

بررسی آثار تزریق گاز بر نحوه تولید و عملکرد مخازن یکی از میادین جنوب غرب ایران

مصطفی امیری کارشناسی ارشد مهندسی مخازن، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب
علی اصغر قاسمی نژاد کارشناسی ارشد مهندسی مخازن، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

چکیده

یکی از روش‌های افزایش بازافت نهایی نفت، تزریق گاز در مخزن است. تزریق گاز می‌تواند به صورت تزریق مستقیم درون کلاهک گازی و یا به صورت تزریق امتزاجی صورت پذیرد که این امر موجب تثبیت و یا افزایش انرژی مخزن می‌گردد. تزریق گاز در مخازن جنوب غرب ایران به علت در دسترس بودن گاز، سازگاری با مخزن و همچنین بازافت گاز تزریق شده در مخزن متداول‌ترین روش نگهداشت یا افزایش فشار مخزن است. تزریق گاز ضمن افزایش فشار مخزن می‌تواند باعث ثابت ماندن یا افزایش ضریب حجمی نفت مخزن گردد که این امر در نهایت منجر به افزایش بازافت نهایی نفت مخزن خواهد شد. در این مقاله آثار تزریق گاز بر روی مخازن آسماری و بنگستان یکی از میادین جنوب غرب ایران که با هدف نگهداشت فشار مخزن طراحی گردیده، مورد بررسی قرار گرفته است. میزان و نحوه تزریق گاز در میدان، تغییرات فشار سیالات مخزن قبل و بعد از تزریق، تغییرات ستون نفت و همچنین تغییرات خواص نفت مخزن و نتایج ناشی از تزریق گاز در میدان نیز تشریح گردیده است.

واژه‌های کلیدی | تزریق گاز، نسبت تزریق به تولید، فشار نفت، فشار گاز، ستون نفتی، ضریب حجمی نفت

مقدمه

در ابتدای تولید از مخازن نفتی، این ماده بطور طبیعی به سطح زمین جریان می‌یابد اما به مرور زمان و در اثر تولید، فشار مخزن کاهش یافته و در نتیجه موجب کاهش ظرفیت بهره‌دهی چاه‌ها می‌گردد. عموماً برای نگهداشت میزان تولید یک چاه باید از فرازآوری مصنوعی استفاده و یا انرژی از دست رفته مخزن به نوعی جبران شود. یکی از روش‌های تثبیت و افزایش انرژی مخزن تزریق گاز است. میدان مورد مطالعه در این مقاله یکی از بزرگترین مخازن شکافدار جنوب غرب ایران و دارای ویژگی‌های خاص و پیچیده‌ای است. بزرگ بودن، خصوصیات خاص مخزن در بخش‌های مختلف و عملکرد متفاوت شکستگی‌ها تولید از میدان را تحت تاثیر خود قرار داده است.

میدان مذکور دارای مخازن آسماری، بنگستان و خامی است. مخزن آسماری شامل ۹ بخش بوده که هر بخش از مخزن به دلیل خواص پترو فیزیکی و نحوه توزیع شکستگی‌ها از عملکرد تولیدی متفاوتی برخوردار است.

۱- تاریخچه تولید نفت و فشار نفت

تولید نفت در این میدان از سال ۱۳۱۶ از مخزن آسماری شروع

گردید و به تدریج تولید میدان افزوده شد به طوری که این مقدار از یک میلیون بشکه در روز نیز فراتر رفت. در طی این مدت فشار نفت مخزن به دلیل تخلیه نفت رفته‌رفته کاهش پیدا نمود و از فشار اولیه حدود ۳۵۰۰ پام به فشار ۱۹۰۰ تا ۲۲۵۰ پام در بخش‌های مختلف رسید. درصد اولیه تخلیه نفت حدود ۳/۵ درصد بود اما ادامه این روند (عدم تزریق گاز) باعث کاهش انرژی مخزن و رسیدن فشار مخزن به کمتر از فشار ترک مخزن و عدم تخلیه نفت به طور طبیعی گردید.

