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

مقایسه اثر پارامترهای مؤثر بر فرآیند SAGD در مخازن Conventional و Fracture با توجه به نتایج شبیه سازی نرم افزار CMG در یکی از مخازن نفت سنگین ایران

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

با توجه به کاهش برداشت اولیه از مخازن نفتی، استفاده از روش های ازیاد برداشت از مخازن مورد توجه بسیاری قرار گرفته است.از جمله این روش ها می توان به روش های حرارتی، شیمیایی، تزریق گاز و تزریق آب ودیگر روش های نوین نام برد. یکی از روش های نوین می توان به تزریق بخار همراه باریزش ثقلی اشاره کرد..روش های حرارتی می توانند باعث بازیافت بهبود یافته ای از نفت موجود در مخازن نفت سنگین شوند.در این کاربا توجه نتایج به دست آمده ازشبیه سساز تجاری (CMG) سعی بر مقایسه اثر پارامترهای مختلف بر فرآیند SAGD در مخازن معمولی و شکافدار کردیم که نتایج نشان دهنده کارایی بیشتر این روش در مخازن شکافدار می باشند.

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

[۱] دانشجوی ارشد مهندسی نفت ،دانشگاه علوم وتحقیقات فارس
[۲] دکتری مهندسی شیمی،عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت نفت،دانشیار
[۳] دکتری مهندسی شیمی،عضو هیئت علمی دانشگاه علوم وتحقیقات فارس،استادیار

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

مطابق پیش بینی های به عمل آمده، افزایش تقاضای جهانی برای انرژی همچنان ادامه خواهد داشت و اگر چه استفاده از انرژی های جایگزین مانند انرژی های هسته ای و انرژی های تجدید پذیر در سال های آتی افزایش می یابد، ولی این افزایش در مقایسه با انرژی های فسیلی کم بوده و نقش اصلی منابع انرژی تجدید پذیر حداقل تا دو دهه آینده نقش تکمیلی و حامی خواهد بود. با درک این واقعیت که میزان تقاضا انرژی جهانی در سال های آتی به بالاترین میزان خود خواهد رسید، نیاز به ایجاد یک تحول علمی و عملی در هسته اصلی علوم مهندسی نفت و گاز، جهت افزایش میزان بهره وری بیش از پیش احساس می شود[۱]. تزریق بخار به مخازن نفت سنگین امروزه متداولترین روش حرارتی ازدیاد برداشت از مخازن نفت سنگین بوده و تقریباً ۹۰ درصد نفت تولیدی از پروژ ههای ازدیاد برداشت از طریق این روش ممکن می شود. در این روش آب ورودی پس از تصفیه و کنترل PH وارد دیگ بخار شده و بخار با دمای ۳۰۰ درجه فارنهایت و فشار بالای ۳۰ اتمسفر وارد مخزن می شود. البته دما و فشار بخار ورودی بستگی به گرانروی نفت و شرایط مخزن دارد. یکی از مزایای مهم این روش استفاده از فرآیند تقطیر بوسیله بخارآب و همچنین آزاد شدن گازهای محلول در نفت می باشد. در این فرآیند محصولات تقطیر شده با کاهش دمای مخزن در طول مخزن چگالیده شده که نقش مهمی را در پایین آوردن گرانروی نفت ایفا می کند.بخارآب از طریق چاه تزریق وارد مخزن می شود[۲]. نفت داغ شده در اثر فشار بالای بخار (بالای ۴۴۰psia) شروع به حرکت می کند. در این فرآیند مخزن به چهار ناحیه تقسیم شده است. قسمت اول مخزن شامل بخار و آب چگالش شده می باشد. بخارآبی که وارد مخزن می شود ابتدا به صورت اشباع (کیفیت ۷۰٪-۸۰٪) و سپس بخارآب ورودی به مخزن سرد و در نتیجه مقداری از آن چگالیده می شود. قسمت دوم، ناحیه آب داغ می باشد که شامل آب درون مخزن (همزاد) می باشد. قسمت سوم، ناحیه منبع نفت (نفت داغ شده) می باشد. قسمت چهارم نیز شامل نفت نسبتًا سرد و آب چگالیده، می باشد که به علت سرد بودن انتهای مخزن، همواره مقداری از بخارهای (بخارهای نفت و آب) چگالیده می شود. این روش در چاه‌هایی به کار برده می‌شود که دارای نفت سنگین با گرانروی بالا هستند. از این روش که در اواخر دهه پنجاه میلادی کاربرد زیادی داشته است، بیشتر در کالیفرنیا و ونزوئلا استفاده می‌شود؛ زیرا در این مناطق نفت سنگین بیشتری نسبت به سایر نقاط دنیا وجود دارد. یکی از عواملی که در روش تزریق بخار دارای اهمیت فراوان است، کنترل سرعت تزریق است. سرعت تزریق باید به صورتی باشد که فرصت کافی برای تبادل حرارتی بخار و نفت وجود داشته باشد تا شیب دمائی درون نفت ایجاد گردد. علاوه بر آن، باید به فاصله بین مخزن و تاسیسات تولید بخار برای محاسبه درجه سیال تزریقی به مخزن و میزان خوردگی در مسیر بخار تزریقی توجه داشت.بدین منظور تزریق بخارآب با استفاده از یک چاه(افقی یا عمودی) و یا با استفاده از چند چاه صورت می پذیرد. معمولاً از چاه افقی در مخازنی که عمق کمی دارند استفاده می شود [۳]. بخارآب از لوله ای که در چاه قرار گرفته خارج شده و به علت پایین بودن چگالی آن به سمت بالا حرکت می کند. نفت سنگین در اثر گرما روان شده و بوسیله نیروی ثقل به سمت پایین سرازیر می شود. بعد از روان شدن، بوسیله سوراخ هایی که روی چاه آماده شده با یک پمپ بالا کشیده می شود. این روش به فرآیند SAGD معروف می باشد و برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ توسط دکتر راجر باتلر در ناحیه Cold Lakeکشور کانادا جهت بازیافت نفت بسیار سنگین پیشنهاد و توسط شرکت Imperial Oil اجرا شد. [۴]. در این روش با ایجاد یک محفظه بوسیله بخار آب و ایجاد شکاف بین محفظه و چاه، بازیافت را حداکثر می کنند. معمولاً مخازنی که شکاف کمی دارند، بوسیله فشار بالای بخار آب، محفظه بخار ایجاد می شود که همزمان با ریزش نفت به سمت پایین، سطح آن افزایش پیدا می کند. هر چه محفظه بخار بزرگتر باشد، بهره برداری نیز افزایش می یابد این به دلیل آن است که سطح تماس نفت با بخار بیشتر می شود. در این روش نیز عامل مهم در بهبود بازیافت، نفوذپذیری می باشد. نفوذپذیری، معیاری از جریان سیال

