اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

مطالعه و شبیه سازی تزریق امتزاجی نیتروژن در مقایسه با تخلیه طبیعی و تزریق امتزاجی دی اکسید کربن به یکی از مخازن نفتی ایران

حامد رضائی[i]، سعید جمشیدی[۲]، محمد جواد نبوی زاده[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات واحد تهران، گروه مهندسی نفت، تهران، ایران؛ hamedrezaie33@yahoo.com

[۲]عضو هیت علمی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، گروه مهندسی نفت، تهران، ایران، jamshidi.s@gmail.com

[۳]عضو هیت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی نفت، تهران، ایران، nabavizadehmj@yahoo.com

چکیده

تزریق گاز از مهمترین روش های بازیافت نفت در مخازن می‌باشد. گاز یکی از متداول ترین سیالات تزریقی برای تثبیت فشار و ازدیاد برداشت می‌باشد. زیرا در بسیاری از نواحی، گاز چه بصورت گاز همراه و چه بصورت مخازن گازی در دسترس است. تزریق گاز برای مخازنی که ضریب حجمی نفت آنها نسبتاً بالاست، اثر قابل ملاحظه‌ای را در بازیافت نفت دارا می‌باشد. در گذشته تزریق گاز نیتروژن به دلیل عدم توجیه اقتصادی برای پلنت های کوچک نیتروژن ساز در صنعت نفت مورد استفاده قرار نمی گرفت. اما امروزه به دلیل ارزان تر و در دسترس بودن نسبت به دی اکسید کربن و دیگر گازهای طبیعی گزینه مناسبی برای افزایش ضریب بازیافت نفت است.

در این مقاله نتایج حاصل از پیش بینی نرخ تولید نفت از مخزن، نرخ تولید گاز از مخزن، فشار مخزن، تولید انباشتی نفت، تولید انباشتی گاز و نسبت گاز به نفت مخزن در حالت تزریق نیتروژن مورد واکاوی قرار گرفته است. نتایج شبیه سازی نشان داد که سناریوی تزریق نیتروژن باعث عملکرد بهتر، بازیافت بیشتر و نیز دارای دارای توجیه اقتصادی می‌باشد.

کلمات کلیدی

تزریق امتزاجی، ضریب بازیافت، ازدیاد برداشت، تزریق نیتروژن.

Study and simulation of miscible nitrogen gas injection in comparison with to natural depletion and miscible CO2 gas injection into an oil reservoir in Iran

H.rezaei, s.jamshidi., m.javad nabavizadeh

ABSTRACT

Gas injection is one of the most important methods in improved oil recovery. Gas is most commonly used as injecting fluid for pressure maintenance and improving oil recovery. Because in many regions gas is available both as gas reservoir or gas injection has a significant effect on oil recovery especially in reservoirs with higher formation volume factor. Formerly nitrogen gas injection was not commonly used in oil recovery systems because N2 process plants were not economically legitimate. But recently nitrogen becomes cheaper and more available than CO2 or other kinds of natural gasses, and it is now a suitable option in improving oil recovery.

In this article the results of the prediction of the oil and gas production rate from the reservoir, reservoir pressure, and cumulative oil and gas production, and the reservoir gas/oil ratio, during N2 injection was investigated. Simulation results show that nitrogen injection scenario causes higher process efficiency and higher oil recovery and it is economically acceptable.

[i] حامد رضائی، تهران – ۳۰ متری نارمک – خیابان شهید عبادی استاد – پلاک ۴۲ = واحد ۳ - ۰۹۱۱۹۱۲۴۲۳۵

KEYWORDS

Miscible injection, Recovery factor, Enhanced oil recovery, Nitrogen gas injection.

۱- مقدمه

اولین پروژه تزریق گاز نیتروژن در مخزن فوردوچی ایالت لوییزیانای امریکا در سال ۱۹۷۷ میلادی آغاز شد. در این مخزن قبل از تزریق نیتروژن، گاز متان تزریق می شده و به علت دسترسی نداشتن مقدار قابل نیاز متان و گران بودن آن، ازت جایگزین متان شده است. امروزدر مخازن متعددی در امریکا و کانادا تزریق گاز ازت به طور خالص یا همراه با گاز CO_2 حاصل از سوخت به صورت امتزاجی و غیر امتزاجی انجام می گیرد و برنامه تزریق گاز ازت در چندین مخزن دیگر نیز در حال مطالعه و بررسی است. تزریق گاز ازت یا نیتروژن برای ازدیاد برداشت از مخازن نفت در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. سیلاب زنی توسط CO_2 اولین بار در سال ۱۹۷۲ در تگزاس و سپس در کشور های دیگر مانند کانادا و ترکیه انجام شد. نتایج تزریق نشان داد که در مخازن غیرهمگن،CO_2 از ناحیه هایی با تراوایی بیشتر عبور کرده، لذا برای خارج کردن نفت باقی مانده در نواحی با نفوذپذیری کم، نیاز به تزریق بیشتر گاز بوده که سبب افزایش هزینه گردیده است [۱۰]. همچنین به دلیل میانشکن B.T سریع CO_2، این گاز تاثیری بر افزایش بازیافت نفت نداشته و تزریق CO_2 امتزاجی تحت شرایط عملیاتی کنترل شده می توانست بازیافت را در این مخازن بهتر کند.[۹]