۲- تاریخچه تزریق گاز

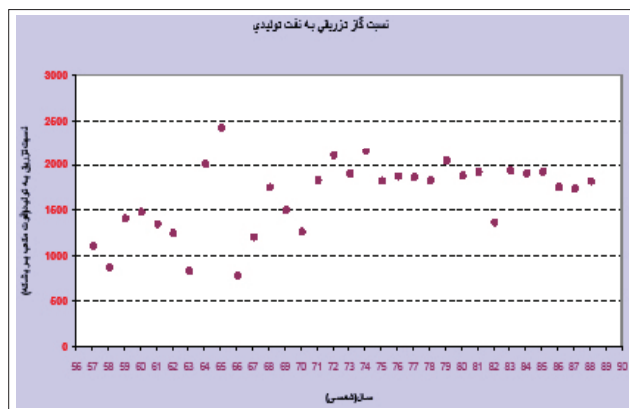
سناریوی تزریق گاز در مخزن آسماری بر اساس اولین مطالعه میدان که در سال ۱۹۷۵ میلادی انجام شد، تعیین گردید و بر اساس این مطالعه قرار شد که تزریق گاز با نسبت اولیه ۲۰۰۰ فوت مکعب بر بشکه در مخزن انجام گیرد. تزریق گاز در خردادماه ۱۳۵۶ و از طریق ۱۱ حلقه چاه تزریقی با هدف تثبیت فشار و با دبی حدود ۹۰۰ میلیون فوت مکعب در روز به صورت تزریق مستقیم در کلاهک گازی مخزن آسماری میدان آغاز گردید. گاز تزریقی، از گاز گنبدی یکی از میادین همجوار و گاز همراه تولیدی میدان تامین گردید. در بحبوحه جریان‌ات انقلاب اسلامی و هرچند در یک بازه زمانی کوتاه مقدار تولید به بیش از یک میلیون بشکه در روز رسید، اما مقدار



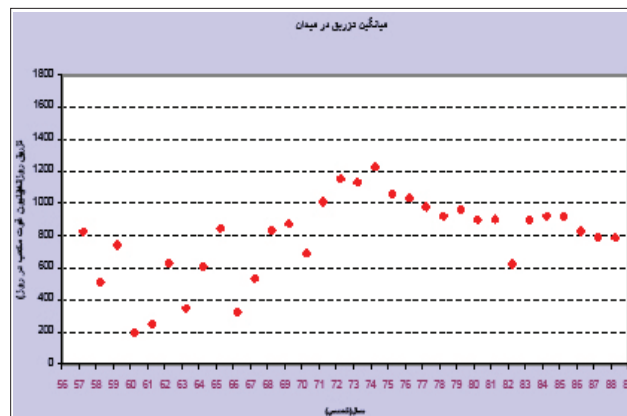
روند نزولی داشته و به ازای تولید ۴/۱ میلیارد بشکه نفت (۳۲ درصد ذخیره قابل بازیافت) از فشار حدود ۳۵۰۰ پام به حدود ۲۱۰۰ پام به طور متوسط رسیده است. به عبارت دیگر افت فشار مخزن برابر با ۰/۳۴۱ پام به ازای تولید هر یک میلیون بشکه نفت بوده است. یعنی با ادامه این روند (عدم تزریق گاز)، فشار نفت مخزن به کمتر از فشار ترک مخزن رسیده و ادامه تولید نفت با مشکل مواجه شده، بازیافت نهایی نفت به شدت پایین آمده است (حدود ۱۸ درصد ذخیره در جای نفت مخزن). از لحظه شروع تزریق گاز در خرداد ۱۳۵۶، فشار نفت بخش‌های مختلف شروع به تثبیت و در بعضی از بخش‌ها شروع به افزایش کرده است. این امر منجر به ادامه روند تولید نفت مخزن گردیده است. به عبارت دیگر، تزریق گاز باعث افزایش فشار و جریان انرژی از دست رفته مخزن گردیده و از کاهش ظرفیت بهره‌دهی چاه‌ها جلوگیری نموده است.

۲-۳ تغییرات فشار گاز مخزن

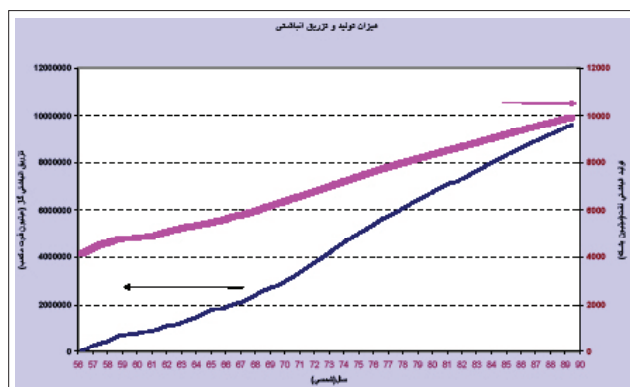
فشار گاز مخزن در چاه‌های مشاهده‌ای اندازه‌گیری شده است.



