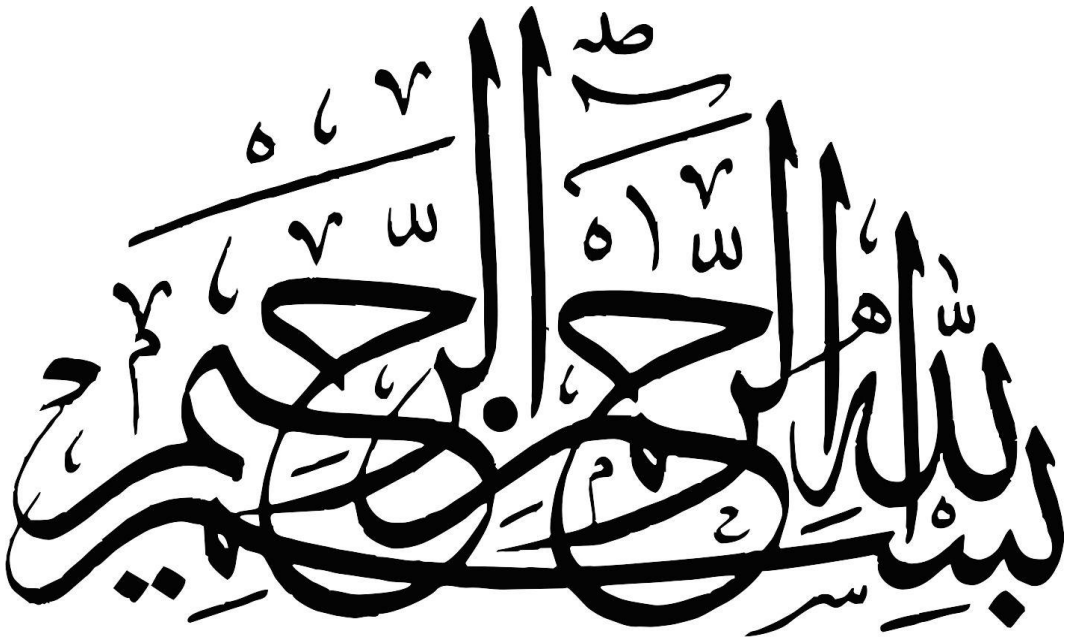
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی شیمی ، نفت و گاز

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی شیمی

مطالعه آزمایشگاهی اثر نانوسیالات در جذب گاز دی‌اکسید کربن

به کوشش

بهناز رحمت‌مند

استاتید راهنما

دکتر پیمان کشاورز

دکتر سید شهاب‌الدین آیت‌اللهی

آذرماه ۱۳۹۳

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب بهناز رحمت‌مند(۹۱۳۱۲۵۰) دانشجوی رشته مهندسی شیمی دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده-ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی : **بهناز رحمت‌مند**

تاریخ و امضاء :

به نام خدا

مطالعه آزمایشگاهی اثر نانوسیالات در جذب گاز دی اکسید کربن

به کوشش

بهناز رحمت‌مند

پایان‌نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی شیمی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان‌نامه، با درجه : .عالی

دکتر پیمان کشاورز، استادیار بخش مهندسی گاز(استاد راهنما) .....

دکتر سید شهاب‌الدین آیت‌اللهی، استاد بخش مهندسی نفت(استاد راهنما) .....

دکتر صمد صباغی، استادیار بخش نانو مهندسی شیمی(استاد مشاور).....

دکتر سونا رئیسی، دانشیار بخش مهندسی گاز (داور داخلی).....

آذرماه ۱۳۹۳

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر، مادر و برادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آن‌ها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم.

حال این برگ سبزی است تحفه درویش.

تقدیم به پدر، مادر و برادر مهربانم

سپاس‌گزاری

سپاس و یاد خدای را که جان در کفش همچو قطره‌ای است و حکمت این همه خلق در دست تدبیرش.

