بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية هندسة المياه والبيئة

قسم هندسة موارد المياه

بحث تكميلي لنيل درجة البكالريوس في هندسة موارد المياه

بعنوان :

تقييم خواص سوائل الحفر المستوردة عند إضافة البارايت والبوليمر

إعداد الطلاب :

١/شهد صابر أحمد الزبير

٢/عمرو عبد السلام حمد ابراهيم

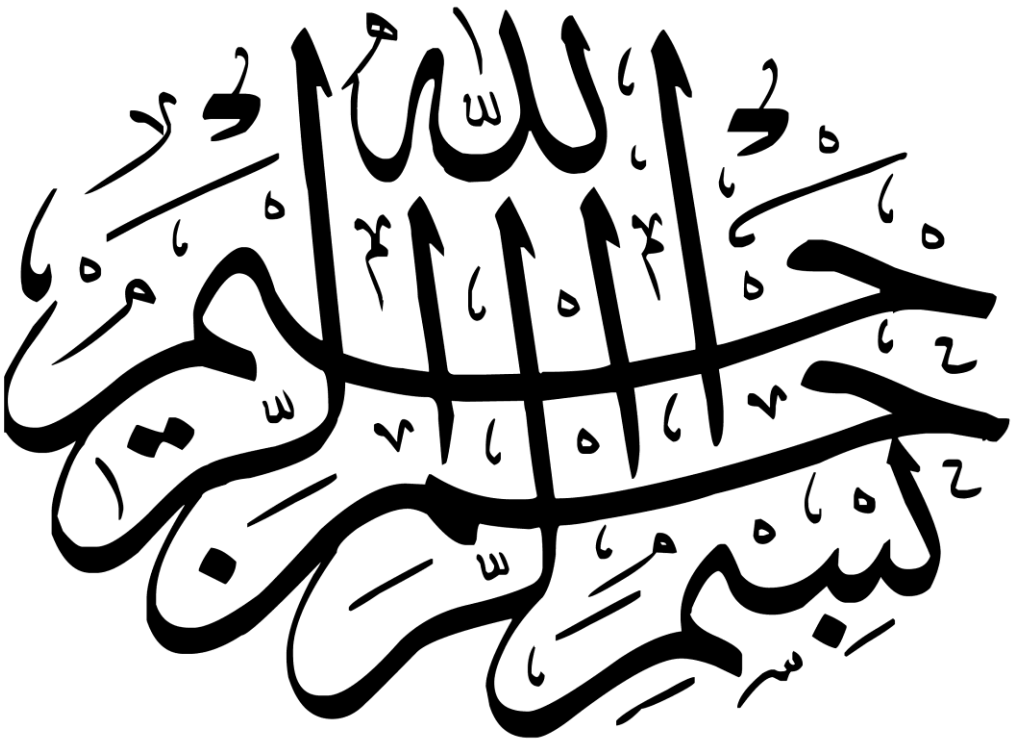
٣/محمد عثمان عمر مصطفى

٤/هيام عبد الله عثمان احمد

إشراف الدكتور :

أبو صباح الفاتح الإمام

٢٠١٤م


بسم الله الرحمن الرحيم

الآيـة

(اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ)

صدق الله العظيم

سورة النور الآية (٣٥)

شكر وعرفان

الشكر أولاً وأبداً الي الله عز وجل ...

ثم أسمى آيات الشكر ،، لكل من ساهم معنا في إخراج هذا البحث ، ونخص بالشكر ...

الدكتور أبو صباح الفاتح الامام ، الذي قام بالإشراف علي هذا العمل ،،

كما نشكر قسم هندسة التعدين والنفط واسرة معمل سوائل الحفر علي إهتمامهم ورعايتهم ،، ولكل زملائنا في كلية هندسة موارد المياه والبيئة، للأساتذة ، عميد الكلية و كل العاملين،،

و...

(أسرنا الكريمة)

الإهداء

إلى من ركع العطاء أمام قدميها وأعطتنا من دمها وروحها وعمرها حباً وتصميماً ودفعاً لغدٍ أجمل ، الغالية التي لا نرى الأمل إلاّ من عينيها .. (أمي الحبيبة)

إلى من تجرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حبٍ ، إلى من كلّت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة .. القلب الكبير .. (أبي العزيز)

إلى من هم عصارة النبت الجديد ومهرجانات الفصول ..(أخوتي و أصدقائي)

إلى من علمني حرفاً فصار سناء ضوءه ينير دربي ..(أساتذتي الأجلاء)

إلى هذا الصرح العلمي الفتي الجبار .. (جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا)

التجريد

تناول البحث نبذه تاريخيه عن سوائل الحفر، الوظائف التي تؤديها والشروط الواجب توفرها في السائل ليؤدي هذه الوظائف بكفاءة.

كما تطرق لأنواع سوائل الحفر وخواصها المختلفة وطرق قياس ومعرفة هذه الخواص علاوة علي بعض الإضافات الأخرى التي يمكن اضافتها لتعديل هذه الخواص .

وقد هدف هذا البحث لدراسة وتقييم خواص سوائل الحفر المستوردة عند اضافت البارايت والبوليمر، وبعد ان اجريت التجارب المعملية علي عينتين محضرتين بنوعين من البنتونايت المستورد _ اسبييشل وشبرا_ بعد اضافت البارايت والبوليمر نوع PAC-LVبنسب مختلفة كانت النتائج جيده واثبتت صلاحية هذه العينات لاستخدامات سوائل الحفر .

كما تمت التوصية في هذا البحث باستخدام البوليمر نوع PAC-LV و نوعCMC حيث انه يعطي نتائج جيده في الخواص .

Abstract

This paper represents a historical introduction about drilling mud, it's functions & the characteristic of a proper & efficient mud .

It has also included drilling mud types & properties, ways of measuring & knowing these properties, besides sorts of additives that used for enhancing the mud performance.

The research aimed to study & evaluate the properties of the imported drilling mud using additives like (barite & polymer) experimenting to samples of mud (shubra & special) there's also recommendation of using (Pac-lv &CMC) types of polymer to gain better results that reflects on the drilling mud properties.

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الشكر والعرفان	ب
الاهداء	ج
التجريد	د
Abstract	هـ
الفهرس	و
قائمة الجداول	ح
قائمة الاشكال	ط
الباب الأول	
١,١ المقدمة العامة	٢
٢,١ الأهداف	٧
٣,١ مخطط جانيت	٨
الباب الثاني (الإطار النظري والدراسات السابقة)	
١,٢ خواص سوائل الحفر	١٠
٢,٢ الشروط الواجب توفرها في سائل الحفر	١٣
٣,٢ أنواع سوائل الحفر	١٣
٤,٢ الإضافات الأخرى لسوائل الحفر	٢٣
الباب الثالث (طريقة إجراءالبحث)	
١,٣ جمع العينات	٢٧
٢,٣ تحضير سائل الحفر	٢٧
٣,٣ قياس خواص سائل الحفر (الخصائص التيارية)	٢٨
٤,٣ قياس كثافة سائل الحفر	٢٩

٥,٣ تحديد نسبة الرمل	٣٠
٦,٣ قياس تركيز أيون الهيدروجين (PH)	٣١
٧,٣ تحديد نسبة المواد الصلبة والسائلة	٣٢
٨,٣ تحديد حجم الراشح	٣٣
٩,٣ حساب معامل الإحتكاك	٣٤
الباب الرابع (النتائج و المناقشة)	
١,٤ خواص سائل الحفر للعينات	٣٦
٢,٤ الخواص الكيميائية للبنتونايت	٣٨
٣,٤ تأثير اضافة البارايت علي خواص سائل الحفر	٣٨
٤,٤ تأثير اضافة البوليمر علي خواص سائل الحفر	٤٠
الباب الخامس (الخلاصة،التوصيات)	
١,٥ الخلاصة	٤٣
٢,٥ التوصيات	٤٤
المصادر والمراجع	٤٥

قائمة الجداول :

رقم الجدول	إسم الجدول	رقم الصفحة
١,٤	خواص سائل الحفر للبنتونايت نوع إسبشل	٣٦
٢,٤	خواص سائل الحفر للبنتونايت نوع شبرا	٣٧
٣,٤	الخواص الكيميائيةللبنتونايت	٣٨

قائمة الاشكال :

رقم الشكل	إسم الشكل	رقم الصفحة
١,٣	خلاط سائل الحفر	٢٧
٢,٣	جهاز ZNN-D6	٢٨
3.3	مكثاف الطين	٢٩
٤,٣	جهاز قياس نسبة الرمل	٣٠
٥,٣	اوراق قياس الحمضية والقاعدية	٣١
٦,٣	جهاز قياس نسبة المواد الصلبة	٣٢
٧,٣	جهاز قياس فاقد الرشح	٣٣
٨,٣	جهاز قياس معامل الإحتكاك	٣٤
١,٤	تأثير البارايت علي اللزوجة الظاهرية	٣٩
٢,٤	تأثير البارايت علي المطاوعة	٣٩
٣,٤	تأثير البارايت علي الخاصية الجيلاتينية	٤٠
٤,٤	تأثير البوليمر علي المطاوعة	٤٠
٥,٤	تأثير البوليمر علي الخاصية الجيلاتينية	٤١
٦,٤	تأثير البوليمر علي الاس الهيدروجيني	٤١

الباب الأول

المقدمة

الباب الأول
المقدمة

١,١ مقدمة عامة :

يعود تاريخ سوائل الحفر تقريباً إلى منتصف القرن الماضي وهو ملازم لتاريخ الآبار، تم إستعمال سائل الحفر في البداية مع طريقة الحفر المطرقي بواسطة الأنابيب، ومن ثم أصبح ضروري عند بدء الحفر بواسطة الطريقة الدورانية حيث كان ذلك في بداية القرن العشرين وبالتحديد عام ١٩٠٠ م عندما حفر (لوكاس) أول بئر بهذه الطريقة في تكساس، كما أن الماء هو أول سائل إستخدم في الحفر الرحوي.

