

"دراسة تأثير إضافة البوليميرات الأكريلية على تحسين فعالية سوائل الحفر المستخدمة في حفر طبقة الكوراشينا انهدريت في حقول المنطقة الوسطى"

د.م.عدنان ابراهيم البارودي*

كلية هندسة البترول - الجامعة السورية الخاصة

ملخص البحث:

تتكون طبقة الكوراشينا انهدريت من رسوبيات غضارية مع انهدريت وجص، وتتواجد هذه التشكيلة على عمق وسطي يتراوح ما بين (800-2400 m)، ويرافق عملية حفر هذه التشكيلة العديد من مشاكل الاستعصاء وتعليق تشكيلة الحفر وارتفاع في ضغط الضخ للمضخات ناتجة عن انتفاخ النطاقات الغضارية في هذه التشكيلة نتيجة تأثرها براشح سائل الحفر .

في هذا البحث سندرس مدى مقدرة البوليميرات الاكريلية (بولي أكريلات الصوديوم SPA و Partially Hydrolysed Poly Acrylamide) وبعض الأملاح (كلور الصوديوم ، كلور البوتاسيوم) على تحسين مواصفات سوائل الحفر ، وزيادة مقدرتها على تحييد النطاقات الغضارية عند في حفر طبقة الكوراشينا انهدريت في حقول المنطقة الوسطى من خلال تقليلها لفاقد الرشح، وعزل النطاقات الغضارية في الطبقة ، وعزل نواتج الحفر الغضارية وجعلها حيادية بالنسبة لسائل الحفر .

وتقييم مدى انتفاخ العينات الغضارية من خلال حساب ثابت وضغط الانتفاخ لها، واقتراح سوائل الحفر التي حققت اقل ثابت انتفاخ واقل ضغط انتفاخ للعينات الغضارية .

مفتاح الكلمات : سوائل الحفر ، PHPA ، بولي أكريلات الصوديوم SPA ، سيليكات ، ضغط الانتفاخ.
*رئيس قسم هندسة الحفر - كلية هندسة البترول - الجامعة السورية الخاصة.

Study of the Effect of Addition of Acrylic Polymers on Improving the " Effectiveness of Drilling Fluids Used in Drilling of the Cochrene Anhydrite in the Fields of the Central Region

Dr.Adndn albarodi*

Faculty of Petroleum Engineering– Syria private university

Abstract:

Cochrene anhydrite layer is composed of shelly sediments with anhydrite and plaster. This formation is located at an average depth of (800–2400 m). This .formation is influenced by the fluid filtrate

In this paper we will examine the ability of acrylic polymers (Sodium Polyacrylate (SPA) and Partially Hydrolysed Poly Acrylamide) and some salts (Sodium Chlorine, Potassium Chlorine) to improve the specifications of drilling fluids, and increase their ability to neutralize the shale bands during in drilling the Cochrene anhydrite in the fields of the central region of By minimizing filtrate loss, isolating the shale bands in .the formation, isolating the bore outputs and making them neutral for the drilling fluid

To assess the extent of swelling of clay samples by calculating the constant and swelling pressure, and suggest drilling fluids that achieved less swelling constant and less swelling pressure for field clay samples.

.....

.Key Word : drilling mud ,silicate, degree and pressure swelling, SPA

* Head of drilling engineer– Faculty of Petroleum Engineering

.Syria private university

"دراسة تأثير إضافة البوليميرات الأكريلية على تحسين فعالية سائل الحفر المستخدمة في حفر طبقة الكوراشينا انهدرت في حقول المنطقة الوسطى"

