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

طراحی سیستم فراز آوری گاز بر اساس نقطه بهینه تزریق در یکی از میادین جنوب غربی ایران با استفاده از نرم افزار Prosper

سجاد ادیب پور[۱] عباسعلی چنگلوایی[۲] صاحب طواف[۳]
دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه، گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران **Sajadadibpour@yahoo.com**

چکیده

روش فرازآوری مصنوعی با گاز یکی از قدیمی ترین رو شهای مورد استفاده در صنعت نفت محسوب می شود .در این روش با تزریق گاز در ستون چاه، گرادیان سیال تولیدی کاهش یافته و در نتیجه سیال تولیدی می تواند با فشار بیشتری به سر چاه برسد یا این که تولید از چاه در فشار ثابت سرچاهی افزایش یابد.در این مقاله مهمترین پارامتر های سیستم گازرانی شامل حداکثر دبی تولید نفت، دبی بهینه ی تزریق گاز و عمق بهینه ی تزریق، فشار تزریق گاز و محل طراحی شیرهای عملیاتی را بوسیله نرم افزار Prosper مدل سازی و به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: دبی بهینه تزریق، عمق تزریق، فشار تزریق، طراحی شیر عملیاتی

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه، گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران
[۲]- دکتری مهندسی شیمی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه،گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران
[۳]- کارشناسی ارشد مهندسی نفت حفاری و بهره برداری، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

با کاهش فشار در مخزن و بدنبال آن کاهش دبی تولیدی سیستم های فراز آوری مصنوعی به عنوان یکی از مهمترین گزینه های تولید مورد استفاده قرار می گیرند با پیشرفت روزافزون صنایع و تکنولوژی و همچنین افزایش جمعیت از یک و،ومحدود بودن و غیرقابل بازگشت بودن ذخایر نفت وگاز،لزوم بررسی وارائه راهکار ی جهت استفاده بیشتر و بهینه از ا ین منابع بسیارحائزاهمیت می باشد. بدیهی است که باید روشهای علمی وتجهیزات جدیدی را برای تولیدبیشتر و بهینه ازمخزن نفتی در طی عمر مفید آن، فراهم آوریم. تقریبا تمام نواحی که دارای مخازن نفتی بزرگ می باشند،دارای نشانه های سطحی است که حاکی از وجود نفت و گاز هستند ،بر اساس روشهای مستقیم و روشهای دیگر(از قبیل زمین شناسی و لرزه ای) می توان منطقه ای را برای ایجاد حفاری اکتشافی تعیین نمود.اگر مشاهدات اولیه و آزمایشات انجام شده در جهت مثبت پیش رفته باشد،احتمالا به مخزن دسترسی پیدا کرده ایم.چون سیال مخزن تحت فشار نیروهای طبیعی می باشد،اگر چاهی به داخل مخزن حفر شود بر اثر کاهش فشار بین مخزن و سطح زمین،سیال درون مخزن به طرف بالا جریان می یابد. در ادامه به مروری از مشاهدات گذشته می پردازیم[۱].

در دهه ۱۹۶۰ میلادی براون و همکاران با داشتن خصوصیات چاه مورد مطالعه و استفاده از ضریب بهره دهی با روش ترسیمی بهترین نقطه تزر یق را به دست آوردند . این روش محدود به نمودارهایی است که بصورت تجربی تهیه شده و برای بهینه ساز ی از آنها استفاده می کردند.

در سال ۱۹۸۲ رابرت سل و همکاران با استفاده از روش ترسیمی براون نمودارها ی تجر بی که در ا ین خصوص برای پیش بینی افت فشار درمسیرهای افقی و عمود ی تهیه شده بود ، نمودار عملکرد سیستم فرازآور ی با گاز را تهیه نمودند و نشان دادند که از لحاظ اقتصادی فقط یک نقطه از منحنی تولید نفت بر حسب تزریق گاز مقرون به صرفه است.

در سال ۱۹۹۶ در کنگره صنعت گاز ، بوتیراگو ورود ریدگوئز یکی از مشکلات بهینه ساز ی سیستم فراز آوری با گاز به روش ترسیمی را عدم کارا بودن این روش برای چاههایی که سریع به تزریق گاز پاسخ نمی دهند، عنوان کردند.

در ۱۹۹۶ عبوالواهی وعثمان سلاحه سیستم فراز آوری با گاز در حوضه نفت ی رمضان واقع در میدان نفتی سوئز در کشور عربستان را بهینه سازی نمودند و موفق شدند بیش از ۲۰۰۰ بشکه در روز به تولید ۱۶۰۰۰ بشکه در روز مخزن بیافزایند .در سال ۲۰۰۱ آ یت اللهی و همکاران بر روی سیستم بهینه فر ایند فرازآوری با گاز در میدان نفتی آغاجاری کار کردند و محل مناسب نقطه تزریق تعیین شده است.

مهمترین اهداف از طراحی سیستم گازرانی به شرح زیر می باشند[۲]

۱ . محاسبه بیشترین دبی تولید نفت با استفاده از طراحی سیستم گاز رانی

۲ . محاسبه دبی بهینه تزریق گاز و عمق بهینه تزریق

۳ . طراحی شیرهای تخلیه و محل نصب آن

۲- مطالعه موردی

در این ۵ حالت با دردسترس داشتن فشار تزریق گاز،فشار مخزن، قطر لوله مغزی، فشار سر چاهی، برش آب و دبی تزریق گاز میتوان شرایط بهینه تزریق را در ۵ حالت بررسی و میزان دبی تزریق از نقطه نظر اقتصادی را با هم مقایسه کرد.

