



ساخت و به کارگیری سیال حفاری پلیمری و گلايکولی جهت پایداری سازی شیل در دو میدان واقع در جنوب غرب ایران

شهاب الدین سعیدا، محمد جواد نبوی زاده، ریاض خراط، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

چکیده

میدان جنوب ایران دارای سازندهای مختلفی هستند که از میان آن‌ها می‌توان سازندهای گروه بنگستان (ایلام، سروک، کزدمی) را نام برد که دارای بیشترین میزان شیل بوده و معمولاً مشکلات ناپایداری چاه نیز در همین سازندها ایجاد می‌شود. این مشکل یکی از مهم‌ترین دلایل هدر رفتن زمان و به‌دنبال آن، از بین رفتن سرمایه‌های ملی کشورمان در بخش حفاری است. لذا، انتخاب سیال حفاری مناسب جهت کنترل شیل، باعث کاهش هزینه‌های زمان حفاری و همچنین، کاهش آسیب سازند می‌گردد. در این پژوهش، ضمن ساخت چند سیال حفاری پلیمری و گلايکولی برای دو میدان واقع در جنوب ایران، اثر این سیالات بر واکنش‌پذیری شیل بررسی شد. میزان مصرف گلايکول در گل حفاری پلیمری نیز، در طی آزمایش‌های تغییرات ابری شدن گلايکول با شوری ثابت، شوری متغیر و در غلظت‌های مختلف گلايکول و pHهای مختلف، بهینه‌سازی گردید. نتایج نشان می‌دهد تغییرات نقطه ابری شدن گلايکول با افزایش دما دارای شیب مثبت بوده به‌طوری‌که با افزایش درصد وزنی گلايکول، دمای نقطه ابری شدن نیز بالاتر می‌رود. افزایش درصد وزنی گلايکول نیز pH را بالاتر می‌برد.

واژگان کلیدی: شیل، پلیمر، سیال گلايکولی، ابری شدن، تورم‌سنجی

مقدمه

وسیع در گل‌های حفاری یافته‌اند؛ پلیمرهایی که در آب شیرین یا آب‌نمک و نیز در آب‌نمک اشباع شده، در طیف pH ۶ تا ۱۰ حل شده و موجب افزایش گرانروی ظاهری و حد واروی می‌گردد. همچنین، کنترل صافی گل را در حد متوسط ممکن می‌سازد. چنانچه بعضی مواد شیمیایی معین - معمولاً کلرور کروم یا سولفات مضاعف زاج سفید و کروم - همراه با پلیمر به گل افزوده گردند، موجب افزایش قابل توجه گرانروی می‌شوند [۷ و ۶]. به‌نظر می‌رسد که این امر نتیجه مواد شیمیایی مزبور است که موجب پیوند ضربدری حلقه‌های زنجیره‌های طولانی پلیمر می‌شوند. برای هر بشکه گل معمولاً مقدار بسیار کمی از بیوپلیمر یعنی ۰/۵ درصد تا یک پوند و ۲۰ درصد این مقدار، عامل شیمیایی پیونددهنده‌ی زنجیره‌ها یعنی کلرور کروم کافی است. یکی از خواص برجسته یک سیال پلیمری آن است که گرانروی، برعکس سرعت حرکت جریان آن (میزان تنش‌های برشی) تغییر می‌کند [۸]، یعنی در دالیز چاه که سرعت حرکت گل و بنابراین، میزان تنش‌های برشی کمتر است، گرانروی گل بیش‌تر بوده که این امر منجر به افزایش قدرت حمل گل در دالیز و بالا آمدن بهتر کندها در چاه می‌شود. از طرف دیگر، در مته و اطراف آن که سرعت حرکت گل، بالا و میزان تنش‌های برشی جریان گل بیش‌تر است، گرانروی کاهش می‌یابد. این موضوع، به تلاطم بیش‌تر جریان و تمیز شدن کف چاه و دندانه‌های مته و نیز، به