تعتبر سوائل الحفر هي المفتاح الرئيسي لنجاح عملية حفر آبار الماء، البترول والغاز، لذلك يجب أن تتناسب نوعية و خواص سائل الحفر مع ظروف الحفر لتحقيق أفضل أداء، لذا فإن التقدم والفعالية في عمليات الحفر يتوقفان إلى حد كبير على إستخدام سائل الحفر المناسب للتربة والطبقات التي يراد حفرها .

إن سائل الحفر يطلق على أي سائل يستخدم في أعمال الحفر الدوراني ويتم ضخه بواسطة مضخات خاصة به ويسري عبر مجموعة مواسير الحفر حتى قاع البئر، سوائل الحفر تشمل الغازات والزيت والسوائل وتتكون سوائل الحفر العادية من مواد صلصالية غروية معلقة في الماء وغالباً ما تكون مادة البنتونايت ويطلق عليها بعض الأحيان طين الحفر (drilling mud).

وبعد التقدم الكبير الذي طرأ على تكنولوجيا الحفر لم تعد سوائل الحفر مكونة من المواد الصلصالية والماء فقط، بل خليط منالسوائل والمواد الصلبة والمواد الكيميائية وذلك لتؤدي وظائف و ظروف الحفر المتباينة.

كما تم البدء بإستخدام أطيان نفطية القاعدة، أطيان مستحلبة، هواء و رغوة الأمر الذي أدى إلى تغيير أطيان الحفر بسوائل الحفرعلى ضوء التطور السريع في سوائل الحفر، فقد تم تنظيم مختبرات وشركات متخصصة في الإشراف على و تحضير هذه السوائل.

وبناء على ذلك نخلص إلى أن إختيار نوع الطين تتحكم فيه المتطلبات الخاصة للمنطقة الجيولوجية المعينة، وتعتمد على قابلية سائلالحفر لأداء الوظائف الضرورية في هذا المجال، وهذه الوظائف تتلخص في الآتي:-

- **تزييت وتبريد السكينة ومجموعة مواسير الحفر :**

يقوم سائل الحفر بالتبريد والتزييت عن طريق إمتصاص الحرارة الناتجة عن الإحتكاك بين مجموعة مواسير الحفر وطبقات الأرض وذلك نتيجة لدورانه بسرعة عالية، وكلما حافظنا على فأس الحفر من هذه الناحية ينخفض معدل إستهلاكها وبالتالي تنخفض مصروفات البئر.

- **إزاحة ونقل الفتات الصخري من قعر البئر إلى السطح :**

تعتبر هذه أولى الوظائف لسائل الحفر، حيث يقوم السائل المتدفق بضغط عالي والذي يتراوح ما بين (١٥٠ – ١٩٠) قدم في الدقيقة من خلال فتحات فأس الحفر (Nozzles) بالمحافظة على قاع البئر نظيفاً من خلفات الحفر وكذلك نظافة فأس الحفر وتعتمد قدرة سائل الحفر على رفع المخلفات من لبئر إلى السطح على الآتي:-

- كثافة سائل الحفر (Mud density).
- لزوجة سائل الحفر (Mud viscosity).

- حجم نواتج الحفر و كثافتها (Size & density of cuttings).
- سرعة صعود سائل الحفر في الحيز الحلقي (Annular velocity).

- **المساعدة في الحصول على معلومات من البئر :**

من المهام الرئيسية لسائل الحفر رفع مخلفات الحفر من قاع البئر إلى السطح وكلما إستمر الحفر يقوم سائل الحفر برفع هذه المخلفات ليتم أخذ عينات منها بعد حفر "٥ أقدام" أو متر واحد وتوضع هذه العينات بعد غسلها في صناديق أعدت لها خصيصاً ومن ثم تحلل العينات بواسطة جيولوجي مختص ليتعرف على الطبقات الحاملة للمياه وسمك الخزان الجوفي ويمكن من هذه العينات تقييم كمية المياه الموجودة في المنطقة التي أجريت فيها الدراسة (الحفر).

- **حمل الفتات وبقائه معلقاً خلال توقيف التدوير :**

إن الإحتفاظ بمخلفات الحفر على شكل معلق بالفراغ الحلقي عند توقف الضخ لسائل الحفر لأي سبب من الأسباب كإستبدال فأس الحفر، يتوقف على قدرة سائل الحفر على أن يصبح هلامي عندما يكون معطلاً وأن يعود إلى حالته الطبيعية السائلة عند تشغيله وهذا يسمى بالخاصية الجيلاتينية (Gel strength).

- **السيطرة على الضغط للطبقات تحت السطحية :**

عند الحفر في بعض المناطق كثيراً ما توجد طبقات لها ضغط يفوق الضغط العادي ويسمى (منحدر الضغط الغير عادي او الشاذ) ومن فوائد سائل الحفر أن الضغط الناشئ عن عمود سائل الحفر بالبئر (الضغط الهيدروستاتيكي) يمكنه التحكم بحيث يكون موازي أو أكثر بقليل من ضغط الطبقة الجاري حفرها

ويتم حساب الضغط بال (P.S.I=pound/squire inch)، لذا فإنه يمكن التحكم الضغط الهيدروستاتيكي المرغوب بالتحكم في كثافة سائل الحفر، وإذا زاد ضغط طبقة ما من الضغط الهيدروستاتيكي لسائل الحفر ستندفع السوائل التي تحتويها الطبقة لتختلط بسائل الحفر مما يؤدي إلى تغيير مواصفاته أو إنفجار البئر وذلك في آبار البترول.

- **تغطية جدار البئر بطبقة غير منفذة تسمى (mud cake or filter cake) :**

المهمة الرئيسية لسائل الحفر هي منع البئر من الإنهيار وذلك لأن السائل على جوانب البئر من شأنه أن يحول دون إنهيار البئر، وبالإضافة إلى ذلك يرسب السائل الصاعد عبر الفراغ الحلقي غلافاً واقياً على التكوينات المسامية يسمى بالقشرة الطينية (Mud cake) وذلك لأن جزء من الماء المكون لسائل الحفر يدخل عبر الطبقات النفاذة بفعل الضغط الهيدروستاتيكي لعمود السائل، ويسمى الجزء من الماء الذي دخل الطبقات ب (فاقد الرشح Filtration loss) ، ومن فوائد القشرة الطينية تثبيت جدار البئر ومنعها من الإنهيار وكذلك منع سائل الحفر من التسرب داخل التكوينات (Filtration loss).

- **تخفيف الحمل على جهاز الحفر :**

مع زيادة عمق البئر يزداد العبء على معدات الرفع بجهاز الحفر وذلن نسبة لزيادة وزن سلسلة أنابيب الحفر وعند إنزال مواسير التغليف تلاقي قوة >فع لأسفل بفعل سائل الحفر، اي أن سائل الحفر بفعل كثافته يحمل جزء من وزن المواسير وبالتالي يخفف من الحمل الواقع على جهاز الحفر.

- **التخلص من نواتج الحفر وحبيبات الرمال على السطح :**

وهذه الخاصية تتم على السطح وذلك لإستخدام الغربال الإهتزازي (shale shaker) وأحواض الترسيب (settling tanks) وعند الضرورة يستخدم فاصل الرمال (De-sander) وإذا تم التخلص تماماً من مخلفات الحفر على السطح يمكن أن نقلل من تكاليف سائل الحفر من ناحية، والتحكم في مواصفاته من ناحية أخرى.

