

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران

## مروری بر روش های مختلف تسخیر و ذخیره سازی کربن

احسان قناعت پیشه<sup>۱</sup>، حمید بهمنش<sup>۲</sup>، حسین وحدانی<sup>۳</sup>

کارشناسی مهندسی نفت (بهره برداری) ، دانشجوی دکترای مخازن ، کارشناسی ارشد مخازن

(شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی)

### چکیده:

از آنجا که روز به روز میزان مصرف منابع تجدید ناپذیر رو به افزایش است و سوختن نفت و گاز باعث تولید مقدار زیادی کربن دی اکسید می شود که ورود این گاز گلخانه ای به جو، گرم شدن زمین و تبعات جبران ناپذیر آن را به دنبال دارد، لذا می بایست با شناخت روش های گوناگون از میان برداشتن این گاز و همچنین استفاده از تجربیات موجود در این زمینه با این پدیده برخورد کرد. در ضمن با از بین بردن این گاز می توان مقدمات ازدیاد برداشت از مخازن هیدروکربنی را فراهم نمود. در این مقاله روش های مختلف تسخیر و ذخیره سازی کربن دی اکسید مورد مطالعه قرار گرفته است که به نظر می رسد از میان روش های گوناگون، ذخیره سازی در سفره های آب زیرزمینی مناسب تر می باشد.

واژگان کلیدی: تسخیر کربن - ذخیره سازی کربن دی اکسید - ازدیاد برداشت

- 
- 1- شیراز- میدان امام حسین - شرکت ملی نفت ایران (زاگرس جنوبی) - مهندسی بهره برداری  
[ehsan.ghanaatpisheh@gmail.com](mailto:ehsan.ghanaatpisheh@gmail.com)
  - 2- فارس-چهرم-خ هجرت جنوبی [behmaneshhamid@gmail.com](mailto:behmaneshhamid@gmail.com)
  - 3- شیراز - میدان امام حسین - شرکت ملی نفت مناطق مرکزی (زاگرس جنوبی) - مهندسی مخازن  
[hosein\\_vahdani@yahoo.com](mailto:hosein_vahdani@yahoo.com)

## 1- مقدمه

نفت، گاز و زغال تقریباً 85 درصد منابع انرژی اولیه بشر را تامین می کنند. [1] مطالعات نشان می دهند که در 20 سال آینده، با وجود فعالیت های زیادی که در جهت توسعه منابع دیگر انرژی صورت می گیرد، سهم سوخت های فسیلی در تولید انرژی اولیه ثابت خواهد ماند. [1] مشکلات تکنولوژی و صنعتی مانع از تولید انرژی از منابع دیگر در مقایسه با مصرف نفت و گاز در آینده می شود. علت اصلی اتکا به سوخت های فسیلی، افزایش تقاضای انرژی در کشورهای در حال توسعه، که افزایش استاندارد زندگی وابسته به مصرف انرژی است، می باشد.