www.SID.ir

Archive of SID

از میان منافذ می باشد، بطوریکه می توان گفت: با نفوذپذیری حداکثر، جریان حداکثر خواهیم داشت[۵]. مسئله بسیار مهمی که در فرایند حرارتی وجود دارد آمیزش نفت روان شده با مقادیر میعانی می باشد. آب موجود در محصولات چگالش یافته باعث کاهش نفوذپذیری می شود. کاهش نفوذپذیری باعث کاهش بازیافت شده و در نتیجه بازده کل را کاهش می دهد. برای رفع این مشکل با استفاده از چاه تزریق مقدار محصولات میعانی را بطور همزمان بوسیله لوله هایی که در داخل چاه تزریق تعبیه شده به سطح زمین می رساند[۶].

بررسی ها نشان می دهد که در سطح جهانی حدود ۴۰۰۰۰۰ بشکه نفت روزانه از طریق تزریق بخار آب تولید میگردد که از این رقم حدود ۶۰ درصد در آمریکا، ۳۰ درصد در ونزوئلا و ۳ درصد در کانادا تولید می شود .تعداد زیادی پروژ ههای بزرگ تزریق بخار آب در ماسه قیرهای آلبرتای کانادا و کمربند نفتی اورینوکو ونزوئلا در دست انجام است .روش تزریق متناوب بخارCSS روش حرارتی دیگری است که به خاطر ارزانی، سادگی و مؤثر بودن آن در اکثر میادین نفت سنگین واجد شرایط به کار گرفته شده است .تاریخچه استفاده از آن در میادین Wolf Lake وCold Lake از کشور کانادا به ترتیب به سال ۱۹۷۵ و ۱۹۸۲ و در ایالت کالیفرنیای آمریکا نیز به سال ۱۹۸۲ بر میگردد. [۷].

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 زیر موقعیت میدان x را نشان می دهد.

