



# شبیه‌سازی تزریق گاز اسیدی در یک میدان گازی در جنوب ایران

رضا نوشادی<sup>۱</sup>، شرکت مهندسی و توسعه نفتدکتر شاهرخ شاه حسینی<sup>۲</sup>، دانشگاه علم و صنعت ایران

## چکیده

اغلب مخازن گازی ایران دارای گاز سولفید هیدروژن، مرکاپتان و دی‌اکسیدکربن هستند. به دلیل سمی بودن شدید سولفید هیدروژن و مشکلات ناشی از خوردگی گازهای یاد شده، جداسازی آن‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. به طور سنتی، سولفید هیدروژن را در یک فرآیند فاقد توجیه اقتصادی (کلاوس) به سولفور تبدیل می‌کنند [۱]. در صورتی که نسبت غلظت سولفید هیدروژن به دی‌اکسیدکربن از حد معینی کم‌تر باشد، این فرآیند کارآیی خود را از دست داده و گازهای یاد شده را عمدتاً می‌سوزانند. سوزاندن گازهای اسیدی موجب آلوده شدن محیط زیست، بارش باران‌های اسیدی و تولید حدود ۲۰ ترکیب مضر از مرکاپتان‌های موجود در گاز طبیعی می‌شود [۲]. برای دستیابی به یک فرآیند جایگزین که مشکلات زیست محیطی و اقتصادی یاد شده را نداشته باشد، دو ایده تزریق پساب‌های نفتی به لایه‌های زیر زمینی و تزریق گاز طبیعی به مخازن نفتی، با یکدیگر تلفیق شده و تزریق گازهای اسیدی به لایه‌های زیرزمینی در دستور کار قرار گرفته است. بدین منظور در این مقاله، تزریق گاز اسیدی در قالب سه گزینه تزریق به مخزن گازی، تزریق به سفره آبد و تزریق به یک لایه غیرهیدروکربوری، مطالعه و شبیه‌سازی گردیده و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه شده است. نرم‌افزار شبیه‌ساز مورد استفاده در این مطالعه، Eclipse می‌باشد. نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی‌های انجام شده بر میدان مورد نظر حاکی از آن است که از نظر تئوری، هر لایه مسدود دارای ظرفیت مناسب و منطبق با سیال تزریقی، می‌تواند برای فرآیند تزریق گاز اسیدی به عنوان لایه هدف انتخاب شود؛ هر چند مسایل اقتصادی ایجاب می‌کند که تزریق در لایه‌های با عمق کم‌تر، فشار پایین‌تر و از نظر جغرافیایی، نزدیک‌تر به تأسیسات پالایشگاهی انجام شود. هم‌چنین در این مطالعه نشان داده شده است که با مدیریت محل حفاری و تکمیل لایه‌های چاه‌های تولیدی و تزریقی، می‌توان اثر افزایش غلظت گاز اسیدی در چاه‌های تولیدی را حذف نمود و بدون نیاز به فرآیند غیر اقتصادی و ناکارآمد کلاوس، به گزینه‌های منطبق بر الزامات زیست‌محیطی دست یافت.

## واژه‌های کلیدی

تزریق گازهای اسیدی، بازگردانی گاز اسیدی به مخزن گاز، تزریق گازهای اسیدی در لایه غیرهیدروکربوری، ناکارآمدی فرآیند کلاوس، شبیه‌سازی

## مقدمه

یافت (کلاوس) فرآیندی برای تولید سولفور است که امروزه با پیشی گرفتن میزان تولید سولفور از مصرف آن، به یک آلاینده جدید در جهان تبدیل شده است.