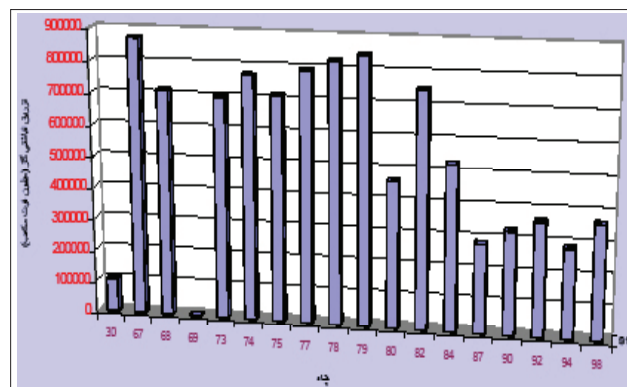
شکل ۳ | نسبت گاز تزریق به نفت تولیدی در سال‌های مختلف



شکل ۱ | میانگین تزریق روزانه گاز در میدان در سال‌های مختلف



شکل ۴ | میزان تولید انباشتی نفت و تزریق انباشتی گاز در میدان



شکل ۲ | تعداد چاه‌های تزریقی و میزان گاز تزریق شده از طریق هر چاه

تزریق برنامه شده محقق نشد و تا سال ۱۳۶۵ با نوسانات زیادی همراه گردید. اما از آن سال به بعد، روند تزریق به شکل منظم‌تری افزایش یافت و به بیش از یک میلیارد فوت مکعب در روز نیز رسید (شکل ۱). شکل ۲ تعداد کل چاه‌های تزریقی و میزان گاز تزریق شده از طریق هر چاه را در مخزن نشان می‌دهد. در فاصله سال‌های ۱۳۷۷ تاکنون میزان تزریق بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیون فوت مکعب در روز و نسبت تزریق به تولید بین ۱۸۰۰-۱۹۰۰ فوت مکعب بر بشکه بوده است (شکل ۳).

در حال حاضر مجموع گاز تزریق شده به حدود ۱۰ تریلیون فوت مکعب رسیده در حالیکه مجموع نفت تولیدی از میدان حدود ۱۰ میلیارد بشکه است (شکل ۴).

۳- اثرات تزریق گاز در مخزن

۳-۱ تغییرات فشار نفت مخزن

تغییرات فشار نفت مخزن آسماری در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تا قبل از تزریق گاز، فشار نفت

بخش‌های مختلف گردیده که این امر باعث افزایش تعداد تعمیرها در سال‌های اخیر گشته است (شکل ۷). به منظور بهینه‌سازی تعداد چاه‌های تعمیری، تناسب تولید و تزریق باید مد نظر قرار گیرد زیرا با کاهش ستون نفتی نحوه تکمیل چاه‌ها دقت بیشتری را طلب نموده و نیازمند فن آوری و هزینه بیشتر خواهد بود. شیب کاهش ستون نفتی متأثر از میزان تولید هر یک از بخش‌های مخزن است. شکل ۸ تغییرات سطح تماس گاز و نفت را در قسمتی از مخزن آسماری نشان می‌دهد.

۲-۳-۳ مخزن بنگستان

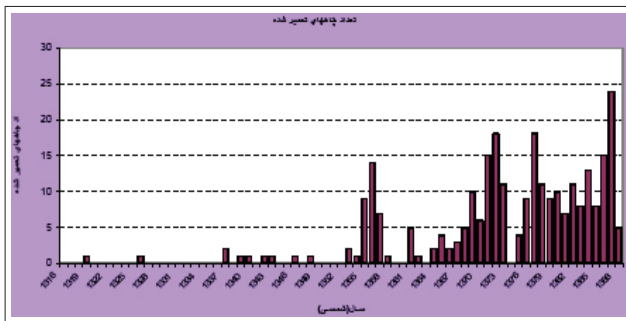
تغییرات فشار نفت و گاز مخزن بنگستان حاکی از آن است که دو مخزن از طریق کلاهک گازی در قسمتی از میدان با همدیگر دارای ارتباط هستند. تغییرات فشار نفت و گاز مخزن بنگستان چه قبل و چه بعد از تزریق همانند مخزن آسماری است. به دلیل متراکم بودن سنگ مخزن بنگستان، تولید از مخزن به شدت تابع میزان شکستگی‌های موجود در بخش‌های مختلف مخزن است. همچنین تغییرات سطح تماس گاز و نفت از شیب بیشتری نسبت به مخزن آسماری برخوردار است. شکل ۹ شیب کاهش ستون نفتی مخزن

