



تزریق ماده ExtraFlow DRA در خطوط لوله دو فازی به منظور کاهش فشار یا افزایش ظرفیت خط لوله

سید علینقی ابوترابی^{۱*}، عباس رفیعی^۲، نگار باسره طارمیری^۳، امیر حسین یزدان پناه^۴، شرکت شعله آبی پارسین | ارسطو مهران^۵، شرکت نفت و گاز عرب

چکیده

با تزریق ماده کاهش دهنده اصطکاک^۱ در خطوط لوله نفت خام و فرآورده، افت فشار ناشی از اصطکاک کاهش می‌یابد که این کاهش افت فشار قابل تبدیل به افزایش ظرفیت خط لوله است. در این مقاله تأثیر تزریق ماده کاهش دهنده اصطکاک با عنوان ExtraFlow DRA که محصول شرکت شعله آبی پارسین است بر فشار و نرخ انتقال نفت خام توسط نرم‌افزار تخصصی این شرکت، در چهار خط لوله با مشخصات متفاوتی محاسبه گردید. سپس با استفاده از اطلاعات حاصل، خط لوله‌های مذکور در نرم‌افزار PIPESIM شبیه‌سازی شده و تأثیر تزریق ExtraFlow DRA پیش‌بینی گردید. در نهایت بر اساس نتایج حاصل از محاسبات کامپیوتری، آزمایش میدانی در این چهار خط لوله انجام گرفت. در پایان نیز نتایج حاصل از شبیه‌سازی و آزمایش میدانی ارائه گردید.

واژگان کلیدی

ماده کاهش دهنده اصطکاک (DRA)، کاهش افت فشار اصطکاک خط لوله، افزایش ظرفیت خط لوله، خط لوله جریان دو فازی، افزایش بهره‌برداری از چاه‌های نفت خام

مقدمه

- (الف) خط لوله ۲۴ اینچ انتقال نفت خام به طول ۱۴۵ کیلومتر با هدف افزایش ظرفیت (نرخ انتقال) خط لوله
- (ب) خط لوله ۸ و ۱۲ اینچ به طول ۳۰ کیلومتر با نسبت گاز به نفت^۵ ۸۰۰ scf/stb
- (ج) خط لوله ۱۰ اینچ به طول ۴۰ کیلومتر با نسبت گاز به نفت ۷۳۰ scf/stb
- (د) خط لوله ۶ اینچ به طول ۲۷ کیلومتر با نسبت گاز به نفت ۱۸۰۰ scf/stb

کاهش افت فشار ناشی از اصطکاک در اثر تزریق ماده کاهش دهنده اصطکاک در لوله‌های انتقال نفت خام و فرآورده، می‌تواند منجر به کاهش فشار ابتدای خط لوله و هم‌چنین افزایش فشار انتهایی خط لوله^۲ گردد. این کاهش فشار را می‌توان به افزایش ظرفیت نرخ انتقال خط لوله تبدیل نمود. جریان دو فازی گاز-مایع که به‌طور معمول در خط لوله‌های انتقال بین چاه‌های نفت خام و واحدهای بهره‌برداری مشاهده می‌شود و اهمیت فراوانی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی دارد [۱]. در زمینه کاهش دراگ در لوله‌های حامل جریان دو فازی در اثر تزریق ماده کاهش دهنده اصطکاک داده‌های بسیار کمی موجود است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزودن DRA به جریان دو فازی به ویژه در جریان حلقوی^۳ گاز-مایع تأثیر قابل توجهی بر کاهش گرادیان فشار دارد [۲]. کاهش افت فشار ناشی از اصطکاک در اثر تزریق DRA، می‌تواند منجر به کاهش فشار خروجی^۴ (ابتدای خط لوله)، افزایش فشار انتهایی خط لوله و هم‌چنین افزایش ظرفیت (نرخ انتقال) خط لوله گردد [۳ و ۵].