جهت کاهش مشکلات لایه‌های شیلی که باعث ناپایداری دیواره چاه در حین حفاری می‌گردد، سیالات غیر آبی متعددی از قبیل گل روغنی، استرهای اشباع و غیراشباع توسعه یافته و پلی‌آلفا‌آلین‌ها در صنعت حفاری به کار گرفته شده‌اند. این گل‌ها با توجه به شرایط شیل‌ها، مانع از ناپایداری دیواره چاه می‌شوند، ولی استفاده از این سیالات مضراتی از قبیل هزینه بالا، محدودیت‌های زیست‌محیطی، مشکلات مربوط به دفع و غیره دارد [۲ و ۱]. با توجه به این شرایط، شرکت‌های حفاری به‌دنبال سیال پایه آبی‌ای هستند که عملکرد گل روغنی را دارا باشد و باعث پایداری هرچه بهتر لایه‌های شیلی و روان‌کاری مناسب مته‌های حفاری در حرارت‌های بالا شود؛ از این‌رو، گل‌های پلیمری با مکمل KCl مورد بررسی قرار گرفت. KCl ابتدا (اواخر دهه ۱۹۶۰) به‌صورت یک افزودنی در گل‌های حفاری جهت بازدارندگی شیل‌های وابسته به آب، مورد استفاده قرار گرفت و در صنعت حفاری مطرح گردید [۳]. دسته‌ای از پلیمرها نیز در ترکیب با KCl مورد بررسی قرار گرفتند (مانند گلايکول‌ها) در نتیجه، این ترکیب در مقایسه با KCl دارای بازدارندگی شیل بهتری بود. با این وجود، در صنعت حفاری کشور استفاده از سیال پلیمری، نهادینه نشده و نیازمند تحقیق و بررسی میدانی است [۵ و ۴]. در سال‌های اخیر، نوع پیشرفته‌ای از پلیمرها یا بیوپلیمرها، کاربرد

*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (saeida.nidc@gmail.com)

درجه حرارت زمین در اعماق مختلف لایه‌های شیلی آزمایش و از این آزمایش‌ها در به کارگیری بهینه گلایکول در گل حفاری بهره‌گیری شود.

اما از جمله انگیزه‌های کاربرد گل پلیمری گلایکولی در مخازن جنوب ایران می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- حداقل احتمال واکنش پذیری گل حفاری پلیمری با شیل آبدوست و پایدار سازی و مقاوم سازی دیواره چاه بوسیله یونیزاسیون گل با دیواره چاه

ب- جلوگیری از نفوذ آب به درون سازند

ج- تثبیت خواص رئولوژیکی گل در حین حفاری سازند

د- مقاوم بودن در مقابل حرارت و آلودگی‌های حاصل از مواد معدنی و آلی سازند.

ه- عدم آسیب به محیط زیست و به خصوص سازندهای مخزن

۱- بررسی میزان واکنش پذیری شیل در برابر سیال ترکیبی حفاری پلیمری گلایکولی با KCl, PHPA

با توجه به مشکلاتی که شیل‌ها در حفاری سازند ایجاد می‌کنند (از قبیل گیر لوله‌های حفاری، تنگی و ریزش دیواره چاه و غیره) می‌توان با بررسی علل پیدایش مشکلات فوق، اقدام به رفع موانع کرده که راهی بسیار سودمند در صنعت حفاری است [۵]. لذا، جهت رفع مشکل واکنش پذیری شیل‌ها با سیال‌های پایه آبی، واکنش‌پذیری سیال پایه آبی گلایکولی با شیل به شرح زیر مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت: آزمایش بر روی نمونه‌ای از شیل لایه سروک - ۶ انجام شد؛ ابتدا، نمونه شیل را در آسیاب خرد کرده تا پودر شود. سپس، دانه‌های شیل درشت را از دانه‌های ریزتر جدا کرده که این کار توسط الک‌های آزمایشگاهی با اندازه‌های (مش) ۴۰-۶۰ انجام می‌گیرد. با توجه به شرایط دستگاه تورم دینامیکی، باید شیل‌ها را به صورت حلقوی و فشرده درون محفظه قرار داد که این کار توسط یک دستگاه پرس با فشار معادل ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ پام و به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه انجام می‌گیرد. آزمایش پس از قرار دادن نمونه حلقوی شیل درون دستگاه از یک ورودی، و سیال‌های مختلف از ورودی دیگر آغاز می‌شود. در نمونه ۱- سیال حفاری KCl، در نمونه ۲، سیال حفاری پلیمری گلایکولی بدون افزودنی، در نمونه ۳، سیال حفاری PHPA و در نمونه ۴- سیال حفاری ترکیبی پلیمری گلایکولی با افزودنی‌های KCl, PHPA وارد شد و تأثیرات واکنش‌پذیری نمونه شیل در سیال‌های ادغام شده با آن‌ها ثبت گردید (شکل-۱).