شکل ۱موقعیت جغرافیایی مخزن

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

www.SID.ir

Archive of SID

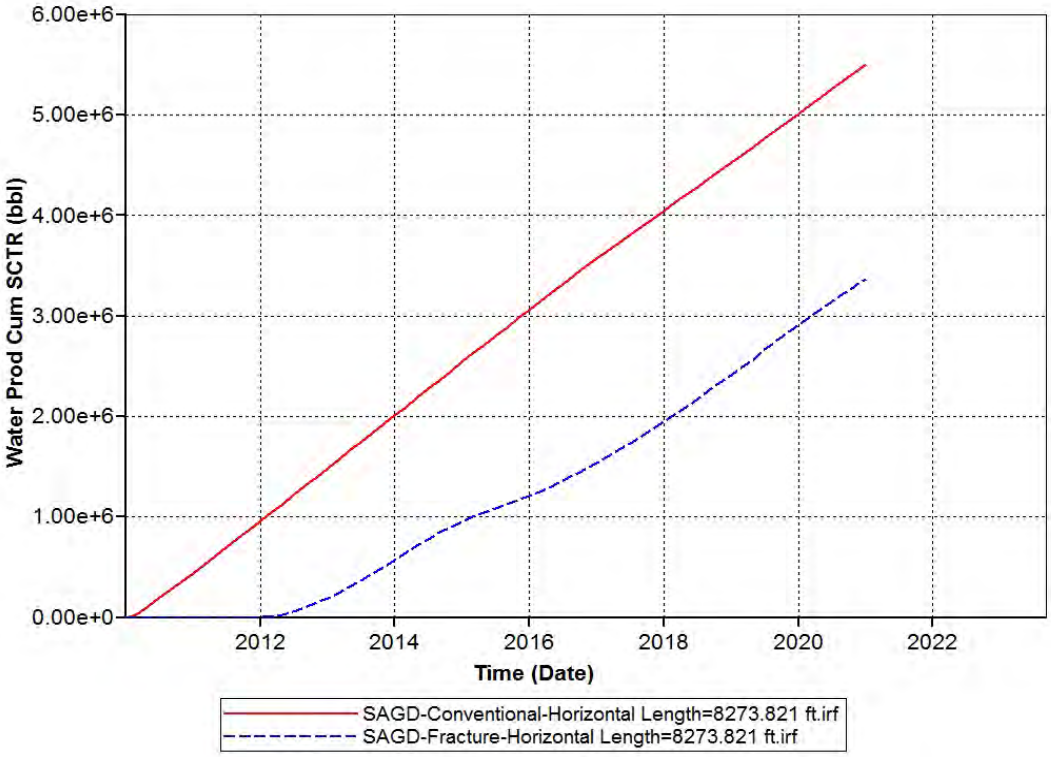
وسعت دارد. بیرون زدگی‌های این میدان از سازندهای بختیاری، آغاجاری، میشان، گچساران تشکیل شده است. بالاترین نقطه سرسازند جهرم حدود ۳۲۹ متر از سطح دریا ارتفاع دارد .حفاری هفت چاه در این میدان به پایان رسیده است بجز MD-1 باقی چاهها در سازند سروک حفاری شده‌اند و عمیق‌ترین چاهMD-5 بوده که عمق آن ۵۰۵۵m می‌باشد.

۳- مقایسه اثر طول افقی چاه ها بر فرآیند SAGD در مخازن Conventional و Fracture

برای مقایسه اثر طول افقی چاه ها در دو مدل Conventional و Fracture از طول افقی 8273/821 فوت استفاده کردیم که نتایج آن در جدول۱ و نمودارهای ۲ الی ۵ آورده شده است. مشاهده می کنید که برای مدل شکافدار دبی تولید نفت و میزان کل نفت تولیدی بیشتر است.