1. مقدمة: توضع تشكيلات الكوراشينا انهدرت في بيئة الأحواض المغلقة واللاغونية في عصرالترياسي الأعلى _ الأوسط [5]، وتتكون في جزئها العلوي الذي تتراوح سماكته من (25-100m) من رسوبيات غضارية مع انهدرت وجص، أما الجزء السفلي يتكون بشكل أساسي من صخور ملحية متغيرة السماكة من (100-1460m) مع وجود نطاقات غضارية بينية تتراوح سماكته ما بين (15 - 30 %) من السماكة الإجمالية للتشكيلات وتتواجد هذه التشكيلات على عمق وسطي يتراوح ما بين (800-2400 m). [5] وتتغير سماكة هذه التشكيلات لاتجاه وتوزع تأثير القوى التكتونية ونشاطها ففي بئر أرك - 1 - تبلغ السماكة حوالي (142m)، وفي بئر أبو رجمين -1- (357m)، وفي بئر الشومرية -1- (438m)، وفي بئر أبو الظهور -1- السماكة (436m)، وفي بئر البلعاس -1- السماكة (450m)، وتبلغ في بئرالتياس (623m)، وفي منطقة أبو رياح (533m)، وأكبر سماكة لهذه التشكيلات في منطقة الفيض (1460m).

وعند حفر هذه الطبقة تم استخدام سائل حفر بوزن نوعي مرتفع لتأمين ثبوتية جدران البئر بسبب تحرك النطاقات الغضارية المتوضعة بين الملح، ويعزى هذا التحرك إلى تأثير الغضار براشح سائل الحفر من جهة، وإلى طبيعة الصخور الملحية واحتفاظها بالضغط الناتجة عن وزن العمودالحيولوجي ذي الكثافة الوسطية (2.7 gr/cm³) وكانت قيم الوزن النوعي لسائل الحفر في بعض الآبار كما يلي: بئر الفيض -2- (2.3 gr/cm³) و بئر أبور باح -3- (1.92 gr/cm³) و بئر أبور باح -1- (2.05 gr/cm³) و بئر صدد -1- (2.3 gr/cm³). ولكن هذا الإجراء خفف من المشاكل دون أن تتم السيطرة عليها بشكل كامل ولاسيما أن معالجة المشكلة بزيادة الوزن النوعي تؤدي إلى حصول مشاكل أخرى خلال الحفر ولكن في بئر صدد (2) استخدام سائل حفر ذو أساس نفطي بوزن (2-1.9gr/cm³) أدى إلى انخفاض حدوث مشاكل الاستعصاء والتعليق حيث كانت تتم عمليات القشط كل (12) ساعة حفر تقريباً وهذا أدى إلى زيادة في زمن الحفر وبالتالي أدى إلى اجتياز الطبقة بأقل زمن ممكن، حيث تم اجتياز الطبقة خلال (45 يوم)، وبالتالي تخفيض الكلفة الإجمالية للبئر، وذلك بالمقارنة مع بئر صدد(1) والذي استخدم فيه سائل حفر ذو أساس مائي مشبع بالملح بوزن (2.30gr/cm³) حيث كانت عمليات القشط تتم كل(4) ساعات حفر وأحياناً أقل من ذلك (في بعض الحالات ساعتين)، وبالتالي أدى إلى ازدياد زمن حفر الطبقة حيث تم اجتياز الطبقة خلال (72يوم).

2. الهدف من البحث: تحسين مواصفات سائل الحفر وزيادة مقدرتها على تحييد النطاقات الغضارية عند استخدامها في حفر طبقة الكوراشينا انهدرت في حقول المنطقة الوسطى من خلال معالجتها بإضافة البوليميرات الأكريلية .

3. مواد وطرق البحث:

3-1. أسس اختيار سائل الحفر المناسبة لعبور التشكيلات الغضارية:

إن السبب الرئيسي لعدم استقرار جدران البئر في الطبقات الحاوية على الغضار يعود إلى التفاعل بين راسح سائل الحفر وبين الغضار، أي يعود إلى ظاهرة الإماهة، حيث يمتز الماء على سطح الغضار فيحصل تشرد للغضار وبالتالي انتفاخه، ولتأمين ثبوتية جدران البئر عند اختراق الطبقات الغضارية يجب أن نقلل قدر الامكان من حدوث ظاهرة الإماهة، وذلك من خلال الاختيار الصحيح لسائل الحفر المناسب ومراقبته بشكل مستمر أثناء الحفر .

