

بررسی تجربی اثر اضافه کردن نانو ذرات بر لزجت، خاصیت قلیایی و چگالی گل حفاری پایه آبی

فاضل زارع خفزی*، دانشگاه آزاد اهواز • امین رضا نقره آبادی^۱، دانشگاه چمران اهواز

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۶/۰۳/۱۳

تاریخ ارسال به داور: ۹۶/۰۳/۲۴

تاریخ پذیرش داور: ۹۶/۰۵/۱۲

واژگان کلیدی:

گل حفاری پایه آبی، نانو گل حفاری، اکسید آلومینیوم، خواص رئولوژیکی

چکیده

نانوسیال‌ها، سوسپانسیون نانو ذرات در یکک گل پایه هستند. نانو ذرات معلق باعث تغییر کامل خواص انتقالی گل می‌شوند. به دلیل این خواص ویژه، نانوسیال‌ها کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارند. در این پژوهش جهت دست‌یابی اثر نانو ذرات بر گرانشی، خاصیت قلیایی و چگالی گل حفاری پایه آبی از نانو ذرات اکسید آلومینیوم با اندازه‌ی ۲۵ نانومتر استفاده شد. با افزودن ۱، ۱/۵ و ۲ درصد حجمی نانو ذرات اکسید آلومینیوم به گل حفاری پایه آبی گرانشی ظاهری گل حفاری به ترتیب ۵۰، ۶۱ و ۸۳ درصد افزایش می‌یابد. همچنین با اضافه کردن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به گل حفاری، خاصیت قلیایی و چگالی آن تغییرات چندانی نداشت. یکی از اثرات مهم اضافه کردن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به گل حفاری پایه آبی پایداری زیاد آنست؛ به طوری که بعد از ۱۲۰ ساعت خواص گل بدون تغییر باقی ماند. نانو ذرات اکسید آلومینیوم به دلیل اندازه‌ی نانومتری خود هیچ‌گونه خوردگی در پمپ‌های گل حفاری، لوله‌های حفاری و مت‌های حفاری ایجاد نکرده و با توجه به افزایش گرانشی و پایداری زیاد نانو گل حفاری می‌توان از آن به‌عنوان جایگزین مناسبی برای گل حفاری استفاده کرد.

مقدمه

هستند که برای عملکرد بهینه‌ی گل باید به آنها توجهی ویژه داشت. برای ایجاد خواص مطلوب گل حفاری از مواد شیمیایی خاصی استفاده می‌کنند. فن‌آوری نانو با تغییر ساختار اتم‌های مواد می‌تواند به پیشرفت این بخش کمک کند. خواصی مانند قابلیت انتقال توان هیدرولیکی پمپ، انتقال حرارت و گرانشی زیاد از مهم‌ترین عوامل قابل‌دستیابی با استفاده از نانو کامپوزیت‌ها، نانولوله‌های کربنی و برخی از نانوپودرهای سرامیکی سخت با وزن مخصوص مناسب نظیر نانوپودرهای (اکسید آلومینیوم یا کاربید سلیسیم) هستند [۳]. خواص تیسکوتروپیک گل حفاری را نیز می‌توان با استفاده از نانو افزودنی بهبود بخشید. اگر احیاناً عملیات حفاری قطع شد، گل باید به حالت ژلاتینی درآمده و مانع از ته‌نشینی کنده‌های حفاری و گیر افتادن ابزار حفاری درون چاه شود. البته حالت ژلاتینی گل باید به گونه‌ای باشد که با کمترین تنش، گل از حالت ژلاتینی به حالت روان درآید و دوباره خاصیت تیسکوتروپیک گل را برگشت دهد. سجادیان^۳ و همکاران [۴] طی آزمایش‌هایی نشان دادند که افزایش نانو ذرات به سیال پایه آبی سبب پایداری لزجت و خاصیت قلیایی می‌شود. آنها همچنین نشان دادند که به‌سازی خواص گل حفاری پایه نانو شامل افزایش لزجت و کاهش هرزروی ناگهانی نشان‌دهنده‌ی قابلیت بالقوه‌ی استفاده از این مواد در ترکیب گل حفاری است. ناصر^۴ و همکاران [۵] اثر نانو ذرات در گل حفاری را به‌صورت آزمایشگاهی بررسی کردند. گل حفاری پایه آبی متشکل از موادی مانند بنتونایت، باریت و استارچ است. آنها سپس نانوذره‌ی گرافیت را به گل حفاری اضافه کردند که وزن گل از ۱/۴ به ۲/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب افزایش