جدول ۱ : مقایسه اثر طول افقی چاه ها در مخازن Conventional و Fracture بر فرآیند SAGD

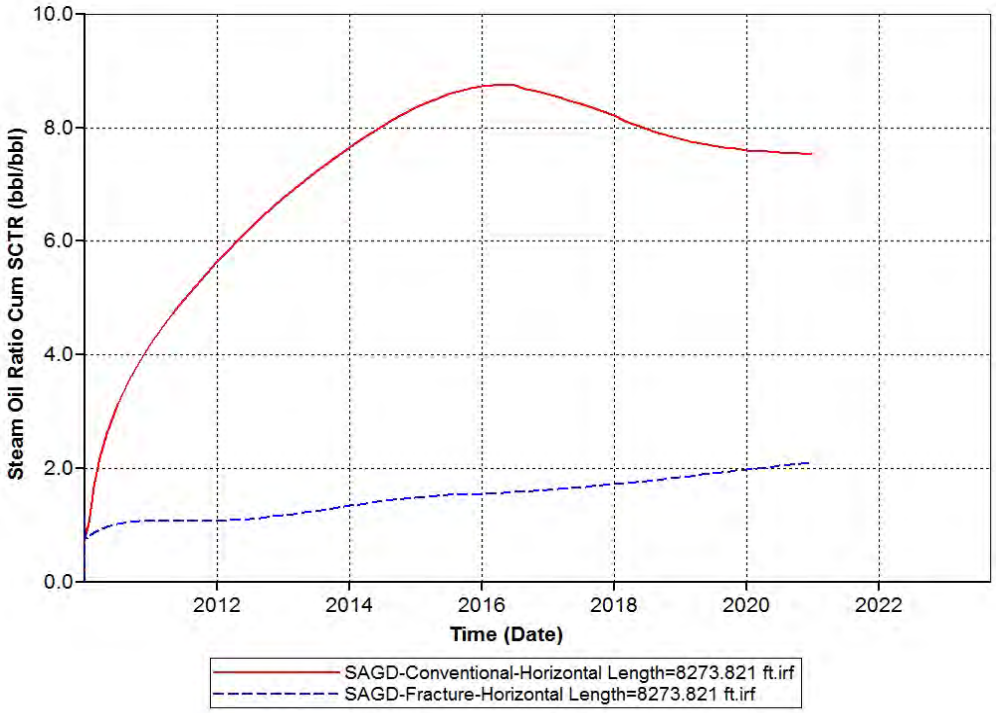
NO.	Reservoir Of Type	Horizontal Length (ft)	Np (bbl)
1	Conventional	8273/821	796164
2	Fracture	8273/821	2/86E6



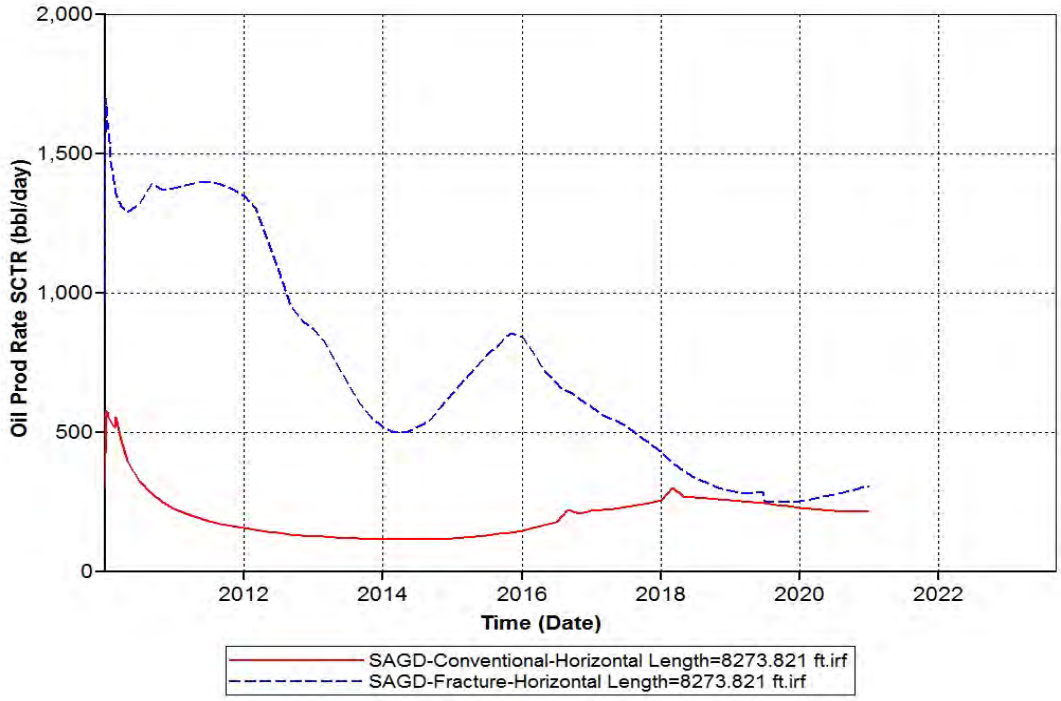
شکل ۲ مقایسه کل آب تولیدی در طول افقی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD

www.SID.ir

Archive of SID



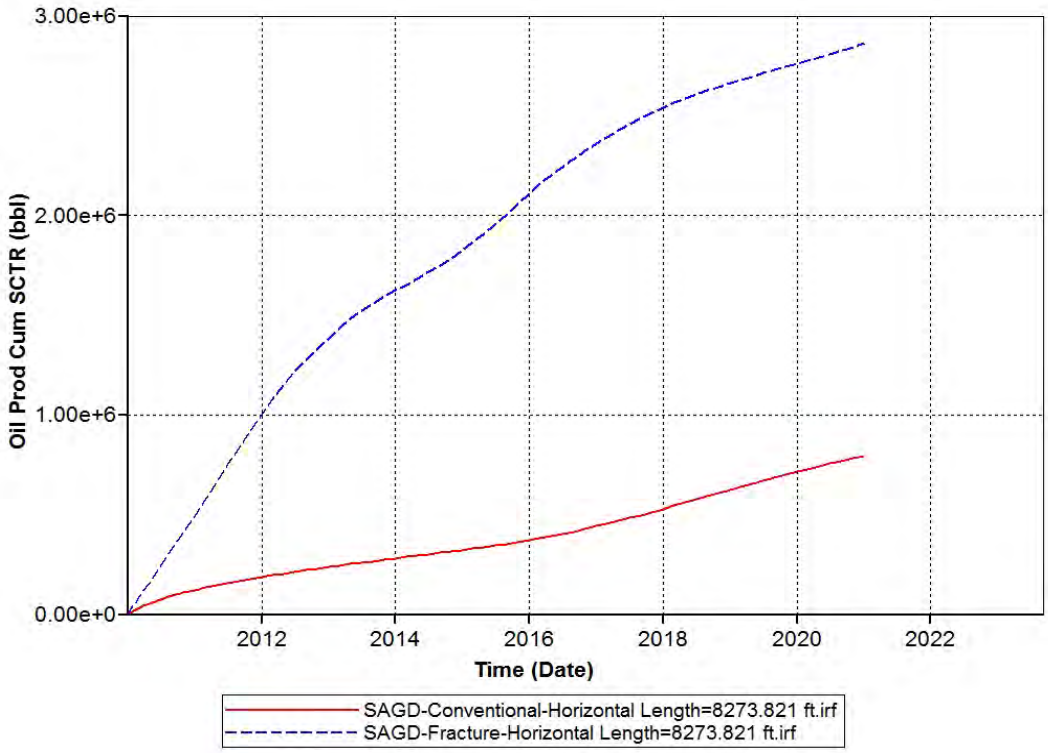
شکل ۳مقایسه نسبت بخار به نفت تولیدی در طول افقی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD



شکل ۴مقایسه دبی نفت تولیدی در طول افقی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵ مقایسه کل نفت تولیدی در طول افقی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD

۴- مقایسه اثر فاصله عمودی چاه های تزریق و تولید بر فرآیند SAGD در مخازن Conventional و Fracture