گاز نیتروژن را می توان به دو صورت امتزاجی و غیر امتزاجی در مرحله سوم تولید به مخازن نفت تزریق کرد. در سیلابزنی امتزاجی فشار از حداقل فشار امتزاجی بیشتر و در مکانیزم سیلابزنی غیر امتزاجی فشار از مقدار گفته شده کمتر خواهد بود. بطور نسبی می توان گفت در مخازنی که نفت سبک و نیمه سنگین دارند تزریق دی‌اکسیدکربن بصورت امتزاجی و مخازنی که دارای نفت سنگین هستند تزریق در آنها بصورت غیرامتزاجی صورت می گیرد.[۱]

۱-۱- تزریق گاز

تزریق گاز از مهمترین روش های بازیافت نفت در مخازن می‌باشد گاز یکی از متداول ترین سیالات تزریقی برای تثبیت فشار و ازدیاد برداشت می‌باشد. زیرا در بسیاری از نواحی، گاز چه بصورت گاز همراه و چه بصورت مخازن گازی در دسترس است.[۴] تزریق گاز برای مخازنی که ضریب حجمی نفت آنها نسبتاً بالاست، اثر قابل ملاحظه‌ای را در بازیافت نفت دارا می‌باشد. در پروژه‌های تزریق گاز معمولاً انتخاب بین چند نوع گاز می‌باشد. بعد از تعیین نوع گاز، مقدار بشکه نفتی که در هر هزار فوت مکعب گاز تولید می‌شود و نیز دبی تولید با در نظر گرفتن پارامترهای زیر از قبیل خواص فیزیکی و شیمیایی گاز تزریقی، هزینه تزریق، دوره مفید زمانی تزریق، هزینه خوردگی و تعمیرات دستگاه ها و ابزار مورد استفاده مشخص می‌گردد.[۵]

در مورد تزریق گاز در مخازن، نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- مخازن شیب‌دار برای تزریق گاز مناسب‌تر هستند. زیرا نیروی ثقلی در آنها به مکانیزم تخلیه نفت کمک می‌کند. اگر شیب مخزن کم باشد به علت تحرک زیاد گاز، گاز تزریقی سریع تر از درون نفت عبور کرده و از چاه تولیدی، تولید می‌شود و عملاً نفت زیادی را جابجا نمی‌کند. لذا راندمان حجمی جاروب پایین می‌آید و عملیات، بازده مناسب را ندارد.[۶]
- تراوایی سنگ مخزن به گونه‌ای باشد که گاز بتواند در داخل سنگ مخزن حرکت کند و نفت را به حرکت در بیاورد.
- در مورد مخازن چندلایه‌ای که در آنها لایه‌های با تراوایی بالا و پایین وجود دارند حرکت گاز در داخل مخزن به گونه‌ای است که گاز از لایه‌های با نفوذپذیری بالا عبور می‌کند و با پشت سر گذاشتن نفت در لایه‌های کم تراوا، عملاً نفت این لایه‌ها را در داخل حفرات سنگ باقی می‌گذارد. از عوامل مهم در تصمیم‌گیری تزریق گاز در یک مخزن وجود یک منبع گاز ارزان قیمت، به مقدار کافی و نزدیک به محل تزریق است. تزریق دوباره گاز از اصلی‌ترین منابع می‌باشد.[۷]

۱-۲- تزریق گاز نیتروژن

نیتروژن یا گاز احتراق روبی عبارتست از تزریق مقدار زیادی گاز نیتروژن یا گاز های حاصل از سوختن، سوخت های مختلف در مخزن که می تواند با توجه به فشار و ترکیبات موجود به صورت امتزاج پذیر یا غیر امتزاجی انجام گردد. از این روش برای بازیافت نفت های سبکی استفاده می شود که توانایی جذب گازهای افزوده شده به مخزن را در شرایط خاص دارند. این شرایط عبارتند از میزان متان کم و عمق دست کم ۵۰۰۰ فوت که باعث می شود سنگ مخزن در مقابل فشار زیاد تزریق لازم برای مخلوط شدن نفت با نیتروژن مقاومت کرده و شکستگی در آن ایجاد نشود.

