طراحی و ساخت یک سیال حفاری پایه آبی و دوست‌دار محیط زیست برای جایگزینی با سیالات حفاری پایه روغنی مورد استفاده در حفاری سازندهای حساس به آب

علی قجری*، علیرضا نصیری، حبیبه شیخ رستم‌آبادی و سید علیرضا مرتضوی
پژوهشگاه صنعت نفت، واحد پژوهش حفاری
Ghajaria@ripi.ir

پژوهش نفت
سال بیستم
شماره ۶۳
صفحه ۳۸-۲۷، ۱۳۸۹

چکیده

در این تحقیق با استفاده از نتایج شناسایی انجام شده برروی سازندهای شیلی میادین ایران و بررسی تاریخچه حفاری در این سازندها، یک سیال حفاری پایه آبی و دوستدار محیط زیست برای جایگزینی با سیالات حفاری پایه روغنی طراحی و ساخته شده است. این سیال دارای خواص مطلوبی برای حفاری در این لایه‌ها می‌باشد. در ساخت این سیال از افزایه‌های جدیدی شامل عوامل بازدارنده، نسل جدید پلیمرها وجامدات سایزبندی شده استفاده شده است. از اهم ویژگی‌های این سیال کنترل نفوذ صاف‌آب و فشار گل به درون سازند، کاهش فعالیت رس‌ها از طریق تغییر ماهیت آنها، پایدارسازی کنده‌های حفاری، کاهش آسیب وارده به سازند، پایداری در مقابل درجه حرارت‌های بالا و تغییر اسیدیته و توانایی سازگاری با انواع آلاینده‌هایی که در خلال عملیات حفاری وارد گل می‌شوند را می‌توان نام برد. خاصیت روان‌سازی و بازیافت کنده‌های شیلی در سیال ساخته شده در مقایسه با سایر سیالات مشابه بهتر می‌باشد. جایگزینی این سیال با سیالات حفاری پایه روغنی مورد استفاده در صنعت حفاری علاوه بر کاهش هزینه‌ها، می‌تواند در حفاظت از محیط زیست و کاهش آسیب‌های وارده بر افراد در تماس با سیال حفاری مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: حفاری، شیل، ناپایداری دیواره چاه، سیال حفاری پایه آبی، سیال حفاری پایه روغنی، پلیمر، گلایکول

مقدمه

شیل‌ها به‌دلیل ویژگی‌های خاص خود عامل بسیاری از مشکلات در حین عملیات حفاری می‌باشند. برخی از عوامل مکانیکی مثل فشار گل حفاری، تنش‌های حرارتی، حرکت رشته حفاری (ضربه زدن و مکش) و یا حرکت پلاستیکی شیل و عوامل شیمیایی مثل آبگیری یا دفع آب، می‌توانند باعث تغییر شکل و یا تخریب شیل‌ها و در نهایت ایجاد مشکلات در عملیات حفاری شوند.

Archive of SID
www.SID.ir

ناپایداری حفره باز، افزایش گشـتاور و اصطکاک در رشته حفاری، هرزروی گل، افزایش جامدات گل، گشادگی چاه، سـیمان‌کاری ضعیف، تنگ شـدن چاه و یا گیرکردن رشته حفاری از نتایج ناپایداری شـیل‌ها می‌باشند. مجموع موارد فوق منجر به اتلاف زمان و هزینه‌های بسـیاری در صنعت حفاری می‌شـوند [۱]. روش‌های حل این مشـکلات نیز شامل روش‌های مکانیکی مثل افزایش وزن گل یا تراشیدن دیواره چاه و یا روش‌های شیمیایی مثل استفاده از سیالات حفاری بازدارنده است. از آنجاکه کانی‌های رسی از اجزای اصلی تشکیل دهنده سنگ‌های رسوبی سطح زمین هستند، هرگونه عملیات حفاری ما را به ناچار با مشـکلات ناشی از آنها مواجه می‌کند. لذا شـناخت درسـت خصوصیات و ویژگی‌های کانی‌های رسی و نیز سازندهای شیلی که عامل این مشکلات هستند و ارائه راهکارهای مناسب برای رفع آنها از الزامات هر عملیات حفاری موفق می‌باشد. مطالعات و تحقیقات زیادی برای شـناخت و حل دقیق مشـکلات مربوط به شیل‌ها انجام گرفته است، اما هنوز راه حل کاملی در این خصوص ارائه نشـده است. سـیالات حفاری پایه روغنـی تاکنون بهترین گزینه برای حفاری در سـازندهای شـیلی بوده‌اند اما بـه علت هزینه بالا و مسـائلی که برای محیط زیسـت ایجاد می‌کنند، برای جایگزین کردن آنها با یک سیال پایه آبی و دوست‌دار محیط زیست تلاش می‌شود. تـا به حال از افزودنی‌های خاص در سـیالات حفاری پایه آبی به‌منظور پایدارسـازی سازندهای حساس مثل نمک‌ها، پلیمرها، آسفالتین‌ها، گیلسونیت‌ها، گرافیت‌ها، سیلیکات‌ها و گلیکول‌ها اسـتفاده شـده اسـت [۳-۱].متخصصین بر ایـن باورند که نمی‌توان دسـتورالعمل واحـدی برای رفع مشکلات شـیل‌ها در سطح جهانی پیشـنهاد داد بلکه باید برای هر منطقه بر اسـاس شـرایط موجود بهترین راه حل ممکن را ارائه کرد.

شناسایی شیل ها و بررسی تاریخچه حفاری در مناطق مختلف ایران

گام اول در طراحـی سـیالات بازدارنده، شناسـایی کامل سـازندهای شیلی اسـت. هدف از شناسایی شیل‌ها، تعیین نوع کانی‌های رسـی موجود در نمونه شـیل، خصوصیات سـیال موجود در حفره شـیل، مقدار فعالیت شیل و تعیین ویژگی‌های مشکل‌ساز شیل‌ها مثل آماس و پراکندگی و غیره می‌باشـد [٤]. برای دستیابی به نتایج دقیق در آزمایش‌های شناسایی شـیل‌ها، نمونه‌ها باید شرایط اولیه خود را حفظ کرده باشند. تغییر سـریع ماهیت کنده‌ها و مغزه‌های شیلی در اثر تغییر شـرایط تنش و فشار و از دست دادن سیالات محتوی شیل، دقت اطلاعات به‌دست آمده در مورد شیل‌ها را محـدود می‌کند [۵]. اطلاعات کلی مثل موقعیت میدان، زمین شناسـی عمومی ناحیه، عمق، فشـار، دما، اطلاعات تکتونیکی، زمین‌شناسـی ساختمانی و غیره تا حد ممکن از منابع مختلف قابل استحصال می‌باشند.

