

مطالعه آزمایشگاهی کارایی سامانه تعلیق آبی در فرایند آسفالتین زدایی چاه نفت

منصور جهانگیری*⁺، سعید حسن زاده

دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

هادی باقرزاده، عباس شهرآبادی

مرکز مطالعات ازدیاد برداشت، پژوهشگاه صنعت نفت تهران، ایران

چکیده: تشکیل رسوب آسفالتین در نفت خام، یکی از مشکل‌های جدی صنعت نفت است و یکی از اصلی‌ترین راه‌های مقابله با این مشکل استفاده از حلال‌های شیمیایی مانند زایلین بوده که دارای اثرهای مخرب زیست محیطی است. هدف از این پژوهش یافتن حلال جایگزین حلال‌های آروماتیکی به ویژه زایلین با استفاده از سامانه نوین حلال‌های امولسیون آبی می‌باشد. حلال‌های ساخته شده دارای ۵۰ تا ۶۰٪ آب، ۳۰ تا ۳۵٪ حلال آروماتیکی (زایلین، تولوئن، ترپن و...) ۳ تا ۵٪ حلال کمکی (نفت سفید، گازوئیل، اتانول و...) و کم‌تر از ۱ درصد فعال‌کننده سطحی می‌باشد. در این پژوهش ۵ نمونه از این نوع حلال امولسونی با ترکیب‌های متفاوت ساخته شد. نمونه‌ها هم در شرایط محیطی و هم در دمای ۸۰ درجه سلسیوس چاه مورد آزمایش قرار گرفت. برای همه نمونه‌های حلال مورد مطالعه در این پژوهش، افزایش دما سبب افزایش درصد حلالیت آسفالتین نمونه‌ها شد. همچنین، نتیجه‌های آزمایش‌های انجام گرفته بر روی امولسیون آبی نشان داد که کارایی به نسبت بالایی داشته و قابل مقایسه با حلال‌های آروماتیکی مانند زایلین و تولوئن است. در نتیجه امولسیون‌های آبی می‌توانند جایگزین مناسبی برای حلال‌های آروماتیکی مضر در صنعت نفت شوند و اثرهای مخرب آن‌ها را کاهش دهند.

واژه‌های کلیدی: آسفالتین؛ حلال‌های آروماتیکی؛ امولسیون آبی؛ زایلین؛ چاه نفت.

KEYWORDS: Asphaltene; Aromatics solvents; Aqueous emulsion; Xylene; Oil well.

مقدمه

برای مهندسی پالایش به معنای بسته شدن در ستون‌های تقطیر و تجهیزهای و همچنین کاهش ظرفیت مخازن و کاهش فعالیت کاتالیست‌ها، برای بخش انتقال سیال به معنای بسته شدن خط‌های انتقال و کاهش ظرفیت و سرانجام برای متخصصان تولید آسفالت به معنای مشکل‌های اختلاط و مسائل کیفیت می‌باشد [۱، ۲]. رسوب آسفالتین در تسهیلات سرچاهی و در حفره چاه، بزرگ‌ترین

رسوب آسفالتین در برخی میدان‌های نفتی نقطه‌های گوناگون جهان در خلال تولید و فراورش نفت از مسئله‌های بسیار جدی محسوب می‌شود [۱]. عبارت مشکل رسوب آسفالتین در مباحث گوناگون بیانگر معانی متفاوتی می‌باشد. برای مهندسان مخازن به معنای خرابی سازند و بسته شدن در آن، برای بخش تولید به معنای خرابی سازند در نزدیکی ستون چاه و در ستون چاه و بسته شدن تجهیزهای سطحی،