از مهمترین خصوصیات آن جانشین مناسبی برای گاز طبیعی و متان از نظر اقتصادی، برای CO_2 از نظر اقتصادی و قابلیت دسترسی همچنین در اکثر موارد کاربرد این گاز، گاز بی اثر است، رسوب آسفالتین، خوردگی و مشکلی نیز در رابطه با تزریق پذیری ایجاد نمی کند، در کشورهای صنعتی گاز نیتروژن تزریقی را از هوا و یا از گاز های حاصله از سوخت تهیه می کنند.

cs.isi.pjs@gmail.com (الزامی)

در کشور های صنعتی هزینه تولید نیتروژن در فشار تزریق تقریبا یک سوم ارزش گاز طبیعی است، ذخایر بزرگ گازی ازت موجود در کشور، دارای ضریب تراکم پذیری بالایی نسبت به CO_2 و گاز طبیعی می باشد به این معنا که در شرایط مساوی از نظر فشار و دما مقدار بیشتری گاز ازت در حجم معین موجود است.

فشار امتزاج (MMP) ازت و نفت های سبک از متان بالاتر بوده (اعداد ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ پام در مقالات گزارش شده است) و بعضی از مطالعات نشان داده اند که اگر مقدار متان نفت مخزن بالاتر از ۴۰ درصد مولی باشد MMP دو گاز ازت و متان مساوی اند. در مطالعات فوق همچنین مشخص شده است که با افزایش میزان گاز محلول موجود در نفت میزان MMP نفت مخزن و نیتروژن کاهش می یابد.

حالت امتزاجی گاز ازت و نفت های سبک حدودا مثل گاز متان است، امتزاج گاز ازت و نفت های سبک از نوع تبخیری (Vaporizing Gas Drive) و به واسطه تبخیر ترکیبات سبک و میانی نفت در فاز گاز در اثر تماس های متوالی و مکرر گاز و نفت است. از این رو تزریق امتزاجی گاز نیتروژن در مراحلی مانند تغییر ترکیب نفت در طی جابجایی آن با گاز ازت، تغییر در خواص نفت و گاز در طی تزریق ازت، امتزاج نفت و گاز بعد از تماس های متوالی به وقوع می پیوندد. در صورتی که شرایط ذکر شده جهت تزریق امتزاجی ازت فراهم نباشد (فشار و نوع سیال مخزن)، تزریق از نوع غیرامتزاجی و با هدف تثبیت فشار و یا در پروژه های ریزش ثقلی انجام می گیرد.

جداسازی نیتروژن از گاز در دمای فوق سرد انجام می گیرد. برای این که در آن دما مشکلی برای اجزای موجود در گاز (از لحاظ یخ زدن) پیش نیاید باید اجزای مورد نظر را جدا کرد. مثلا آب توسط غربال های مولکولی جدا خواهد شد. دی اکسید کربن و سولفید هیدروژن نیز توسط سیستم آمین جدا شده و نهایتا نیتروژن از گاز جدا می شود. نیتروژن جدا شده جهت تزریق مجدد، و گاز های با ارزش جهت فروش ارسال می شوند. از این رو با توجه به وجود چند مخزن بزرگ گاز ازت با درصد بالا همچون مخزن گازی کبیر کوه (دهرم با حجم گاز درجای ۲۱ تریلیون فوت مکعب (TCF)، مخزن میلاتون (سورمه با حجم گازی درجای بیش از ۲۴ تی سی اف)، مخزن سمند (دالان بالایی با حجم گاز درجای بیش از ۷۵ تی سی اف)، با در نظر گرفتن این گاز به عنوان جانشین مناسب برای گاز طبیعی بعد از انجام آزمایش های لازم منطقی به نظر می رسد.

۱-۳- مکانیزم تزریق گاز نیتروژن

وقتی نیتروژن در مخزن تزریق می شود با تبخیر برخی ترکیبات سبکتر نفتی باعث تشکیل یک جبهه امتزاجی می شود. این جبهه گازی که تا حدودی از ترکیبات سبک غنی است، به حرکت خود درون سازند ادامه داده و با مقدار بیشتری نفت برخورد کرده و باعث تبخیر ترکیبات بیشتری می شود وخود را غنی تر می کند و همینطور که این حرکت ادامه می یابد، لبه پیشرونده این جبهه گازی چنان غنی می شود که به حالت محلول یا امتزاجی در نفت مخزن وارد می شود. در این موقع فصل مشترک بین گاز و نفت از بین رفته و سیالات با هم مخلوط می شوند. ادامه تزریق نیتروژن باعث هل دادن جبهه امتزاجی (که بطور مداوم در حال نوسازی خود است) درون مخزن و جابجایی توده نفت به سمت چاه های تولیدی می شود. به منظور بازیافت بیشتر و افزایش ضریب رانش نفت می توان بطور متناوب از تزریق آب نیز استفاده کرد.

تزریق نیتروژن در بر گیرنده، تزریق وسیعی از گاز که ممکن است بصورت امتزاج پذیر و یا امتزاج ناپذیر صورت پذیرد، که این بستگی به فشار و اجزای تشکیل دهنده نفت دارد.