با توجه به شکل-۱ می‌توان دریافت که سیال حفاری

عمل جداکنندگی دستگاه‌های ماسه زدا^۱ و لایه‌زدا^۲ کمک می‌کند زیرا در اثر تنش‌های برشی نسبتاً زیاد گل در این وسایل، گرانروی کاسته شده و ذرات جامد آب نیز جدا می‌شوند. به این خاصیت گل‌های پلیمری و سیالات مشابه، برشی - روانی گفته می‌شود [۹ و ۱۰]. سیال بیوپلیمری را بدون افزودن هیچ ماده دیگری، می‌توان به عنوان یک سیال فوق‌العاده کم - ذره که گرانروی آن به سادگی و آسانی قابل کنترل بوده و میزان صافی آن در حد متوسط است، به کار برد و یا ممکن است آن را به عنوان عامل بهبود بخش سرعت حفاری به همراه هر نوع دیگر گل به کار برد که اثر بهبود بخش آن ناشی از همان خاصیت ویژه پلیمرها، یعنی بالا بردن گرانروی در میزان برشی (سرعت حرکت) کم و پائین آوردن گرانروی در میزان برش (سرعت حرکت) زیاد گل می‌باشد. میزان صافی را در گل‌های پلیمری آب شیرین می‌توان با افزودن بنتونایت و یا درمان با سایر مواد کنترل صافی کاهش داد [۱۱].

گرانروی سیال بیوپلیمری تحت تأثیر عوامل لخته‌زدا نظیر لیگنوسولفات کروم قرار نمی‌گیرد، حال آنکه ذرات جامد آن لخته شده و از سیستم خارج می‌گردند [۱۲ و ۱۳]. همین موضوع امکان می‌دهد که با پلیمرها گل‌هایی ساخته و استفاده شوند که غلظت لیگنوسولفات آن‌ها برای جذب بر سطح کنده‌ها و دیواره‌های شیلی به حدود لازم بالا برده شده و در عین حال، گرانروی کافی را برای بالا آوردن کنده‌های مته در دالیز داشته باشند. گل پلیمری خیلی زود و به آسانی مورد یورش باکتری‌ها قرار می‌گیرد و از این رو، باید مواد ضد باکتری از قبیل پارافرم آلدئید یا کلرین فنل استفاده شود؛ به‌ازای هر بشکه گل تقریباً ۴/۰ پوند ماده ضدباکتری مصرف می‌شود [۱۴ و ۱۵].

در این مطالعه سعی گردیده تا پدیده‌ای مهم در ساخت و به کارگیری گل حفاری پلیمری (گلایکولی) یعنی ابری شدن گلایکول (و یا اصطلاحاً Cloud Point) در هنگام مجاورت با شیل با آزمایش‌های سرچاهی مورد بررسی قرار گرفته و پدیده ابری شدن، متناسب با





از توانایی خوبی برای کنترل هیدراته شدن شیل برخوردار است. لذا، چنانچه درصد وزن گلايکول در سیال حفاری کاسته گردد، میزان تورم شیل افزایش می‌یابد.

شیل‌ها علاقه زیادی به یونیزه شدن دارند. بنابراین، جهت کنترل شیل‌های فعال، Cloud Point گلايکول نیاز است. با توجه به نمونه‌ی شیل مخازن جنوب ایران (سروک)، سیال حفاری گلايکولی (پلیمری) با درصد وزنی ۵، همانند سیال حفاری پایه روغنی در بازدارندگی شیل بسیار کارآمد است. نتایج عملی و تئوری به‌دست آمده، گویای توانمندی بالای سیال حفاری گلايکولی در پایداری چاه و بازدارندگی شیل‌هاست. در بیشتر مواقع، شیل‌ها به سطح هدایت گردیده که این موضوع، بیانگر عملکرد مناسب گل است و بعضاً مشاهده گردیده که استحکام شیل‌ها در سطح بیشتر است که نشانگر اثرات مثبت گلايکول بر روی آن‌هاست.