گل حفاری را باید به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملیات حفاری چاه نفت به‌شمار آورد؛ زیرا وظایفی بسیار حیاتی از جمله کنترل فشار سازند، پایداری چاه، خنک‌سازی و روان‌سازی مته، انتقال خرده‌های حفاری به سطح و ... را برعهده دارد. ایفای وظایف مهم گل در عملیات حفاری، وجود خواص معین و مطلوبی را در این سیال ضروری می‌سازد [۱]. در حین عملیات حفاری ممکن است خواص گل حفاری تحت تأثیر عوامل تحت‌الارضی و ته‌چاهی به‌گونه‌ای نامطلوب تغییر کند. بنابراین بی‌دلیل نیست که سالانه مبالغ هنگفتی صرف تحقیقات و مطالعات علمی و عملی جهت یافتن وسایل و طرق مناسب برای کنترل صحیح خواص رئولوژیکی گل حفاری یا دست‌کم کاهش اثر عوامل تحت‌الارضی بر این خواص گردد. گل حفاری به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تقریباً با هر یک از مشکلات حفاری در ارتباط است. البته که گل حفاری علت یا راه‌حل همه‌ی مشکلات حفاری است؛ اما وسیله‌ای است که اغلب می‌تواند وخامت و شدت مشکل را کاهش دهد. بعضی بر این باورند که افزودنی‌های^۲ مناسب می‌توانند این مشکلات را حل کنند یا اینکه گل حفاری به‌هر طریقی می‌تواند عملکرد ضعیف حفاری را جبران کند که البته این منظور ما نیست [۲]. یک گل حفاری مناسب، کمترین مقدار مواد افزایه را دارد؛ زیرا در این شرایط کنترل خواص فیزیکی و شیمیایی آن بسیار آسان‌تر است. به‌عبارت دیگر گلی مطلوب است که انعطاف‌پذیر باشد و در صورت نیاز، قابلیت تبدیل به انواع دیگر را دارا باشد. خواصی مانند انتقال حرارت، چگالی، گرانشی و خاصیت قلیایی گل حفاری از مواردی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (zarekhafrifazel_fs@yahoo.com)

به گل حفاری اضافه کردند و نشان دادند که با روش مافوق صوت ضریب اصطکاک ۶/۸۴ درصد و سرعت متوسط نانو گل حفاری در لوله ۴/۴ درصد افزایش می‌یابد و با روش مایکروویو ضریب اصطکاک ۵/۸ درصد و سرعت متوسط نانو گل حفاری در لوله ۳/۷ درصد افزایش می‌یابد.

۱- روش ساخت گل حفاری و نانو گل حفاری

بهبود خواص حرارتی نانو گل بستگی به انتخاب روش تهیهی مناسب سوسپانسیون دارد تا از ته‌نشینی و ناپایداری آنها جلوگیری شود. متناسب با کاربرد انواع بسیاری از نانو گل‌ها از جمله نانو گل اکسید فلزات، نیتربها، کاربید فلزات و غیرفلزات که با استفاده یا بدون استفاده از سورفکتانت‌ها در سیالاتی مانند آب، اتیلن گلیکول روغن به‌وجود آمده است، مطالعات زیادی روی چگونگی تهیهی نانو ذرات و روش‌های پراکنده‌سازی آنها در سیال پایه انجام شده که در این مقاله نانو گل با استفاده از روش دو مرحله‌ای تهیه شده است. در این روش ابتدا نانو ذره یا نانو لوله معمولاً به‌وسیله‌ی روش رسوب بخار شیمیایی در معنای گاز بی‌اثر به‌صورت پودرهای خشک تهیه شده و در مرحله‌ی بعد نانو ذره یا نانو لوله در داخل سیال پراکنده می‌شود. برای این کار از روش‌هایی مانند لرزاننده‌های مافوق صوت یا از سورفکتانت‌ها استفاده می‌شود تا ته‌نشینی نانو ذرات به حداقل رسیده و باعث بهبود رفتار پراکندگی گردد. برای تهیهی گل حفاری می‌توان از آب دریا یا آب شیرین به‌عنوان سیال پایه استفاده کرد که در این پژوهش از آب شیرین استفاده شد و از کاستیک سودا^۶ محصول شرکت ام‌آی^۸ جهت ایجاد pH مناسب جهت فعال‌سازی و بهبود عملکرد پلیمر استفاده گردید. از سودا اش^۹ که محصول شرکت ام‌آی است جهت از بین بردن سختی آب و افزایش حلالیت و آب‌گیری پلیمر استفاده گردید. جهت افزایش گرانیوی سیال از پلیمرهای مختلفی از جمله زانتان گام^{۱۰} استفاده

