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

شبیه سازی اثر فشار تزریق و تولید بر روی فرایند SAGD در یکی از مخازن نفت سنگین ایران (شکافدار) با نرم افزار CMG

اکبر زارعی[۱]،سید حسام نجیبی[۲]،بیژن هنرور[۳]
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات،گروه نفت، فارس، ایران
Zareiakbar67@gmail.com

چکیده

نحوه استخراج و بهره برداری از منابع عظیم نفت همواره مشکل پیش روی مهندسان مخزن بوده‌است. اهمیت حجم عظیم منابع هیدروکربوری غیر قابل برداشت توسط روشهای تولید طبیعی و غیر قابل جایگزین بودن این منابع، گسترش و استفاده از روشهای بهینه EOR جهت بدست آوردن حداکثر بازدهی تولید از مخازن نفتی را امری ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. بدین منظور روشهای متفاوت ازدیاد برداشت معرفی و عملیاتی گردیده است. از جمله روشهای نوین ازدیاد برداشت، فرآیند تزریق بخار همراه با ریزش ثقلی (SAGD) می باشد.این روش با فعال کردن مکانیسم ریزش ثقلی و روان کردن نفت و تحت الشعاع قرار دادن مناطق دست نخورده مخزن نسبت به روشهای معمول تزریق بخار موجب کاهش درصد نفت باقی مانده و افزایش تولید از مخزن می گردد.در این مطالعه ، شبیه سازی فرآیند تزریق بخار همراه با ریزش ثقلی در یکی از مخازن شکافدار جنوب غرب ایران انجام و مورد آنالیز و مقایسه قرار گرفت و با توجه به نتایج به دست آمده اثر تغییر پارامتر هایی چون فشار تزریق و تولید بر عملکرد فرایند SAGD مورد بررسی قرار گرفت.

کلمات کلیدی: ازدیاد برداشت، شبیه سازی، مخازن شکافدار، تزریق بخار همراه با ریزش ثقلی (SAGD)

۱- مقدمه

روند تولید جهانی نفت نشان می‌دهد تولید طبیعی از مخازن توسط انرژی اولیه مخزن به شدت رو به کاهش است. در واقع امروزه نیاز به روش ازدیاد برداشت نفت بیش از گذشته احساس می‌شود. این مسأله در مورد مخازن نفت سنگین که اصولا کاربرد روش‌های معمولی در آن‌ها مؤثر نمی‌باشد، بیشتر اهـمیت می‌یابد. تعاریف متفاوتی برای نفت سبک و سنگین و مرزبندی آن‌ها وجود دارد که با توجه به مکان قرارگرفتن منبع نفتی، متغیر است. انجمن نفت آمریکا یک تعریف پذیرفته شده برای نوع نفت بر اساس چگالی آن ارائه کرده است[۱]. بر اساس این تعریف، نفت سنگین به نفتی اطلاق می‌شود که چگالی

[۱] کارشناسی ارشد مخازن هیدروکربوری
[۲] دکتری شیمی، دانشیار
[۳] دکتری شیمی، استادیار

www.SID.ir

Archive of SID

آن بین ۹۲۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب (API ۲۲-۱۰) باشد و نفت سبک به نفتی گفته می‌شود که API آن بزرگتر از ۲۲ باشد. همچنین نفت فوق سنگین به نفتی گفته می‌شود که چگالی آن بیشتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. طبق آخرین بررسی، ایران دارای بیش از ۱۲۵ میلیارد بشکه ذخیره اثبات شده نفت می‌باشد که در حدود ۴/۱ میلیون بشکه در روز تولید می‌کنند. همچنین عمر متوسط مخازن نفتی ایران نیز بیش از ۹۰ سال گزارش شده است[۲]. مخازن کشف شده و احتمالی نفت سنگین در ایران اغلب در جنوب (میدان کوه موند) و جنوب‌غربی (میدان پایدار) کشور واقع شده‌اند.