وحتى يكون الاختيار صحيحاً يجب أن يكون لدينا معلومات كافية عن الطبقات الغضارية المراد حفرها من ناحية نوع الفلزات الغضارية الموجودة ، ونسب الماء، ودرجة التراص ، ودرجة ميل الطبقات، كما يجب أن نتعرف على جيولوجية الطبقات وتاريخ إجهادها ونماذج تصدعاتها ، وتدرج الضغط والتدرج الحراري .

ويجب الحصول على عينات حقلية من الطبقات الغضارية وإجراء الاختبارات عليها لمعرفة التركيب الكيميائي والكمي للفلزات الغضارية ، وأنواع هذه الفلزات ومقدرة التبادل الشاردي ، عندها نحدد أسباب المشكلة و بالتالي يمكن اختيار سائل حفر يلائم هذه الطبقات .

وعند وضع نظام سائل حفر يجب أن نأخذ بعين الاعتبار الأمور التالية :

- 1- الوزن النوعي : يجب تجنب الوزن النوعي الزائد والذي يؤدي إلى زيادة في عملية ارتشاح سائل الحفر نتيجة ازدياد الضغط داخل البئر بالتالي ازدياد عملية الإماهة.
- 2- اللزوجة : يجب المحافظة على لزوجة سائل الحفر بحيث تمنع توسع قطر البئر من خلال التآكل الذي يحدثه سائل الحفر نتيجة احتكاكه مع جدران البئر ضمن الحدود المسموحة والتي تؤمن عملية حمل الفتات إلى السطح .
- 3- فاقد الرش : يجب أن يكون فاقد الرش في أقل قيمة ممكنة له وذلك من خلال معالجة السائل بمقلات فاقد الرش (النشاء ، CMC ، البوليميرات ...) .
- أو يمكن أن نتحكم بالتركيب الكيميائي لفاقد الرش والشوارد التي يحويها من خلال معالجة سائل الحفر ببعض الأملاح مثل (KCl, NaCl) .
- 4- الزمن : إن عملية الإماهة تزداد بازدياد زمن تعرض الغضار لراسح سائل الحفر لذلك يجب أن نقلل قدر الامكان من زمن حفر الغضار باستخدام طرق حفر تؤمن سرعة حفر عالية.
- 5 - نوعية الطبقات : يجب أن نعرف وبشكل دقيق التشكيلات التي سيتم اختراقها ومدى تأثرها بسائل الحفر .
- 6 - درجة الحرارة : للحرارة دور هام من خلال تأثيرها على المواد المضافة لسائل الحفر حيث يمكن أن تفقد بعض المواد فعاليتها بازدياد درجة الحرارة لذلك يجب معرفة درجة الحرارة الحرجة لكل مادة مضافة لسائل الحفر

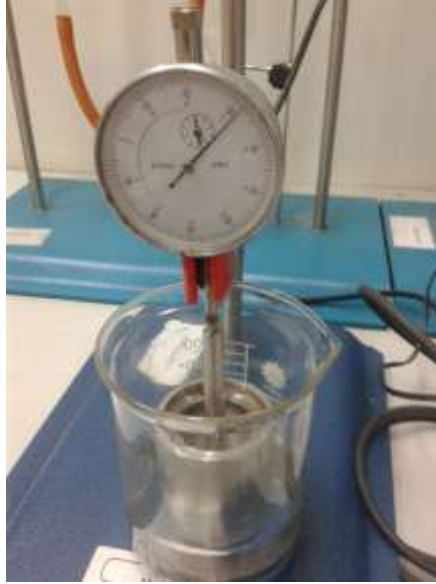
وأيضاً يجب أن نعرف درجة الحرارة العظمى التي سنصادفها أثناء الحفر من جهة أخرى بازدياد درجة الحرارة تزداد عملية الإمهاء .