جدول۱- شرایط طراحی شده برای ۵ حالت[۳]

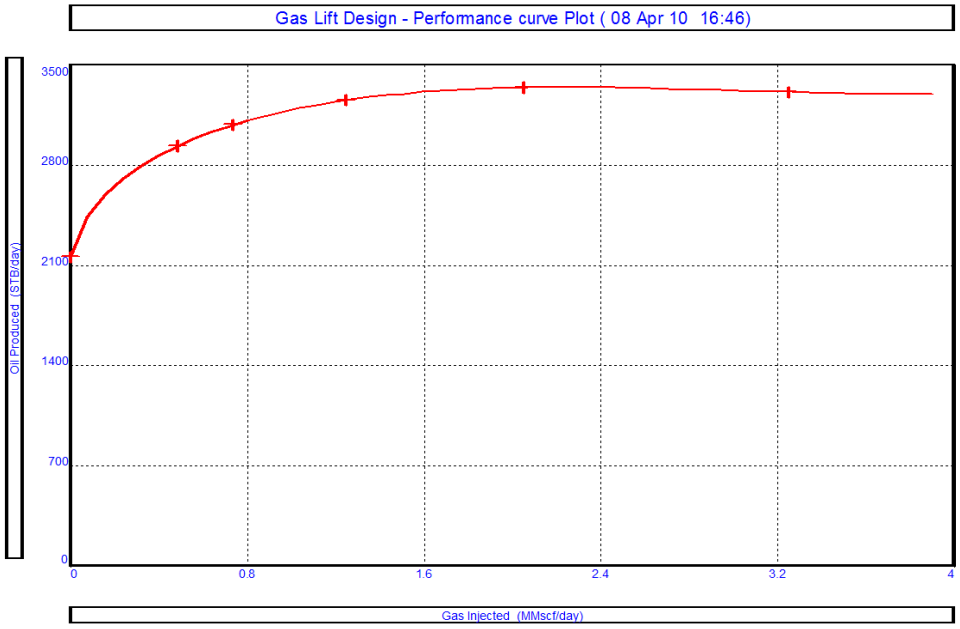
	فشار تزریق گاز Psi	فشار مخزن Psi	دمای مخزن F	قطر لوله مغزی in	فشار سر چاه Psi	برش آب ٪	دبی تزریق گاز MMScf/d

www.SID.ir

Archive of SID

حالت اول	۱۴۰۰	۱۵۰۰	۱۴۲	۳	۲۰۰	۴۰	-
حالت دوم	۱۴۰۰	۱۵۸۲	۱۴۲	۳	۲۰۰	۶۵	-
حالت سوم	۱۴۰۰	۱۵۰۰	۱۴۲	۳	۲۰۰	۵۰	-
حالت چهارم	۱۴۰۰	۱۵۰۰	۱۴۲	۳	۲۰۰	۴۰	-
حالت پنجم	ثابت	۱۴۰۰	۱۴۲	۳	۲۰۰	۴۰	۱

طراحی را برای فشار تزریق گاز ۱۴۰۰ psi وماکزیمم دبی تزریق گاز ۴ MMScf/d درنظرگرفته وبا توجه به این دوپارامتر اصلی، ماکزیمم دبی نفت تولیدی از نظر تئوری واقتصادی و تعداد شیرهای تخلیه وعمق آنها وعمق تزریق رامحاسبه می نماییم با توجه گرادیان فشارگازدر لوله جداری که ناشی از فشار تزریق گازدر سطح می باشد ودیگری ناشی ازگرادیان فشارنفت در لوله مغزی که ناشی ازمیزان تزریق گازو میزان برش آب می باشد. یک ماکزیمم دبی تولید نفت وجودداردکه درشرایط تزریق بهینه گازحاصل می شود. یعنی اگردر این فشار خاص میزان تزریق گاز بیشتر از ۴ /۲ MMScf/d شود نتیجه عکس در دبی تولیدی نفت حاصل می شود که به علت افزایش افت فشار ناشی از اصطکاک و افزایش فشار دهانه چاه است.