در این مقاله بررسی عملکرد ماده کاهش دهنده اصطکاک ExtraFlow DRA روی چهار خط لوله با مشخصات زیر محاسبه شده است:

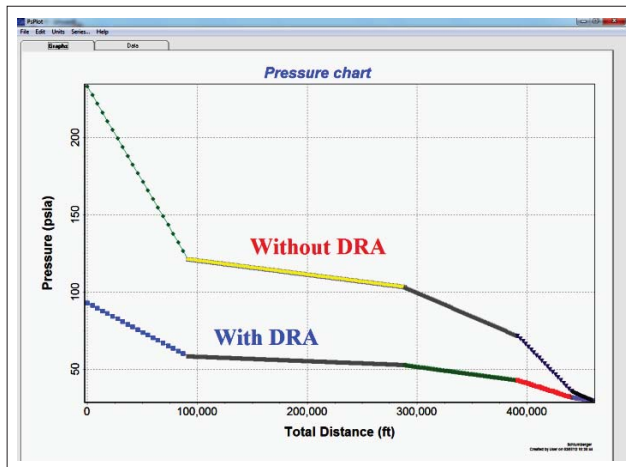
| مشخصات سیال و خط لوله | |
|---|---------|
| نوع سیال | نفت خام |
| دمای سیال (فارنهایت) | ۷۵ |
| نرخ انتقال (بشکه در روز) | ۱۰۵۸۰۰ |
| قطر داخلی (اینچ) | ۲۴ و ۲۰ |
| گرانروی در دمای ۵۹ فارنهایت (سانتی استوک) | ۲۳ |
| طول خط لوله (کیلومتر) | ۱۴۵ |
| درجه سبکی نفت (API°) | ۳۱ |
| فشار ابتدای خط لوله (psi) | ۲۳۰ |
| فشار انتهایی خط لوله (psi) | ۳۰ |

* نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات (NBA@masterinventions.com)

انتقال تا ۱۶۷۰۰۰ بشکه در روز افزایش می‌یابد.

۱-۲- شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار PIPESIM

با توجه به نتایج حاصل از نرم‌افزار PIRC اطلاعات سیال و خط لوله جهت شبیه‌سازی، در نرم‌افزار PIPESIM وارد و خط لوله طراحی گردید (شکل-۱). پس از وارد کردن ضریب تأثیر ExtraFlow DRA در نرم‌افزار PIPESIM، میزان نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله پس از تزریق ۲۸ppm از ماده ExtraFlow DRA پیش‌بینی گردید. در این حالت فشار ابتدای خط لوله در نرخ ثابت ۱۰۵۸۰۰ بشکه در روز از ۲۳۰psi به ۹۳psi کاهش می‌یابد (شکل-۲). با افزایش فشار ابتدای خط لوله تا ۱۸۰psi، نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله به میزان ۶۶۲۰۰ بشکه در روز افزایش یافته و به ۱۷۲۰۰۰ بشکه در روز خواهد رسید (شکل-۳).



شکل ۲ | تغییرات فشار قبل و بعد از وارد کردن ضریب تأثیر ExtraFlow DRA

| Name | Type | Temp | Pressure | Mass Flow | Gas Flow | Liq Flow |
|------------|------------|-------|----------|-----------|----------|-----------|
| | | F | psia | lb/s | mmscf/d | STB/d |
| 1 J_1 | Junction | 75.59 | 97.02 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 2 J_2 | Junction | 75.43 | 83.98 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 3 J_3 | Junction | 75.53 | 60.81 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 4 J_4 | Junction | 75.70 | 34.22 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 5 J_5 | Junction | 75.70 | 33.85 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 6 Sink_1 | Sink | 75.71 | 30.00 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 7 Source_1 | Source | 75.00 | 179.64 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 8 B1 | Branch:In | 75.00 | 179.64 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 9 B2 | Branch:In | 75.59 | 97.02 | 300.07 | 0.00 | 86000 |
| 10 B3 | Branch:In | 75.59 | 97.02 | 300.07 | 0.00 | 86000 |
| 11 B4 | Branch:In | 75.43 | 83.98 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 12 B5 | Branch:In | 75.53 | 60.81 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 13 B6 | Branch:In | 75.70 | 34.22 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 14 B7 | Branch:In | 75.70 | 33.85 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 15 B1 | Branch:Out | 75.59 | 97.02 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 16 B2 | Branch:Out | 75.43 | 83.96 | 300.07 | 0.00 | 86000 |
| 17 B3 | Branch:Out | 75.43 | 83.96 | 300.07 | 0.00 | 86000 |
| 18 B4 | Branch:Out | 75.53 | 60.79 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 19 B5 | Branch:Out | 75.70 | 34.23 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 20 B6 | Branch:Out | 75.70 | 33.85 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 21 B7 | Branch:Out | 75.71 | 30.00 | 600.14 | 0.00 | 1.72e+005 |
| 22 | | | | | | |