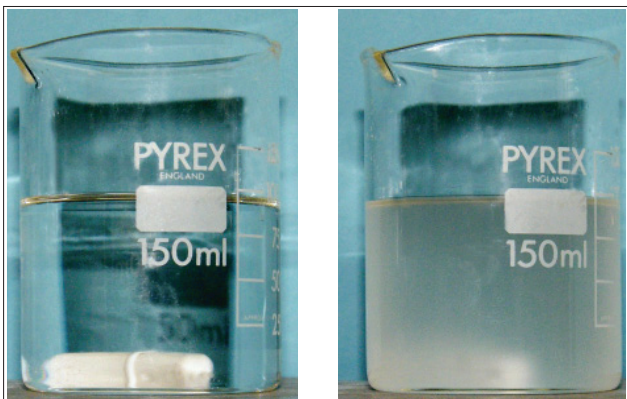
۳- تعیین درصد گلايکول مناسب جهت حفاری لایه‌های شیلی

تأثیر گلايکول بر روی شیل‌ها توسط تغییر حالت گلايکول به ماده‌ای ژلاتینی (نقطه ابری شدن) که باعث کپسوله کردن شیل‌ها می‌گردد،

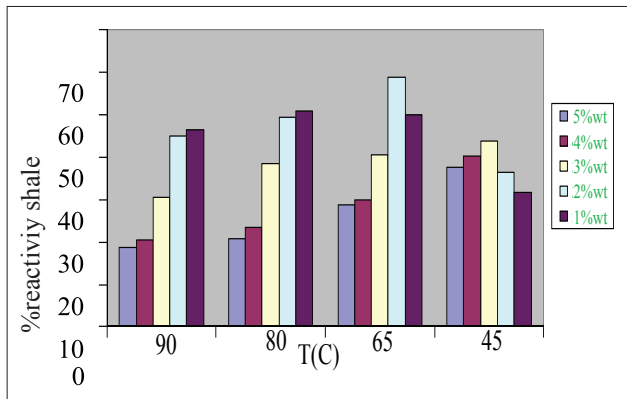
پلیمری (گلايکولی) نسبت به سیالات حفاری دیگر از جمله PHPA-KCL، در بازدارندگی شیل موفق‌تر بوده است. با این وجود افزودن PHPA-KCL به سیال حفاری پلیمری (گلايکولی)، بازدارندگی آن را بیش از پیش افزایش می‌دهد.

۲- تعیین درصد وزن گلايکول مناسب جهت کاهش واکنش‌پذیری شیل

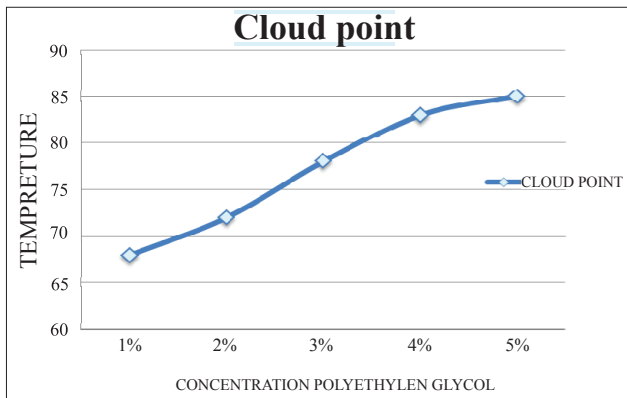
آزمایش به‌دست آوردن درجه وزن گلايکول مناسب جهت کاهش واکنش‌پذیری شیل، بر طبق آزمایش قبل انجام می‌شود با این تفاوت که آزمایش قبل با دو سیال PHPA-KCL و گلايکولی انجام پذیرفت اما این بار، آزمایش با ۵ سیال پلیمری ترکیبی گلايکول با درصد وزنی مختلف گلايکول انجام می‌شود. نتایج به‌دست آمده از آزمایش تعیین درصد وزنی مناسب گلايکول در شکل ۳- نشان داده شده است. برای اساس، گل حفاری پلیمری گلايکولی با درصد وزنی ۵ درصد در دمای ۸۲ درجه سانتی‌گراد، بهترین گزینه برای بازدارندگی نمونه شیل سروک-۶ مخازن جنوب ایران معرفی می‌گردد. با توجه به شواهد بالا و همچنین، نتایج به‌دست آمده، گل گلايکولی