هذا البحث يتناول تأثير الإضافات علي سوائل الحفر بدراسة تفصيلية ، الباب الأول يشتمل علي مقدمة عامة عن سوائل الحفر وتاريخ تطبيقها ووظائفها والأهداف العامة والخاصة لهذا البحث ، أما الباب الثاني يتناول خواص سوائل الحفر (Muds) ، بالإضافة الى الأنواع المختلفة من سوائل الحفر مثل سوائل الحفر المائية القاعدة (WBM) والنفطية القاعدة (OBM) وغيرها من الأنواع . أما الباب الثالث فقد خصص لتوضيح طريقة إجراء البحث والتجارب المختلفة التي تم القيام بها من أجل هذه الدراسة. الباب الرابع يقوم بتوضيح النتائج المتحصل عليها من النتائج المختبرية ومناقشة هذه النتائج وذلك لتحديد تأثير الإضافات المختلفة علي سوائل الحفر.

وفى ختام هذا البحث قدمت بعض التوصيات والمقترحات الهندسية مبنية على النتائج المعملية في مجال سوائل الحفر.

٢,١ الأهداف :

١,٢,١ الهدف العام :

دراسة وتقييم خواص سوائل الحفر المستوردة عند اضافت البارايت والبوليمر .

٢,٢,١ الأهداف المحددة :

أ) دراسة خواص سائل الحفر بدون إضافات.

ب) دراسة تأثير إضافة البارايت على خواص سائل الحفر.

ج) دراسة تأثير إضافة البوليمرات على خواص سائل الحفر .

٣,١ مخطط جانت :

	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو
المقدمة									
الإطار النظري والدراسات السابقة									
التجارب المعملية									
تصنيف النتائج									
رسم الأشكال									
تحليل النتائج									
الخلاصة والتوصيات									

الباب الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

الباب الثاني
الإطار النظري والدراسات السابقة

١,٢ خواص سائل الحفر :

- **كثافة سائل الحفر : Drilling Fluid Density**

إن كثافة سائل الحفر عاده تقاس بميزان الحفر Mud balance والذي يكون علي شكل مسواة مدرجه ، وهو سهل المعايرة في الحقل easily calibrated.

إن عملية المعايرة للجهاز تكون عن طريق استخدام الماء كأساس للقياس ، علماً بان كثافة الماء 8.33Ib/gal او 62.4b/ft^3 او 1g/cm^3 .

- **اللزوجة : Viscosity**

هي مقدار المقاومة التي يبديها السائل عند جريانه خلال الطبقات و لها أهمية في دراسة نوع الجريان ، اللزوجة لها ميزه مؤثره في رفع الفتات الصخري وتعتمد علي(تركيز المواد العالقة ، ونوعيتها)، وامكانية حمل المواد الصلبة وابقاءها في السائل وتقاس بمعدل الوقت اللازم للتدفق خلال مقياس الملحقات marsh funnel ويمكن ايضا قياسها بواسطة جهاز Fan viscometer .

- **مقاومة الجل : Gel Strength**

مقاومة الجل او المقاومة الهلامية هي قياس الحد الأدنى مع اجهاد القص (Shear stress) اللازم لحدوث سرعه قص محدودة او انتاج حركه انزلاقيه slip movement ووحده قياسها 100 رطل \ قدم٢ (النظام المتري تضرب بمعامل قدره 0.4781).

ومقاومة الجل هي قياس لقابلية سائل الحفر لتكوين تراكم هلامي (Gel structure) وهي مشابهة لاصطلاح مقاومة القص (Shear strength) وتحدد قابلية السائل لتعليق الاجزاء الصلبة الموجودة فيه كما انها تعطي مؤشر للخواص المتغيرة للسائل وتصف ثخانته .

- **نسبة الرمال : Sand content**

الرمال في سائل الحفر تلعب دورا كبيرا في سرعة تأكل الاجزاء المتحركة داخل البئر كما تقلل من كفاءة المضخة المستخدمة في تسيير دورة سائل الحفر علاوة علي زيادة تركيز الرمال في محلول الطفلة قد يتسبب في ضعف كفاءة السائل في رفع مخلفات الحفر الي درجه كبيره، نسبة الرمال للسائل في اي خلطه يجب ان لا تزيد عن 3%.

- **الترشيح أو فاقد الرشح : Filtration**

هو تغلغل جزء من الطور المستمر (Continuous Phase) لسائل الحفر في التكوينات النفاذة (Permeable formation)التي يتم اختراقها بسبب فرق الضغط بين عمود سائل الحفر الموجود في البئر وضغط التكوين ، هذا الترشيح مصحوب بترسيب جزء من المواد الصلبة الموجودة في السائل والتي تملأ المسامات السطحية للصخور والمساحة المعرضة للسائل مكونا ما يدعى بكيك الطين .ان الاجزاء الصلبة في سائل الحفر تسد مسامات الصخور مكونه ما تدعى بالقشرة الطينية الداخلية والذي بالإمكان ان يكون سمكه

بضع ملمترات وكنتيجة لذلك فان سرعة الترشيح تنخفض فجأة وفي نفس الوقت يبدا بترسيب المواد الصلبة على جدار البئر مكونا ما يسمى بكيك الطين الخارجي (External Mud cake) .

- **طبقة تبطين جدار البئر : Mud Cake**

ان طبقت تبطين جدار البئر الناتجة تعمل علي تبطين البئر ومنع تسرب السائل مره اخرى كما تعمل علي ضبط حركة الحفر .

- **الحامضية او القاعدية : Acidity or Alkalinity of Drilling fluids**

إن الحامضية او القاعدية لأي محلول عاده ما توصف باستعمال قيمة دليل القلوية Phوالذي يعرف باللوغاريثم العشري السالب لتركيز ايونات الهيدروجين في لحظه ما في محلول اي ان Ph=Log H+ ، عاده اذا كانت قيمة Ph تتراوح بين (0–7) فالمحلول حامضي اما اذا كانت 7 فان المحلول متعادل اما اذا كانت (7–14) فان المحلول يكون قاعدي والمعروف ان قيمة PH في سوائل الحفر تكون اكثر من 7اي قاعدي .

إن قياس .Ph مبني علي اساس ان المحاليل الالكتريتية (Electrolytic) قابله للتجزئة الي ايون الهيدروجين (H+) ومجموعة الهيدروكسيد (OH-) .

إن (PH) يلعب دورا اساسيا في السيطرة علي ذوبان الكلس والمخففات وعلي تحمل الغرويات العضوية وعلي تشتت الصلصال .

إن قيم (PH) تمثل موثراً مهما للسيطرة علي التأكل حيث يجب ان لا يقل عن 7 لمنع تأكل انابيب البطانة .

2.2 الشروط الواجب توفرها في سائل الحفر ليؤدي وظائفه بصورة جيدة:

هناك عدة شروط يجب توفرها في سائل الحفر المختار لكي يؤدي وظائفه بصورة جيدة:-

- أن لا يؤثر تأثير سلبي على صخور الطبقات المخترقة إي بمعنى أنه لا يحل الطبقات الملحية، وكذلك لا يؤدي إلى إنتفاخ الطبقات الغضاريةوكذلك يجب أن لا يغلق مسامات الطبقة المنتجة .
- أن يقاوم تأثير المعادن المختلفة التي يصادفها وكذلك الغازات وذلك تحت شروط الضغط والحرارة المتواجدين في البئر .
- يجب أن يؤمن تحقيق القياسات الجيوفيزيائية البئرية بصورة جيدة وأن لا يؤثر على القراءآت
- أن لا يكون قابل للإحتراق ولا يشكل خطراً على العناصر البشرية المتعاملة معه.
- أن لا يؤدي إلى تآكل المعدات المتواجدة في البئر سواء كان تآكل ميكانيكي (بسبب تركيز الحبيبات الصلبة) أو تآكل كيميائي (بسبب الغازات الحامضية) .
- أن يكون سهل التحضير أو التخزين والمعالجة والتنظيف .
- يجب أن يكون سائل الحفر والمواد المكونة له متوفرة ورخيصة الثمن لتقليل التكلفة.

٣,٢أنواع سوائل الحفر: (TYPES OF DRILLING MUD)

يمكن تقسيم سوائل الحفر الشائعة الإستعمال إلى:-

- **السوائل المحضرة بالماء العذب : (Fresh Water Muds)**

✓ **الأطيان الطبيعية (مزيج عادي من الصلصال) : (Simply Clay – Water Mixture)**

تسمى بالسوائل الطبيعية أو الاعتيادية وهي تنتج أثناء عمليات الحفر أو يمكن تحضيرها على السطح من الماء والصلصال (البنتونايت) يمكن إستخدام بنتونايت الصوديوم بنسب تتراوح بين (3% - 8%) من نوع ذو إنتاجية عالية، ويمكن أن تصل ما بين (30% - 40%) في حالة كون البنتونايت ذو إنتاجية واطئة(أقل من 19 برميل للطن الواحد) في مثل هذه النسب تكون اللزوجة الظاهرية للسائل أقل من (40) ثانية مقاسة بواسطة قمع مارش أما حجم فاقد الرشح فيكون ($15cm^3$) مقاساً في ظرف الـ (30- API) (100 دقيقة.