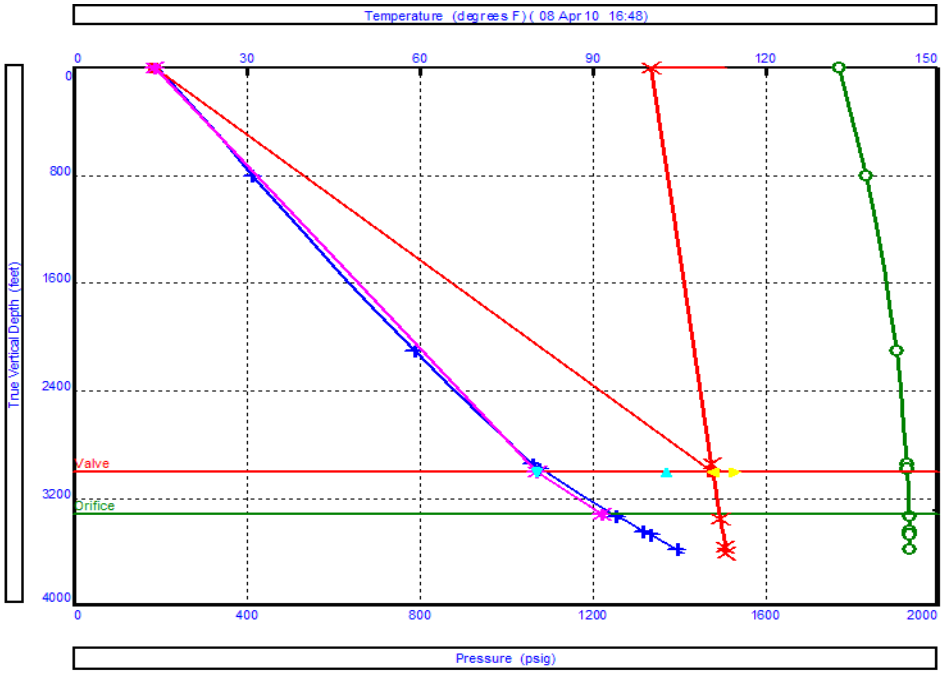


شکل۱- نمودار کارایی سیستم فراز آوری برای حالت۱[۳]

با توجه به گرادیان گاز درون لوله مغزی و فشار اولیه تزریق و گرادیان فشار سیال کشنده درون لوله مغزی برای نصب تجهیزات گاز رانی، از برخورد این دو نمودار تعداد و محل نصب شیرهای تخلیه و در نهایت عمق تزریق گازحاصل می شود. دراین مثال خاص، به یک شیر تخلیه در عمق ۳۰۱۰ft و به یک اوریفیس برای تزریق نیاز می باشدکه محل تزریق در عمق ۳۳۲۰ft نیاز می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- محل نصب شیر تخلیه و عمق تزریق[۳]

۲-۱- تاثیر دبی تزریق گاز بر روی تولید نفت تحت شرایط طراحی شده

حالت۱)

با توجه به این که در هر فشار تزریق گاز یک دبی بهینه برای تزریق گاز وجود دارد و اگر دبی تزریق از دبی بهینه بیشتر شود در نتیجه افت فشار ناشی از اصطکاک افزایش یافته و نمودار فشار ورودی به لوله مغزی به سمت بالا کشیده می شود و دبی تولید نفت کاهش می یابد نتایج بدست آمده در جدول زیر موجود می باشد.

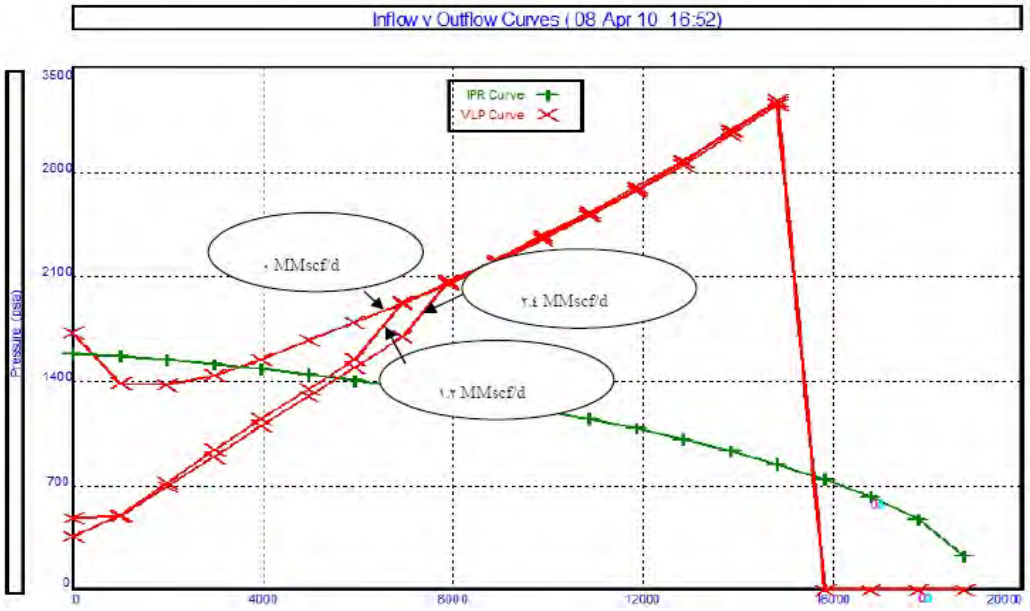
جدول۲- تاثیر دبی تزریق گاز بر روی نفت تحت شرایط طراحی شده[۳]

درصد افزایش دبی نفت در مقایسه با تولید طبیعی	افت فشار چگالی Psi ft	افت فشار اصطکاک Psi ft	فشار ته چاه Psi	دبی آب STBD	دبی نفت STBD	دبی گاز MMscfD	دبی تزریق گاز MMscfD
-	۱۱۵۵	۱۳۴	۱۴۹۵	۱۴۱۳	۲۱۱۹	۰/۴۹۲	۰
۴۴٪	۸۸۳	۳۳۸	۱۴۳۸	۲۰۴۴	۳۰۶۷	۰/۷۱	۰/۷۵
۵۱٪	۸۰۰	۴۰۷	۱۴۲۷	۲۱۴۶	۳۲۱۹	۰/۷۴۷	۱/۲
۵۷٪	۶۳۸	۵۴۹	۱۴۱۹	۲۲۳۱	۳۳۴۷	۰/۷۷	۲/۴
۵۳٪	۵۴۶	۶۳۵	۱۴۲۶	۲۱۶۲	۳۲۴۴	۰/۷۵	۴