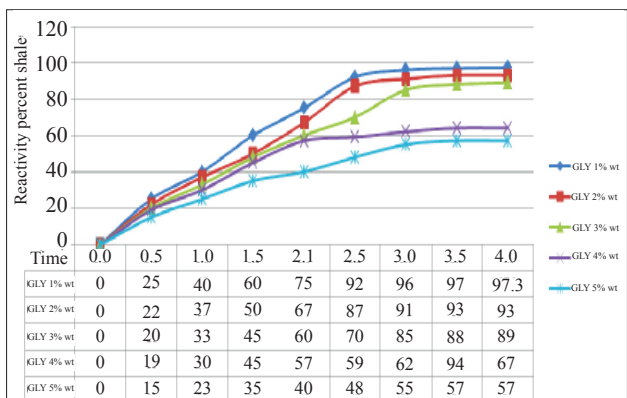
شکل ۴ گلايکول و ابری شدن گلايکول



شکل ۲ تعیین درصد وزنی مناسب گلايکول با تغییرات دما



شکل ۵ تغییرات ابری شدن گلايکول با salinity ثابت



شکل ۳ تعیین درصد وزنی مناسب گلايکول

نمیان می‌شود. آزمایش‌هایی که به شرح آن پرداخته می‌شود، بر پایه‌ی بهینه‌سازی مصرف گلایکول بر روی دستگاه حفاری و توسط کارشناس ارشد سیالات انجام می‌پذیرد. لذا تأثیر گلایکول بر شیل‌های سازند، با آزمایش‌های انجام شده و همکاری زمین‌شناس مربوطه در دستگاه حفاری امکان‌پذیر می‌باشد.

۴- بهینه‌سازی مصرف گلایکول

عمق حفاری حاضر در زمان انجام آزمایش، ۲۹۰۰ متر و دمای سازند در این عمق بر طبق محاسبات زمین‌شناس و نمودار گرفته شده، برابر ۸۳ درجه سانتی‌گراد گزارش گردیده است. همچنین، بر طبق نظریه زمین‌شناس و بررسی خرده‌های حفاری و نمودار چاه‌های مجاور و اطمینان از حضور شیل در این سازند و در این عمق، درصد گلایکول مناسب در دو حالت Salinity ثابت و درجه گلایکول متغیر و حالت دیگر، Salinity متغیر و درصد گلایکول ثابت مورد آزمایش قرار گرفت. ابتدا جهت شروع آزمایش لوازم زیر مهیا گردید:

الف- بشر بزرگ

ب- هیتر با گرمکن

ج- لوله آزمایش ۵۰ cc

د- دماسنج

آزمایش در شرایط Salinity ثابت انجام گرفت:

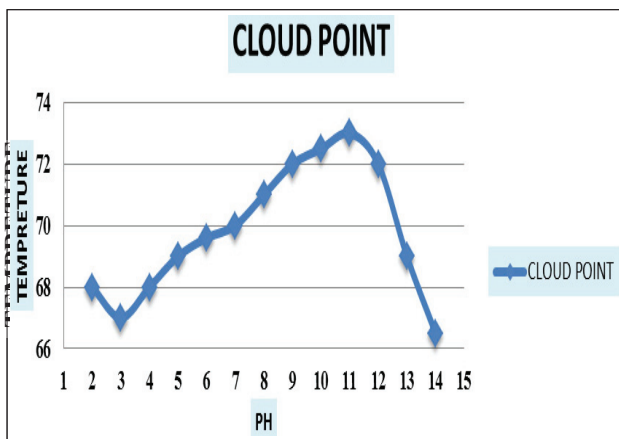
$$\text{Salinity} = 160000 \text{ PPM}$$

در این شرایط، با غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن گلایکول، آزمایش انجام شد؛ برای این کار، یک لیتر از گل حفاری خارج شده از چاه را جهت آزمایش به آزمایشگاه انتقال داده، ظرف دستگاه Filter Press را تا اندازه‌ی مشخص شده، از گل حفاری پر نموده و توسط این دستگاه عصاره یا Filtrate گل حفاری را برداشت کرده و آزمایش بهینه‌سازی مصرف گلایکول را بر روی این عصاره انجام می‌دهیم.