سوختن سوخت های فسیلی مقادیر زیادی کربن دی اکسید تولید می کند. مقدار آزاد شدن CO<sub>2</sub> در جو زمین سالانه حدود 28 گیگاتن است. در قرن های اخیر میانگین غلظت CO<sub>2</sub> در جو 280ppm بوده که بعد از انقلاب صنعتی این غلظت به مقدار فعلی 390 ppm رسیده است. [2] در حال حاضر میزان رشد غلظت کربن دی اکسید در جو سالانه بین 1 تا 2 ppm می باشد. [2] در 400 هزار سال گذشته چهار چرخه تغییر ناگهانی آب و هوا وجود داشته است که مطالعات گوناگون نشان می دهند این تغییرات ناگهانی بیشتر به خاطر غلظت CO<sub>2</sub> بوده و کمتر به گازهای گلخانه ای دیگر بستگی داشته است. [3] در مقاله ای که در سال 1895 توسط سوانت آرنیوس، شیمیدان سوئدی منتشر شد وی پیش بینی کرد که افزایش غلظت CO<sub>2</sub> در جو، اثر گلخانه ای و در نتیجه گرم شدن زمین را به دنبال دارد. [4] در زغال نسبت کربن به هیدروژن (C/H) زیاد است در حالیکه گاز طبیعی در میان تمام سوخت های فسیلی پایین ترین نسبت کربن به هیدروژن را دارد. محاسبات آرنیوس نشان داد که با افزایش دو برابری غلظت CO<sub>2</sub>، از 280 به 560 ppm، متوسط دمای سطح زمین 5 تا 6 درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت و بطور شگفت آوری این محاسبات با گرم شدن کنونی مطابقت کامل دارد. بر اساس بررسی های اخیر، افزایش میزان CO<sub>2</sub> پایداری صفحات یخ های قطبی را در خطر می اندازد. [5] نشانه های متعددی وجود دارد که نشان می دهند این افزایش غلظت در جو باعث افزایش دمای زمین می شود. [3] پیامد دیگر افزایش غلظت CO<sub>2</sub>، افزایش انحلال آن در آب اقیانوس ها و اسیدی شدن آنها و تاثیر بر حیات زیر آب است. تغییرات آب و هوایی می تواند باعث تاثیرات فیزیکی، شیمیایی، زیستی، اقتصادی و سیاسی گردد. مهندسان شیمی می توانند نقش مهمی در یافتن راه حل جنبه های مختلف این تاثیرات بازی کنند. شاید تاثیرگذارترین راه حل این نگرانی از گرم شدن زمین کاهش میزان CO<sub>2</sub> آزاد شده از احتراق سوخت های فسیلی باشد. تنها سوختن زغال می تواند 20000 تن کربن دی اکسید در روز تولید کند. گزینه های دیگر، ذخیره سازی CO<sub>2</sub> در اقیانوس ها به صورت قطرات کوچک یا ایجاد دریاچه های بزرگ کربن دی اکسید می باشد. [6] هنوز راهکارهایی مانند کنترل افزایش CO<sub>2</sub> با کاشتن درخت یا به وسیله میکرو ارگانیزم های خاک تاثیرات مطلوبی به عنوان مکمل های اضافی دارند. در این چشم انداز ما بر ذخیره سازی تمرکز می کنیم و درباره ذخیره به صورت زیرزمینی در سازندهای مختلف زمین شناسی بحث خواهیم کرد. برای این کار مقرون به صرفه ترین عنصر کربن دی اکسید می باشد که نخست به صورت خلاصه بررسی می کنیم.

## 2- تسخیر کربن (Carbon Capture)

زدودن کربن دی اکسید از گازها در مقیاس بزرگ، چندین دهه هست که استفاده می شود. برخی گازهای طبیعی که از زیر زمین بدست می آیند مقادیر زیادی CO<sub>2</sub> به همراه دارند. معمولاً CO<sub>2</sub> زدوده شده در جو آزاد می شود. در سالهای اخیر برخی پروژه ها شامل زدودن CO<sub>2</sub> از گازهای طبیعی و ذخیره سازی آن زیر زمین، چه در سفره های آب شور زیرزمینی [7] و چه در مجاورت مخازن گازی خالی شده [8]، بوده است. جهت تسخیر کربن دی اکسید از نیروگاه های بزرگ تکنولوژی های اقتصادی جداسازی CO<sub>2</sub> نیاز است که حداقل 70٪ هزینه های تسخیر و ذخیره سازی را شامل شود. [9] در اینجا چهار روش تسخیر بررسی خواهد شد:

## 1-2- تسخیر postcombustion

تکنیک استاندارد برای تسخیر postcombustion استفاده از یک حلال جهت جذب CO<sub>2</sub> از دود است. آمین ها، مانند مونواتانول آمین، مدت‌هاست که به عنوان حلال استفاده می شوند. [10] به علت انحلال پذیری زیاد CO<sub>2</sub> و سرعت بالای انتقال جرم استفاده از ترکیب آمینوالکل ها با آمین ها ارائه می شود. [11] تکنیک استفاده از غشا، در زدودن کربن دی اکسید از گازهای طبیعی که CO<sub>2</sub> زیادی دارند و همچنین تسخیر از نیروگاه ها کاربرد دارد. عملکرد غشا با به کار بردن عامل شیمیایی که با CO<sub>2</sub> واکنش می دهد تسهیل می شود. [12] یکی از مزایای این نوع تسخیر ضرورت عناصر تکنولوژیکی است که به آسانی به تاسیسات موجود اضافه می شود.

## 2-2- تسخیر precombustion

غلظت کم CO<sub>2</sub> در دود، بازده روش قبل را محدود می کند اما این عیب در تسخیر precombustion، مرتفع شده است. [6] در این روش سوخت به یک گاز تمیز سنتزی (syngas) در یک کاربراتور که میتواند در فشار 65 بار یا بیشتر کار کند تبدیل شده و سپس کربن دی اکسید با غلظت بالا از گاز سنتزی قبل از رسیدنش به محفظه احتراق زدوده می شود. بنابراین گاز سنتزی دارای مقادیر زیادی هیدروژن خواهد بود. راندمان کلی با استفاده از گاز هیدروژن برای راه اندازی سلول های سوختی یا به عنوان سوخت در توربین های تولید برق، بالا خواهد رفت.

## 3-2- احتراق Oxy-fuel

احتراق Oxy-fuel با استفاده از واحد برودتی جداسازی هوا در یک مخلوط دارای اکسیژن زیاد، از دودهای بازیافت شده انجام می شود. در نتیجه محصول غنی از کربن دی اکسید و بخار آب می باشد و کربن دی اکسید با کندانس کردن بخار آب جدا می شود. این روش بر خلاف postcombustion به حلال نیاز ندارد اما نیاز به واحد جداسازی هوا ( Air Separation Unit) و بازیافت دود هزینه ها را افزایش می دهد. راه ارزان تر استفاده از اکسید فلزات به عنوان اکسیژنی که در طول احتراق آورده می شود، می باشد. [6]

## 4-2- تسخیر مستقیم از جو

شاید توسعه نیافته ترین روش، تسخیر از هوای محاصره شده جهت کاهش غلظت کربن دی اکسید موجود در جو به صورت مستقیم باشد. به خاطر فرایند سریع مخلوط شدن در جو، تسخیر هوا می تواند حتی در مناطق دور افتاده نیز موثر باشد. [13] با وجود محدودیت هایی که در تامین وجه می باشد، گزارش هایی نیز حاکی از موفقیت به وسیله جاذب های جامد و مایع ارائه شده است. [14] این روش لزوماً با نیروگاه ها در ارتباط نیست.

## 3- ذخیره سازی زیرسطحی کربن دی اکسید

در سازندهای زیر سطحی مقادیر زیادی کربن دی اکسید وجود دارد. در تعداد زیادی از مخازن نفت و گاز حجم CO<sub>2</sub> بسیار زیاد است به طوریکه در برخی مخازن نفتی حجم کربن دی اکسید بین 70 تا 80 درصد مولی و در مخازن گازی بیش از 90 درصد مولی می باشد. [15] مقادیر زیادی از CO<sub>2</sub> در سفره های آب زیرزمینی پایین تر از نفت و گاز، حل شده که در برخی مواقع تا 5٪ وزنی می رسد.

کربن دی اکسید و آب فرارترین اجزای جبه فوقانی و پوسته زمین هستند. CO<sub>2</sub> به وسیله واکنش سریع کلسیت با کوارتز در فشار و دمای بالا در جبه فوقانی تولید می شود. [16] منبع CO<sub>2</sub> در برخی مخازن نفت و گاز احتمالاً جبه فوقانی و پوسته می باشد.