یافت. اضافه کردن نانو ذرات قدرت از دست‌دهی آب گل حفاری را کم می‌کند. آنها همچنین نشان دادند که افزایش نانو ذرات به گل حفاری سبب افزایش گرانیوی می‌شود و با افزایش دما، گرانیوی کاهش می‌یابد. الیسیری^۵ و همکاران [۶] در مقاله‌ای اثر استفاده از نانو ذرات را در گل حفاری بررسی کرده و نشان دادند که استفاده از نانو ذرات در گل حفاری پایه آبی و روغنی سبب پایداری چاه، کاهش گشتاور اعمالی به شاخه‌ی حفاری، کاهش گیر کردن شاخه‌ی حفاری و کاهش هرزروی گل می‌شود و خنثی‌کننده‌ی گازهای سمی نیز هست. همچنین نشان دادند که به‌دلیل انتقال حرارت زیاد می‌توان از نانو سیالات در گل‌های حفاری در شرایط دما و فشار زیاد استفاده کرد. همچنین مقاله‌ی حاضر به کاهش هزینه‌های حفاری به‌کمک نانو سیالات در سیالات حفاری اشاره کرد. کسیرالوالد^۷ [۷] نشان داد که می‌توان از نانو ذرات به‌عنوان افزاینده‌ی وزن گل، کنترل‌کننده‌ی آب‌دهی گل حفاری، خاصیت روان‌کنندگی، بازدارنده‌ی شیل از فعال شدن، معلق کردن ذرات، کنترل‌کننده‌ی کیک دیواره و ضد خوردگی استفاده کرد؛ وی همچنین نشان داد که نانو ذرات در گل حفاری از پایداری خوبی برخوردارند. حسینی و همکاران [۸] به دو روش مافوق صوت و مایکروویو یک درصد حجمی نانو ذره‌ی اکسید آلومینیوم



شکل ۱ | مواد مورد استفاده جهت تهیهی نانو گل حفاری (از راست به چپ به ترتیب سودا اش، کاستیک و زانتان گام)



شکل ۳ | همزن جهت تهیهی نانو سیال



شکل ۲ | دستگاه لرزاننده‌ی مافوق صوت

رابطه‌ی ۱- نشان‌دهنده‌ی تنش برشی بر حسب نرخ برش برای مدل رفتاری سیال هرشل باکلی^{۱۵} است که n درجه‌ی انحراف سیال از سیال نیوتنی است. k نماینده‌ی غلظت سیال است و نشان می‌دهد که سیال تا چه حد قابل پمپ کردن است.

$$SS = YP + K * (SR^n) \quad (1)$$

گرانروی ظاهری (μ_a) از رابطه‌ی ۲- به دست می‌آید. در واقع گرانروی ظاهری، گرانروی مؤثر در دور ۶۰۰ است.

$$\mu_a = \frac{\theta_{p..}}{\gamma} \quad (2)$$

$$K = \frac{\theta_{p..} - Y_{pi}}{300^n} \quad (3)$$

$$n = \frac{1}{0.30103} \log\left(\frac{\theta_{p..} - Y_{pi}}{\theta_{p..} - Y_{pi}}\right) \quad (4)$$

$$SS = \theta_N * 1/0.66 \quad (5)$$

$$SR = N * 1/7.3 \quad (6)$$

که در آن θ_N عدد خوانده شده از روی عقربه گرانروی سنج دوار بر حسب درجه و N سرعت زاویه‌ی گردونه بر حسب رادیان بر ثانیه است.

۳- دستگاه اندازه‌گیری وزن گل

برای اندازه‌گیری وزن گل، از دستگاه ترازو گل استفاده می‌شود. این دستگاه معمولاً با آب کالیبره می‌شود. باید دقت کرد که برای اندازه‌گیری دقیق وزن گل، نمونه باید قبل از قرار گرفتن در ترازوی گل، گاززدایی شود. در غیر این صورت، چگالی مقدار کمتری خواهد داشت. چگالی یا وزن گل، چندان تحت تأثیر شرایط ته‌چاهی تغییر نمی‌کند؛ زیرا افزایش دما باعث کاهش چگالی می‌شود؛ اما افزایش فشار نیز باعث افزایش چگالی می‌گردد که در شرایط ته‌چاهی، عوامل ذکر شده یکدیگر را خنثی می‌کنند [۱۱].

