

مطالعه اثر مخلوط بیوپلیمر- ماده فعال سطحی بر عملکرد گل حفاری پایه آبی

سعید زراسوندنیا و محمدحسن وکیلی*

دانشکده فنی و مهندسی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۹

چکیده

در این تحقیق به بررسی اثر بیوپلیمر زانتان گام و ماده فعال سطحی تالو آمین پلی اتیلن گلاکول بر روی مشخصات گل حفاری پایه آبی پرداخته شده است. اثر افزودن بیوپلیمر، ماده فعال سطحی و مخلوط‌هایی با نسبت‌های مختلف از آنها بر گرانی مؤثر، تنش برشی و میزان صافاب مطالعه شده است. نتایج نشان می‌دهد که مخلوط بیوپلیمر - ماده فعال سطحی، از نظر خواص رئولوژیکی و خواص کنترل کننده صافاب نسبت به سیالی که بر پایه پلیمر یا ماده فعال سطحی است، عملکرد بهتری دارد و در سرعت‌های برشی بالا دارای منحنی‌های بهتری است. نمونه‌های حاصل از مخلوط پلیمر- ماده فعال سطحی در مقایسه با نمونه‌هایی که فقط حاوی بیوپلیمرها هستند، کنترل صافاب بهتری دارند. در نمونه‌هایی که غلظت ماده فعال سطحی در آنها زیاد است، میزان صافاب از مقداری که برای سیستم‌های ترکیبی پلیمر و ماده فعال سطحی و یا سیستم‌های پلیمری مورد انتظار است، بسیار بیشتر است. آزمایشات فیلتر پرس در فشار و دمای بالا نیز انجام شد و مشاهده گردید که با افزایش زمان، میزان صافاب نمونه‌ها نسبت به حالت دما و فشار پایین با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: زانتان گام، ماده فعال سطحی، گل حفاری، صافاب و بیوپلیمر

مقدمه

در زمان و هزینه گردند، به وضوح احساس می‌شود. جهت بهبود خواص رئولوژیکی و افزایش کارایی گل‌های پایه آبی در زمینه کنترل صافاب و پایداری حرارتی، تحقیقات مختلفی انجام شده است. در این پژوهش‌ها با به‌کارگیری افزایش‌های گوناگون در گل‌های پایه آبی، سیالی جدید و کارآمدتر جهت استفاده در عملیات حفاری معرفی شده است. پلیمرها دسته‌ای از این مواد هستند که در تهیه سیالات حفاری، به کار گرفته می‌شوند. پلیمرها

گل حفاری سیالی مهم در انجام عملیات حفاری به شمار می‌آید و ارتباط مستقیم با مشکلات حفاری دارد. اگر گل حفاری دارای خواص مورد نظر نباشد، در عملیات حفاری ایجاد مشکل می‌نماید. از این رو نیاز به استفاده از سیالاتی که مشکلات عملیاتی را محدود کرده و سبب بهبود حفاری و صرفه جویی

را بر روی خواص سیال حفاری یک سیستم لوله ماریبیچ مطالعه کرده و با بیوپلیمر زانتان گام مقایسه نمودند [۴].

اولاتاند و همکاران در سال ۲۰۱۲ رفتار رئولوژیکی و خاصیت هرزروی سیال یک گل حفاری پایه آبی را در حضور افزودنی‌های گوار گام، پلی آنیونیک سلولز و صمغ عربی مطالعه نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از افزودنی‌ها رفتار رئولوژیکی را اصلاح نموده و برخی دیگر خاصیت هرزروی سیال را بهبود می‌بخشند [۵].

وسو و اولون در سال ۲۰۱۴ اثر سه نوع بیوپلیمر کربوکسی متیل سلولز، زانتان گام و پلی آنیونیک سلولز را بر روی خواص رئولوژیکی گل حفاری مطالعه نمودند. آنها به بررسی پارامترهایی نظیر نوع و غلظت بیوپلیمر پرداختند [۶].