کربن دی اکسید می تواند در سازندهای گوناگون زیر سطحی ذخیره شود.

### 3-1- کربن دی اکسید جهت ازدیاد برداشت نفت

در چهار دهه گذشته با تزریق  $CO_2$  به مخازن هیدروکربنی زیرسطحی کمک شایانی به ازدیاد برداشت نفت شده است. در حال حاضر در سطح دنیا چیزی حدود 70000 تن در روز، کربن دی اکسید جهت ازدیاد برداشت تزریق می شود و مقدار نفت تولید شده حاصل از این تزریق حدود 300 هزار بشکه در روز می باشد. [17] مکانیزم اصلی ازدیاد برداشت با کربن دی اکسید، حل شدن  $CO_2$  در نفت است. این حلالیت شدیداً ویسکوزیته را کاهش داده و می تواند باعث حجیم شدن نفت بین 50 تا 60 درصد شود. [18] حجیم شدن نفت از یک سو و کاهش ویسکوزیته (که موجب بهبود نسبت حرکت می شود) از سوی دیگر منجر به زیاد شدن محصول از چاه می گردد. [19,20]

### 3-2- ذخیره سازی کربن دی اکسید در مخازن نفت و گاز تهی شده

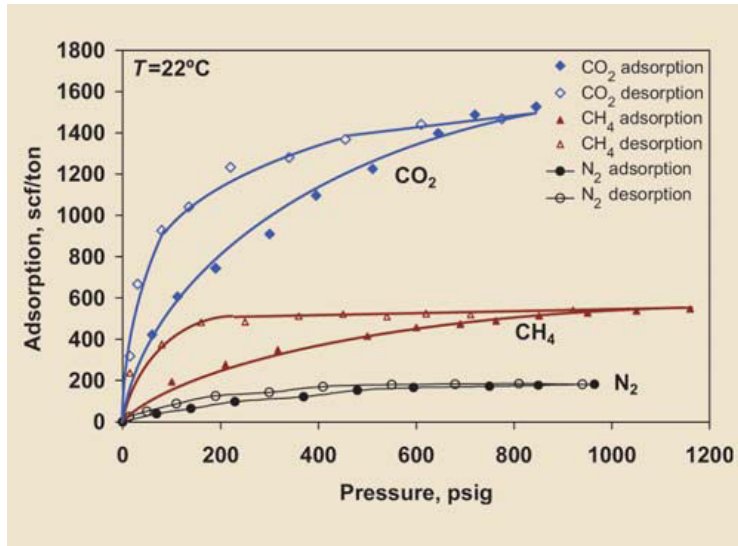
تعداد زیادی از مخازن نفت و گاز در مناطق مختلف دنیا تهی شده هستند که از برخی از آنها می توان جهت ذخیره کردن  $CO_2$  استفاده نمود. تزریق کربن دی اکسید در مخازن نفت و گاز تهی شده زمانی قابل قبول و مناسب است که از جداسازی  $CO_2$  در عملیات بهره برداری از نفت و گاز، حجم زیادی کربن دی اکسید حاصل شود. مقادیر تخمین زده شده جهت ذخیره سازی  $CO_2$  در مخازن نفت و گاز تهی شده در دنیا حدود 50 گیگاتن می باشد.

### 3-3- ذخیره سازی کربن دی اکسید در رگه های زغالی

در مخازن نفت و گاز و سفره های زیرزمینی، کربن دی اکسید تزریق شده در خلل و فرج ها به عنوان یک فاز جدا یا محلول در آب یا نفت می باشد، اما مکانیزم ذخیره سازی در رگه های زغال به گونه ای دیگر است. در رگه های زغال بخشی از متان توسط زیرلایه های سنگی جذب شده است. تزریق  $CO_2$  می تواند این متان را آزاد کرده و باعث جذب سطحی  $CO_2$  شود. [21] شکل 1 نمودار جذب سطحی برای  $CO_2$ ،  $CH_4$  و  $N_2$  را نشان می دهد. [22] بر اساس این نمودار مقدار  $CO_2$  بیشتری نسبت به  $CH_4$  و  $N_2$  جذب زغال شده است، به علاوه نمودار بیان می کند که اگر  $CO_2$  یکبار جذب شود بیشتر مقدار آن جذب شده باقی می ماند حتی اگر بعداً فشار نیز کاهش یابد.

