





پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران
پژوهشکده مهندسی شیمی
پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان

بررسی جذب دی اکسید کربن در محلول های امولسیون

استاد راهنما

دکتر حمید رضا مرتهب

استاد مشاور

مهندس مرتضی مافی

نگارش

علی اصغر نوزعمیم

اسفند ۸۹



شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران

«این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی شرکت ملی پالایش و پخش

فراورده‌های نفتی ایران اجرا شده است»

این پایان نامه را به عنوان تقدیر و تشکر که بسین حق شناسی اینجانب باشد

به پدر و مادر گرامی و مهربانم که همه زندگی خود را صرف موفقیت بنده نمودند

برادران عزیزم که مرا یاور بودند

و استاد فرزانه ام که امروزش آینه روشن فردایم شد

تقدیم می کنم و صمیمانه از آنها سپاسگزارم.



تقدیر و تشکر

❖ استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر مرتب که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و همواره بنده را از حمایت ها و کمک های ارزشمندشان بهره مند ساختند.

❖ استاد شاور ارجمند جناب آقای مهندس مانی که از هیچ گلی فروگذار نکردند و همواره اینجانب را از تجربیاتشان بهره مند ساختند.

❖ استایدارجمند جناب آقای دکتر فرهادی و جناب آقای دکتر زردانی که زحمت داورای این پروژه را متقبل شدند.

❖ تمامی استاید بزرگوارانی که در طول این دوره در محضرشان کسب علم نموده ام بزرگواران دکتر کارگشا، دکتر ذوالفقاری، دکتر مختارانی، دکتر مرتضوی و دکتر عزیزی.

❖ جناب آقای دکتر تبار حیدر و جناب آقای مهندس امینی که همکاری های علمی ارزشمندی در انجام این پایان نامه مبذول داشتند.

❖ دوستان عزیزم آقایان عباسی، کشاورز، بنی هاشمی، همد معلی و خانم همرتضوی، صاحبی، مشکینی و قائم مقامی که همواره از کمک های بی دریغشان بهره مند بودم.

❖ از تمامی مسئولین محترم کتابخانه، سایت، دستگاه ها و تمامی دوستانی که در طول این مدت یاریگر اینجانب بوده اند، تشکر می کنم.

علی اصغر نوز عیم

چکیده

با توجه به متداول بودن استفاده از سوخت فسیلی جهت مصارف فرایندی و حرارتی در کشور، سالانه مقادیر متناهی دی-اکسیدکربن در صنایع مختلف به ویژه صنایع نفت و گاز تولید می‌شوند. از طرف دیگر، از جمله فرایندهای مهم صنعت گاز، فرایند جذب دی‌اکسیدکربن از مخلوط گازهای اسیدی تحت عنوان شیرین‌سازی گاز طبیعی می‌باشد. بنابراین بهبود فناوری-های جداسازی CO₂ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش جداسازی غشایی یک موضوع مورد علاقه در سال‌های اخیر بوده است که سرعت و میزان انتقال جرم در آن نسبت به روش عمومی جذب شیمیایی بالاتر بوده و انتخاب پذیری جذب بهتری را فراهم می‌آورد. اساس این روش برپایه حضور فاز دوم پراکنده در امولسیون می‌باشد.

در تحقیق حاضر جذب CO₂ توسط امولسیون‌های مختلف در راکتور نوبتی مورد بررسی قرار گرفت. برای تحقیق ابتدا جذب CO₂ در حلال نفتی، آب مقطر و محلول آمینی مورد مطالعه قرار گرفته است. تأثیر متغیرهای گوناگون شامل دما، فشار، غلظت واکنش‌گر، سرعت همزن و درصد حجمی فاز پخش شده در میزان ظرفیت جذب و سرعت جذب نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

بر اساس نتایج حاصل، با افزایش فشار و غلظت واکنش‌دهنده و کاهش درصد حجمی فاز پخش شده و دما ظرفیت جذب در امولسیون‌ها افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش فشار، سرعت همزن، غلظت واکنش‌گر و درصد حجمی فاز پخش شده، سرعت جذب افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: جذب گاز، دی‌اکسیدکربن، امولسیون، مونواتانول‌آمین، دی‌اتانول‌آمین، نفت، هپتان.