با توجه به فراوانی منابع نفت سنگین در ایران، لزوم بررسی و تحقیق در مورد روش‌های ازدیاد برداشت مناسب اجتناب ناپذیر می‌باشد. منابع نفت سنگین به علت وجود گرانروی بالا و درصد بالای ترکیبات آسفالتین و رزین باعث بروز مشکلاتی در مراحل استخراج، انتقال و فراوری نفت سنگین می‌شود و برداشت اولیه در تعداد کمی از مخازن نفت سنگین و قیر که دارای شرایط بهتری هستند، حداکثر به ۶ درصد نفت درجا می‌رسد[۳]. بنابراین کاربرد روش‌های ازدیاد برداشت در این نوع مخازن اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند.روش‌های حرارتی از موثرترین و بهترین روش‌های ازدیاد برداشت در این نوع مخازن می‌باشد که به صورت‌های مختلف اعم از تزریق بخار آب، تزریق آب داغ، روش تحریک دوره ای با بخار آب، احتراق درجا و غیره انجام می‌شود.تا سال ۱۹۹۳ میزان استخراج نفت در دنیا به کمک تزریق بخار در حدود ۷۰۰۰۰۰ بشکه در روز و امروزه به حدود یک میلیون بشکه در روز می‌رسد[۴].

۲- خلاصه ای از خصوصیات میدان مورد مطالعه

میدان x در سال ۱۹۳۱ با نمود یک مخزن گازی کشف شد اما در نتیجه مطالعات مرتب و منظم اکتشافی در سال ۱۹۸۴ اولین چاه اکتشافی نفت سنگین در این میدان حفر گردید.میدان x بعنوان اولین میدان نفت سنگین ایران در جنوب شرقی بندر بوشهر در حاشیه خلیج فارس قرار گرفته است که دارای وسعت در سطح ۱۶×۹۰ کیلومتر می باشد که جهت جغرافیایی میدان از شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارد. شکل (۱) موقعیت میدان x را نشان می دهد.

شکل ۱موقعیت جغرافیایی میدان

نتایج اولین چاه اکتشافی تائید شده وجود نفت سنگین در دو مخزن مجزا را بیان می کند یکی در سازند جهرم مربوط به دوره زمین شناسی ایوسن و دیگری در سازند سروک مربوط به دوره زمین شناسی کرتاسه. میدان نفت سنگین x از یک سری طاقدیسهای متقارن تشکیل شده است که ابعاد آن بین خطوط همتراز ۱۰۰۰ متر درجهرم تا ۲۰۰۰ متر در سروک وسعت دارد. بیرون زدگی‌های این میدان از سازندهای بختیاری، آغاجاری، میشان، گچساران تشکیل شده است. بالاترین نقطه

www.SID.ir

Archive of SID

سرسازند جهرم حدود ۳۲۹ متر از سطح دریا ارتفاع دارد .حفاری هفت چاه در این میدان به پایان رسیده است بجز MD-1 باقی چاهها در سازند سروک حفاری شده‌اند و عمیق‌ترین چاه MD-5 بوده که عمق آن ۵۰۵۵m می‌باشد.

۳- سناریوی *SAGD*

در این سناریوی اثر پارامترهای مختلف را برای مخزن Fracture (شکافدار) مورد بررسی قرار می دهیم تا عوامل تأثیر گذار بر این فرآیند و میزان تأثیر آن ها مشخص گردد.همچنین قصد داریم در حین بررسی این پارامترها بهینه ترین میزان هر پارامتر که برای مدل مورد نظر بهترین جواب دهی را داشته باشد نیز مشخص کنیم.پارامترهایی که در این قسمت بررسی می شوند عبارتند از :