### ۱. چالش‌های تزریق گاز اسیدی در سطح‌الارض و تحت‌الارض

یکی از پارامترهای مهم در فرآیند تزریق گاز اسیدی به لایه‌های زیرزمینی، انتخاب لایه مناسب برای تزریق است. تجربیات فعلی تزریق به مخازن نفتی تخلیه شده محدود می‌باشند. برای انتخاب لایه تزریق باید به مواردی از جمله حلالیت گاز اسیدی در سیال لایه، سازگاری لایه با گاز اسیدی تزریقی، چالش‌های ناشی از تزریق در تطابق سنگ و سیال مخزن، تأسیسات تزریق و ترمودینامیک تزریق گاز توجه نمود. به‌طور کلی پیش از انجام هرگونه عملیات اجرایی، باید مطمئن شد که:

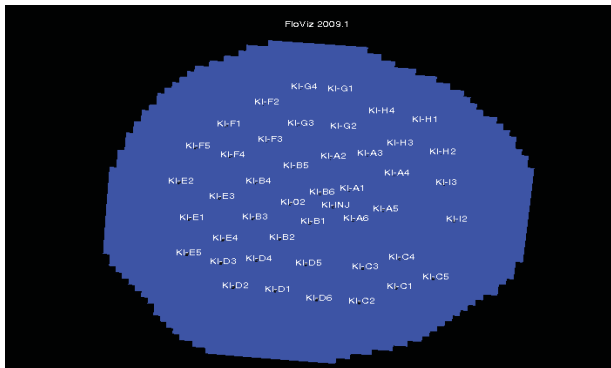
۱. لایه تزریقی ظرفیت کافی برای پذیرش گاز اسیدی را دارا باشد.
۲. گاز اسیدی از طریق منافذ موجود یا در اثر شکست سازند به لایه‌های مجاور نفوذ نکند. (به‌همین دلیل، محاسبه فشار ناشی از تزریق دارای اهمیت بسیار زیادی است)
۳. تزریق گاز موجب مسدودسازی لایه را به دلیل عدم تطابق سنگ/سیال فراهم نسازد [۵، ۶].

عملیات سطح‌الارضی و تحت‌الارضی تزریق گاز اسیدی ( $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{S}$ ) به خواص این گازها از قبیل رفتار فاز غیر آبی، مقدار آب، تشکیل هیدرات (حتی بدون آب آزاد)، چگالی، گرانی، خوردگی و... بستگی دارد.

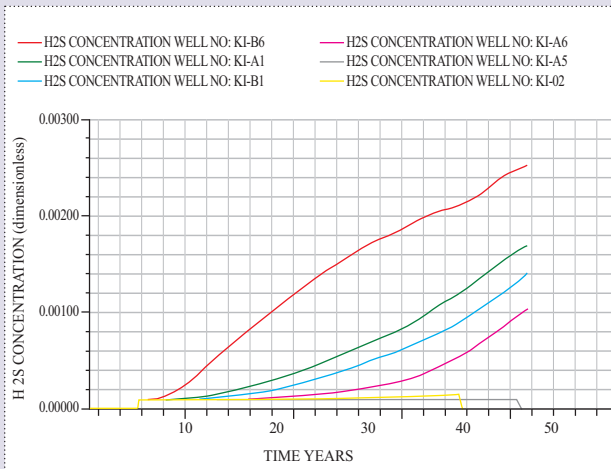
فرآیند تزریق گاز در ایران از سال ۱۹۷۲ میلادی با تزریق گاز به مخزن نفتی هفتگل آغاز شده است. از آن‌جا که این فرآیند اولین بار در ایران صورت پذیرفته است، بنابراین این کشور به‌عنوان مجری اولین طرح تزریق گاز در دنیا شناخته می‌شود. با انجام فرآیند یاد شده در مخزن نفتی هفتگل، باز یافت روزانه نفت از ۱۴ هزار بشکه به ۴۰ هزار بشکه و ارتفاع ستون نفتی از ۱۳۰ پا به ۴۰۰ پا رسید [۳]. هم‌چنین مدت مدیدی است که در مناطق مختلف نفتی، عملیات تزریق پساب‌های نفتی نیز در دستور کار شرکت ملی نفت ایران قرار دارد. در فعالیت‌های انجام شده در این زمینه، به‌ویژه در کشور کانادا، تزریق گاز اسیدی به مخازن تخلیه شده نفتی یا میادین فعال، مورد توجه قرار گرفته و حتی در یک مورد مشاهده شده است که فرآیند کلاوس از مدار عملیات خارج گردیده و تأسیسات تزریق گاز اسیدی به مخزن تخلیه شده نفتی نصب شده است [۴]. پس از کانادا و آمریکا، کشور آذربایجان و اخیراً امارات نیز با مدیریت شرکت‌های اروپایی به جمع اجراکنندگان این عملیات پیوسته‌اند؛ هر چند از بهره‌برداری آن‌ها گزارشی در دست نیست.