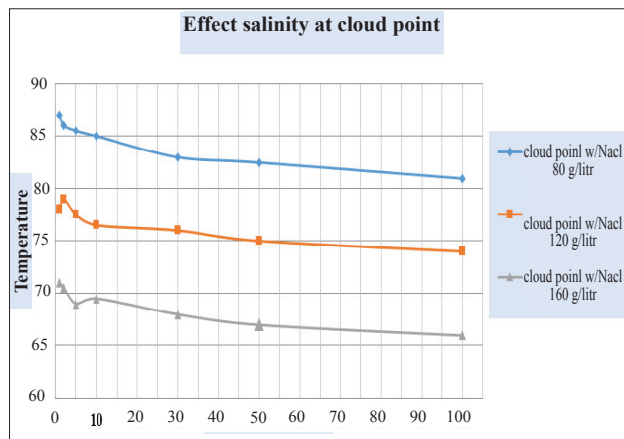
۵- آزمایش تغییرات ابری شدن گلایکول با تغییر غلظت گلایکول در

Salinity ثابت

ابتدا میزان ۲cc از عصاره گل حفاری را درون لوله آزمایش ریخته و آن را درون حمام آب گرم که توسط یک هیتر برقی و بشر آب تهیه



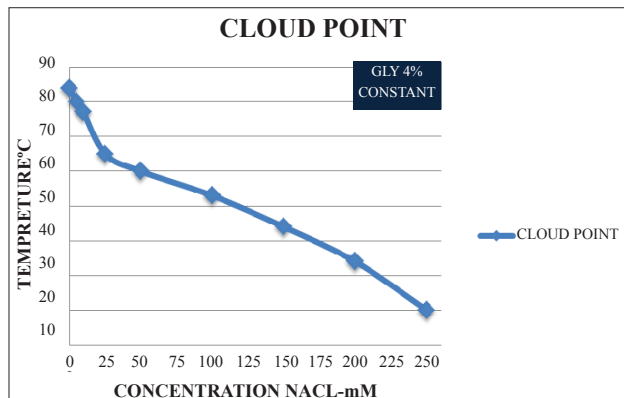
شکل ۸ | تغییرات ابری شدن گلایکول با تغییرات PH گل



شکل ۶ | تغییرات ابری شدن گلایکول با درصد وزنی مختلف نمک

جدول ۱ | داده‌های آزمایش ابری شدن گلایکول ثابت ۴٪ با تغییرات غلظت نمک

NaCl Concentration (Wt %)	Cloud Point Temperature (°C)
0	84
5	80
10	77
25	65
50	60
100	53
150	44
200	34
250	20



شکل ۷ | تغییرات ابری شدن گلایکول ثابت ۴٪



گلايکول، نمودار دارای شیب منفی زیاد بوده اما با افزایش چگالی گلايکول، از شیب منفی نمودار کاسته شده و به یکنواختی و ثبات منتهی می‌گردد (شکل-۶).

۷- آزمایش شدن گلايکول با تغییرات Salinity و درصد گلايکول ثابت

ابتدا در یک بشر آب به صورت حمام آب گرم و استوانه‌ای مدرج حاوی عصاره گل حفاری با گلايکول ۴ درصد ثابت و نمک ۱۶۰۰۰۰ ppm، پدیده ابری شدن را در دماهای مختلف ثبت می‌کنیم. در این حین، نمک عصاره را افزایش می‌دهیم. با توجه به تغییرات Salinity، پدیده ابری شدن نیز تغییر کرده و در دمای بالاتری رخ می‌دهد؛ یعنی هرچه قدر نمک گل افزایش یابد و درصد گلايکول ثابت باشد، پدیده ابری شدن در دمای پایین‌تری حادث می‌شود.

جدول-۱ و شکل-۷ بیانگر تغییرات پدیده ابری شدن در شرایط متغییر نمک NaCl گل حفاری با غلظت مختلف گلايکول و در Salinityهای مختلف می‌باشد. با توجه به شکل-۷ و شرایط به دست آمده از این آزمایش‌ها می‌توان نتایج نشان داده شده در جدول-۱ را به دست آورد. قابل ذکر است که صفر مربوط به غلظت NaCl از مبنای آزمایش قبلی گرفته شده، با فرض اینکه مقدار ppm ۱۶۰۰۰۰ مبنای ابری شدن گلايکول در ۸۳-۸۴ درجه سانتی‌گراد است.

۸- تأثیر تغییرات pH بر ابری شدن گلايکول

همان‌طور که در بخش قبلی، تأثیرات salinity بر نقطه ابری شدن مورد بحث قرار گرفت، می‌توان تأثیرات مواد گوناگون را بر این پدیده مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. برای مثال در اینجا تأثیر pH بر ابری شدن گلايکول، در آزمایش زیر مورد تحلیل قرار گرفته است.