۴- اندازه‌گیری گرانروی

مقاومت درونی سیال در برابر حرکت را گرانروی می‌گویند. در شکل ۱- تنش برشی بر حسب نرخ برش برای گل حفاری و نانو گل حفاری با درصد‌های مختلف ارائه شده که نشان می‌دهد گل حفاری و نانو گل حفاری یک سیال غیرنیوتنی از نوع هرشل باکلی است. برای سیالات غیرنیوتنی گرانروی ظاهری، n و k سه عامل مهم هستند که در تمیزسازی چاه بسیار اهمیت دارند. در این پژوهش سه عامل مذکور با θ_N خوانده شده از دستگاه ویجی‌متر برای یک گل حفاری و نانو گل حفاری با ۱، ۱/۵ و ۲ درصد حجمی نانو ذره‌ی اکسید آلومینیوم اندازه‌گیری شد. جدول ۱- θ_N عدد خوانده شده از روی عقربه‌ی گرانروی سنج دوار بر حسب درجه و N سرعت زاویه‌ی گردونه بر حسب رادیان بر ثانیه است را نشان می‌دهد. جدول ۲- مقادیر مختلف نقطه‌ی واروی اولیه، k و n را برای گل حفاری و نانو گل حفاری با درصد‌های حجمی مختلف نشان می‌دهد.

شده است. این پلیمر یک پلی‌ساختارید محلول با وزن مولکولی زیاد و وزن مخصوص $1/5 \text{ kg/m}^3$ است که سبب ایجاد گرانروی بیشتر برای تمامی سیستم‌های پایه آبی گل حفاری می‌شود. اضافه کردن این پلیمر به سیستم گل حفاری باعث افزایش گرانروی گل در نرخ برش‌های متفاوت شده و در نتیجه باعث افزایش و بهبود خاصیت حمل‌کنندگی گل حفاری خواهد گردید. باید دقت کرد جهت تهیه‌ی گل حفاری باید مراحل زیر به ترتیب انجام گیرد. شکل ۱- مواد استفاده شده در تهیه‌ی گل حفاری را نشان می‌دهد [۳ و ۹].

مراحل تهیه‌ی گل حفاری به شرح زیر است:

- آب به‌عنوان سیال پایه به مقدار مورد نیاز
- اضافه کردن ۰/۵ پوند بر بشکه کاستیک سودا (آزمایشگاهی: ۰/۵ گرم در ۳۵۰ سی‌سی آب)
- اضافه کردن ۲-۱ پوند بر بشکه سودا اش (آزمایشگاهی: ۲-۱ گرم در ۳۵۰ سی‌سی آب)
- اضافه کردن ۰/۵-۱ پوند بر بشکه زانتان گام (آزمایشگاهی: ۰/۵-۱ گرم در ۳۵۰ سی‌سی آب)

هنگام اضافه کردن زانتان گام به آب باید دقت کرد که این کار به آرامی صورت گیرد تا فرصت کافی برای واکنش پلیمر باشد. در غیر این صورت گل حفاری حالت کلوخه‌ای به‌خود می‌گیرد و خواص مناسبی نخواهد داشت.

در تهیه‌ی نانو گل از نانو ذره‌ی اکسید آلومینیوم ساخت آمریکا استفاده شد. قطر این نانو ذره ۲۵ نانومتر با درصد خلوص ۹۹/۹ درصد و از نوع پودر آلفاست که سطح تماس آن 100 gr/m^2 و چگالی آن 3965 kg/m^3 است. برای تهیه‌ی نانو گل از روش دومرحله‌ای استفاده شده است. در این روش ابتدا نانو ذره‌ی اکسید آلومینیوم به‌وسیله‌ی روش رسوب بخار شیمیایی در یک گاز بی‌اثر و به‌صورت پودرهای خشک تهیه می‌شود. در مرحله‌ی بعد نانو ذره‌ی اکسید آلومینیوم در داخل سیال (در این پژوهش آب شیرین) پراکنده می‌شود. برای این کار از روش‌هایی مانند لرزاننده‌های مافوق صوت و همزن‌های قوی استفاده می‌شود که لرزاننده‌ی مافوق صوت به کار رفته در این روش از مدل هلشر^{۱۱} است (شکل ۲-). همچنین از همزن مدل همیلتن بیچ^{۱۲} محصول شرکت ام‌آی استفاده شد (شکل ۳-). تا با پراکندگی مؤثر ذرات، ته‌نشینی آنها به حداقل رسیده و باعث بهبود رفتار پراکندگی گردد. در این پژوهش سه نانو سیال با غلظت ۱، ۱/۵ و ۲ درصد حجمی ساخته شده است. روش تهیه‌ی نانو گل حفاری دقیقاً شبیه تهیه‌ی گل حفاری است؛ با این تفاوت که به‌جای استفاده از آب، از نانو گل اکسید آلومینیوم به کار می‌رود.