مطالعه تاریخچه حفاری چاه‌های حفر شده در این نواحی نیز یکی دیگر از مراحل شناسایی است. مشخصات سازند، نوع مشـکل، نوع و خصوصیات سیال حفاری، مدت زمان تماس سـازند با سیال حفاری، راه‌کارهای استفاده شده در حل مشکل و نتایج به‌دست آمده از جمله اطلاعاتی هستند که از مدارک، قابل دسـتیابی هسـتند. در مرحله شناسایی مستقیم، ترکیب کانی‌شناسی نمونه‌های شیل دریافتی از نظر کمـی و کیفی مورد تجزیه و تحلیل قـرار گرفتند. برروی نمونه‌های بالک، آزمایش XRD[1] انجام شـد و با مشـاهده نشـانه‌هایی از کانی‌های رسی در نمونه، آزمایش استخراج کانی‌هـای رسـی از نمونه‌هـا انجام گرفـت و نمونه‌ها به روش‌های نرمال، حرارتی و اشباع اتیلنی آماده‌سازی شدند. تهیه تصویرهای SEM[2]، طیف سنجی پرتوهای گامای نمونه و اندازه‌گیـری ظرفیت تبادل یونی نمونه‌های مغزه از دیگر آزمایش‌های شناسایی بودند. نمودارهای پتروفیزیکی برای شناسایی محل، نوع و مقدار سازندهای شیلی مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین محل‌های ناپایداری دیواره چاه شامل تنگ شدگی و گشادشدگی و پیش‌بینی فشار سیال سازند از طریق این نمودارها تعیین شـدند. با توجه به شناسایی‌ها و مطالعات انجام شده بر روی سازندهای شیلی ایران، به‌طور کلی ویژگی‌های این سـازندها را می‌توان به شرح زیر بیان کرد [٦و٧]:

۱- بر اساس اطلاعات موجود مهمترین انواع ناپایداری‌های

1. X-Ray Diffraction
2. Scanning Electron Microscope

Archive of SID
www.SID.ir

موجود در سازندهای شیلی ریزش و تنگی دیواره چاه می‌باشد.

۲- ناپایداری مکانیکی به‌واسطه تنش‌های تکتونیکی در سازندهای شکننده، نفوذ سیال حفاری بین شکاف‌های موجود در شیل‌ها و یا آبگیری کانی‌های رسی و متلاشی شدن ساختار شیل می‌تواند علت ریزش‌ها باشد. علت تنگی چاه نیز می‌تواند تغییر شکل پلاستیکی و یا تأثیر هیدراسیون گل و واکنش سنگ و سیال باشد.

۳- به‌علت وجود پایداری نسبی در حفاری با سیالات پایه روغنی، دلیل عمده ناپایداری شیل، واکنش شیل‌ها با گل‌های پایه آبی است.

٤- این سازندها دارای فشار نرمال می‌باشند، لذا احتمال ناپایداری به‌واسطه فشار بالای حفره منتفی است.

۵- در این میادین استفاده از گل پایه روغنی، همیشه پایداری چاه را به‌همراه ندارد، یعنی ناپایداری‌ها می‌توانند منشأ مکانیکی نیز داشته باشند.

ویژگی‌های گل طراحی شده

پس از تحلیل اطلاعات چاه‌ها، شامل اطلاعات زمین‌شناسی، حفاری و پتروفیزیک مناطق مختلف، وجود هر دو نوع شیل ریزشی و آماسی در سازندهای مورد حفاری ایران قطعی به نظر می‌رسد [٦ و ۷]. گل طراحی شده با در نظر گرفتن همه احتمالات تأثیرگذار، می‌تواند ویژگی‌های زیر را داشته باشد [۸] و به‌عنوان یک سیال حفاری جدید مورد استفاده قرار گیرد:

۱- دارای کمترین احتمال واکنش با شیل آبگیری و آماس می‌باشد.

۲- دارای قابلیت استحکام بخشی به‌وسیله تبادل یونی می‌باشد.

۳- دارای خواص رئولوژیکی کنترل شده برای کاهش مشکل ناپایداری شیل‌هاست.

٤- دارای افت صاف‌آب کمینه می‌باشد.

۵- در مقابل دما و آلاینده‌ها پایدار می‌باشد.

٦- کمترین آسیب را به سازندهای بهره‌ده وارد می‌کند.

طراحی و ساخت سیال حفاری

یک برنامه قدم به قدم طراحی سیال حفاری مناسب در حفاری یک سازند شیلی پس از شناسایی کامل سازند شیلی و شرایط محیطی حاکم، معمولا شامل مراحل زیر است [۸]:

۱- تعیین وزن و رئولوژی سیال حفاری.

۲- چگونگی جلوگیری از نفوذ صاف‌آب و فشار گل به درون سازند.

۳- تبدیل رس‌ها به کانی‌هایی با فعالیت کمتر.

٤- کنترل pH گل.

۵- بررسی تاثیر آلاینده‌های الکترولیتی بر سیال حفاری.

٦- بررسی پایداری در برابر دمای زیاد و زمان.

۷- بررسی میزان صدمه‌رسانی به لایه‌های بهره‌ده.

۸- بررسی خاصیت روان‌کاری گل.

مراحل طراحی آزمایشگاهی

با توجه به خواص مورد نیاز برای این سیال و شرایط کاربردی آن در مناطق عملیاتی مشکل‌دار با انجام آزمایش‌های متعدد ساخت نمونه، مطلوب‌ترین افزایه‌ها انتخاب شدند و در مقادیر مختلف به منظور رسیدن به اهداف فنی مورد نظر در آزمایش‌های ساخت گل در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفتند. پس از آن بهترین فرمولاسیون برای سیال حفاری پیشنهادی با وزن مخصوص ۱/۲ g/cm^3 به شرح ذیل به‌دست آمد. لازم به ذکر است که طراحی این سیال به گونه ایست که با تغییرات جزئی می‌توان سیالات حفاری با وزن‌های مختلف را نیز فرموله کرد.

ساخت یک بشکه آزمایشگاهی این گل شامل مراحل زیر است:

۱- ۳۵۰ سی‌سی از یک نوع آب منطقه (حاوی ۳۰۷۲ ppm Ca^{2+}، ۳۹۷۸۳ ppm NaCl و ۲٤۱٤۰ ppm Cl^-) تهیه می‌شود.

۲- بی‌کربنات سدیم به آب اضافه شده و ۱ دقیقه مخلوط می‌شود.

۳- پلیمرهای کنترل کننده افت صاف‌آب اضافه می‌شوند و ۲۰ دقیقه در دور بالا مخلوط می‌شوند.

٤- پلیمر PHPA اضافه و ۲۰ دقیقه در دور بالا مخلوط می‌شود.

۵- پلیمر ایجاد گرانروی اضافه شده و ۲۰ دقیقه در دور بالا مخلوط می‌شود.

٦- نمک‌ها اضافه و ۱۰ دقیقه مخلوط می‌شوند.