۸-۱- مراحل آزمایش تأثیرات pH بر ابری شدن گلايکول

ابتدا مانند آزمایش‌های قبل، عصاره گل را گرفته و با ۱ درصد از محلول سولفات سدیم ۰/۲M و ۱۰ درصد اسید هیدروکلریک و ۱۰ درصد سود سوزآور مخلوط نموده به طوری که ابتدا pH را به زیر ۲ برده و با افزودن محلول‌ها، pH را تغییر داده و آزمایش ابری شدن را تکرار می‌کنیم. نتایج در شکل-۸ نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

۱) در مواقعی که شرایط چاه با salinity ثابت مواجه است، تغییرات نقطه ابری شدن گلايکول با افزایش دما دارای شیب مثبت بوده به طوری که با افزایش درصد وزنی گلايکول، دمای نقطه ابری شدن نیز بالاتر می‌رود.

شده قرار می‌دهیم. یک دستگاه دماسنج درون لوله آزمایش قرار داده تا دمای عصاره را لحظه به لحظه نشان دهد. شایان ذکر است که این آزمایش را با گلايکول با غلظت ۱۰mM شروع کرده و توانسته‌ایم پدیده ابری شدن گلايکول را در دمای ۶۶°C رویت و ثبت کنیم و همین‌طور، در غلظت‌های مختلف گلايکول این آزمایش را ادامه داده تا شکل-۵ که بیانگر پدیده ابری شدن (Cloud Point) در غلظت‌های مختلف گلايکول PEG است، حاصل شود.

حفاری حفره ۸/۴ و حفره ۶ اینچ به ترتیب در سازندهای گچساران، آسماری، پایده و گورپی بالایی و تاربور و گورپی پایینی و ایلام و لافان و در نهایت در لایه سروک (لایه تولیدی مخزن آزادگان شمالی) انجام می‌شود. با توجه به شرایط زمین‌شناسی می‌توان لیتولوژی سازندهای فوق را به صورت زیر بیان کرد:

- سازند آسماری: شامل ماسه‌سنگ و لایمستون و مقداری شیل و مارل
- سازنده پایده: شامل لایمستون قهوه روشن و خاکستری روشن و شیل و مارل
- سازند گورپی: شامل لایمستون قهوه‌ای و خاکستری و مارل
- سازند ایلام: شامل لایمستون قهوه‌ای و خاکستری
- سازند لافان: شامل رس‌های خاکستری و شیل و لایمستون
- سازند سروک: شامل لایمستون سفید مایل به خاکستری و دولومیت لایمستون

بررسی لایه‌های ذکر شده این حقیقت را آشکار می‌کند که در این لایه‌ها، نمک به میزان قابل توجهی وجود ندارد و این شرایط را این‌طور بیان می‌کند که در حین حفاری، Salinity گل حفاری ثابت است.

۶- آزمایش تغییرات ابری شدن گلايکول با تغییرات salinity

با توجه به آزمایش انجام شده که در Salinity ثابت با درصد گلايکول مختلف صورت گرفت، اگر Salinity تغییر کند و درصد گلايکول ثابت باشد، در این صورت، شرایط به صورت زیر تغییر می‌کند:

ابتدا جهت انجام آزمایش، سه نوع گل با ترکیبات گلايکول و نمک با چگالی ۸۰ و ۱۲۰ و ۱۶۰ گرم در لیتر آماده کرده (نحوه ساخت گل پلیمری گلايکولی، قبلاً توضیح داده شده است)، عصاره گل‌های مورد اشاره را توسط دستگاه فیلتر پرس گرفته و آزمایش ابری شدن گلايکول را مانند آزمایش قبل انجام می‌دهیم. هر چقدر درصد انحلال نمک در گل افزایش یابد، نقطه ابری شدن گلايکول در دمای پایین‌تری روی می‌دهد. لازم به توضیح است که در چگالی کمتر

بالا در محدوده ۰ تا ۴۰ میلی مول از NaCl و در ادامه، با شیب یکنواخت منفی خواهد بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در زمانی که گل حفاری با یک درصد ثابت گلايکول در حال حفاری است و در این هنگام تغییراتی در salinity گل روی دهد، بلافاصله خاصیت بازدارندگی گلايکول کاسته شده که به دلیل تغییر حالت زودهنگام گلايکول می‌باشد. تأثیرات این پدیده را می‌توان در میزان شیل همراه با کنده‌های حفاری و همین‌طور، کلوخه شدن آن‌ها روی الک لرزان مشاهده کرد.

