امکان‌سنجی و انتخاب فرایند مناسب جهت بازیافت گاز فلر در پالایشگاه پارسیان

محمدمهدی صباغیان[1]، مستانه حاجی پور[2*]، ابراهیم اصالتی[3]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت، دانشکده نفت و مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲ - استادیار گروه مهندسی نفت، دانشکده نفت و مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۳- کارشناس ارشد مهندسی شیمی، شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران، تهران، ایران

نویسنده مسئول، ایمیل: m.hajipour@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱

چکیده

با افزایش جمعیت کرهٔ زمین، کاهش میزان آلاینده‌های محیط‌زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دسته‌ای از مراکز صنعتی که موجب ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شوند پالایشگاه‌های نفت و گاز هستند. ازآنجاکه تمامی اجزای نفت و گاز برداشت‌شده از مخازن زیرزمینی قابل تفکیک و استفاده نیستند، به‌ناچار مقدار قابل‌توجهی از این ترکیبات که عموماً ارزش اقتصادی بسیاری هم دارند به مشعل (فلر)های پالایشگاهی ارسال شده و سوزانده می‌شوند. این امر علاوه‌بر هدررفت بسیاری از ترکیبات مفید هیدروکربنی، آثار زیان‌بار زیست‌محیطی به همراه دارد. هدف اصلی این مقاله ارائهٔ بهترین راهکار برای جداسازی و به‌حداقل‌رساندن گازهای فلر و کاهش اتلاف ترکیبات گازی است. بدین منظور فرایند جداسازی گازهای ارسالی به فلر پالایشگاه پارسیان در نرم‌افزار Aspen HYSYS شبیه‌سازی شده و بهبودهای عملیاتی در آن اعمال شد. پس از بررسی آمین‌های مختلف، برای جداسازی دی‌اکسیدکربن بهترین نوع آمین با بیشترین درصد بازیابی انتخاب شد. همچنین آنالیز حساسیت روی پارامترهای مهم عملیاتی انجام شده و نتایج تحلیل شدند. درنهایت کاربرد دی‌اکسیدکربنِ جداسازی‌شده برای تزریق در عملیات تثبیت فشار مخازن گازی و مابقی ترکیب جداسازی‌شده (گاز شیرین) به‌منظور انجام فرایند GTL و تبدیل به ترکیباتی با ارزش بالاتر پیشنهاد شد.

کلمات کلیدی: جداسازی گاز اسیدی، شبیه‌سازی، گاز فلر، محیط‌زیست.

۱- مقدمه

فلرها حجم بسیار زیادی از گازها را در مدت بسیار کوتاهی وارد اتمسفر می‌کنند که این امر ممکن است موجب به‌وجودآمدن آسیب های جوی شود. ازطرفی به‌علت نبود زمان کافی و مشکلات فرایندی، سوختن گازها (احتراق) به‌طور کامل صورت نمی‌پذیرد؛ لذا گازهای خطرناکی وارد محیط‌زیست می‌شود. طبق اعلام انجمن سلامت کانادا [۱] و براساس تعداد زیادی از مقالات منتشرشده، حدود ۲۵۰ مادهٔ سمی شناخته‌شده طی عملیات فلرینگ در هوا تخلیه می‌شوند که دراین‌بین می‌توان از دوده، بنزن، جیوه، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسیدکربن، آرسنیک، دی‌سولفیدکربن، متان، تولوئن، گازهای اسیدی و هیدروکربن‌های آروماتیکی به‌عنوان مهم‌ترین این مواد نام برد.

در برخی کشورها روش‌هایی برای کاهش حجم گازهای فلر به کار گرفته شده است. نیجریه بین سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ تا ۱۸درصد گازهای فلر خود را کاهش داده است. در

سال ۲۰۱۷، این کشور توانسته است از دومین کشور بزرگ تولیدکنندهٔ گازهای فلر، به رتبهٔ هفتم جدول برسد. اثرات آلودگی گازهای فلر تنها در مناطق عملیاتی چاه‌های تولید نفت و پالایشگاه‌ها دیده نمی‌شود، بلکه ازآنجاکه بادهای جنوب غربی غالب هستند آلودگی حاصل از سوختن گازهای فلر از بخش‌های صنعتی به مناطق مسکونی و دیگر مناطق منتقل می‌شود. آلودگی هوا در مناطق بسیار دورتر از محل پالایشگاه‌ها، بیشتر از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی درزمینهٔ حد مجاز آلاینده‌هاست [۲]. آلاینده‌های منتشرشده در هوا باعث ایجاد باران اسیدی در دشت‌ها و جنگل‌ها و آلوده‌شدن آب‌های شیرین می‌شود و به‌طور مستقیم بر محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد. امروزه بهینه‌سازی گازهای فلر موضوعی بسیار مهم است و تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام می‌شود.