اگردبی تزریق گاز از MMScf/d ۴ /۲ افزایش یابد، با نتیجه معکوس دردبی تولید نفت مواجه می شویم، چون افت فشارناشی ازاصطکاک افزایش یافته و فشارته چاه بیشترمی شود و دبی تولیدی نفت کمتر خواهد شد.

www.SID.ir

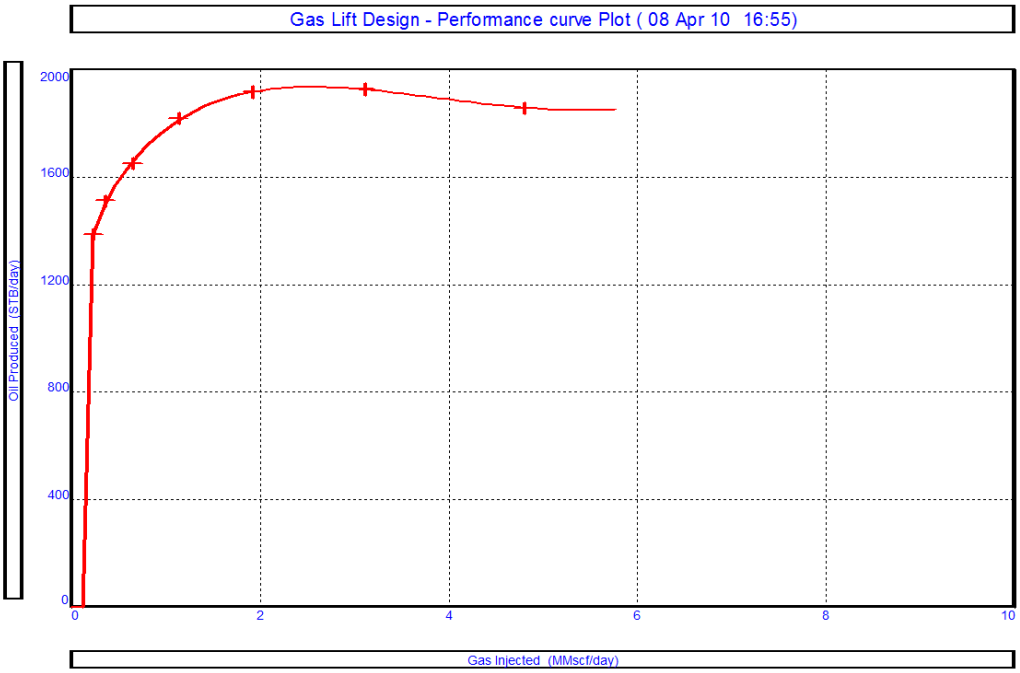
Archive of SID



شکل۳- نمودار عملکرد جریانی چاه و فشار ورودی به لوله مغزی برای حالت۱ تحت سیستم فراز آوری[۳]

حالت ۲)

دراین شرایط باتوجه به مطالبی که قبلا گفته شده درصورتیکه ازسیستم گازرانی استفاده نشود، دبی تولیدی صفرمی باشد.که درنمودارقابل مشاهده می باشد و میزان دبی بهینه تزریق گاز تحت این شرایط می باشد.



شکل۴- نمودار کارایی سیستم فراز آوری برای حالت۲[۳]

جدول۳- تاثیر دبی تزریق گاز بر روی نفت تحت شرایط طراحی شده[۳]

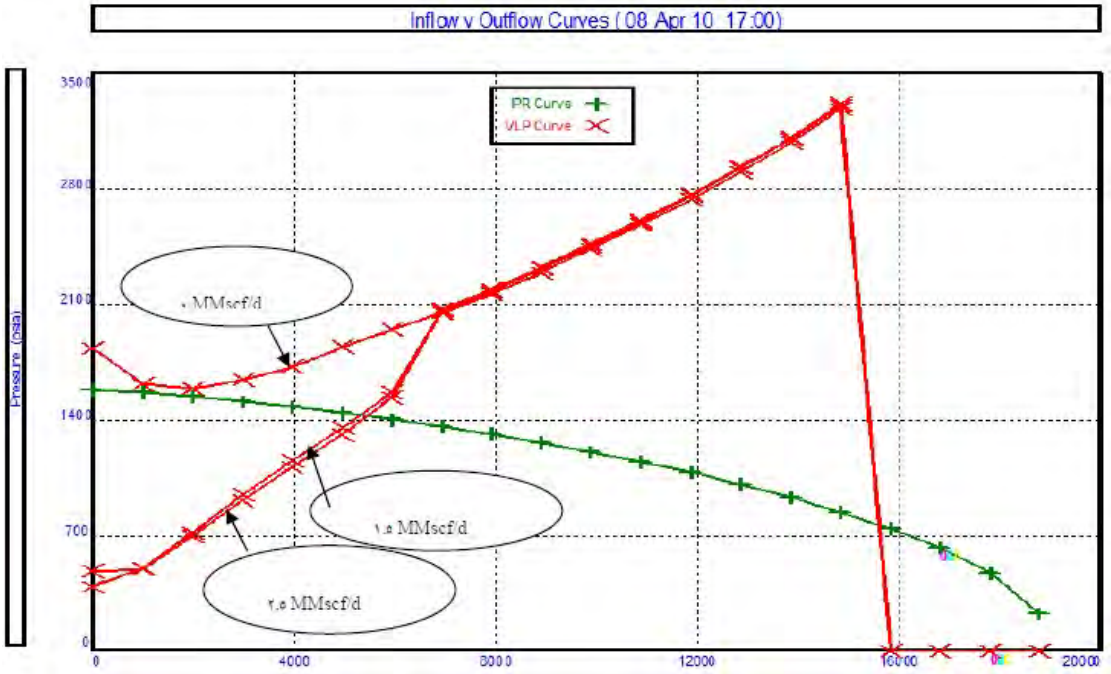
درصد افزایش	افت فشار	افت فشار	فشار ته چاه	دبی آب	دبی نفت	دبی گاز	دبی تزریق گاز