سیلاب زنی با نیتروژن در صورتی می تواند به عنوان روش بازیافت نفت برای یک مخزن انتخاب شود که، نفت مخزن باید غنی از اتان تا هگزان یا هیدروکربن های سبک باشد، این ترکیبات نماینگر نفت سبک با درجه API بالاتر از ۳۵ درجه می باشد

گاز حاصل از احتراق که شامل نیتروژن و دی اکسید کربن می باشد را جهت افزایش فشار به چاه تزریق می کنند CO_2 موجود در محصولات احتراق، حلالیت خوبی در هیدروکربن های نفتی دارد و اساساً ضریب برداشت را خیلی بالا می برد ولی مشکل خوردگی نیز ایجاد می کند. به این دلیل بود که نیتروژن به تنهایی به عنوان سیال تزریق شونده مطرح شد، زیرا ارزان، در دسترس، غیر خورنده و مشکلات تزریق پذیری و تولید رسوب آسفالتین در خلل و فرج را نخواهیم داشت.[۸]

۲- توصیف مدل و مشخصات چاه ها

در این مطالعه، بخشی از یک مخزن ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. شبیه سازی مدل توسط شبیه ساز مخزنی پترل انجام شده است.در مدل مخزنی شبیه سازی مدل شامل چهار چاه تولیدی و یک چاه تزریقی می باشد. عمق متوسط مخزن و فشار اولیه آن به ترتیب 14435 ft و 8558 psi می باشد. تراوایی افقی مخزن بطور متوسط 15 md و تخلخل آن نیز 7% می باشد. نسبت تراوایی افقی به عمودی مخزن تقریبا 7.5 می باشد. بعلاوه، حجم فضای خالی مخزن $1062 * 10^6$ bbl بوده و این در حالی است که اشباع اولیه نفت 75% می باشد. مخزن شامل 13*30*60 گرید بلوک بوده که از این میان، تمامی بلوک 23400 فعال می باشد.ابعاد هر بلوک در جهات x، y و z به طور متوسط به ترتیب 328، 328 و 33 فوت می باشد.

۲-۱- معرفی میدان نفتی مورد مطالعه

میدان نفتی مورد مطالعه یکی از میدان های نفتی که در جنوب

غربی ایران واقع شده است. این میدان دو نوع نفت سنگین (API 18) و نفت سبک (API 37) تولید می‌شود. فشار اولیه این مخزن در عمق14435ft- برابر با 8558 psi و دمای آن ^0F 280 و دارای نفت با درجه API ، 37 می باشد. همچنین فشار نقطه حباب نفت مخزن 5361 psi می باشد.

۲-۲- تعیین دبی بهینه تزریق

جهت بدست آوردن دبی بهینه تزریق، سناریو های مختلف با دبی های جریانی متفاوت و با انجام حساسیت سنجی در مخزن با افزایش و کاهش دبی انجام شد تا دبی بهینه تزریق به میزان 40MMScf/day (شکل ۹) محاسبه گردید. مشاهده کردیم زمانی که دبی تزریق افزایش می یابد ضریب بازیافت شروع به افزایش می کند اما وقتی که دبی تزریق به مقدار بحرانی می رسد امتزاج پذیری بصورت ناپایدار شده و جابجایی به صورت (پدیده) انگشتی اتفاق می افتد و در نتیجه باعث کاهش ضریب بازیافت خواهد شد. مقایسه نتایج بین سناریو های مختلف منجر به تعیین بهترین سناریوی ضریب بازیافت شد. در تمامی این سناریو ها، تزریق بوسیله یک چاه تزریقی و تولید از چهار چاه تولیدی تعریف شده برای مدل انجام گردید (شکل ۱۱).

۳- پیش بینی عملکرد مخزن با بررسی سناریو های مختلف بر روی مدل

به منظور بررسی شرایط آینده مخزن و تعیین بهترین سناریوی تولیدی با توجه به شرایط موجود و هزینه های اقتصادی سناریو ها فاز پیش بینی رفتار مخزن در مطالعه یک میدان صورت می گیرد. شبیه سازی مخزن در سناریو های تخلیه طبیعی، تزریق امتزاجی نیتروژن و تزریق امتزاجی گاز دی اکسید کربن در مخزن انجام گرفت. پیش بینی آینده مخزن و مقایسه نتایج کلیه مطالعات در یک دوره شانزده ساله (۲۰۱۷ - ۲۰۳۳) انجام شد.

مهمترین پارامتر هایی که بررسی می شوند عبارتند از ضریب بازیافت، تولید انباشتی نفت و تولید انباشتی گاز.

به این منظور با توجه به شرایط فعلی مدل قسمتی از مخزن از نظر تعداد چاه و میزان دبی تولیدی و تزریقی، همین طور با هدف تعیین بهترین سناریوی ازدیاد برداشت، حالات مختلف بررسی شد. شرایط مخزن و شرایط چاه های تولیدی برای هر سه حالت یکسان در نظر گرفته شده است.

سناریو های طراحی شده به ترتیب زیر می باشند.