خانی‌پور و همکارانش در سال ۱۳۹۵ تحقیقاتی به‌منظور جداکردن گاز نیتروژن از گاز فلر و بازگرداندن گاز بازیابی‌شده به درون رآکتور سنتز متانول انجام دادند. نتایج شبیه‌سازی آن‌ها نشان داد که گاز برگشتی به رآکتور توانسته است تولید متانول را افزایش دهد. همچنین در این تحقیق پس از بررسی پارامترهای مهم در جداسازی گازها به‌روش غشایی و شبیه‌سازی فرایند، نشان داده شد که می‌توان ۹۸/۵درصد از نیتروژن و ۹۲/۸درصد از متان موجود در گاز بازیابی‌شده را جداسازی کرده و همچنین از انتشار روزانهٔ ۳۰۰ تن کربن‌دی‌اکسید به محیط‌زیست جلوگیری کرد [۳].

در سال ۱۳۹۴ تحقیقاتی در دانشگاه آزاد اسلامی به‌منظور کاهش حجم گاز فلر انجام شد. در این پژوهش، سه راهکار برای بازیابی گاز فلر شامل تزریق گاز به خوراک ورودی پالایشگاه‌های مجتمع گاز پارس جنوبی، تزریق گاز به مخزن پارس جنوبی و تزریق گاز به میدان نفتی آغاجاری ازطریق خط پنجم سراسری، پیشنهاد شد که ازنظر عملیاتی، فشرده‌سازی و تزریق به خط پنجم سراسری راهکار مطلوب معرفی شد. در این روش باید فشار خروجی واحد بازیابی گاز فلر حدود ۴۰ بار باشد که در مقایسه با دو راهکار دیگر که نیازمند فشارهای ۸۰ و ۲۰۰ بار هستند، راهکار مناسب‌تری بود. با اجرای این طرح، بازیابی گاز فلر به‌میزان ۱۰MMSCMD امکان‌پذیر بوده و ظرفیت انتقال گاز از خط پنجم سراسری تا بیش از ۱۲درصد افزایش پیدا می‌کند که این مقدار گاز بازیابی‌شده معادل ۴۰درصد ظرفیت تولید گاز یک فاز پالایشگاه‌های پارس جنوبی است [۴].

یک تیم تحقیقاتی در شرکت نفت فلات قاره در سال ۱۳۹۲، روش‌های مختلف بازیابی گازهای ارسالی به فلر در پالایشگاه گاز و گاز مایع این شرکت را از دیدگاه اکسرژی بررسی کردند. مفهوم اکسرژی برآمده از قانون دوم ترمودینامیک است و آنالیز براساس این مفهوم در مقایسه با روش‌های مبتنی‌بر قانون اول ترمودینامیک، نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که تولید هم‌زمان برق و گرما به‌وسیلهٔ گازهای ارسالی به فلر بیشترین اثر در صرفه‌جویی مصرف گاز (۵۷۹۳ کیلوگرم بر ساعت) و کاهش تلفات اکسرژی را دارد. چنانچه تقاضایی برای برق تولیدشده وجود نداشته باشد، بازگرداندن گازها به پروسهٔ تولید بخار به‌وسیلهٔ گازهای خروجی از توربین‌های گازی به کاهش ۵۶۰۵ کیلوگرم بر ساعتی مصرف گاز منجر می‌شود. همچنین نتایج این پروژه نشان داد که روش فشارافزایی گازهای ارسالی به فلر و بازگرداندن این گازها به‌عنوان سوخت گازی پالایشگاه، ضمن کاهش تلفات اکسرژی در حدود ۲۸ مگاوات، به کاهش مصرف گاز در حدود ۲۱۰۰ کیلوگرم بر ساعت منجر می‌شود. همچنین بازگردانی گازهای ارسالی به فلر در پروسهٔ تولید به‌وسیلهٔ واحد همسان‌سازی فشار (درصورت عملکرد تأسیسات در بار بسیار پایین) مطالعه شده و اثرات مثبت آن ارزیابی شد [۵].

