

تخمین نرخ جریان و تخصیص تولید در چاه‌های یکی از میادین گازمیعانی کشور در حوزه‌ی خلیج فارس با استفاده از شیرهای کنترلی چند اریفیزی

محسن جاویدنیا^{*}، علی اکبر سبزی^۱، مهدی قاسمی زانیانی^۲، شرکت نفت و گاز پارس |

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۵/۰۵/۱۶

تاریخ ارسال به داور: ۹۵/۰۵/۳۰

تاریخ پذیرش داور: ۹۵/۱۰/۱۴

چکیده

کنترل نرخ تولید از چاه‌ها در هر مخزن هیدروکربنی متناسب با سیاست‌گذاری‌های تولید از اهمیت زیادی برخوردار است. جهت تنظیم نرخ جریان تولید معمولاً از صفحات کاهنده^۳ استفاده می‌شود. امروزه در چاه‌های برخی میادین از جمله پارس جنوبی برای کنترل جریان از شیرهای کنترلی چند اریفیزی^۴ (MOV) استفاده می‌شود که میزان باز یا بسته شدن آنها (از صفر تا صد درصد) از طریق سیستم کنترل گسترده (DCS) تنظیم می‌گردد. رابطه‌ی عملکرد صفحات کاهنده معمول از روابط تجربی به دست می‌آید اما رابطه‌ی فشار و نرخ جریان در شیرهای کنترلی چند اریفیزی از طریق ضریب جریان شیر (C_v) حاصل می‌شود. این ضریب، میزان جریان عبوری از شیر را به افت فشار داخل آن مرتبط می‌کند. برای تعیین شرایط عملکرد شیر باید این ضریب متناظر با درصد بازشدگی مورد نظر تعیین گردد. رابطه‌ی ضریب C_v و درصد بازشدگی شیر، نمودار مشخصه‌ی شیر نامیده می‌شود که می‌تواند خطی یا غیرخطی باشد. در این مقاله ساختار شیر کاهنده‌ی سرچاهی چند اریفیزی، توصیف روابط و چگونگی عملکرد آن در تخمین نرخ تولید چاه‌ها و تسهیم تولید سکو به هر چاه در چاه‌های یکی از میادین گازمیعانی کشور در بخش دریا بررسی می‌شود. بدین منظور نمودار مشخصه‌ی شیرهای کاهنده با استفاده از داده‌های آزمایش‌های سرچاهی ترسیم می‌شود. سپس با مشخص شدن روابط حاکم بر C_v و درصد بازشدگی شیر، رابطه‌ی فشار سرچاهی و نرخ جریان مشخص می‌گردد. روش مذکور برای برآورد نرخ جریان خروجی سکو و چاه‌های مختلف، حتی پس از عملیات مشبک‌کاری و اسیدکاری نیز قابل استفاده است. نتایج نشان می‌دهد در حالی که خطای رابطه‌ی عملکرد سرچاهی به مرور زمان افزایش می‌یابد یا زمانی که پس از عملیات مشبک‌کاری و اسیدکاری و تغییر متغیرهای چاه، برآورد نرخ جریان چاه امکان‌پذیر نیست، رابطه‌ی عملکرد ارائه شده برای شیرهای کاهنده‌ی چند اریفیزی به خوبی نرخ جریان چاه و سکو را در موقعیت‌های مختلف تخمین می‌زند. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که برای به دست آوردن رابطه‌ی عملکرد شیر کنترل در این میدان نیازی به مدل‌سازی پیچیده و بررسی رفتار ترمودینامیکی سیال در قالب الگوهای رژیم دوفازی جریان نیست.

واژگان کلیدی:

شیر کاهنده‌ی چند اریفیزی، نمودار مشخصه، ضریب عملکرد شیر، برآورد نرخ جریان، تخصیص تولید، آزمایش سرچاهی، گازمیعانی

مقدمه

راولینز-شلهارت است [۳]:

$$Q_g = c(P_r^2 - P_{wf}^2)^n \quad (1)$$

متغیرهای معادله‌ی ۱- از طریق برآزش این منحنی با نتایج حاصل از چاه آزمایشی تعیین می‌شوند. این روش محدودیت‌هایی برای برآورد نرخ جریان چاه‌ها دارد که مهم‌ترین آنها عدم بررسی عملکرد چاه متعاقب کاهش پتانسیل تولیدی چاه با گذشت زمان است. یکی از مشخصه‌های بارز چاه‌های گازمیعانی آنست که با تولید و افت فشار آن به زیر فشار نقطه‌ی شبنم، میعان‌ات گازی تجمع یافته در اطراف چاه سبب کاهش تراوایی نسبی گاز می‌شوند [۴]. در نتیجه عملکرد چاه با زمان به شدت تغییر می‌کند. بنابراین ضروری است

