جهت کشاورزی و تخریب جنگل‌ها عمده‌ترین دلیل افزایش غلظت متان و اکسید نیتروژن می‌باشد و از طرف دیگر افزایش مصرف سوخت فسیلی دلیل عمده افزایش غلظت CO_2 در اتمسفر می‌باشد. بطوریکه غلظت CO_2 از مقدار ۱۸۰ ppm مربوط به دوران قبل از صنعتی شدن، به ۳۸۰ ppm در سال ۲۰۰۵ افزایش یافته است [۲]. این گاز مانند شیشه روی یک گلخانه، به گرمای خورشید اجازه ورود می‌دهد اما از خروج آن جلوگیری میکند. به این ترتیب سطح زمین به تدریج گرمتر خواهد شد. از اینرو دی‌اکسیدکربن مهمترین گاز گلخانه‌ای محسوب می‌شود که دو سوم اثرات زیان‌بار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن می‌باشد [۳]. در ۳۰ سال آینده میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در اثر تولید و مصرف انرژی، با آهنگی سریع‌تر از رشد مصرف انرژی پایه، افزایش خواهد یافت. میزان انتشار آن بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ با رشد یکنواخت ۱.۸ درصد در سال، در نهایت به ۳۸ میلیارد تن در سال خواهد رسید که به منزله ۷۰ درصد افزایش نسبت به میزان انتشار سالانه کنونی است. دو سوم این افزایش ناشی از مصرف در کشورهای در حال توسعه خواهد بود و بخش تولید نیرو و حمل و نقل، بیش از ۷۵ درصد افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن را موجب خواهند شد [۴]. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در اتمسفر و پیامدهای آن، جهان را با تغییرات برگشت‌ناپذیر و تهدید آمیزی مواجه ساخته است. افزایش دمای کره زمین، تغییرات آب و هوای و بالا آمدن سطح دریاها از جمله این پیامدها محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، اتمام قریب الوقوع منابع فسیلی و پیش‌بینی افزایش قیمت، سیاست‌گذاران را به پیشنهاد سیاست‌هایی برای کنترل محیط زیست و پژوهشگران را به توسعه منابع با آلودگی کمتر و تجدیدپذیری که توان بالقوه‌ای برای جانشینی با سیستم انرژی کنونی دارند، ترغیب می‌کند. یک روش که می‌تواند در کاهش آلودگی گازهای گلخانه‌ای موثر باشد، تکنولوژی جداسازی و ذخیره سازی دی‌اکسیدکربن^۱ (CCS) می‌باشد که در آن CO_2 از منابع بزرگ تولید آن مثل نیروگاهها و پالایشگاهها جداسازی شده و در اعماق زمین ذخیره سازی می‌شود. مهمترین مناطق جهت ذخیره سازی دی‌اکسیدکربن می‌توان به مخازن نفت و گاز از کار افتاده، نمک زارهای زیر زمینی و اقیانوس‌ها اشاره کرد [۵ و ۶]. سازمان سوخت فسیلی آمریکا^۲ DOE تحقیقاتی را جهت امکان‌سنجی این روش از نقطه نظر اقتصادی و اثرات زیست محیطی آغاز کرده است [۷]. در این مقاله روشهای رایج و نوین جداسازی و ذخیره سازی ژئولوژیکی^۳ دی‌اکسیدکربن، میزان توسعه یافتگی و موانع موجود برای این تکنولوژی بررسی شده است.

¹ Carbon Capture and Storage

² Department of Energy

³ Geological

۲. تکنولوژیهای جداسازی دی اکسید کربن

در زمینه جداسازی دی اکسید کربن از فرآیندهای احتراق سه تکنولوژی وجود دارد که عبارت اند از: Post-Combustion، Pre-Combustion و Oxy-Combustion. در جداسازی Post-Combustion، دی اکسید کربن بعد از انجام احتراق، از جریان گازی حاصل از احتراق جداسازی میشود. این روش اصولاً برای نیروگاههایی با سوخت زغال سنگ می باشد که در آنها احتراق با هوا صورت می گیرد. در جداسازی Pre-Combustion، دی-اکسید کربن قبل از احتراق، از سوخت مورد استفاده جداسازی می شود و در Oxy-Combustion در احتراق به جای هوا از اکسیژن تقریباً خالص استفاده می شود. در جدول ۱ مزایا و معایب هر سه روش ارائه شده است.