*E-mail: mjahangiri@semnan.ac.ir

*عهده دار مکاتبات

پیدا کرده است. در جدول ۱ برخی از اثرهای زایلین بر کارکنان ارایه شده است که می‌تواند از نظر سلامتی افراد تهدید کننده مهمی تلقی شود [۱۳]. زایلین یکی از قدیمی‌ترین حلال‌هایی است که برای حذف رسوب‌های آلی به کار گرفته می‌شود. افزون بر این، زایلین دارای نقطه اشتعال پایینی است (۲۵ تا ۲۹ درجه سلسیوس) که این خود باعث به وجود آمدن خطرهای عملیاتی گوناگون مانند آتش گرفتن مخزن و آتش سوزی در محیط نیز می‌شود. همچنین اجزای ناخواسته زیست محیطی مانند بنزن، اتیل بنزن و تولوئن در آن وجود دارند [۱۵، ۱۴]. لایتفور و همکاران [۱] یک سامانه جدید امولسیون حلال آبی ارایه به شکلی ارایه کردند که پس از استفاده طولانی مدت، نیاز به استفاده دوباره نداشته و رسوب‌های آسفالتینی اعم از پارافین یا بر پایه آسفالتینی را از بین ببرد. این سامانه افزون بر دارا بودن قدرت مناسب برای حل کردن آسفالتین، از نظر ایمنی و محیط زیست نیز دارای پارامترهای چشمگیری است. از دیگر برتری‌های سامانه امولسیون حلال آبی تغییر در شرایط آب دوستی مخزن و ماندگاری آن برای مدت طولانی می‌باشد. این سامانه دارای آب - سورفکتانت به همراه یک حلال با نقطه اشتعال بالا و همچنین یک کمک حلال می‌باشد که کارایی بسیار بالاتری دارند. طبق نتیجه‌های لایتفور و همکاران این ماده از نظر حلالیت قابل رقابت با زایلین بوده و در موردهایی عملکرد بهتری نیز از خودش نشان می‌دهد در این ترکیبها از آب، حلال اروماتیکی، کمک حلال و سورفکتانت استفاده می‌شود. حلال‌های ساخته شده دارای ۵۰ تا ۶۰ درصداب، ۳۰ تا ۳۵ درصد حلال اروماتیکی (زایلین، تولوئن، ترین و...) ۳ تا ۵ درصد حلال کمکی (نفت سفید، گازوئیل، اتانول و...) و کمتر از ۱ درصد فعال کننده سطحی می‌باشد. بری و همکاران [۱۵] از یک نوع حلال زیست بازیافت شونده برای از بین بردن رسوب‌های آسفالتینی استفاده کردند. این نوع حلال‌های زیست بازیافت شونده به طور معمول در صنایع الکترونیک، رنگ و کف پوش مورد استفاده قرار می‌گیرند. این حلال را از دو جزء طبیعی ساخته می‌شود این حلال قابلیت رقابت با زایلین را دارا بوده و توانایی جایگزین کردن آن را دارد. دانه سویا و مخمرهای کربو هیدرات. این ترکیب دارای عدد حلالیت مناسب برای از بین بردن آسفالتین می‌باشد. برری و همکاران با مقایسه نتیجه‌های این حلال با زایلین نشان دادن این حلال می‌تواند به دلیل بی خطر بودن و قابل برگشت بودن به طبیعت جایگزین مناسبی برای زایلین باشد. فارست و همکاران [۱۴] از این سیستم در مناطق گوناگون قاره آمریکا و روسیه استفاده کردند

مسئله در بهره برداری از چاه‌های آسفالتینی است [۴، ۳]. در سال‌های اخیر مطالعه برروی آسفالتین به‌طور ناگهانی رشد کرده است که در اساس بر پایه پیدا کردن حلال، روش‌های حل کردن، پاک‌سازی آن، جلوگیری از تشکیل رسوب آسفالتین در مخزن، تجهیزهای فرایندی و خطوط انتقال بوده است [۹-۵]. مطالعه‌های انجام شده در مورد برنامه‌های شرکت‌های بزرگ نفتی برای کنترل آسفالتین نشان داده است که عملکرد آن‌ها در ۱۴ درصد موردها ضعیف، در ۳۲٫۶ درصد موردها متوسط، در ۴۸٫۸ درصد موردها خوب و در ۴٫۶ درصد موردها عالی بوده است [۱۰]. از قرن پانزدهم میلادی که مطالعه درباره حلال‌ها به طور جدی آغاز شد، مبحث اصلی انتخاب حلال مناسب بر اساس این اصل بود که متشابه، متشابه را حل می‌کند [۱۱].

هیلدبرانت [۱۲] از اولین کسانی بود که درباره پارامتر حلالیت پژوهش آغاز کرد. کارهای اولیه او درباره مواد غیر قطبی و غیر پیوندی بود ولی او توانست یه پارامتر دست پیدا کند که برای حوزه وسیعی از حلال‌ها قابل استفاده است. پارامتر حلالیت هیلدبرانت به وسیله انرژی تبخیر مولی نشان داده می‌شود. براساس معادله زیر پارامتر حلالیت توسط حجم مولی و انتالپی تبخیر در یک فشار معمولی اندازه گیری می‌شود.