يستعمل هذا النوع من السوائل في ظروف الحفر الإعتيادية،أما في الظروف الغير مناسبة مثلاً عند إختراق طبقات ملحية يمكن أن تذاب بواسطة المياه العذبة فنجد أن خواص السائل سوف تتغير بسرعة كبيرة وكذلك عند إختلاف طبقات ذات سماكة كبيرة من الصلصال فإن هذا الصلصال سوف يؤدي إلى التأثير على خواص هذا السائل، أي أنه يؤثر سلباً على اللزوجة ومقاومة الجل مما يؤدي إلى صعوبة ضخ السائل. في حالة تلوث السائل بصلصال التربة المختزنة إرتفاع لزوجته فإنه يعاد تخفيفه بالماء أو بإضافة مقللات اللزوجة .(Thinners)

عند إختراق الطبقات ذات السماكة الكبيرة من الـ Clay فإنه يفضل إستخدام أنواع أخرى من السوائل غير السوائل الإعتيادية مثل السوائل الكلسية أو المالحة أو ذات الأساس النفطي.

- ✓ **السوائل المعالجة كيميائياً : (Chemically Treated Fluids)**

الهدف من المعالجة هو تحسين خواص السائل الأصلي فقط ، خاصة فيما يتعلق بالخواص الجريانية وليس للحصول على سوائل خاصة.

يتم تأمين خواص السائل عن طريق مزج (بنتونايت + ماء) ويتم تحسين خواص السائل الأصلي عن طريق إضافة بعض المواد مثل مقللات اللزوجة ومقللات فاقد الرشح وغيرهما من المواد التي تؤثر على خواص السائل الأصلي.

يمتاز هذا النوع من السوائل بـ (PH) عالية أكبر من (9) الأمر الذي يجعل المواد الصلبةفي حالة تشتت مستمر.

ومن المواد المستخدمة كإضافات لتحسين أو معالجة خواص السائل الأصلي هي:

I. مواد لزيادة الكثافة.

II. مواد لزيادة اللزوجة.

III. مقللات اللزوجة.

IV. مقللات فاقد الرشح.

- **سوائل الحفر الكابحة : (Inhibitive Drilling Fluids)**

وهي تختلف عن السوائل المعالجة في أنها تعالج مسبقاً(أي قبل إستخدامها) بمواد كيميائية تمنع تأثير أي عامل عليها.

أي بمعنى أنها تمنع تأثير درجة الحرارة والأملاح ومحتويات الطبقة عليها، وأيضاً تأثير هذه السوائل على الطبقة وهذه السوائل نوعان رئيسيان هما:-

- ✓ **سوائل الحفر المالحة:**

ويتم تحضيرها بإشباع سائل الحفر على السطح بالملح في نفس الوقت يتم معالجة خواصه مثل إصلاح فاقد الرشح وذلك بإضافة مقللات فاقد الرشح لأن إضافة الملح تؤدي إلى زيادة كبيرة في فاقد الرشح.

ومن محاسن إستخدام هذا النوع من السوائل:

I. لا يؤثر على الطبقات الملحية لأنه لا يؤدي إلى إنحلالها وذلك لأن السائل مشبع مسبقاً بالملح.

II. فاقد رشح هذه السوائل في الطبقة لن يستطيع حل الملح لأن السائل مشبع بالملح وبالتالي نستطيع تأمين ثبوتية جدران البئر وثبوتية الطبقة المخترقة.

III. بما أن حبيبات الغضار غير قابلة للهدرجة في الوسط المالح فإن هذه السوائل لا تؤدي لإنتفاخ الغضار لذلك تستخدم في حفر الطبقات المنتجة الحاوية على رمل غضاري.

وتوجد من هذا النوع عدة أنواع من السوائل المالحة وذلك حسب نسبة تركيز الملح الداخل في تكوين السائل:

- سوائل الحفر المالحة الغير مشبعة (1-5%) منها مياه بحار.
- سوائل الحفر المالحة نسبة تركيز (NaCl 10-15%).
- سوائل الحفر المالحة المشبعةNacl (30%<)

✓ **السوائل ذات الأساس الكلسي:**

هي سوائل ملحية ولكن الملح الذي عولج به السائل هو الكلس وبالتالي تم إستبدال الغضار الصودي بغضار كلسي.

عند إضافة الملح الكلسي ترتفع اللزوجة كثيراً بشكل مفاجئ لكن الإضافات الأخرى تقلل من اللزوجة، في النهاية نجد أن التأثير قليل. أما فاقد الرشح فإنه يزداد بشكل كبير كلما زادت كمية الكلس.

يوجد نوعان من السوائل ذات الأساس الكلسي:

النوع الأول: السوائل المعالجة بالجير (CaO) :

أي أن أيون الكلس تدخل إلى السائل بواسطة الجير (CaO). لتحضير هذه السوائل فإننا نقوم أولاً بإضافة مقللات اللزوجة إلى السائل الأساسي وذلك لتلافي الإرتفاع المفاجئ في اللزوجة في البداية.

أيضاً يعالج السائل الأساسي بالصودا الكاوية (Na OH) وذلك لإصلاح معدل إنحلال الكلس في السائل وأثناء إضافة الكلس نضيف مقللات فاقد الرشح.

تأثير تركيز أيونات الكالسيوم على اللزوجة:

زيادة كمية الملح تؤدي إلى زيادة اللزوجة بصورة كبيرة جداً وخاصة في المراحل الأولى من عمر إضافة الغضار الكلسي.

إذاً هناك تركيز في أيونات الكالسيوم يجعل لزوجة السائل في حدودها المثالية وهي الحدود الدنيا (وهذا التركيز محصور بين: (150-200Mg/ Litter) من فاقد الرشح.

السلبية الأساسية لهذه السوائل هي أنها تحت درجات الحرارة الأكبر من (100°C) فإن الغضار أو أكسيد الكالسيوم بوجود وسط شديد القلوية يؤدي إلى تشكل نواتج شبيهة بتلك التي تتشكل عند تصلب السائل الإسمنتي وهذا يعني إرتفاعاً حاداً في اللزوجة قد تكون غير قابلة للتناقص والقوة الهلامية أيضاً وللتقليل من تأثير هذه الظاهرة تقلل تركيز كل من الغضار وأكسيد الكالسيوم والصودا الكاوية. أيضاً لزيادة ثبوتية هذه السوائل في درجات الحرارة العالية وبالتالي في الأعماق الكبيرة تضاف مركبات اللجنين (Legnin).

النوع الثاني: سوائل معالجة بالجبص:

يوجد منها نوعان:

- سوائل معالجة بالجبص (CaSO4)
- سوائل معالجة بالأنهيدرات(CaSO4.2H2O)

غضار صودي +CaSO4 ⟶ غضار كلسي + Na2SO4

NaSO4 راسب لا ينحل ولذلك يؤدي إلى زيادة اللزوجة، وذلك كما هو في السوائل السابقة الكلسية والمالحة فإنه بإضافة الجبص إلى السائل يؤدي إلى زيادة كبيرة في اللزوجة وفاقد الرشح وذلك عند تحضيرها يشبع السائل بالصودا الكاوية وبمقللات اللزوجة ومن ثم بمقللات الجبص وعند إضافة الجبص نضيف مقللات فاقد الرشح، هذا السائل مشابه لسابقه ويختلف عنه بميزة واحدة فقط وهي أن مقاومته لدرجات الحرارة العالية أكبر لذلك يستخدم للحفر عند الأعماق الأكبر.

✓ **السوائل المحضرة بكلوريد الكالسيوم ($CaCI_2$) :**

إن سبب إستعمال (CaCI2) وهو ملح شديد الذوبان هو الحصول على سائل ذو تركيز عالي جداً من أيونات الكالسيوم (mg/L) (400-5000)ملغم/ لتر راشح وذلك بهدف تأمين درجة عالية من كبح تميؤ قطع الصلصال القريب من جدار البئر عن طريق التبديل الكاتيوني.

يوجد منها نوعان من أنواع السوائل وهي سوائل ذات محتوى معتدل من أيونات الكالسيوم وأخرى ذات محتوى عالي من أيونات الكالسيوم.