تراوایی زغال با تغییر مقدار گاز جذب شده تغییر می کند، به عنوان مثال هنگامی که متان از زغال زدوده می شود تراوایی افزایش و هنگامی که کربن دی اکسید جذب می شود تراوایی کاهش می یابد. هرچند کم شدن تراوایی سنگ و همچنین حجیم شدن آن به علت جذب سطحی  $CO_2$  مشکلی است که باید بر آن غلبه نمود.

مقدار تخمین زده شده جهت ذخیره سازی کربن دی اکسید در رگه های زغالی حدود 100 گیگاتن می باشد. [23]



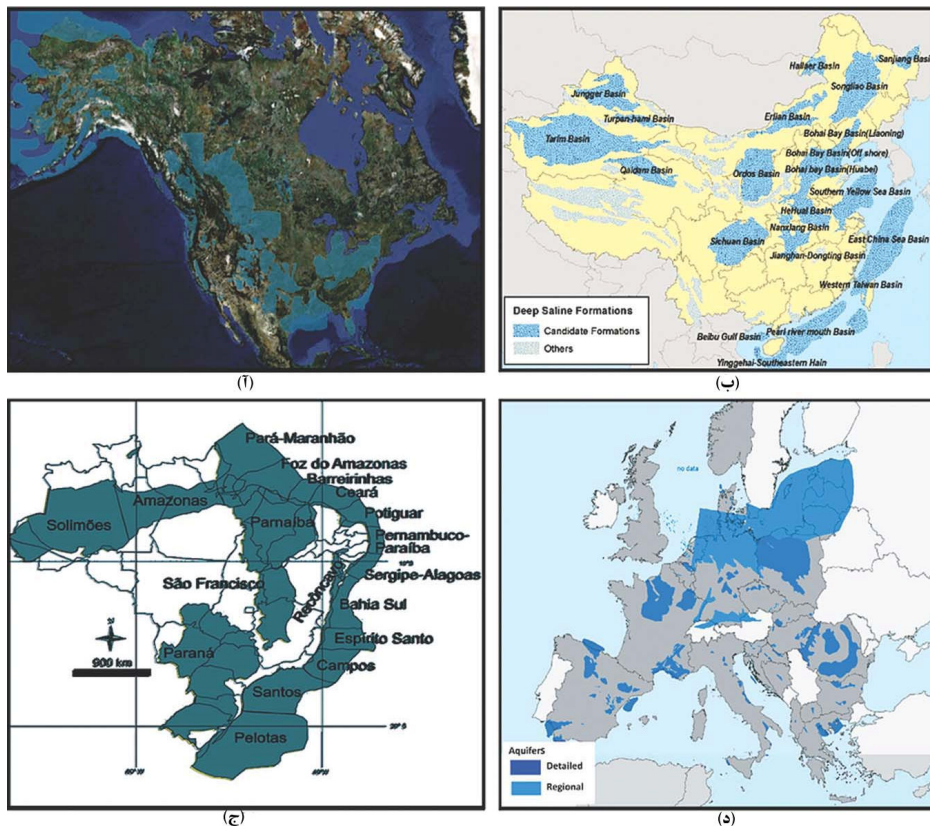
شکل 1- جذب سطحی CO<sub>2</sub>، CH<sub>4</sub> و N<sub>2</sub> روی نمونه پودر شده زغال از ناودیس [24] Powder River

