Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱ www.Reservoir.ir

آنالیز پدیده ذخیره سازی دی اکسید کربن به منظور بهینه سازی ازدیاد برداشت نفت

علیرضا حامد[۱]
Engalirezahamed2@gmail.com
[۱]دانشجوی دوره کارشناسی رشته مهندسی نفت ودبیر انجمن علمی دانشجویی نفت دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد

چکیده:

مطالعات محیط زیستی نشان می دهد دی اکسید کربندر حدود ۶۴ درصد از کل گازهای گلخانه ای را شامل می شود و علت اصلی افزایش دمای زمین و تغییرات آب و هوایی می باشد. تلاش برای کاهش میزان گازهای گلخانه ای در جو زمین یکی از مسائل مهم در بسیاری از صنایع از جمله صنعت نفت وگاز است. فرآیند ذخیره‌سازیگاز دی اکسید کربن در مخازن نفتی و گازی‌راه حلی مناسب برای مدیریت انتشار این گاز و جلوگیری از ورود آن به جو می‌باشد، از طرفی با توجه به کاهش بازدهی چاه های نفت کشور در سالهای اخیر، صیانت ازاین مخازن و تزریق به موقع انواع گاز به آنها ضروری شده است. در این مطالعه تزریق پیوسته دی اکسیدکربن به منظور بهینه سازی دی اکسید کربن ذخیره شده و بازیافت نفت تولیدی در یکی از مخازن نفتی ایران با استفاده از نرم افزاراکلیپس ۳۰۰ انجام شده که برای بهینه یابی از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. مهمترین پرسش مطرح شده در این پروژه چگونگی تاثیر مکان چاههای تزریقی، مکان و طول مشبک کاری آنها بر میزان ازدیاد برداشت و دفع گاز دی اکسید کربن است.مسئله مکان یابی روی چاه تزریقی شماره (۹) انجام شده و اثراین عامل و همچنین طول و مکان مشبک کاری بر روی میزان ذخیره گاز و ازدیاد برداشت نفت مشخص گردید. به طوری که به ازاءگرید (۲۴،۷) ماکزیمم مقدار نفت برداشت شدهحاصل شد و پس از اجراهایهای متعدد بهترین مکان مشبک ها که بیشترین بازده ی تولید نفت را دارا باشد، یافته که همان لایه ی اول می باشد و فاصله ی مشبک ها حدودا برابر با ۷۷ فوت گزارش می شود.

واژه های کلیدی:ذخیره سازی دی اکسید کربن، ازدیاد برداشت نفت، اکلیپس ۳۰۰، بهینه سازی مکان چاه های تزریقی

www.SID.ir

Archive of SID

۱)مقدمه:

مطالعات محیط زیستی نشان می دهد دی اکسید کربن در حدود ۶۴ درصد از کل گازهای گلخانه ای را شامل می شود و علت اصلی افزایش دمای زمین و تغییرات آب و هوایی می باشد. تلاش جهت کاهش میزان گازهای گلخانه ای در جو زمین یکی از مسائل مهم در بسیاری از صنایع از جمله صنعت نفت وگاز است.ازذخیره سازیزیرزمینیمی توانبهعنوانتکنولوژیبا پتانسیلبالابرایذخیرهسازیطولانیمدتدیاکسید کربنانتشاریافتهازمنابعساکنیمانندنیروگاه هایبرقسوختفسیلینامبرد. یکی از روش هایی که برای اقتصادی‌تر کردن فرآیند ذخیره سازی انجام می‌گیرد پیوند این فرآیند با عملیات ازدیاد برداشت هیدروکربن در مخازن هیدروکربنی است. تزریق دی اکسید کربن به عنوان یکی از روش‌های مهم برای ازدیاد برداشت از مخازن نفتی می‌باشد. اگر چه در صنعت نفت این گاز برای تولید نفت سنگین به کار گرفته شده است اما می‌تواند روش مؤثر برای تولید از سازندهای دارای نفت سبک نیز می باشد[4] . تریودی و همکاران(Trivedi et al)، در سال ۲۰۰۵ میلادی شرایط بهینه برای ذخیره سازی گاز دی اکسید کربن در مخازن نفتی با استفاده از مدلسازی عددی را بررسی نمودند. میزان گاز گلخانه ای ذخیره شده در طی عملیات ازدیاد برداشت ثانویه در مخزن تگزاس غربی با استفاده از نرم افزار سی ام جی(CMG)مطالعه شد[5]. بابادگلی(Babadagli)، در سال ۲۰۰۶ میلادی شرایط بهینه برای به دست آوردن بیشینه ی میزان تولید نفت و ذخیره سازی گاز دی اکسید کربن را بررسی و در این راستا از مدلسازی عددی و روشهای مختلف تزریق استفاده نمود مانند امتزاج پذیری و نوع گاز تزریقی[1] .اروگانتی(Oruganti)، در سال ۲۰۱۰ میلادی مطالعات خود را بر روی پروژه‌ی ذخیره‌سازی زیرزمینی دی اکسید کربن انجام داد و ریسک‌های ناشی از ساخت فشار(Pressure build-up)، در این پدیده را بررسی نمود[3] . در نهایت گرکی و همکاران(Goreki et al)، در سال ۲۰۱۲ میلادی انجام پذیری فرآیند ذخیره سازی دی اکسید کربن در یک مخزن نفتی را بررسی نمودند[2].نتایج یک تخمین جهانی نشان می‌دهد که با انجام همزمان فرآیند ازدیاد برداشت نفت و ذخیره سازی دی اکسید کربن می‌توان مقدار ۴۵۰-۸۲۰ میلیارد بشکه نفت را با ذخیره‌سازی ۱۳۰-۲۴۰ گیگا تن دی اکسید کربن برداشت نمود[6] .

۲)روش و مراحل تحقیق:

معمولا اولین مرحله در شبیه سازی مخازن، جمع آوری داده های مورد نیازبرایساختنمدلمخزناست.در این تحقیق پس از جمع آوری داده های واقعی مخزن، تهیه مدل سه بعدی مخزن و شبیه سازی فرآیند تزریق دی اکسید کربن با استفاده از نرم افزار پترل واکلیپس ۳۰۰انجام و سپس برنامه نویسی فرآیند بهینه سازی بر پایهی مدل مورد نظر با استفاده از جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک انجام شده است.در پایان داده های بدست آمده با هم مقایسه و بهترین حالت گزارش شده است.

۳)ارائه و تحلیل نتایج:

۳-۱) توصیف مدل

درساختمدلدینامیکیمخزنازنرمافزار اکلیپس ۳۰۰کهیکشبیهسازترکیبی،سهبعدیوسهفازیاست،استفادهشده که شامل ۱۳×۱۳×۴۳ بلوک می باشد و به صورتنقطه گوشه ای(Cornerpoint)قرارگرفته اند. مدل شامل ۲۲ چاه تولیدی و ۱۱چاه تزریقی هر کدام به شعاع ۰/۵ فوت می باشد. عمق مبنای مخزن و فشار اولیه در این عمق به ترتیب۱۰۰۰۰فوت و ۲۶۲۱ پوند بر اینچ مربع مطلق می باشد. تراوایی مخزن در جهت Z,Y,Xبه ترتیب برابر ۵ و ۵ و ۱ میلی دارسی و تخلخل مخزن۰/۰۲می باشد. دمای مخزن ۱۷۴ درجه فارنهایت و ضخامت مخزن ۱۰۰۰ فوت وعمق سطح تماس آب ونفت ۱۱۰۰۰ فوت است.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۲) خصوصیات سیال مخزن