صممت هذه السوائل بغرض تجاوز مشاكل سوائل الحفر الكلسية المحضرة بالكلس المطفئ (CaO) وبسبب الإستعمال المحدود للسوائل المحضرة بالجبص بسبب لزوجة ومقاومة الجل العالية.

يوصى بإستعمال هذه السوائل حيثما يتوقع أن يكون التلوث بالأنهيدرايت والملح يتركز إلى (7000) جزء بالمليون.

- **سوائل ذات المحتوى المنخفض من المواد الصلبة :**

تزداد سرعة الحفر كلما قل الضغط الهايدروستاتيكي لعمود سائل الحفر نتيجة لتخفيض كثافته وكذلك كلما زادت سرعة الترشيح أمام الحافرة.

يفضل إستخدام سوائل ذات خواص أقرب ما تكون من خواص الماء أينما سمحت الظروف بذلك (حينما لا يوجد خطر إندلاع) ولكن يجب أن يحتوي على محتوى أدنى من المواد الصلبة وأن تكون له لزوجة كافية لإخراج قطع الصخور المحفورة، وأن يكون له ترشيح منخفض لكي لا يؤثر على إستقرارية جدار البئر.

- **سوائل الحفر المستحلبة(Emulsion Drilling Fluids):**

يقصد بها المستحلبات المباشرة ويعني ذلك زيت أو نفط (أو أحد مشتقاته) في الماء . وهذه السوائل تتألف من جزئيين أو طورين :

الطور الأول وهو الطور الأساسي وهو الماء ، أما الطور الثاني أو المبعثر فهو الزيت أو النفط أو أحد مشتقاته .

من سلبيات هذه السوائل أنها عند خلطها مع بعضها البعض تشكل خليط غير متجانس أي بعد فترة قصيرة ينفصل الزيت عن الماء ويمكن معالجة هذه الظاهرة بإضافة مواد مثبتة إلي الخليط تساهم هذهالمواد في ثبوتية السائل وتجانسه ، هذه المواد نسميها مواد الاستحلاب نستخدم عادة البنتونايت أو الـ(Carboxyl Methyl Cellulose)(CMC) أو مركبات اللجنين المقللة للزوجة وتكوننسبة الزيت في الماء (5-25%) .

ومن محاسن هذه السوائل هي :

- فاقد رشحها قليل وفاقد الرشح القليل هذا ينتج من سببين :

I. من مواد الاستحلاب التي هي الغضار أو الـ (CMC) والتي تمتص الماء الحر لذلك تقلل من كمية الماء الحر في السائل وينتج عن ذلك فاقد رشح قليل .

II. قطرات النفط تدخل مع فاقد الرشح إلي مسامات الطبقة وبسبب توتره السطحي الكبير تغلق مسامات الطبقة جيداً وتقلل أو تمنع فاقد الرشح .

- أنها تؤدي إلي سرعة ميكانيكية عظمي للحفر :

بما أن فاقد رشحها قليل فهي لا تؤثر علي صخور الطبقات المخترقة وبالتالي فهي لا تؤدي الي إستعصاء رأس الحفر ومجموعة مواسير الحفر أي أنها تعطي مؤشرات حفر عالية ونقصد بمؤشرات الحفر العالية زيادة السرعة الميكانيكية للحفر.

زيادة زمن رأس الحفر علي القاع (إطالة عمر رأس الحفر) وهذان الأمران مع بعضهما البعض يؤديان إلي تقليل زمن الحفر وكلاهما يؤدي إلي زيادة السرعة العملية للحفر .

✓ **سوائل الحفر ذات الأساس النفطي (Oil Muds) :**

الطور الأساسي هنا هو النفط أما الطور الثانوي هو الماء .

✓ **مستحلبات عكسية (من نوع ماء في الزيت) :**

نسبة الماء في الخلطة تتراوح بين (30 – 40%) والباقي نفط ومميزات هذه السوائل :

- أنها لا تتأثر بالأملاح وبالتالي يمكن استخدامها بنجاح من أجل اختراق الطبقات الملحية .
- أنها ذات قوة هلامية مقبولة ويمكن تثقيلها بمواد مثقلة حتى (2.2 Kg f/dm3) .
- أنها تقاوم درجات الحرارة العالية لذلك يمكن استخدامها عند أعماق كبيرة أي التي تزيد فيها درجة الحرارة عن (150oC) .

- فاقد رشحها قليل وإذا كان هناك فاقد رشح فهو في النفط ، والنفط لا يؤدي إلي انتفاخ الغضار وانحلال الملح ، ولا يؤثر علي الطبقات المنتجة لذلك فان هذا النوع من السوائل يستخدم بنجاح من أجل حفر الطبقات الملحية أو الحاوية علي أملاح منحلة كما يستخدم في حفر الطبقات الغضارية وأيضاً يعتبر من أفضل السوائل في اختراق الطبقات المنتجة.
- ومن سلبيات هذا النوع من السوائل (ذات الأساس النفطي) هي أنه عند تماسه مع الماء أي عند اختراق طبقة مائية يشكل مستحلب من الماء والنفط وهذا المستحلب ذو لزوجة عالية لدرجة أنه قد يصبح غير قابل للضخ . وتزداد لزوجة المستحلب بزيادة تركيز الماء ذلك إذا واجهنا طبقة مائية عند الحفر بهذا السائل يجب إضافة مادة مانعة للاستحلاب .

✓ **السوائل الخاصة :**

هي أيضاً من نوع المستحلبات العكسية (ماء في الزيت) ولكن بخلاف السوائل السابقة فإن نسبة الماء فيها (1-3%) والباقي نفط . هذه السوائل مقاومة لدرجات الحرارة ومقاومة لتأثير الأملاح وفاقد رشحها تقريباً معدوم لذلك فهي تستخدم في حفر الطبقات العميقة أي ذات درجات الحرارة العالية جداً وحفر الطبقات الملحية وكذلك في حفر الطبقات الغضارية (لأن الغضار لا يتأثر بالنفط ولا يوجد فاقد رشح) وأيضاً في حفر الطبقات الضعيفة وكذلك في حفر الطبقات المنتجة (أفضل سائل لحفر أو لاختراق الطبقة المنتجة هو النفط) .

ومن سلبيات هذا النوع هي:

- ذات كلفة عالية .

- صعوبة تخزينها حيث إنها تتميز بدرجة عالية من الخطورة (قابلة للاشتعال) والتعامل معها يحتاج الى الحذر الشديد .

- **الغازات (Gases) :**

استخدام الغاز كسائل حفر قليل ولكن لو أمكن استخدامه لأعطىسرعة حفر عالية. يستعمل الهواء عادة أو الغاز عندما تكون صخور الطبقة جيدة التماسك وعندما لا توجد طبقات تحتوى على موائع ذات ضغط مرتفع.

من مساوئ هذا النوع من السوائل:

- انه عند وجود طبقات مشبعة كثيراً أو قليلا بالماء فإن الفتاتات ستكون مبللة بالماء وبالتالي سوف يصعب رفعها الى السطح بواسطة الهواء.
- يصعب استخدام الهواء كسائل حفر في الفراغات الحلقية الكبيرة لأن الفراغات الحلقية الكبيرة من أجل رفع قتاتات بفعالية تتطلب غزارة كبيرة من الهواء وأيضاً ضغط ضخ مرتفع للهواء وهذا قد يؤدى الى تخريب بعض الطبقات ويؤدى الى تشقيقها وقد لا نتمكن من تأمين هذا الضغط العالي للضخ بالنسبة للهواء.

- **الرغوة الثابتة:**

وهى عبارة عن حقن الهواء في الماء يعنى إذابة الهواء في الماء مع إضافة مادة مولدة للرغوة (مواد صابونية) في هذه الحالة نحصل على سائل حفر ذو وزن نوعى قليل جدا ولزوجة ظاهرية كبيرة إذ أن هذه السوائل تتمتع بالمميزات التالية:

- اللزوجة الظاهرية الكبيرة تمكن من فرع الفتاتات الى السطح بفعالية جيدة لأن وزنها النوعي قليل فهي تعطى سرعة حفر عظمى وبسبب لزوجتها أيضاً فإن رفع الفتاتات الى السطح في الفراغات الحلقية الكبيرة في غاية السهولة ولا تحتاج لضغط كبير.
- الرغوة الثابتة لا تتأثر لا بالكلس ولا بالملح ولا بالنفط لذلك اختيارها بنجاح لاختراق الطبقات الملحية والكلسية والغضارية (والمنتجة) ، اذا كانت الطبقات المنتجة ذات ضغط منخفض يكفى ضغط الرغوة لمنع دخول المواقع منها الى البئر.
- ابعاد الفتاتات عن الحفر كبيرة وبالتالي يمكن دراستها بسهولة على السطح .