$$\delta = \sqrt{\frac{\Delta_i^{\text{H}} - RT}{v}} \quad (1)$$

در این معادله Δ پارامتر هیلدبرانت، Δ_i^{H} انتالپی مولی تبخیر، v حجم مولی، R ثابت جهانی گاز و T دما می‌باشد. در واقع پارامتر حلالیت δ در اینجا برابر با انرژی هم‌چسبی است. به این ترتیب اگر حلالی یا حل شونده ای به حلال دیگر افزوده شود، ماده‌ای که دارای δ بالاتری است، دارای عدد هیلدبرانت بالاتر یا انرژی هم‌چسبی بیش‌تری است. به این ترتیب انرژی بیش‌تری داشته و باعث پراکندگی ماده دیگر و جلوگیری از تشکیل پیوندهای مولکولی آن می‌شود. به این ترتیب ماده ای که دارای پارامتر حلالیت بالایی است هیچ‌گاه نمی‌توان توسط ماده‌ای با پارامتر حلالیت کوچک‌تر، حل شود. برای انتخاب حلال مناسب یکی از فاکتورهای که بایستی به آن توجه شود پارامتر حلالیت است. حلال‌هایی که در صنعت نفت برای از بین بردن آسفالتین مورد استفاده قرار می‌گیرد اصولاً بر پایه اروماتیکی قرار دارند. زایلین یکی از پرکاربردترین حلال‌هایی است که برای از بین بردن رسوب‌های آسفالتین به کار برده می‌شود. میزان استفاده از زایلین در کشور و در میدان‌های نفتی به صورت چشمگیری افزایش

جدول ۱- برخی از تأثیرهای بلند مدت و کوتاه مدت زایلین [۱۳].

| کوتاه مدت | بلند مدت |
|---------------------------|------------------------------------|
| افزایش آنزیم های کبد | از دست دادن کارایی سامانه عصبی بدن |
| سوزش شدن دماغ، دهان و چشم | التهاب پوست که شامل خشکی و ترک است |
| سر درد | از کار افتادگی کلیه |
| حالت تهوع | بی اشتهایی |
| سرگیجه | خواب آلودگی |



شکل ۱- نمونه کلوخه های آسفالتینی به دست آمده از سر چاه نفت.

آسفالتینی مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی عملکرد این حلال ها بر روی نمونه آسفالتین یکی از چاه های جنوب غربی ایران انجام شده است. چگالی نمونه نفت این چاه API ۲۸ و درصد وزنی آسفالتین در آن % ۲/۶ می باشد. در شکل ۱ نمونه کلوخه های آسفالتینی اخذ شده از سر چاه نشان داده شده است. در ابتدا برای تعیین اجزای موجود در کلوخه های آسفالتین، این کلوخه ها بر اساس مراحل که در شکل ۲ نشان داده شده است، آنالیز شدند. همان گونه که از نمودار بر می آید کلوخه های آسفالتینی در ابتدا به دو جز مواد آلی و معدنی تقسیم بندی می شوند که تعیین میزان مواد آلی و معدنی کلوخه ها از طریق دو روش سوزاندن^(۱) مقدار مشخصی از کلوخه و یا از طریق استخراج به وسیله حلال^(۲) انجام می گیرد. میزان عنصرهای کربن، هیدروژن، نیتروژن و گوگرد و اکسیژن با روش های احتراقی معین می شود. برای تعیین میزان عناصر فلزی نیز از روش های جذب اتمی استفاده می شود.

در آزمایش های بررسی عملکرد حلال ها، نخست به منظور جداسازی مقدار اندک مواد معدنی، کلوخه آسفالتین در مقدار کافی

و داده های خود را با حلال زایلین مقایسه کردند. در این پژوهش امولسیون های ساخته شده توانایی رقابت با زایلین دارا بوده و برای جایگزینی آن پیشنهاد شدند. سالگونکار و همکاران [۱۱] از یک سامانه امولسیونی در شمال آفریقا و در جنوب شرق آسیا استفاده کرده و گزارش کردند که تمام نتیجه ها نشان دهنده موفقیت این سامانه در این مناطق می باشد. البته باید به این نکته اشاره کرد که هر کدام از این پژوهش ها بر اساس امولسیون متفاوت شکل گرفته و هر کدام از این پژوهشگران امولسیون متفاوتی را برای این کار تهیه کرده اند. در هر کدام از این پژوهش های مطالعه ها هم در سطح آزمایشگاهی و هم در سطح میدانی انجام شده است. همچنین زایلین دارای نقطه اشتعال پایینی است (۲۵ تا ۲۹ درجه سلسیوس) که این خود باعث به وجود آمدن خطرهای عملیاتی گوناگون مانند آتش گرفتن مخزن و آتش سوزی در محیط نیز می شود [۱۱]. متأسفانه در میهن عزیزمان ایران پژوهش های اندکی راجع به میزان بروز زایلین انجام پذیرفته است [۱۶]. با توجه به مطالب بیان شده، نیاز به انجام پژوهش درباره کاهش استفاده از زایلین یا جایگزین کردن این ماده با حلال های کم خطر در صنعت نفت احساس می شود. در نتیجه هدف پژوهش حاضر تعیین حلال جایگزین به جای حلال های آروماتیکی به ویژه زایلین با استفاده از سیستم جدید حلال های امولسیون آبی می باشد. کارایی سیستم امولسیون آبی نسبت به زایلین در حضور کمک حلال های مانند گازوئیل بیش تر شده و اثرهای مخرب زایلین را در صنعت نفت کاهش دهد.