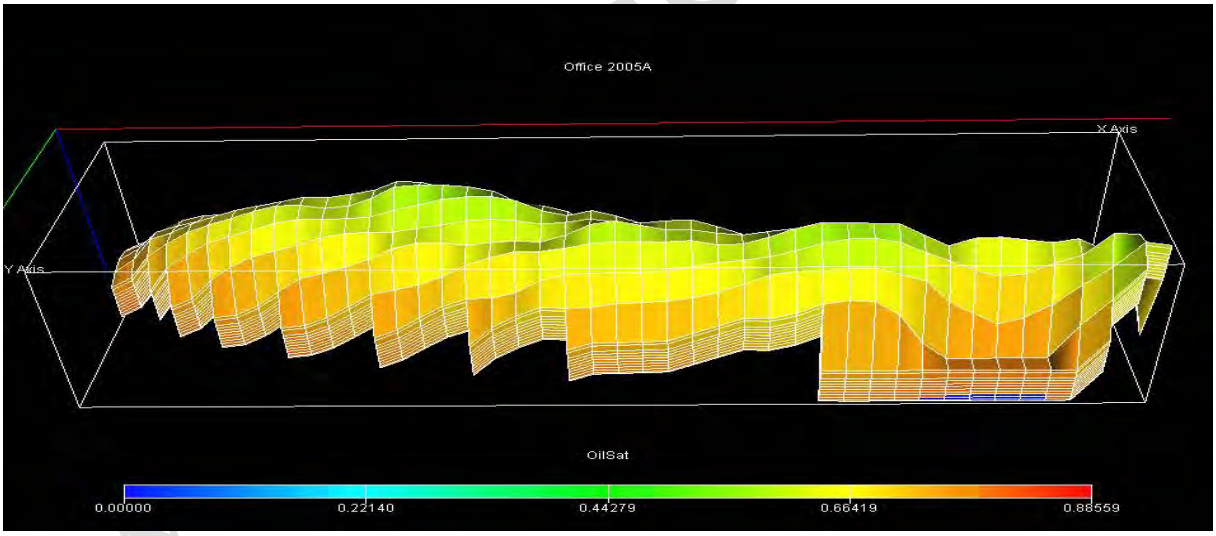
برای‌شبیه‌سازی‌خواصسیالازمعادله‌حالت پنگ رابینسونسه پارامتری‌و برای تصحیح ویسکوزیته سیال از روشلرنز بری کلارک(Lohrenz-Bray-Clark)، استفاده شده است. سیالموردمطالعه از۹جزء تشکیلشدهکه جزئیات بیشتر درجدول (۱) آمده است.

جدول (۱) ترکیب سیال مخزن

Component	Co_2	C_1	C_2	C_3	iC_4	nC_4	iC_5	nC_5	C_{6+}
کسرمولی	۰/۰۱۲۲	۰/۰۳۸۶۳	۰/۰۶۹۷	۰/۰۴۷۷	۰/۰۱۶	۰/۰۳۹۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷۲	۰/۳۹۵۱
وزن مولکولی	۴۴	۱۶	۳۰	۴۴	۵۸	۴۴	۷۲	۷۲	۲۳۵
وزن مخصوص	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۸۶

۳-۳) مدل سه بعدی مخزن

شکل(۱) نمای سه بعدی مخزن را نشان می دهد که توسط ماژول فلوگرید اکلیپس و نرم افزار پترل تهیه شده است.



شکل(۱) مدل سه بعدی مخزن

۳-۴) شرایط عملیاتی مدل

به ترتیب برای چاههای تولیدی و تزریقی خواهیم داشت:

الف- برای چاههای تولید؛ حداقل دبی تولیدی نفت ازچاه: ۱۰۰۰۰بشکه استاندارد بر روز (STB/Day)

حداقل فشارته چاهی: ۵۰۰ پوند بر اینچ مربع گیج(Psig)

ب- برای چاههای تزریق؛حداقل دبی تزریق گاز:۱۵۰۰۰مگا فوت مکعب استاندارد بر روز(SCF/Day)

حداکثرفشارمخزن: ۱۰۰۰۰پوند بر اینچ مربع گیج(Psig)

www.SID.ir

Archive of SID

نکته: البته اولویت روی دبی است. اگر دبی های تزریقی و تولیدی از حد مشخص شده کمتر شد، کنترل روی فشار ته چاهی می افتد در این صورت اگر فشار ته چاهی از فشارهای ذکر شده برای چاههای تولیدی وتزریقی تجاوز کرد نرمافزار،چاهرابستهوبهدلیلاین محدودیت ها،تولید و یا تزریقمتوقفمیگردد.