فهرست مطالب

فصل اول: مبانی و مطالعات علمی

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	خواص و کاربردهای دی‌اکسید کربن	۵
۱-۲-۱	تاریخچه	۵
۲-۲-۱	خواص دی‌اکسید کربن	۵
۳-۲-۱	کاربردهای ویژه	۷
۳-۱	روش‌های متداول حذف CO ₂	۷
۱-۳-۱	جذب گاز	۹
۱-۳-۱-۱	ضوابط انتخاب حلال در عمل جذب	۹
۲-۳-۱-۱	حلالیت تعادلی گازها در مایعات	۱۱
۳-۳-۱-۱	انحلال فیزیکی و شیمیایی دی‌اکسید کربن	۱۱
۴-۳-۱-۱	آلکانول‌آمین‌های مورد استفاده در حذف CO ₂	۱۳
۴-۱	روش‌های غشائی برای جداسازی و انواع غشاها	۱۶
۱-۴-۱	غشاهای جامد	۱۷
۲-۴-۱	غشاهای مایع	۱۸
۱-۲-۴-۱	غشاء مایع توده	۱۹
۲-۲-۴-۱	غشاء مایع پشتیبانی شده	۱۹
۳-۲-۴-۱	غشاء مایع امولسیون	۲۰
۳-۴-۱	جداسازی گازی با غشاها	۲۰
۵-۱	امولسیون	۲۲
۱-۵-۱	امولسیون‌ساز	۲۳
۲-۵-۱	ساخت امولسیون	۲۴
۳-۵-۱	روش‌های شکست امولسیون	۲۷
۱-۳-۵-۱	شکست مکانیکی	۲۷
۲-۳-۵-۱	شکست حرارتی	۲۸

۲۸.....	۳-۳-۵-۱ شکست شیمیایی
۲۹.....	۴-۳-۵-۱ شکست با کمک میدان الکتریکی
۳۰.....	۴-۵-۱ کاربردهای امولسیون
۳۱.....	۵-۵-۱ مطالعه مکانیسم جذب گاز در امولسیون
۳۴.....	۶-۱ روش های اندازه گیری دی اکسید کربن
۳۵.....	۱-۶-۱ تیتراسیون اسید- باز
۳۵.....	۲-۶-۱ روش های الکترو شیمیایی
۳۵.....	۱-۲-۶-۱ پتانسیومتری
۳۶.....	۲-۲-۶-۱ هدایت سنجی
۳۶.....	۳-۲-۶-۱ روش های کولومتری
۳۷.....	۳-۶-۱ اسپکتروسکوپی زیر قرمز ناپاشنده
۳۷.....	۴-۶-۱ کروماتوگرافی گازی
۳۷.....	۵-۶-۱ سنسورهای پیزو الکتریک
۳۸.....	۶-۶-۱ روش های نفوذ گاز- تزریق جریانی
۳۸.....	۷-۶-۱ روش های اندازه گیری فشار جزئی دی اکسید کربن
۳۹.....	۷-۱ معرفی برخی از مطالعات انجام شده در زمینه جذب گاز

فصل دوم: مراحل عملی

۴۵.....	۱-۲ مواد مورد استفاده
۴۸.....	۲-۲ دستگاه های مورد استفاده
۵۱.....	۳-۲ روش تهیه مواد و محلول های مورد استفاده
۵۲.....	۴-۲ آزمایش های جذب گاز
۵۳.....	۵-۲ روش تعیین میزان CO_2 جذب شده
۵۵.....	۶-۲ اندازه گیری میزان حلالیت CO_2 در آب مقطر

فصل سوم: بررسی نتایج

۵۸.....	۱-۳ مقایسه فرایند جذب فیزیکی CO_2 در آب و نفت
۵۸.....	۱-۱-۳ اثر دما بر میزان ظرفیت جذب فیزیکی CO_2
۵۹.....	۲-۱-۳ اثر سرعت همزن بر سرعت جذب فیزیکی CO_2