- سناریوی تولید طبیعی مخزن
- سناریوی تزریق امتزاجی گاز دی اکسید کربن
- سناریوی تزریق امتزاجی گاز نیتروژن

۳-۱- سناریوی تولید طبیعی مخزن

هدف اصلی از این سناریو، بررسی حداکثر میزان تولید مخزن بواسطه انرژی طبیعی مخزن می باشد در این سناریو مخزن بدون اعمال هر گونه تزریق بصورت نرمال تولید می کند. بدین ترتیب مبنایی برای ارزیابی سایر سناریو ها بدست می آید. در این سناریو از ۴ چاه تولیدی (چهار نقطه مورب) موجود در مدل بصورت طبیعی بدون هیچ محدودیت خاصی تولید انجام می گیرد.

۳-۲- سناریوی تزریق نیتروژن

تزریق امتزاجی گاز نیتروژن در مخازن عمیق که فشار بالایی دارند کاربرد دارد. ولی تزریق غیر امتزاجی نیتروژن زمانی صورت می گیرد که فشار کمتر از فشار امتزاجی باشد. تزریق نیتروژن به مخزن به دو صورت امتزاجی و غیر امتزاجی صورت می گیرد در تزریق گاز امتزاجی تزریق گاز باید در فشارهای بالا و یا حداقل فشار امتزاج (MMP) صورت گیرد تا گاز درون نفت حل شود . تزریق گاز به زیر فشار امتزاج را تزریق غیر امتزاجی گاز می گویند.

در گذشته تزریق گاز نیتروژن به دلیل عدم توجیه اقتصادی برای پلنت های کوچک نیتروژن ساز در صنعت نفت مورد استفاده قرار نمی گرفت اما امروزه به دلیل ارزان تر و در دسترس بودن نسبت به CO_2 و دیگر گازهای طبیعی گزینه مناسبی برای افزایش ضریب بازیافت نفت است. نیتروژن زمانی که در فشار های بالا تزریق می شود با رسیدن به حالت امتزاج پذیری باعث تورم نفت و کاهش ویسکوزیته نفت می شود و در مدت زمان طولانی سبب آزاد شدن نفت از سنگ مخزن می شود. نیتروژن در صورت امتزاج ناپذیری تثبیت فشار را به دنبال دارد.

تزریق نیتروژن در مخازن به دلایل زیر صورت می پذیرد:

۱- به عنوان سیال جابجا کننده گاز های هیدروکربنی

۲- فراوان بودن و آسان بدست آوردن نیتروزن از دیدگاه اقتصادی

۳- نگهداری فشار با جابجایی غیر امتزاج پذیر

۴- به عنوان سیال جابجا کننده برای جابجایی امتزاج پذیر سیالات دیگر از جمله دی اکسید کربن ، نفت و گاز مایع

۵- یک هشتم انرژی مورد نیاز برای کمپرس کردن نیتروژن در مقایسه با گاز طبیعی در یک مقیاس حجمی

۳-۳- سناریوی تزریق گاز دی اکسید کربن

گاز گلخانه ای CO_2 به عنوان مهمترین گاز موثر در تغییرات آب و هوا، کاربرد چندانی در صنایع ندارد و نمی توان آن را همچون گاز متان به عنوان خوراک بکار برد. بنابراین می بایست تمهیداتی را در نظر گرفت تا از این گاز استفاده بهینه برد. و ضمن استفاده مفید از

آن، از ورود این گاز به جو زمین جلوگیری کرد. همانطور که گفته شد می توان از این گاز گلخانه ای در تزریق مخازن هیدروکربوری و ازدیاد برداشت استفاده کرد. تزریق دی اکسید کربن به مخزن به دو صورت امتزاجی و غیر امتزاجی صورت می گیرد. در تزریق امتزاجی گاز کربن دی اکسید، مخزن باید دارای چگالی **API=22** باشد. تزریق غیر امتزاجی کربن دی اکسید زمانی صورت می گیرد که فشار مخزن بیش از حد کم و چگالی نفت بیش از حد بالا باشد. در تزریق امتزاجی گاز، تزریق گاز باید در فشار های بالا و یا حداقل فشار امتزاج **(MMP)** صورت گیرد تا گاز درون نفت حل شود. تزریق گاز به زیر فشار امتزاج را تزریق غیر امتزاجی گاز می گویند. در تزریق امتزاجی گاز دو عامل زیر حائز اهمیت است: الف) ویژگی های ترکیبات سیال ب) فشار و درجه حرارت.**[۴]**

در تمامی حالت ها میزان تزریق به مقدار 40MMScf/day فوت مکعب گاز بصورت روزانه به چاه تزریق می شود. سایر شرایط کنترلی اعمال شده در این سناریو در جدول شماره ۱ موجود می باشد. نمودارهای مربوطه به این سناریو ها نیز در شکل های۱ تا ۹ آمده اند.