به منظور توسعه سیالات حفاری، سیستم‌های سیال جدیدی معرفی شده است. یکی از این سیستم‌ها، سیستم‌های سیال پلیمری هستند که در آنها کربنات‌های کلسیم یا دیگر نمک‌ها به عنوان افزودنی وجود دارد. از دیگر سیستم‌ها می‌توان به سیستم‌های بر پایه ماده فعال سطحی^۲ اشاره نمود که به علت مشکلاتی مانند هرزروی سیال و صافاب و ظرفیت اندک در حمل کنده‌های حفاری، استفاده از آنها محدود است. بنابراین توسعه سیستمی که مزایای هر دو سیستم ذکر شده را دارا باشد، ضروری است. بدین ترتیب سیستم مخلوط پلیمر- ماده فعال سطحی در تحقیقات مورد توجه قرار گرفت [۷]. با توجه به مولکول‌های پلیمر و ماده فعال سطحی، یک مولکول ماده فعال سطحی به سمت مولکول‌های پلیمر جذب شده و موجب تشکیل مایسل می‌شود. نیروهای اصلی در جذب، آب گریز بوده و حضور ذرات با بار مخالف برهم کنش‌ها را افزایش می‌دهد [۸]. حضور مولکول‌های

به سبب قابلیت طراحی به شکل دلخواه، دارای جایگاه خاصی می‌باشند. با استفاده از این خاصیت پلیمرها، می‌توان به جای استفاده از چند افزودنی متفاوت، از یک پلیمر که دارای تمام خصوصیات این افزودنی‌ها باشد، استفاده نمود.

ناوارت و همکاران در سال ۲۰۰۰، اثر صمغ زانتان^۱ در کاهش هرزروی سیال را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که صمغ زانتان با افزایش گرانیروی، سبب کاهش هرزروی می‌شود. همچنین آنها نشان دادند که بهترین ترکیب کنترل کننده سیال، ترکیبی حاوی کربنات کلسیم و پلیمری مانند نشاسته و صمغ زانتان است که این ترکیب ضمن ایجاد فیلتر یک و کاهش هرزروی، سبب افزایش تولید می‌شود [۱].

این گروه پژوهشی، در زمینه فرمولاسیون پلیمرهای جدید بر اساس صمغ زانتان تحقیق کرده و نتایج خوبی به دست آوردند. آنها پلیمرهای صمغ دیوتان^۲ را کشف کردند. نتایج به دست آمده تأیید نمود که دیوتان گام نسبت به صمغ زانتان، گرانیروی را زیادتر می‌کند و در برابر حرارت پایدارتر بوده و دارای خاصیت کشسانی و رقیق شدن برشی بالاتری است [۲].

سلام‌زاده سلماسی و همکاران در سال ۱۳۸۵ بر روی پلیمرهای مختلف و مرسوم مورد استفاده در صنعت حفاری، آزمایشات تعیین خصوصیات رئولوژیکی متناسب با هندسه چاه‌های افقی و برخی موارد دیگر از قبیل آزمایشات کنترل شیل را انجام دادند. پلیمر زانتان در مقایسه با سایر پلیمرهای مورد آزمایش، دارای نسبت بالای YP/PV می‌باشد. نسبت بالای YP/PV برای ایجاد رژیم درهم به منظور جلوگیری از تشکیل بستر کنده‌های حفاری در قسمت افقی چاه توأم با حفظ قدرت حمل کنندگی گل ضروری است. بنابراین، پلیمر زانتان به عنوان پلیمر مناسب معرفی گردید [۳].

ساربر و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثر بیوپلیمر دیوتان

1. Xanthan Gum
2. Diutan Gum
3. Surfactant

مرکزی شرکت ملی حفاری ایران موجود می‌باشد.
 - ترازوی گل^۳ مدل ۱۴۰ از شرکت فن آمریکا
 - دستگاه فیلتر پرس استاندارد^۴ مدل LPLT ساخت شرکت فن آمریکا
 - گرانیروی سنج دوار^۵ مدل ۳۵ ساخت کارخانه فن آمریکا
 - مخلوط کن
 - pH متر
 - دستگاه فیلتر پرس در دما و فشار بالا^۶ مدل HTHP ساخت شرکت فن آمریکا

مواد مورد استفاده

بیوپلیمر مورد استفاده در این تحقیق، صمغ زانتان با پایداری حرارتی °F ۲۲۵ است که به عنوان افزایش دهنده گرانیروی به کار رفته است. صمغ زانتان یک پلی ساکارید خارج سلولی است که توسط انواعی از باکتری گزانتوموناس تولید می‌شود. این ماده خصوصیات رئولوژیکی ویژه ای دارد و در صنایع مختلف به عنوان پایدار کننده، امولسیون کننده، سوسپانسیون کننده و قوام دهنده کاربردهای گسترده ای دارد.