(۴) دمای ابری شدن گلايکول با افزایش pH گل حفاری، افزایش می‌یابد. از آزمایش انجام شده، بهترین pH برای گل حفاری گلايکولی بین ۹ تا ۱۰/۵ به دست آمد. البته در شرایط مختلف این روند بهینه تغییر می‌کند.

با استفاده از این رویداد، نتیجه می‌گیریم که در مواقعی که محدوده دمای منطقه شیلی برای ما مشخص است، می‌توان درصد مناسب گلايکول را پیش‌بینی کرده و عملکرد آن را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

(۲) در مواقعی که انحلال NaCl به میزان ۸۰ گرم در لیتر در گل حفاری گلايکولی باشد، تغییرات نقطه ابری شدن با افزایش میزان گلايکول تا ۶۰-۷۰ گرم بر لیتر با شیب ملایم منفی می‌باشد و در ادامه، روند ثابتی خواهد داشت. چنانچه در هنگام حفاری با تغییر salinity روبه‌رو شویم، می‌توان با افزایش مقدار گلايکول این تغییر را خنثی کرده، تا نتیجه مطلوب حاصل شود.

(۳) در مواقعی که درصد ثابتی از گلايکول (۴٪) در گل حفاری وجود دارد، تغییرات salinity بر نقطه ابری شدن گلايکول با شیب منفی بسیار

پانویس‌ها

¹ Desander

² Desillter

منابع

- biopolymers drilling fluid, University of Sciences and Technology-Mohamed Boudiaf, Journal of Petroleum Science and Engineering.
- [10] Gray, G.R. and Darley, H.C.H., 1981, Composition and Properties of Oil well Drilling Fluids. London: Gulf Publishing Company.
- [11] Elaine Harrower, 2007, Treatment Fluids With Improved Shale Inhibition And Methods Of Use In Subterranean Operations, US Patent Application 20070015670/ A1.
- [12] David power and Mario zamora ,2001, MI Drilling Fluids Engineering Manual, MI Drilling Fluids Company.
- [13] Van Oort E., 2008, On the physical and chemical stability of shales, Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 38, pp 213235-.
- [14] Santarelli, F.J., Elf Aquitaine, Chenevert, M.E., Osisanya, S.O.U. of Texas, 1821- February 1992 «On the Stability of Shales and Its Consequences in Terms of Swelling and Wellbore Stability», SPE/IADC Drilling Conference, New Orleans, Louisiana.
- [15] J.G. Parra, E. Celis, S. De Gennaro, PDVSA INTEVEP, 2000, Wellbore Stability Simulations for Underbalanced Drilling Operations in Highly Depleted Reservoirs, SPE/CIM International Conference on Horizontal Well Technology, Calgary, Alberta, Canada.
- [۱] آقای عماد کاوه و صمد رحمتی بهار ۱۳۸۷ «گل‌های روغنی و جایگزین‌های آن» پایان نامه مربوط به آموزش شرکت ملی حفاری
- [۲] عبدالرضا مهدیه اردیبهشت ۱۳۸۸, گزارشات واحد سیالات شرکت پارس‌پترو و دستگاه حفاری در میدان نفتی اهواز چاه ۴۲۶
- [۳] قجری ع, ۱۳۹۰, مطالعه و بررسی لایه‌های شیلی در عملیات حفاری چاه‌های میداین سیری و راهکارهای جلوگیری از ریزش شیل، پروژه تحقیقاتی، پژوهشگاه صنعت نفت
- [4] S.Hassan, Petrobel, T.Klimentos, M.Badri, M.Sengul, A.Zeid, 2009, Optimozing Drilling Performance By Wellbore Stability ,Schlumberger.
- [5] S.Edwards, B.Matsutsuyu, S.Willson, 2004, Imaging Unstable Wellbores While Drilling, SPE Drilling & Completion Journal, Volume 19 , Number 4,236243-.
- [6] Cheng, Yuanfang Yan, Jienian, Wang, Guihua, 2010, A Comprehensive Study Of Wellbore Stability In Shale Formation And Its Application To Horizontal Drilling Operations, International Conference On Horizontal Well Technology. University Of Petroleum, China.
- [7] Dr. Jerome J. Schubert , 2002, Drilling Mud ,IADC Training Book, Two Edition Translate By Arabi In NIDC.
- [8] Van Oort E., 2008, On the physical and chemical stability of shales, Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 38, pp 213235-.
- [9] Samira Baba Hamed, 2009 , Rheological properties of