۲-۳	مقایسه ظرفیت و سرعت جذب CO ₂ در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در نفت و محلول آبی مونواتانول آمین ...	۶۱
۳-۲-۱	اثر دما بر ظرفیت جذب CO ₂	۶۴
۳-۲-۲	اثر غلظت بر ظرفیت جذب CO ₂	۶۵
۳-۲-۳	اثر سرعت همزن بر سرعت جذب CO ₂	۶۶
۳-۳	بررسی اثر نوع آمین بر ظرفیت و سرعت جذب CO ₂ در امولسیون های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت	۶۷
۳-۳-۱	بررسی اثر نوع آمین بر ظرفیت جذب CO ₂	۶۹
۳-۳-۱-۱	اثر دما بر ظرفیت جذب CO ₂	۷۰
۳-۳-۱-۲	اثر غلظت بر ظرفیت جذب CO ₂	۷۱
۳-۳-۱-۳	اثر فشار بر ظرفیت جذب CO ₂	۷۲
۳-۳-۱-۴	اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر ظرفیت جذب CO ₂	۷۳
۳-۳-۲	بررسی اثر نوع آمین بر سرعت جذب CO ₂	۷۴
۳-۳-۲-۱	اثر سرعت همزن بر سرعت جذب CO ₂	۷۸
۳-۳-۲-۲	اثر غلظت بر سرعت جذب CO ₂	۸۰
۳-۳-۲-۳	اثر فشار بر سرعت جذب CO ₂	۸۲
۳-۳-۲-۴	اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر سرعت جذب CO ₂	۸۲
۳-۴	تأثیر نوع فاز پیوسته بر ظرفیت و سرعت جذب CO ₂ در امولسیون های مونواتانول آمین	۸۴
۳-۴-۱	مقایسه ظرفیت جذب CO ₂ در امولسیون های مونواتانول آمین در نفت / هپتان	۸۴
۳-۴-۲	مقایسه سرعت جذب CO ₂ در امولسیون های مونواتانول آمین در نفت / هپتان	۸۷
۳-۴-۲-۱	اثر سرعت همزن بر سرعت جذب CO ₂	۸۷
۳-۴-۲-۲	اثر غلظت بر سرعت جذب CO ₂	۸۸
۳-۴-۲-۳	اثر فشار بر سرعت جذب CO ₂	۸۹
۳-۴-۲-۴	اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر سرعت جذب CO ₂	۹۱
فصل چهارم: جمع بندی و پیشنهادات		
۴-۱	جمع بندی	۹۱
۴-۲	پیشنهادات	۹۳
	علائم و اختصارات	۹۴
	منابع	۹۶

فهرست شکل‌ها

فصل اول: مبانی و مطالعات علمی

- شکل ۱-۱ روش‌های متداول حذف دی‌اکسید کربن ۸
- شکل ۲-۱ انحلال فیزیکی و شیمیایی دی‌اکسید کربن ۱۲
- شکل ۳-۱ نمایی از یک غشاء ۱۵
- شکل ۴-۱ انواع غشاهای مایع ۱۹
- شکل ۵-۱ اختلاط فازها و تشکیل امولسیون ۲۲
- شکل ۶-۱ نحوه انتقال جرم بین فاز گاز و فازهای امولسیون ۳۲

فصل دوم: مراحل عملی

- شکل ۱-۲ هموژنایزر ۴۸
- شکل ۲-۲ راکتور شیشه‌ای تحت فشار مجهز به ژاکت حرارتی ۴۸
- شکل ۳-۲ سیرکولاتور ۴۹
- شکل ۴-۲ ترانس‌میتور فشار ۵۰
- شکل ۵-۲ ویسکومتر ۵۰
- شکل ۶-۲ نمای شماتیک تجهیز آزمایشگاهی ۵۲
- شکل ۷-۲ حلالیت دی‌اکسید کربن در آب در دماهای مختلف ۵۵
- شکل ۸-۲ حلالیت دی‌اکسید کربن در آب در فشارهای مختلف ۵۵