جدول ۱- مزایا و معایب تکنولوژیهای جداسازی CO₂

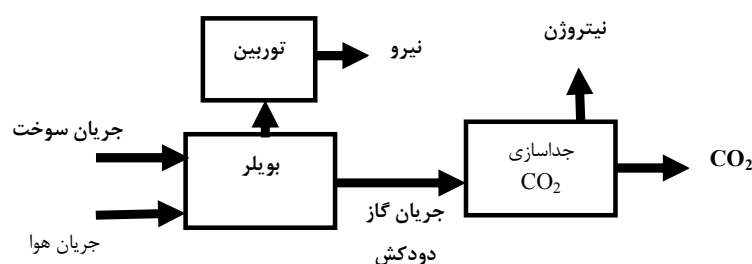
تکنولوژی	مزایا	معایب و محدودیت ها
Post-Combustion	- قابلیت اجرا در صنایع موجود - قابلیت بازبینی کردن فرآیند	- جریان گازی رقیق از CO ₂ - تولید CO ₂ در فشار پایین
Pre-Combustion	- تولید جریان غنی از CO ₂ - تولید CO ₂ در فشار بالا	- هزینه بالا - سیستم های جانبی گسترده
Oxy-Combustion	- غلظت بالای CO ₂ در جریان دودکش	- هزینه سیستم جداسازی هوا - بهره وری پایین فرآیند

۱.۲. جداسازی Post-Combustion

جداسازی Post-combustion شامل حذف CO₂ از جریان گازی دودکش حاصل از احتراق می باشد. شکل ۱ شمای کلی این فرایند را نشان می دهد. هوای مورد استفاده در نیروگاههای موجود تقریباً دارای ۲۹٪ نیتروژن می باشد و جریان گاز دودکش تولیدی در فشار اتمسفر و عمدتاً دارای غلظت CO₂ کمتر از ۱۵٪ است بنابراین نیروی محرکه ترمودینامیکی برای گرفتن CO₂ از جریان گازی دودکش کم است (فشار نسبی CO₂ عموماً کمتر از ۰.۱۵ atm است) که این امر، یک انگیزه برای توسعه فرایندهای جداسازی پیشرفته و مقرون به صرفه ایجاد کرده است. با وجود این مشکل، جداسازی کربن Post-combustion بزرگترین پتانسیل زود بازده برای کاهش آلودگی گازهای گلخانه ای است. زیرا که این روش می تواند واحدهای موجود که دو سوم آلودگی CO₂ در بخش نیرو را تولید می کنند، بهبود ببخشد. رایج ترین روش در این زمینه استفاده از ترکیبات آمونیاک برای جذب دی اکسید کربن از گازهای خروجی نیروگاه ها است. در این روش، آمین ها با CO₂ واکنش می دهند و مواد قابل

حل در آب تشکیل می دهند از اینرو، آمین ها توانایی گرفتن CO_2 از جریانات با فشار نسبی پایین CO_2 را دارند اما ظرفیت با تعادل محدود می شود.

روش درحال توسعه دیگر، استفاده از یک غشا غیرآلی (معدنی) می باشد. تحقیقات دانشگاه New Mexico نشان داده است که امکان تهیه یک غشا سیلیکایی وجود دارد که بتواند جداسازی انتخابی CO_2 از CH_4 را انجام دهد و یک غشا میکروحفره غیرآلی سیلیکایی حاوی گروههای عامل آمین برای جداسازی CO_2 از گاز دودکش توسعه داده است. غشا توسط روش سل-ژل^۱ تهیه شده بود که با بهینه سازی غشا، اندرکنش های قوی بین نفوذ مولکولهای CO_2 و گروههای عامل آمین، موجب افزایش نفوذ انتخابی CO_2 در طول حفره های غشا می شود بطوریکه از نفوذ سایر گازها مثل O_2 ، N_2 ، SO_2 جلوگیری شود [۸].