ماده فعال سطحی تالو آمین پلی اتیلن گلیکول جهت تغلیظ و افزایش ویسکوزیته و خصوصیات ژلی سیال استفاده شده است. تالو آمین ماده فعال سطحی غیر یونی است که مانند سایر مواد فعال سطحی غیر یونی، مخلوطی با تعداد متفاوت واحدهای اتیلن اکساید می‌باشد. به علت وجود گروه آمینی در این ساختار، آمین‌های اتوکسیله با مول اتوکسیله پایین، کاتیونی دارند. آمین‌های اتوکسیله با مول اتوکسیله بالا رفتار مواد فعال سطحی آنیونی از خود نشان داده و با آنها امتزاج پذیرند. در جدول (۱) برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی این مواد آورده شده است.

1. Welan
2. Tallow Amin Poly Ethylene Glycol
3. Mud Balance
4. API Filter Press
5. Rotational Viscometer
6. High Temperature - High Pressure

پلیمری، تغییراتی را در محلول و خواص فصل مشترک ماده فعال سطحی در مقایسه با سیستم های بدون پلیمر به وجود می‌آورد [۹]. گنزالز و همکاران در سال ۲۰۱۱، جهت بالابردن خاصیت روغن کاری گل، به سیال پایه آبی پلیمری، افزایه‌های ماده فعال سطحی اضافه نموده و با بررسی نتایج آزمایشات، دریافتند که افزایه‌های ماده فعال سطحی می‌توانند به صورت قابل توجهی خاصیت روغن کاری را افزایش و ضریب اصطکاک را کاهش دهند و از بروز مشکلات رایج حاصل از تماس لوله‌های حفاری با دیواره چاه جلوگیری نمایند [۱۰].

اگوگبو و رادان در سال ۲۰۱۰، سیستمی متشکل از مخلوط پلیمر ولان^۱ و یک ماده فعال سطحی ویسکوالاستیک را جهت تعیین خواص هرزروی و رئولوژیکی مورد بررسی قرار دادند. آنها آزمایشات را با غلظت‌های مختلف ولان و ماده فعال سطحی به منظور رسیدن به رئولوژی پایدار و کاهش هزینه‌های سیالات حفاری انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که کمترین غلظت مورد نیاز برای دستیابی به پایداری گرمایی، مقدار ۱/۶۸ lb به ازای هر بشکه بیوپلیمر و ۱٪ ماده فعال سطحی است. همچنین، مقدار صافاب در مقایسه با سیستمی که فقط بر پایه پلیمر است، کاهش داشته است. البته برای سیالات بر پایه ماده فعال سطحی که شامل مقدار زیادی ماده فعال سطحی است، هرزروی کامل مشاهده گردید [۱۱].

در این تحقیق، اثر مخلوط بیوپلیمر - سورفکتانت بر روی مشخصات سیال حفاری مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور از بیو پلیمر صمغ زانتان و ماده فعال سطحی تالو آمین پلی اتیلن گلیکول^۲ استفاده شد و مشخصات رئولوژیکی و میزان صافاب سیستم مخلوط حاوی بیوپلیمر و سورفکتانت با نسبت‌های مختلف، اندازه‌گیری شده و مقایسه گردید.

تجهیزات آزمایشگاهی

وسایل به کار رفته شامل موارد زیر است که در آزمایشگاه

جدول ۱ خواص فیزیکی و شیمیایی مواد.

مشخصات	زانتان گام	تالو آمین پلی اتیلن گلایکول
شکل	جامد پودری	مایع
رنگ	زرد مایل به سفید	زرد مایل به قهوه‌ای روشن
pH	-	۸-۱۰
نقطه اشتعال	>۱۰۰ °C	-
وزن مولکولی (gr/mol)	۹۳۳	۹۲۷
قابلیت حل شدن در آب	قابل حل	قابل حل

روش انجام آزمایشات

آماده‌سازی سیالات پایه مورد نظر

ساختن نمونه‌های آزمایشگاهی مورد نیاز، شامل مراحل مختلفی است که برای به دست آوردن نتایج منطقی باید به صورت دقیق انجام گیرد. کنترل pH مخلوط‌ها مرحله‌ای مهم در روند آماده‌سازی و ساخت سیال مورد نظر می‌باشد. نخستین مرحله، آماده‌سازی سیال پایه آبی پلیمری است. برای این منظور ابتدا ۱۰۰۰ ml آب درون سل‌های مخلوط کن ریخته و در حدود ۱/۷۵ lb/bbl زانتان (۱/۲۶٪ وزنی) به آرامی به آن اضافه می‌شود. از اسید هیدروکلریک جهت کاهش میزان pH سیال به حدود ۴ تا ۵ استفاده می‌گردد. این کار به پلیمر کمک می‌کند تا به صورت یکنواخت در سیال پراکنده گردد. سپس، میزان ۲٪ وزنی کلرید پتاسیم جهت جلوگیری از شکست پلیمر به نمونه افزوده و از سود سوزآور جهت برگرداندن میزان pH به مقدار ۱۰ استفاده می‌شود. بعد از ۲۰ دقیقه هم زدن، نمونه پلیمری را به مدت ۲۴ ساعت کنار گذاشته تا آب آن گرفته شود.