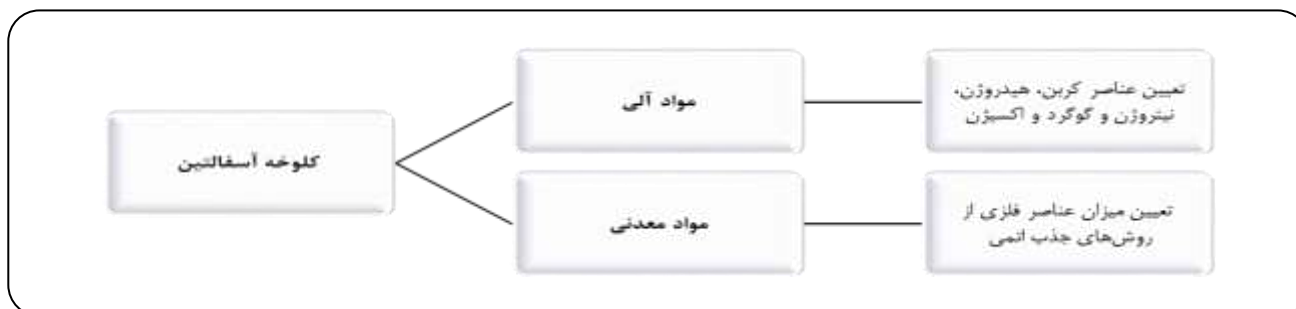
بخش تجربی

مواد، دستگاه ها و روش ها

در این پژوهش عملکرد حلال های آروماتیکی شامل زایلین، تولوئن و امولسیون آبی در حضور کمک حلال های نفت سفید و گازوئیل در دمای محیط و ۸۰°C برای از بین بردن رسوب های

(۱) Ashing method

(۲) Soxhlet extraction



شکل ۲- اجزای موجود در کلوخه‌های آسفالتین سر چاه.

مرحله فیلتر کردن، فیلتر از قیف جدا شده و در درون آن^(۱) در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۸۰ دقیقه قرار داده می‌شود تا به صورت کامل خشک شود پس از خشک شدن فیلتر دوباره وزن می‌شود. اختلاف بین وزن اولیه فیلتر و وزن نهایی آن میزان آسفالتین نامحلول را مشخص کرد. به این ترتیب می‌توان درصد تخریب آسفالتین (حلالیت) را از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$(۲) \quad ۱۰۰ \left(1 - \frac{\text{وزن اولیه - وزن نهایی}}{\text{وزن اولیه}} \right) = \text{درصد تخریب آسفالتین}$$

برای انجام آزمایش در شرایط دمایی، تمامی فوق تکرار خواهد شد با یک تفاوت که پس از اضافه کردن حلال به آسفالتین و تکان دادن ظرف به مدت ۱ الی ۲ دقیقه، ظرف نمونه گیری درون حمام آب در دمای مورد نظر به مدت ۱ ساعت قرار داده می‌شود. پس از این مدت، دوباره مرحله‌های فیلتر کردن محلول و خشک کردن فیلتر به طور کامل اجرا می‌شود.

نتیجه‌ها و بحث

در این پژوهش، میزان مواد آلی و معدنی موجود در کلوخه براساس روش سوزاندن تعیین شده است و نتیجه‌ها نشان داد محتوی مواد معدنی و آلی بترتیب برابر ۲/۵ و ۹۷/۵ درصد وزنی بوده و بخش عمده رسوب‌های آسفالتینی از نوع مواد آلی می‌باشد. همچنین، نتیجه‌های آنالیز عنصری با استفاده از جذب اتمی در جدول ۲ ارائه شده است. در بین عناصر شناسایی شده، کربن و هیدروژن عناصر اصلی کلوخه هستند چون بخش بیش‌تر رسوب‌ها، آلی می‌باشد این نتیجه دور از انتظار نیست. همچنین وجود گوگرد و نیتروژن در ساختار ترکیب‌ها نشان‌دهنده گروه‌های عاملی مانند پترولیوم تیواسید، نفتنیک تیواسید، تیوفنل، تیوالکل و ... است.

از حلال تولوئن ریخته می‌شود و توسط دستگاه تکان دهنده به مدت ۱۵ دقیقه به طور کامل به هم زده می‌شود. سپس با استفاده از قیف بوختر و پمپ خلاء با فیلتر شماره ۴۱ واتمن اقدام به صاف کردن محلول شد. پس از صاف کردن محلول، محلول در زیر هود قرار گرفت تا حلال تولوئن آن تبخیر شود. پس از جدا شدن تولوئن کلوخه آسفالتین تنها از مواد آلی تشکیل شده و برای شروع آزمایش آماده است.