www.SID.ir

Archive of SID

دبی نفت در مقایسه با تولید طبیعی	چگالی Psi ft	اصطکاک Psi ft	Psi	STBD	STBD	MMscfD	MMscfD
*	-	-	-	-	-	-	۰
*	۸۸۹	۳۲۴	۱۴۴۰	۳۲۸۵	۱۷۶۹	۰/۴۱	۱
*	۸۰۲	۴۰۴	۱۴۲۸	۳۴۷۸	۱۸۷۲	۰/۴۳	۱/۵
*	۶۷۳	۵۱۸	۱۴۲۱	۳۵۸۸	۱۹۳۲	۰/۴۴	۲/۵
*	۵۵۳	۶۳۰	۱۴۲۵	۳۵۲۰	۱۸۹۵	۰/۴۴	۴

در این شرایط دبی بهینه تزریق گاز از نظر اقتصادی ۱/۵ MMScf/d و از لحاظ تئوری ۲/۵ MMScf/d می باشد.که دبی تولیدی از صفر به۱۸۷۲ بشکه در روز افزایش می یابد .که نمودار زیر نتایج بالا را نشان می دهد.

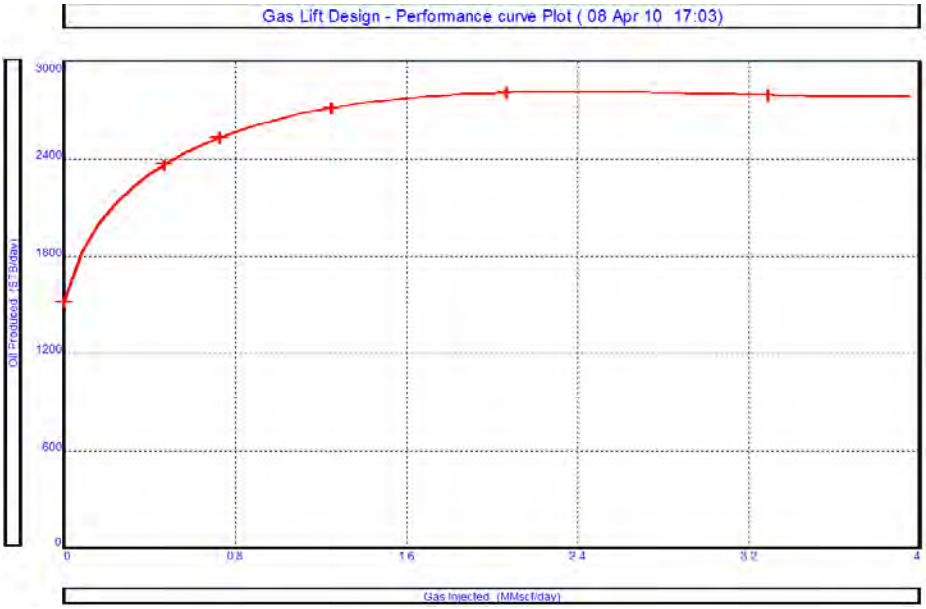


شکل۵- نمودار عملکرد جریانی چاه و فشار ورودی به لوله مغزی برای حالت۲[۳]

حالت۳)

www.SID.ir

Archive of SID



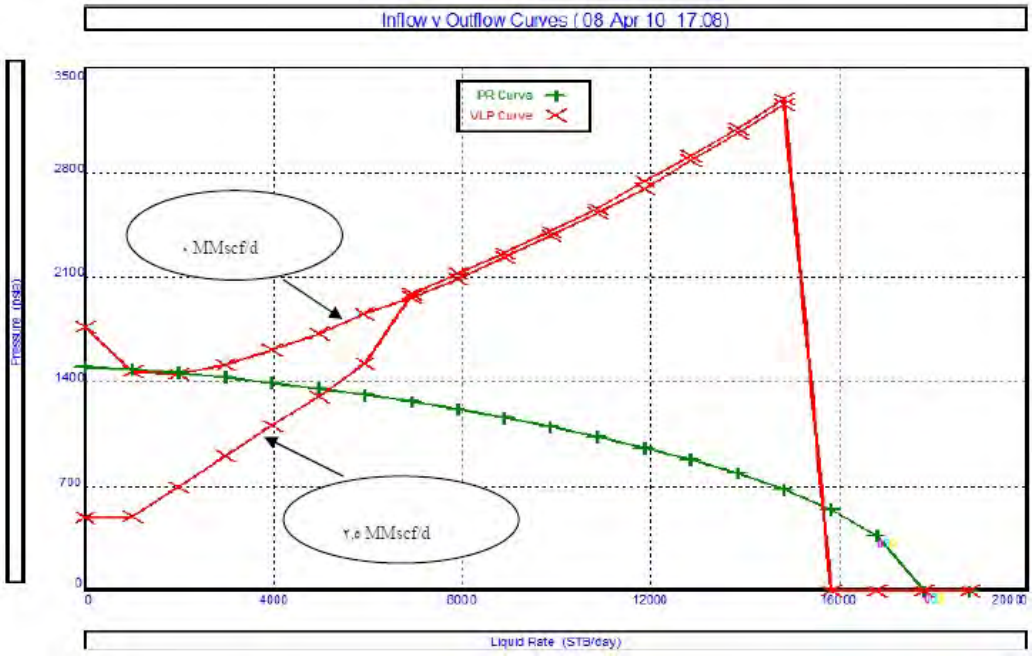
شکل۶- نمودار کارایی سیستم فراز آوری برای حالت۳[۳]

