



# بررسی تأثیر اختلاط گاز سبک با گاز همراه (غنی) در کاهش تجمع مایع درون خطوط لوله انتقال و جلوگیری از سوزاندن گاز همراه در میادین تولیدی نفت

فروغ آریایی<sup>۱</sup> ■ معاونت برنامه ریزی وزارت نفت

چکیده

در میادین نفتی ایران، فرآورش نفت خام تولیدی به منظور جداسازی گاز همراه طی چهار مرحله تفکیک صورت می‌پذیرد. معمولاً به دلیل شرایط کوهستانی و اقلیمی بسیاری از مناطق عملیاتی، نخستین مرحله از این مراحل چهارگانه در سر چاه و بقیه در واحد بهره‌برداری انجام می‌شود. گاز همراه پس از جمع‌آوری و تقویت فشار اولیه، در صورت وجود تسهیلات تزریق، به وسیله خط لوله به نزدیک‌ترین ایستگاه فشار قوی ارسال می‌گردد. غنی بودن این نوع گاز از اجزاء سنگین هیدروکربوری و تبادل حرارتی با محیط و افت فشار آن در خط لوله انتقال سبب تشکیل و تجمع مایع در نقاط گود لوله<sup>۲</sup> می‌شود. با گذشت زمان تجمع مایع در بعضی از نقاط خط لوله منجر به کاهش سطح مقطع عبور جریان گاز شده و به دنبال آن، فشار ابتدای خط لوله انتقال افزایش می‌یابد. از این رو به ناچار بخش قابل توجهی از گاز همراه در محل تأسیسات بالادستی سوزانده می‌شود. به منظور مطالعه پدیده یاد شده در مقیاس میدانی، خط لوله ۱۰ اینچی مربوط به گاز همراه خروجی از ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه-۱ تا محل اتصال به خط لوله گاز خروجی بی بی حکیمه-۲ به عنوان نمونه انتخاب گردید. اطلاعات مربوط به مختصات این خط لوله از روی نقشه اجرایی تهیه و به همراه ترکیب درصد اجزاء گاز همراه و گاز سبک تزریقی (جدول ۲) به نرم افزار pipesys معرفی گردید. شبیه‌سازی برای حالات مختلف اختلاط گاز سبک تزریقی با گاز همراه خروجی ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه-۱ انجام شد و نمودار تجمع مایع در خط لوله رسم گردید. بر اساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی که در شکل ۳ نشان داده شده است، تغییر ترکیب درصد عناصر تشکیل‌دهنده گاز همراه موجب کاهش تمایل آن به تشکیل و تجمع مایع می‌شود. از آن جا که تجمع مایع در خط لوله انتقال گاز منجر به اجرای عملیات توپکرانی و توقف ارسال گاز و سوزاندن آن می‌گردد، انتظار می‌رود با اجرایی نمودن نتایج این مطالعه بتوان از سوزانده شدن حجم قابل توجهی از گاز همراه در مناطق عملیاتی نفت خیز جلوگیری به عمل آورد.

گاز همراه، نمودار فازی، تجمع مایع، شبیه‌سازی

واژه‌های کلیدی

مقدمه

## ۱- مدل سازی خط لوله

با استفاده از نقشه اجرایی خط لوله ۱۰ اینچی گاز خروجی ایستگاه تقویت فشار ضعیف بی بی حکیمه-۱، ارتفاع نقاط نسبت به طول لوله تهیه شد. ترکیب درصد مولی گاز همراه خروجی فشار ضعیف بی بی حکیمه-۱ (جدول ۲) و معادله حالت پنگ-رابینسون دو متغیره برای مدل سازی گاز مورد استفاده قرار گرفت. گاز سبک تزریقی به مخزن بی بی حکیمه به عنوان منبع اختلاط با گاز همراه انتخاب و ترکیب درصد اجزاء آن (جدول ۲) به نرم افزار pipesys معرفی گردید. شرایط گاز ورودی به خط لوله انتقال از نظر فشار، درجه حرارت و مقدار گاز ارسالی براساس جدول ۱ به نرم افزار وارد شد.

## ۲- شبیه‌سازی خط لوله

نتایج شبیه‌سازی نشان داد که عواملی نظیر فشار، ترکیب درصد عناصر تشکیل‌دهنده گاز و سرعت آن، بر تشکیل و تجمع مایع درون خط لوله انتقال تأثیر گذار است. در این مطالعه با تغییر ساختار ترکیبی عناصر تشکیل‌دهنده گاز همراه از طریق افزودن گاز سبک به آن (اختلاط گاز سبک با گاز همراه)، تمایل گاز در تشکیل مایع و