بعد از فراغت از یاد خداوندگار از زمینیان یاد می‌کنیم که نامشان مایه آرام دل و موجب دلگرمی است. سرآغاز این سپاس تقدیم به اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر شهاب‌الدین آیت-اللهی و دکتر پیمان کشاورز که با راهنمایی‌های ارزنده خود اینجانب را در مسیری یاری فرمودند که بی‌دستیاری ایشان توان گذر نداشتم. در ادامه با تأسی بر آیه ی " وشاورهم فی الامر" از اساتید مشاورم سرکار خانم دکتر سونا رئیسی و جناب آقای دکتر صمد صباغی سپاسگزاری می‌کنم که به حق جلوه-ای از این نور الهی را در مشورتشان نصیبم کردند و نامشان را نوری می کنیم بر صفحه آغازین این اثر.

و از هرچه بگذریم سخن از دوست مایه مفاخات است ، دوستانی که پرتوشان ما را چراغی شد در شب تار که نامشان را با افتخار می بریم :

از دوستان عزیزم خانم مهندس برآهویی، خانم مهندس اعتضادی، آقای مهندس تک‌بند، آقای مهندس ایرجی، آقای مهندس شکیبا، آقای مهندس حاجی‌باقری و آقای مهندس صدری که صمیمانه من را یاری کردند تشکر می‌کنم و از تمامی دوستان عزیزم در مرکز ازدیادبرداشت بسیار سپاس‌گزارم.

و سپاس پایانم که کم از آغاز نخواهد داشت تقدیم به سرپرست محترم آزمایشگاه، سرکار خانم مرآتیان می گردد.

تقدیر و تشکر ویژه‌ام را به پدر، مادر و برادر عزیزم تقدیم می‌کنم. رنگ دریا هر چند آبی است ولی این رنگ همه‌اش سایه آسمان است و آسمان زندگی من، پدر ، مادر و برادر عزیزم هستند که هر چه دارم از آن‌هاست و امیدوارم مرا به افتخار یاد کنند که افتخار آنان مایه مباهات من است.

چکیده

مطالعه آزمایشگاهی اثر نانوسیالات در جذب گاز دی‌اکسید کربن

به کوشش
بهناز رحمت‌مند

درجهت کاهش اثر گلخانه‌ای ناشی از انتشار دی‌اکسیدکربن، نانوسیالاتی همچون نانوسیلیکا و نانولوله کربنی، اکسیدآلومینیوم و اکسیدآهن به عنوان جاذب در یک سیستم فشار بالا استفاده گردیده‌است. در این تحقیق گاز دی‌اکسیدکربن و نانوسیال در یک محفظه بسته در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند. تاثیر نوع نانوذرات و نیز تاثیر درصدهای وزنی و تاثیر فشار بر میزان جذب دی‌اکسیدکربن به دقت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از نانوسیال سیلیکا و اکسیدآلومینیوم باعث افزایش بازده جذب دی‌اکسیدکربن نسبت به آب خالص می‌شود و میزان افزایش بازده در غلظت‌های بالاتر بیش‌تر از غلظت‌های پایین‌تر می‌باشد. این در حالی است که میزان افزایش بازده در غلظت‌های پایین‌تر نانوسیال نانولوله کربنی و اکسیدآهن نسبت به غلظت‌های بالاتر آن بیش‌تر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که درصد وزنی بهینه برای جذب گازدی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال سیلیکا و اکسیدآلومینیوم ٪۰/۱ و برای نانوسیال اکسیدآهن و نانولوله کربنی ٪۰/۰۲ می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت که نانوسیال نانولوله‌کربنی و اکسیدآهن نسبت به نانوسیال سیلیکا و اکسیدآلومینیوم عملکرد بهتری در بهبود جذب دی‌اکسیدکربن دارند به طوری که در غلظت‌های بهینه؛ محلول نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن، سیلیکا و اکسیدآلومینیوم، افت فشار نسبی را به ترتیب به میزان ٪۳۵، ٪۲۴، ٪۲۰ و ٪۱۷ نسبت به آب خالص افزایش می‌دهند و بهبود میزان جذب در فشارهای بالاتر بیش‌تر از فشارهای پایین‌تر می‌باشد.