فصل سوم: بررسی نتایج

- شکل ۱-۳ اثر دما بر ظرفیت جذب فیزیکی CO_2 ۵۹
- شکل ۲-۳ اثر سرعت همزن در سرعت جذب فیزیکی CO_2 ۶۰
- شکل ۳-۳ مکانیسم جذب CO_2 در امولسیون ۶۱
- شکل ۴-۳ اثر دما بر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در نفت و محلول آبی مونواتانول آمین ۶۵
- شکل ۵-۳ اثر غلظت بر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در نفت و محلول آبی مونواتانول آمین ۶۶
- شکل ۶-۳ اثر سرعت همزن بر سرعت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در نفت و محلول آبی مونواتانول آمین ۶۷
- شکل ۷-۳ اثر دما بر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی‌اتانول آمین در نفت ۷۰
- شکل ۸-۳ اثر غلظت بر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی‌اتانول آمین در نفت ۷۱

- شکل ۳-۱۹ اثر فشار بر ظرفیت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۷۲
- شکل ۳-۱۰ اثر فشار بر ظرفیت جذب CO₂ در فازهای پیوسته و پخش شده امولسیون MEA در نفت ۷۳
- شکل ۳-۱۱ اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر ظرفیت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۷۴
- شکل ۳-۱۲ تصویر کلی تئوری فیلم ۷۵
- شکل ۳-۱۳ اثر سرعت همزن بر سرعت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۷۹
- شکل ۳-۱۴ اثر سرعت همزن بر فاکتور بهبود در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۷۹
- شکل ۳-۱۵ اثر غلظت بر سرعت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۸۰
- شکل ۳-۱۶ اثر غلظت بر ضریب نفوذ CO₂ در محلول‌های MEA و DEA ۸۱
- شکل ۳-۱۷ اثر غلظت بر فاکتور بهبود در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۸۱
- شکل ۳-۱۸ اثر فشار بر سرعت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۸۲
- شکل ۳-۱۹ اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر سرعت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین / دی اتانول آمین در نفت ۸۳
- شکل ۳-۲۰ اثر دما بر ظرفیت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین در نفت / هپتان ۸۵
- شکل ۳-۲۱ اثر غلظت بر ظرفیت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین در نفت / هپتان ۸۵
- شکل ۳-۲۲ اثر فشار بر ظرفیت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین در نفت / هپتان ۸۶
- شکل ۳-۲۳ اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر ظرفیت جذب CO₂ در امولسیون‌های مونواتانول آمین در نفت / هپتان ۸۶
- شکل ۳-۲۴ اثر سرعت همزن بر سرعت جذب CO₂ ۸۸
- شکل ۳-۲۵ اثر غلظت بر سرعت جذب CO₂ ۸۹
- شکل ۳-۲۶ اثر فشار بر سرعت جذب CO₂ ۹۰
- شکل ۳-۲۷ اثر درصد حجمی فاز پخش شده بر سرعت جذب CO₂ ۹۰

فهرست جدول ها

فصل اول: مبانی و مطالعات علمی

- جدول ۱-۱ مشخصات عمومی دی اکسید کربن ۶
- جدول ۱-۲ بعضی خواص آلکانول آمین ها ۱۳
- جدول ۱-۱ مقادیر ثابت سرعت واکنش برای آمین های مختلف ۱۵
- جدول ۱-۳ کاربردهای غشاء گازی ۲۱
- جدول ۱-۴ معرفی تحقیقات انجام شده برای جذب گازهای مختلف ۳۹

فصل دوم: مراحل عملی

- جدول ۱-۲ مشخصات مواد مورد استفاده ۴۴
- جدول ۲-۲ دانسیته و ویسکوزیته حلال نفتی ۴۵
- جدول ۲-۳ دانسیته هپتان ۴۵