منظور از عملکرد تولید درون‌چاهی^۵ رابطه‌ی بین نرخ جریان سیال نسبت به فشار جریانی ته‌چاهی در فشار ثابت مخزن است [۱]. با استفاده از این رابطه، نرخ جریان چاه در هر فشار ته‌چاهی قابل محاسبه خواهد بود. اما برای محاسبه‌ی نرخ جریان با استفاده از فشار سرچاهی باید افت فشار درون لوله مغزی یا به عبارتی عملکرد لوله مغزی^۶ تعیین شود که برای هر فشار سرچاهی یک نمودار مستقل به دست می‌آید. عملکرد تولید سرچاهی^۷ رابطه‌ی بین فشار سرچاهی و نرخ جریان است که با استفاده از نقاط تلاقی نمودار عملکرد درون‌چاهی با نمودار عملکرد لوله مغزی می‌توان نمودار آنرا رسم کرد (شکل-۱). رابطه‌ی عملکرد چاه‌های گازی و گازمیعانی غیرخطی است. ساده‌ترین معادله برای محاسبه‌ی پتانسیل چاه، رابطه‌ی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (javidnia@pogc.ir)

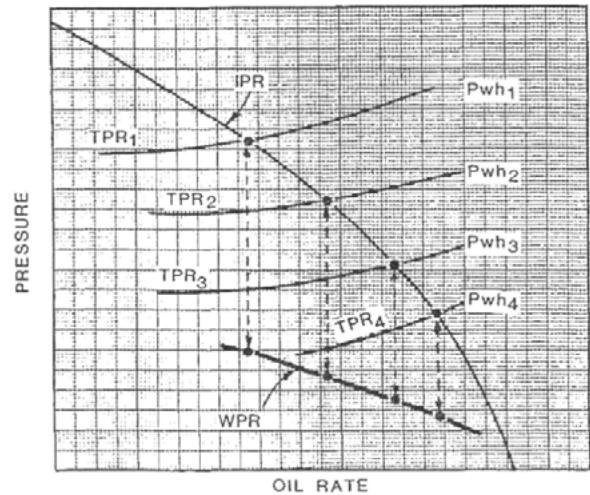
استفاده از روابط عملکرد شیر کاهنده^۱ سرچاهی روش دیگری جهت برآورد نرخ جریان چاه است. استقلال روابط شیر کاهنده از متغیرهای مخزنی و در دسترس بودن داده‌های روزانه آنها، امکان پایش روزانه نرخ جریان تولیدی را مستقل از پتانسیل چاه فراهم می‌کند. بنابراین در این روش محدودیتی برای رابطه‌ی ۱- وجود ندارد. گیلبرت [۱] رابطه‌ی فشار بالادست چوک و نرخ جریان خطی برای جریان گاز و نفت در حالت بحرانی را با استفاده از برآزش داده‌های میدانی نفتی در کالیفرنیا به شکل رابطه‌ی ۲- ارائه کرد:

$$P_{wh} = \frac{C R^m q}{\gamma^n}$$

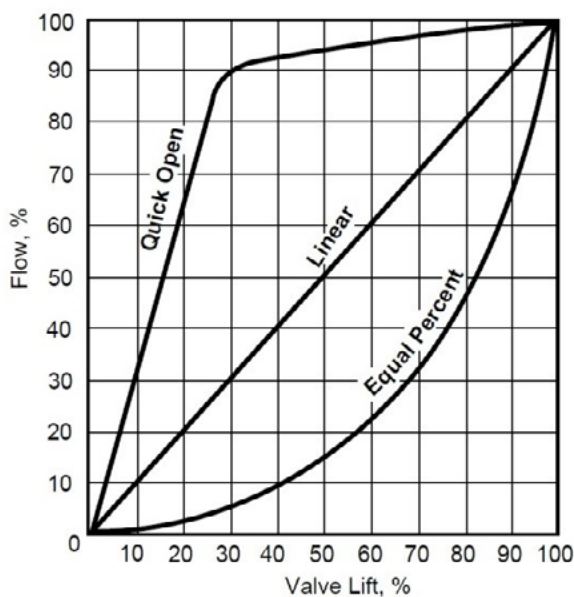
همان‌طور که بیان شد شیرهای کاهنده‌ی به کاررفته در سکوها‌ی این میدان، با شیرهای کاهنده‌ی متداول صنعت نفت فرق داشته و از نوع شیرهای کنترل چند اریفسی هستند؛ بدین معنی که باز و بسته شدن شیر کنترلی مذکور می‌تواند به صورت جزئی (صفر تا صد درصد) عمل کند که این مسأله امکان کنترل پیوسته و همچنین کنترل از راه دور فرآیند را فراهم می‌کند. به عبارت دیگر برای افزایش جریان تنها از طریق سیستم کنترل، میزان بازشدگی شیر افزایش می‌یابد و نیازی به تغییرات سخت‌افزاری نیست.