۱) اثر فشار تزریق

۲) اثر فشار تولید

۳-۱ اثر فشار تزریق

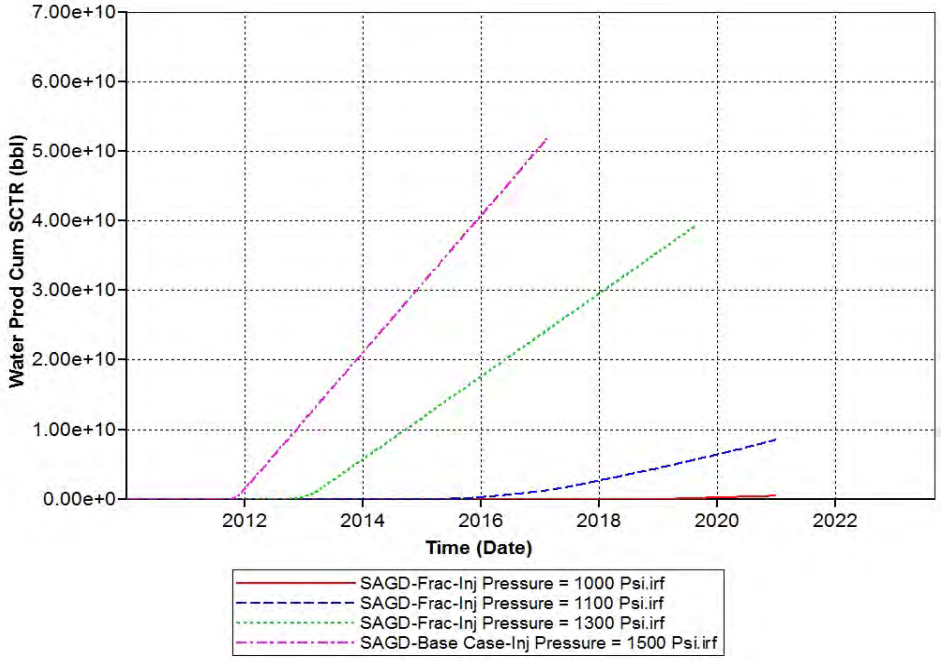
برای مشاهده اثر تغییر فشار تزریق در مدل Fracture چهار فشار تزریق مختلف را مورد بررسی قرار دادیم که نتایج آن در جدول ۱ و نمودارهای ۲ الی ۵ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می کنید با افزایش فشار تزریق زمان میان شکن زودتر و به تبع آن میزان آب تولیدی بیشتر شده است.در مدل شکافدار این افزایش تولید نفت با افزایش فشار تززریق تا فشار ۱۳۰۰psi ادامه داشته و برای فشار ۱۵۰۰psi میزان تولید نفت کمتر از فشار ۱۳۰۰psi است که این به دلیل این است که مخزن تا فشار ۱۳۰۰psi قابلیت تزریق را دارد و برای فشارهای بیشتر از این تزریق متوقف می شود که از نمودارها هم مشخص است که برای فشار ۱۳۰۰psi تا تاریخ ۲۰۱۹/۸/۱۵ و برای فشار ۱۵۰۰psi تا تاریخ ۲۰۱۷/۲/۱۳ تزریق انجام شده است.نکته ای که در اینجا قابل ذکر است این موضوع است که تغییر در فشار تزریقی یکی از پارامترهایی است که تأثیر زیادی بر فرآیند SAGD دارد و با تغییر فشار تزریقی آب تولیدی و سایر پارامترها به شدت تغییر کرده اند.زمان میان شکن زمانی است که سیال تزریقی به چاه تولیدی رسیده است حال چون سیال تزریقی بخار است ، قسمتی از این بخار در نزدیکی چاه تولیدی به دلیل از دست دادن دمای خود به آب تبدیل می شود.پس در یک زمان باید آب و بخار آب به چاه تولیدی برسند و میان شکن اتفاق بیافتد که این موضوع از نمودار آب تولیدی و نمودار SOR کاملاً مشخص است. .در نهایت برای مدل شکافدار برای فشار ۱۳۰۰psi بیشترین دبی تولید نفت و در نتیجه بیشترین میزان تولید کل نفت وجود داشته است.