در سال ۲۰۱۰ طی تحقیقاتی که آدلی و همکاران در نیجریه انجام دادند، رویکردی اقتصادی به‌منظور استفاده از گاز فلر در میدان‌های نفتی نیجریه بررسی شد. این تحقیقات در دو بخش شناسایی رویکردهای موجود و عوامل مؤثر بر آن روش‌ها انجام گرفت. ازآنجاکه بیشترین فلرینگ در دنیا در نیجریه صورت می‌گیرد، بیشترین میزان هدررفت گاز همراه نیز متعلق به نیجریه است؛ لذا استفاده از گازهای فلر در نیجریه از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این تحقیق به بررسی مشکلات زیست‌محیطی و پیشنهاد راهکارهایی برای بهبود معیشت مردم پرداخته شده است [۶]. ویکرز و همکاران در سال ۲۰۱۲، بازیابی گازهای فلر و استفاده از آن را در عملیات تزریق به مخازن هیدروکربوری بررسی کردند. مهم‌ترین بخش این تحقیقات طراحی سیستم نوینی برای ذخیره‌سازی بیشتر گازها و در مرحلهٔ بعدی حفاری و تزریق گاز به مخازن تخلیه‌شدهٔ زیرزمینی است که با درنظرگرفتن افت فشار آن‌ها انجام می‌شود. بدین منظور آن‌ها مدلی برپایهٔ داده‌های آزمایشگاهی ارائه کرده‌اند [۷].

سعداوی در سال ۲۰۱۳، در امارات متحدهٔ عربی طرحی ارائه کرد که پس از ۱۰ سال گازی که در فلرها سوخته می‌شود

به صفر یا نزدیک به صفر برسد. این امر ازطریق انتخاب انواع مختلف کمپرسورهای متناسب با میدان موردمطالعه صورت می‌گیرد. در این تحقیق مقایسه‌ای بین طراحی سیستم کمپرسورهای مختلف و سیستم‌های بازیابی گاز فلر انجام شده است [۸]. در سال ۲۰۱۵ والاس و همکاران روی سازند بیکن که بزرگ‌ترین مخزن شیلی دنیاست، تحقیقاتی انجام دادند. طی این مطالعات آن‌ها به این نتیجه رسیدند که گازهای خروجی از فلر را می‌توان به‌عنوان منبع تأمین‌کنندهٔ سوخت و انرژی دکل حفاری برای عملیات حفاری و عملیات شکست هیدرولیکی استفاده کرد. این تغییر نوع سوخت از دیزل به گاز طبیعی می‌تواند باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های حفاری شود [۹]. هدف از تمامی این تحقیقات، استفادهٔ بهینه از ترکیبات ارزشمندی است که تا قبل از عملیات فلرینگ هم ازلحاظ صنعتی و هم ازلحاظ اقتصادی بسیار ارزشمند هستند؛ اما به‌علت نبود امکان استفاده و بهره‌برداری از آن‌ها به‌ناچار سوزانده می‌شوند و این امر آثار و صدمات زیادی به دنبال دارد.

باتوجه‌به اهمیت بازیابی گازهای فلر و کاهش حجم گازهای ارسالی به مشعل‌ها، در این مقاله امکان‌سنجی بازیابی گاز فلر در پالایشگاه پارسیان بررسی شده است. باتوجه‌به کاربرد گاز دی‌اکسیدکربن در افزایش فشار مخازن گازی، ابتدا جداسازی دی‌اکسیدکربن از مخلوط گاز ارسالی به فلر شبیه‌سازی شده و بهترین نوع آمین برای داشتن بیشترین بازده جداسازی انتخاب شد. سپس آنالیز حساسیت بر پارامترهای مهم عملیاتی انجام گرفت و تأثیر هرکدام تحلیل و بررسی شد. همچنین استفاده از مخلوط گازی باقی‌مانده بعد از جداسازی دی‌اکسیدکربن در فرایند GTL پیشنهاد شده است.