نخست باید میزان مشخصی از آسفالتین برای انجام آزمایش‌ها تعیین شود. با توجه به اینکه آزمایش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی صورت می‌گیرد و با توجه به مقاله‌های دیگر، میزان ۰/۴ گرم آسفالتین برای کلیه آزمایش‌های مقایسه‌ای انتخاب شد. با توجه به رقابتی بودن آزمایش‌ها و پیدا کردن بهترین عملکرد حلال از میزان ۳۰ سی سی حلال استفاده شد. علت انتخاب این موضوع این است این مقدار توانایی حل کردن ۰/۴ گرم آسفالتین را توسط حلال‌های مشخص داشته و این مقدار می‌تواند معیار مناسبی برای پیدا کردن حلال مناسب باشد. (با توجه به مقاله‌های گذشته این میزان حلال برای این مقدار آسفالتین مناسب است). مرحله‌های انجام آزمایش در شرایط جو به این شرح است: ابتدا میزان ۰/۴ گرم از آسفالتین توسط ترازو وزن شده و درون ظرف نمونه آزمایش قرار می‌گیرد. میزان ۳۰ سی سی از حلال مورد نظر توسط پیپت جدا شده و درون ظرف نمونه بر روی آسفالتین ریخته می‌شود. ظرف نمونه آزمایش را به مدت ۱ الی ۲ دقیقه به صورت مداوم تکان داده تا بسته به توانایی حلال، آسفالتین موجود در درون آن حل شود. ۲۰ دقیقه زمان ماند به محلول داده می‌شود. فیلتر شماره ۴۲ واتمن (۲/۷ میکرومتر) به وسیله ترازو وزن می‌شود، و درون قیف بوختر قرار می‌گیرد. با اتصال ارلن خلاء به پمپ مکنده هوا، محلول بر روی فیلتر ریخته می‌شود پس از انجام

(۱) oven

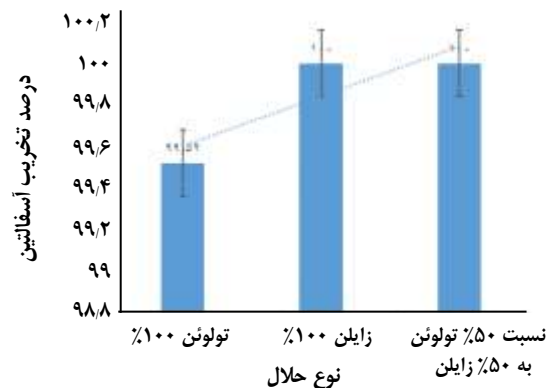
جدول ۲- نتیجه‌های آنالیز عنصری با استفاده از جذب اتمی در کلوخه آسفالتین.

| وزن نمونه (گرم) | کربن (%wt) | هیدروژن (%wt) | نیترژن (%wt) | گوگرد (%wt) |
|-----------------|------------|---------------|--------------|-------------|
| ۰٫۰۹۲۱ | ۷۹٫۴۵ | ۸٫۸۶۳ | ۱٫۶۹۲ | ۷٫۳۵ |

جدول ۳- نتیجه‌های آنالیز عنصرهای فلزی موجود در کلوخه آسفالتین بر حسب ppm.

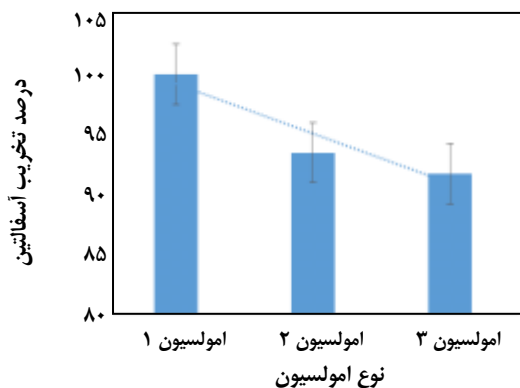
| Zn | V | Ni | Na | Mg | K | Fe | Cu | Ca | Al |
|------|-------|-------|-------|------|-----|------|------|-------|------|
| ۲۵٫۸ | ۳۳۰٫۸ | ۱۲۴٫۴ | ۱۱۲۴۸ | ۲۲۹۲ | ۹۷۰ | ۴۹۴۴ | ۱۲٫۷ | ۱۰۵۵۷ | ۲۲۵۷ |