همان‌طور که در شکل ۲- مشاهده می‌شود در شیرهای مذکور جریان از یک سیلندر مشبک عبور می‌کند و جهت جریان خروجی حدوداً ۹۰ درجه نسبت به جهت جریان ورودی تغییر می‌کند. در این شیر تمامی روزنه‌ها مشابه کاهنده عمل می‌کنند. تعداد مشبک‌هایی که در معرض عبور جریان قرار می‌گیرند به حرکت پیستون در داخل سیلندر بستگی دارد و درصد بازشدگی شیر نیز بر همین اساس تعیین

متغیرهای معادله‌ی ۱- با تکرار آزمایش‌های مربوطه به‌روز رسانی شوند. همچنین به‌علت وابستگی این رابطه به متغیرهای مخزنی، با انجام عملیات‌های انگیزش چاه نظیر اسیدکاری و مشبک‌کاری، باید آزمایش جدیدی روی چاه انجام گیرد تا تخمین نرخ جریان با خطای کمتری صورت پذیرد که به دلیل مواجهه با عدم تحقق تعهدات تولید به‌ویژه در فصول سرد سال، انجام آزمایش جدید جهت اخذ اطلاعات فشار استاتیک چاه و سایر متغیرها با برخی محدودیت‌ها همراه است.



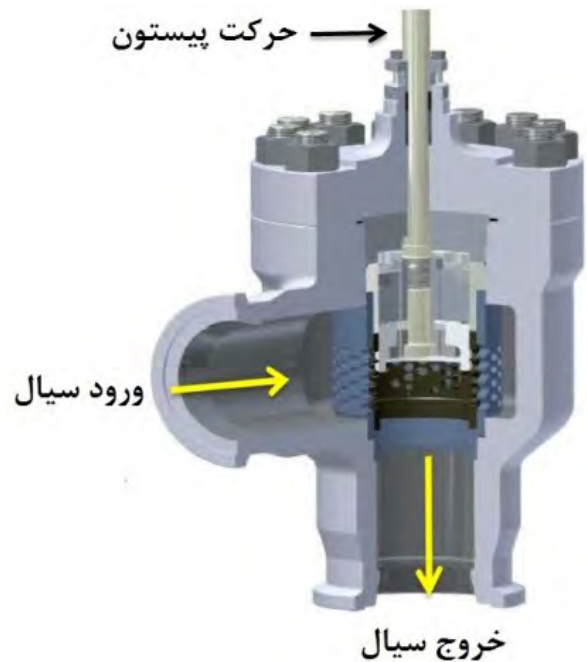
رابطه‌ی عملکرد سرچاهی حاصل برهم‌نهادنی نمودارهای عملکرد درون‌چاهی و عملکرد لوله‌مغزی



انواع نمودار مشخصه شیرهای کنترل



حرکت پیستون →



شمای کلی شیرهای کاهنده



$$Y = 1 - \frac{x}{3F_Y X_{TP}}$$

$$x = \frac{\Delta P}{P_1}$$

$$F_Y = \gamma/1,4$$

$$\gamma = c_p/c_v$$

همان‌طور که از معادلات مشاهده می‌شود متغیرهای معادلات عملکرد شیر به قطر لوله‌های بالادست و پایین دست شیر، قطر شیر کنترل و خواص سیال (از قبیل جرم مولکولی، ضریب تراکم پذیری گاز و نسبت گرمای ویژه (c_p/c_v)) بستگی دارد.

۱- روش کار

۱-۱- مدل سازی سیال

در این پژوهش جهت محاسبه‌ی متغیرهای وابسته به خواص سیال، با شبیه‌سازی سیال عبوری از شیر، خواص مختلف سیال در دما و فشار مورد نظر به دست آمد. به علت اینکه سیال مخزنی حاوی کمتر از ۳ درصد حجمی آب و میعانات است، انتخاب معادله‌ی مناسب جریان دوفازی با در نظر گرفتن رژیم جریان بسیار حائز اهمیت خواهد بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در محاسبه‌ی خواص سیال، دقت مدل تک‌فازی بسیار به مدل دوفازی (که در آن از معادلات پیچیده‌ی دوفازی استفاده شده) نزدیک است. در این مدل وزن مولکولی سیال ثابت فرض شد و ضریب تراکم پذیری گاز بر اساس معادله‌ی حالت گاز، دما و فشار بالادست شیر محاسبه شده است. همچنین به کمک مدل سیال، نسبت گرمای ویژه (c_p/c_v) در دماها و فشارهای مختلف به دست آمده و در محاسبات استفاده شده است. اما نتایج نشان می‌دهد که استفاده از یک ضریب ثابت (به جای ضرایبی که تابع دما و فشار باشند) نتایج قابل قبول تری در پی دارد. اما از آنجا که تابعیت ضریب تراکم پذیری نسبت به دما و فشار اجتناب ناپذیر است، ضریب تراکم پذیری گاز تنها متغیر فرض شده است.

۱-۲- رسم نمودارهای مشخصه‌ی شیر کنترل و رابطه‌ی عملکرد

سرچاهی

آزمایش‌های سرچاهی به منظور اخذ داده‌های مورد نیاز جهت ترسیم نمودارهای مشخصه‌ی شیر کنترل و رابطه‌ی عملکرد سرچاهی انجام می‌شود. برای هر چاه چهار سناریوی تولید تعریف می‌شود؛ به طوری که با درصدهای مختلف بازشدگی شیر، در هر مرحله، سیال تولیدی به مدت ۸ ساعت با نرخ جریان ۱۲۰-۶۰ میلیون فوت مکعب در روز از چاه به تفکیک گر آزمایش جریان می‌یابد که نتایج طبق شکل ۴ ثبت شده است.