با توجه به اشکال ۱ تا ۹ نتایج جدول شماره ۲ حاصل گردید. همچنین میزان بازیافت نهایی در سناریوی تزریق نیتروژن مطابق شکل ۱۰، برابر با ۳۳,۹ درصد نفت درجای اولیه مخزن می باشد. ضریب بازیافت بدست آمده در این سناریو در مقایسه با سناریوی تخلیه طبیعی از رشد چشم گیری برخوردار است

۴- نتیجه و جمع بندی

با توجه به کارهای صورت گرفته نتایج زیر قابل برداشت می باشند:

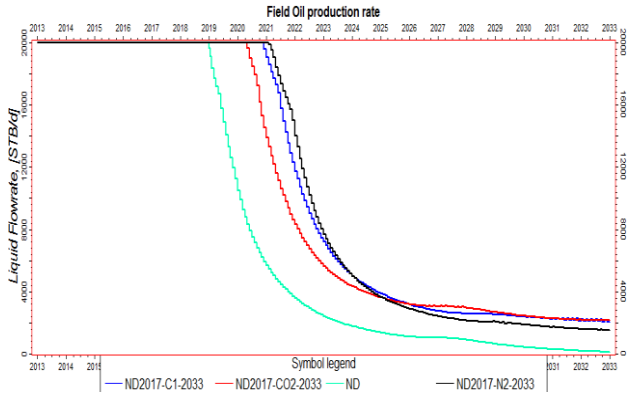
- با استفاده از روش های ازدیاد برداشت می توان نرخ تولید از مخازن را بالا برد.
- استفاده از نیتروژن می تواند راه حل خوبی جهت افزایش تولید از مخازن نفتی باشد.
- میزان افت فشار حاصله برابر 2661 PSI بوده است.
- میزان تولید تجمعی نفت برابر7+10*7.89 STB بوده است.
- میزان تولید تجمعی گازMSCF 8+10*6.39 برآورد شده است.
- حداقل فشار امتزاجی گاز دی اکسید کربن 8602 PSI پیش بینی شده است.
- میزان بازیافت نهایی در این سناریو برابر با 33.9 درصد نفت درجای اولیه مخزن پیش بینی شده است.

جدول ۱ شرایط کنترلی اعمال شده در سناریوی تزریق امتزاجی گاز دی اکسید کربن

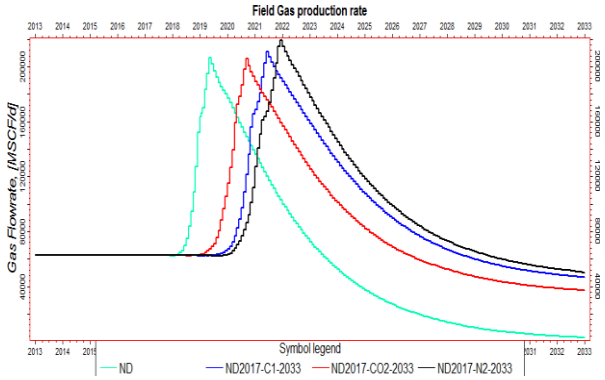
Control Mode	Production well	Oil Rate (STB/d)	5000
		Bottom hole Pressure (psi)	3000
	Injection Well	Surface Rate (MSCF/d)	40000
		Bottom hole Pressure (psi)	7200

جدول ۲ نتایج خروجی از سناریوهای مختلف

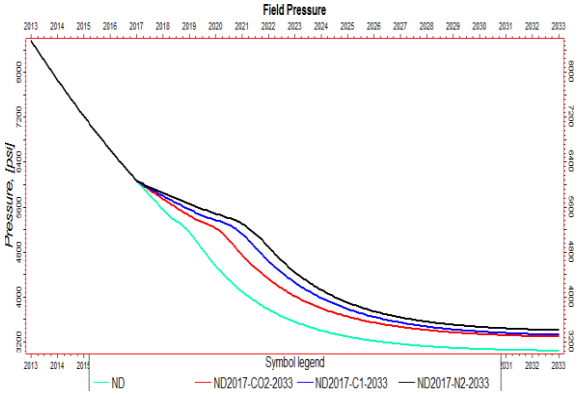
پارامتر ها	تولید طبیعی	تزریق دی اکسید کربن	تزریق نیتروژن
میزان افت فشار حاصله (PSI)	5520 (psi)	2776	2661
میزان تولید تجمعی نفت (STB)	$7.89*10^{+7}$ STB	$5.83*10^{+7}$	$7.89*10^{+7}$
میزان تولید تجمعی گاز (MSCF)	$4.25*10^{+8}$ MSCF	$5.66*10^{+8}$	$6.39*10^{+8}$
حداقل فشار امتزاجی گاز CO_2 (PSI)	–	5393	8602.0616



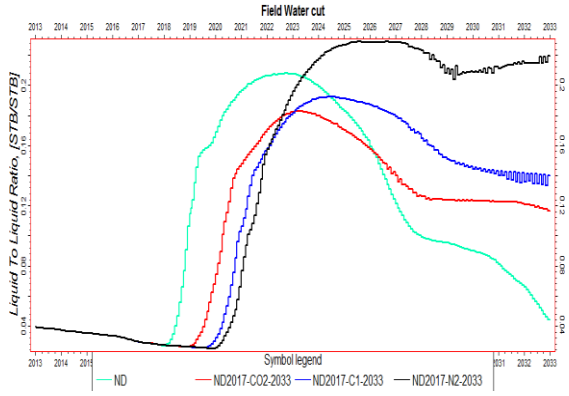
شکل ۱ پیش بینی نرخ تولید نفت از مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