در ادامه جهت آماده سازی سیال ماده فعال سطحی ۵٪ حجمی، میزان ۲ ml از ماده فعال سطحی تالو آمین پلی اتیلن گلایکول به مخلوط

کن اضافه و با آب مخلوط می‌گردد. سپس از اسید هیدروکلریک جهت پایین آوردن میزان pH سیال به حدود ۴ یا ۵ استفاده می‌شود. با افزودن مقدار مناسب سورفکتانت به ۲٪ وزنی محلول آب نمک کلرید پتاسیم، سیال پایه سورفکتانتی ۵٪ حجمی به دست می‌آید. این ترکیب پس از حدود ۱ ساعت هم‌زدن، به مدت ۲۴ ساعت در جایی قرار داده می‌شود. تا عمل هیدراسیون در آن انجام شود. پس از آماده‌سازی سیالات پایه پلیمری و پایه ماده فعال سطحی، این سیالات با درصدهای مختلف که در جدول (۲) آورده شده است، مخلوط می‌گردند.

اندازه‌گیری ویسکوزیته و وزن گل

نمونه‌های آماده شده تا خط نشانه به درون سل ویسکومتر ریخته شده و گراندروی آنها در سرعت‌های ۳، ۶، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ rpm دور بر دقیقه، با استفاده از روش استاندارد ASTM D6910-04 اندازه‌گیری می‌شود. جهت اندازه‌گیری وزن نمونه گل آماده شده از ترازوی گل استفاده می‌شود.

اندازه‌گیری میزان هرزروی سیال

میزان هرزروی سیال در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه فیلتر پرس بر اساس روش استاندارد ASTM D5891-02 اندازه‌گیری می‌شود.

جدول ۲- نام‌گذاری نمونه‌های آزمایشگاهی

نمونه	سیال پایه پلیمری	سیال بر پایه ماده فعال سطحی
a ₁	۱/۷۵ lb/bbl (۰.۱/۲۶٪ وزنی)	-
a ₂	-	۰.۵٪ حجمی
a ₃	۰.۹۰ a ₁ ٪	۰.۱۰ a ₂ ٪
a ₄	۰.۷۰ a ₁ ٪	۰.۳۰ a ₂ ٪
a ₅	۰.۵۰ a ₁ ٪	۰.۵۰ a ₂ ٪

نتایج و بحث

بررسی رئولوژی گل

در جدول (۳) نتایج به دست آمده از دستگاه ویسکومتر برای نمونه‌های a₁ تا a₅ ارائه شده است. طبق فرمول زیر، می‌توان مقادیر ویسکوزیته موثر را برای هر یک از نمونه‌ها محاسبه نمود:

$$\mu_e = \frac{300 \times (\theta atany RPM)}{RPM} \quad (1)$$

که در آن $\theta atany$ درجه انحراف نشان داده شده توسط ویسکومتر و RPM سرعت برشی ویسکومتر (rpm) می‌باشد. مقادیر گرانیروی مؤثر برای نمونه‌های a₁ تا a₅ در جدول (۴) آورده شده است.

اندازه‌گیری به کمک دستگاه فیلتر پرس در دما و فشار بالا

ابتدا سل را درون استوانه دستگاه تا ۲۰ °F حرارت داده، سپس بر روی یک پایه قرار داده می‌شود. گل تهیه شده تا خط نشان درون سل ریخته و درب آن محکم می‌گردد. سپس سل وارونه روی یک کاغذ صافی درون استوانه دستگاه قرار داده دما به ۲۰۰ °F رسانده می‌شود. استوانه مدرجی را زیر شیر خروجی قرار داده و فشاری در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ psi اعمال می‌شود. سپس شیر ورودی هوا را باز شده و پس از رسیدن فشار به ۵۰۰ psi تنظیم فشار را بسته تا فشار بیشتری بر روی گل اعمال نشود. سپس شیر ترخیص را باز کرده تا فشار خارج شود و در زمان‌های ۱، ۴، ۷/۵، ۹، ۱۵ و ۳۰ min حجم عصاره خروجی از روی استوانه یادداشت می‌شود