۲- تئوری گرانروی ظاهری، تنش برشی و نرخ برش سیال

گرانروی سنج دوار نسبت به قیف مارش، اندازه‌گیری دقیق‌تری از خصوصیات حرکتی گل ارائه می‌دهد. رایج‌ترین آن ویجی‌متر^{۱۳} مدل A3، ساخت کارخانه‌ی فانن^{۱۴} است. این دستگاه علاوه بر اندازه‌گیری گرانروی گل، می‌تواند نقطه‌ی واروی، قدرت ژله‌ای و گرانروی ظاهری را نیز تعیین کند [۱۰].

بر گالن (۱/۰۱۸) گرم بر سانتی متر مکعب) به دست آمد. همان طور که نتایج نشان می دهد با افزودن نانو ذرات تغییرات زیادی در چگالی گل حفاری ایجاد نشد که این به دلیل کوچک بودن ابعاد نانو ذرات است.

۶- اندازه گیری خاصیت قلیایی

در این پژوهش جهت اندازه گیری خاصیت قلیایی از PH سنج استفاده شد که PH گل حفاری برابر ۱۱/۷۴ و PH نانو گل حفاری با یک درصد حجمی برابر ۱۱/۸۱ و PH نانو گل حفاری با ۱/۵ درصد حجمی برابر ۱۲ و PH نانو گل حفاری با ۲ درصد حجمی برابر ۱۲/۳۲ بود. از آنجا که نانوذره Al_2O_3 فاقد مولکول هیدروژن (H) است و با هیچ کدام از مواد اولیه تهیهی گل حفاری واکنشی نمی دهد تا منجر به تولید H شود، افزودن نانوذره اکسید آلومینیوم به گل حفاری اثر بسیار ناچیزی بر PH داشته است.

۷- بررسی پایداری نانو گل حفاری

همان طور که می دانیم گل حفاری مناسب باید در شرایط دما و فشار زیاد درون چاه قابلیت حمل و خواص خود را تا حد ممکن حفظ کند.

۱ | عدد خوانده شده از روی عقربه ی گرانیوی سنخ دوار بر حسب درجه و N سرعت زاویه ی گردونه بر حسب رادیان بر ثانیه برای گل حفاری و نانو گل با درصد های مختلف حجمی

	(RPM) θ_3	(RPM) θ_6	(RPM) θ_{100}	(RPM) θ_{200}	(RPM) θ_{300}	(RPM) θ_{600}
گل حفاری	۵	۶	۱۱	۱۳	۱۴	۱۸
۱ درصد حجمی	۶	۷	۱۳	۱۷	۲۱	۲۷
۱.۵ درصد حجمی	۶	۸	۱۵	۱۹	۲۳	۲۹
۲ درصد حجمی	۸	۹	۱۶	۲۲	۲۶	۳۳

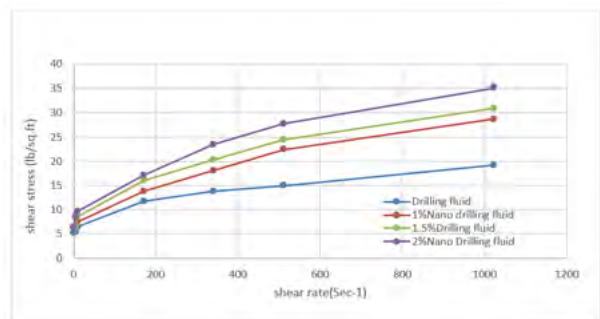
۲ | مقادیر مختلف نقطه ی واروی اولیه، ثابت k و n