۳-۵) پارامتر های الگوریتم ژنتیک

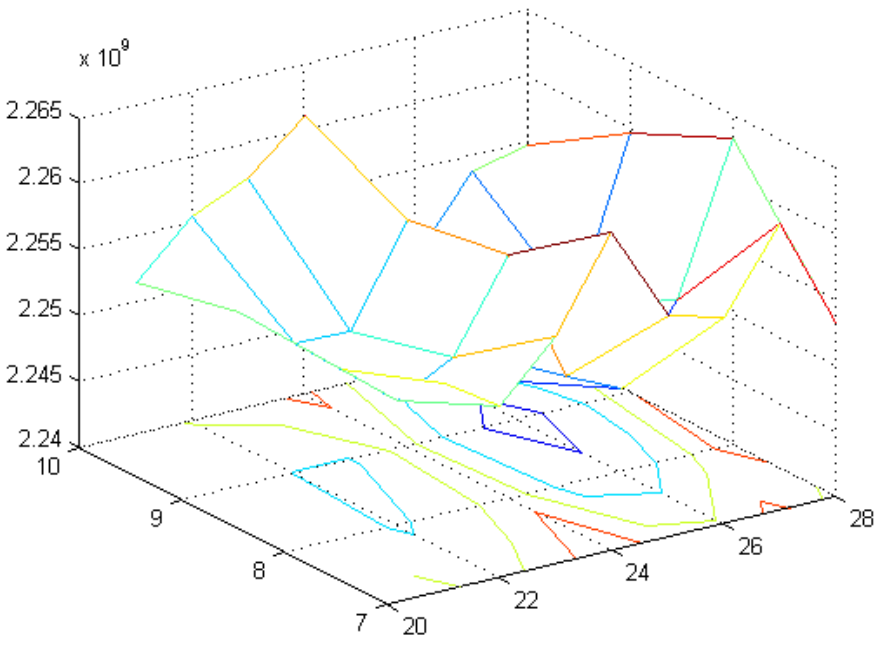
از آنجایی که در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک به عنوان الگوریتم بهینه ساز استفاده شده است، قبل از بهینه سازی بایستی پارامتر های ژنتیک انتخاب شوند. پارامتر های ژنتیک در نظر گرفته شده در این پژوهش در جدول (۲) آمده است.

جدول(۲) پارامترهای الگوریتم ژنتیک

اندازه جمعیت	تعداد نسل	ساختار داده ها	عملگر تلفیق	احتمال تلفیق	احتمال جهش
۲۰	۱۰۰	پیوسته	تک نقطه ای	۰/۸	۰/۱۱

۳-۶) محل بهینه مکان چاه و مشبک کاری:

در بهینه سازی مکان چاه متغیرهای تصمیم گیری یا ورودی های فرآیند، مکان های جغرافیایی حفر چاه ها هستند و خروجی یا تابع هدف، کل نفت برداشت شده از مخزن می باشد. این مخزن دارای ۲۲ چاه تولیدی و ۱۱ چاه تزریقی می باشد. مسئله مکان یابی بهینه چاه های نفت را می توان با تغییر محل چندین چاه تولید و تزریق به طور همزمان جهت دستیابی به ماکزیمم مقدار کل نفت تولیدی از مخزن انجام داد، اما به دلیل پیچیده بودن هندسه این مخزن و صرف زمان طولانی جهت اجرای برنامه تنها مسئله مکان یابی برای چاه تزریق کننده شماره ۹ انجام شده است. محل مشبک کاری چاه تزریقی شماره ۹ نیز با استفاده از الگوریتم ژنتیک تعیین شده است.شکل ۴ مسئله مکان یابی بهینه چاه در این مخزن را بهتر نشان داده است. در شکل۴ به ازاء نقاط مختلفxو y چاه تزریق کننده، کل نفت تولیدی یافته می شود. همانطور که در شکل (۲) دیده می شود به ازاء گرید (۷و۲۴) ماکزیمم نفت تولیدی از مخزن حاصل می شود.