می‌شود. به دلیل ساختار داخلی متفاوت این شیرهای کاهنده با انواع قدیمی، روابط حاکم بر عملکرد آنها نیز متفاوت است. رابطه‌ی عملکرد این شیرها به ضریب عبور جریان^۹ (C_V) بستگی دارد که خود تابع درصد بازشدگی شیر است. رابطه‌ی C_V و بازشدگی شیر، نمودار مشخصه^{۱۱} نام دارد. بر این اساس شیرهای کنترل به طور معمول در سه دسته‌ی درصد مساوی^{۱۱}، خطی و گشایش سریع^{۱۲} قرار می‌گیرند. شکل ۳- نمودار مشخصه‌ی انواع شیرهای کنترل را نشان می‌دهد [۵].

برای یافتن معادله‌ی نمودار مشخصه در شرایط عملیاتی می‌توان از داده‌های آزمایش سرچاهی استفاده کرد. از دیگر مزیت‌های برآورد نرخ جریان چاه با این روش نسبت به استفاده از معادله‌ی ۱- آنست که نیازی به اندازه‌گیری فشار استاتیک چاه تولیدی و انجام آزمایش‌های مجدد نیست؛ مگر آنکه شرایط عملیاتی حاکم بر شیر کاهنده تغییر کند.

استانداردهای ISA و IEC روابط مشابهی جهت بررسی عملکرد شیرهای کنترل جریان منتشر کرده‌اند [۶ و ۷]. این روابط مقدار ضریب C_V را در رژیم‌های مختلف جریان محاسبه می‌کند: جریان زیر بحرانی $(x < F_Y X_{TP})$:

$$C_V = \frac{Q}{N_9 F_P P_1 Y} \sqrt{\frac{M T_1 Z}{x}} \quad (3)$$

جریان بحرانی $(x \geq F_Y X_{TP})$:

$$C_V = \frac{Q}{0,667 N_9 F_P P_1} \sqrt{\frac{M T_1 Z}{F_Y X_{TP}}} \quad (4)$$

که متغیرهای این دو رابطه از روابط زیر به دست می‌آیند:

$$X_{TP} = \frac{\frac{X_T}{F_P^2}}{1 + \frac{X_T \xi_1}{N_5} \left(\frac{C_V}{d^2}\right)^2}$$

$$F_P = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\sum \xi}{N_2} \left(\frac{C_V}{d^2}\right)^2}}$$

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_{B1} - \xi_{B2}$$

$$\xi_B = 1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4$$

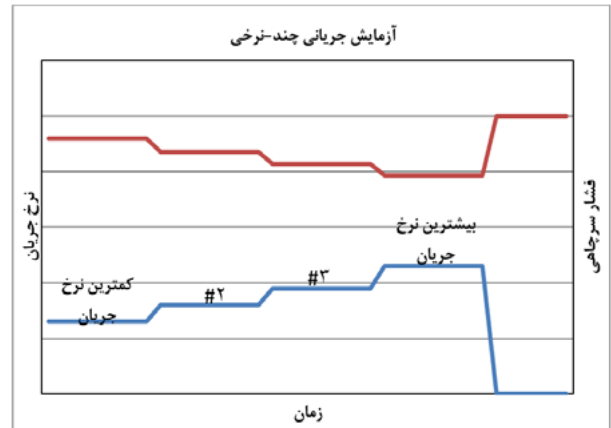
$$\xi_1 = 0,5 \left[1 - \left(\frac{d}{D_1}\right)^2\right]^2$$

$$\xi_2 = 1,0 \left[1 - \left(\frac{d}{D_2}\right)^2\right]^2$$

طی هر مرحله از آزمایش سرچاهی برای هر چاه، داده‌های جدول-۱ از طریق تفکیک گر سه‌فازی سکو ثبت می‌شود.

۱-۳- محاسبه نرخ جریان از طریق رابطه عملکرد سرچاهی

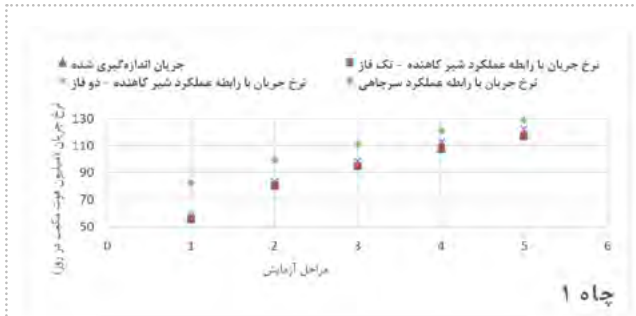
در حال حاضر برای محاسبه نرخ جریان چاه‌های میدان مذکور از معادله ۱- استفاده می‌شود. در این میدان پارامترهای c, n معادله ۱- بر اساس اطلاعات فشارهای استاتیک و جریانی سرچاهی هر یک از چاه‌های تولیدی برآورد می‌گردد و با استفاده از داده‌های آزمایش‌های سرچاهی ضرایب معادله عملکرد سرچاه از طریق برآزش منحنی به دست می‌آید. چنانچه تجربه نشان می‌دهد در شرایط کنونی حل معادله مذکور بر اساس آزمایش‌های سرچاهی نتایج نسبتاً قابل قبولی در بردارد.