در میدان مورد مطالعه در این مقاله، یکی از مشکلات طراحی میدان، یافتن راهی برای فرآورش گاز اسیدی است؛ زیرا در مراحل طراحی پایه، ناکارآمدی فرآیند کلاوس (به دلیل پایین بودن نسبت گاز سولفید هیدروژن به گاز دی‌اکسیدکربن) به اثبات رسیده است. نتایج این مطالعه و شبیه‌سازی‌های انجام شده نشان می‌دهد که گزینه تزریق گاز اسیدی به مخزن گازی این میدان در دسترس بوده و با مدیریت محل حفاری و تکمیل لایه‌های چاه‌های تولیدی و تزریقی می‌توان اثر افزایش غلظت گاز اسیدی را در چاه‌های تولیدی حذف نمود و بدون نیاز به فرآیند غیر اقتصادی و ناکارآمد کلاوس، به گزینه‌های منطبق بر الزامات زیست‌محیطی دست

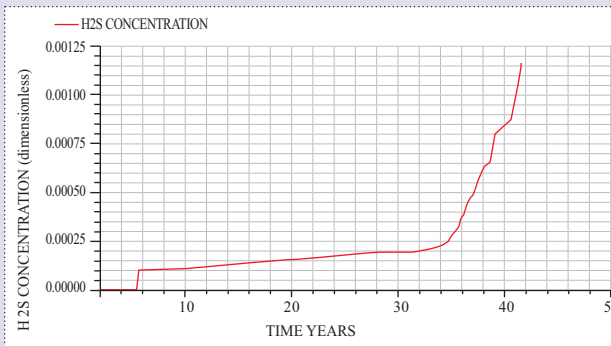
<sup>1</sup> rnowshadi@pedec.net<sup>2</sup> shahrokh@iust.ac.ir<sup>3</sup> Isolated



۱ | محل حفاری چاه‌های میدان گازی مورد مطالعه



۲ | غلظت گاز سولفید هیدروژن در چاه‌های مجاور چاه تزریقی واقع در میانه میدان



۳ | افزایش غلظت گاز سولفید هیدروژن در کل میدان

۴ | آنالیز حساسیت میزان افزایش غلظت گاز اسیدی نسبت به موقعیت تزریق

| محل تزریق  | محل تکمیل چاه تزریقی | حداکثر افزایش غلظت گاز اسیدی (ppm) |
|------------|----------------------|------------------------------------|
| مرکز میدان | کنگان                | ۱۱۵۰                               |
| دالان      | ۲۳-۳۰                | ۱۰۰۰                               |
| شرق میدان  | کنگان                | ۲۴۰                                |
| غرب میدان  | کنگان                | ۲۰۰                                |
| شمال میدان | دالان                | ۲۷۰                                |

از جمله مزایای مهم تزریق گاز اسیدی، اسیدشویی خودکار لایه‌های تزریق است. هرچند باید دقت شود که وجود رسوبات در فاصله‌های دورتر از چاه، موجب جمع‌آوری رسوبات در خلل و فرج پایین دست نشود. هم‌چنین تزریق گاز اسیدی در تأسیسات سطح‌الارضی باید به‌گونه‌ای طراحی و انجام شود که در زمان بروز هرگونه حادثه، خطرات فوق‌العاده جانی آن تحت کنترل باشد و آمادگی‌های لازم برای ممانعت، مهار و کنترل فوران چاه تزریق گاز اسیدی فراهم گردد. برای حذف عوارض ناشی از چنین فاجعه‌ای، تزریق مخلوط گاز اسیدی با آب یا پساب را می‌توان در دستور کار قرار داد.