۲- جداسازی با حلال

فرایند جداسازی مخلوط به اجزای سازندهٔ آن با صرف انرژی همراه است. اگر مخلوط مدنظر حاوی دو یا چند فاز امتزاج‌ناپذیر باشد، بهتر است ابتدا از برخی روش‌های جداسازی فیزیکی براساس جاذبه، نیروی گریزازمرکز، کاهش فشار و یا میدان الکتریکی یا مغناطیسی برای جداسازی فازها استفاده شود و سپس تکنیک‌های مناسب جداسازی برای هر فاز به کار گرفته شود. جداسازی اجزا در مخلوطی که به‌صورت فاز همگن است، شامل ایجاد یک فاز ثانویهٔ نامحلول در فاز خوراک است. فاز ثانویه اغلب به‌صورت حلالی که به‌طور انتخابی برخی از اجزای مخلوط خوراک را حل می‌کند، به کار برده می‌شود. در روش‌های مختلف مورداستفاده، جداسازی با افزایش سرعت انتقال جرم تعدادی از اجزای مخلوط نسبت‌به سایر اجزا در داخل یک فاز خاص حاصل می‌شود. نیروی محرکه و جهت انتقال جرم با مکانیزم نفوذ مولکولی به‌وسیلهٔ ترمودینامیک با محدودیت‌های تعادل کنترل می‌شود؛ بنابراین درنظرگرفتن هر دو پدیدهٔ انتقال جرم و ترمودینامیک در عملیات جداسازی حائز اهمیت است [۱۰].

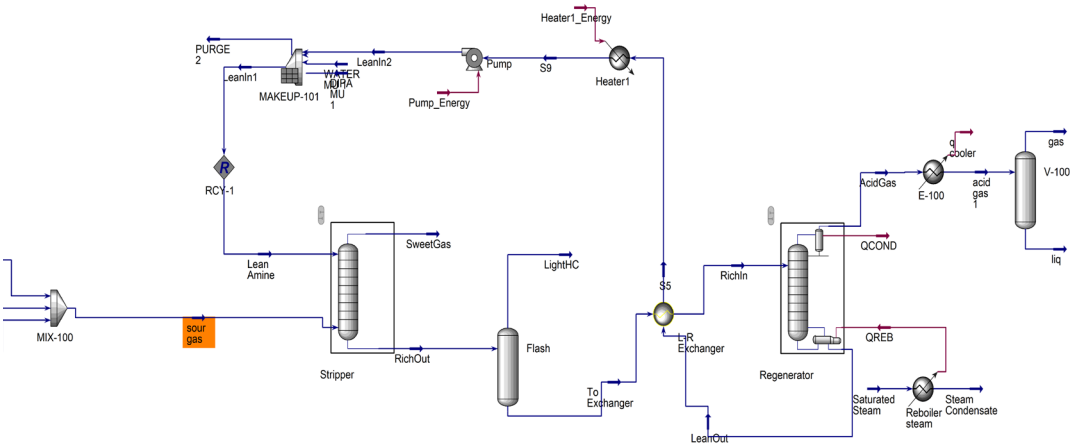
رایج‌ترین روش جداسازی گازهای اسیدی از مخلوط آن‌ها با ترکیبات هیدروکربنی، جذب فیزیکی یا شیمیایی در حلال مناسبی است. ازآنجایی‌که در جذب فیزیکی، راندمان عملیات به مقدار دی‌اکسیدکربن و سولفید هیدروژن در مخلوط اولیهٔ گاز بستگی دارد و با کاهش مقدار گازهای اسیدی میزان جذب کاهش پیدا می‌کند، استفاده از جذب شیمیایی با محلول‌های آمین با راندمان بیشتر فرایند مناسب‌تری است [۱۱]. باتوجه‌به انواع مختلف آمین‌های قابل‌استفاده به‌عنوان حلال لازم است ابتدا بهترین نوع آمین به‌منظور ایجاد بیشترین میزان جذب دی‌اکسیدکربن از گازهای ارسالی به فلر شناسایی شود. در جدول ۱ مشخصات انواع آمین نشان داده شده است:

جدول ۱: مشخصات انواع آمین

آمین	جرم مولی (g/mol)	دمای جوش (°C)
دی اتانول آمین (DEA)	۱۰۵/۱۴	۲۸۰
متیل دی اتانول آمین (MDEA)	۱۱۹/۱۶	۲۴۷
دی ایزوپروپانول آمین (DIPA)	۷۵/۱۱	۸۴
مونواتانول آمین (MEA)	۶۱/۰۸	۱۷۰
تری اتانول آمین (TEA)	۱۴۹/۱۸	۸۹

۳- شبیه‌سازی

باتوجه به اینکه در جریان‌های گازی مختلف ارسالی به‌سمت فلر در پالایشگاه پارسیان، مقدار سولفید هیدروژن بسیار ناچیز است، هدف اصلی جداسازی دی‌اکسیدکربن از مخلوط هیدروکربن‌هاست. شبیه‌سازی فرایند جداسازی دی‌اکسیدکربن از گازهای ارسالی به فلر در نرم افزار Aspen HYSYS انجام شده و مکانیزم اصلی برای فرایند جداسازی، جذب توسط آمین در نظر گرفته شد. شماتیک کلی فرایند در (شکل ۱) نشان داده شده است که در ادامه هریک از مراحل تشریح می‌شود.