#### 3-4- ذخیره سازی کربن دی اکسید در سفره های آب شور زیرزمینی

سفره های آب شور زیرزمینی نمی توانند منابع خوبی برای آب آشامیدنی یا کشاورزی باشند به همین دلیل می توان از آنها به عنوان مخازن ذخیره کربن دی اکسید استفاده نمود. مخازن نفت و گاز از نظر جغرافیایی بصورت یکنواخت توزیع نشده اند اما سازندهای عمیق که دارای آب شور هستند به شکل گسترده توزیع شده اند. به عنوان مثال مطالعاتی که توسط سازمان انرژی آمریکا (USDOE) انجام شده نشان می دهد که بیش از 90 درصد مساحت آمریکا شامل سفره های آب زیرزمینی می باشد. [23] (شکل 2)

نکته قابل توجه اینکه در بیشتر موارد یکی از فرضیات محدود کننده ثابت در نظر گرفتن مرز مشترک بین فاز آب و فاز گازی CO<sub>2</sub> می باشد. اما در واقعیت به علت تورم و افزایش حجم آب پس از تزریق، ثابت در نظر گرفتن مرزها فرضیه درستی به نظر نمی رسد.

سفره های آب زیرزمینی با ضخامت و تراوایی مناسب، حجم زیاد و فشار خوب گزینه های مناسبی جهت تزریق حجم زیادی از CO<sub>2</sub> هستند بدون آنکه فشارشان افزایش چشم گیری داشته باشد.



شکل 2- توزیع سفره های آب زیرزمینی در مناطق انتخاب شده دنیا

(آ) آمریکا و کانادا [23] (ب) چین [25] (ج) برزیل [26] (د) کشورهای پروژه EU GeoCapacity [27]

یکی از مهم ترین نکات، انتخاب سفره های آبی می باشد که قابلیت حل کردن کامل کربن دی اکسید در آب برای حداقل کردن نشت آن در جو، در مواردی که یکپارچگی پوش سنگ از بین رفته است، را داشته باشند. زیرا هنگامی که  $CO_2$  در آب حل می شود تنها مقداری افزایش سطح آب را مشاهده می کنیم بدون آنکه کربن دی اکسید آزاد شود. باید تاکید شود که به منظور حل شدن سریع  $CO_2$  در آب یا آب نمک، تنها سفره های آبی که دارای تراوایی بالا هستند مناسب می باشند. در عین حال اطلاعات کمی در مورد تراوایی سفره های آب شور در دسترس است که جهت ارزیابی سرعت انحلال  $CO_2$  مورد نیاز می باشند.

#### 4- ظرفیت ذخیره سازی کربن دی اکسید در مقیاس بزرگ

به علت مشکلات زیادی که در ذخیره سازی کربن دی اکسید وجود دارد، ناچاریم به ذخیره سازی زیرزمینی به عنوان یک تکنولوژی در میان تکنولوژی های موجود دیگر که می توانند میزان  $CO_2$  آزاد شده در جو را کاهش دهند بنگریم. شناسایی مکان های مناسب جهت ذخیره سازی نیازمند کارهای زیربنایی می باشد [28] تا  $CO_2$  تزریق شده، زیر زمین ابقا شود. همچنین این کار نیازمند محاسبات دقیق است که در این راستا استعداد و مهارت های مهندسی نفت و زمین شناسان موثر می باشد.

#### 5- نتیجه گیری

تجربیهایی که در دهه های گذشته از ازدیاد برداشت بدست آمده حاکی از آن است که تزریق CO<sub>2</sub> کاری شدنی و شاهد این امر پروژه های Weyburn و Sleipner می باشد که در مقیاس بزرگ تزریق کربن دی اکسید را به منظور ذخیره سازی آن در زیر زمین انجام داده اند. به نظر می رسد سفره های آب زیرزمینی ظرفیت مناسب تری جهت ذخیره سازی CO<sub>2</sub>، نسبت به سایر گزینه ها داشته باشند.