گازهای همراه استحصالی از نفت خام در میادین تولیدی، پس از جمع‌آوری به وسیله خط لوله به تأسیسات پایین‌دستی نظیر ایستگاه‌های تقویت فشار گاز انتقال می‌یابند. تبادل گرمایی گاز همراه با محیط اطراف لوله، افت فشار آن و به علاوه، غنی بودن این نوع گاز از ترکیبات سنگین هیدروکربوری، تشکیل و تجمع مایع را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. عبور خط لوله گاز از مسیر کوهستانی، تجمع مایع در نقاط گود لوله را تسریع کرده و پس از مدتی در بعضی از نقاط لوله، سطح مقطع عبور جریان گاز کاهش می‌یابد؛ در نتیجه مقدار گاز ارسالی کم می‌شود. هدف از انجام این مطالعه یافتن راه کاری برای جلوگیری از تشکیل و تجمع مایع در خطوط لوله انتقال گاز همراه در میادین تولیدی نفت است. به منظور بررسی پدیده یاد شده، خط لوله ۱۰ اینچی مربوط به گاز خروجی ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه-۱ تا محل اتصال به خط لوله گاز خروجی ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه-۲ به عنوان نمونه انتخاب گردید.

1 Firooz\_Ariael@yahoo.com

2 Low Point



۱ | شرایط گاز همراه بی بی حکیمه - ۱ در ابتدای خط لوله انتقال

فشار (بار)	درجه حرارت (سانتی گراد)	جریان حجمی (میلیون فوت مکعب در روز)
۴۵	۶۰	۱۳
۴۵	۶۰	۲۶
۴۵	۶۰	۳۹

ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه - ۱، حدود ۱۳ الی ۳۹ میلیون فوت مکعب در روز در نظر گرفته شد (جدول ۱).

۲. تأثیر اختلاط گاز سبک با گاز همراه در ابتدای خط لوله ۱۰ اینچ، طبق شکل ۱ مورد بررسی قرار گرفت.

۳. تأثیر افزایش درجه حرارت گاز خروجی ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه ۱ روی کاهش تجمع مایع مطالعه گردید، اما نتایج مطلوبی در بر نداشت.

عملکرد ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه - ۱ در سال ۱۳۸۲ نشان می دهد که به علت تجمع مایع در خط لوله ۱۰ اینچی گاز ارسالی و انجام عملیات توپکرانی، حدود ۵۰۰ میلیون فوت مکعب استاندارد گاز همراه سوزانده شده است.

### نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که تشکیل و تجمع مایع در خط لوله انتقال گاز همراه (غنی) تابعی از سرعت گاز و ترکیب درصد اجزاء تشکیل دهنده آن می باشد. درجه حرارت و فشار گاز نیز در تشکیل و تجمع مایع بی تأثیر نبوده اما تعیین کننده نیز نمی باشد. بر اساس شکل ۲، در اثر افزایش حجم گاز که ناشی از اختلاط گاز سبک با گاز همراه خروجی ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه - ۱ است، سرعت گاز بالا رفته و در نتیجه زمان اقامت گاز درون لوله کاهش می یابد. به سبب همین موضوع، میزان تبادل حرارتی گاز با محیط اطراف کم تر شده و گاز با دمای بالاتر به انتهای خط لوله می رسد. با توجه به منحنی فازی شکل ۳، مقدار کم تری از ترکیبات سنگین گاز یعنی  $C_7^+$ ، به مایع تبدیل می گردد.

همچنین بالا رفتن سرعت گاز باعث افزایش نیروی برشی<sup>۲</sup>، بین سطوح تماس گاز و مایع درون لوله انتقال شده و این پدیده باعث جاروب شدن حجم قابل توجهی از مایعات درون لوله می گردد. در واقع افزایش سرعت گاز، رژیم جریان گاز را به صورت جریان شبه غبار<sup>۳</sup> درمی آورد. در این نوع رژیم جریان، لخته های مایع در گاز به طور یکنواخت پراکنده شده و به همراه آن به انتهای خط لوله می رسند؛ در نتیجه مقدار تجمع مایع به طور چشمگیری کاهش می یابد.

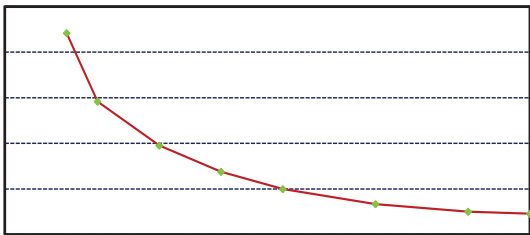
تجمع آن ضمن حرکت در خط لوله انتقال مورد بررسی قرار گرفت. از آن جا که نقطه شروع و میزان تشکیل مایع، ارتباط مستقیمی با کمیت مقداری  $C_7^+$  دارد، می توان با ایجاد تغییر در مقدار ترکیب درصد عناصر گاز همراه، منحنی فازی<sup>۱</sup> مخلوط گاز را روی محور مختصات به سمت چپ حرکت داد (شکل ۳). بدین معنی که از لحاظ ترمودینامیکی، مخلوط گاز خصوصیتی پیدا می کند که منجر به کاهش تمایلش در تشکیل مایع می شود. در ادامه حالات مختلفی که در انجام شبیه سازی یاد شده مد نظر قرار گرفته است، ارایه می گردد: ۱. به منظور لحاظ نمودن شرایط عملیاتی، مقدار گاز خروجی