فصل سوم: بررسی نتایج

- جدول ۱-۳ مقادیر ظرفیت جذب CO_2 در محلول آبی مونواتانول آمین ۶۱
- جدول ۲-۳ مقادیر سرعت جذب CO_2 در محلول آبی مونواتانول آمین ۶۲
- جدول ۳-۳ مقادیر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در نفت ۶۲
- جدول ۴-۳ مقادیر سرعت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در نفت ۶۳
- جدول ۵-۳ مقایسه مقادیر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون و محلول آمینی ۶۴
- جدول ۶-۳ مقادیر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی دی اتانول آمین در نفت ۶۸
- جدول ۷-۳ مقادیر سرعت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی دی اتانول آمین در نفت ۶۸
- جدول ۸-۳ مقادیر کشش سطحی محلول های آمینی در نفت و هپتان (IFT) ۷۷
- جدول ۹-۳ مقادیر کشش سطحی محلول های آمینی، نفت و هپتان (SFT) ۷۷
- جدول ۱۰-۳ مقادیر ظرفیت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در هپتان ۸۳
- جدول ۱۱-۳ مقادیر سرعت جذب CO_2 در امولسیون محلول آبی مونواتانول آمین در هپتان ۸۴

فصل اول: مبانی و مطالعات علمی

۱-۱ مقدمه

غلظت دی‌اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای در هوا به طور گسترده روبه افزایش است. CO₂ بالاترین و عمده‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای است که به اتمسفر وارد می‌شود. بنابراین، رسیدن به هدف کاهش انتشار کربن در قرارداد کیوتو (UNFCCC)^۱ مورد نظر قرار گرفته است که براساس آن کشورهای مختلف برای کاهش انتشار CO₂ تا زیر ۶٪ سطح آن در سال ۱۹۹۰، به توافق رسیدند [۱]. از طرف دیگر فعالیت‌های بشری هر ساله حدود ۲۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن به جو زمین وارد می‌کنند و سبب افزایش سطح گازهای گلخانه‌ای می‌شوند که اختلال خطرناک در سامانه اقلیم زمین را نزدیکتر می‌سازد. نیروگاه‌های برق ۲۹٪ تولید دی‌اکسید کربن را به خود اختصاص می‌دهند. صنایعی مانند تولید آهن، فولاد، سیمان، مواد شیمیایی، پالایشگاه‌های نفت و گاز و تولید سوخت مصنوعی، منابع کوچک غیر نقطه‌ای تولید دی-اکسید کربن شامل وسایل نقلیه، کشاورزی و سامانه‌های گرمایشی در ساختمان‌ها نیز عوامل تولید دی-

^۱. United Nations Framework on Climate Change

اکسید کربن هستند [۲]. در حال حاضر جداسازی گازهای اسیدی نظیر CO_2 ، H_2S ، COS (کربونیل سولفاید) و CS_2 (کربن دی سولفاید) از جریان‌های گازی مخلوط گاز طبیعی و گازهای همراه با نفت خام، گاز سنتز و گاز خروجی از پالایشگاه‌ها اهمیت بالایی دارد. موارد دیگر همچون مخلوط گازی ناشی از احتراق سوخت-ها از جمله گازوئیل قابل طرح است. گازهای طبیعی، عمدتاً از هیدروکربورها با جرم مولکولی کم و قابل احتراق نظیر متان، اتان، پروپان و بوتان تشکیل شده است که CO_2 ، H_2S و مرکاپتان‌ها به‌عنوان ناخالصی در این مخلوط حضور دارند [۳]. شیرین سازی گاز طبیعی برای کشور ما بسیار حیاتی است و قابل ذکر است که گاز صادراتی کشور ما به دلیل وجود ترکیبات آلاینده نظیر گازهای اسیدی (CO_2 ، H_2S ، COS ، CS_2)، با قیمت بسیار کمتری در مقایسه با بازارهای جهانی به فروش می‌رسد. از جمله دلایل دیگر اهمیت موضوع می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- سوخت‌های فسیلی که حدود ۸۰٪ کل منابع اولیه انرژی جهان را تأمین می‌کنند در اثر احتراق باعث انتشار مقادیر زیاد CO_2 می‌شوند.

۲- به علت بالا بودن ظرفیت گرمایی CO_2 ، حضور آن در گاز طبیعی ظرفیت گرمایش گاز را کاهش می‌دهد.

۳- دی اکسید کربن به‌عنوان جزء اسیدی عامل بالقوه برای خوردگی لوله‌ها و تجهیزات می‌باشد.