واژگان کلیدی : نانوذره، سیلیکا، اکسیدآلومینیوم، اکسیدآهن، نانولوله کربنی، کربن دی-اکسید، میزان جذب گاز، افت فشار گاز دی‌اکسیدکربن.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱

مقدمه ۲

فصل دوم ۵

کلیات و مباحث نظری ۶

۲-۱- دی‌اکسیدکربن و منابع انتشار آن ۶

۲-۲- انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشورهای مختلف ۱۰

۲-۳- انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف ۱۰

۲-۴- معرفی برخی صنایع منتشر کننده دی‌اکسیدکربن ۱۱

۲-۴-۱- صنایع تولید آهن و استیل ۱۱

۲-۴-۲- صنایع تولید سیمان ۱۲

۲-۴-۳- صنایع تولید آمونیاک و هیدروژن ۱۳

۲-۴-۴- فرآیندهای پالایش گاز طبیعی و نفت ۱۳

۲-۵- اثرات گازهای گلخانه‌ای ۱۴

۲-۶- فرآیندهای جداسازی دی‌اکسیدکربن خروجی از صنایع ۱۵

۲-۶-۱- فاکتورهای انتخاب نوع فرآیند ۱۵

۲-۶-۲- جذب فیزیکی و یا شیمیایی ۱۶

۲-۶-۲-۱- فرآیندهای جذب فیزیکی ۱۷

۲-۶-۲-۱-۱- فرآیند سلکسول ۱۸

۲-۶-۲-۱-۲- فرآیند رکتیسول ۲۰

۲-۶-۲-۱-۳- فرآیند فلوئور ۲۱

۲-۶-۲-۲- فرآیند جذب شیمیایی ۲۳

۲-۶-۲-۲-۱- آمین‌ها ۲۳
۲-۶-۲-۲- ۲- نوع دیگر آمین‌ها ۲۴
۲-۶-۲-۲-۳- حلال‌های غیرآلی ۲۵
۲-۶-۲-۲- ۴- فرآیند پتاسیم کربنات ۲۵
۲-۶-۲-۲-۵- آمونیاک ۲۷
۲-۶-۳- فرآیند جذب سطحی ۲۸
۲-۶-۴- فرآیند کرایوژنیک ۳۱
۲-۶-۵- فرآیندهای جداسازی ترکیبی ۳۲
۲-۶-۶- تکنولوژی غشا ۳۳
۲-۶-۶-۱- غشاهای جداسازی گاز ۳۴
۲-۶-۶-۲- غشاهای جذب گاز ۳۴
۲-۶-۶-۳- مزایا و معایب سیستم های غشایی ۳۵
۲-۷- نانوتکنولوژی ۴۰
۲-۷-۱- خواص برخی نانوسیالات در جذب دی‌اکسیدکربن خروجی از صنایع ۴۱
۲-۷-۱-۱- نانولوله کربنی ۴۲
۲-۷-۱-۱-۱- انتخاب پذیری نانولوله کربنی در جذب دی‌اکسید کربن و نیتروژن ۴۳
۲-۷-۱-۲- بررسی تأثیر عوامل مختلف بر روی انتخاب‌پذیری ۴۳
۲-۷-۲- آماده‌سازی نانوسیال ۴۴
۲-۷-۳- مکانیسم‌های پیشنهادی جذب دی اکسیدکربن توسط نانوسیالات در غشاهای الیاف توخالی ۴۶
۲-۷-۳-۱- نانوسیال سیلیکا ۴۶
۲-۷-۳-۲- نانوسیال نانولوله‌های کربنی ۴۷