شکل(۲) خروجی الگوریتم ژنتیک

www.SID.ir

Archive of SID

۴) نتیجه گیری:

هدف این شبیه سازی و بهینه سازی مکان در چاه تزریقی، ذخیره میزان بیشینه دی اکسید کربن و بیشترین میزان ازدیاد برداشت نفتاست.از این رو، برای رسیدن به شرایط بهینه ای که هر دو فرآیند را کنار هم داشته باشد، باید یک تابع هدف مناسب تعریف شود. دراین مطالعه میزان کل نفت برداشت شده از مخزن، به عنوان تابع هدف تعریف شده است. در این شبیه سازی پس از ۱۵۵ سال تولید اولیه با انرژی طبیعی مخزن میزان بازیافت نفت ۱۸/۷۴ درصد بوده است ولی با ۸۷ سال تزریق گاز میزان بازیافت ۱۲/۹۸درصد شده که معادل ۹۲۳/۸۹ میلیون بشکه نفت است. این یعنی فرآیند ازدیاد برداشت مورد نظر حاصل و همچنین هدف ذخیره سازی دی اکسید کربن با ذخیره ۵/۰۹۱ میلیون تن گاز حاصل شده است.

برای مکان یابی یک چاه، تعداد شبیه سازی لازم برای مطالعه جامع مخزن ۷۲۶۷ عدد بود که توسط الگوریتم وراثتی به ۲۱۸۰ عدد کاهش و به طرز مشابه، زمان لازم برای شبیه سازی نیز به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت. این نشان می هد در بهینه سازی مکان چاه بر اساس ضریب بازیافت نفت، الگوریتم وراثتی توانایی بالایی در نزدیک شدن به جواب بهینه مطلق از خود نشان داده است.

مراجع:

[1] Babadagli,T., University of Alberta, Civil and Environmental Eng,(2006) School of Petroleum and Mining, Optimization of Co2 Injection For Sequestration / Enhanced Oil Recovery And Current Status In Canada, Advances in the Geological Storage of Carbon Dioxide, 261–270,Springer.

[2] Gorecki, John A. Hamling, Ryan J. Klapperich, Edward N. Steadman, John A. Harju, (2012) Energy & Environmental Research Integrating CO2 EOR and CO2 Storage in the Bell Creek Oil Field ,Carbon Management Technology Conference, 7-9 February, Orlando, Florida, USA.

[3] Oruganti , Y. D, Geologic CO_2 Storage: Understanding Pressure Perturbations and Estimating Risk Due to Pressure Buildup, Presented to the Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Engineering, 2010.

[4] Rahman, S., Nofel, W., Al-Majed, A., Arshad, A., Menouar, H., Phase Behavior Aspects of Carbon Dioxide (CO_2) Miscible Flooding in Tight Cores: A Case Study, SPE 128467, 2010.

[5] Trivedi J.J, T. Babadagli University of Alberta (2005),CO2 and Flue Gas Sequestration during Tertiary Oil Recovery: Optimal Injection Strategies and Importance of Operational Parameters, Petroleum Society's 6th Canadian International Petroleum Conference (56th Annual Technical Meeting), Calgary, Alberta, Canada, June 7 – 9,.

[6] Wilkinson, J, R., Leahy-Dios, A., Teletzke, G, F., Dickson, J, L., Use of CO_2 Containing Impurities for Miscible Enhanced Oil Recovery, SPE 131003, 2010.

www.SID.ir