شکل ۱- شماتیک کلی فرایند

ازآنجایی‌که ترکیبات ارسالی به فلر پالایشگاه پارسیان از سه واحد مجزا نشئت گرفته است ، ابتدا این جریان‌ها به‌وسیلهٔ سه خط لوله در میکسر مخلوط شده و ترکیبی با مشخصات زیر برای جداسازی به برج جذب ارسال شد. دما و فشار جریان ارسالی به برج جذب به‌ترتیب برابر با ۳۲/۹۳ درجهٔ سانتی‌گراد و ۷۰ بار است. در (جدول۲) ترکیب گاز ارسالی به فلر پالایشگاه آورده شده است.

جدول ۲: ترکیب گاز ارسالی به فلر

Component	٪Mol
H^2O	۰۰/۰
CO^2	۱/۰۸
H^2S	۰۰/۰
N^2	۳/۸۲
Methane	۸۹/۱۲
Ethane	۳/۷۲
Propane	۱/۱۷
i-Butane	۰/۲۶
n-Butane	۰/۳۵
i-Pentane	۰/۱۶
n-Pentane	۰/۱۱
n-Hexane	۰/۲۲

برج جذب دارای دو جریان خروجی شامل جریان گاز شیرین و جریان حلال است که ترکیبی از H^2O، CO^2 و آمین هستند. جریان گاز شیرین که از بالای برج جذب خارج می‌شود، می‌تواند برای مصارفی ازجمله استفاده به‌عنوان سوخت شهری، سوخت کمکی پالایشگاه، ارسال به واحد تولید متانول و استفاده در فرایند GTL به کار برده شود. جریان خروجی از پایین برج جذب برای جداسازی دی‌اکسیدکربن از حلال به برج احیا فرستاده شد تا گاز و مایع از یکدیگر تفکیک شوند. آمین خروجی از برج احیا برای بازیابی و جبران آمین مصرف‌شده ازطریق یک پمپ به واحد اصلاح آمین رفته و پس از آن مجدداً به‌منظور جداسازی دی‌اکسیدکربن به برج جذب فرستاده شد.

۳- ۱- انتخاب آمین مناسب

در ابتدا باید آمین مناسب با درنظرگرفتن شرایط عملیاتی و درنهایت بیشترین بازدهی در جداسازی CO^2 انتخاب شود. با شبیه‌سازی فرایند جداسازی، میزان درصد بازیابی CO^2 با استفاده از آمین‌های موردنظر به دست آمد که در (جدول۳) نشان داده شده است. باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده، بهترین نوع آمین برای این فرایند، دی‌ایزوپروپانول‌آمین (DIPA) است. نتایج تحقیقات و مطالعات دیگری که درخصوص آمین‌ها انجام شده است، استفاده از این نوع آمین را در مقایسه با آمین‌های دیگر تأیید می‌کند [۱۲].

جدول ۳: درصد بازیابی CO^2 با استفاده از انواع آمین‌ها

نوع آمین	درصد بازیابی
دی‌گلایکول‌آمین (DGA)	۹۶/۵۹
مونواتانول‌آمین (MEA)	۹۳/۲۶
دی‌اتانول‌آمین (DEA)	۹۶/۸۶
تری‌اتانول‌آمین (TEA)	۹۶/۸۱
متیل‌دی‌اتانول‌آمین (MDEA)	۹۶/۷۹
دی‌ایزوپروپانول‌آمین (DIPA)	۹۷/۰۸

۳- ۲- بهبود عملیات

باتوجه‌به اینکه هدف اصلی در این تحقیق جداسازی دی‌اکسیدکربن از گازهای ارسالی به فلر و کاربرد آن در عملیات تزریق به مخازن گازی به‌منظور افزایش و تثبیت فشار است، بهبودهایی در عملیات جداسازی برای افزایش راندمان بازیابی دی‌اکسیدکربن انجام شد. بهبودهای عملیاتی با اضافه‌کردن یک خنک‌کننده و یک جداکنندهٔ دوفازی در مسیر جریان خروجی از برج احیا اعمال شد.