۲-۷-۳-۳- نانوسیال اکسیدآلومینیوم ۴۹
۲-۷-۳-۴- نانوسیال اکسیدآهن ۵۰
۲-۷-۴- احیای نانو لوله‌های کربنی ۵۰
فصل سوم ۵۲
مروری بر مطالعات انجام شده ۵۳
۳-۱- تاریخچه استفاده از سیال‌های مختلف در حذف دی‌اکسیدکربن ۵۳
۳-۲- تاریخچه استفاده از غشای الیاف توخالی در حذف دی‌اکسیدکربن ۵۵
۳-۳- تاریخچه کاربرد نانوذرات در فرآیند حذف دی‌اکسیدکربن ۵۷
فصل چهارم ۶۲
مواد و روشها ۶۳
۴-۱- سیال پایه ۶۳
۴-۲- آماده‌سازی نانوسیالات ۶۳
۴-۲-۱- نانوسیال سیلیکا ۶۳
۴-۲-۲- نانوسیال نانولوله‌کربنی ۶۴
۴-۲-۳- نانوسیال اکسیدآلومینیوم ۶۵
۴-۲-۴- نانوسیال اکسیدآهن ۶۶
۴-۳- آزمایشات ۶۷
۴-۳-۱- شرح واحد آزمایشگاهی حذف دی‌اکسیدکربن ۶۷
۴-۳-۲- شرح انجام آزمایش ۷۹
۴-۴- تعیین میزان حلالیت گاز دی‌اکسید کربن در سیال ۸۱
فصل پنجم ۸۴
بحث و نتایج ۸۵

۵-۱- معرفی پارامترهای مورد بررسی در فرآیند جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال با پایه آبی و بررسی تأثیر آنها ۸۵
۵-۱-۱- تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال ۸۵
۵-۱-۱-۱- نانوسیال سیلیکا ۸۵
۵-۱-۱-۲- نانوذره اکسیدآلومینیوم ۸۷
۵-۱-۱-۳- نانوسیال نانولوله کربنی ۹۰
۵-۱-۱-۴- نانوذره اکسید آهن ۹۲
۵-۱-۲- تاثیر فشار بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال ۹۵
۵-۱-۳- تاثیر نوع نانوذره بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال ۹۸
۵-۲- معرفی پارامترهای مورد بررسی در فرآیند جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانولوله‌کربنی با پایه جاذب‌های شیمیایی DEA و MDEA و بررسی تأثیر آن‌ها ۱۰۵
۵-۲-۱- بررسی تاثیر نانوذره اکسیدآهن بر میزان جذب گاز توسط نانوسیال ۱۰۵
فصل ششم ۱۱۱
نتیجه‌گیری ۱۱۲
پیشنهادات ۱۱۵
مراجع ۱۱۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲ - ۱ مشخصات گازهای گلخانه ای ۸
جدول ۲ - ۲ نسبت سطح به حجم در دستگاه های مختلف جذب گاز ۳۷

جدول ۴ - ۱ ویژگی های نانوذرات سیلیکا ۶۴
جدول ۴ - ۲ ویژگی های نانولوله‌های کربنی چنددیواره ۶۵
جدول ۴ - ۳ ویژگی های نانوذرات اکسیدآلومینیوم ۶۶
جدول ۴ - ۴ پارامترهای معادله RK ۸۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲ - ۱ تغییر جهانی انتشار دی اکسیدکربن در سال های ۲۰۰۹- ۲۰۰۸ ..... ۹
شکل ۲ - ۲ میزان انتشار دی اکسیدکربن در ۱۰ کشور دنیا ۱۰
شکل ۲ - ۳ میزان انتشار دیاکسیدکربن درجهان به تفکیک بخشهای مختلف..... ۱۱
شکل ۲ - ۴ نفوذ مولکول های دیاکسیدکربن از حفرات غشای الیاف توخالی ۳۶
شکل ۲ - ۵ مقایسه حجم دستگاه های سیستم آمینی و غشایی ۳۹
شکل ۲ - ۶ نفوذمولکول های آب به درون نانو لوله های کربنی ۴۹