7 - درجة القلوية : لوحظ أنه بزيادة درجة القلوية فإن الـ PH يزيد من عملية الإمهاء ويسهل بتب عثر صفائح الغضار وانفصالها عن بعضها البعض وازدياد شوارد الهيدروكسيد التي تزيد من قابلية الغضار للابتلال.

3-2. طرق تقييم انتفاخية العينات الغضارية:

3-2-1. تحديد ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية

تم تحديد ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية باستخدام جهاز قياس حجم الانتفاخ الشكل (1) وذلك عند تعريض العينة الغضارية لسوائل حفر مختلفة ، والذي يتألف من الاجزاء الرئيسية التالية:



الشكل (1) جهاز قياس حجم الانتفاخ

1. حجرة العينة وهي مصنعة من معدن الكروم المقاوم للأملاح ، مزودة بمكبس له قاعدة تلامس العينة الغضارية وذراع يلامس صامولة المعايرة لساعة ديكو متر، الحجرة مثقبة من الأسفل لإمرار السائل إلى العينة الغضارية بداخلها ، مساحة مقطعها الداخلي $Ac = 7.06 \text{ Cm}^2$.

2. ساعة ديكومتر بدقة (0.01mm) مثبتة على حامل .

3. وعاء زجاجي يحوي راشح سائل الحفر .

تتم معايرة الجهاز كما يلي :

- توضع ورقة ترشيح في الحجرة المعدنية ويوضع المكبس فوقها ثم يوضع غطاء الحجرة

- يتم إنزال ذراع الساعة حتى يتلامس مع السطح العلوي لذراع المكبس بحيث تكون قراءة المؤشرين داخل الساعة تشير إلى الصفر .

أما طريقة العمل فنتم كما يلي :

- يتم تجفيف العينة الغضارية داخل مجفف بدرجة حرارة (105 C) لطرد ماء الرطوبة
- تأخذ (3gr) من العينة ونضعها داخل الحجره فوق ورقة الترشيح ونعرضها لضغط مقداره (30at) لتأمين
التراص المناسب للعينة .

- بعد ذلك نضع المكبس فوق العينة ثم نضع غطاء الحجره ونضع حجره العينة داخل الوعاء الحاضن ومن
ساعة القراءة نقرأ ارتفاع المكبس (I₀) .

- ثم نضع (30Cm³) من السائل المراد دراسته داخل الوعاء الحاضن .

- نأخذ قراءات من ساعة القراءة بعد (1- 2- 3- 4- 24) ساعة .

- القراءة الأخيرة نأخذها بعد (24h) L₂₄ .

الحسابات ونتائج التجارب :

يتم حساب الحجم الأولي للعينة قبل إضافة المحلول $V_0 = L_0 \cdot A$

A : مساحة المقطع الداخلي للحجره $A = 7.06 \text{ Cm}^2$

- يتم حساب حجم العينة بعد (1-2-3-4) ساعة

- ويتم حساب حجم العينة بعد 24h ساعة $V_{24} = L_{24} \cdot A$

- يحسب ثابت الانتفاخ بالعلاقة (1) :

$$K = V_{24} - V_0 / V_0$$

3-2-2. قياس ضغط الانتفاخ (P_s):

وهو الضغط الناتج عن الصخور الغضارية عند تعرضها لراشح سائل الحفر وعند زمن محدد، و يتم قياسه
بواسطة الجهاز المصنع محلياً والموضح بالشكل (2) والذي يتألف من الأجزاء الرئيسة التالية:

1. حجره العينة وهي مصنعة من معدن الكروم المقاوم للأملاح ، مزودة بمكبس له قاعدة تلامس العينة
الغضارية وذراع يلامس صامولة المعايرة لحساس الضغط، منقبة من الأسفل لإمرار السائل إلى العينة الغضارية
بداخلها ، مساحة مقطعها الداخلي $A_c = 7.06 \text{ Cm}^2$.

2. حساس ضغط إلكتروني بدقة (1mBar) لقياس الضغط الناتج عن انتفاخ العينة الغضارية.