شکل ۳ | افزایش نرخ انتقال محاسبه شده از طریق شبیه‌سازی در نرم‌افزار PIPESIM

برای این منظور اطلاعات مربوط به خط لوله، سیال و هدف از تزریق ماده DRA در نرم‌افزار شرکت PIRC وارد گردید و میزان تزریق، ضریب تأثیر DRA^۲، مدت زمان مورد نیاز جهت آزمایش میدانی^۱ و نتایج نرخ و فشار خروجی پس از تزریق ExtraFlow DRA در خط لوله محاسبه شد. سپس نتایج حاصل در نرم‌افزار PIPESIM وارد شده و پس از آن شبیه‌سازی خط لوله انجام گردید. در انتها براساس نتایج حاصل از محاسبات کامپیوتری، آزمایش‌های میدانی انجام شد.

۱-۱- خط لوله ۲۴ اینچ به طول ۱۴۵ کیلومتر

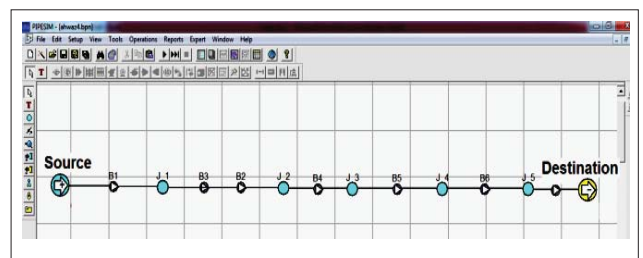
این خط لوله در ۱۲۵ کیلومتر توسط خط لوله ۲۰ اینچ حالت تلسکوپی پیدا می‌کند. مشخصات سیال و خط لوله در جدول-۱ ارائه شده است.

هدف از تزریق DRA، ابتدا کاهش فشار خروجی از ۲۳۰psi به ۱۸۰psi و سپس افزایش نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله می‌باشد.

۱-۱-۱- نتایج حاصل از نرم‌افزار PIRC

پس از وارد کردن اطلاعات مربوط به خط لوله، سیال و ماده کاهش دهنده اصطکاک ExtraFlow DRA در نرم‌افزار PIRC، نتایج محاسبه شده توسط این نرم‌افزار در جدول-۲ ثبت گردید. براساس نتایج حاصل از نرم‌افزار PIRC، با تزریق ۲۸ppm از ماده ExtraFlow DRA در خط لوله مذکور، در فشار خروجی ۱۸۰psi، نرخ

| مقدار | کمیت (واحد) |
|--------|--|
| ۲۸ | میزان تزریق ExtraFlow DRA (ppm) |
| ۳۲/۳ | ضریب تأثیر DRA ExtraFlow (%) |
| ۵۸ | مدت زمان لازم جهت انجام تست میدانی (ساعت) |
| ۱۶۷۰۰۰ | نرخ انتقال پس از تزریق ExtraFlow DRA و در فشار خروجی (BPD) |



شکل ۱ | شبیه‌سازی خط لوله در نرم‌افزار PIPESIM



۳-۱- نتایج حاصل از آزمایش میدانی

با تزریق ۲۰ لیتر در ساعت از ماده ExtraFlow DRA (معادل ۲۸/۵ppm)، نرخ انتقال خط لوله در فشار ۱۸۰ psi به میزان ۵۶ درصد افزایش یافته و به حدود ۱۶۵۰۰۰ بشکه در روز بالغ گردید. با تزریق ۲۸ لیتر در ساعت از ماده ExtraFlow DRA (معادل ۴۰ ppm)، در فشار خروجی ۱۸۰ psi، نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله از ۱۰۵۸۰۰ بشکه در روز به میزان ۶۹ درصد افزایش یافته و به حدود ۱۷۹۰۰۰ بشکه در روز رسید.