شکل ۴ - ۱ شماتیک دستگاه آزمایش..... ۶۸
شکل ۴ - ۲ نمای کلی دستگاه ۶۹
شکل ۴ - ۳ سیلندر گاز دی‌اکسیدکربن..... ۷۰
شکل ۴ - ۴ محفظه نگه‌دارنده گاز دی‌اکسیدکربن ۷۲
شکل ۴ - ۵ محفظه نگه‌دارنده سیال آزمایش..... ۷۳
شکل ۴ - ۶ فشارسنج عقربه‌ای..... ۷۴
شکل ۴ - ۷ فشارسنج دیجیتال ۷۵
شکل ۴ - ۸ دستگاه آلتراسونیک ۷۶
شکل ۴ - ۹ تصویر ویسکومتر چرخشی ۷۷
شکل ۴ - ۱۰ پمپ خلاء ۷۸
شکل ۴ - ۱۱ محفظه دما ثابت..... ۷۹

شکل ۵- ۱ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال سیلیکا در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۲۰ بار ۸۶
شکل ۵- ۲ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال سیلیکا در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۳۰ بار ۸۶

شکل ۵- ۳ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال سیلیکا در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۴۰ بار ۸۷
شکل ۵- ۴ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانوذره اکسیدآلومینیوم در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۲۰ بار ۸۸
شکل ۵- ۵ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانوذره اکسیدآلومینیوم در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۳۰ بار ۸۹
شکل ۵- ۶ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانوذره اکسیدآلومینیوم در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۴۰ بار ۸۹
شکل ۵- ۷ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانولوله کربنی در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۲۰ بار ۹۱
شکل ۵- ۸ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانولوله‌کربنی در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۳۰ بار ۹۱
شکل ۵- ۹ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانولوله‌کربنی در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۴۰ بار ۹۲
شکل ۵- ۱۰ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانوذره اکسیدآهن در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۲۰ بار ۹۳
شکل ۵- ۱۱ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانوذره اکسیدآهن در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۳۰ بار ۹۴
شکل ۵- ۱۲ تاثیر غلظت بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال نانوذره اکسیدآهن در دمای ۳۰۸ کلوین و فشار ۴۰ بار ۹۴
شکل ۵- ۱۳ تاثیر فشار بر میزان جذب گاز دی‌اکسیدکربن توسط نانوسیال سیلیکا ۹۶
شکل ۵- ۱۴ تاثیر فشار بر میزان افت فشار نسبی گاز توسط نانوسیال نانولوله کربنی ۹۶
شکل ۵- ۱۵ تاثیر فشار بر میزان افت فشار نسبی گاز توسط نانوسیال اکسید آهن ۹۷
شکل ۵- ۱۶ تاثیر فشار بر میزان افت فشار نسبی گاز توسط نانوسیال اکسید آلومینیوم . ۹۷
شکل ۵- ۱۷ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآلومینیوم و اکسیدآهن با درصد وزنی ۰/۰۲ ٪ و فشار ۲۰ بار..... ۹۸
شکل ۵- ۱۸ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۰۲ ٪ و فشار ۳۰ بار..... ۹۹