۴- در بعضی از فرایندها مانند هیدروکراکینگ (جهت شکستن مولکول‌های نفتی در حضور هیدروژن)، هیدرودی‌سولفوریزاسیون (گوگردزدایی در حضور هیدروژن)، و سنتز آمونیاک، وجود CO_2 باعث ایجاد مسمومیت برای کاتالیزورها می‌گردد.

۵- بازیابی CO_2 جهت استفاده‌های بعدی در تولید اوره، تولید CO_2 مایع و یخ خشک، در کپسول‌های آتش‌نشانی و به‌عنوان حلال در داروسازی [۴].

۶- مسئله تغییر اقلیم به عنوان یک چالش در مقیاس جهانی. مقدار گازهای گلخانه‌ای منتشر شده به جو بسیار زیاد است و در حد گیگاتن اندازه‌گیری می‌شود. هم اکنون هر ساله در حدود ۲۶ گیگاتن دی‌اکسید کربن حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی به جو وارد می‌شود. با فرض تداوم رشد اقتصادی، جمعیت و فناوری، از جمله توسعه و اجرای فناوری‌های انرژی‌های تمیزتر و بهینه‌تر، در سال ۲۰۵۰ میزان انتشار دی‌اکسید کربن می‌تواند به ۵ برابر میزان کنونی آن افزایش یابد و در سال ۲۱۰۰ نسبت به ۲۰۵۰ دو برابر شود. در نتیجه در نبود تلاش‌های صریح برای مقابله با تغییر اقلیم، میزان کل انتشار دی‌اکسید کربن از احتراق سوخت‌های فسیلی طی قرن پیش رو به ۹۰۰۰ گیگاتن خواهد رسید و دمای متوسط جهان تا سال ۲۱۰۰ حدود ۱/۴ الی ۵/۸ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد [۵].

از جمله فرایندهای مهم در صنعت گاز، فرایند جذب دی‌اکسید کربن از مخلوط گازهای اسیدی می‌باشد. که از آن به عنوان شیرین‌سازی^۱ گاز طبیعی نام برده می‌شود. جذب شیمیایی گازهای اسیدی از مخلوط‌های گازی توسط محلول جاذب، فرآیندی است که در آن گازهای اسیدی (CO_2 , H_2S و ...) به عنوان ناخالصی از یک جریان مخلوط گازی نظیر گاز طبیعی، گاز سنتز و گاز خروجی از پالایشگاه‌ها، به روش تماس مستقیم مابین جریان گاز و یک حلال جاذب از قبیل محلول آبی آمین‌ها و آلکانول‌آمین‌ها، جذب فاز مایع جداسازی شده و به فاز آبی منتقل می‌گردند. توسط فرایند جذب، غلظت ناخالصی‌های اسیدی در داخل مخلوط گاز تا حد استاندارد و قابل قبول کاهش می‌یابد [۱].

هدف تحقیق در پروژه حاضر، مطالعه بر روی سرعت و میزان جذب دی‌اکسید کربن با استفاده از مایع امولسیون می‌باشد. اساس روش تحقیق در پروژه، بر پایه حضور فاز دوم پراکنده در امولسیون می‌باشد. در این روش گاز جذب شونده تحت فشار وارد راکتور حاوی امولسیون شده و ابتدا به صورت فیزیکی در فاز آلی پیوسته جذب شده، سپس با عبور از این غشای آلی توسط قطرات محلول آبی قلیایی پراکنده در فاز

^۱. Sweetening

پیوسته جذب شیمیایی می شود. این مکانیزم سبب افزایش سرعت جذب و ضریب انتقال جرم می گردد. در این روش میزان جذب و عوامل مؤثر از جمله ماهیت شیمیائی و غلظت عوامل سازنده امولسیون، و پارامترهای فیزیکی بر روی عملکرد سینتیک جذب مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

از نتایج حاصل از این تحقیق می توان در افزایش مقیاس واحد صنعتی جذب شیمیائی به روش غشاء مایع امولسیونی استفاده نمود.