### ۲. شبیه‌سازی تزریق گاز اسیدی و تحلیل نتایج حاصل از آن

در حال حاضر، برنامه توسعه میدان گازی مورد مطالعه در سه فاز تدوین شده است. گازهای تولیدی از چاه‌های هر فاز، جمع‌آوری شده و به پالایشگاه منتقل می‌شود. در پالایشگاه پس از جداسازی مایعات گازی به‌وسیله لخته‌گیرهای ورودی (با مکانیسم تفکیک ثقلی)، گاز به واحد شیرین‌سازی وارد می‌شود. در واحد شیرین‌سازی، گاز اسیدی در اثر تماس با آمین در برج‌های جداسازی از گاز ورودی جدا می‌گردد. آمین خروجی از واحد به همراه گازهای اسیدی جدا شده به واحد احیای آمین منتقل می‌شود [۱۸، ۹].

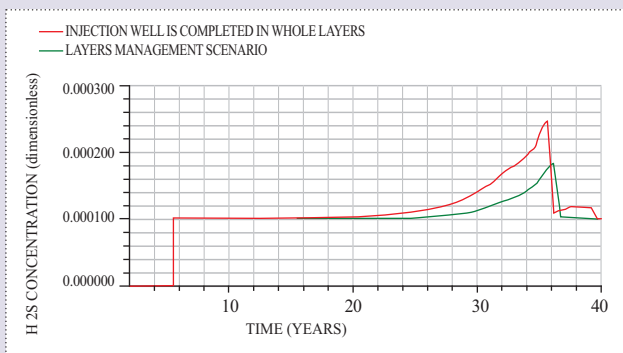
### ۲-۱. تزریق گاز اسیدی در مخزن گازی میدان مورد مطالعه

میدان گازی مورد نظر از چندین لایه با پتانسیل هیدروکربوری تشکیل شده است. این لایه‌ها شامل کنگان، دالان بالایی و دالان پایینی است [۱۰]. لایه‌های دالان و کنگان برای تزریق گاز انتخاب شده‌اند؛ محل چاه‌های تزریق نیز در گستره مخزن در نظر گرفته شده است، تا آنالیز حساسیت تزریق در نقاط مختلف مطالعه گردد. شکل ۱ چگونگی توزیع ۴۴ چاه تولیدی و محل چاه تزریق گاز اسیدی را نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز نشان‌دهنده افزایش غلظت گاز سولفید هیدروژن (به عنوان نماینده گاز اسیدی) در چاه‌های تولیدی مجاور (KI-A1, KI-A5, KI-A6, KI-02, KI-B1, KI-B6) چاه تزریقی است. مطابق این شکل، در طول دوره تزریق گاز اسیدی به مخزن، غلظت گاز اسیدی در نزدیک‌ترین چاه (KI-B6) به حداکثر ۲۵۰۰ ppm می‌رسد. به‌طور کلی در چاه KI-A5، افزایش غلظت گاز اسیدی مشاهده نمی‌شود. بنابراین با مخلوط شدن گازهای تولیدی در کلیه چاه‌ها، در نهایت میزان غلظت گاز سولفید هیدروژن در کل گاز تولیدی از میدان از ۱۰۰ به ۱۱۵۰ ppm می‌باید (شکل ۳). برای مطالعه آنالیز حساسیت محل چاه در نقاط مختلف میدان و لایه‌های مختلف، حالت‌های گوناگونی شبیه‌سازی گردید. جدول ۱ نشان می‌دهد که غلظت گاز اسیدی در کل گاز تولیدی از میدان در سناریوهای مختلف، متفاوت است. در این سناریوها، غلظت گاز اسیدی به نزدیکی چاه تزریقی به چاه‌های تولیدی و تعداد لایه‌های تکمیل شده در چاه تزریقی وابسته است. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که اگر توزیع چاه‌ها، انتخاب محل و حداقل‌سازی لایه‌ها مدیریت شوند، می‌توان اثر حضور گاز اسیدی در گاز تولیدی را به میزان بسیار کمی کاهش داد. در ادامه به اثر انتخاب‌ها و مدیریت‌هایی که در این دو بخش می‌تواند اتفاق بیفتد، پرداخته می‌شود.