۲ | ترکیبات گاز همراه بی بی حکیمه - ۱ و گاز سبک تزریقی به این مخزن

بی بی حکیمه - ۱		منطقه عملیاتی
گاز همراه خروجی فشار ضعیف بی بی حکیمه - ۱	گاز سبک خروجی ایستگاه فشار قوی سیاهمکان	محل نمونه گیری
درصد مولی	درصد مولی	ترکیبات
۳/۰۰	۰/۰۳	هیدروژن سولفور
۰/۰۸	۰/۱۱	نیتروژن
۳/۵۳	۰/۱۲	انیدرید کربنیک
۶۷/۸	۸۵	متان
۱۰/۷۰	۱۰/۳۴	اتان
۷/۵۳	۳/۵۰	پروپان
۱/۵۲	۰/۲۲	ایزوبوتان
۳/۲۳	۰/۳۷	نرمال بوتان
۰/۸۶	۰/۰۵	ایزوبنتان
۰/۵۳	۰/۰۴	نرمال بنتان
۰/۸۴	۰/۰۵	هگزان
۰/۳۸	۰/۱۷	هپتانها به بالا
۱۰۰	۱۰۰	جمع
فشار نمونه (Bar)	۱۳۹	۴۴
دمای نمونه (°C)	۶۵	۶۰
وزن مولکولی	۱۹	۲۴/۸۳
وزن مخصوص	۰/۶۵۵	۰/۸۵۶

2 Shear Force  
3 Mist Flow

1 Phase Envelope



سرعت گاز در خط لوله (فوت بر ثانیه)

۲ | اثر سرعت گاز در کاهش تجمع فاز مایع درون خط لوله ۱۰ اینچ گاز خروجی بی حکیمه - ۱



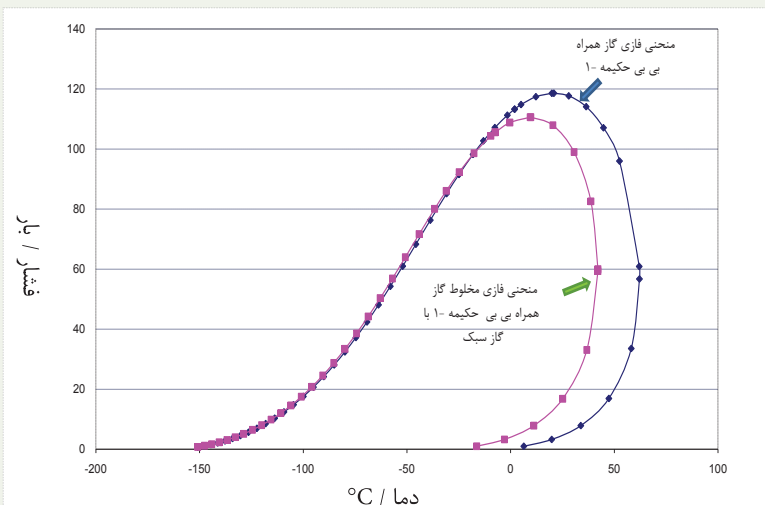
(میلیون فوت مکعب در روز)

۱ | تاثیر اختلاط گاز سبک (تزریقی به مخزن) با گاز خروجی بی بی حکیمه - ۱ در کاهش تجمع فاز مایع درون خط لوله ۱۰ اینچ

منابع

- [۱] عملکرد ایستگاه‌های فشار ضعیف بی بی حکیمه مربوط به سال ۱۳۸۲ تهیه شده در اداره مهندسی فرآورش شرکت نفت و گاز گچساران
- [۲] نقشه اجرایی خط لوله ۱۰ اینچی گاز خروجی بی بی حکیمه - ۱
- [۳] نرم افزار شبیه سازی pipesys نسخه ۳/۲
- [۴] اطلاعات مربوط به ترکیب درصد اجزاء گاز همراه بی بی حکیمه - ۱ و گاز سبک تزریقی به مخزن

طبق شکل ۲، مقدار بهینه اختلاط گاز سبک با گاز همراه خروجی ایستگاه فشار ضعیف بی بی حکیمه - ۱ حدود ۵ میلیون فوت مکعب استاندارد در روز برآورد گردیده است. با استناد به منحنی فازی، مخلوط گاز تحت این شرایط (شکل ۳) تمایل کم تری به تشکیل و تجمع مایع ضمن انتقال در خط لوله خواهد داشت. انتظار می رود با اجرایی نمودن نتایج این مطالعه در مناطق عملیاتی نفت خیز بتوان از سوزانده شدن حجم قابل توجهی گاز همراه جلوگیری به عمل آورد.



۳ | منحنی فازی گاز همراه بی بی حکیمه - ۱ و مخلوط گاز سبک با گاز همراه