جدول۴- تاثیر دبی تزریق گاز بر روی نفت تحت شرایط طراحی شده[۳]

درصد افزایش دبی نفت در مقایسه با تولید طبیعی	افت فشار چگالی Psi ft	افت فشار اصطکاک Psi ft	فشار ته چاه Psi	دبی آب STBD	دبی نفت STBD	دبی گاز MMscfD	دبی تزریق گاز MMscfD
-	۱۲۰۳	۴۹	۱۴۵۵	۱۰۳۷	۱۰۳۷	۰/۲۴۱	۰
۱۳۱	۸۱۵	۳۲۸	۱۳۶۰	۲۴۰۳	۲۴۰۳	۰/۵۵	۱
۱۴۳	۷۳۰	۳۹۹	۱۳۵۰	۲۵۲۰	۲۵۲۰	۰/۵۸	۱/۵
۱۴۸	۶۱۷	۴۹۹	۱۳۴۵	۲۵۷۶	۲۵۷۶	۰/۵۹	۲/۵
۱۴۳	۵۰۵	۶۰۵	۱۳۵۰	۲۵۲۰	۲۵۲۰	۰/۵۸	۴

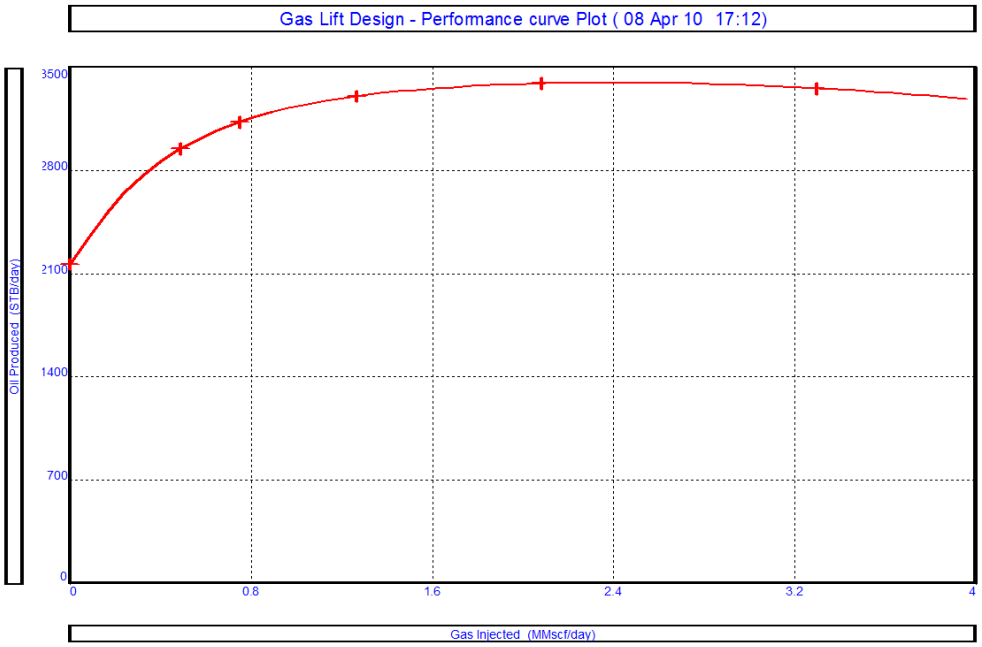
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۷- نمودار عملکرد جریانی چاه و فشار ورودی به لوله مغزی برای حالت۳[۳]

حالت۴)



شکل۸- نمودار کارایی سیستم فراز آوری برای حالت۴[۳]

جدول۵- تاثیر دبی تزریق گاز بر روی نفت تحت شرایط طراحی شده[۳]