٤,٢ الإضافات الأخرى لسوائل الحفر :

١) مواد الموازنة : (Weighting materials)

وتستخدم لتغيير كثافة الماء وبالتالي الضغط الهيدروستاتيكي المسلط، والغاية منها منع حدوث تغيرات مفاجئة في الضغط أو حالة (Blowouts) أثناء الحفر وتجنب تسرب السائل نحو الطبقة في نفس الوقت، وأكثر هذه المواد شيوعاً هو كبريتات الباريوم (Barite) كما توجد العديد من المواد الأخرى تستخدم لنفس الغرض مثل : (كبريتيد النحاس، Siderite، Hematite) إن أغلب هذه المواد تكون مسببة للتآكل لذا يتوجب إستخدام بعض أنواع مانعات التآكل (Corrosion Inhibitor).

٢) إضافة فقدان الموائع : (Fluid Loss Additives)

وأهم أمثلتها البوليمرات المثخنة التي تضاف إلى طين الحفر (Drilling Mud) لكي تقلل خسارة الموائع من جوف البئر، ومن أمثلة هذه المواد : (البنتونايتBentonite) وغيرها من أنواع الصلصال، يتم معالجتها

بمصادر مختلفة مثل الليكنايت المعالج بالمزاد الكاوية أو الأمين –الرتنجات المختلفة –الكلسونيات– رقاقات حامض البنزويك –المايكا.

٣) المثخنات والمشتتات : (Thinners & Dispersants)

تستخدم لمنع حدوث التزغب في جزيئات الطين والحفاظ على قابلية ضخه، وأمثلة هذه المواد هي : (رابع فوسفات الصوديوم وأنواع أخرى من الفوسفات والبوليمرات الصناعية مثل البولي ستايرين)، كما يتم إستخدام المواد المقللة للإحتكاك (Friction Reducers) مثل بولي أكريلمايد، حيث أنها تسهل تدوير السائل خلال تجويف البئر مما يقلل الإجهاد على المضخات.

٤) مانعات التآكل (Corrosion Inhibitors) :-

يستخدم لتقليل الإحتكاك في المعدات والذي قد يسببه إستخدام سوائل الحفر، حيث تستعمل العديد من المواد مثل : (أملاح الأمين–سلفات الأمين–كاربونات الزنك– أحادي إثيل أمين).

٥) قاتلات البكتيريا (Bactericides) :-

للسيطرة على نمو البكتريا التي قد تسبب التآكل أو قد تسبب إنسداد مسامات المكمن أو تغيير خواص سوائل الحفر مثل : (بارافورمالديهايد– هيدروكسيد الصوديوم– إثيل أمين).

٦) السيطرة على الحامضية (PH Control) :-

ويساعد أيضاً على تقليل التآكل، ويمنع حدوث أي تفاعل بين سوائل الحفر ومعادن المكمن وتستعمل المواد التالية : (هيدروكسيد الصوديوم– كاربونات الكالسيوم– هيدروكسيد البوتاسيوم– أوكسيد المغنيسيوم– أوكسيد الكالسيوم– حمض الفورميك).

٧) مانعات الصدأ (Scale Inhibitors) :-

تستخدم لمنع تكون أملاح الكالسيوم غير الذائبة عند تلامسها مع المعادن الموجودة في الطبقة والمياه المالحة. وأمثلة هذه المادة هي : (هيدروكسيد الصوديوم- كربونات الصوديوم- بيكربونات الصوديوم) وغيرها.

الباب الثالث

طريقة التنفيذ والوسائل المستخدمة

الباب الثالث

طريقة التنفيذ والوسائل المستخدمة

1.3 جمع العينات :

العينات المستخدمة في هذا البحث تم الحصول عليها من معمل سوائل الحفر بكلية هندسة المياه و البيئة في جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

العينة الاولى تسمى شبرا بنتونايت والثانية هي specialبنتونايت.

2.3 تحضير سائل الحفر:

الأجهزة و المواد المستخدمة :

جهاز Mud Mixer الذي يتكون من أكواب بالإضافة الي الماء و شبرا بنتونايت.

طريقة العمل :

تم ملء الكوب بالماء بواسطة الكمية المحددة(350ml) ، تم وزن المواد الصلبة المراد إضافتها (22.5g).

شُغل الجهاز ليحرك الماء بداخله ثم أُضيفت المواد الصلبة تدريجيا" حسب الكمية الموزونة مسبقا"، تم الانتظار لمدة (3-5) دقائق حتى تجانس الخليط.

وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

شكل رقم (1.3): خلاط سائل الحفر

3.3 قياس خواص سائل الحفر (الخصائص التيارية):

الأجهزة و المواد المستخدمة :

جهاز speed Viscometer ٦

طريقة العمل :

تم ملء sample cup بواسطة المائع المراد معرفة خصائصه التيارية ثم وُضع في المكان المخصص له وثُبت ، وتم تعريض سائل الحفر للسرعات التي يمكن ان يسلطها الجهاز ، تم تسجيل القراءات عند إستقرار المؤشر .

وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

شكل رقم (2.3): جهاز ZNN-D6

4.3 قياس كثافة سائل الحفر :

الأجهزة و الادوات :

جهاز Mud Balance الي يتكون من(Base , Balance arm , Knife edge , Rider , level glass , lid) و سائل الحفر .

طريقة العمل :

تم ملء الكوب بواسطة الماء وتم التحقق من صحة الجهاز و وجد ان نسبة الخطأ 0% .تم ملء الكوب بواسطة المائع المراد قياسه كثافته ، تم قفل الكوب بوضع الغطاء مع التأكد من خروج بعض سائل الحفر من خلال lid ، تم مسح الجزء الخارجي للكوب بواسطة منديل ، تم وضع Balance arm في المكان المخصص لها وذلك بوضع Knife edge علي Fulcrum، تم تحريك Rider حتى تكونت الفقاعة في منتصف Level glass، تمت قراءة التدرج ثم تم تنظيف الجهاز .

شكل رقم (3.3): مكثاف الطين

5.3 تحديد نسبة الرمل :

الأدوات المستخدمة :

جهاز Sand Content Apparatus.

طريقة العمل :

تم ملء measuring cylinder بالمائع المراد قياس نسبة الرمل فيه حتى علامة Mud to here ، مواصلة ملء measuring cylinder بواسطة الماء المقطر حتى علامة water to here ، تم قفل measuring cylinder بوضع الإصبع ومن ثم تم رجها جيدا" ، تم تصفية المحلول الناتج بواسطة sand filter وللتأكد من التصفية الجيدة تم تعريض العوالق لتيار من الماء السريع ، تم إرجاع المواد الرملية العالقة في المنخل إلى measuring cylinder وذلك بعكس sand filter وتعريضه لتيار ماء قوي والتي بدورها ترسبت في جزء solids scale ، تم قراءة التدرج (%) ، تم تنظيف الجهاز .

وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

شكل رقم (4.3) : جهاز قياس نسبة الرمل

6.3 تركيز أيون الهيدروجين (PH) :

الأجهزة و الأدوات :

جهاز PH meter ، جهاز PH paper .

طريقة العمل :

تم إحضار عينة من المائع المراد قياس تركيز أيون الهيدروجين فيه ، تم غمس الورقة الكاشفة في العينة وإخراجها ، تمت مقارنة اللون الجديد للورقة مع الألوان العيارية الموجودة وتمت القراءة من التدرج .

في حالة PH meter يتم إدخال القلم الكاشف في العينة و ننتظر حتى ثبات القراءة وتتم القراءة من اللوحة الالكترونية .

وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

شكل رقم (5.3): أوراق قياس الحمضية والقاعدية

7.3 تحديد نسب المواد الصلبة و السائلة :

الأجهزة والأدوات :

جهاز Mud Retort ، ميزان الكتروني ، Mud Balance .

طريقة العمل :

تم حساب كثافة سائل الحفر ثم تم وزن Chamber قبل ملئه بسائل الحفر ، تم ملء cup أسفل Chamber بواسطة سائل الحفر ، تم وزن chamber بعد ملئه بسائل الحفر ، تم إدخال طرف chamber في الجهاز ، وُضع measuring cylinder في المكان المخصص له ، تم توصيل التيار الكهربائي والإنتظار حتى أول قطرة ماء ومن ثم تم تشغيل ساعة الإيقاف لمدة (25 دقيقة) ، تم نزع chamber بواسطة الجهاز المخصص للك ، ثم تم وزنه ثم قراءة الحجوم المتجمعة .

وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

الحساب :

نسبة المواد الصلبة = 1-حجم المواد السائلة.

شكل رقم (6.3): جهاز قياس نسبة المواد الصلبة

8.3 تحديد حجم الراشح :

الهدف:

قياس سماكة Filter cake وحجم السائل الراشح عند 30 دقيقة .