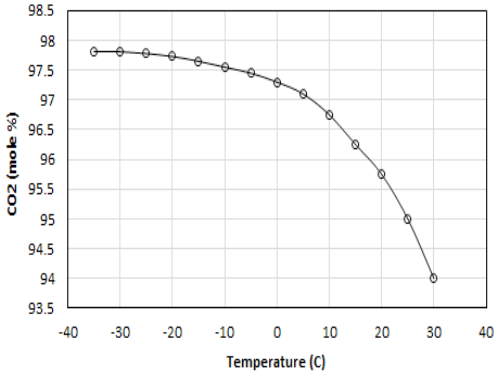
دی‌اکسیدکربن جداشده از حلال در برج احیا با مقادیری از بخار آب همراه است و بنابراین برای کاربرد در عملیات تزریق به مخازن گازی مناسب نیست. به‌منظور افزایش درصد خلوص دی‌اکسیدکربن جداسازی‌شده، جریان خروجی از بالای برج احیا به یک خنک‌کننده فرستاده شد تا بخار آب موجود در آن به مایع تبدیل شده و سپس جریان‌های گاز و مایع به‌وسیلهٔ یک جداکنندهٔ دوفازی تفکیک شدند. بدین ترتیب دی‌اکسیدکربن با خلوص ۹۷درصد با انتخاب بهترین نوع حلال جداسازی شد.

۴- نتایج و بحث

با شبیه‌سازی عملیات جداسازی دی‌اکسیدکربن از گازهای ارسال‌شده به فلر پالایشگاه پارسیان و اعمال بهبودهای عملیاتی، نشان داده شد که امکان استفاده از آن برای کاربرد در مصارف دیگر وجود دارد. علاوه‌برآن به‌منظور دستیابی به بهترین نتایج و تعیین شرایط بهینه، آنالیز حساسیت بر پارامترهای مهم انجام شد. در این بخش مهم‌ترین نتایج حاصل تحلیل می‌شود:

۴- ۱- تأثیر دمای جریان خروجی از برج احیا

باتوجه‌به اضافه‌شدن یک خنک‌کننده در مسیر جریان خروجی از بالای برج احیا، دمای این جریان تغییرپذیر است. با تغییر دمای جریان خروجی از برج احیا که حاوی دی‌اکسیدکربن و بخار آب است، تأثیر آن بر میزان بازیابی دی‌اکسیدکربن، ارزیابی شد. نتایج نشان داد که هرچه دما کمتر باشد، درصد خلوص دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. بهترین نتیجه در دمای ۲۸- درجهٔ سانتی‌گراد و خلوص ۹۷/۸۱ درصد CO^2 به دست آمد. همان‌طور که در (شکل۲) هرچه دما کاهش پیدا کند، بخار آب بیشتری به مایع تبدیل می‌شود و درنتیجه دی‌اکسیدکربن با درجهٔ خلوص بیشتری به‌صورت گاز از جداکننده خارج می‌شود.

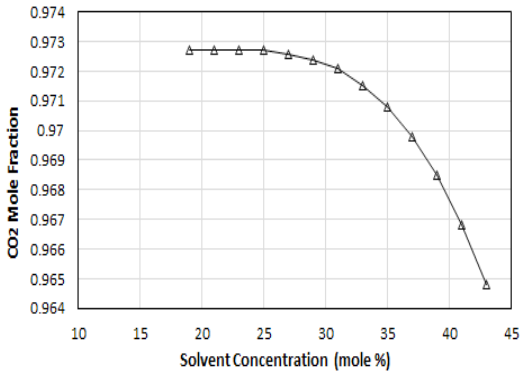


شکل۲-تأثیر تغییرات دمای خروجی برج احیا بر بازیابی دی‌اکسیدکربن

۴- ۲- تأثیر غلظت آمین

باتوجه‌به اینکه غلظت مناسب برای حلال یکی از پارامترهای مهم و تأثیرگذار بر راندمان جداسازی است، تغییرات غلظت آمین در ورودی به برج جذب و تأثیر آن بر بازیابی دی‌اکسیدکربن ارزیابی شد. بدین منظور با انتخاب بهترین نوع آمین یعنی دی‌ایزوپروپانول‌آمین (DIPA) تأثیر تغییرات غلظت بررسی شد.