شکل ۶ روند تغییرات فشار گاز مخزن را نشان می‌دهد. روند نشان داده شده بیانگر این واقعیت است که در ابتدا در اثر تولید نفت، گاز کلاهک منبسط شده و فشار گاز روند نزولی را طی نموده است به طوری که فشار گاز از مقدار اولیه حدود ۲۱۵۰ پام به مقدار ۱۵۲۰ قبل از تزریق رسیده است. از ابتدای تزریق گاز فشار گاز رفته‌رفته افزایش یافته به طوری که فشار کنونی گاز مخزن به حدود ۲۱۰۰ پام رسیده است. این فشار معادل فشار اولیه گاز کلاهک مخزن است. با توجه به شیب مناسب مخزن، ستون گاز زده زیاد بوده است (حدود ۱۶۰۰ متر). همچنین افزایش فشار گاز که باعث افزایش نفوذپذیری نسبی نفت و گاز شده، شرایط تشدید پدیده مکانیسم ریزش ثقلی را فراهم آورده به گونه‌ای که این مکانیزم نقش مهمی را در تولید از میدان ایفا نموده است.

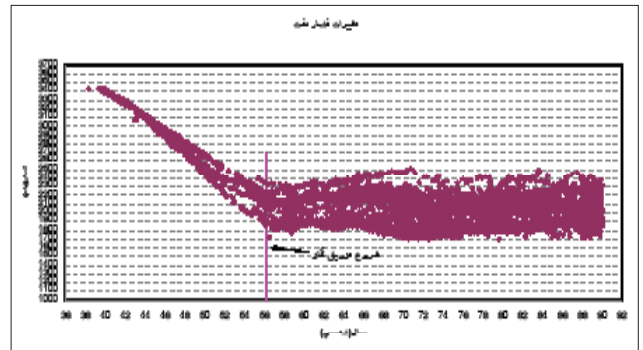
۳-۳ تغییرات سطوح تماس سیالات

۱-۳-۳ مخزن آسماری

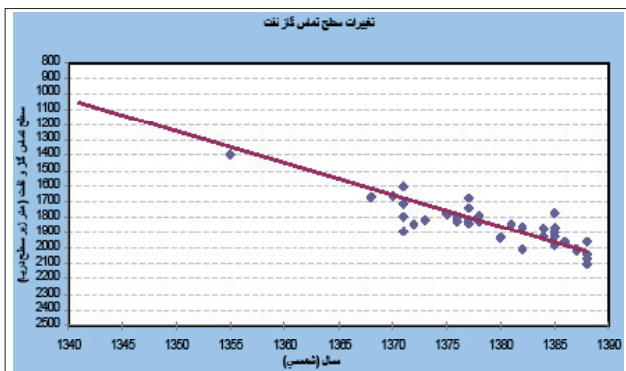
افزایش فشار گاز و تخلیه نفت مخزن باعث پایین آمدن سطح تماس گاز و نفت و در نتیجه کاهش ستون نفت بخش‌های مختلف شده است. کاهش ستون نفتی باعث گازی شدن چاه‌ها در



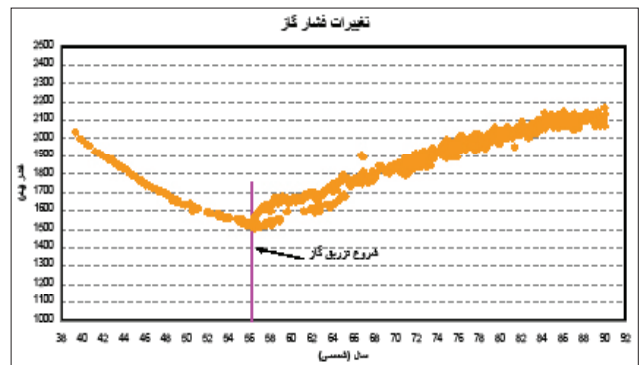
شکل ۷ | تعداد چاه‌های تعمیری در سال‌های مختلف



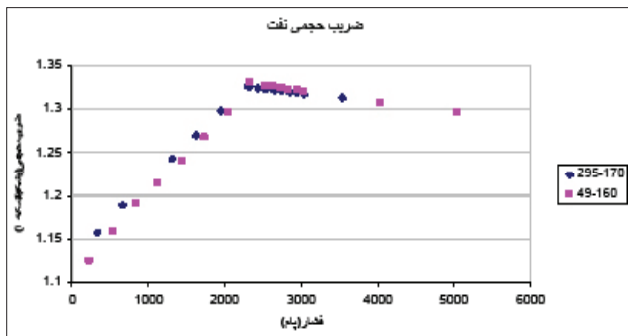
شکل ۵ | تاریخچه تغییرات فشار نفت مخزن آسماری