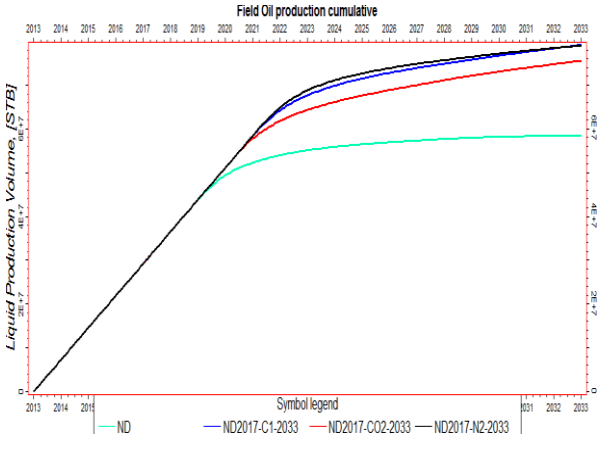
شکل ۲ پیش بینی نرخ تولید گاز از مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



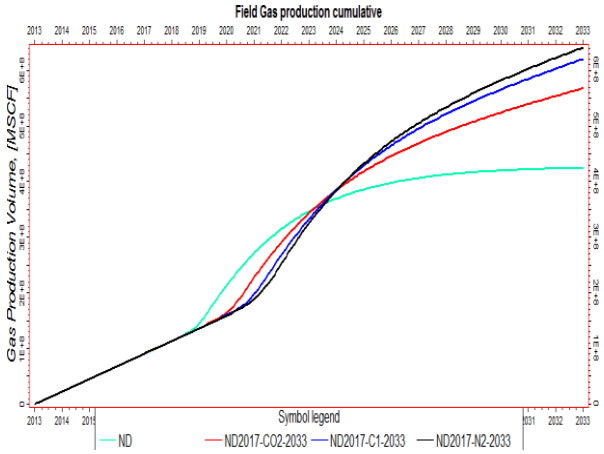
شکل ۳پیش بینی Water cut مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



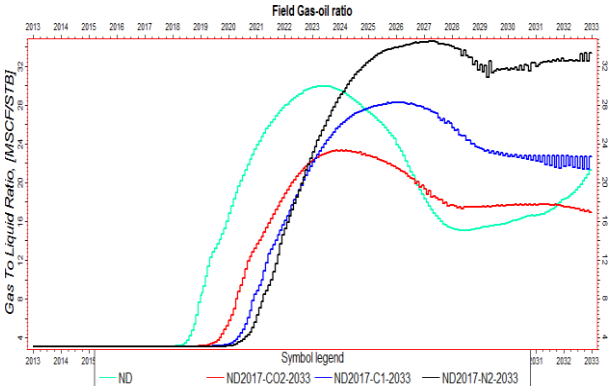
شکل ۴ پیش بینی فشار مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



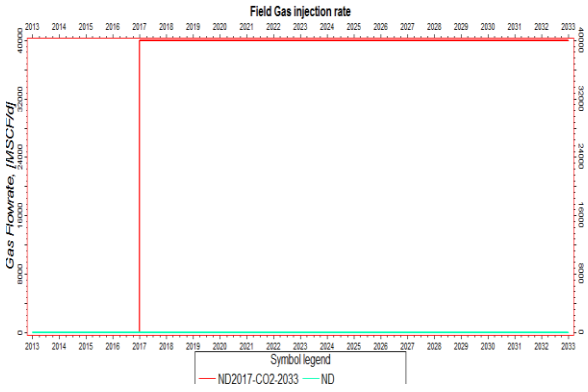
شکل ۵ پیش بینی تولید انباشتی نفت مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



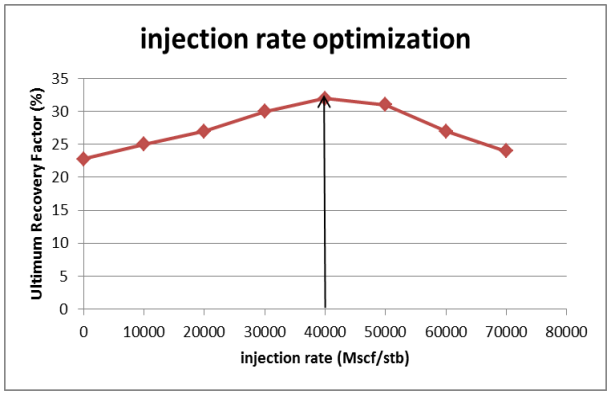
شکل ۶ پیش بینی تولید انباشتی گاز مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