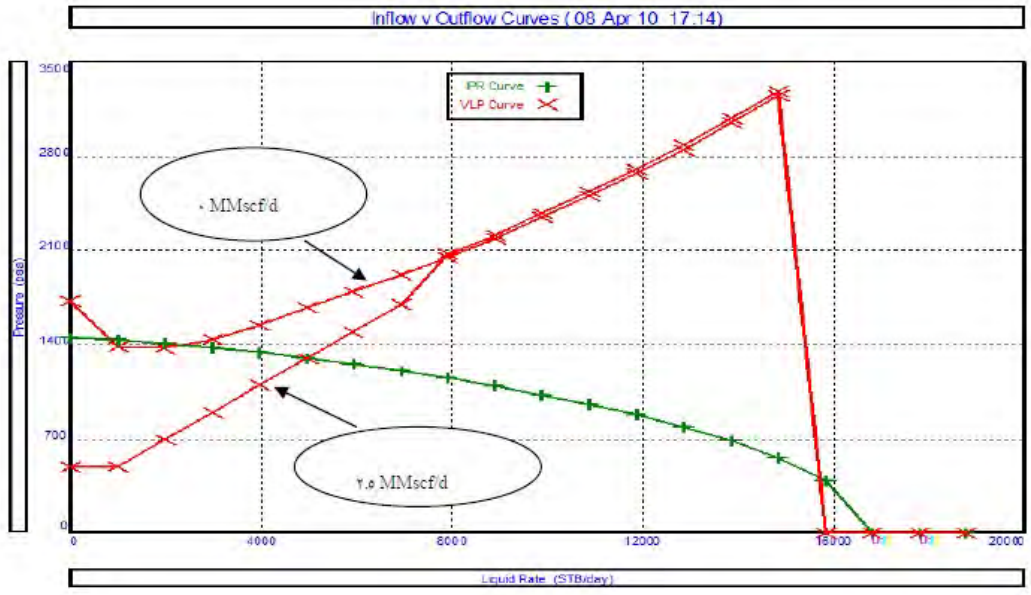
درصد افزایش دبی نفت در مقایسه با تولید	افت فشار چگالی Psi ft	افت فشار اصطکاک Psi ft	فشار ته چاه Psi	دبی آب STBD	دبی نفت STBD	دبی گاز MMscfD	دبی تزریق گاز MMscfD

www.SID.ir

Archive of SID

طبیعی							
-	۱۱۲۳	۶۸	۱۳۹۴	۹۵۴	۱۴۱۷	۰/۳۲۹	۰
۹۷	۷۶۴	۳۳۰	۱۳۱۰	۱۸۶۸	۲۷۹۳	۰/۶۴۹	۱
۱۰۶	۶۸۲	۳۹۹	۱۳۰۲	۱۹۴۸	۲۹۲۲	۰/۶۷۸	۱/۵
۱۱۰	۵۷۰	۴۹۹	۱۲۹۸	۱۹۸۵	۲۹۷۷	۰/۶۹۱	۲/۵
۱۰۴	۴۶۸	۵۹۷	۱۳۰۴	۱۹۲۸	۲۸۹۲	۰/۶۷۱	۴

هر چه فشار مخزن کاهش یافته و میزان برش آب افزایش می یابد کارایی سیستم گازرانی، برای افزایش دبی تولید نفت بیشتر می شود در این شرایط با سیستم گازرانی دبی نفت به میزان ۱۰۰درصد افزایش می یابد.



شکل۹- نمودار عملکرد جریانی چاه و فشار ورودی به لوله مغزی برای حالت۴[۳]

حالت۵)

در این حالت دبی تزریق گاز را ثابت در نظر گرفته و متغیر ما فشار تزریق گاز می باشد ما برای هردبی تزریق گاز فقط یک فشار بهینه تزریق داریم .در صورتیکه فشار تزریق از این فشار مورد نظر افزایش یابد، دبی تولید نفت هیچ تغییری نمی کند و فقط هزینه تاسیسات که مهمترین آن کمپرسور می باشد، افزایش می یابد.

جدول۶- تاثیر فشار تزریق گاز طراحی شده بر روی نفت تولیدی[۳]

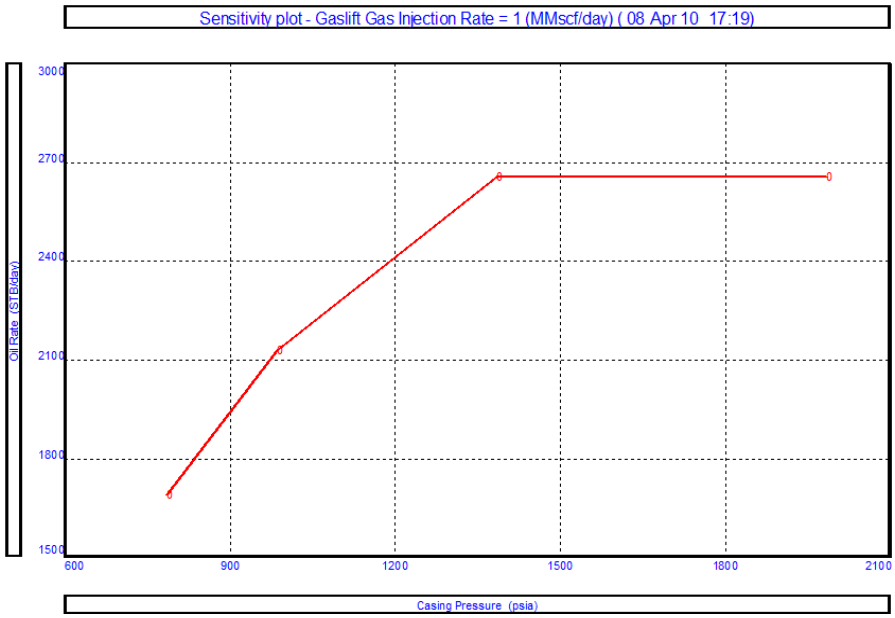
درصد افزایش دبی نفت	عمق تزریق ft	دبی تولید نفت Stb/day	فشار تزریق گاز Psi
-	-	۰	تولید طبیعی
*	۳۰۰۹	۱۶۸۸	۸۰۰
*	۳۳۳۴	۲۱۲۸	۱۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

❋	۳۳۳۴	۲۶۵۶	۱۴۰۰
❋	۳۳۳۴	۲۶۵۶	۲۰۰۰

باتوجه به جدول فوق از فشار تزریق ۱۴۰۰Psia به بالاهیچ افزایش دبی صورت نمی گیردکه درشکل زیر موجود است.