۲-۲- خط لوله ۸ و ۱۲ اینچ به طول ۳۰ کیلومتر

مشخصات نفت خام و خط لوله در جدول ۳-۱ ارائه شده است. هدف از تزریق ExtraFlow DRA در این مورد، کاهش فشار خروجی خط لوله جهت تأمین ایمنی خط لوله و تأسیسات مربوطه است.

۱-۲- نتایج حاصل از نرم افزار PIRC

پس از وارد کردن اطلاعات مربوط به خط لوله، سیال و ماده DRA در ExtraFlow در نرم افزار PIRC، با توجه به هدف تزریق، نتایج محاسبه شده توسط این نرم افزار در جدول ۴-۱ ثبت گردید.

بر اساس نتایج حاصل از نرم افزار PIRC، با تزریق ۴۰ ppm از ماده ExtraFlow DRA در خط لوله مذکور فشار ابتدای خط لوله تا ۶۵۸psi کاهش می یابد.

۲-۲- شبیه سازی توسط نرم افزار PIPESIM

نتایج حاصل از نرم افزار PIRC و اطلاعات سیال و خط لوله جهت شبیه سازی در نرم افزار PIPESIM وارد شده و پس از طراحی خط لوله، عملکرد DRA پیش بینی گردید (شکل ۴-۱).

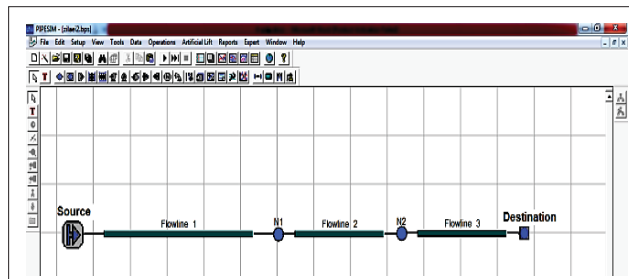
طبق محاسبات انجام شده با تزریق ExtraFlow DRA، فشار ابتدای خط لوله در نرخ انتقال ثابت ۱۹۵۰۰ بشکه در روز، از ۹۳۰psi به ۶۷۴psi کاهش خواهد یافت (شکل ۵-۱).

۳-۲- نتایج حاصل از آزمایش میدانی

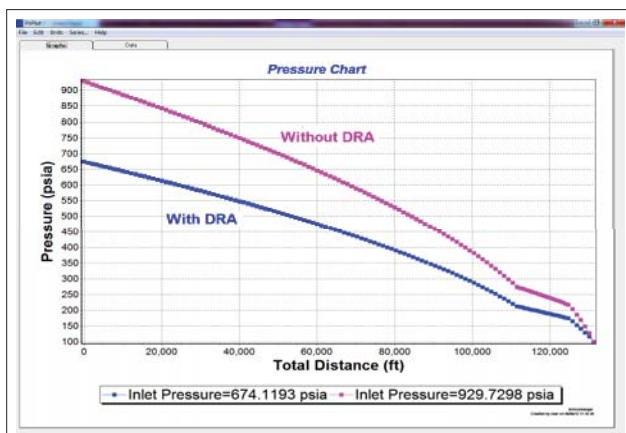
در ابتدای آزمایش میدانی نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله ۱۹۵۰۰ بشکه در روز و فشار خط لوله ۹۳۰psi اندازه گیری شد. با تزریق ۳۹ppm از ماده ExtraFlow DRA، فشار خط لوله انتقال نفت خام تا ۶۵۰psi (۳۰ درصد) کاهش یافت (شکل ۶-۱).