جدول ۱ : اثر فشار تزریق در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

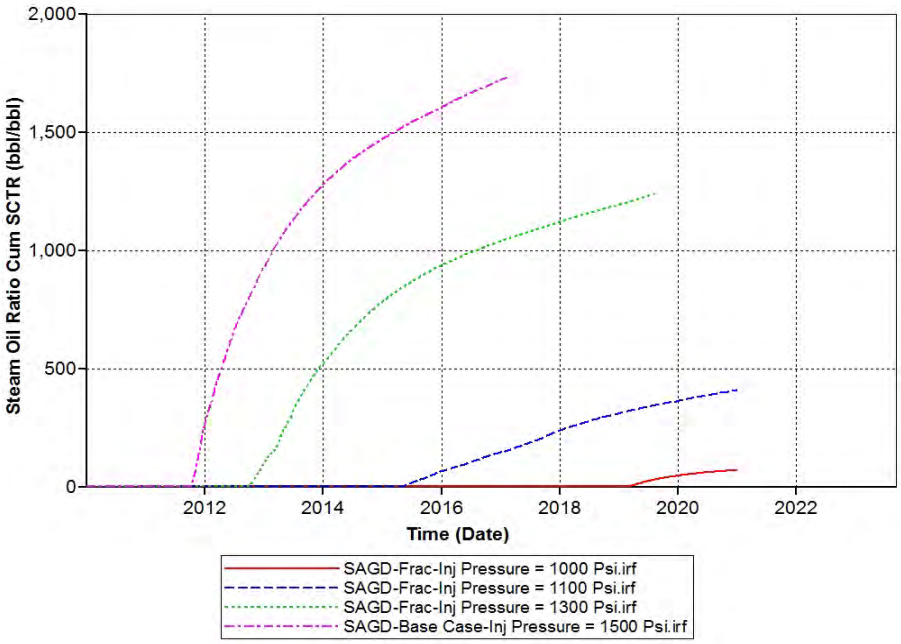
Np (bbl)	Injection pressure (psi)	NO.
6/52E6	1000	1
2/09E7	1100	2
3/17E7	1300	3
2/99E7	1500	4

www.SID.ir

Archive of SID



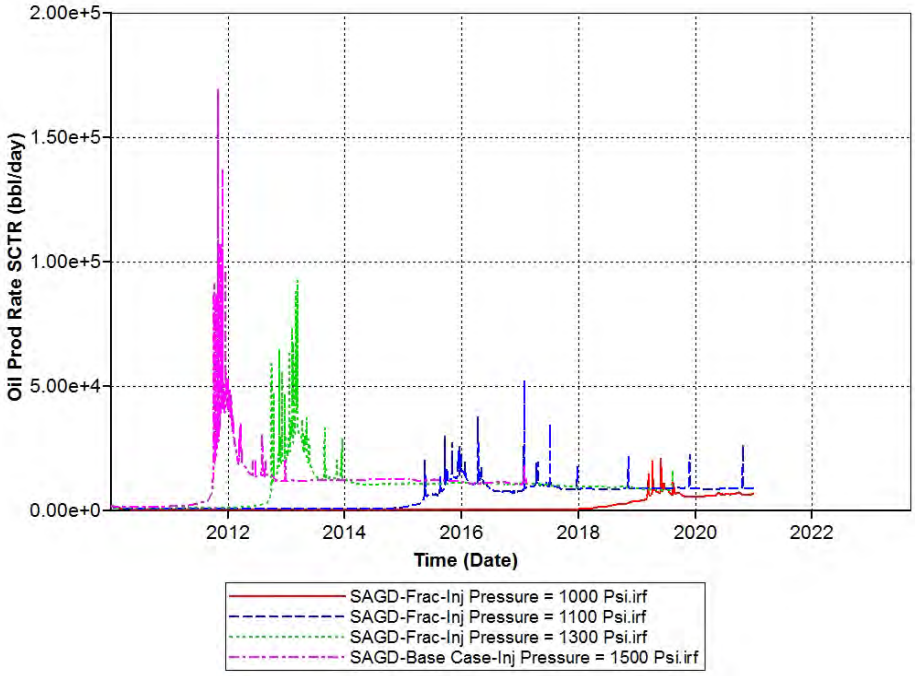
شکل ۲اثر فشار تزریق بر کل آب تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD



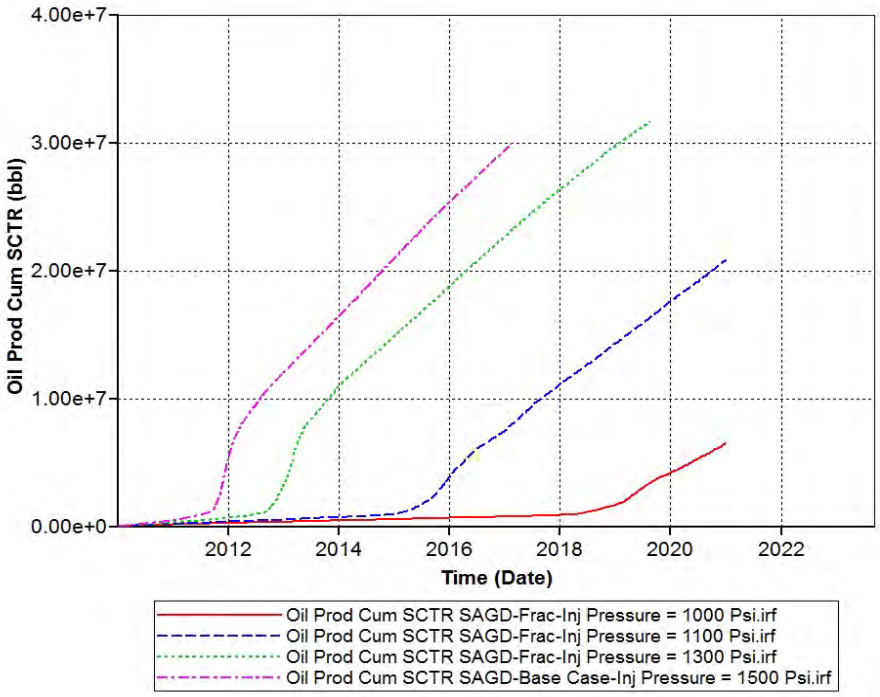
شکل ۳ اثر فشار تزریق بر نسبت بخار به نفت تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴ اثر فشار تزریق بر دبی نفت تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD



شکل ۵ اثر فشار تزریق بر کل نفت تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

۳-۲ اثر فشار تولید

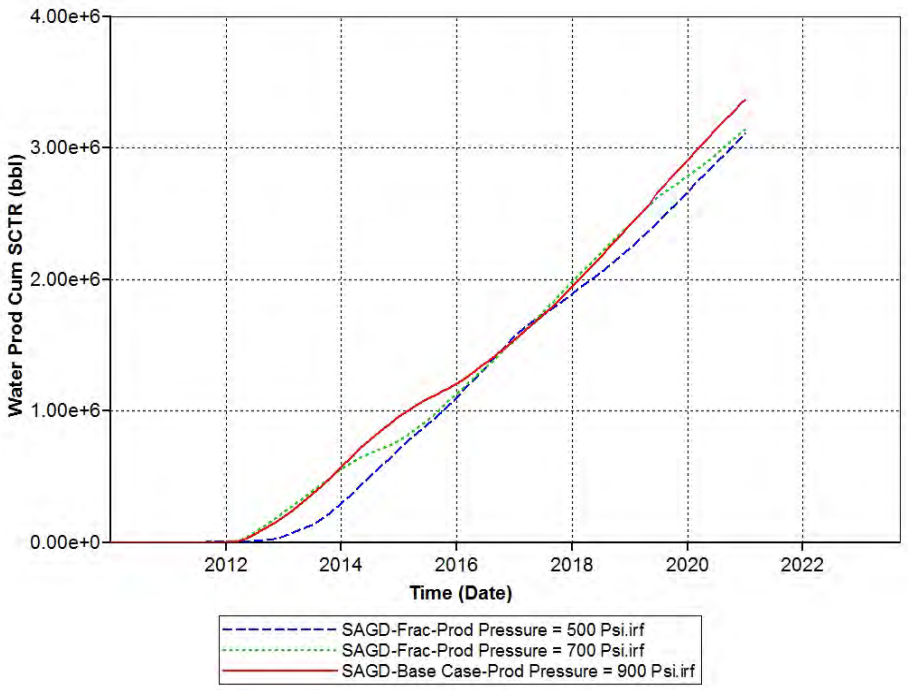
www.SID.ir

Archive of SID

برای مشاهده اثر تغییر فشار تولید در مدل Fracture سه فشار تولید مختلف را مورد بررسی قرار دادیم که نتایج آن در جدول ۲ و نمودارهای ۶ الی ۹ آورده شده است. همچنین از فشار تزریق psi۱۵۰۰ استفاده کردیم.همانگونه که از نمودارها مشخص است فشار تولیدی یکی از پارامترهای مؤثر در میزان تولید نفت و سایر پارامترها است.می دانیم که اختلاف فشار بین مخزن و چاه دلیل حرکت نفت به سمت چاه تولیدی و تولید شدن آن است . حال هرچقدر که فشار چاه تولیدی کمتر باشد این اختلاف فشار بیشتر و در نتیجه میزان تولید سیالات بیشتر خواهد بود.در نتیجه برای فشار psi۵۰۰ بیشترین تولید نفت و آب وجود دارد.نکته ای که در اینجا قابل توجه است ، تأثیر فشار چاه تولیدی بر میزان بخار تولیدی است که مشاهده می کنید با افزایش فشار چاه تولیدی میزان بخار تولیدی بیشتر شده است. در نهایت فشار تولیدی psi۵۰۰ بیشترین میزان تولید نفت را دارد.