الأجهزة و الأدوات :

جهاز Apl Filtration Press ، ساعة ايقاف .

طريقة العمل :

تم ملء cell بواسطة سائل الحفر حتى العلامة ثم تم وضع ورقة الترشيح بعد ذلك تم تركيب الجهاز حسب التوجيهات ، تم تعريض العينة لضغط (100 psi) بفتح صمام الضغط ، و تشغيل ساعة الإيقاف عند خروج أول قطرة تم وضع measuring cylinder أسفل الجهاز لتجميع الراشح .

تم قراءة التدرج (Cc) و تسجيل الحجم مقابل الزمن ، بعد إنتهاء المدة المقررة (30 دقيقه) تم تفكيك Cell وإخراج ورقة الراشح ومن ثم قياس سماكة Mud Cake ، وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

شكل رقم (7.3): جهاز قياس فاقد الرشح

9.3 حساب معامل الإحتكاك :

الهدف حساب معامل احتكاك Filter Cake مع Drill Pipe و Drill Collar .

الأجهزة والأدوات :

جهاز معامل الإحتكاك .

طريقة العمل :

تم وضع Filter Cake علي اللوح الأفقي في الجهاز ثم التأكد من أن Filter Cake موازي الأفق بواسطة مسامير الوزن وإستقرار الفقاعة في المركز ، وُضع نموذج من سائل الحفر على Filter Cake وتم الضغط علي زر التدوير ، سُجلت الزاوية التي إنزلق بها النموذج و قراءة معامل الإحتكاك من الدليل المرفق .

تم تصفير الجهاز، وكُررت الخُطوات السابقة مع العينة الثانية .

شكل رقم (8.3): جهاز قياس معامل الإحتكاك

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

1.4خواص سائل الحفر للعينات.

الجدول ١,٤ حتي ٣,٤ والإشكال من ١,٤ حتي ٧,٤ تم الحصول عليها من نتائج الإختبارات المعملية التي تم إجراؤها لعينات البنتونايتإسبشل وشبرا.

الجدولان ١,٤ و٢,٤ يوضحان خواص سائل الحفر المحضر من عينات بنتوناتاسبيشل وشبرا .

جدول رقم 1.4|: خواص سائل الحفر للبنتونايت نوع اسبشل

خواص سائل الحفر	بنتونايتاسبشل
8.7	Density (ppg)
8	Plastic Viscosity (cp)
14	AP. Viscosity (cp)
12	Yield Point ($Ib/100ft^2$)
12	Gel Strength ($Ib/100ft^2$)
21.6	Filter Volume (ml)
8.4	Mud Retord
8.4	pH
0.485	N
495	K
0.1317	α Drill pipe
0.0437	α Drill collar
7.5°	ΘDrill pipe
٢,٥°	ΘDrill collar
0.01	Sand Content %

جدول رقم(2.4) : خواص سائل الحفر للبنتونايت نوع شبرا

خواص سائل الحفر	بنتونايت شبرا
٨,٧٩	Density (ppg)
٩	Plastic Viscosity (cp)
٢٣	AP. Viscosity (cp)
٢٨	Yield Point ($Ib/100ft^2$)
١٨	Gel Strength ($Ib/100ft^2$)
١٩,٢	Filter Volume (ml)
٧,٦	Mud Retord
١٠	Ph
٠,١٨٩	N
٥٨٠٦	K
٠,١٣١٧	α Drill pipe
٠,٢١٢٦	α Drill collar
$٧,٥^0$	ΘDrill pipe
١٢^0	ΘDrill collar
٠,٠٢٥	Sand Content %

من النتائج المبينة يتضح ان خواص سائل الحفر مناسبه لاستخدامات حفر الابار ما عدا من ناحية الترشيح حيث انها تزيد من المعدل العالمي وفقا ل API و OCMA.

٢,٤ الخواص الكيميائية للبنتونايت :

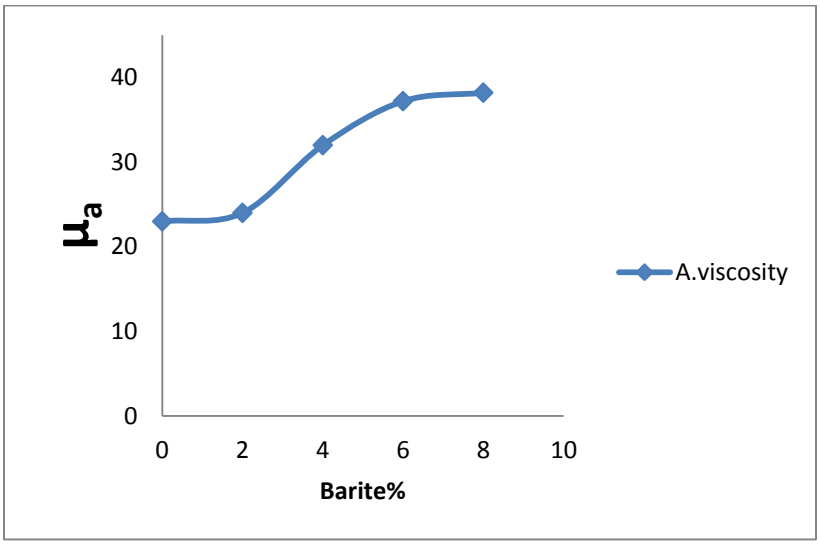
جدول رقم 3.4

Element	Test Method	Unit	شبرا	اسبيشل
Al	ICP	Wt%	٢,٦٩٧	٢,٩٥٢
Fe			٧,٧٩٧	٨,٧٢٠
K			٢,٤٩٩	٢,٧٣٧
Na			٣,٤٣٨	٣,٤٣٧
P			٢٧٢,٦	١٠٨٥
Se			<٠,٠٢٦٦	<٠,٠٢٦٦
Ag			<٠,٠٠٣٥	<٠,٠٠٣٥
As			<٠,٠٢٨١	<٠,٠٢٨١
Be			٠,٨٣٨	١,١٧٩
Ca			٥١٠٥	٦٨٢٠
Cd			٠,٦٧٢٤	١,٨٢٧
Co			٧,٦٦٣	٥٦,٢٩
Cr			٢٢,٠٦	٣٢,١٢
Cu			٤٢٨,٥	٢٣٤,٢
Li			٧,٤٣٣	٧,٧١٩
Mg			١١٦٣	١٤٣١
Mn			١٣٥٤	١٥٦٥
Mo			٢٩,١٢	٣٣,٦٠
Ni			<٠,٠٠٥٣	١٥,٨٥٨
Pb			٤٤,٥٠	٢٦,٦٢
Sb			<٠,٠١٤٩	<٠,٠١٤٩
Sr			٢٦٠,٦	٥١١,٨
Ti			٥٩٦٦	٦٧٥٩
V			٢٠٥,٦	٢٦٤,٥
Zn			١٥١,٢	٣١٨,٤

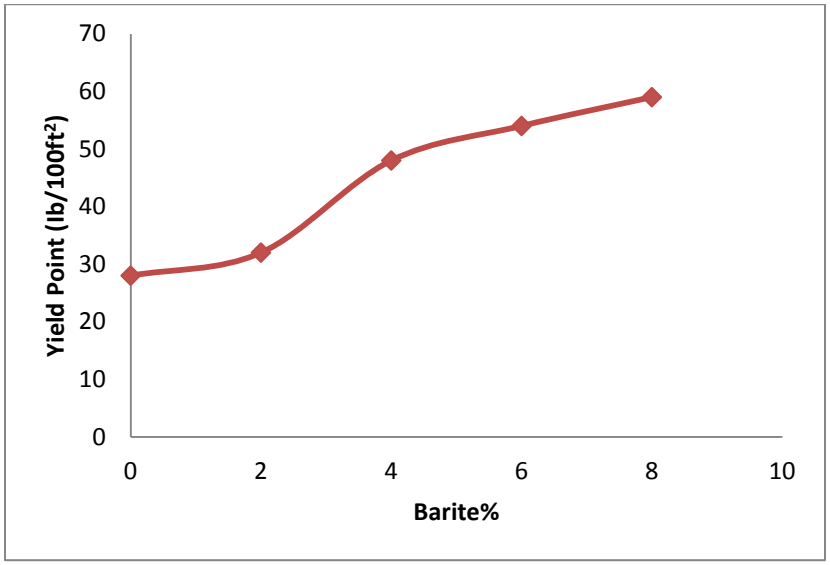
3.4 تأثير إضافة البارايت علي خواص سائل الحفر

الاشكال من ١,٤ و حتى ٦,٤ تبين تأثير الاضافات على خواص سائل الحفر .