شکل ۱- نمای کلی جداسازی Post-combustion

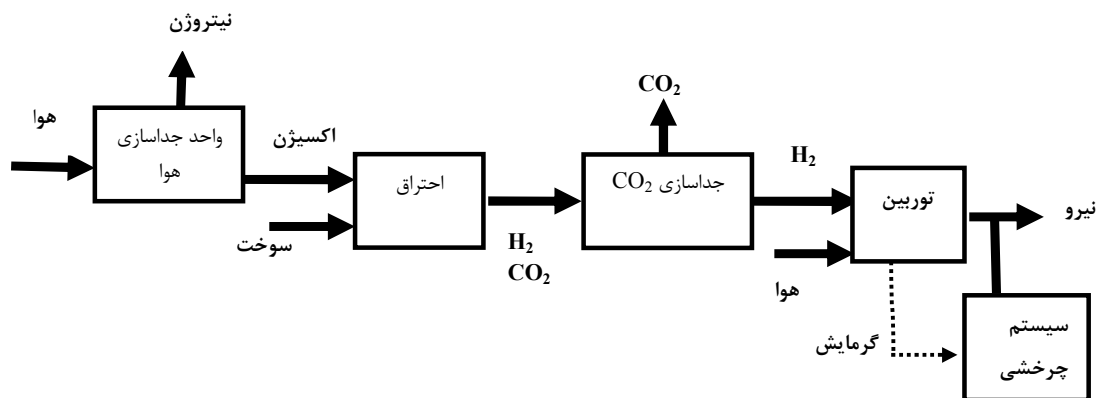
۲.۲. جداسازی Pre-Combustion

در این روش CO_2 قبل از انجام احتراق از سوخت گرفته می شود بدین صورت که با مخلوط کردن سوخت با اکسیژن و (یا) بخار آب در دمای بالا، هیدروژن و منواکسیدکربن تولید می کنند که در اثر واکنش در راکتور تبدیل^۲، دی اکسیدکربن و هیدروژن اضافی باقیمانده بدست می آید. بعد از واکنش دوم، دی اکسید کربن می تواند از هیدروژن توسط غشاها یا سایر روشها جداسازی شود. اگرچه مرحله تبدیل سوخت بسیار پیچیده و هزینه بر است اما غلظت بالای CO_2 تولیدی در راکتور تبدیل و فشار بالای آن موجب برتری این روش از نقطه نظر انرژی نسبت به سیستم های جداسازی Post-combustion شده است. واضح است که هر اندازه غلظت و فشار جریان حامل CO_2 افزایش یابد، به همان میزان، اندازه و هزینه تجهیزات جداسازی هم کاهش می یابد. شکل ۲ نشانگر شمای کلی این فرآیند می باشد. روش رایج در این زمینه استفاده از یک حلال فیزیکی است که به صورت انتخابی CO_2 را جذب می کند بدون اینکه واکنش شیمیایی انجام شود. میزان جداسازی به حلال