زایلین و با استفاده از آب شرایط بسیار مناسبی برای سازند در چاه ایجاد می‌کند. در این ترکیبها از آب، حلال اروماتیکی، کمک حلال و سورفکتانت استفاده می‌شود. حلال‌های ساخته شده دارای ۵۰ تا ۶۰ درصد آب، ۳۰ تا ۳۵ درصد حلال اروماتیکی (زایلین، تولوئن، تریپن و...) ۳ تا ۵ درصد حلال کمکی (نفت سفید، گازوئیل، اتانول و...) و کمتر از ۱ درصد سورفکتانت می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است که تمامی ترکیبها در دسترس مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش ۵ نمونه از این نوع حلال با ترکیبهای متفاوت ساخته شد. سرانجام سه حلال ساخته شده بهترین عملکرد را نشان داده است. آزمون‌های انجام شده هم در شرایط محیطی و هم در دمای ۸۰ درجه سلسیوس چاه انجام شد (شکل‌های ۴ و ۵). این سه نمونه حلال در شرایط محیطی دارای حلالیت مناسب و قابل رقابت با حلال اروماتیکی همچون زایلین می‌باشد (شکل ۶). در دمای ۸۰ درجه سلسیوس نیز با افزایش دما میزان حلالیت افزایش پیدا می‌کند. این به علت گرماگیر بودن فرایند انحلال آسفالتین مورد نظر می‌باشد که با افزایش دما میزان حلالیت افزایش پیدا می‌کند. نحوه تزریق حلال‌های رسوب آسفالتین به چاه به این ترتیب است که نخست میزان در حدود ۲۵۰ گالن گازوئیل برای تمیز کردن چاه وارد چاه می‌شود تا عملیات تمیزکاری آغاز شود. سپس پس از تزریق گازوئیل ۹۰ گالن حلال اروماتیکی به درون چاه تزریق می‌شود تا اقدام به از بین بردن آسفالتین موجود در چاه شود. اگر چه بیش‌تر گازوئیل تزریق شده از چاه خارج می‌شود، ولی مقدار باقی مانده نیز روی عملکرد زایلین تزریقی تاثیر بسزایی می‌گذارد. برای این منظور مقایسه ایی بین نسبت حجمی ۵۰:۵۰ زایلین با گازوئیل و همین نسبت با امولسیون آبی شماره ۱ و گازوئیل انجام شد (شکل ۷). همان‌گونه که از شکل ۷ مشخص است عملکرد امولسیون آبی به همراه گازوئیل بسیار بهتر از عملکرد گازوئیل و زایلین می‌باشد.

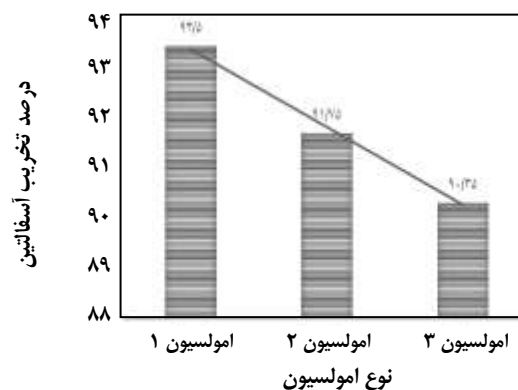


شکل ۳- درصد تخریب آسفالتین حلال اروماتیکی زایلین و تولوئن.

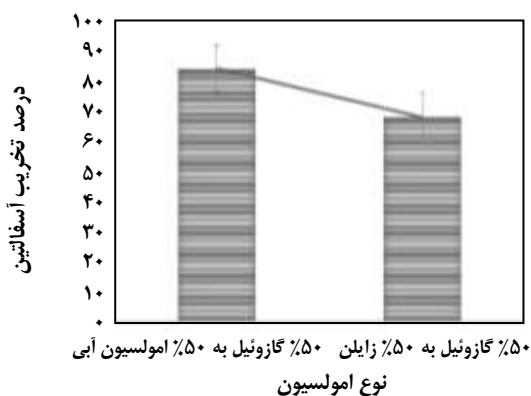
نتیجه‌های آنالیز عنصرهای فلزی کلوخه آسفالتین در جدول ۳ آمده است. همان‌گونه که از نتیجه‌ها بر می‌آید، میزان کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن در کلوخه‌ها بالاست. بالا بودن آهن در کلوخه‌ها می‌تواند به دلیل خوردگی اسیدی دیواره چاه با مواد اسیدی در حین فرایند اسیدزنی باشد. همچنین اکسید آهن ناشی از یون‌های آهن موجود در آب سازند یا نفت خام می‌تواند منشاء تشکیل آهن باشد. بالا بودن مقدار کلسیم، منیزیم و سدیم می‌تواند به علت تشکیل کلریدها، کربنات‌ها و سولفات‌ها در آب سازند باشد که در طول استخراج نفت خود را نشان می‌دهد. در بررسی عملکرد حلال‌ها، در ابتدا درصد حلالیت حلال‌های اروماتیکی زایلین و تولوئن و مخلوط تولوئن-زایلین (نسبت حجمی ۵۰:۵۰) بر روی کلوخه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. این حلال‌ها قادر به انحلال کامل رسوب‌های آسفالتینی هستند، و نتیجه‌های آن در شکل ۳ نمایش داده شده است. خطای میله‌ای نشان می‌دهد متوسط نسبی خطا در حدود ۵ درصد می‌باشد. در مورد زایلین همان‌گونه که انتظار می‌رفت در صد حلالیت بسیار بالایی از خود نشان داد. در مورد امولسیون آبی همان‌گونه که ذکر شد حلال ایست که با کمتر کردن میزان مصرفی حلال اروماتیکی مانند