جدول ۳- درجه انحراف نشان داده شده توسط ویسکومتر برای نمونه‌های مختلف

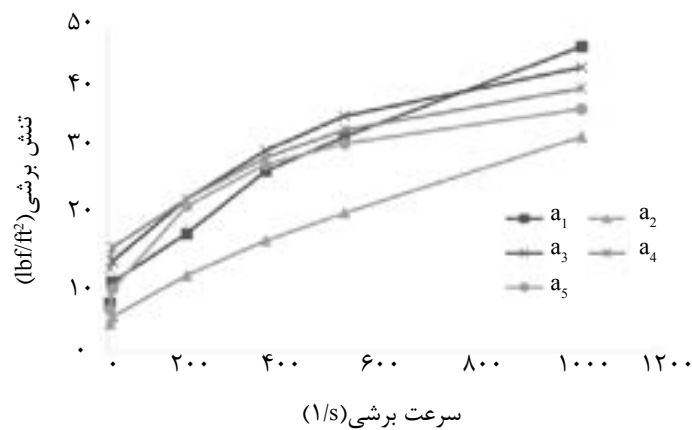
نمونه	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
سرعت (rpm)	درجه انحراف نشان داده شده توسط ویسکومتر				
۶۰۰	۴۴	۳۱	۴۱	۳۸	۳۵
۳۰۰	۳۱	۲۰	۳۴	۳۲	۳۰
۲۰۰	۲۶	۱۶	۲۹	۲۸	۲۷
۱۰۰	۱۷	۱۱	۲۲	۲۲	۲۱
۶	۱۰	۵	۱۳	۱۵	۹
۳	۷	۴	۱۲	۱۲	۶

جدول ۴ مقادیر محاسبه شده ویسکوزیته موثر برای نمونه‌های مختلف.

نمونه	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
سرعت (rpm)	مقادیر ویسکوزیته موثر (cP)				
۶۰۰	۲۲	۱۵/۵	۲۰/۵	۱۹	۱۷/۵
۳۰۰	۳۰	۱۹	۳۳	۳۱	۲۹
۲۰۰	۳۹	۲۴	۴۳/۵	۴۲	۴۰/۵
۱۰۰	۵۱	۳۳	۶۹	۶۶	۶۳
۶	۵۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۷۵۰	۴۵۰
۳	۷۰۰	۴۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۶۰۰

معمولاً رفتار رئولوژیکی گل را با رسم منحنی‌های تغییرات تنش برشی نسبت به سرعت برش نشان می‌دهند. اگر رفتار سیال مطابق هر کدام از مدل‌های رئولوژیکی باشد، معمولاً منحنی تغییرات تنش برشی نسبت به سرعت برشی سیال در مختصات مربوط به آن به صورت یک خط راست می‌باشد. مدل تواین جهت مشخص کردن رفتار سیالات به کار رفته است. در این مدل، افزایش تنش برشی به صورت توانی^۱ از سرعت برشی می‌باشد. شکل (۱) تنش برشی بر حسب سرعت برشی را برای نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که عملکرد نمونه‌های حاوی مخلوط پلیمر- ماده فعال سطحی، تقریباً مشابه عملکرد نمونه سیال پلیمری است. مطابق شکل، تنش برشی در نمونه حاوی پلیمر در سرعت‌های برشی بالا شیب بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارد. در واقع با توجه به جدول (۴) گرانیوی مؤثر نمونه حاوی پلیمر در سرعت‌های برشی پایین، کمتر از نمونه‌های حاوی مخلوط پلیمر و ماده فعال سطحی است. در حالی که در سرعت‌های برشی بالا گرانیوی نمونه پلیمری خالص، بیشتر است. نمونه‌ای که فقط حاوی ماده فعال سطحی است، دارای تنش برشی کمتری نسبت به سایر نمونه است. زیرا گرانیوی این نمونه نسبت به نمونه‌های دیگر در تمامی سرعت‌های برشی کمتر است.