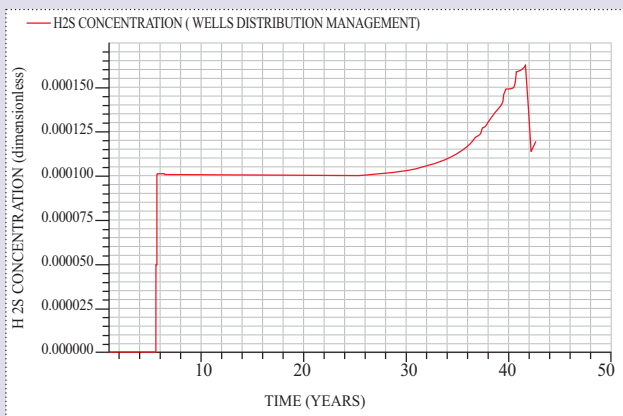
### ۲-۲. مدیریت تکمیل و توزیع چاه‌ها در میدان

داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهند که هر چه چاه تزریقی در تعداد لایه‌های کم‌تری تکمیل شود، غلظت گاز اسیدی در گاز تولیدی کم‌تر می‌گردد. برای مطالعه اثر تعداد لایه‌های تکمیل شده، سناریوی تزریق گاز اسیدی در شرق لایه کنگان انتخاب شد. با کاهش تعداد لایه‌ها مشاهده گردید که غلظت گاز سولفید هیدروژن از ۲۴۰ به حدود ۱۸۰ ppm کاهش می‌یابد (شکل ۴).

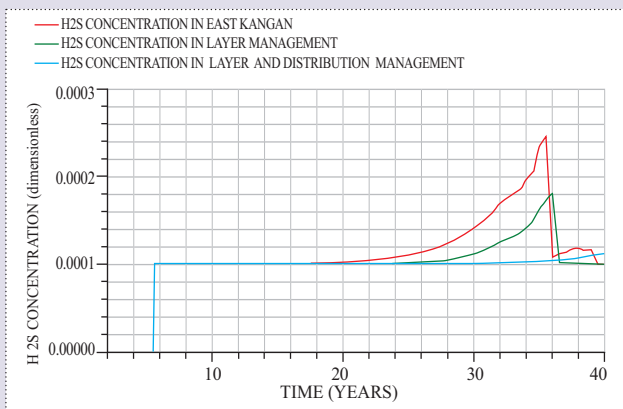
مقایسه شکل ۱ و شکل ۲ بیانگر این واقعیت است که هر چه چاه‌های تولیدی از چاه تزریق گاز اسیدی فاصله بیش‌تری داشته باشند، دیرتر تحت تأثیر تزریق گاز اسیدی قرار می‌گیرند. بنابراین میزان افزایش غلظت گاز اسیدی نیز



شکل ۴ | اثر کاهش تعداد لایه‌های تکمیل چاه بر کاهش غلظت گاز سولفید هیدروژن تولیدی از میدان



شکل ۵ | اثر توقف تولید از چاه‌های مجاور بر کاهش غلظت گاز سولفید هیدروژن تولیدی از میدان



شکل ۶ | نتیجه مدیریت هم‌زمان لایه‌ها و توزیع چاه‌ها در تزریق گاز اسیدی

در مخزن نگرانی وجود ندارد. افزایش فشار از دو دیدگاه دارای اهمیت است:

۱. پیش بینی حداکثر فشار مورد نیاز برای تزریق
۲. مقایسه فشار تزریق با فشار شکست سازند به‌طور طبیعی انتظار می‌رود که هنگام تزریق گاز اسیدی به سازند آسماری، فشار سازند افزایش یابد. باید میزان فشار سیستم پمپاژ، انتخاب و طراحی شود. میزان افزایش فشار در محدوده چاه و در کل مخزن، از زاویه عبور از فشار شکست

در گاز تولیدی کم‌تر و کم‌تر خواهد شد. چنانچه تولید از چاه‌های مجاور یعنی چاه‌های KI-C1، KI-C2 و KI-D6 انجام نشود و سهم تولید از این چاه‌ها به چاه‌های دیگر اختصاص یابد، غلظت گاز سولفید هیدروژن در گاز تولیدی نیز از ۲۴۰ به حدود ۱۶۰ ppm خواهد رسید (شکل ۵).