همچنین در سال های اخیر موفقیت های زیادی در ازدیاد برداشت از مخازن هیدروکربنی به وسیله تزریق کربن دی اکسید در مناطق مختلف دنیا، از جمله Hoteit و Firoozabadi [29]، را شاهد بوده ایم.

## مراجع

- [1] National Petroleum Council, (2007), "Facing the Hard Truths about Energy: A Comprehensive View to 2030 of Global Oil and Natural Gas", US Dept of Energy.
- [2] Doney SC, Fabry VJ, Feely RA, Kleypas JA, (2009), "Ocean acidification: The other CO<sub>2</sub> problem", *Annu Rev Mar Sci*, 1:169.
- [3] Petit JR, Jouzel J, Raynaud D, Barkov NI, Barnola JM, Basile I, Bender M, Chappellaz J, Davis M, Delaygue G, Delmotte M, Kotlyakov VM, Legrand M, Lipenkov VY, Lorius C, Pe'pin L, Ritz C, Saltzman E, Stievenard M, (1999), "Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica", *Nature*, 399:429.
- [4] Arrhenius S., (1896), "On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground", *Philos Mag*, 41:237.
- [5] Hansen J, Sato M, Kharecha P, Beerling D, Berner R, Masson-Delmotte V, Pagani M, Raymo M, Royer DL, Zachos JC, (2008), "Target atmospheric CO<sub>2</sub>: Where should humanity aim?", *Open Atmos Sci J.*, 2:217.
- [6] Plasynski SI, Litynski JT, McIlvried HG, Srivastava RD, (2009), "Progress and new developments in carbon capture and storage", *Crit Rev Plant Sci*, 28:123.
- [7] Torp TA, Gale J., (2004), "Demonstrating storage of CO<sub>2</sub> in geological reservoirs: The Sleipner and SACS projects", *Energy*, 29:1361.
- [8] Bouquet S, Gendrin A, Labregere D, Le Nir I, Dance T, Xu J, Cinar Y., (2009), "CO<sub>2</sub>CRC Otway Project, Australia: Parameters Influencing Dynamic Modeling of CO<sub>2</sub> Injection into a Depleted Gas Reservoir", SPE Offshore Europe Oil & Gas Conference&Exhibition: Aberdeen, U.K.
- [9] Haszeldine RS., (2009), "Carbon capture and storage: How green can black be?", *Science*. 325:1647.
- [10] Rochelle GT., (2009), "Amine scrubbing for CO<sub>2</sub> capture", *Science*, 325:1652.
- [11] Maneein K, Idem RO, Tontiwachwuthikul P, Wee AGH., (2010), "Comparative mass transfer performance studies of CO<sub>2</sub> absorption into aqueous solutions of DEAB and MEA", *IndEngChem Res*, 49:2857.
- [12] Francisco GJ, Chakma A, Feng X., (2007), "Membranes comprising of alkanolamines incorporated into poly (vinyl alcohol) matrix for CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> separation", *J Membr Sci.*, 303:54.
- [13] Lackner KS., (2003), "A guide to CO<sub>2</sub> sequestration", *Science*, 300:1677.
- [14] Keith, DW., (2009), "Why capture CO<sub>2</sub> from the atmosphere?", *Science*, 325:1654.
- [15] Badessich MF, Gait M, Carbone C, Dzelalija F, Giampaoli P., (2005), "Integrated Reservoir Characterization for the Redevelopment of a Highly Complex Field", SPE Europe/EAGE Annual Conference: Madrid, Spain.
- [16] Rumble D, Ferry JM. Hoering TC, Boucot AJ., (1982), "Fluid flow during metamorphism at the Beaver Brook fossil locality, New Hampshire", *Am J Sci.*, 282:886.
- [17] Koottungal L, ed., (2008), "Worldwide EOR Survey", *Oil Gas J.*, 106:47.
- [18] Moortgat J, Sun S, Firoozabadi A., (2010), "Compositional modeling of three-phase flow with gravity using higher-order finite element methods and applications to CO<sub>2</sub> injection", *Adv Water Res.* submitted.
- [19] Nasrabadi H, Firoozabadi A., (2010), "Complex flow and composition path in CO<sub>2</sub> injection schemes from density effects in 2 and 3D", *SPE ReservEval Eng.* submitted.
- [20] Sa'anchez JL, Astudillo A, Rodríguez F, Morales J, Rodríguez A., (2005), "Nitrogen Injection in the Cantarell Complex: Results after Four Years of Operation", SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference: Rio de Janeiro, Brazil.
- [21] Bachu S, Bonijoly D, Bradshaw J, Burruss R, Holloway S, Christensen NP, Mathiassen OM., (2007), "CO<sub>2</sub> Storage capacity estimation: methodology and gaps", *Int J Greenhouse Gas Control*, 1:430.
- [22] Kovscek, A.R., (2004), "CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub> Adsorption on Crushed Powder River Basin Coal" personal communication.
- [23] Carbon Sequestration Atlas of the United States and Canada II., (2008), National Energy Technology Laboratory (NETL), US Dept of Energy. Available at [http://www.netl.doe.gov/technologies/carbon\\_seq/refshelf/refshelf.html](http://www.netl.doe.gov/technologies/carbon_seq/refshelf/refshelf.html).
- [24] Jessen, K. and Orr, F.M. Jr., (2003), "Gas Cycling and the Development of Miscibility in Condensate Reservoirs", paper SPE 84070 presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Denver, 5-8 October.
- [25] Dahowski RT, Li X, Davidson CL, Wei N, Dooley JJ., (2009), "Regional Opportunities for Carbon Dioxide Capture and Storage in China: A Comprehensive CO<sub>2</sub> Storage Cost Curve and Analysis of the Potential for