۷- گلیکول اضافه و ۱۰ دقیقه مخلوط می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- فرمولاسیون گل پیشنهادی

ترتیب افزودن	نوع ماده	مقدار	زمان اختلاط	کارکرد در سیال
۱	آب منطقه	۳۵۰ سی سی		
۲	بی‌کربنات سدیم	۱ گرم	۱ دقیقه	حذف یون‌های دو ظرفیتی
۳	پلیمرهای سنتزی کنترل افت صاف‌آب[1]	۶+۱ گرم	۲۰ دقیقه	کنترل افت صاف‌آب
٤	پلیمر PHPA	۱ گرم	۲۰ دقیقه	کپسول کننده سطح شیل
٥	بیوپلیمر XC	۱/٥ گرم	۲۰ دقیقه	ایجاد گرانروی
٦	کلرید پتاسیم	۲۱ گرم	۱۰ دقیقه	پایدار سازی شیل
۷	کلرید سدیم	۹۱ گرم	۱۰ دقیقه	ایجاد وزن
۸	گلیکول	۱۷/٥ سی سی	۱۰ دقیقه	پایدار سازی
۹	کربنات کلسیم دانه‌بندی شده	٥ گرم	٥ دقیقه	ایجاد کیک و تنظیم وزن
۱۰	پتاس	۰/۲ گرم	٥ دقیقه	تنظیم pH

۸- کربنات کلسیم سایزبندی شده اضافه و ٥ دقیقه مخلوط می‌شود

۹- پتاس اضافه و ٥ دقیقه مخلوط می‌شود.

مراحل ۱ تا ۹ همراه با کارکرد و مقادیر مواد در جدول۱ آورده شده‌اند.خواص به‌دست آمده از این گل در دو مرحله بعد از ٢٤ ساعت نگهداری در مرحله اول و ١٦ ساعت هات رول در دمای ۲٥۰ درجه فارنهایت در مرحله دوم در دمای ۱٤۰ درجه فارنهایت اندازه‌گیری شد (جدول ۲). همان‌گونه که از نتایج جدول۲ و شکل۱ مشخص است رئولوژی سیال پیشنهادی قبل و بعد از چرخش، بسیار مطلوب بوده و به‌دلیل وجود پلیمرهای ویژه، حتی بعد از حرارت افت صاف‌آب سیال پیشنهادی کاهش داشته است. اندود صافی ایجاد شده دارای پیوستگی و ضخامت بسیار مناسب بوده (شکل۲) که این امر سبب می‌شود سیال پیشنهادی بتواند دیواره‌سازی مناسبی را در اطراف چاه ایجاد کرده و از کاهش قطر چاه و خطر گیر لوله‌ها ممانعت کند. علاوه بر موارد مذکور، سیال پیشنهادی به‌مدت ٤٨ ساعت در یک استوانه مدرج به‌صورت استاتیک نگهداری شد که پایداری آن با زمان بسیار مناسب بوده و هیچ‌گونه به هم خوردن همگنی سیال (دوفازی) مشاهده نشد (شکل۳).

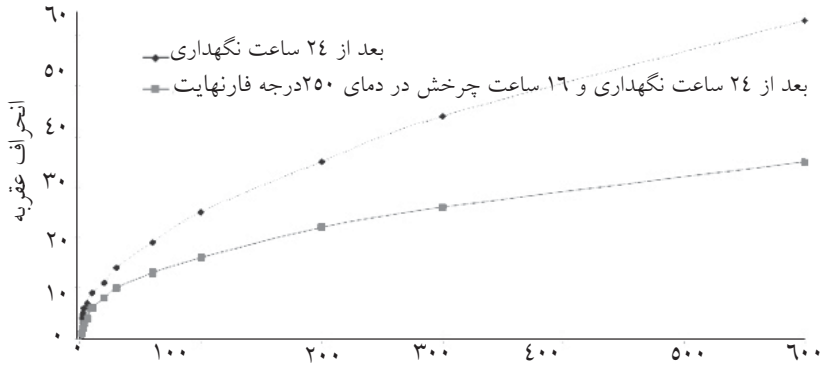
جدول۲- خواص گل پیشنهادی

	بعد از چرخش در حرارت	قبل از چرخش در حرارت
گرانروی ظاهری (cp)	۱۷/٥	۳۱/٥
گرانروی پلاستیک(cp)	۹	۱۹
نقطه واروی ($lbf/100\ ft^2$)	۱۷	۲٥
مقاومت ژله‌ای ۱۰ ثانیه ($lbf/100\ ft^2$)	۳	٦
مقاومت ژله‌ای ۱۰ دقیقه ($lbf/100\ ft^2$)	٤	۷
افت صاف‌آب (cm^3)	۲/٦	--
pH	۸	۹
وزن مخصوص گل (gr/cm^3)	۱/۲	۱/۲

۱- دو نوع پلیمر که یکی کنترل‌کننده افت صاف‌آب بوده و دیگری تینر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- رئولوژی گل

شکل۲- کیفیت کیک گل

شکل۳- پایداری گل با زمان

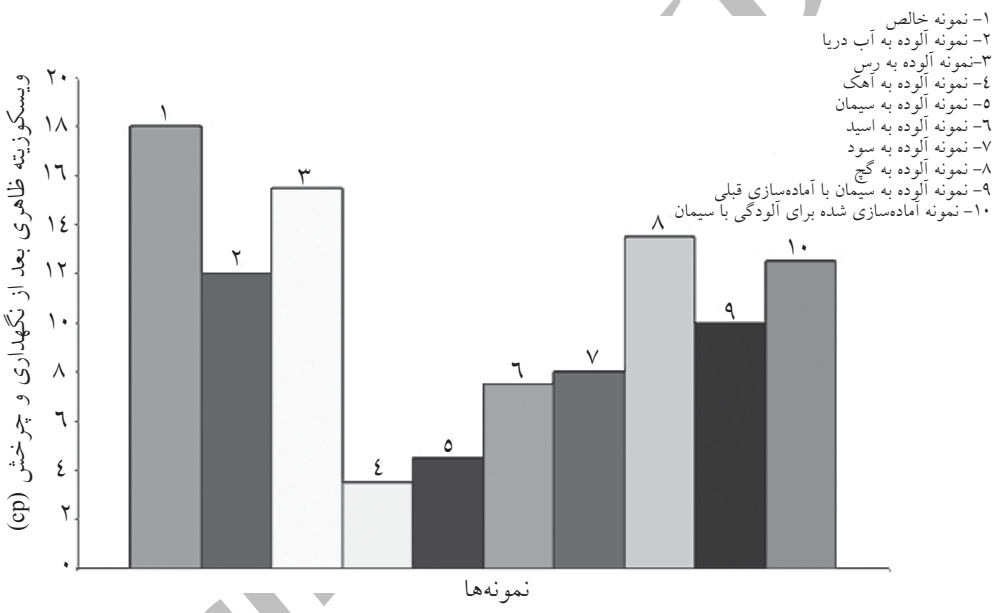
بررسی تأثیر آلاینده‌ها بر سیال حفاری پیشنهادی