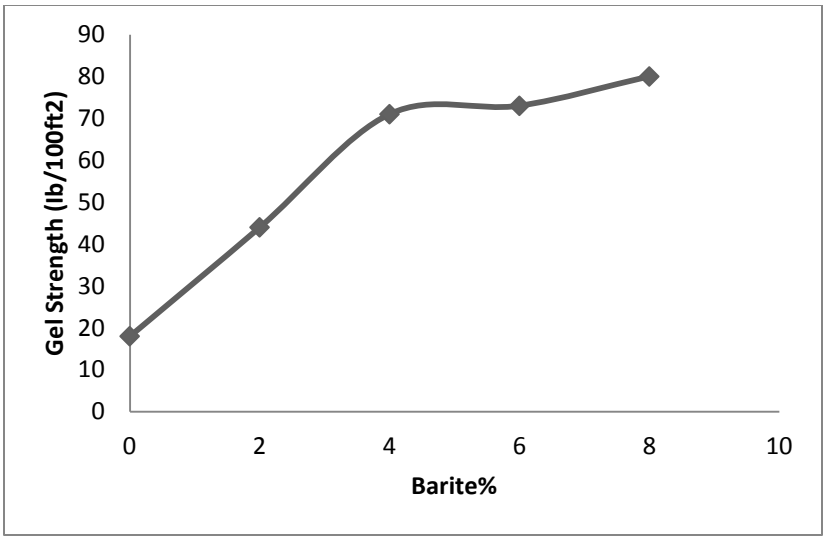
عند اضافت البارايت فان اللزوجه والمطاوعة والخاصية الجيلاتينية تزيد بزيادة نسبة البارايت المضافة .كما مبين بالاشكال من ١,٤ وحتى ٣,٤.



شكل رقم (٤,١) : تأثير البارايت على اللزوجة الظاهرية



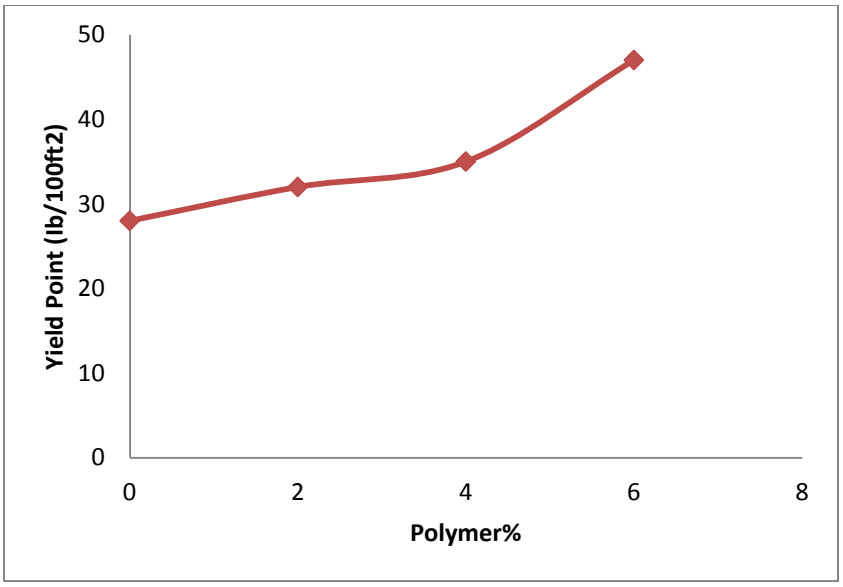
شكل رقم (٢,٤): تأثير البارايت على المطاوعة



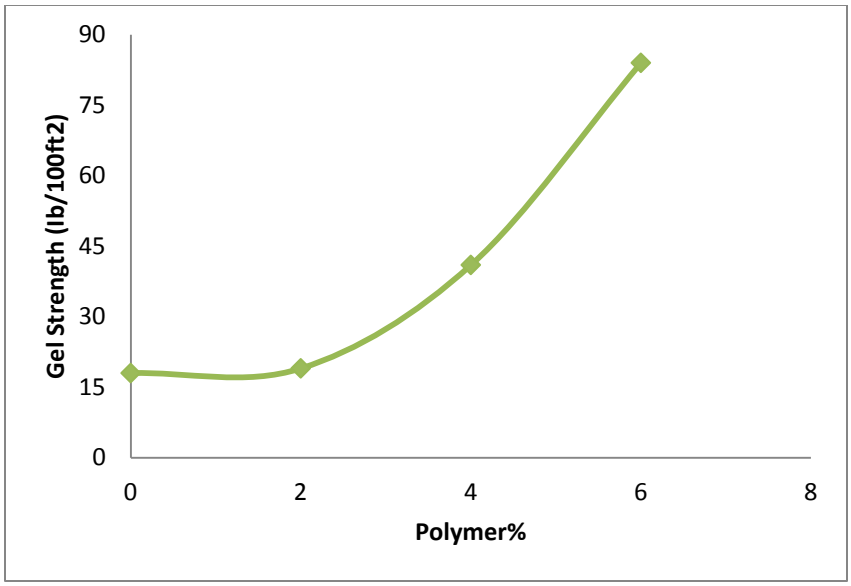
شكل رقم (٣,٤): تأثير البارايت على الخاصية الجيلاتينية

4.4 تأثير إضافة البوليمر علي خواص سائل الحفر

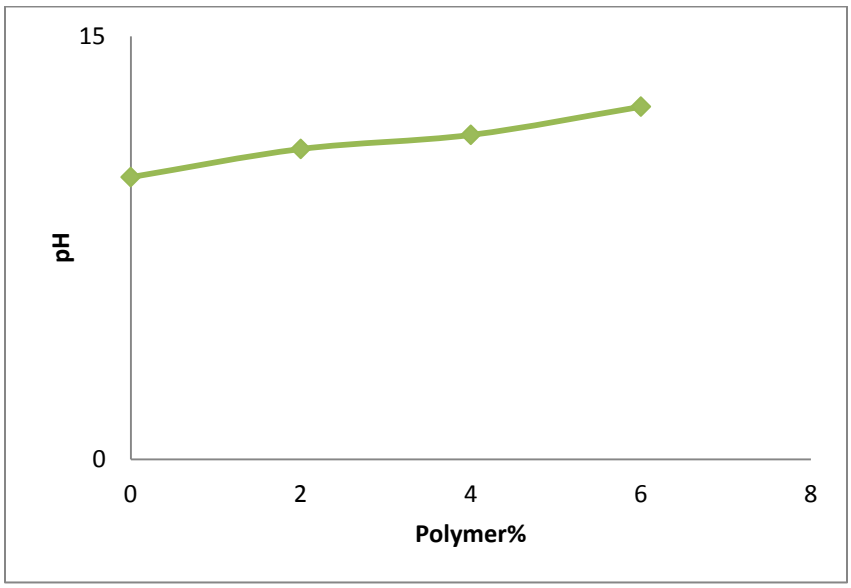
عند زيادة البوليمر فإن معدل المطاوعة والخاصية الجيلاتينية والاس الهيدروجيني PH يزداد تبعا لذلك. كما مبين بالأشكال ٤,٤ وحتى ٦,٤.



شكل رقم(٤,٤): تأثير البوليمر على المطاوعة



شكل رقم (٥,٤): تأثير البوليمر على الخاصية الجيلاتينية



شكل رقم (٦,٤): تأثير البوليمر على الأس الهيدروجيني(PH)

الباب الخامس

الخلاصةوالتوصيات والمصادر والمراجع

الخلاصة والتوصيات

١,٥الخلاصة:

١.توصل البحث الى ان اضافة البارايت والبوليمر تؤدي الى زيادة اللزوجة والمطاوعة و الخاصية الجيلاتينية والاس الهيدروجيني (PH)المختبرة لعينات بنتونايت مستورده .

٢. اثبتت النتائج ان البنتونايت المستورد المستخدم في هذه الدراسة يصلح لإستخدامات سائل الحفر.

٢,٥ التوصيات:

استخدام البوليمر نوع PAC-LV مع استخدام الCMC حيث انه يعطي نتائج جيده في اللزوجة والمطاوعة والخاصية الجيلاتينية .

المصادر والمراجع:

١. اكرم حموي عبد الوهاب الهيني، (١٩٨٨)، هندسة حفر الابار النفطية (المرحلة الثالثة)، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقي .

٢. علي محسن المشاط وآخرون، (١٩٨٨)، هندسة حفر الابار النفطية (المرحلة الرابعة)، وزارة التعليم العالي بغداد .

٣. محيسن احمد محاسنه، (٢٠٠٩)، هندسة الحفر، جامعة البلقاء التطبيقية (عالم الكتب الحديث – جدار للكتاب العالمي).

٤. (ن.سيريدا،ى.صولوفيف)، (١٩٨١)، حفر آبار البترول والغاز، الاتحاد السوفيتي –موسكو (مير).