*Large Scale Carbon Dioxide Capture and Storage in the People's Republic of China*", US Dept of Energy, Contract DEAC05- 76RL01830.

- [26] Ketzer JM, Villwock JA, Caporale G, da Rocha LH, Rockett G, Braum H, Giraffa L., (2007), "*Opportunities for CO2 capture and geological storage in Brazil: The CARBMAP Project*", Sixth Annual Conference on Carbon Capture and Sequestration; Pittsburgh, PA.
- [27] Anthonsen KL, Vangkilde-Pedersen T, Vangkilde-Pedersen LH., (2009), "*Estimates of CO2 storage capacity in Europe*", IOP Conf Ser Earth Environ Sci., 6:172006.
- [28] Wilson, E.J. and Keith, D.W., (2003), "*Geologic Carbon Storage: Understanding the Rules of the Underground*", in *Greenhouse Gas Control Technologies*, Vol. 1, J. Gale and Y. Kaya (eds.), Elsevier, Amsterdam 229–234.
- [29] Hoteit, H., Firoozabadi A., (2009), "*Numerical modeling of diffusion in fractured media for gas injection and recycling schemes*", SPE J., 14:323.



# A survey on Different Approaches in Carbon Capture and Storage

Ehsan Ghanaatpisheh<sup>1</sup>, Hamid Behmanesh<sup>2</sup>, Hosein Vahdani<sup>3</sup>

1- ehsan.ghanaatpisheh@gmail.com

2- behmaneshhamid@gmail.com

3- hosein\_vahdani@yahoo.com

## **Abstract:**

The consumption of hydrocarbons is increasing day by day, and it is one cause of generating carbon dioxide. The greenhouse effect of CO<sub>2</sub> has tendency to increase the earth temperature. So we had to know the ways to remove this gas and use the existence experiences. Moreover we can use this gas to enhance oil recoveries. This paper is a survey on different approaches in carbon capture and storage. It is inferred that the aquifers have more capacity to store carbon dioxide.

**Keywords:** Carbon Capture, CO<sub>2</sub> Storage, Enhanced Oil Recovery