	YPi (lb/sq.ft)	n	K (lb.ft. sec ⁿ /ft ²)
گل حفاری	۲۳۳۵/	۵۲۵۰/	۳۹۹۰/
نانو گل حفاری ۱ درصد حجمی	۲۸۹۶/	۴۹۳۰/	۸۸۱۰/
نانو گل حفاری ۱/۵ درصد حجمی	۲۸۹۶/	۴۴۲۰/	۳۳۸۱/
نانو گل حفاری ۲ درصد حجمی	۶/۶۹۳	۰/۰۴۴	۱/۰۹۵

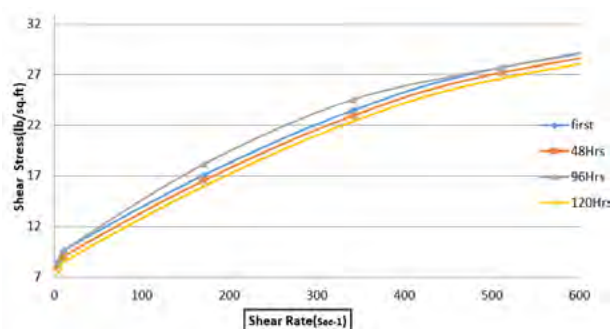
با توجه به نتایج جداول ۱ و ۲ با افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به گل حفاری k افزایش می یابد و افزایش آن موجب افزایش گرانیوی مؤثر و در نتیجه افزایش قابلیت پاک سازی چاه می گردد. از سوی دیگر افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به گل حفاری سبب کاهش n می شود که این کاهش باعث مسطح تر شدن پروفایل جریانی فضای حلقوی می گردد. این عوامل موجب کاهش چرخش خرده های حفاری در زمان حمل و جلوگیری از خرد شدن مجدد آنها می گردد. همچنین افزودن نانو ذره به گل حفاری موجب معلق باقی ماندن نانو ذرات در گل حفاری می شود. این نانو ذرات به صورت خوشه ای در فضاهای خالی قرار می گیرند که این امر سبب افزایش گرانیوی ظاهری گل حفاری می گردد. در نتیجه با توجه به نتایج بالا افزودن اکسید آلومینیوم به گل حفاری سبب بهبود خواص گل شده است.

۵- اندازه گیری چگالی گل حفاری

در این پژوهش جهت اندازه گیری چگالی گل حفاری از ترازوی مخصوص گل استفاده شد. ابتدا ترازو با آب کالیبره و سپس چگالی گل حفاری اندازه گیری شد که برابر ۸/۳۳ پوند بر گالن (۰/۹۹۸) گرم بر سانتی متر مکعب) بود. سپس چگالی نانو گل حفاری اندازه گیری شد که با یک درصد حجمی، برابر ۸/۴۴ پوند بر گالن (۱/۰۱۱) گرم بر سانتی متر مکعب)، با ۱/۵ درصد حجمی برابر ۸/۴۶ پوند بر گالن (۱/۰۱۳) گرم بر سانتی متر مکعب) و با ۲ درصد حجمی برابر ۸/۵ پوند



۴ | تنش برشی بر حسب نرخ برش برای گل حفاری و نانو گل حفاری با درصد های حجمی مختلف



۵ | نمودار تنش برشی بر حسب نرخ برش در زمان های مختلف برای نانو گل با ۲ درصد حجمی

۸۳ درصد افزایش خواهد یافت.

- با افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم با قطر ۲۵ نانومتر به گل حفاری پایه آبی، چگالی گل حفاری افزایش خواهد یافت اما این افزایش ناچیز است.
- با افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم با قطر ۲۵ نانومتر به گل حفاری پایه آبی خاصیت قلیایی گل حفاری افزایش خواهد یافت اما این افزایش ناچیز است.
- با توجه به واکنش ناپذیری نانو ذرات اکسید آلومینیوم با افزایش‌های شیمیایی مورد استفاده در گل‌های حفاری، این نانو ذرات گزینه‌ی مناسبی برای استفاده در گل‌های حفاری است
- خواص نانو گل حفاری بعد از ۱۲۰ ساعت بدون تغییر ماند که نشان از پایداری زیاد نانو گل حفاری است. این ویژگی تا حد زیادی هزینه‌هایی مثل مصرف مجدد مواد افزودنی جهت بازیابی خواص اولیه را کاهش می‌دهد.
- با افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم با قطر ۲۵ نانومتر به گل حفاری پایه آبی نماینده‌ی غلظت (k) افزایش و درجه‌ی انحراف گل از گل نیوتنی (n) کاهش می‌یابد که این تغییرات سبب بهبود عملیات پاکسازی چاه می‌شود.