جدول ۲ : اثر فشار تولید در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

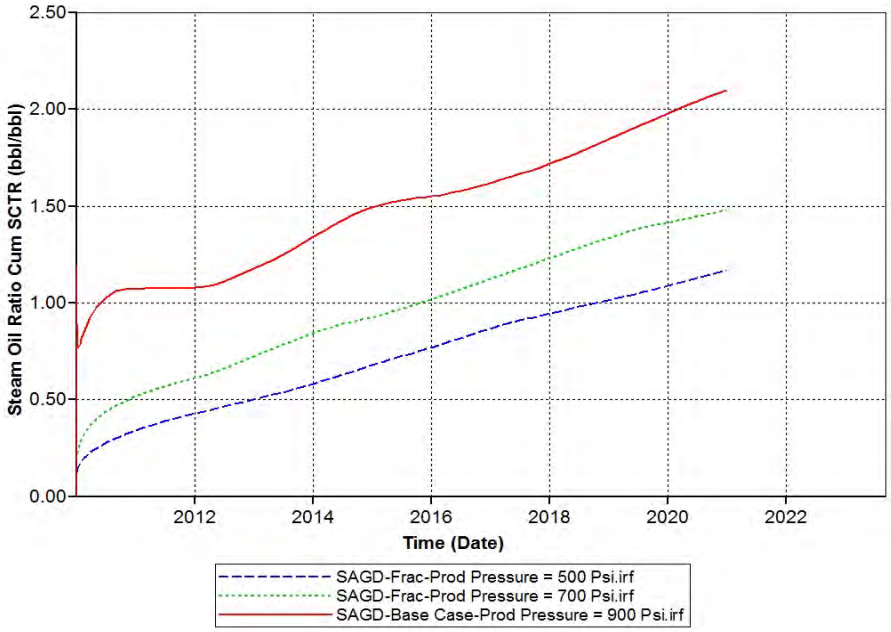
Np (bbl)	Production Pressure (psi)	NO.
5/15E6	500	1
4/07E6	700	2
2/86E6	900	3



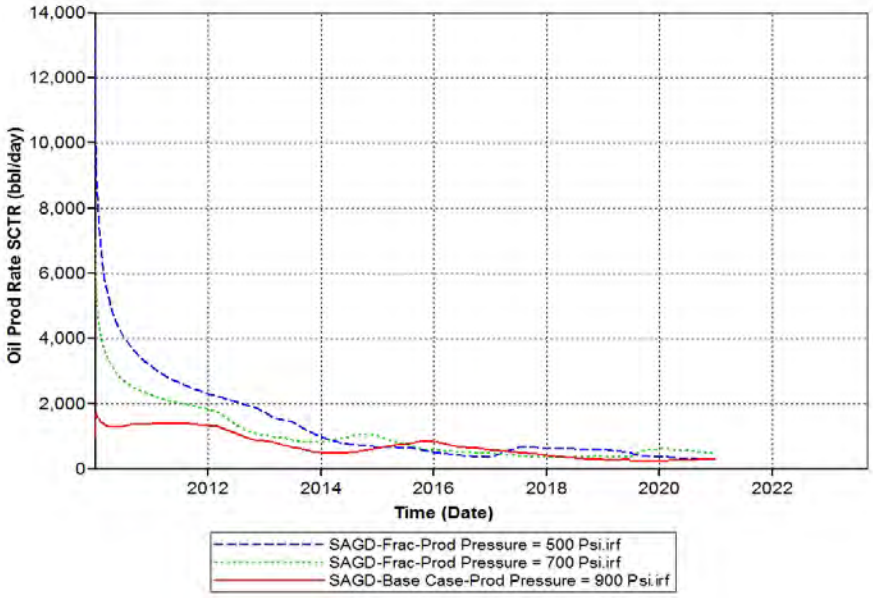
شکل ۶ اثر فشار تولید بر کل آب تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