۴ | نتایج محاسبات نرم افزار PIRC

| مقدار | کمیت (واحد) |
|-------|---|
| ۴۰ | میزان تزریق ExtraFlow DRA (ppm) |
| ۴/۴۴ | ضریب تأثیر ماده ExtraFlow DRA (%) |
| ۱۱ | Line fill (ساعت) |
| ۶۵ | نرخ انتقال پس از تزریق ExtraFlow DRA و فشار ۶۶۰ psi (BPD) |



۴ | طراحی شمای خط لوله در نرم افزار PIPESIM



۵ | تغییرات فشار نسبت به مسافت، قبل و بعد از وارد کردن ضریب تأثیر ExtraFlow DRA

۳ | مشخصات سیال و خط لوله

| | |
|---|---------|
| نوع سیال | نفت خام |
| دمای سیال (فاز نهایی) | ۹۵ |
| نسبت گاز به نفت (scf/stb) | ۸۰۰ |
| نرخ انتقال (بشکه در روز) | ۱۹۵۰۰ |
| قطر داخلی خط لوله (اینچ) | ۱۲ و ۸ |
| گرانروی در دمای ۶۰ فارنهایت (سانتی استوک) | ۳۲/۸۶ |
| طول خط لوله (کیلومتر) | ۳۰ |
| درجه سبکی نفت (°API) | ۴۰/۸ |
| فشار ابتدای خط لوله (psi) | ۹۳۰ |
| فشار انتهایی خط لوله (psi) | ۱۰۶ |

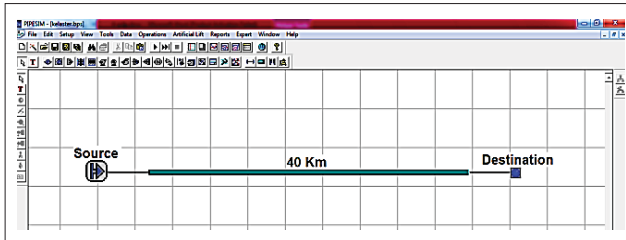
از تزریق DRA در این مورد، بهره‌برداری از چاه‌های نفت خام جدید و به‌دنبال آن امکان انتقال نفت خام بیشتر می‌باشد.

۱-۳- نتایج حاصل از نرم‌افزار PIRC

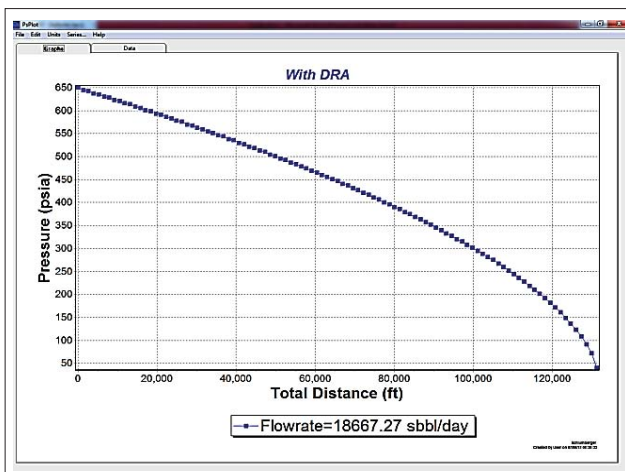
نتایج محاسبه شده توسط نرم‌افزار PIRC در جدول-۶ ارائه شده است. براساس نتایج حاصل از نرم‌افزار PIRC، با تزریق ۱۰۰ ppm از ماده ExtraFlow DRA در خط لوله مذکور نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله در فشار خروجی ۶۶۰ psi، از ۱۳۶۰۰ بشکه در روز تا ۲۳۸۹۶ بشکه در روز افزایش می‌یابد.

۲-۳- شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار PIPESIM

با توجه به نتایج حاصل از نرم‌افزار PIRC و اطلاعات خط لوله و سیال، شبیه‌سازی خط لوله در نرم‌افزار PIPESIM انجام شد (شکل-۷). بر اساس شبیه‌سازی نرم‌افزار PIPESIM، پس از تزریق ExtraFlow DRA در خط لوله و در فشار خروجی ۶۵۰ psi، نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله تا ۱۸۶۶۷ بشکه در روز افزایش می‌یابد.