از آنجا که در عملیات حفاری پمپ‌های گردش گل حفاری خاموش می‌شوند باید گل حفاری درون چاه و درون مخازن از پایداری زیادی برخوردار باشند که در این پژوهش پایداری نانو گل حفاری در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۱۲۰ درجه‌ی فارنهایت و فشار اتمسفر) بررسی گردید و نشان داده شد که با افزودن ۱ و ۱/۵ و ۲ درصد نانوذره‌ی اکسید آلومینیوم به گل حفاری، خاصیت قلیایی نانو گل حفاری بعد از گذشت ۱۲۰ ساعت هیچ تغییری نداشت. لازم به ذکر است که پس از ۱۲۰ ساعت نانو گل حفاری هم‌زده شد که در غلظت‌های مختلف هیچ‌گونه ته‌نشینی مشاهده نگردید و سپس خواص نانو گل دوباره اندازه‌گیری شد. شکل-۲ تنش برشی بر حسب نرخ برش نانو گل، همچنین ۴۸، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت پس از تهیه‌ی نانو گل را نشان می‌دهد که تغییرات چندانی نداشته که این امر نشان از حفظ پایداری نانو گل حفاری است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

■ با افزودن ۱، ۱/۵ و ۲ درصد حجمی نانو ذرات اکسید آلومینیوم با قطر ۲۵ نانومتر به گل حفاری پایه آبی، گرانروی ظاهری به ترتیب ۵۰، ۶۱ و

پانویس‌ها

1- A.noghrehabadi@gmail.com	7- Caustic soda	13. VG – meter
2- Additive	8- MI company	14- Fann
3- Sajjadian	9- Soda Ash	15- Herschel-Bulkley fluid
4- Nsser	10- Xhantan Gam	16- Power law index
5- Al Yasiri	11- Hielscher	17- Consistency inde
6- Kasialvalad	12- Hamilton Beach	

منابع

- [1] Davidson, E. "Control of Circulation in Fractured Limestone Reservoir", IAD/SPE, 2000, pp. 9.
- [2] Fidan, E. Halliburton Babadaghli, T. "Use of Cement as Lost Circulation Material-Field Case Studies", Presented at the IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition held in Kuala Lumpur, Malaysia, 2004, 13-15 September.
- [3] Sawmirski, MR. "Rheological Behavior of oil wall Drilling fluids", International Journal of rock Mechanics and mining Science, Geomechanics Abstracts 12, IS.4, 1975.
- [4] Sajjadian, M., Soleimani, M., Saleh Hendi, S., Esmaeilpour Motlagh, E., "Design of Water-based Drilling Fluids for Obtaining High-Quality Fluid properties during the drilling operation", First International Conference of Oil, Gas, Petrochemical and Power Plant, 2012, PP. 686-6115.
- [5] Nasser, J., Jesil, A., Mohiuddin, T., Al Ruqeshi, M., Devi, G., Mohataram, S., "Experimental Investigation of Drilling Fluid Performance as Nanoparticles", Journal of Nano Science and Engineering, Vol:3, 2013, PP.57-61.
- [6] Al-Yasiri, M. S., "Waleed Tareq Al-Sallami, How the Drilling Fluids Can be Made More Efficient by Using Nanomaterials", American Journal of Nano Research and Applications, VOL. 3, 2015, PP. 41-45.
- [7] Kasiralvalad, E., "The great potential of nanomaterials in drilling & drilling fluid applications", International Journal of Nano Dimension, vol.5, 2014, PP.463-471.
- [8] Hosseini, S, F Farahbod, F and Zargar, G, "The study of effective of added Aluminum Oxide nano particles to the drilling fluid: the evaluation of two synthesis methods" Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology, 2016
- [9] MI Drilling Fluid Manual, 2014
- [10] بهمنی، ح. اصول مهندسی و عملیات کنترل فوران و مهار چاه‌های نفت و گاز تهران، پارک علم و فن آوری دانشگاه تهران، ۱۳۹۰
- [11] Sadegholvad, M. J., Faghih, A., "Age and microfacies of the Jahrum Formation, Zagros mountains", Iran, Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 2007, 120-129.