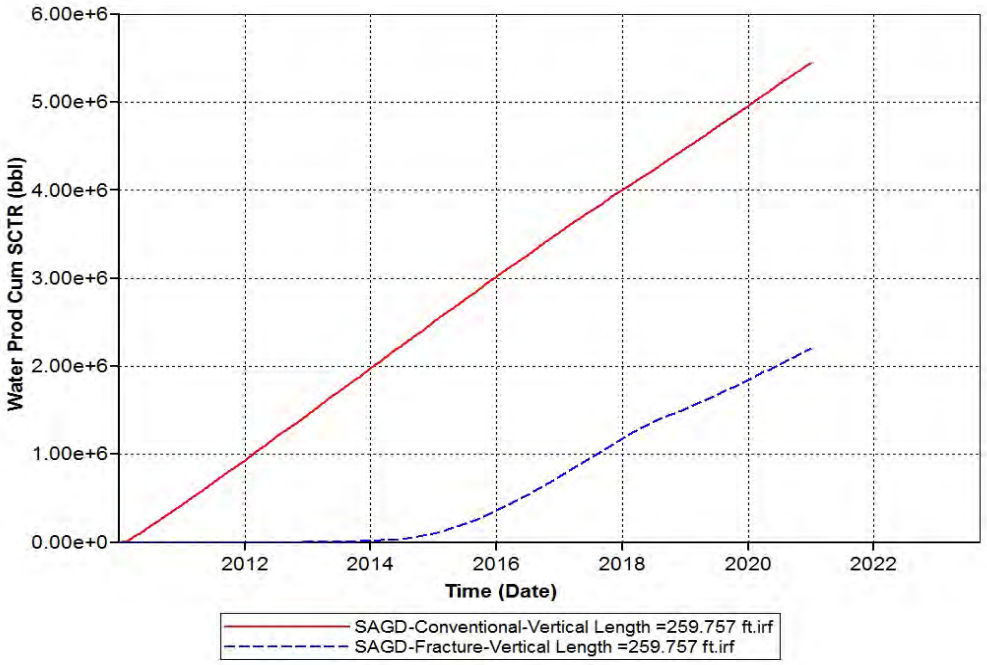
برای مقایسه اثر فاصله عمودی چاه های تزریق و تولید در دو مدل Conventional و Fracture از فاصله عمودی چاه های تزریق و تولید ۲۵۹,۲۵۷ فوت استفاده کردیم که نتایج آن در جدول ۲ و نمودارهای ۶ الی ۹ آورده شده است. مشاهده می کنید که برای مدل شکافدار دبی تولید نفت و میزان کل نفت تولیدی بیشتر است.

جدول۲ : مقایسه اثر فاصله عمودی چاه ها در مخازن Conventional و Fracture بر فرآیند SAGD

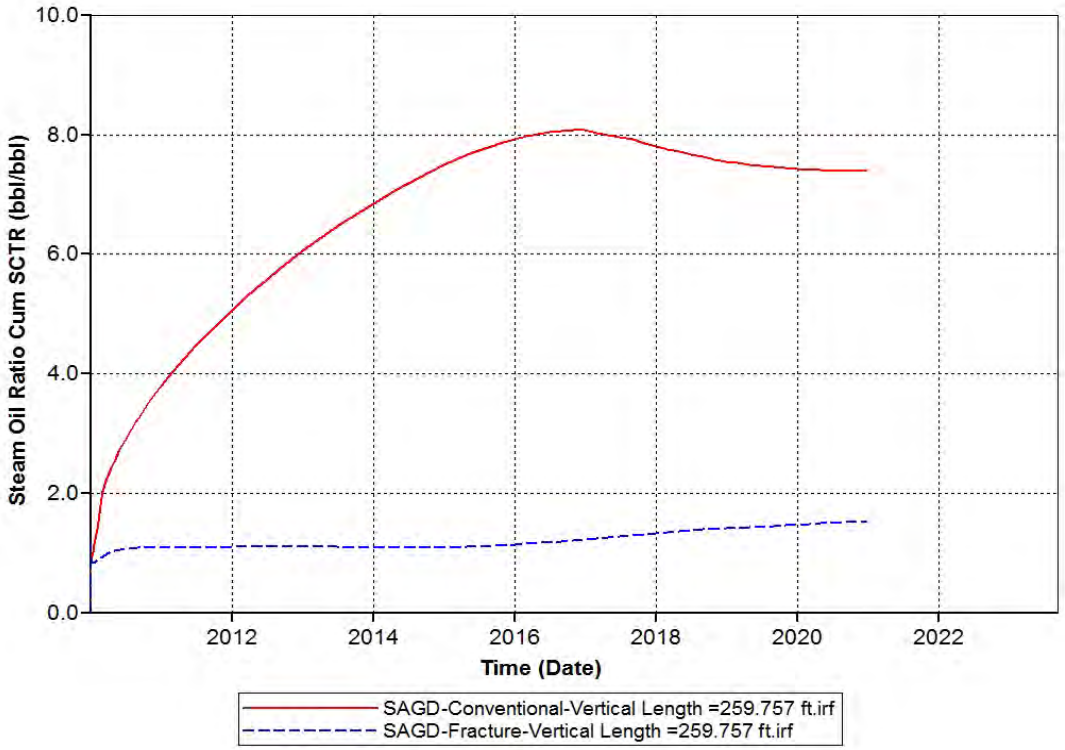
NO.	Reservoir Type Of	Vertical Length (ft)	Np (bbl)
1	Conventional	259/757	813191
2	Fracture	259/757	3/91E6