۲-۱ خواص و کاربردهای دی‌اکسید کربن

دی‌اکسید کربن یکی از گازهای موجود در اتمسفر می‌باشد. این گاز از سوختن مواد آلی در حضور اکسیژن کافی ایجاد می‌شود و گازی بی‌رنگ و بی‌بو می‌باشد. گیاهان از دی‌اکسید کربن در فرایند فتوسنتز برای ساختن کربوهیدرات‌ها استفاده می‌کنند و با جذب آن، اکسیژن آزاد می‌کنند CO_2 موجود در اتمسفر به‌عنوان سپر حرارتی زمین عمل می‌کند و با اثر گلخانه‌ای طبیعی مانع از سرد شدن زمین می‌شود. البته غلظت‌های بالای دی‌اکسید کربن در جو، که در بسیاری از فرایندهای تجاری از قبیل تولید آمونیاک، تولید هیدروژن، تولید گاز طبیعی، سنتز شیمیایی بعضی مواد، تخمیر سنگ آهن و تکلیس به‌عنوان محصول فرعی تولید می‌شود، به‌عنوان آلاینده جوی بشمار می‌رود [۶].

۱-۲-۱ تاریخچه

CO_2 اولین بار توسط شیمیدانی به نام ژان باپتیست ون هلمونت^۱ در قرن هفده شرح داده شد. این شیمیدان، موقع سوزاندن زغال چوب در محفظه بسته‌ای، متوجه شد که جرم خاکستر بدست آمده، مقداری کمتر از جرم زغال چوب اولیه می‌باشد. بنابراین به زبان ساده توضیح داد که مقداری زغال چوب در اثر سوختن به جسمی نامرئی یا گاز تبدیل شده است.

۲-۲-۱ خواص دی‌اکسید کربن

دی‌اکسید کربن گازی بی‌رنگ می‌باشد که تنفس آن در غلظت‌های بالا باعث ایجاد مزه ترش در دهان و احساس سوزش در بینی و گلو می‌شود (عمل خطرناکی که در آن احتمال خفه شدن شخص بالاست). این اثر ناشی از حل شدن CO_2 در بزاق دهان و تولید محلول اسیدی ضعیفی به نام اسید کربنیک می‌باشد. مولکول دی‌اکسید کربن خطی و دارای دو پیوند دوگانه بین کربن و دو اتم اکسیژن می‌باشد. این

^۱. Jan Baptist van Helmont

ماده غیر قطبی بوده و در دمای پایین تر از -78°C درجه سانتیگراد متراکم شده و جسم سفید رنگ جامدی به نام یخ خشک ایجاد می کند. دی اکسید کربن مایع فقط تحت فشار خاصی تشکیل می شود. در دمای بالاتر از 1700°C ، واکنش $2\text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$ تا میزان زیادی به سمت راست جابجا می شود. این واکنش در حضور نور فرابنفش و تخلیه الکتریکی نیز به سمت راست کشیده می شود. دی اکسید کربن در آب تشکیل اسید کربنیک (H_2CO_3) می دهد که ثابت یونش اول آن در دمای 18°C برابر $3/5 \times 10^{-7}$ و ثابت یونش دوم آن در 25°C برابر $4/4 \times 10^{-11}$ می باشد.

مشخصات عمومی دی اکسید کربن در جدول ۱-۱ شرح داده شده است:

جدول ۱-۱ مشخصات عمومی دی اکسید کربن

مقدار	خاصیت
۴۴/۰۱ g/mol	جرم مولکولی
بی رنگ و بی بو در غلظت های پایین	مشخصات ظاهری
۱/۵۶۲ g/mL (در 5°C و -78°C و ۱ atm جامد) ۰/۷۷۰ g/mL (در 20°C و ۵۶ atm مایع) ۱/۹۷۷ g/L (در 0°C و ۱ atm گاز) ۸۴۹/۶ g/L (در 30°C و ۱۵۰ atm سیال فوق بحرانی)	دانسیته
-78°C	دمای ذوب
-57°C (در ۵/۱۸۵ bar)	دمای جوش
۶/۳۵, ۱۰/۳۳	اسیدیته (Pka)
۱/۴۵ g/L (در ۱۰۰ kPa و 25°C)	میزان حلالیت در آب
۰/۰۷ cP (در -78°C)	ویسکوزیته
صفر	ممان دو قطبی