شکل ۵- ۱۹ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۰۲ ٪ و فشار ۴۰ بار..... ۹۹
شکل ۵- ۲۰ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۰۵ ٪ و فشار ۲۰ بار..... ۱۰۰
شکل ۵- ۲۱ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۰۵ ٪ و فشار ۳۰ بار..... ۱۰۱
شکل ۵- ۲۲ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۰۵ ٪ و فشار ۴۰ بار..... ۱۰۱
شکل ۵- ۲۳ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۱ ٪ و فشار ۲۰ بار ۱۰۳
شکل ۵- ۲۴ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۱ ٪ و فشار ۳۰ بار ۱۰۳
شکل ۵- ۲۵ مقایسه میزان جذب دی‌اکسیدکربن توسط نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم با درصد وزنی ۰/۱ ٪ و فشار ۴۰ بار ۱۰۴
شکل ۵- ۲۶ مقایسه میزان افت فشار نسبی نانوذره‌های سیلیکا، نانولوله‌کربنی، اکسیدآهن و اکسیدآلومینیوم بر حسب فشار در دمای ۳۰۸ کلوین..... ۱۰۴
شکل ۵- ۲۷ فشار ۳۰ بار - محلول پایه DEA با درصد وزنی ۵٪ ۱۰۶
شکل ۵- ۲۸ فشار ۴۰ بار - محلول پایه DEA با درصد وزنی ۵٪ ۱۰۶
شکل ۵- ۲۹ فشار ۳۰ بار - محلول پایه DEA با درصد وزنی ۱۰٪ ۱۰۷
شکل ۵- ۳۰ فشار ۴۰ بار - محلول پایه DEA با درصد وزنی ۱۰٪ ۱۰۷
شکل ۵- ۳۱ فشار ۳۰ بار - محلول پایه MDEA با درصد وزنی ۵٪ ۱۰۸
شکل ۵- ۳۲ فشار ۴۰ بار - محلول پایه MDEA با درصد وزنی ۵٪ ۱۰۸
شکل ۵- ۳۳ فشار ۳۰ بار - محلول پایه MDEA با درصد وزنی ۱۰٪ ۱۰۹
شکل ۵- ۳۴ فشار ۴۰ بار - محلول پایه MDEA با درصد وزنی ۱۰٪ ۱۰۹

فصل اول

مقدمه

روند صعودی مصرف انرژی در جهان که با وقوع انقلاب صنعتی در اواسط قرن هیجدهم میلادی آغاز شد ، همچنان ادمه دارد. در مقابل آلاینده‌های ناشی از احتراق و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در اتمسفر و پیامدهای آن، جهان را با تغییرات برگشت ناپذیر و تهدیدآمیزی مواجه ساخته است. افزایش دمای کره زمین، تغییرات آب وهوایی و بالا آمدن سطح دریاها از جمله این پیامدها محسوب می شوند.

باتوجه به انتظارات مبنی بر افزایش مصرف انرژی در سال‌های آینده، افزایش تقاضای جهانی برای انرژی تا چند دهه بعد نیز ادامه دارد. اگرچه استفاده از منابع انرژی جایگزین مانند انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر در سال‌های آتی افزایش می‌یابد، اما این افزایش کم بوده و نقش اصلی منابع انرژی تجدیدپذیر نقش تکمیل کننده و حامی خواهد بود تا نقش جایگزین برای منابع سوخت هیدروکربنی. بنابراین با پیشرفت های اساسی و بنیادین در هسته اصلی علم و مهندسی صنایع نفت و گاز می توان تقاضای جهانی انرژی را پاسخ داد. پیشرفت های حاصله در فناوری نانو این پتانسیل را دارند که صنعت را با استفاده از معرفی فن‌آوری های پر بازده تر و همچنین از نظر زیست محیطی سازگارتر، به جایی فراتر از منابع جایگزین کنونی سوق دهند.

- پس از اینکه در سال ۲۰۰۵ اجرای مواد موجود در پیمان کیوتو اجباری شد، تکنولوژی حذف و ذخیره گاز CO_2 از گازهای حاصل از سوخت بسیار مورد توجه قرار گرفت. فرآیندهای جداسازی گاز دی‌اکسیدکربن بر اساس فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی شامل جذب توسط حلال، جذب سطحی، فرآیند کریوژنیک و استفاده از تکنولوژی غشا می باشد. به کار بردن این فرآیندها به منظور حذف گاز دی-

اکسیدکربن از گازهای حاصل از سوخت، مشکلاتی نظیر تشکیل فوم[1]، کانال سازی[2]، طغیان[3]، ماندگی[4] و... علاوه بر آن هزینه های بالای عملیاتی و سرمایه گذاری را به همراه دارد. از میان فرآیندهای ذکر شده فرآیند جذب توسط حلال، به عنوان کامل‌ترین روش، برای مدت‌ها مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به هزینه‌ی عملیاتی بالای این فرآیند و به منظور کمتر کردن مشکلات ذکر شده محققان به دنبال فرآیندهای جایگزین و تکنولوژی‌های نوین می‌باشند. امروزه استفاده از حلال‌های آمینی در جذب گاز دی اکسیدکربن جای خود را به محلول های پتاسیم گلیسینات و نمک اسیدهای آمینه داده است که متأسفانه قیمت این مواد با ارزش و هزینه بالای احیا آن‌ها، باعث گردیده محققان همچنان به دنبال حلال مناسب‌تری باشند[۱].