۷ | طراحی شمای خط لوله در نرم‌افزار PIPESIM شکل



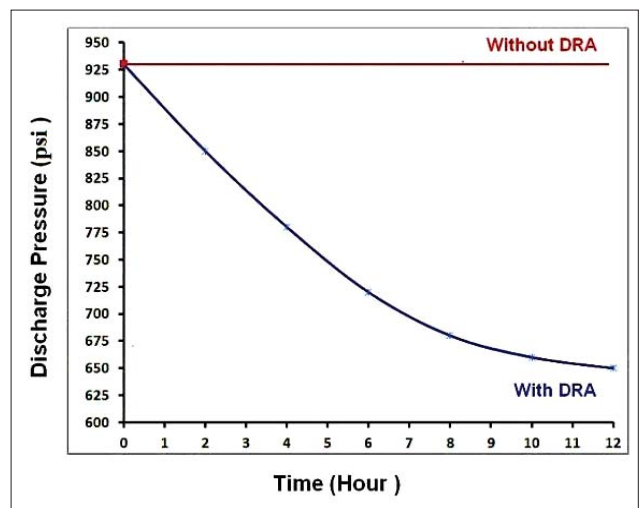
۸ | تغییرات نرخ انتقال پس از وارد کردن ضریب تأثیر ExtraFlow DRA شکل

۳- خط لوله ۱۰ اینچ به طول ۴۰ کیلومتر

مشخصات نفت خام و خط لوله در جدول-۵ ارائه شده است. هدف

| نوع سیال | نفت خام |
|---|---------|
| دمای سیال (فارنهایت) | ۱۱۳ |
| نسبت گاز به نفت (scf/stb) | ۷۳۰ |
| نرخ انتقال (بشکه در روز) | ۱۳۶۰۰ |
| قطر داخلی خط لوله (اینچ) | ۱۰ |
| گرانروی در دمای ۶۰ فارنهایت (سانتی استوک) | ۱۸/۷ |
| طول خط لوله (کیلومتر) | ۴۰ |
| درجه سبکی نفت (°API) | ۴۶/۷ |
| فشار ابتدای خط لوله (psi) | ۶۵۰ |
| فشار انتهایی خط لوله (psi) | ۴۰ |

| نوع سیال | نفت خام |
|----------------------------|---------|
| دمای سیال (فارنهایت) | ۱۰۴ |
| نسبت گاز به نفت (scf/stb) | ۱۸۰۰ |
| دبی جریان (بشکه در روز) | ۱۳۵۰۰ |
| طول خط لوله (کیلومتر) | ۲۷ |
| درجه سبکی نفت (°API) | ۳۱ |
| فشار ابتدای خط لوله (psi) | ۱۳۱۰ |
| فشار انتهایی خط لوله (psi) | ۱۶۰ |



۶ | تغییرات فشار نسبت به زمان انجام آزمایش شکل



۳-۳- نتایج حاصل از آزمایش میدانی

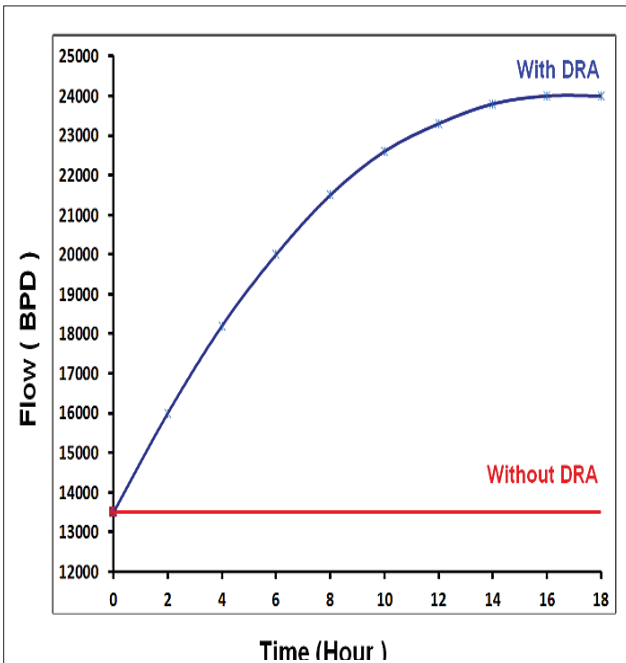
در ابتدای آزمایش، نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله ۱۳۵۰۰ بشکه در روز و فشار ابتدای خط لوله ۶۵۰ psi ثبت گردید. پس از تزریق ماده ExtraFlow DRA ۱۰۰ ppm در خط لوله مذکور فشار تا حدود ۴۹۰ psi کاهش یافت. سپس با توجه به کاهش فشار، بهره‌برداری از چاه‌های جدید آغاز گردید و اجازه داده شد فشار ابتدای خط لوله تا حدود ۶۸۰ psi افزایش یابد.