با توجه به جدول (۴)، در سرعت‌های برشی بالا و پایین، نمونه a_1 که فقط حاوی بیوپلیمر است، نسبت به نمونه a_2 که فقط حاوی ماده فعال سطحی است، گرانیوی بیشتری دارد. در مورد نمونه‌های ترکیبی مشاهده می‌گردد که در سرعت‌های برشی بالا، ترکیب ماده فعال سطحی و بیوپلیمر باعث کاهش گرانیوی یا تغییر ناچیز در آن می‌گردد. ولی در سرعت‌های برشی بالاتر، نمونه‌های a_3 و a_4 که مخلوطی از ماده فعال سطحی و بیوپلیمر هستند، با داشتن کمترین غلظت بیوپلیمر در سیالات پایه آبی یعنی غلظت ۱ تا ۲ lb/bbl، نسبت به نمونه‌های خالص a_1 و a_2 دارای تغییرات خطی بهتری می‌باشند. غلظت ماده فعال سطحی در سرعت‌های برشی بالا، صافاب سیال را زیاد می‌کند. این مساله عمدتاً به علت زنجیره‌های طولانی و بلند پلیمرها است که در هنگام استراحت به هم پیچ می‌خورند و هنگامی که به حرکت در می‌آیند، به صورت موازی و منظم در مسیر جریان قرار می‌گیرند. از این رو در نمونه‌هایی با غلظت ۵۰٪ ماده فعال سطحی، میزان صافاب سیال از میزانی که برای سیستم‌های ترکیبی پلیمر و ماده فعال سطحی و یا سیستم‌های پلیمری مورد انتظار است، بسیار بیشتر می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام شده در مخلوط ماده فعال سطحی و پلیمرهای محلول در آب، وقتی غلظت ماده فعال سطحی از ۵ تا ۱۰٪ وزنی بیشتر شود، تمایل به جداسازی فاز در محلول‌های نمکی بیشتر می‌شود [۱۲].

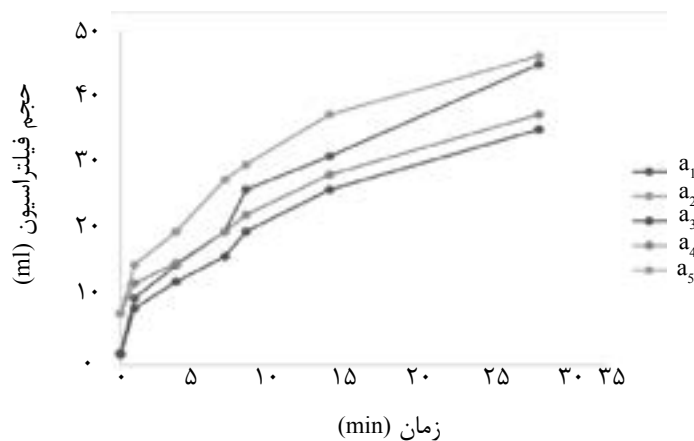


شکل ۱ نمودار تنش برشی بر حسب سرعت برشی برای نمونه‌های مختلف.

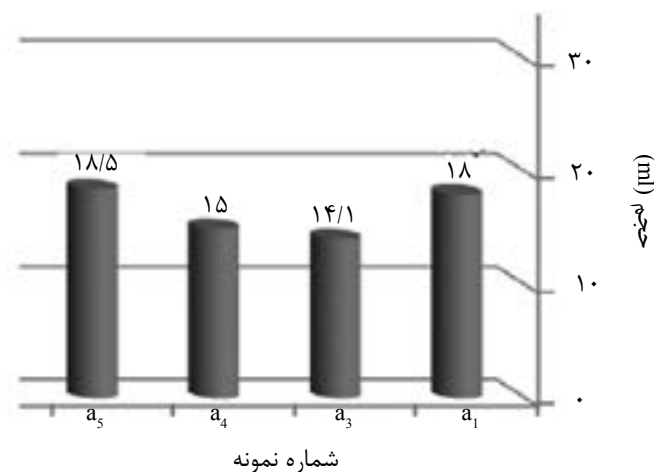
حاوی بیوپلیمرها هستند، از نظر کنترل صافاب عملکرد بهتری دارند. البته نمونه‌ای که فقط حاوی سورفکتانت است، هرزروی کامل دارد. شکل (۳) نمودار میله‌ای میزان صافاب نمونه‌های مختلف را پس از ۳۰ min نشان می‌دهد.

میزان صافاب به دست آمده به کمک دستگاه فیلتر پرس

شکل (۲)، صافاب سیال را طی مدت زمان ۳۰ min برای نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد. مشخص است که نمونه‌های حاصل از مخلوط پلیمر- ماده فعال سطحی در مقایسه با نمونه‌هایی که فقط



شکل ۲ حجم فیلتراسیون (صافاب) بر حسب زمان برای نمونه‌های مختلف.



شکل ۳ مقایسه میزان صافاب برای نمونه‌های مختلف در زمان ۳۰ min.