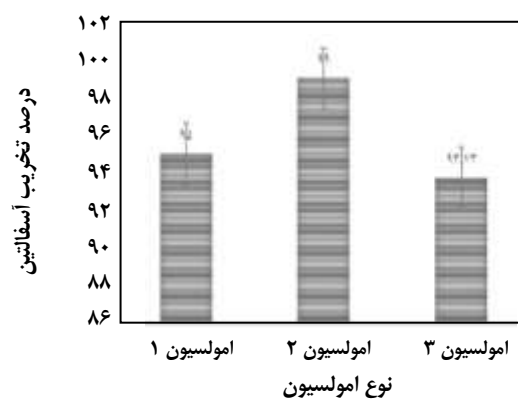
شکل ۶ - مقایسه عملکرد زایلن با امولسیون‌های آبی.



شکل ۴ - درصد تخریب آسفالتین شرایط اتمسفریک (امولسیون‌های آبی).



شکل ۷ - مقایسه کارایی گازوئیل با زایلن و امولسیون آبی.



شکل ۵ - درصد تخریب آسفالتین در دمای ۸۰ درجه سلسیوس (امولسیون آبی).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش هدف کاهش میزان مصرف حلال‌های آروماتیکی و جایگزین نمودن آن‌ها با حلال‌های کم‌خطرتر بود. نتیجه‌های به دست آمده از این پژوهش را می‌توان در چارچوب نکته‌های زیر خلاصه نمود:

- امولسیون آبی نسبت به حلال‌های آروماتیکی رسوب‌های آسفالتینی برتری‌های بسیاری دارند. درصد حلالیت مناسب، نقطه اشتعال بالاتر، سرعت تجدید پذیری بیشتر، ویژگی‌های سمی کمتری، تغییر در شرایط آب دوستی مخزن و ماندگاری آن برای مدت طولانی و سرانجام قیمت مناسب‌تر از برتری‌های این حلال می‌باشد. در نتیجه با استفاده از این حلال به جای زایلن می‌توان به طور کلی تمام ضررهای زایلن را حذف کرد.

- برای همه‌ی نمونه‌های حلال مورد مطالعه در این پژوهش، افزایش دما سبب افزایش درصد حلالیت نمونه‌ها شد، و اثر افزایش دما بر روی نمونه‌های با درصد حلالیت کمتر، بیش‌تر بود.

- نتیجه‌های آزمایش‌ها انجام گرفته بر روی امولسیون آبی نشان داد که امولسیون آبی در مقایسه با حلال‌های آروماتیکی مانند زایلن و تولوئن، کارایی مناسبی را داشته و در حضور کمک حلال‌های همچون گازوئیل کارایی آن نسبت به زایلن بیش‌تر می‌باشد. با توجه به فرایند شست و شوی چاه این برتری بسیار مناسبی برای این نوع از حلال‌ها می‌باشد.

- امولسیون‌های آبی می‌توانند در آینده جانشین حلال‌های آروماتیکی مضر در صنعت نفت شوند و اثرهای مخرب آن‌ها را کاهش دهند، این امر نیازمند مطالعه‌ها بیش‌تر و دقیق‌تر می‌باشد.