سیال حفاری در حین عملیات، همواره در معرض آلودگی با آلاینده‌های مختلف می‌باشد که خواص فیزیکی و شیمیایی سیال را تحت تاثیر قرارمی‌دهند. متداول‌ترین آلاینده‌ها در صنعت حفاری شامل آب دریا، جامدات فعال (رس)، آهک، گازهای اسیدی، سیمان و ژیپس هستند که در حین عملیات حفاری در اثر حفر سازندهای مختلف به‌صورت مایع و جامد و گاز به سیستم سیال حفاری وارد می‌شوند. از این‌رو سیال مناسب باید طوری طراحی شود که در مقابله با این آلاینده‌ها کمترین تغییرات در خواص فیزیکی و شیمیایی را داشته باشد و در صورت لزوم امکان اصلاح آن با روش‌های فیزیکی و شیمیایی وجود داشته باشد. لذا در ادامه آزمایش‌های طراحی سیال حفاری پیشنهادی، این سیال در معرض آلاینده‌های فوق قرار گرفت تا ضمن بررسی اثر آنها، راه‌های مقابله با آنها و امکان استفاده مجدد در عملیات حفاری مورد مطالعه قرار گیرد. بدین منظور نمونه سیال حفاری به ترتیب با ۱۰ درصد حجمی آب دریا، ۲۵ گرم بنتونیت حفاری، ۱۰/۵ گرم سیمان، ۱۰/۵ گرم آهک، ۱۰/۵ گرم گچ و ۳ سی‌سی اسید سولفوریک خالص آلوده شد و بعد از ۲٤ ساعت نگهداری و ۱٦ ساعت چرخش در دمای ۲۵۰ درجه فارنهایت، خواص آن در دمای ۱٤۰ درجه فارنهایت اندازه‌گیری شد که نتایج آن به‌صورت نمودارهای میله‌ای در شکل‌های ٤ تا ۱۰ آمده است. در این اشکال خواص سیال پیشنهادی قبل و بعد از آلودگی مقایسه شده است. اشکال ٤ تا ۱۰ به ترتیب ویسکوزیته ظاهری، ویسکوزیته پلاستیک، نقطه واروی، افت صاف‌آب، استحکام ژله‌ای و pH سیال پایه (آب دریای مورد استفاده برای

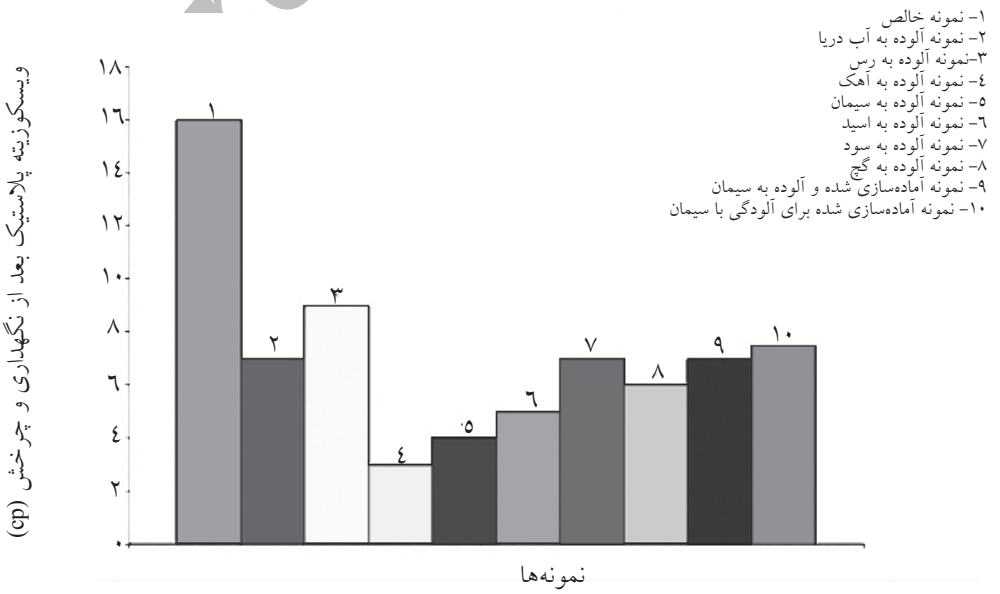
Archive of SID

www.SID.ir

ساخت این نمونه با نمونه ارائه شده در جدول۲ متفاوت است و منجر به اختلاف جزئی در خواص سیال حفاری شده است) و نمونه‌های آلوده شده را با هم مقایسه می‌کند. نتایج به‌دست آمده حاکی از این است که سیال حفاری پیشنهادی در مقابل آلودگی آب دریا، جامدات فعال (رس)، گازهای اسیدی و ژیپس دارای پایداری قابل قبولی است و تغییرات جزئی به‌وجود آمده در خواص سیال با بهسازی‌های معمول مثل استفاده از تینرها و یا رقیق کردن سیال حفاری قابل دفع است، اما سیمان و آهک اثرات تخریبی شدیدی بر خواص سیال حفاری داشته و عملاً سیال حفاری غیر قابل استفاده می‌شود. توجیه این اتفاق می‌تواند اینگونه باشد که سیمان و آهک هنگام انحلال در آب، pH را تا حدود ۱۲ بالا می‌برند و pH بالا باعث می‌شود که پلیمرهای موجود در گل هیدرولیز شده و توسط کلسیم رسوب داده شده وکارکرد خود را از دست بدهند.