شکل ۶ نتیجه مدیریت هم‌زمان تعداد لایه‌های تزریقی و توزیع چاه‌های تولیدی مختلف میدان را نشان می‌دهد. در ابتدا حداکثر غلظت گاز اسیدی در گاز تولیدی، ۲۴۰ ppm بوده است. با کاهش لایه‌های تزریقی در چاه تزریق گاز اسیدی، حداکثر غلظت به ۱۸۰ ppm کاهش یافته است. سپس با تنظیم موقعیت چاه‌ها و حذف تولید از چاه‌های مجاور، این مقدار در سال آخر تولید به ۱۱۰ ppm می‌رسد. هم‌چنین با بهینه‌سازی موقعیت چاه‌ها و لایه‌های فرعی تکمیل چاه، امکان حذف کامل اثر تزریق گاز اسیدی وجود دارد؛ هرچند اثر تزریق گاز اسیدی تقریباً حذف شده است.

### ۲-۳. تزریق گاز اسیدی در سفره آب میدان مورد مطالعه

بعد از شبیه‌سازی تزریق گاز اسیدی در لایه‌های گازی میدان مورد نظر، تزریق گاز اسیدی در سفره آب شبیه‌سازی گردید. بررسی چگونگی توزیع گاز اسیدی در میدان، مدیریت عمق تزریق در سفره آب، اثر گاز اسیدی تزریق شده بر افزایش غلظت این گاز در مخزن و هم‌چنین افزایش احتمالی غلظت این گاز در چاه‌های تولیدی مجاور، در نتایج حاصل از شبیه‌سازی این فرآیند بسیار مهم و تأثیرگذار است. براساس شناختی که از مخازن گازی، رفتار لایه‌های متخلخل و حرکت سیالات مختلف در آن‌ها وجود دارد، انتظار می‌رود که با افزایش عمق تزریق گاز اسیدی در سفره آب و دوری از سطح تماس گاز و آب در مخزن، تأثیر کم‌تری بر افزایش غلظت گاز اسیدی در سیال مخزن و به‌دنبال آن، در چاه‌های تولیدی مجاور مشاهده گردد. اما مطالعه میزان حساسیت این فاصله، جز از طریق شبیه‌سازی هم‌زمان مخزن و سفره آب امکان‌پذیر نخواهد بود. تعیین مشخصات پتروفیزیکی سنگ موجود در سفره آب، تعیین مشخصات سیال موجود در سفره و انجام آزمایش‌های سنگ-سیال برای تعیین رفتار این دو بر یکدیگر مانند تراوایی نسبی و ... اقدامات اولیه‌ای است که به‌منظور تأمین داده‌های لازم برای شبیه‌سازی انجام می‌شود. با توجه به عدم دسترسی به سطح تماس آب و گاز در چاه X-3 و فراهم نشدن امکان انجام آزمایش‌های لازم، تاکنون برای شبیه‌سازی این بخش، داده‌های واقعی فراهم نشده است.

### ۲-۴. تزریق گاز اسیدی در یک سازند غیر هیدروکربوری

یکی از بخش‌های مهم این مطالعه، تزریق گاز اسیدی در لایه‌های فاقد پتانسیل هیدروکربوری است. برای انتخاب لایه مناسب، لازم است بررسی‌های ذیل صورت گیرد:

۱. تطابق جنس لایه با سیال تزریقی
۲. رفتار سیال تزریقی با سیال موجود در لایه
۳. رفتار مثلث سیال تزریقی - سیال مخزن - سنگ مخزن
۴. میزان ظرفیت سنگ مخزن
۵. میزان افزایش فشار سنگ مخزن در اثر تزریق
۶. مسدود بودن پوش سنگ مخزن به‌گونه‌ای که مواد آلاینده به لایه‌های دارای پتانسیل هیدروکربوری نفوذ نکند

برای انتخاب لایه هدف، ابتدا باید زمین‌شناسی و لایه‌بندی طاق‌دیس‌های موجود در منطقه بررسی گردد. با توجه به خصوصیات پتروفیزیکی مطلوب سازند آسماری و تجارب موفق پروژه‌های تزریق پساب‌های نفتی در این سازند، این لایه به عنوان هدف اول انتخاب شد.