قدردانی

بدینوسیله از مسئولین محترم معاونت پژوهشی دانشگاه سمنان و مرکز مطالعه‌های ازدیاد برداشت، پژوهشگاه صنعت نفت تقدیر و تشکر می‌شود.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۲

مراجع

- [1] Lightford S., Pitoni E., Arnesi F., Mauri L., *Development and Field Use of Novel Solvent-Water Emulsion for the Removal of Asphaltene Deposits in Fracture Carbonate Formations*, "Paper SPE 101022 Presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition", San Antonio, Texas, USA, (2008).
- [2] Minssieux L., *Core Damage from Crude Asphaltene Deposition*, "Paper SPE 37250 Presented in the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry", Houston, Texas, USA (1997).
- [۳] بختیار، حسن امیری؛ نورائی نژاد، خیرالله؛ صرا فد خت، هاشم؛ بررسی رسوب آسفالتین در مخزن بنگستان میدان نفتی مارون، اکتشاف و تولید نفت و گاز، ۱۰۵ : ۴۱ تا ۴۷ (۱۳۹۲).
- [۴] دهقانی، بابک؛ عادل زاده، محمدرضا؛ عمرانی، هاشم؛ اثر یون H^+ در تشکیل رسوب آسفالتین، اکتشاف و تولید نفت و گاز، ۷۱ : ۶۱ تا ۶۴ (۱۳۸۹).
- [5] Trbovich M. G., King G. E., *Asphaltene Deposit Removal: Long Lasting Treatment with a Co-Solvent*, "Paper SPE 21038 Presented at the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry", Anaheim, California, (1991).
- [۶] صبور، سمانه؛ لطف اللهی، محمد نادر؛ متحدین، پویا؛ تعیین مقدار رسوب در فرایند تزریق آب به مخازن نفتی ایران، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، (۱) ۳۱ : ۱۱۵ تا ۱۲۳ (۱۳۹۱).
- [۷] حسن آبادی، مرتضی؛ مطهری، سید مهدیا؛ پری، مهدی ندری؛ طراحی شبکه عصبی برای بهینه سازی اندازه سطح مقطع شیرهای درون چاهی با اندازه‌ی ثابت درچاه هوشمند با الگوریتم پرندگان، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران؛ (۲) ۳۱ : ۵۵ تا ۶۹ (۱۳۹۱).
- [۸] فروغ نیا، امیر؛ پیشوایی، سید محمود رضا؛ امین شهیدی، بابک؛ کنترل و بهینه‌سازی تولید نفت با فرازآوری طبیعی گاز، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، (۱) ۳۰ : ۲۱ تا ۲۸ (۱۳۹۰).
- [۹] عباسیان، خلیل؛ کارگری، علی؛ کاغذچی، طاهره؛ بررسی امولسیون پایدار شده با پلیمر و تأثیر آن بر استخراج فنل از محلول آبی به کمک غشای مایع امولسیون، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، (۳) ۳۲ : ۵۶ تا ۵۷ (۱۳۹۲).
- [۱۰] شادی زاده، سید رضا؛ هاشمی، ابوالفضل؛ عملیات انگیزش چاهای نفت و گاز به وسیله حلال زایلن، بررسی اثرات زیست محیطی و ارائه جایگزین، اکتشاف و تولید نفت و گاز، ۹۴ : ۴۰ تا ۴۵ (۱۳۹۱).
- [11] Salgaonkar L, Danait A, *Environmentally Acceptable Emulsion System: An Effective Approach for Removal of Asphaltene Deposits*, "Paper SPE 160877 Presented at the SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition", Al-Khobar, Saudi Arabia, (2012).

- [۱۲] عباس، جعفریجید؛ ذاکری، علی؛ ضیاءالدینی، علی؛ استفاده از پارامتر حلالیت Hildebrand-Hansen برای تخمین میزان حلالیت آنتی اکسیدان‌های برگ سبز چای در ده نوع حلال مختلف، "هیجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی"، ۲۴ تا ۲۵ مهر (۱۳۸۷) مشهد، ایران.
- [13] Zoveidavianpoor M., Samsuri A., Shadizadeh S. R., **Health, Safety, and Environmental Challenges of Xylene in Upstream Petroleum Industry**, *Energy & Environment*, **23**(8): - (2012).
- [14] Forst K., Daussin R., Van Doomeleon M., **New, Highly Effective Asphaltene Removal System with Favorable HSE Characteristics**, *SPE Intenational Symposium and Exhibition on Formation Damage Control*, 13-15 February, Lafayette, Louisiana, USA, (2008).
- [15] Berry S. L., Boles J. L., Cawiezel K. E., **Evaluation of a Renewable, Environmentally Benign Green Solvent for Wellbore and Formation Cleaning Applications**, "Paper SPE 106067 Presented at the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry", Houston, Texas, USA, 2007.
- [۱۶] حسن زاده، سعید؛ باقری، هادی؛ جهانگیری، منصور؛ شهرآبادی، عباس؛ مطالعه آزمایشگاهی کارایی کمک حلال‌های مختلف و حلال جایگزین به منظور کاهش استفاده از حلال‌های آروماتیکی در فرایند آسفالتین زدایی از چاه‌های نفت، *مجله علمی و پژوهشی نفت*، ۸۹: ۱۲۸ تا ۱۳۷ (۱۳۹۴).