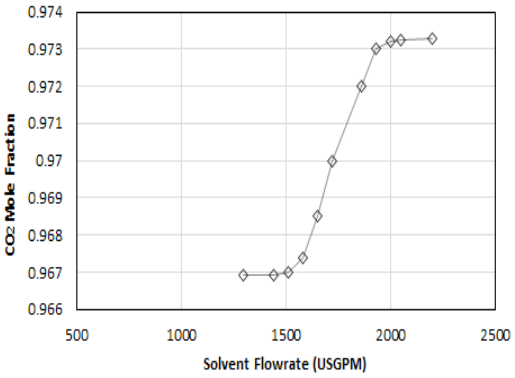
(شکل۳) تغییرات میزان بازیابی دی‌اکسیدکربن برحسب تغییرات غلظت آمین را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که با تغییر غلظت آمین، بیشترین بازیابی دی‌اکسیدکربن در غلظت ۵۲درصد به دست می‌آید. براساس مطالعات صورت‌گرفته بهترین غلظت آمین در بازهٔ ۲۰ تا ۴۰ درصد است؛ زیرا در غلظت‌های کمتر از ۲۰ درصد، میزان جذب به‌صورت قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. همچنین در غلظت‌های بیش از ۴۰ درصد، خوردگی در تأسیسات و طغیان و کف ایجاد می‌شود که ازنظر اقتصادی به‌صرفه نیست.



شکل۲-تأثیر تغییرات غلظت آمین بر بازیابی دی‌اکسیدکربن

۴- ۳- دبی آمین

یکی دیگر از پارامترهای مهم عملیات جداسازی با حلال، دبی جریان حلال در برج جذب است که باید مقدار بهینه‌ای داشته باشد. باتوجه‌به ملاحظات اقتصادی، دبی آمین باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که کمترین هدررفت و بیشترین جذب دی‌اکسیدکربن را داشته باشد. بدین منظور با انتخاب بهترین نوع آمین و غلظت بهینه که از آنالیز قبلی به دست آمده بود، اثر تغییرات دبی حلال بررسی شد. همان‌طور که در (شکل۴) نشان داده شده است، مقدار بهینهٔ حلال برابر با USGPM ۱۹۳۰ به دست آمد.



شکل۴-تأثیر تغییرات دبی آمین بر بازیابی دی‌اکسیدکربن

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله عملیات جداسازی گازهای ارسالی به فلر پالایشگاه پارسیان در نرم‌افزار Aspen HYSYS شبیه‌سازی شده و بهبودهای عملیاتی در آن اعمال شد. پس از بررسی آمین‌های مختلف به‌منظور جداسازی دی‌اکسیدکربن، دی‌ایزوپروپانول‌آمین (DIPA) به‌عنوان بهترین نوع آمین با بیشترین درصد بازیابی انتخاب شد. آنالیز حساسیت بر پارامترهای مهم عملیاتی نشان داد که غلظت و دبی بهینهٔ حلال به‌منظور ایجاد بیشترین میزان جذب و جداسازی دی‌اکسیدکربن به‌ترتیب ۵۲ درصد و USGPM ۱۹۳۰ است.

بهبودهای عملیاتی شامل اضافه‌کردن یک خنک‌کننده و یک جداکنندهٔ دوفازی در مسیر جریان خروجی از بالای برج احیا باعث افزایش بازیابی دی‌اکسیدکربن شد. نتایج نشان داد که بیشترین خلوص دی‌اکسیدکربن در دمای ۲۸- درجهٔ سانتی‌گراد به دست می‌آید. درنهایت کاربرد دی‌اکسیدکربن جداسازی‌شده برای تزریق در عملیات تثبیت فشار مخازن گازی و مابقی ترکیب جداسازی‌شده که شامل گاز شیرین است، به‌منظور تأمین سوخت موردنیاز پالایشگاه، مصارف خانگی و یا کاربرد در فرایند GTL و تبدیل به ترکیبات با ارزش بالاتر پیشنهاد می‌شود.

۵- مراجع

[1] Lyne Cantin, Senior Policy Analyst, 2011, Canadian Public Health, Report for December 2011. https://www.cpha.ca/sites/default/files/assets/positions/position-paper-alcohol_e.pdf

[2] Air Pollution Control Technology Fact Sheet, 2016, EPA-CICA. https://www3.epa.gov/ttncatc1/cica/files/fflare.pdf

[۳] خانی‌پور، مینا، آزاده میروکیلی و مریم ابراهیم‌زاده سروستانی، ۵۹۳۱، «مدل‌سازی و شبیه‌سازی بازیابی گاز فلر به‌منظور کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای به محیط و افزایش تولید متانول در رآکتور مگامتانول»، سمینار پتروشیمی و انرژی، بوشهر، بنیاد نخبگان استان بوشهر، شرکت پتروشیمی جم.