همانند گزینه تزریق در لایه هیدروکربوری، از شبیه‌سازی واحد شیرین‌سازی پالایشگاه برای ترکیب گاز اسیدی مورد نظر استفاده گردید. مهم‌ترین پارامتری که در این شبیه‌سازی‌ها دنبال می‌شود، فشار مورد نیاز برای تزریق است. برخلاف گزینه تزریق در لایه هیدروکربوری، در این سناریو برای افزایش غلظت گاز اسیدی



دوره تولید است. فشار سرچاهی قاعدتاً به اندازه فشار ناشی از وجود ستون گاز اسیدی منهای افت فشار ناشی از اصطکاک، از میزان فشار جریانی در بن چاه کم‌تر است. آنچه که در مطالعات انتخاب لایه غیرهیدروکربوری مناسب برای تزریق اهمیت زیادی دارد، فشار شکست پوش سنگ و لایه است. حداکثر فشار در بن چاه نباید از فشار مورد نیاز برای شکست پوش سنگ تجاوز کند. یکی دیگر از دغدغه‌های تزریق در لایه غیرهیدروکربوری، مسیریابی سیال تزریقی در لایه غیرهیدروکربوری است. در شکل ۹ برشی از مخزن که قابلیت نمایش محوطه اطراف چاه در ابعاد طولی مخزن را داشته، نشان داده شده است. هم‌چنان‌که مشاهده می‌گردد، کل ناحیه متأثر شده از تزریق گاز اسیدی، برابر است با منطقه کوچکی از مخزن (به شعاع حداکثر ۴۵۰۰ متر در طول و عرضی معادل  $۱۶/۲ \times ۲۴/۱$  کیلومتر). این امر نشان‌دهنده کافی بودن ظرفیت لایه انتخابی برای تزریق گاز اسیدی است.

#### نتیجه‌گیری

از مطالعه و شبیه‌سازی تزریق گاز اسیدی در لایه‌های گازی میدان مورد مطالعه، در سفره آبد و در لایه غیرهیدروکربوری، نتایج ذیل حاصل شده است:  
۱. در گزینه تزریق گاز اسیدی به مخزن گازی، توزیع چاه‌های تولیدی و تزریقی، به منظور کاهش یا حذف غلظت گاز اسیدی در گاز تولیدی می‌تواند مدیریت شود.

۲. لایه غیرهیدروکربوری انتخاب شده در این مطالعه، ظرفیت لازم برای تزریق گاز اسیدی را داراست.

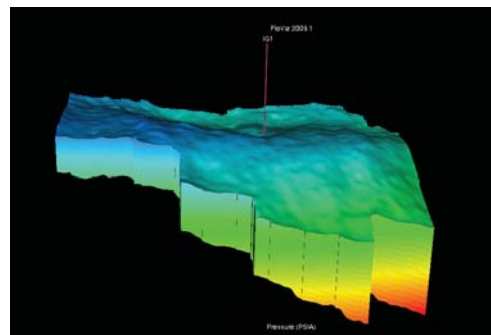
۳. تزریق در لایه غیرهیدروکربوری انتخاب شده برای تزریق، به فشار کم‌تری نیاز دارد. بنابراین برای فشارافزایی و سیستم انتقال، به هزینه کم‌تر نیاز است. هم‌چنین به دلیل این که در سناریوی تزریق یاد شده به چاهی با عمق کم‌تر نیاز است، هزینه حفاری نیز نسبت به تزریق در لایه گازی به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت.