در این شرایط، نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله از ۱۳۵۰۰ بشکه در روز به ۲۴۰۰۰ بشکه در روز (۷۸ درصد رشد) افزایش یافت.

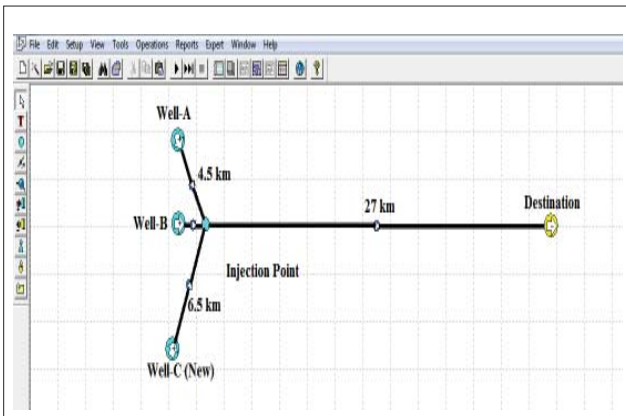
۴- خط لوله ۱۶ اینچ به طول ۲۷ کیلومتر

مشخصات نفت خام و خط لوله در جدول ۷ ارائه شده است. به دلیل نزدیک شدن فشار مخزن نفتی این منطقه به فشار نقطه حباب مخزن، گاز به شدت وارد چاه‌ها شده و میزان گاز موجود در خط لوله بسیار افزایش یافته است. علاوه بر این به دلیل اختلاف فشار بین چند راهه و یکی از چاه‌های جدید، نفت خام چاه مذکور توانایی جریان یافتن را نداشته است.

هدف از تزریق ExtraFlow DRA در این واحد تولید نفت خام بیشتر از چاه‌های موجود و جریان یافتن نفت خام از چاه مورد اشاره می‌باشد.



شکل ۹ | تغییرات نرخ انتقال نسبت به زمان انجام آزمایش



شکل ۱۰ | طراحی شمای خط لوله در نرم افزار PIPESIM

۶ | نتایج محاسبات نرم افزار PIRC

| مقدار | کمیت (واحد) |
|-------|---|
| ۱۰۰ | میزان تزریق ExtraFlow DRA (ppm) |
| ۷۱/۲ | ضریب تأثیر ماده ExtraFlow DRA (%) |
| ۲۱ | Line fill (ساعت) |
| ۲۳۸۹۶ | نرخ انتقال پس از تزریق ExtraFlow DRA و فشار ۶۶۰ psi (BPD) |

۷ | مشخصات سیال و خط لوله

| نوع سیال | نفت خام |
|---|---------|
| دمای سیال (فارنهایت) | ۱۰۴ |
| نسبت گاز به نفت (scf/stb) | ۱۸۰۰ |
| نرخ انتقال (بشکه در روز) | ۱۳۵۰۰ |
| قطر داخلی خط لوله (اینچ) | ۲۷ |
| گرانروی در دمای ۶۰ فارنهایت (سانتی استوک) | ۳۱ |
| طول خط لوله (کیلومتر) | ۱۳۱۰ |
| درجه سبکی نفت (°API) | ۱۶۰ |

۸ | نتایج محاسبات نرم افزار PIRC

| مقدار | کمیت (واحد) |
|-------|---|
| ۲۲۴ | میزان تزریق ExtraFlow DRA (ppm) |
| ۲۳۵۷۱ | ضریب تأثیر ماده ExtraFlow DRA (%) |
| ۶ | Line fill (ساعت) |
| ۱۹۸۵۰ | نرخ انتقال پس از تزریق ExtraFlow DRA و فشار ۶۶۰ psi (BPD) |

۴-۱- نتایج حاصل از نرم افزار PIRC

نتایج محاسبه شده توسط نرم افزار PIRC در جدول ۸ ارائه شده است. براساس نتایج حاصل از نرم افزار PIRC، با تزریق ۲۲۴ppm از ماده ExtraFlow DRA در خط لوله مذکور فشار ابتدای خط لوله تا ۱۱۴۹psi کاهش یافته و نرخ انتقال تا ۱۹۸۵۰ بشکه در روز افزایش می یابد.