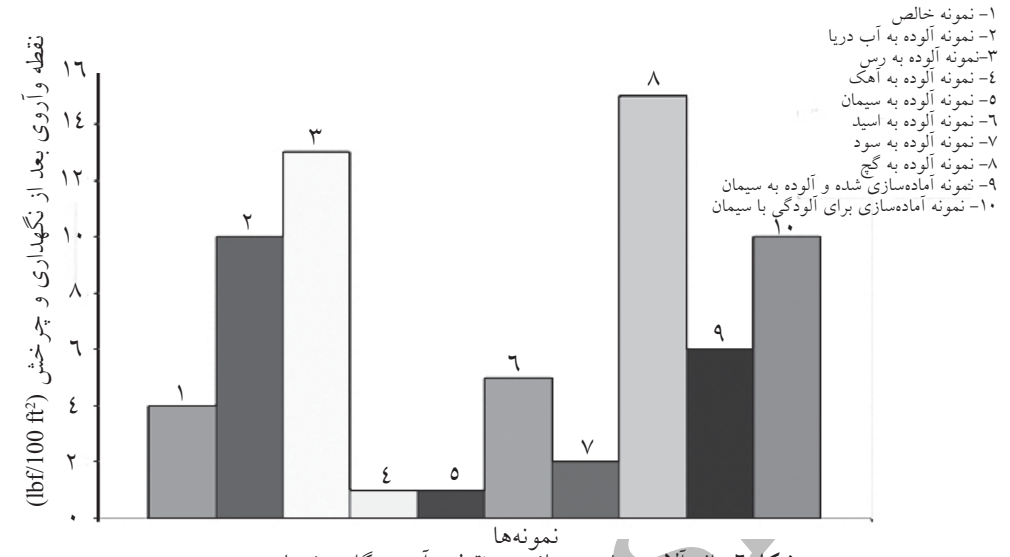


شکل٤- اثر آلاینده‌های مختلف بر ویسکوزیته ظاهری گل پیشنهادی

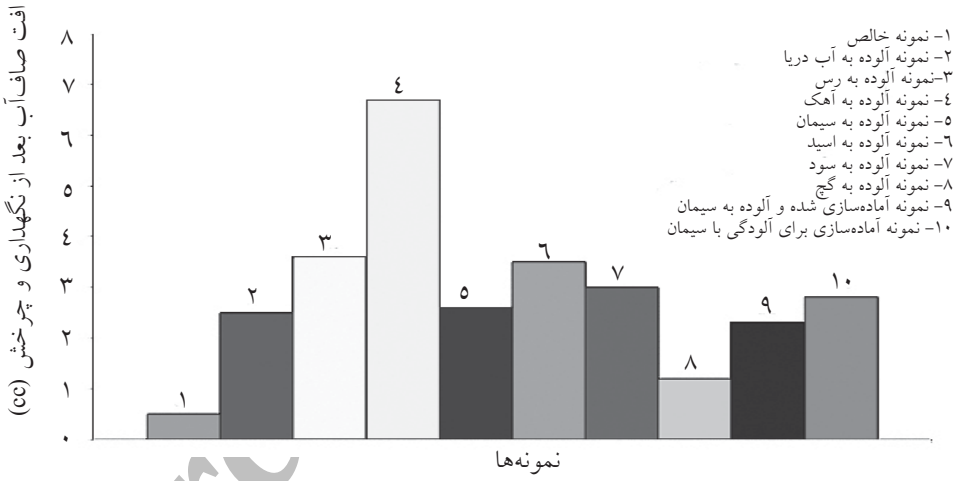


شکل٥- اثر آلاینده‌های مختلف بر ویسکوزیته پلاستیک گل پیشنهادی

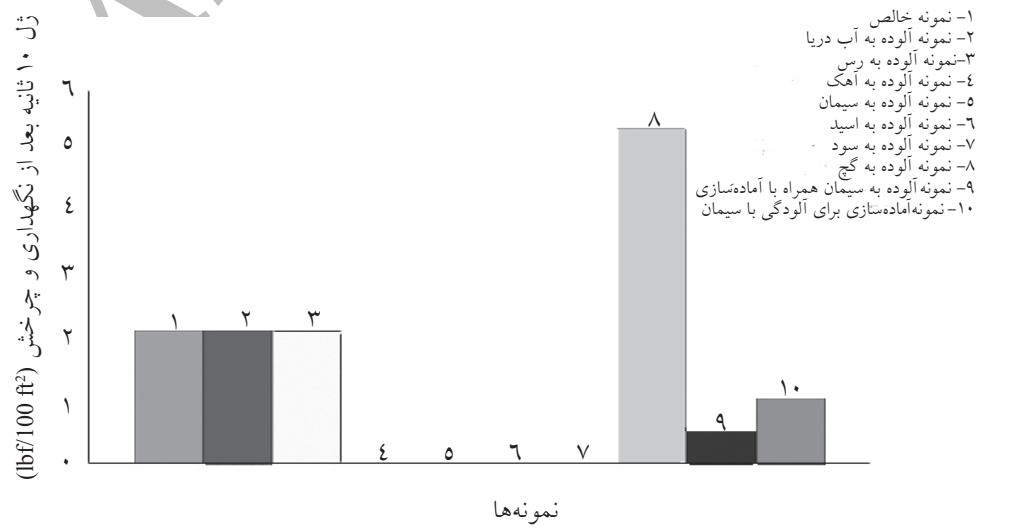
www.SID.ir



شکل٦- اثر آلاینده‌های مختلف بر نقطه وآروی گل پیشنهادی

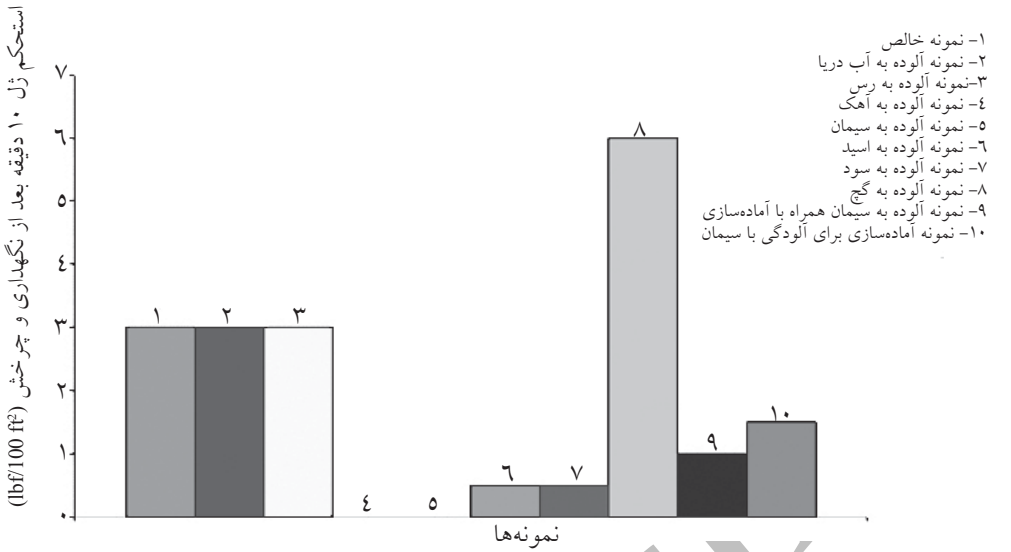


شکل۷- اثر آلاینده‌های مختلف بر افت صاف‌آب گل پیشنهادی

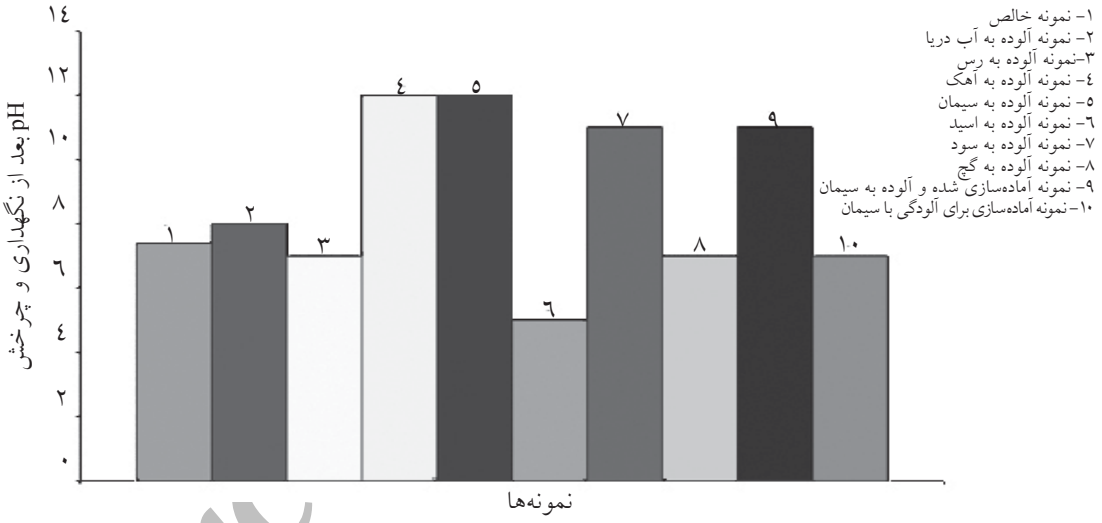


شکل۸- اثر آلاینده‌های مختلف بر استحکام ژله‌ای ۱۰ ثانیه گل پیشنهادی

www.SID.ir



شکل۹- اثر آلاینده‌های مختلف بر استحکام ژله‌ای ۱۰ دقیقه گل پیشنهادی



شکل۱۰- اثر آلاینده‌های مختلف بر pH گل پیشنهادی

رفع مشکل آلودگی به سیمان و آهک

در حین حفاری احتمال آلودگی سیال حفاری با سیمان یا آهک وجود دارد. سیمان، کمپلکس سیلیکات آهک است. سیمان و آهک هنگام انحلال در آب طبق واکنش برگشتی، یون کلسیم آزاد می کنند:

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

هیدروکسید کلسیم، pH را تا حدود ۱۲ بالا می‌برد و موجب می‌شود که پلیمرهای موجود در گل، هیدرولیز شده و سپس توسط کلسیم رسوب داده شوند وکارکرد خود را از دست بدهند. بنابراین کاهش pH و حذف کلسیم برای حل مشکل پیشنهاد می‌شوند. برای رفع مشکل مذکور باید سیال حفاری پیشنهادی قبل از حفاری سیمان برای کاهش pH با استفاده از اسید سیتریک و بی کربنات سدیم برای رسوب دادن کلسیم آماده‌سازی شود. اسید سیتریک طبق معادله زیر عمل می‌کند:

$$2(H_3C_6H_5O_7.H_2O) + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(C_6H_5O_7)_2 + 8H_2O$$

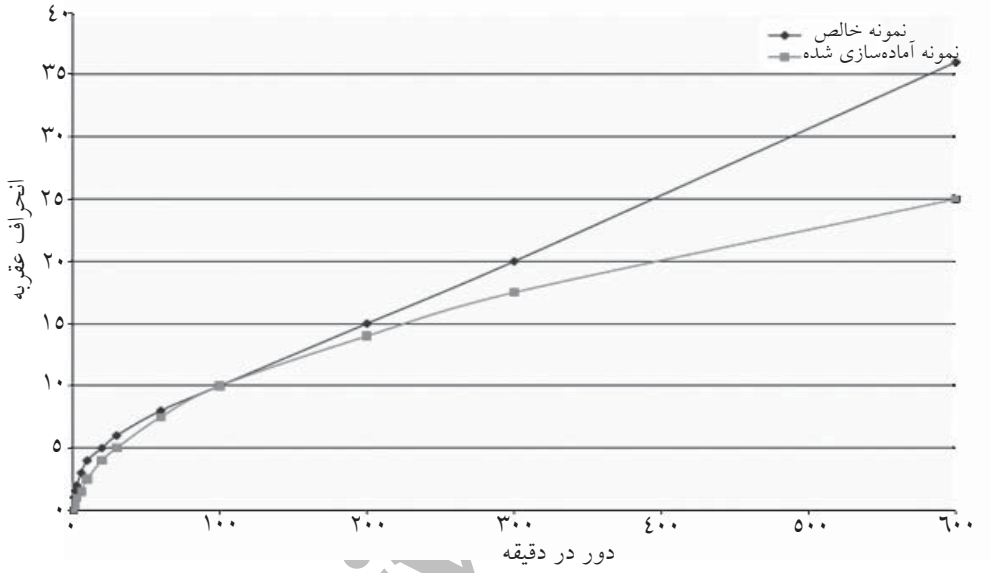
$$NaHCO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow NaOH + H_2O + CaCO_3$$

به‌منظور رفع مشکل گل پیشنهادی، قبل از آلودگی، نمونه‌ها با افزودن ۱/۵ گرم اسید سیتریک و ۱/۵ گرم سوداش آماده‌سازی می‌شوند. در ادامه دو نمونه ساخته و آماده‌سازی شده و یکی از آنها با ۱۰/۵ گرم سیمان آلوده شد. خواص نمونه‌ها قبل و بعد از آلوده شدن و بعد از ۱۶ ساعت چرخش در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شدند. در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ تاثیر آماده‌سازی

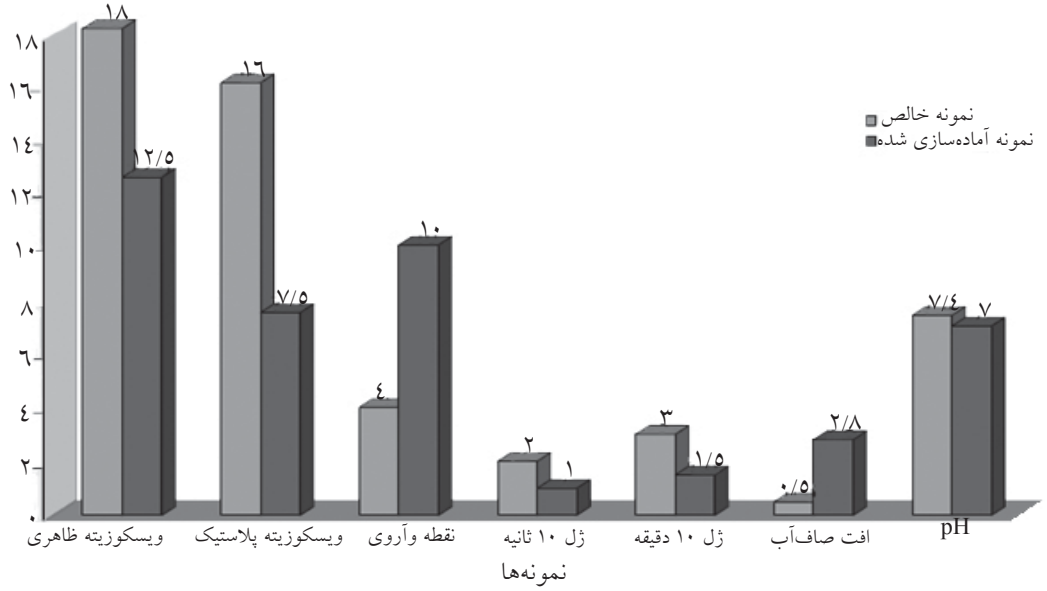
Archive of SID
www.SID.ir

بر رئولوژی و خواص سیال حفاری نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، آماده‌سازی سیال پیشنهادی اثر تخریبی بر خواص آن ندارد.

در شکل‌های ۱۳ و ۱٤ اثرات آلودگی به سیمان بر خواص سیال حفاری آماده شده نشان داده شده است. به‌طوری‌که که مشاهده می‌شود، آماده‌سازی سیال حفاری اثرات تخریبی آلودگی سیمان را تا مقدار قابل قبولی کاهش داده است، لذا پیشنهاد می‌شود در مواقعی که احتمال آلودگی سیال حفاری به این نوع آلاینده‌ها وجود دارد، مثل زمان حفاری پاشنه لوله‌های جداری و آستری بعد از سیمان‌کاری، ابتدا سیال حفاری بدین روش آماده‌سازی شده و سپس عملیات حفاری انجام شود.