www.SID.ir

Archive of SID



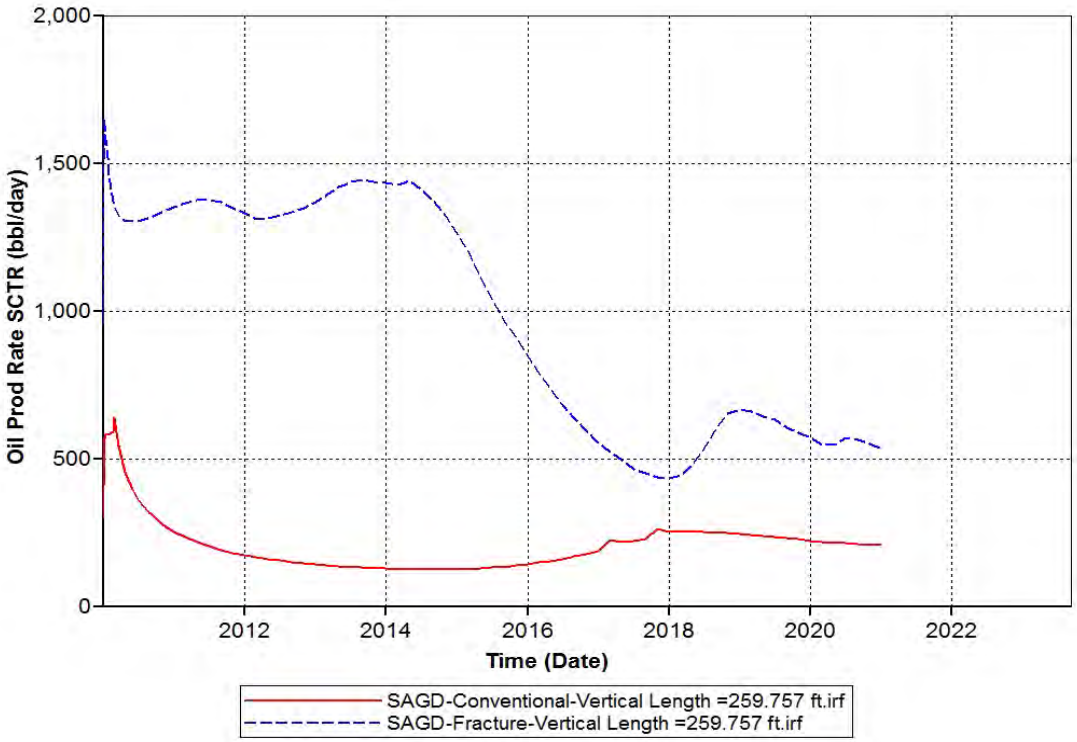
شکل ۶ مقایسه کل آب تولیدی در فاصله عمودی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD



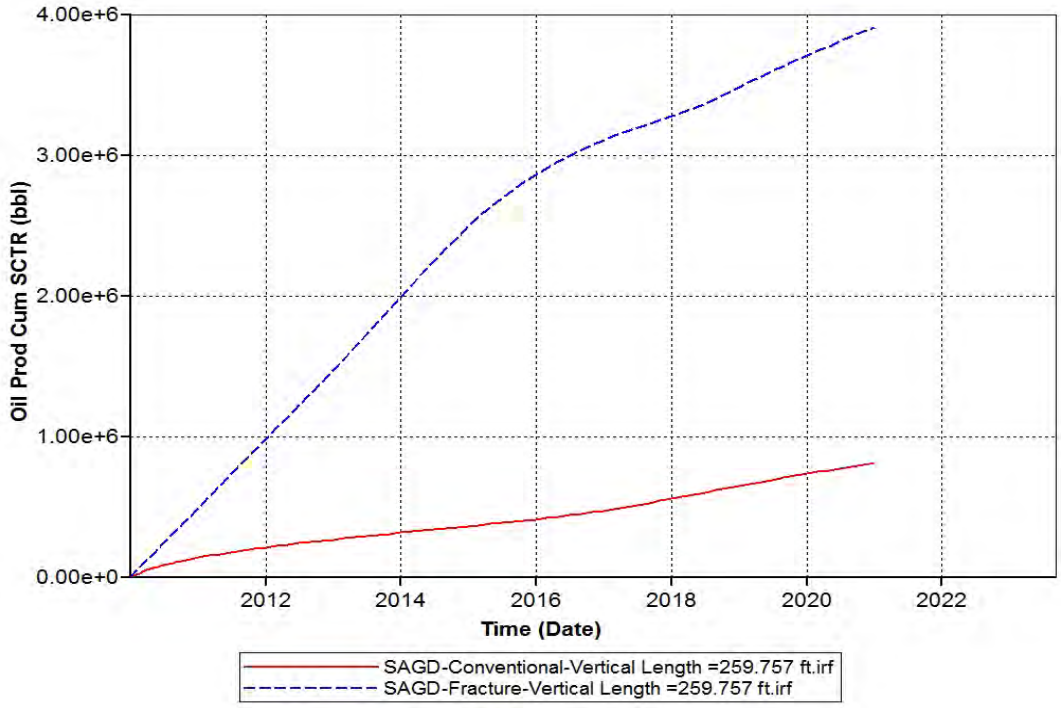
شکل ۷مقایسه نسبت بخار به نفت تولیدی در فاصله عمودی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸مقایسه دبی نفت تولیدی در فاصله عمودی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیند SAGD