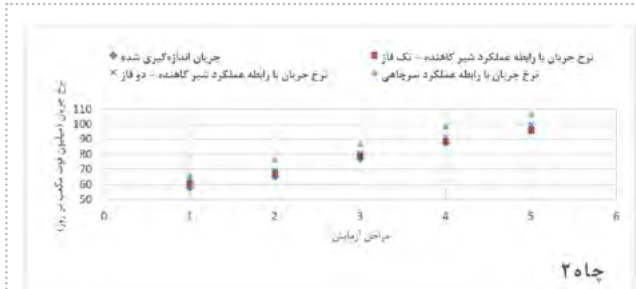
شکل ۴ | فشار و نرخ جریان در آزمایش جریانی چند نرخ

۱-۴- محاسبه نرخ جریان از طریق رابطه عملکرد شیرهای کاهنده

با استفاده از داده‌های سیال و آزمایش چاه و با فرض اینکه جریان زیربرحالی است نمودار مشخصه شیر کاهنده نصب شده روی چاه به دست آمده است. در حقیقت به علت ثابت بودن مشخصات لوله، شیر کاهنده و فرضیات این تحقیق در ثابت بودن وزن مولکولی، نسبت گرمای ویژه و تأثیر نسبتاً ناچیز تغییرات مجذور ضریب تراکم‌پذیری گاز، C_v تنها متغیر انطباق رابطه عملکرد شیر با داده‌های آزمایش سرچاهی است. شکل-۵ نمودار مشخصه



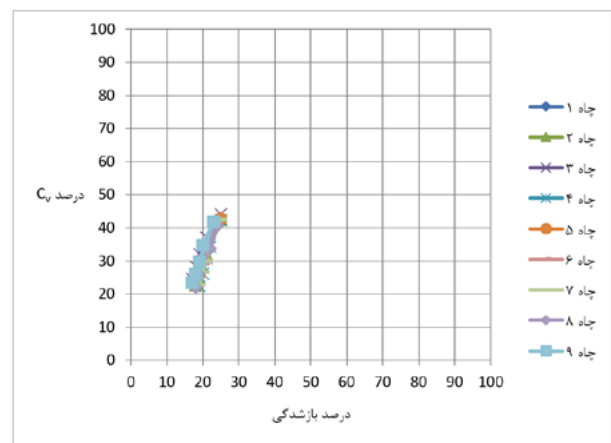
شکل ۶ | برآورد نرخ جریان آزمایش جدید چاه از طریق آزمایش قبلی با روابط عملکرد سرچاهی و شیرکاهنده



شکل ۷ | برآورد نرخ جریان آزمایش جدید یک چاه از طریق آزمایش قبلی با روابط عملکرد سرچاهی و شیر کاهنده

۱ | داده‌های ثبت شده حین آزمایش سرچاهی

ردیف	متغیر
۱	درصد بازدهی شیر کاهنده
۲	نرخ جریان گاز
۳	فشار پایین دست
۴	نرخ جریان آب
۵	فشار بالادست
۶	نرخ جریان میعانات گازی
۷	دمای بالادست
۸	فشار و دمای تفکیک گر



شکل ۵ | نمودار مشخصه شیرهای کاهنده چاه‌هایی از سکوی میدان پارس جنوبی

شیر کاهنده نیز در دو حالت تک‌فاز و دوفازی استفاده شده است. به عبارت دیگر خواص سیال مورد استفاده در روابط، یک بار با در نظر گرفتن سیال به عنوان گاز خشک و بار دیگر با شبیه‌سازی سیال و به دست آوردن خواص سیال دوفازی حاصل شده است. همان گونه که شکل‌ها نشان می‌دهند نتایج روابط عملکرد شیر کاهنده، بسیار به نتایج آزمایش سرچاهی جدید نزدیک است.

با توجه به نتایج بررسی‌ها می‌توان گفت متغیرهای رابطه‌ی عملکرد شیر کاهنده نسبت به متغیرهای رابطه‌ی عملکرد سرچاهی (معادله‌ی ۱) وابستگی کمتری به تکرار آزمایش‌های چاه دارد و بنابراین می‌توان فاصله‌ی زمانی بین انجام آزمایش‌های سرچاهی را طولانی‌تر کرد. بنابراین استهلاک قطعات تفکیک‌گر آزمایش کاهش خواهد یافت که با توجه به شرایط خاص سکوها در یابی، راهکاری مناسب به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به معادلات ۳ و ۴ رابطه‌ی عملکرد شیر سرچاهی تابعی از فشار استاتیک سرچاهی نیست و این موضوع سبب میسر شدن انجام آزمایش جدید برای به‌روزرسانی متغیرهای مربوطه (حتی در فصول سرد و نیاز مبرم به تولید گاز) می‌گردد و نیازی به بستن چاه تولیدی نیست.