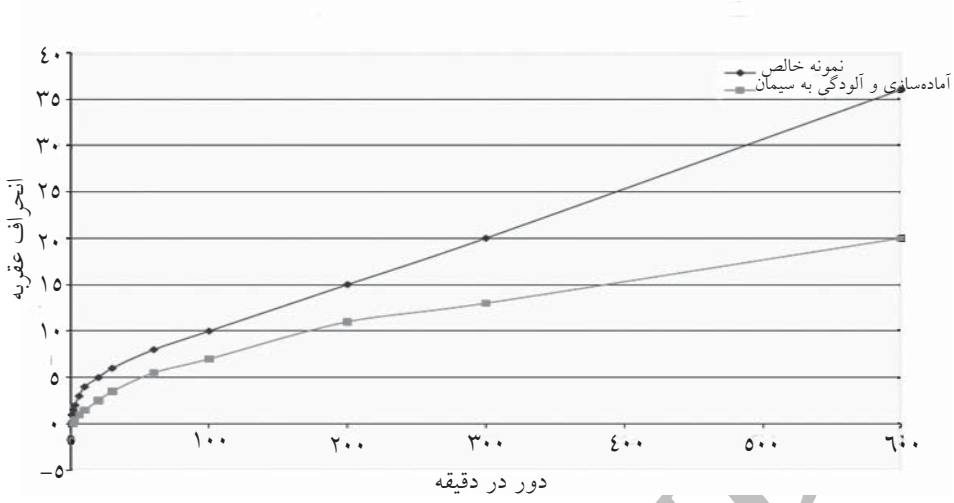


شکل ۱۱- اثر آماده‌سازی بر رئولوژی گل پیشنهادی

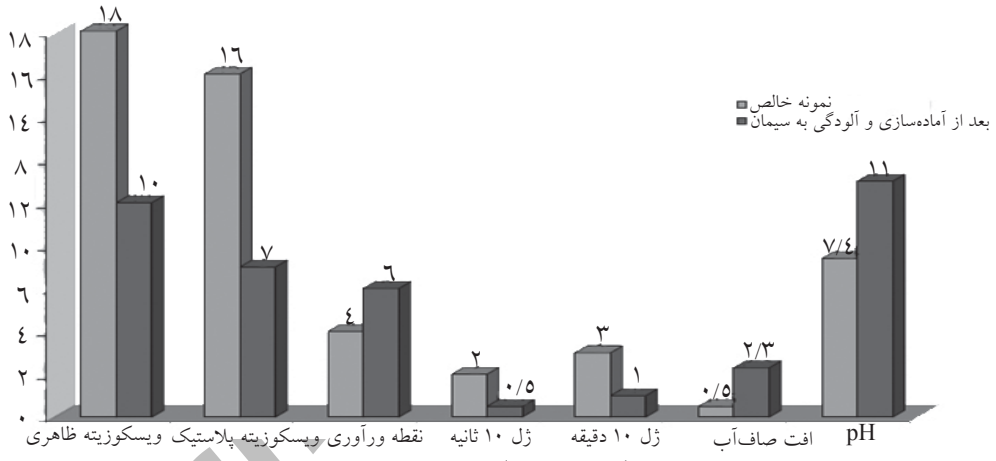


شکل ۱۲- اثرآماده‌سازی بر خواص گل پیشنهادی

www.SID.ir



شکل ۱۳- اثر آلودگی بر رئولوژی گل پیشنهادی



شکل ۱۴- اثر آماده‌سازی و آلودگی بر خواص گل پیشنهادی

خاصیت کاهش فعالیت رس‌ها به‌واسطه تعویض یونی و عدم آسیب به سازند در نمونه گل ساخته شده

خاصیت دیگر سیالات بازدارنده، تبدیل رس‌ها به کانی‌هایی با فعالیت کمتر می‌باشد، این امر با تعویض یک کاتیون موجود در فضای بین ورقه‌های رس با یون دیگری که پتانسیل آماس کانی رسی را کاهش می‌دهد، انجام می‌پذیرد. توانایی یک کاتیون برای جایگزین شدن به جای کاتیون دیگر به طبیعت کاتیون‌ها و غلظت‌های نسبی آنها بستگی دارد. استفاده از نمک پتاسیمی در این گل باعث جایگزینی کاتیون پتاسیم می‌شود که سبب پایداری بیشتر سنگ شیلی می‌شود [۲]. افزایش سختی کنده‌های حفاری رول شده در نمونه گل، نشانه کارکرد مناسب سیال حفاری است. کاهش آسیب وارده به سازند در این سیال حفاری با استفاده از پلیمرهای مناسب و ممانعت از نفوذ آسیب رساننده‌ها به سازند با کاهش افت صاف‌آب سیال حفاری و ساخت کیک نازک با نفوذپذیری کم انجام می‌گیرد، هر چند رفع آسیب‌های احتمالی به‌واسطه قابل حل بودن تمام افزودنی‌های این سیال در اسیدهای متداول، ساده می‌باشد.

بررسی خاصیت روان‌سازی نمونه گل ساخته شده

یک سیال حفاری مناسب باید خاصیت روان‌سازی و کاهش اصطکاک بین رشته حفاری و چاه را داشته و نیروهای مقاوم گشتاور و اصطکاک را کاهش دهد. افزایش این اصطکاک به‌خصوص در حفاری‌های انحرافی مشاهده می‌شود. در سیال پیشنهادی استفاده از مواد خاص مثل گلیکول و پلیمرها به نمونه گل خاصیت روانی می‌دهند. این خاصیت

Archive of SID
www.SID.ir

گل در آزمایشگاه به‌وسیله دستگاه E-P MUD TESTER اندازه‌گیری شد. برای این نمونه گل، مقاومت ضریب پوسته گل با یک نمونه گل روغنی مقایسه شد که جدول۳ نتایج این مقایسه را نشان می‌دهد.

جدول۳- مقایسه خاصیت روان‌سازی سیال ساخته شده با گل روغنی

مقاومت ضریب پوسته	
گل روغنی(psi)	گل گلیکولی (psi)
۳٦٤٦٥	۳۵۵۳۳

بررسی نتایج واکنش سیال حفاری با نمونه‌های شیل

بررسی نتایج واکنش سیال حفاری با نمونه شیل از روش‌های متداول در طراحی سیال حفاری مناسب شیل‌هاست که با استفاده از دستگاه‌های مختلف آزمایشگاهی انجام شد. در این آزمایش از استاندارد Recovery Hot Rolling(API-13I) برای بررسی خاصیت بازدارندگی سیال پیشنهادی استفاده می‌شود. ۱۹/۱ گرم از دانه‌های شیل بین مش‌های ۵ و ۱۰ انتخاب شدند (شکل۱۵) و به مدت ۱۷ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد در داخل گل طراحی شده رول شدند. دانه‌های شیل بازیافتی روی توری مش ۳۵، بعد از خشک شدن در گرم کن ۱۸/۱ گرم بوده‌اند (شکل۱٦). درصد بازیابی دانه‌های شیل ۹٤/۷٦ درصد می‌باشد. مقایسه نتایج بازیافت کنده‌های شیلی در تعدادی از انواع مختلف سیالات حفاری در نمودار شکل۱۷ مشاهده می‌شود. به‌طوری‌که مشخص است بازده این سیال حفاری در حفظ یکپارچگی کنده‌های حفاری در مقایسه با سایر سیالات حفاری پایه آبی بازدارنده بهتر است.