با توجه به اینکه استفاده از حلال‌های مرسوم و گرانقیمت نظیر آمین ها و نمک اسیدهای آمینه و پتاسیم گلیسینات و هزینه بالای عملیات احیا آن‌ها و مشکلات خوردگی، صنعت را با معضلاتی روبرو ساخته است، جذب فیزیکی توسط جاذب هایی با ساختار حفره دار از دیگر راهکار های مناسب جهت جذب گاز دی اکسیدکربن می باشد، زیرا که میزان انرژی مورد نیاز فرآیند احیا و میزان اتلاف آن‌ها نسبت به حلال‌های شیمیایی کمتر می باشد، همچنین مشکلاتی نظیر خوردگی و تجزیه پذیری درآنها دیده نمی‌شود. امروزه به کمک فناوری نانو می توان محول‌هایی ساخت که میزان جذب دی‌اکسیدکربن را افزایش دهند و تا حدودی نقایص محلول های جذب کننده دی‌اکسیدکربن پیشین را بر طرف کنند.

بنابراین تحقیقات گسترده ای بر روی تقویت انتقال جرم به وسیله نانوذرات صورت گرفته

1 - Foaming
2 - Channeling
3 - Flooding
4 - Entraining

است. نسبت سطح به حجم بالا، پایداری مکانیکی و حرارتی و حفره دار بودن این ذرات موجب گردیده این مواد به عنوان یک جایگزین مناسب برای حلال‌های شیمیایی گران قیمت و مشکلات عملیاتی آن‌ها، در جذب گاز دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به مشکلات حلال‌های مرسوم ونیز خواص برخی نانوسیالات در جذب دی‌اکسید-کربن ما را بر آن داشت تا با استفاده از افزودنی‌هایی همچون نانوسیلیکا، نانولوله‌های کربنی، نانوذرات اکسیدآهن و نانوذرات اکسید آلومینیوم میزان جذب دی اکسیدکربن را افزایش دهیم.

نانوسیلیکا بدلیل پایداری، فرآیند احیای آسان، مقاومت مکانیکی بالا و سطح ویژه زیاد به عنوان یک جامد جاذب در فرآیند جذب دی‌اکسیدکربن مورد آزمایش قرار گرفته است. از مزایای مواد جاذب کربنی در جذب گاز دی اکسیدکربن به سرعت جذب و دفع بالا، سطح تماس زیاد، حجم بزرگ حفرات و دانسیته پایین می توان اشاره نمود که آنان را به کاندیدای مناسب جهت جذب گاز تبدیل کرده است. از جمله این مواد کربنی، نانولوله های کربنی می باشند که بدلیل خواص منحصربفردی همچون تخلخل یکنواخت ،حجم زیاد حفرات، سطح ویژه بالا و دانسیته جرمی پایین، پتانسیل خوبی در جذب دی‌اکسیدکربن دارند. پایداری فیزیکی و شیمیایی بالای این نانو مواد به همراه خواص مذکور باعث گردیده امید صنعتگران در حل مشکلات فرآیندهای مرسوم بیشتر گردد. نانوذره دیگر مورد استفاده در این تحقیق اکسید آهن می‌باشد. این نانوذره دارای خاصیت سوپرپارامغناطیس می‌باشد بنابراین انتظار می‌رود که حضور این نانوذرات در سیال باعث تقویت حرکات همرفتی و در نتیجه افزایش انتقال جرم شود. نانوذره اکسید آلومینیوم نیز به دلیل دارا بودن مقاومت مکانیکی بالا و سطح ویژه زیاد به عنوان یک جامد جاذب در فرآیند جذب دی‌اکسیدکربن موردتوجه قرار گرفته است.

فصل دوم