3. وحدة معالجة مركزية تحوي دارة إلكترونية لتسجيل قيم الضغط المسجلة كل دقيقتين، موصولة مع حساس
الضغط ويمكنها حفظ (1000) قيمة للضغط.

4. وعاء زجاجي يحوي راشح سائل الحفر.

وطريقة إجراء التجارب عليه تتم كما يلي:

. توضع ورقة ترشيح في الحجره المعدنية .

. تجفيف العينة الغضارية داخل مجفف بدرجة حرارة (105 C) لطرد ماء الرطوبة .

. نأخذ (5gr) من العينة ونضعها داخل الحجره فوق ورقة الترشيح .

. بعد ذلك نضع المكبس فوق العينة ثم نضع غطاء الحجره ونضع حجره العينة داخل الوعاء الذي يحوي

(30Cm³) من السائل المراد دراسته.

.يتم تحريك ساعة الضغط حتى تتلامس مع ذراع مكبس العينة حتى يسجل حساس الضغط قيمة(0.01mbar).

يتم تشغيل الجهاز حيث يتم تسجيل قيم الضغط ، وننتهي التجربة بعد (24) ساعة ونعتمد قيمة ضغط الانتفاخ (Ps) القيمة المسجلة بعد (24) ساعة.

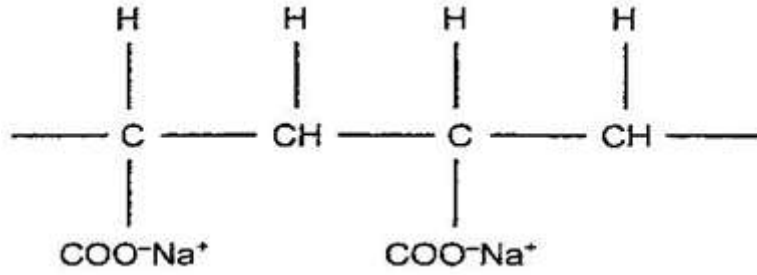


الشكل (2) جهاز قياس ضغط انتفاخ العينة الغضارية بعد تشريبها بالسائل المدروس

3-3. المواد المستخدمة في البحث:

1. العينات الغضارية وهي عينات حقلية مأخوذة أثناء حفر طبقة الكوراشينا انهدرت .
2. بولي أكريلات الصوديوم (SPA) Sodium Polyacrylate :

ينتج بعملية الاستبدال وذلك بإدخال هيدروكسيد الصوديوم إلى السلسلة الجزيئية ويوضح الشكل (3) بنيته ، وهو بوليمير غير شاردي يستخدم كمانع لعملية التكتل التي يمكن أن تحصل لبعض مكونات سائل الحفر أو للتحكم بفقد الرشح ، ويتم تحديد الهدف من إضافته بالاعتماد على الوزن الجزيئي لهذا البوليمير ، فإذا كان الهدف من إضافته هو منع التكتل فإننا نستخدم بولي أكريلات الصوديوم بوزن جزيئي قليل (أقل من 10000) . وإن التركيز $(0.25-1) \text{ Lb/bbL}$ يكون كافياً للتحكم بالخواص الريولوجية لسائل الحفر، لا يتأثر هذا البوليمير بدرجة الحموضة لسائل الحفر وتصل ثباتيته الحرارية إلى $(260 \text{ C } ^\circ)$ ، يكون هذا البوليمير فعالاً عند وزن نوعي لسائل الحفر أقل من 12 Lb/gal وكمية البنتونايت فيه أقل من 20 Lb/bbL [7]