¹ Sol-gel

² Shift Reactor

مورد استفاده، فشار جرئی CO₂ در جریان گاز و دما بستگی دارد. در فشارهای جزئی بالا و دماهای پایین این روش بسیار مطلوب است اما بدلیل دمای بالای محصولات احتراق، سردسازی آنها هزینه بر می باشد و از معایب حلالهای فیزیکی به شمار می آید. در راستای رفع این مشکل،¹ RTI یک ماده جاذب جدید و بسیار فعال سیلیکات لیتیم (Li₄SiO₄) برای حذف CO₂ در دماهای بالا ارائه کرده است. این ماده کاملاً مناسب برای حذف CO₂ از گازهای سنتز تولید شده در اثر تبدیل سوخت های کربنی به گاز است (زغال، کک و گاز طبیعی). آزمایشات گسترده در مقیاس آزمایشگاهی این ماده در دو فرآیند بسترهای ثابت و بسترهای سیال، توانایی حذف بیش از ۹۰٪ دی اکسیدکربن، از گاز سنتز شبیه سازی شده را نشان داده است. جاذب سیلیکات لیتیم در محدوده دمایی ۲۵۰-۵۵۰°C و فشار ۰-۲۰ atm و غلظت CO₂ از ۲ تا ۲۰٪ در حضور مواد مضر مثل H₂S بسیار موثر است [۹ و ۱۰].



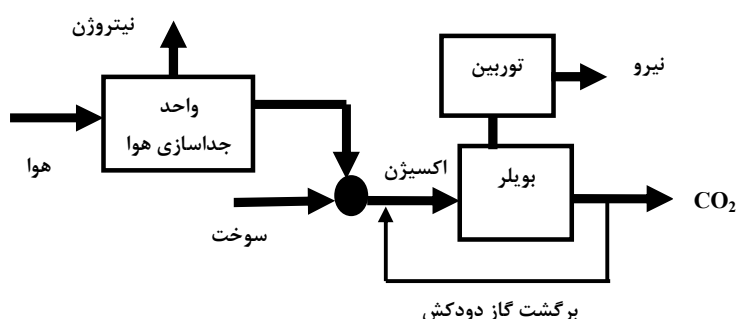
شکل ۲- نمای کلی جداسازی Pre-Combustion

۳.۲ جداسازی Oxy-Combustion

یک روش دیگر برای گرفتن کربن از گاز دودکش، اصلاح فرآیندهای احتراق است بطوریکه گاز دودکش، غلظت بالایی از CO₂ داشته باشد. یک تکنولوژی ممکن برای این مورد Oxy-Combustion است. بنحوی که سوخت با مخلوط اکسیژن تقریباً خالص و گاز دودکش برگردانده شده، سوزانده می شود (بیش از ۹۵٪). همانطور که شکل ۳ نشان داده شده است در اکثر مدل های اخیر ارائه شده در این مورد، یک واحد Cryogenic جداسازی هوا به منظور فراهم کردن اکسیژن با خلوص بالا، جهت احتراق وجود دارد. این اکسیژن با خلوص بالا با گاز دودکش برگشت داده شده، قبل از احتراق مخلوط می شود. محصولات احتراق اکثراً آب و CO₂ هستند که آب

¹Research Triangle Institute

براحتی توسط کندانس و O_2 موجود توسط خشک کردن جدا می شود تا از ایجاد خوردگی در مخلوط جلوگیری شود. بدلیل کاهش حجم گاز دودکش و افزایش غلظت CO_2 ، هزینه گرفتن کربن در یک نیروگاه Oxy-Combustion کمتر از نیروگاههای PC موجود است، اما هزینه جداسازی هوا و برگشت دادن گاز دودکش به طور قابل توجه سود اقتصادی آن را کاهش می دهد. بدین منظور، Praxair طرحی ارائه کرده است که به جای واحد جداسازی هوا، از یک غشاء سرامیکی در طول بویلر استفاده شود بنحوی که هوا به داخل غشاء پمپ می شود و اکسیژن خالص با نفوذ از غشاء، با سوخت احتراق انجام می دهد و هوای باقیمانده پس از بازیافت حرارتی به اتمسفر تخلیه می گردد [۱۱].