همچنین رابطه‌ی عملکرد شیر کاهنده در هر دو حالت تک‌فازی و دوفازی دقت خوبی دارد و نیازی به انجام نمونه‌گیری یا شبیه‌سازی سیال جهت تعیین خواص دقیق سیال دوفازی نیست. بنابراین می‌توان با فرض تک‌فاز بودن سیال چاه، از محاسبات پیچیده‌ی دوفازی دوری جست و نرخ جریان را به کمک رابطه‌ی عملکرد شیر کاهنده تخمین زد.

۲-۲- تخمین تولید روزانه‌ی دو سکو به کمک روابط عملکرد سرچاهی و شیر کاهنده

در این پژوهش بر اساس مفروضات بالا، بر اساس آخرین آزمایش‌های سرچاهی، نمودار مشخصه‌ی شیرهای کاهنده‌ی چاه‌های دو سکوی مختلف که داده‌های کافی برای محاسبات آنها موجود بود، ترسیم شد و سپس نرخ جریان تولیدی از چاه‌ها محاسبه گردید.

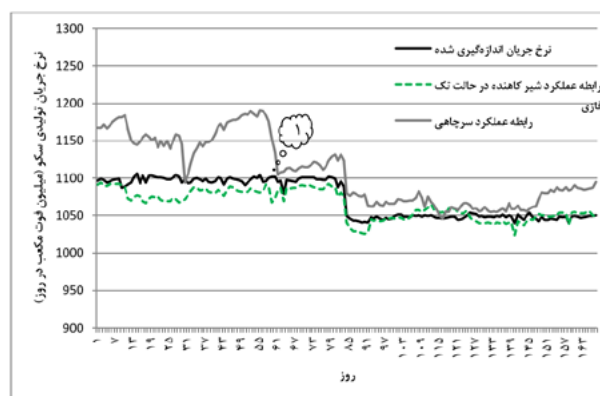
شکل ۸- نشان‌دهنده‌ی مقایسه‌ی نرخ جریان اندازه‌گیری شده در خروجی یکی از سکوها تولیدی (سکوی-الف) با نتایج حاصل از رابطه‌ی عملکرد سرچاهی و رابطه‌ی عملکرد شیرهای کاهنده طی شش ماه است. رابطه‌ی عملکرد شیر کاهنده با استفاده از داده‌های آزمایش سرچاهی که چهار ماه قبل انجام شده به دست آمده است. رابطه‌ی عملکرد سرچاهی نیز به کمک نتایج دو آزمایش سرچاهی متوالی به دست آمده که آزمایش نخست، چهار ماه قبل از مقایسه و آزمایش دوم در اواسط مقایسه انجام شده است (نقطه‌ی ۱- شکل ۸). همان‌طور که مشاهده می‌شود با وجود انجام آزمایش سرچاهی جدید و به‌روز رسانی رابطه‌ی عملکرد جدید در برآورد نرخ جریان سکو و کاهش

شیرهای کاهنده‌ی چاه‌های یکی از سکوها میدان را نشان می‌دهد. با داشتن رابطه‌ی نمودار مشخصه‌ی چاه‌ها، C_v در مقادیر مختلف از درصد بازشدگی شیر کاهنده به دست می‌آید و با استفاده از داده‌هایی نظیر فشار و دمای بالادست و فشار پایین دست شیر کاهنده که به صورت لحظه‌ای در سیستم DCS سکو ثبت می‌شود و همچنین از طریق مدل‌سازی متغیرهای وابسته به سیال می‌توان نرخ جریان چاه را تخمین زد.

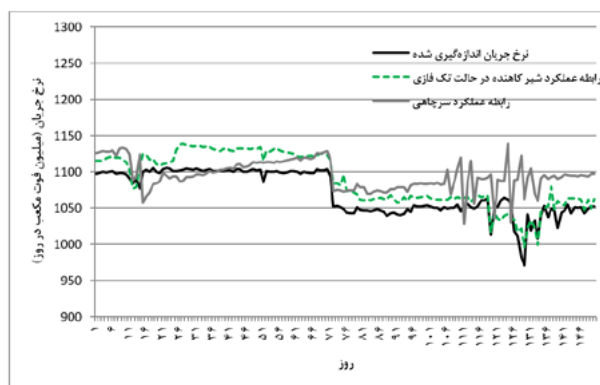
۲- نتایج پژوهش

۲-۱- برآورد نرخ‌های جریان تولیدی بر اساس نتایج آزمایش‌های جدید چاه‌ها به کمک روابط عملکرد سرچاهی و شیر کاهنده