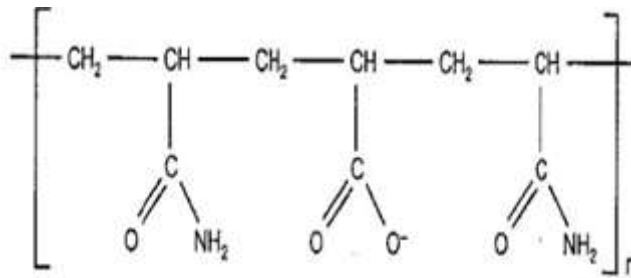


الشكل (3) بنية بولي أكريلات الصوديوم

3. بولي أكريل الأميد المنحل جزئياً بالماء: PHPA

(Partially Hydrolyzed poly Acrylamide)

خواص هذا البوليمير تعتمد على الوزن الجزيئي له وعلى نسبة تواجد مجموعة الكربوكسيل ، وهو بوليمير غير شاردي منحل بالماء والشكل (4) يوضح البنية الجزيئية لهذا البوليمير: [7]



الشكل (4) بنية بولي أكريل الأميد المنحل جزئياً بالماء

وأحد أنواع هذا البوليمير هو: **Poly plus**: وهو الأكثر شيوعاً ويتميز بوزنه الجزيئي العالي ، يحضر من الأكريل الأميد بنسبة % (65-70) والأكريلات بالنسبة المتبقية، ويبلغ وزنه الجزيئي ما يقارب $20 \cdot 10^6$ ويستخدم كرادع لفاعلية الشيل سواءً تلك المتوضعة على جدار البئر أو على شكل فتاتات محمولة ضمن سائل الحفر .

يستخدم لرفع لزوجة السائل ذو الأساس المائي كما أنه يسبب زيادة في لزوجة فاقد الرش مما يؤدي إلى تقليل عمق الغزو من خلال الارتفاع السريع في قيمة الضغط الشعري اللازم لتحرك فاقد الرش ضمن الشقوق و المسامات ، وتشير الدراسات المخبرية إلى أن نسبة 70:30 من الأكريل الأميد إلى الأكريلات تعطي نتائج جيدة عند حفر طبقات الشيل .

والجدير بالذكر أن انحلال الكالسيوم (القادم من الطبقات) له تأثير مباشر على درجة تجانس هذا البوليمير لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار قدرة هذا البوليمير على التصدي لتأثير شوارد الكالسيوم ، لذلك يجب أن لا تتجاوز نسبة الكالسيوم في السائل المعالج بهذا البوليمير 300ppm .

4. سيليكات الصوديوم.

5. كلور البوتاسيوم , كلور الصوديوم

3-4. الأجهزة المستخدمة في البحث:

. جهاز قياس ضغط الانتفاخ.

. جهاز قياس درجة انتفاخ الغضار.

جهاز فان لقياس الخواص الجريانية لسائل الحفر.

جهاز قياس فاقد الرشح بالشروط العادية.

.مجفف.

.خلاطات هاملتون.

مقياس PH كهربائي .

ميزان كهربائي بدقة (0.1 gr).

4. نتائج التجارب ومناقشتها:

4-1. دراسة تأثير إضافة بولي أكريلات الصوديوم (SPA):

4-1-1. دراسة تأثير إضافة البوليمر (SPA) على الخواص الجريانية وفاقد الرشح:

- يتم تحضير عينات سائل الحفر المعالجة بالبوليمير كما يلي:

1- نضع 1 لتر من الماء في كوب الخلاط ونضيف ماءات الصوديوم بمعدل (5 gr/l) للحصول على قلووية تساوي (9)، ونضيف لماء التحضير كاسح الاوكسجين

2. نضيف بوليمير بمقدار (0.5gr/l).

3. نسخن المزيج ضمن حمام مائي عند درجة حرارة (80 C) لمدة أربع ساعات حتى ذوبان البوليمير بالماء بالكامل.

4. نضيف كربونات الصوديوم بمعدل (5 gr/l) ، يجب أن يكون تركيز شوارد الكلس في الماء عند تحضير البوليمير أقل من (400mg/l) وفي حال الزيادة عن هذا التركيز يجب المعالجة بإضافة كربونات الصوديوم

5. نضيف البنتونايت السوري بتركيز يعادل (80gr /L) ببطء .