شکل ۳- نمای کلی جداسازی Oxy-Combustion

۳. ذخیره سازی دی اکسید کربن

جهت ذخیره سازی دراز مدت و ایمن دی اکسید کربن جداسازی شده، چندین روش وجود دارد. با توجه به اینکه هدف ذخیره CO_2 برای صدها یا هزاران سال می باشد بنابراین مکان های ذخیره بایستی خصوصیات ایمنی بالا، ارتباط کم با محیط زیست و تطابق با استانداردهای تکنیکی و زمین شناسی داشته باشند. در حالت کلی روشهای ذخیره سازی دی اکسید کربن جداسازی شده، عبارتند از: ذخیره سازی به شکل مایع یا گاز در اقیانوس، ذخیره سازی در اعماق زمین [۱۲ و ۱۳].

۱.۳. ذخیره سازی در اقیانوس

در مناطقی که به میادین تخلیه شده نفت و گاز دسترسی یا امکان تزریق گاز به مخازن نمکی زیر زمینی وجود ندارد، اقیانوس مکان نسبتاً مناسبی برای ذخیره سازی دی اکسید کربن می باشد. ذخیره CO_2 در اقیانوس عبارت است از تزریق CO_2 به عمق بالای ۱۰۰۰ متری، اقیانوس موقعیتی که بدلیل شرایط دما و فشاری موجود، دی اکسید کربن یا حل خواهد شد یا با تشکیل هیدرات برای هزاران سال ذخیره خواهد شد. شتاب بخشیدن به انتقال CO_2 از اتمسفر به اعماق اقیانوس منطقی بنظر می رسد، پروژه ای که در صورت تحقق، تخمین زده

میشود به میزان ۲ Gt دی اکسیدکربن بازای هر سال را از اتمسفر برای یک دروه بیش از ۱۰۰۰ سال بتواند دفع کند [۱۴]. با این حال، ابهاماتی در مورد فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی، بهره وری ذخیره، هزینه، امکان پذیری تکنیکی و تاثیرات زیست محیطی این پروژه مطرح می باشد. تزریق مقدار کمی CO₂، تغییرات قابل توجه PH در منطقه تزریق اقیانوس ایجاد کرده است از این رو تزریق هزاران Gt دی اکسیدکربن، احتمالاً PH کل اقیانوس را تغییر دهد که برای حیات موجودات آبی خطرناک می باشد [۱۵] بنابراین ذخیره سازی CO₂ در اقیانوس یک گزینه ای است که اگرچه مورد مطالعه و در تعداد محدودی از کشورها آزمایش شده است اما بطور دقیق از نقطه نظر اقتصادی و ایمنی مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

۲.۳. ذخیره سازی در اعماق زمین

ذخیره CO₂ به شکل ژئولوژیکی، تکنولوژی است که در اکتشافات نفت و گاز نیز استفاده می شود. براساس مطالعات اخیر انجام شده، مناطق قابل استفاده برای این تکنولوژی عبارتند از:

۱- نمک زارهای عمیق

۲- مخازن هیدروکربنی که هنوز مورد استفاده اند.

۳- مخازن هیدروکربنی غیر قابل استفاده

۴- بسترهای زغالی

ذخیره سازی دی اکسیدکربن در مخازن هیدروکربنی یا در نمک زارهای عمیق معمولاً در عمق های کمتر از ۸۰۰ متر انجام شده است بطوریکه شرایط دما و فشار موجود، بطور حتم CO₂ را در حالت بحرانی یا فوق بحرانی نگه می دارد. تحت این شرایط، دانسیته دی اکسیدکربن ۵۰-۸۰٪ دانسیته آب مایع خواهد بود که در حدود دانسیته نفت خام می باشد در نتیجه نیروی شناوری، CO₂ را به سمت بالا سوق می دهد. به همین دلیل این مناطق بایستی به اندازه کافی پوسته صخره ای داشته باشند تا از عدم نشت CO₂ اطمینان حاصل کرد. به موقع تزریق، دی اکسیدکربن متراکم می شود و فضاهای حفره ای را در اثر جابجایی نسبی مایعات موجود در زیر زمین، اشغال می کند که میزان اشغال به مکانیزم های فیزیکی و زمین شناسی بستگی دارد. با توجه به اینکه مخازن هیدروکربنی نفت و گاز را برای هزاران سال به طور کاملاً ایمن نگه داشته اند، برای ذخیره سازی CO₂ مناسب می باشند. از اینرو از ۳۰ سال پیش در آمریکا از تزریق CO₂ برای ازدیاد برداشت^۱ (EOR) استفاده می شود و در اروپا تجربه ۱۵ سال تزریق گاز های اسیدی (CO₂ و H₂S) در Western Canada وجود دارد [۱۶ و ۱۷]. ذخیره سازی دی اکسیدکربن در مخازن نفت در قالب ازدیاد برداشت، موضوعی است که می تواند با افزایش تولید نفت، هزینه های ذخیره سازی را جبران کند. از پروژه های ذخیره سازی CO₂ در مقیاس تجاری، تعداد خیلی کمی از آنها به منظور دفع آلودگی هوا می باشد. نزدیک به ۹۰ پروژه ازدیاد برداشت در جهان وجود دراد