شکل‌های ۷ و ۶ نرخ‌های جریان اندازه‌گیری شده در زمان آزمایش سرچاهی چندرنخی دو چاه نمونه را نشان می‌دهند. نرخ جریان این چاه‌ها با استفاده از داده‌های آزمایش‌های شش ماه قبل و با دو روش رابطه‌ی عملکرد سرچاهی و رابطه‌ی عملکرد شیر کاهنده محاسبه و با نرخ اندازه‌گیری شده‌ی واقعی مقایسه گردیده است. رابطه‌ی عملکرد



شکل ۸ | محاسبه‌ی نرخ جریان روزانه‌ی تولیدی سکوی-الف به کمک روابط عملکرد سرچاهی و شیرکاهنده و مقایسه‌ی آنها با مقدار اندازه‌گیری شده



شکل ۹ | به کمک روابط عملکرد سرچاهی و شیرکاهنده و مقایسه‌ی آنها با مقدار اندازه‌گیری شده

تغییر متغیرهای چاه و مخزن، خطای رابطه‌ی عملکرد سرچاهی افزایش می‌یابد و این رابطه کارآیی خود را در برآورد نرخ جریان از دست می‌دهد. بنابراین باید دوباره آزمایش جدید انجام گردد تا متغیرهای معادله‌ی ۱- به‌روز شوند. این در حالی است که روابط حاکم بر عملکرد شیرهای سرچاهی به‌خوبی قادر به برآورد نرخ جریان چاه هستند. به‌عبارت دیگر مادامی که آزمایش سرچاهی جدید (مثلاً به‌علت مشکلات فرآیندی یا تجهیزاتی) انجام نشده می‌توان با اتکا به روابط شیر کاهنده، نرخ جریان چاه را با دقت بیشتری محاسبه کرد.

نتیجه‌گیری

استفاده از شیرهای کنترل سرچاهی جهت کنترل دقیق‌تر جریان و کنترل جریان از راه دور مفید است. با استفاده از روابط حاکم بر این شیرها و بهره‌گیری از آزمایش‌های سرچاهی، می‌توان رابطه‌ی عملکرد شیر را به‌دست آورد و برای برآورد نرخ عبور جریان، از شیر استفاده کرد. نتایج حاصل از بررسی شیر کاهنده‌ی

خطای محاسبات، مجدداً و به‌مرور زمان، دقت رابطه‌ی عملکرد سرچاهی کاهش یافته و اختلاف نرخ جریان محاسبه شده با نرخ جریان واقعی افزایش می‌یابد. رابطه‌ی شیر کاهنده، نرخ جریان طی این دوره را با خطای قابل قبولی برآورد کرده است. نتایج حاصل از بررسی سکوی دیگر (سکوی-ب) نیز این نتایج را تأیید می‌نماید (شکل-۹).

۲-۳- برآورد نرخ جریان چاه پس از اسیدزنی چاه

جدول ۲- نتایج محاسبه‌ی نرخ جریان تولیدی سه چاه از سکوهایی تولیدی میدان را پس از عملیات مشبک‌کاری و اسیدزنی، با استفاده از روابط عملکرد سرچاهی و شیر کاهنده و مقایسه‌ی آن بر اساس نتایج آزمایش جدیدی که دقیقاً پس از عملیات انگیزش هرچاه انجام شده نشان می‌دهد. داده‌های استفاده شده برای به‌دست آوردن رابطه‌ی عملکرد سرچاهی و شیر کاهنده، مربوط به آزمایش‌هایی است که پانزده ماه قبل از آزمایش جدید انجام شده بود. نتایج نشان می‌دهد که پس از این عملیات و به‌علت

۲ | به‌دست آوردن نرخ جریان چاه‌های یک سکو بعد از اسیدکاری و مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده

چاه	نتایج آزمایش انجام شده پس از عملیات اسیدزنی رویکرد پژوهش		برآورد نرخ جریان چاه (میلیون فوت مکعب در روز)			
	بازشدگی شیر کاهنده (%)	نرخ جریان اندازه‌گیری شده (م‌م‌م)	محاسبات عملکرد شیر کاهنده	خطا (%)	محاسبات عملکرد چاه	خطا (%)
۱	۱۳	۸۳/۹	۸۰/۵	-۴/۱	۷۱/۷	-۱۰/۹
	۲۰	۱۰۶/۲	۱۰۴/۵	-۱/۶	۸۷/۲	-۱۶/۶
	۲۷	۱۲۳/۲	۱۲۶/۸	۲/۹	۱۰۲/۳	-۱۹/۳
	۲۳	۱۱۳/۱	۱۱۴/۱	۰/۹	۹۴/۷	-۱۷
۲	۱۶	۵۸/۷	۶۰/۱	۲/۵	۳۴/۰	-۴۳/۴
	۲۱	۷۵/۲	۷۷/۷	۳/۳	۴۳/۴	-۴۴/۲
	۲۶	۹۲/۸	۹۴/۴	۱/۸	۵۳/۷	-۴۳/۲
	۳۶	۱۲۲/۸	۱۲۵/۶	۲/۲	۷۰/۱	-۴۴/۲
۳	۳۰	۱۰۵/۹	۱۰۶/۹	۰/۹	۶۱/۹	-۴۲/۱
	۱۴	۶۱/۴	۶۱/۰	-۰/۶	۴۳/۲	-۲۹/۲
	۲۱	۸۶/۲	۸۳/۰	-۳/۷	۵۹/۴	-۲۸/۴
	۲۷	۱۰۴/۲	۱۰۵/۶	۱/۴	۷۱/۲	-۳۲/۶
	۳۴	۱۲۱/۱	۱۱۹/۲	-۱/۶	۸۲/۷	-۳۰/۷
	۳۱	۱۱۴/۲	۱۱۱/۴	-۲/۴	۷۸/۰	-۳۰
			میانگین خطای مطلق	۲/۱	میانگین خطای مطلق	۳۰/۸