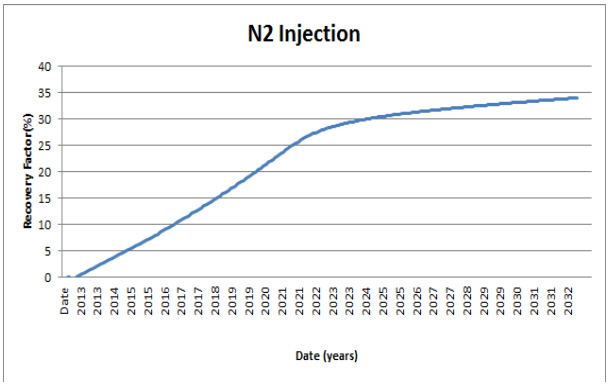
شکل ۷ پیش بینی نسبت گاز به نفت مخزن در حالت تزریق گاز نیتروژن در مقایسه با حالت های دیگر



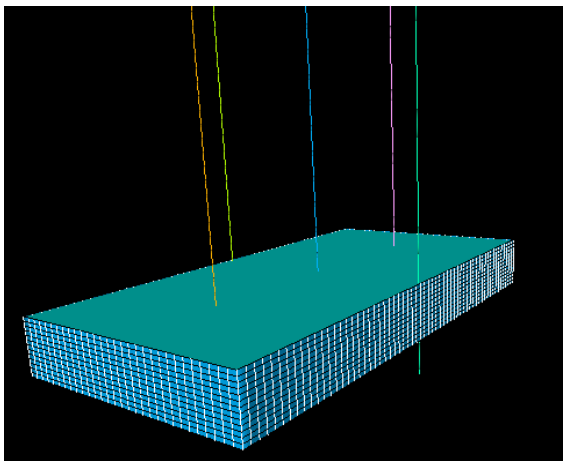
شکل ۸ پیش بینی نرخ تزریق گاز نیتروژن



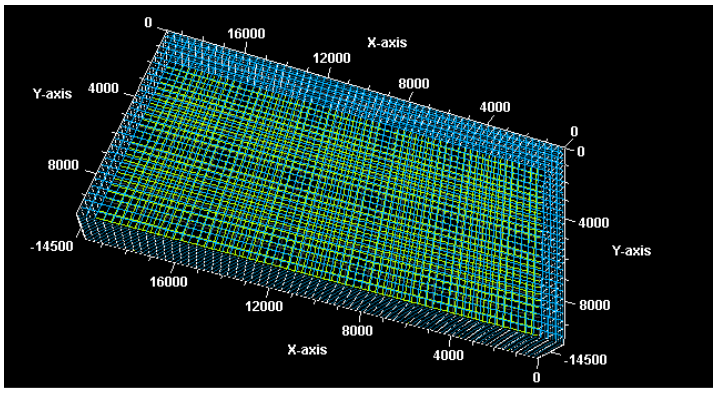
شکل ۹ پیش بینی دبی بهینه تزریق گاز نیتروژن



شکل ۱۰ مقایسه میزان بازیافت نفت در حالت سناریوی تزریق امتزاجی گاز نیتروژن



شکل ۱۱ مدل استاتیک مخزن با یک چاه تزریقی در مرکز و چهار چاه تولیدی در اطراف



شکل ۱۲ گرید بندی انجام شده

۵- مراجع

[1] Iman Farzad, Tehran (2004). Evaluating Reservoir Production Strategies In miscible and Immiscible Gas – Injection projects. Mscthesis. Sharif university of Technology.

[2] Metcalfe. R.S, "Effects of Impurities on minimum miscibility pressures and minimum Enrichment levels for C_{o2} and Rich – Gas Displacements" , SPE 9230 , April 1982 .

[3] Hagen.S, Kossack. C.A. "Determination of Minimum Miscibility pressure using a High – pressure visual sapphire cell " , SPE 14927 – MS.

[4] Laieb, K. Sonatrach – PED; Tiab D.U., Design and performance of Miscible Flood Displacement of Oklahoma, SPE 70021 – MS, 2001.

[5] Benham, A.L., Dowdenw. E, And Kunzman, W.J. Miscible Fluid Displacement – prediction of Miscibility. Transactions Aime, Vol. 219, 229 – 37.

[6] Firozabadi. A, Aziz. K. (NOV, 1986). Analysis and correlation of Nitrogen and Lean Gas Miscibility pressure. SPE Res. Eng. SPB 13669-PA.

[7] M.R. Lambert, S.D. Marin, T.L. Anthony, M.W. Calvin, S. Gutirez, D.P. Smith, (March 1996) "Mobile Exploration and Producting U.S. Inc" Implementing Co2 Floods, SPE 35187-MS.

[8] Danesh. A.(1998). "PVT and phase behavior of petroleum reservoir fluid" Amesterdam. Elsevier Publication ltd.

[9] Khalid Aziz and Antonin settari, Petroleum Reservoir Simulation, Elsevier Applied science, 1990.

[10] M.R. Lambert, Saidi,A. :"Reservoir Engineering Of Fractured Reservoir: Fundamental and Practical Aspect,".