۴-۲- شبیه سازی توسط نرم افزار PIPESIM

با توجه به نتایج حاصل از نرم افزار PIRC و اطلاعات خط لوله و سیال، شبیه سازی خط لوله در نرم افزار PIPESIM انجام شد (شکل ۱۰-۱). بر اساس شبیه سازی نرم افزار PIPESIM، پس از تزریق ExtraFlow DRA به سیال، نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله تا ۱۹۰۰۰ بشکه در روز افزایش می یابد.

۴-۳- نتایج حاصل از آزمایش میدانی

در ابتدای آزمایش، نرخ انتقال ۱۳۵۰۰ بشکه در روز و فشار ابتدای خط لوله ۱۳۱۰psi ثبت گردید. پس از تزریق ۲۰ لیتر بر ساعت ماده ExtraFlow DRA (معادل ۲۲۴ppm) در خط لوله مذکور فشار تا حدود ۱۱۶۰psi کاهش یافت. در این فشار تولید نفت خام از چاه های موجود افزایش یافت. هم چنین به دلیل کاهش فشار و جبران اختلاف فشار بین چند راهه و چاه مورد اشاره در بخش (۴-۱-)، نفت خام از چاه جدید نیز جریان یافت. در پایان آزمایش میدانی، نرخ انتقال

(ظرفیت) خط لوله از ۱۳۵۰۰ بشکه در روز به ۲۰۰۰۰ بشکه در روز (۴۸ درصد رشد) افزایش یافت.

نتیجه گیری

■ مطابق نتایج حاصل با تزریق ماده ExtraFlow DRA در خط لوله نفت خام، افت فشار ناشی از اصطکاک و به دنبال آن فشار ابتدای خط لوله کاهش می یابد.

■ افت فشار ایجاد شده را می توان به افزایش نرخ انتقال خط لوله تبدیل کرد.

■ با تزریق ماده ExtraFlow DRA، نیازی به احداث خطوط لوله جدید جهت افزایش نرخ انتقال (ظرفیت) خط لوله وجود ندارد و می توان با خط لوله موجود، میزان بیشتری نفت خام یا فرآورده را منتقل کرد.

■ با وجود زیاد بودن میزان گاز در خطوط لوله موصوف و وجود جریان دو فازی، تزریق ماده ExtraFlow DRA موفقیت آمیز بود. این نتیجه برای نخستین بار در ایران حاصل شد.

■ با تزریق ماده ExtraFlow DRA در خطوط لوله دو فازی، افت فشار ناشی از اصطکاک و به دنبال آن فشار ابتدای خط لوله کاهش می یابد. سپس با توجه به کاهش فشار خروجی، امکان افزایش تولید نفت از چاه های موجود و بهره برداری از چاه های جدید فراهم می گردد. ■

پانویس ها

¹ Drag Reducing Agent (DRA)

² Terminal Pressure

³ Annular

⁴ Discharge Pressure

⁵ Gas Oil Ratio(GOR)

⁶ Polymer Injection Rate Calculator

⁷ DRA Impact Factor

⁸ Line fill

منابع

- [1] Al-Sarkhi, A., Drag reduction with polymers in gas-liquid/liquid-liquid flows in pipes: A literature review. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2010. 2(1): p. 41-48.
- [2] R.L.J Fernandes, B.M Jutte, M.G Rodriguez, Drag reduction in horizontal annular two-phase flow. International Journal of Multiphase Flow, 2004. 30(9):p. 1051-1069.
- [3] Brostow, W., Drag reduction in flow: Review of applications, mechanism and prediction. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2008. 14(4): p. 409-416.
- [4] Iaccarino, G., E.S.G. Shaqfeh, and Y. Dubief, Reynolds-averaged modeling of polymer drag reduction in turbulent flows. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 2010. 165(7-8): p. 376-384.
- [5] Kim, N.-J., et al., Measurement of drag reduction in polymer added turbulent flow. International Communications in Heat and Mass Transfer, 2009. 36(10): p. 1014-1019.