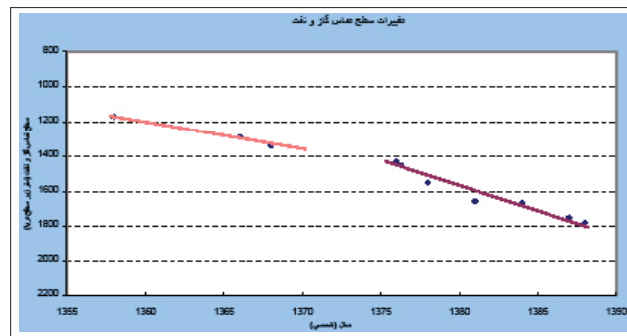
شکل ۸ | تاریخچه تغییرات سطح تماس گاز و نفت در بخش‌هایی از مخزن آسماری میدان



شکل ۶ | تاریخچه تغییرات فشار گاز مخزن آسماری



شکل ۱۰ | مقایسه ضریب حجمی نفت چاه‌های ۴۹ و ۲۹۵



شکل ۹ | تاریخچه تغییرات سطح تماس گاز و نفت در مخزن بنگستان میدان

گرفته شده را نشان می‌دهد.

بنگستان را نشان می‌دهد که بیانگر شیب تندتر کاهش در سال‌های اخیر نسبت به مخزن آسماری است.

۴- نتیجه‌گیری

۱. تزریق گاز باعث تثبیت فشار نفت و افزایش فشار گاز مخزن در قسمت‌های مختلف مخزن گردیده است.
۲. مکانیسم اصلی تولید، ریزش ثقلی است که تزریق گاز باعث تشدید آن می‌گردد.
۳. تزریق گاز باعث جلوگیری از کاهش خصوصیات نفت از قبیل ضریب حجمی و ویسکوزیته شده که این امر منجر به افزایش میزان بازیافت و جلوگیری از خروج اجزاء سبک و سنگین شدن نفت مخزن گردیده است.
۴. در اثر افزایش فشار گاز و تولید از مخزن، روند گازی شدن چاه‌ها و کاهش ستون نفتی سرعت گرفته که این امر منجر به افزایش تعداد تعمیرهای چاه شده است.
۵. مطالب بالا بیانگر آن است که تزریق گاز به مخزن نه تنها نتایج سودمندی را به همراه داشته و باعث افزایش بازیافت نهایی نفت مخزن شده است، بلکه حدود ۱۰ تریلیون فوت مکعب گاز نیز در مخزن ذخیره شده که در پایان، حجم قابل توجهی از آن قابل برداشت خواهد بود.

۳-۴- تغییرات خصوصیات سیال مخزن

نمونه‌های نفت متعددی از چاه‌های مختلف میدان گرفته شده و آزمایش‌های فشار، حجم، دما بر روی آنها انجام گرفته است. مطالعه انجام شده بر روی نمونه‌های گرفته شده قبل و بعد از تزریق گاز همگی نشان دهنده این است که تزریق گاز به دلیل جلوگیری از کاهش فشار نفت مخزن باعث ثابت ماندن پارامترهایی از قبیل ضریب حجمی نفت، ویسکوزیته و ... گردیده است. به عبارت دیگر، تزریق گاز با تثبیت پارامترهای مذکور و جلوگیری از آزاد شدن گاز محلول در نفت باعث شده تا مکانیزم گاز محلول به خوبی عمل کند و میزان بازیافت نفت مخزن افزایش یابد. همچنین مقایسه نمونه‌های گرفته شده نفت مخزن قبل و بعد از تزریق، نشان‌دهنده یکسان بودن ترکیب درصد اجزاء است که نشان می‌دهد تزریق گاز با تثبیت فشار از خروج اجزاء سبک و در نتیجه، سنگین تر شدن نفت جلوگیری نموده است. این بررسی در یک مقاله جداگانه ارایه خواهد شد. شکل ۹ مقایسه ضریب حجمی نمونه نفت چاه ۴۹ که قبل از تزریق گرفته شده و نمونه نفت چاه ۲۹۵ که بعد از تزریق

پانویس‌ها

¹ amiri1.m@nisoc.ir

² ghaseminezhad.a@nisoc.ir

منابع

- [۱] اطلاعات مربوط به میدان مورد نظر در بایگانی مرکزی مناطق نفتخیز جنوب
- [۲] اطلاعات موجود در کتابخانه مناطق نفتخیز جنوب
- [۳] مطالعات جامع انجام شده در میدان مورد نظر