^۱Enhance Oil Recovery

که اکثر آنها در تگزاس آمریکا می باشد که تقریباً ۳۰ Mt/yr دی اکسیدکربن با خط لوله ای به طول ۳۰۰۰ کیلومتر منتقل و تزریق می شود. با این حال، اکثر دی اکسیدکربن مورد استفاده در تگزاس و دیگر پروژه های ازدیاد برداشت در آمریکا از مخازن بزرگ گازی در Colorado و New Mexico تامین می شود [۱۷] بنابراین هیچ کمکی به کاهش میزان CO₂ اتمسفر نمی کند در حالی که در صورت بهبود فرآیندهای CCS و کاهش هزینه های آن، استفاده از این تکنولوژی در پروژه های EOR، تاثیر بسزایی در کاهش آلودگی اتمسفر خواهد داشت.

۴. جمع بندی

سوخت های فسیلی، اکثراً غال سنگ، بدلیل نامحدود، ارزان و در دسترس بودن جهت تولید نیرو و احتراق در فرآیندهای صنعتی استفاده می شود که موجب افزایش غلظت دی اکسیدکربن در اتمسفر شده است موضوعی که به اعتقاد اکثر کارشناسان دلیل عمده تغییرات آب و هوا می باشد و در تلاش برای کاهش آلودگی اتمسفر می باشند. بدین منظور جداسازی و ذخیره سازی ژئولوژیکی دی اکسیدکربن می تواند نقش مهمی در کاهش CO₂ اتمسفر داشته باشد. در این تکنولوژی بسته به نوع فرآیند، دی اکسیدکربن، قبل یا بعد از احتراق جداسازی می شود و پس از انتقال به مکانهای ذخیره، به اعماق زمین (مخازن نفت و گاز، نمکزارهای زیر زمینی و اقیانوس) تزریق می شود. در جدول ۲ وضعیت توسعه اجزای تکنولوژی CCS را به اختصار نشان داده شده است. از دلایل مهم نبود این نوع عملیات در مقیاس بزرگ، هزینه بالای و اثرات زیست محیطی آن می باشد اما بدلیل افزایش قیمت نفت، تمایل به تزریق CO₂ به مخازن نفت جهت ازدیاد برداشت افزایش یافته است که در اثر افزایش برداشت، هزینه های CCS جبران می شود.

جدول ۲- وضعیت توسعه اجزای مورد بحث تکنولوژی CCS

تجاری	مقرون به صرفه اقتصادی تحت شرایط خاص	فاز توسعه	فاز تحقیقاتی	نوع تکنولوژی	اجزای CCS
	*			Post-Combustion	جداسازی
	*			Pre-Combustion	
		*		Oxy-Combustion	
*				ازدیاد برداشت	ذخیره سازی ژئولوژیکی
	*			مخازن نفت و گاز	
	*			نمکزارهای زیر زمینی	
			*	تزریق مستقیم	ذخیره سازی در اقیانوس