شکل ۹مقایسه کل نفت تولیدی در فاصله عمودی ثابت چاه ها در مخازن Conventional و Fracture برای فرآیندSAGD

www.SID.ir

Archive of SID

۵- نتیجه گیری

۱) در مدل Conventional تغییر طول افقی چاه تأثیر چندانی بر میزان نفت تولیدی و سایر پارامترها ندارد اما در مدل شکافدار تغییر طول افقی چاه ها تأثیر زیادی بر نفت تولیدی دارد که این به دلیل فعال بودن مکانیسم ریزش ثقلی در مخازن شکافدار است که اثر این مکانیسم در چاه های افقی بیشتر می باشد.

۲) در مدل Conventional افزایش فاصله عمودی چاه تزریقی و تولیدی تا یک میزان خاص باعث افزایش تولید نفت می شود و از آن به بعد افزایش فاصله عمودی چاه ها تأثیر چندانی بر میزان نفت تولیدی ندارد که این به دلیل آن است که با افزایش بیش از حد فاصله عمودی چاه ها اثر بخار تزریقی به چاه تولیدی نمی رسد و افزایشی در میزان نفت تولیدی مشاهده نمی شود ولی در مدل شکافدار با افزایش فاصله عمودی چاه ها میزان نفت تولیدی نیز بیشتر می شود که این می تواند به دو علت باشد : ۱) با افزایش فاصله عمودی چاه ها مکانیسم ریزش ثقلی بیشتر عمل می کند و تولید نفت بیشتر می شود ۲) افزایش فاصله عمودی چاه ها باعث نمی شود که اثر بخار تزریقی به چاه تولیدی نرسد که این به دلیل تراوایی بالای شکاف ها است.

مراجع

[۱] خراط، اسدالهی ،مسعود، نعمانی،مهران ،ریاض،۱۳۸۷ *،ازدیاد برداشت نفت،انتشارات نهر دانش*،۱۵-۴۹ ،۴۷۳-۴۸۲

[۲] احمد،سیلاوی ،رحیم ، طارق، ۱۳۸۶ ، مهندسی مخازن هیدروکربوری ،انتشارات روابط عمومی *مناطق نفت خیز جنوب*،۶۶۳ -۶۸۱

[3] Ender Okandan. (1984). Heavy Crude Oil Recovery , NATO Asi Series E, Applied Sciences, No. 76, Martinus Nijhoff Pub

[4] Al-Qabandi, S., Al-shatti, Y., Gopalakrishnan, P., Kuwait Oil Company. (1995). "Commercial Heavy Oil Recovery by Cyclic Steam Stimulation in Kuwait.", SPE International Heavy Oil Symposium, 19-21 June, Calgary, Alberta, Canada, spe 30288.

[5] Improved Oil Recovery , interestate oil compact commission oklahoma city, Oklahoma, 1983.

[6] LU. KW. (1993). " Single Horizontal Well Conduction Assisted Steam Drive Process for Removing Viscous Hydrocabonaceous Fluid." , U.S.Patent, No. 521,514.

[7] Kasraia, M., Singhal, A.K. (1998). " Screening and Design Criteria for Steam Assisted Gravity Drainage (SAGD) Project in Tongelflage Type Reservoir." , 2nd Internation Non-Renewable Energy Source Congress, Tehran.

www.SID.ir