#### منابع

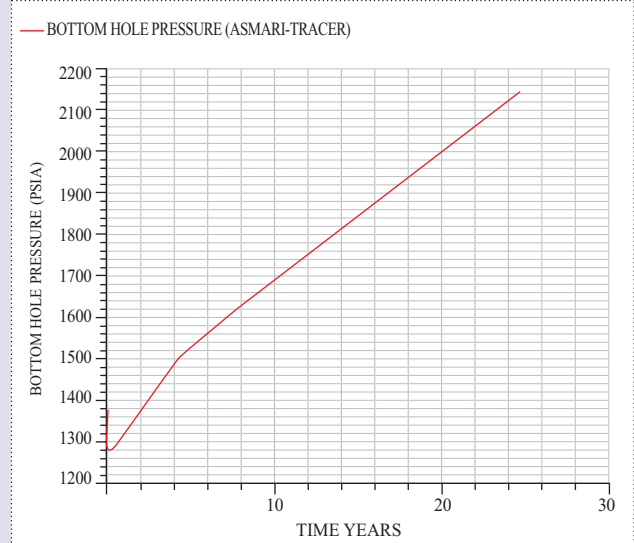
- [1] McCrank N., Palmer R., "Sulfur Recovery Guideline for Sour Gas Plant "ERCB & Alberta Environment", 2009, ID 2001-3.
- [2] Korens N., Simbeck D. R., Wilhelm D. J., "Process Screening Analysis of Alternative Gas Treating and Sulfur Removal for Gasification", US department of energy 739656-00100.
- [3] Saidi A.M., "Twenty Years of Gas Injection History into Well-Fractured Haft Kel Field (Iran)", SPE paper 35309, presented at SPE meeting Villahermosa, Mexico, 1996.
- [4] Bachu, S., Adams, J.J., Michael K. and Buschkuehle B.E., "Acid Gas Injection in the Alberta Basin: a Commercial-Scale Analogue for CO2 Geological Sequestration in Sedimentary Basins", Alberta Geological Survey AB, T6B 2X3.
- [5] Bennion, D.B., Thomas, F.B., Bennion, D.W., Bietz, R.F., "Formation Screening to Minimize Permeability Impairment Associated with Acid Gas or Sour Gas Injection/Disposal", final approval November 8, 1999., JCPT 96-93.
- [6] Gunter W.D., Pratt A., Buschkuehle B. E. and E.H. Perkins, "Acid Gas Injection in The BRAZEAU NISKU Q Carbonate Reservoir: Geological Chemical Reaction as a Result of The Injection of an H2S-CO2 Waste Stream" In: Proceedings of the 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies. Volume 1: Peer-Reviewed Papers and Plenary Presentations, Vancouver, BC, September 5-9, 2004.
- [7] Masahiro M., Shiozawa M., " Sour Gas Injection Project", SPE 78547, 2002.
- [8] Master Development Plan, Petroleum Engineering and Development Company. MTN/86/451, 2008.
- [9] Master Development Plan, Prime Energy Group Comp, KISH-MDP-REV02-01.doc, May 2009.
- [10] Reservoir Caractrization Report, Petroleum Engineering and Development Company. MTN/86/451, 2008.

سازند نیز بسیار مهم است. هم‌چنین اگر لایه مجاور دارای پتانسیل هیدروکربوری باشد، گاز اسیدی به هیدروکربور نفوذ کرده و اگر از نظر زمین‌شناسی، امکان راه‌یابی به آب‌های سطحی یا اکوسیستم‌های طبیعی وجود داشته باشد، پیامدهایی زیست محیطی نیز به دنبال خواهد داشت.

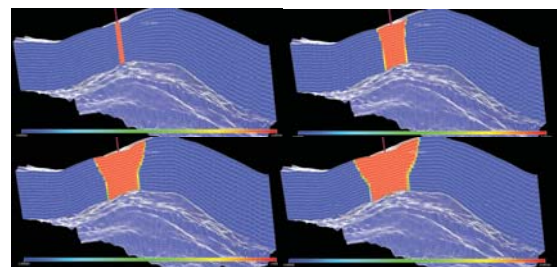
در صورتی که عوارض یاد شده امکان ظهور نداشته باشند، این روش می‌تواند برای دفع گازهای اسیدی در لایه مورد نظر، به‌عنوان روشی پایدار و قابل استفاده توصیه گردد. شکل ۸ نشان‌دهنده فشار مورد نیاز برای تزریق گاز اسیدی در بن چاه در طول



شکل ۷ | سازند آسماری برای تزریق گاز اسیدی در لایه غیر هیدروکربوری



شکل ۸ | فشار مورد نیاز در بن چاه برای تزریق در لایه غیر هیدروکربوری



شکل ۹ | منطقه توزیع گاز اسیدی در لایه غیر هیدروکربوری