6- ترقد لفترة لا تقل عن 24 ساعة.

ثم نجري قياس الخواص الجريانية وفاقد الرشح ونحسب ثابت الانتفاخ وضغط الانتفاخ للعينة .

نكرر ما سبق مع إضافة نسب متغيرة من البوليمير في الخطوة الثانية و نجري قياس الخواص الجريانية و فاقد الرش و نحسب ثابت الانتفاخ و ضغط الانتفاخ للعينة .

والجدول (1) يعبر عن نتائج قياس الخواص الجريانية لكل عينة حسب تركيز (SPA).

فاقد الرش (cm ³ /30min)	قوة الهلام	YP/PV	YP (lb/100ft ²)	PV (cP)	تركيز البوليمير (gr/l)
10	5/7	0.5	4	8	0.5
8	6/8	1.2	12	10	0.75
5	8/10	1.6	22	13	1
2	12/10	1.7	25	14	1.25
1	14/17	1.8	30	16	1.5
1	19/16	1.8	34	18	1.75
0	20/25	1.9	38	20	2

الجدول (1) نتائج قياس الخواص الجريانية لكل عينة حسب تركيز البوليمير (SPA).

نلاحظ من نتائج التجارب السابقة مقدرة هذا البوليمير (SPA) على تحسين الخواص الجريانية لسائل الحفر وتقليل فاقد الرش بشكل كبير، مع زيادة التركيز تتحسن اللزوجة البلاستيكية ونقطة الخضوع و قوة الهلام (الحد الأدنى للبينتونايت السوري عند تحضير سوائل حفر منه هو / 100 gr/l حتى نحصل على خواص جريانية مقبولة) و يقل فاقد الرش ، بالتالي لا ضرورة لاستخدام مقل فاقد رش عند استخدام تراكيز أكبر من (1gr/l) ، جميع العينات تصلح للاستخدام كسائل حفر عدا العينة الأولى عند تركيز البوليمير (0.5 gr/l) لأن النسبة (YP/PV) أقل من الواحد

2-1-4 . دراسة تأثير إضافة البوليمير (SPA) على ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية:

تم دراسة تأثير إضافة البوليمير على ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية بتحضير محاليل مختلفة تحوي البوليمير

أ . ماء عذب + نسب مختلفة من البوليمير (SPA) :

الجدول (2) يعبر عن نتائج التجارب المجرى على البوليمير مع الماء العذب وتأثيره على ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية ، علماً أن الحجم الاولي للعينة (2.8 cm³) :

ثابت الانتفاخ	الحجم بعد 24 ساعة Cm ³	الحجم بعد4 ساعة Cm ³	الحجم بعد 3ساعة Cm ³	الحجم بعد 2ساعة Cm ³	الحجم بعد1 ساعة Cm ³	تركيز البوليمير (gr/l)
0.658	4.645	3.932	3.911	3.868	3.798	0
0.260	3.530	3.401	3.395	3.353	3.282	0.5
0.185	3.318	3.242	3.233	3.177	3.028	1
0.134	3.294	3.275	3.254	3.227	3.169	1.5
0.126	3.16	3.156	3.155	3.141	3.035	2

الجدول (2) ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام البوليمر (SPA) مع الماء العذب

نلاحظ من نتائج التجارب السابقة انه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينه الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.126) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد ثلاث ساعات عند التركيز نفسه.

ب- ماء مشبع بالملح + نسب مختلفة من البوليمر (SPA):

الجدول (3) يعبر عن نتائج التجارب المجراة على البوليمر مع الماء المشبع بكلور الصوديوم وتأثيره على ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية ،علماً أن الحجم الاولي للعينه (2.8 cm³) .