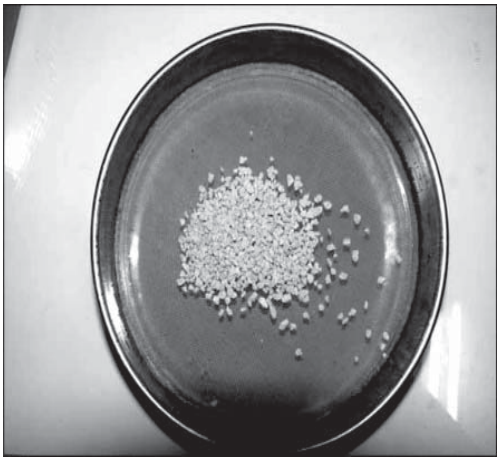
نتیجه‌گیری

۱- نتایج به‌دست آمده موید کارکرد مناسب گل طراحی شده در شرایط چاه می‌باشد.

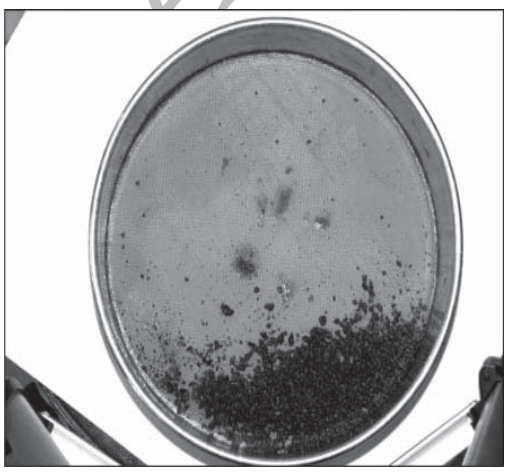
۲- نتایج آزمایش‌های انجام شده بیانگر توانایی بالای سیال حفاری ساخته شده در تحمل آلودگی‌ها به جز آلودگی به سیمان و آهک می‌باشد. تغییرات جزئی به‌وجود آمده در خواص سیال حفاری در اثر این آلودگی‌ها با انجام بهسازی‌های متداول در محل سکوی حفاری قابل اصلاح می‌باشد.

۳- نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده خاصیت روان‌سازی خوب و نزدیک گل روغنی به گل طراحی شده می‌باشد.

٤- تقریباً اکثر ذرات شیل بعد از چرخش حرارتی در گل طراحی شده بازیافت می‌شوند. از طرفی مشاهده شد که ذرات بازیافتی دارای استحکام بالاتری نسبت به قبل شده‌اند واین به علت اثرات بجامانده از خواص گل بر روی شیل‌ها است که در شرایط چاه می‌تواند به پایدارسازی دیواره کمک کند. با توجه به استفاده از نمونه شیل با قدرت آماس بالا، درصد بازیابی برای این نمونه گل درصد بالایی می‌باشد که حاکی از توانایی قابل ملاحظه گل طراحی شده در پایدار نگه داشتن سازندهای شیلی است. درصد بازیافت این گل از انواع دیگر بیشتر بوده و تقریباً قابل مقایسه با سیال پایه روغنی است.



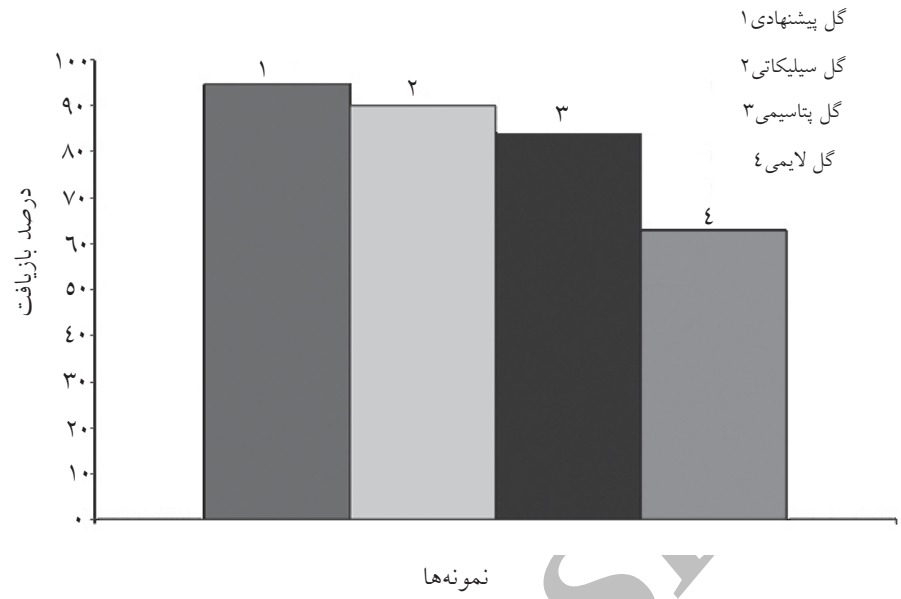
شکل۱۵- نمونه شیل قبل از چرخش حرارتی



شکل۱٦- نمونه شیل بعد از چرخش حرارتی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۷- مقایسه درصد بازیافت کنده‌های شیلی در انواع سیالات حفاری

منابع

[1] Van Oort E., *"On the physical and chemical stability of shales"*, Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 38, pp 213-235, 2008.

[2] Abdollahi M., Varamesh A. Rekabdar M. & Nasiri A.R., *"Synthesis and use of amphoteric carboxymethylcellulose graft copolymers in the environmentally-acceptable water-based drillingf luids as a water-sensitive shale stabilizer"*, Iranian Journal of Polymer Science and Technology, Vol. 22, No.6, pp., 2010.

[3] Jafary C.S., Tahmasbi K. & Arsanjani N., "*The possibility of replacing OBMs with emulsified glycol mud systems in drilling low-pressure zones of iranian oilfields"*., IADC/SPE Paper Number 114067-MS. , 2008

[٤] بوشهری ع.، راکی ع.، مطالعه رفتار شیل‌ها در عملیات حفاری، جزوه آموزشی، کتابخانه مرکزی شرکت ملی نفت مناطق نفت خیز جنوب. ۱۳۷٤

[5] Eslinger E. & Pevear D., *Clay minerals for petroleum geologists and engineers*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, 1988.

[٦] قجری ع.، مطالعه و بررسی لایه‌های شیلی در عملیات حفاری چاه‌های میادین سیری D و C و راه حل‌های اجرا جهت جلوگیری از ریزش شیل، پروژه تحقیقاتی، پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۸۸

[۷] سلیمانی م.، شناسایی جامع سازندهای شیلی میدان فروزان، پروژه تحقیقاتی، پژوهشگاه صنعت نفت. ۱۳۸۲

[8] Darely H.C.H. & Gray G.R., *Composition and properties of drilling and completion fluids*, 5 th Ed., Gulf Professional Publishing, Houston, Texas, 1983

[9] Sergio A.B. da Fontoura, Claudio Rabe, Rosana F.T. Lomba, *"Characterization of shales for drilling purposes"*, SPE/ISRM 78218, 2002.

Archive of SID

www.SID.ir