www.SID.ir

Archive of SID



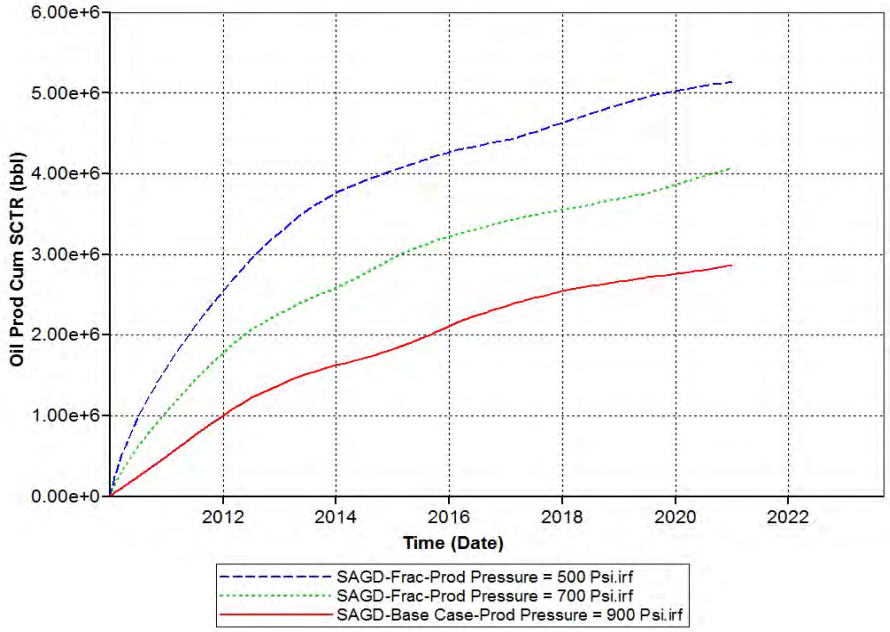
شکل ۷ اثر فشار تولید بر نسبت بخار به نفت تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD



شکل ۸ اثر فشار تولید بر دبی نفت تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹ اثر فشار تولید بر کل نفت تولیدی در مدل Fracture برای سناریوی SAGD

۴- نتیجه گیری

۱) برای مشاهده اثر تغییر فشار تزریق در سناریو SAGD برای مدل Fracture چهار فشار تزریق مختلف را مورد بررسی قرار دادیم همانگونه که مشاهده کردید با افزایش فشار تزریق زمان میان شکن زودتر و به تبع آن میزان آب تولیدی بیشتر شده است .ولی در مدل شکافدار این افزایش تولید نفت با افزایش فشار تززریق تا فشار psi۱۳۰۰ ادامه داشته و برای فشار psi۱۵۰۰ میزان تولید نفت کمتر از فشار psi۱۳۰۰ است که این به دلیل این است که مخزن تا فشار psi۱۳۰۰ قابلیت تزریق را دارد و برای فشارهای بیشتر از این تزریق متوقف می شود.

۲) برای مشاهده اثر تغییر فشار تولید در سناریو SAGD برای مدل Fracture سه فشار تولید مختلف را مورد بررسی قرار دادیم .همانگونه که از نمودارها مشخص است فشار تولیدی یکی از پارامترهای مؤثر در میزان تولید نفت و سایر پارامترها است که با کاهش آن میزان نفت تولیدی بیشتر شده است. در نهایت فشار تولیدی psi۵۰۰ بیشترین میزان تولید نفت را دارد

مراجع

[۱] دکتر محمدرضا ریاضی، "مهندسی مخازن نفت و گاز"، چاپ اول، تهران، موسسه انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۷۴
[1]. Taber, J. J., Martin, F. B. and Seright, R. S., EOR Screening Criteria Revisited- Part I "Introduction to Screening Criteria and Enhanced Recovery Field Projects", Soc. Pet. Eng. J., 2, p. 196 (1996)
[3] Farouq Ali. SM.: "Steam Injection," Secondary and Tertiary Oil Recovery Processes. Interstate Oil Compact Commission, OklahomaCity (Sept. 1974) Chap. 4.
[4] Improved Oil Recovery , interestate oil compact commission oklahoma city, Oklahoma, 1983.

www.SID.ir