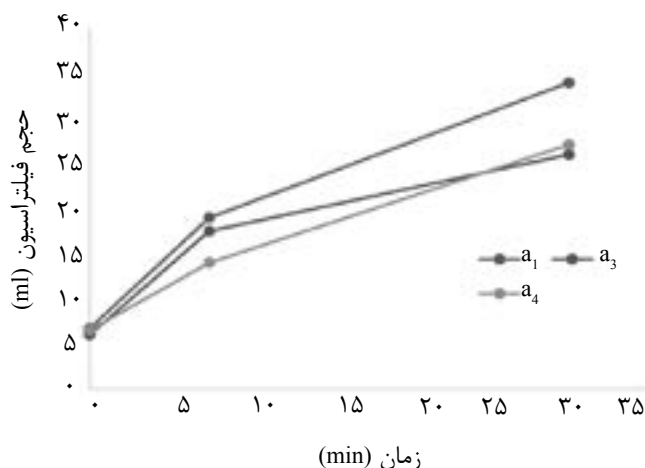
باعث کاهش میزان صافاب شود، تشکیل نمی‌دهد. بنابراین برای رسیدن به نتیجه مطلوب به حداقل حجم بیوپلیمر و در حدود ۱۰٪ از سورفاکتانت با غلظت ۵٪ نیاز می‌باشد [۱۳].

میزان صافاب در دما و فشار بالا

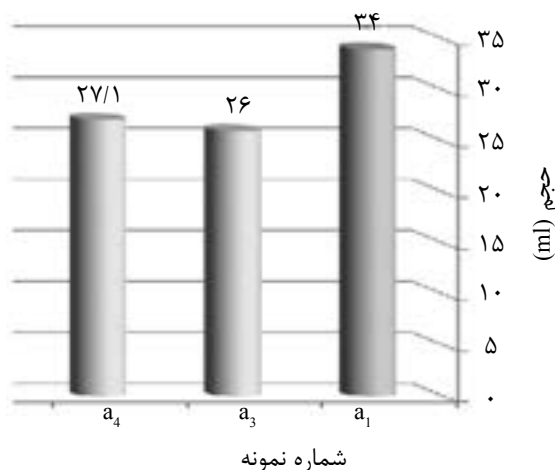
در شکل (۴) میزان صافاب حاصل برای سه نمونه a_1 ، a_3 و a_4 در زمان‌های مختلف نشان رسم است.

با مقایسه میزان صافاب نمونه‌ها توسط دستگاه فیلتر پرس و دستگاه فیلترپرس در دما و فشار بالا، مشاهده می‌شود که در دما و فشار بالا، با افزایش زمان میزان صافاب نمونه‌ها نسبت به حالت دما و فشار پایین با سرعت بیشتری افزایش یافته است. شکل (۵) مقایسه میزان صافاب را در شرایط دما و فشار بالا در زمان ۳۰ min نشان می‌دهد.

نمونه a_3 در حدود ۱۴/۱ ml صافاب دارد، در حالی که نمونه a_1 دارای صافابی در حدود ۱۷ ml است. این کاهش میزان صافاب، ممکن است به علت شباهت‌های مولکول پلیمر و ماده فعال سطحی باشد. مولکول‌های ماده فعال سطحی به سمت مولکول‌های پلیمر هجوم آورده و جذب می‌شوند و باعث تشکیل مایسل‌ها می‌شوند. نیروهای اصلی جذب، آب‌گریز هستند و حضور ذرات با بار مخالف، فعل و انفعالات را افزایش می‌دهد [۶]. در نمونه a_2 که فقط محتوی ماده فعال سطحی است، هرزروی کامل و غیر کنترل شده‌ای مشاهده شد که در نمودارها آورده نشده است. میزان صافاب نمونه a_3 تقریباً با نمونه a_1 برابر است و این مسأله نشان می‌دهد که افزایش ماده فعال سطحی باعث کاهش پایداری سیال شده و یک پیوند قوی را که



شکل ۴ حجم فیلتراسیون (صافاب) بر حسب زمان در دما و فشار بالا برای نمونه‌های مختلف.



شکل ۵ مقایسه میزان صافاب سیال در دما و فشار بالا.

سطحی، در سرعت های برشی بالا نسبت به نمونه‌هایی که شامل سیال پلیمری یا ماده فعال سطحی هستند، دارای تغییرات خطی بهتری است. - در نمونه‌هایی که غلظت ماده فعال سطحی در آنها زیاد است، میزان صافاب از مقداری که برای سیستم‌های ترکیبی پلیمر و ماده فعال سطحی و یا سیستم‌های پلیمری مورد انتظار است بسیار بیشتر است.