[۴] جدی، محمد و مصطفی نریمانی، ۱۳۹۴، «بررسی بازیابی گاز فلر پالایشگاه‌های مجتمع گاز پارس جنوبی»، چهارمین کنفرانس ملی تحقیقات نوین در شیمی و مهندسی شیمی، ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر.

[۵] کازرونی، وهب و عابدرضا فرهادی‌پور و پوریا امیدوار، ۱۳۹۲، «بررسی چگونگی بازیابی گازهای ارسالی به فلر در یک پالایشگاه گاز و گاز مایع براساس مفهوم اکسرژی»، اولین همایش ملی نفت و گاز، کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[6] Dosunmu, Adewale and Ogunrinde Joshua, 2010, "An Economic Approach to Gas Flare-Down in a Selected Field in Nigeria", Society of Petroleum Engineers, SPE 14719.

[7] Vickers, Stephen R. et al., 2012, "Protect and Then Inject: Optimized Well Fluids Successfully Drill Depleted Reservoirs to Store Gas", Society of Petroleum Engineers, SPE -144798-PA.

[8] Saadawi, Hisham, 2013, "Ten Years' Expex rience with Flare Gas Recovery Systems in Abu Dhabi", Society of Petroleum Engineers, SPE 16133, Abu Dhabi, UAE.

[9]. Wallace, Elizabeth M. and C.A. Ehlig, 2015, "Associated Shale Gas: From Flares to Rig Power", Society of Petroleum Engineers, SPE-173491, Texas A&M University.

[10] Alcheikhhamdon, Yousif and Mina Hoorfar, 2016, "Natural gas quality enhancement: A review of the conventional treatment processes, and the industrial challenges facing emerging technologies", Journal of Natural Gas Science & Engineering.

[۱۱] سمنانی رهبر، مجتبی و محمدرضا فیروزمنش، پاییز ۱۳۸۶، «مروری بر روش‌های جداسازی دی‌اکسیدکربن موجود در هوا با محلول‌های آمین»، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دانشگاه امام حسین(ع)، دانشکدهٔ علوم و مهندسی، گروه مهندسی شیمی، ش۳۴، ص۲۴۷تا۲۵۴.

[۱۲] شعبانی شورمستی، حسین و زهرابیگم مختاری حسینی، ۱۳۹۳، «بررسی فرایند آمین و مقایسهٔ انواع آلکانول آمین‌ها و تأثیر پارامترهای گوناگون بر روی آن برای تصفیهٔ گازهای انتهایی خروجی از واحد کلاوس پالایشگاه»، هفتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران.

Feasibility Study and Selection of Suitable Process for Flare Gas Recovery in Parsian Refinery

Mohammad Mahdi Sabaghian[1] Mastaneh Hajipour[2*], Ebrahim Esalati[3]

1-MSc Student, Department of Petroleum Engineering, Faculty of Petroleum and Chemical Engineering, Islamic Azad University, Science and research Branch, Tehran, Iran.

2-Assistant professor, Department of Petroleum Engineering, Faculty of Petroleum and Chemical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3-MSc in Chemical Engineering, Iranian Gas Engineering and Development Company, Tehran, Iran.

Corresponding Author, Email: m.hajipour@srbiau.ac.ir

Abstract

With increasing population, reducing the amount of pollutants in the environment is especially important. Oil and gas refineries are one of industrial units which cause environmental pollution. Since all the hydrocarbon components recovered from the reservoirs are not separable, therefore inevitably a significant amount of these compounds, which are generally of high economic value, are burn in flares. In addition to the loss of many beneficial hydrocarbon compounds, flaring has many environmental damages. The main purpose of this paper is to provide the best way to separate and minimize flare gases and reduce the loss of gas hydrocarbons. For this purpose, the separation of gases sent to Parsian refinery flare was simulated using Aspen HYSYS software and operational enhancements were applied. Different types of amines for carbon dioxide separation were investigated and the best type was selected with the highest recovery rate. Moreover, sensitivity analysis were performed on important operational parameters and the results were analyzed. Finally the application of separated carbon dioxide for gas injection in gas reservoirs for pressure stabilization and the separated sweet gas for GTL process and conversion to more valuable compounds were suggested.

Keywords: *Acid Gas Separation, Environment, Flare Gas, Simulation.*