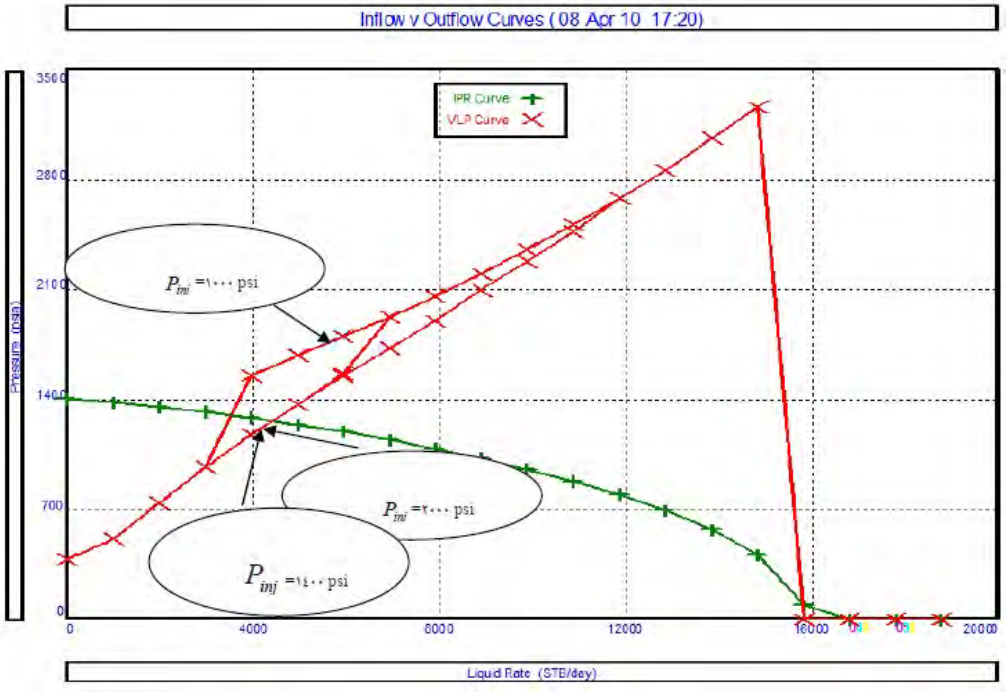
شکل۱۰- میزان دبی نفت بر حسب فشار تزریق گاز[۳]

درفشارتزریق ۸۰۰Psia به علت اینکه درنقطه تزریق اولیه فشاردرون لوله مغزی و لوله جداری بیشتر می باشد درنتیجه باید از نقطه تزریق بالاتر، برای تزریق گاز استفاده کنیم .تا سیستم گازرانی کارایی خود را داشته باشد . در نتیجه نقطه تزریق به محل نصب شیر تخلیه انتقال پیدا می کند.

همچنین درنمودار زیر بعد ازفشار ۱۴۰۰Psia نمودار فشاردرون لوله مغزی تغییرنمی کند ونفت تولیدی افزایش نمی یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۱- نمودار عملکرد جریانی چاه و فشار ورودی به لوله مغزی برای حالت۵ [۳]

۳- نتیجه گیری

۱- در طراحی سیستم فراز آوری گاز به ازای هر فشار تزریق گاز ، فقط یک دبی بهینه ی تزریق گاز وجود دارد که در آن بیشترین نفت حاصل می شود.

۲- اگر دبی تزریق گاز از این دبی بهینه بیشتر شود میزان دبی نفت به علت افزایش افت فشار ناشی از اصطکاک کاهش می یابد.

۳- برای هر دبی تزریق گاز فقط یک فشار بهینه تزریق وجود دارد که اگر فشار را افزایش دهیم، فقط هزینه ی تاسیسات و کمپرسور افزایش می یابد.

۴- به ازای هر فشار و دبی تزریق گاز فقط یک نقطه ی بهینه ی تزریق وجود دارد که اگر این عمق کمتر شود ، میزان دبی نفت تولیدی کاهش می یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1] .R. V.zquez-Rom.n, SPE, and P. Palafox-Hern.ndez, Inst. Tecnol.gico de Celaya, Mexico,"A New Approach for Continuous Gas Lift Simulation and Optimization" , SPE 95949, 2005

[2].Exploration & Production Department American Petroleum Institute, "Gas Lift Book ٦ of the Vocational Training Series", Third Edition, 1994.

[۳]. ادیب پور سجاد« افزایش دبی تولیدی چاه با استفاده از روش فراز آوری مصنوعی در یکی از مناطق جنوب غربی ایران» پایان نامه کارشناسی ارشد زمستان۹۲

www.SID.ir