- [1] IPCC (Intergovernmental panel on climate change). Climate change 2007: The physical science basis. Fourth assessment report, IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland, 2007.
- [2] IEA (International Energy Agency). Energy technology perspectives: scenarios and strategies to 2050. Paris, France: IEA/OECD; 2006.
- [3] Bryant E. Climate process and change. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1997.
- [4] Hoffert MI, Caldeira K, Jain AK, Haites EF, Harvey LDD, Potter SD, et al. Energy implications of future stabilization of atmospheric CO₂ content. Nature, 395(1998)881.
- [5] IEA (International Energy Agency). Prospects for CO₂ capture and storage. Paris, France: IEA/OECD; 2004.
- [6] Kanel, J.S., Overview: industrial application of ionic liquids for liquid extraction, presented at Chemical Industry Vision 2020 Technology Partnership Workshop. New York.
- [7] Huesemann MH. The limits of technological solutions to sustainable development. Clean Technol Environ Pol; 5(2008)21.
- [8] Zhang, L.F., The southwest regional carbon sequestration partnership—development of CO₂ capture technology. In: Second Annual Carbon Capture and Transportation Working Group Workshop, Palo Alto, CA, 2006.
- [9] Li, W., Gangwal, S.K., Gupta, R.P., Turk, B.S., Development of fluidizable lithium silicate-based sorbents for high temperature carbon dioxide removal. In: Proceedings of the 23rd International Pittsburgh Coal Conference, Pittsburgh, PA, 2006.
- [10] Li, W., Turk, B.S., Gangwal, S.K., Nelson, T.O., Gupta, R.P., Park, S., Tamhankar, S., High temperature carbon dioxide removal from syngas using lithium silicate-based sorbents. In: Proceedings of the 22nd International Pittsburgh Coal Conference, Pittsburgh, PA, 2005.
- [11] Shah, M.M., van Hassel, B., Christie, M., Li, J., CO₂ capture by membrane based oxy-fuel boiler. In: Proceedings of the 2006 Conference on Carbon Capture and Sequestration, Alexandria, VA, 2006.
- [12] Van der Meer B. Carbon dioxide storage in natural gas reservoirs. Oil & gas science technology. Revue de l'IFP, 60(2005)527.
- [13] Bentham M, Kirby G. CO₂ storage in saline aquifers. Oil & gas science technology. Revue de l'IFP ; 60(2005)559.
- [14] Christolm SW, Falkowski PG, Cullen JJ. Discrediting ocean fertilization. Science; 294(2001)10.
- [15] Seibel BA, Walsh PJ. Potential impacts of CO₂ injection on deep-sea biota. Science; 294(2004)20.
- [16] Moritis G. CO₂ injection gains momentum. Oil Gas J ; 104(2006)37.
- [17] Gozalpour F, Ren SR, Tohidi B. CO₂ EOR and storage in oil reservoirs. Oil & gas science technology. Revue de l'IFP ; 60(2005)537.

CO₂ Capture and Geological Storage

Mohammad Rostamizadeh^{*}, Abodlsamad Zarrin ghalam

Dept. of Chemical Engineering, Faculty of Engineering , Tarbiat Modares University
Rostamizadeh@modares.ac.ir

Abstract

Carbon dioxide capture and geological storage is an enabling technology that will allow the continued use well into this century of fossil fuels, they are important for power generation and combustion in industrial processes because they are relatively abundant, cheap, available. But fossil fuels produce CO₂ that it is harmful for environment. CO₂ capture from combustion processes can be achieved by various approaches: post-combustion capture, pre-combustion capture, and oxy-combustion. All three of these pathways are under investigation. For long-term CO₂ storage, geological media are mainly oil and gas reservoirs and deep saline aquifers that storage of gases, including CO₂, in these media has been demonstrated on a commercial scale by enhanced oil recovery operations. This paper discusses the current status of the development and barriers of CO₂ capture and storage.

Keywords: Greenhouse gases, combustion, CO₂ capture, Enhanced oil recovery