- نمونه‌های حاصل از مخلوط پلیمر- ماده فعال سطحی در مقایسه با نمونه‌هایی که فقط حاوی بیوپلیمرها هستند، کنترل صافاب بهتری دارند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق تحت حمایت شرکت ملی حفاری ایران به اتمام رسیده است لذا نویسندگان مقاله لازم می‌دانند مراتب تشکر و سپاس خویش را از مسئولین محترم شرکت ملی حفاری ایران و آزمایشگاه مرکزی مهندسی سیالات حفاری، ابراز می‌نمایند.

با افزودن ماده فعال سطحی به پلیمر، نتایج مشابه با فشار و دمای پایین مشاهده می‌گردد با این تفاوت که میزان صافاب در شرایط دما و فشار بالا بیشتر است. بالا رفتن فشار، باعث وارد آمدن نیروی بیشتری به سیال حین عمل فیلتراسیون شده و در نتیجه میزان صافاب افزایش می‌یابد. همچنین افزایش دما باعث کاهش گرانشی سیال شده و عمل فیلتراسیون را تسهیل می‌کند.

نتیجه‌گیری

در این مقاله خواص رئولوژیکی و کنترل‌کنندگی صافاب گل حفاری پایه آبی در حضور مخلوط بیوپلیمر و ماده فعال سطحی مطالعه شده است. نتایج حاصل به شرح زیر است:

- مخلوط بیوپلیمر- ماده فعال سطحی، از نظر خواص رئولوژیکی و خواص کنترل‌کننده صافاب نسبت به سیالی که بر پایه پلیمر یا ماده فعال سطحی است، عملکرد بهتری دارد.

- نمونه‌های شامل مخلوط بیوپلیمر- ماده فعال

مراجع

- [1]. Navarrete R. C., Dearing H. L., Marsaglia K. M. and Seheult J. M., "Experiments in fluid loss and formation damage with xanthan-based fluids while drilling," IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 2000
- [2]. Navarrete R. C., Seheult J. M. and Coffey M. D., "New bio-polymers for drilling, drill-in, completions, spacer fluids and coiled tubing applications," IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 2000.
- [3] سلماسی سلامزاده، مهریار، بررسی کاربرد رفتار رئولوژیکی پلیمرهای مختلف در حفاری افقی، یازدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، سال ۱۳۸۵.
- [4]. Sarber J. G., Reynolds C., Michel C. M., Haag K. and Morris R. A., "The use of diutan biopolymer in coiled tubing drilling mud systems on the North slope of Alaska," SPE/ICoTA Coiled Tubing and Well Intervention Conference and Exhibition, The Woodlands, Texas, USA, 2010.
- [5] Olatunde A. O., Usman M. A., Olafadehan O. A., Adeosun T. A. and Ufot O. E., "Improvement of rheological properties of drilling fluid using locally based materials," Petroleum & Coal, Vol. 54, No.1, pp. 65-75, 2012.
- [6] Nwosu O. U. and Ewulonu C. M., "Rheological behaviour of eco-friendly drilling fluids from biopolymers," J. of

Polymer and Biopolymer Physics Chemistry, Vol.2, No.3, pp. 50-54. 2014.

- [7]. Patterson E., Topgaard D., Stilbs P. and Soderman O., "Surfactant/nonionic polymer interaction," A NMR Diffusometry and NMR Electrophoretic Investigation, Langmuir, Vol. 20, pp. 1138-1143, 2004
- [8]. Goddard E. D., "Polymer--surfactant interaction part I. uncharged water-soluble polymers and charged surfactants," Colloids and Surfaces, Vol. 19, pp. 255-300. 1986
- [9]. Powell J. W., Parks C. F. and Seheult J. M., "Xanthan and welan: the effects of critical polymer concentration on rheology and fluid performance," International Arctic Technology Conference, Anchorage, Alaska., 1991
- [10]. Gonzalez J. M, Quintero F., Arellano J. E., Márquez R. L., Sánchez C. and Pernía D., "Effects of interactions between solids and surfactants on the tribological properties of water-based drilling fluids," Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Vol. 391, No. 1-3, pp. 216-223, 2011,
- [11]. Ogugbue C., Rathana M. P. and Shah S. N., "Experimental investigation of biopolymer and surfactant based fluid blends as reservoir drill-in fluids," SPE Oil and Gas India Conference and Exhibition, Mumbai, India, 2010
- [12]. Mogolon A.O, "Entrance of oil-base muds into shale," M.Sc. Dissertation, The University of Texas at Austin, USA, 2006.
- [13] Lindman B. and Thalberg K., "Interactions of surfactants with polymers and proteins," Boca Raton: CRC Press, 1993.