ξ_1 و ξ_2 ضریب مقاومت اتصالات بالادست و پایین دست شیر کاهنده
 ξ_{B1} و ξ_{B2} ضرایب برنولی
 γ نسبت حرارتی ویژه
 C_v ضریب مشخصه‌ی شیر
 c_p گرمای ویژه‌ی گاز در فشار ثابت
 c_v گرمای ویژه‌ی گاز در حجم ثابت
 d اندازه‌ی اسمی شیر
 D_1 قطر کاهنده‌ی ورودی
 D_2 قطر کاهنده‌ی خروجی
 F_p ضریب هندسه‌ی شیر
 F_γ ضریب نسبت حرارتی ویژه
 M جرم مولکولی
 Y ضریب انبساط
 N_2 ۸۹۰
 N_5 ۱۰۰۰
 N_9 ۷۳۲۰
 P_1 فشار بالادست
 Q نرخ حجمی جریان در شرایط استاندارد
 T_1 دمای بالادست
 x نسبت افت فشار
 X_{TP} نسبت افت فشار شیر کنترلی که دارای اتصالاتی نظیر کاهنده یا زانویی باشد
 Z ضریب تراکم پذیری گاز

سکوهای تولیدی میدان پارس جنوبی نشان می‌دهد که این روش با دقت قابل قبولی توانایی برآورد نرخ جریان چاه‌ها و تولید روزانه‌ی سکو را دارد و حتی با وجود اسیدکاری و مشبک‌کاری نیز می‌توان از این روابط بهره‌جست و نیازی به آزمایش مجدد چاه‌ها نیست. عدم تأثیر متغیرهای مخزنی روی روابط عملکرد شیر کاهنده می‌تواند در کاهش تعداد آزمایش‌های سرچاهی، در راستای استهلاک کمتر ادوات تفکیک‌گرها و اختلال در برنامه‌ی تولید مؤثر باشد. همچنین برای به‌دست آوردن خواص سیال عبوری از شیر نیازی به محاسبات پیچیده‌ی دوفازی یا شبیه‌سازی نیست و با در نظر گرفتن سیال به‌عنوان گاز تک‌فاز، به‌راحتی می‌توان روابط عملکرد شیر کاهنده را برای برآورد جریان استفاده کرد.

اختصارات

C ضریب عملکرد
 n ضریب شرایط جریان سیال
 P_r فشار بسته‌ی سرچاهی
 P_{wf} فشار جریانی سرچاهی
 Q_g نرخ جریان تولیدی در شرایط استاندارد
 C_v ضریب جریان شیر
 P_{wh} فشار بالادست شیر کاهنده
 q نرخ جریان نفت
 R نسبت گاز به نفت
 S قطر اریفیس، ۱/۶۴ اینچ

پانویس‌ها

- | | | |
|---------------------------|---|-----------------------------|
| 1- ali.a.sabzi@gmail.com | 5- Inflow Performance Relationship, IPR | 9- Valve Sizing Coefficient |
| 2- mghasemi@pogc.ir | 6- Tubing Performance Relationship, TPR | 10- Characteristic Curve |
| 3- chock | 7- Wellhead Performance Relationship, WPR | 11- Equal Percentage |
| 4- Multiple Orifice Valve | 8- Choke Valve | 12- Quick Opening |

منابع

- [1] Gilbert, W. E., "Flowing and Gas-Lift Well Performance" drill. And Prod. Prac, API, 1954, page 143.
- [2] Golan, M. Whitson, C. M., "Well Performance" 2nd edition, Prentice Hall Inc., 1991.
- [3] Rawlins, E. L. and Schelhardt, M. A. "Back-Pressure Data on Natural Gas Wells and Their Application to Production Practices", U. S. Bureau of Mines Monograph 7, 1936.
- [4] Fevang, Ø and Whiston, C. H "Modeling Gas-Condensate Well Deliverability", Paper SPE 30714 first presented at the 1995 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Dallas, 22-25 October.
- [5] EMERSON™ Process Management, "Control Valve Handbook", Fourth edition, 2005, page 4.
- [6] IEC 60534-2-1, "Industrial Process Control Valves- Part 2-1: Flow Capacity Sizing Equations for Fluid Flow under Installed Conditions", First Edition, 1998, Corrigendum: 02/2000.
- [7] ANSI/ISA-75.01.01-2002, "Flow Equations for Sizing Control Valves" Fourth Printing, 15 August 2005.