ثابت الانتفاخ	الحجم بعد 24 ساعة Cm ³	الحجم بعد 4ساعة Cm ³	الحجم بعد3 ساعة Cm ³	الحجم بعد2 ساعة Cm ³	الحجم بعد1 ساعة Cm ³	تركيز البوليمير (gr/l)
0.311	6.71	3.537	3.350	3.473	3.374	0
0.196	3.357	3.340	3.337	3.245	3.198	0.5
0.169	3.275	3.271	3.271	3.270	3.226	1
0.089	3.049	3.044	3.043	3.042	2.969	1.5
0.069	3.180	2.938	2.936	2.915	2.890	2

الجدول (3) ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام البوليمر (SPA) مع الماء المشبع بكلور الصوديوم

نلاحظ من نتائج التجارب السابقة انه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينه الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.069) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد ثلاث ساعات عند التركيز نفسه، ونلاحظ أن مقدار هبوط ثابت الانتفاخ كان اكبر مقارنة مع الماء العذب

عند التركيز نفسه للبوليمير ، لان ملح كلور الصوديوم لعب دوراً إضافياً في التقليل من مقدار الانتفاخ النهائي للعينة.

ج . مادة سيليكات الصوديوم + نسب مختلفة من البوليمر (SPA) :

تم تحضير محلول ماء عذب يحوي سيليكات الصوديوم بتركيز (9 gr/l) وأضيف إلى هذا المحلول كميات متغيرة من البوليمر، ونتائج التجارب موضحة في الجدول (4) علماً أن الحجم الاولي للعينة (2.8 cm³) :

ثابت الانتفاخ	الحجم بعد 24 ساعة Cm ³	الحجم بعد 4 ساعة Cm ³	الحجم بعد 3 ساعة Cm ³	الحجم بعد 2 ساعة Cm ³	الحجم بعد 1 ساعة Cm ³	تركيز البوليمير (gr/l)
0.278	3.580	3.525	3.497	3.388	3.362	0.5
0.268	3.551	3.466	3.424	3.374	3.311	0.6
0.258	3.522	3.500	3.427	3.340	3.282	0.7
0.230	3.445	3.346	3.335	3.325	3.198	0.8
0.227	3.438	3.320	3.296	3.231	3.104	0.9
0.222	3.424	3.300	3.257	3.196	3.100	1

الجدول (4) ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام البوليمر (SPA) مع سيليكات الصوديوم

نلاحظ من نتائج التجارب السابقة انه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينة الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.222) عند تركيز البوليمير (1gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد أربع ساعات ، ولكن مقارنة مع الماء العذب والماء المشبع بكلور الصوديوم وسيليكات الصوديوم نلاحظ ان مقدار انخفاض الضغط (ضغط الانتفاخ) كان قليلاً جداً.

د. ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) + نسب مختلفة من البوليمر :

نحضر محلول معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) ، بقلوية (9 - 8.5) ثم نضيف كمية البوليمير المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة من (60 - 80 C) لمدة أربع ساعات ، والجدول (5) يبين نتائج التجارب المجراة.

ثابت الانتفاخ	الحجم بعد 24 ساعة Cm ³	الحجم بعد 4 ساعة Cm ³	الحجم بعد 3 ساعة Cm ³	الحجم بعد 2 ساعة Cm ³	الحجم بعد 1 ساعة Cm ³	تركيز البوليمير (gr/l)
---------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------

0.295	3.6	3.53	3.35	3.34	3.27	0
0.089	3.05	3.1	3.25	3.12	3.01	0.5
0.035	2.91	3.09	3.16	3.19	3.2	1
0.028	2.88	2.98	3.02	3.09	2.94	1.5
0.025	2.87	2.86	2.86	2.83	2.81	2

الجدول (5) ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام البوليمر (SPA) مع ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)

نلاحظ من نتائج التجارب السابقة انه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعيينة الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.025) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد ساعتين ، ولكن مقارنة مع الماء العذب والماء المشبع بكلور الصوديوم نلاحظ ان مقدار انخفاض الضغط (ضغط الانتفاخ) كان كبيراً جداً.

4-1-3. دراسة تأثير إضافة البوليمر (SPA) على ضغط الانتفاخ للعينات الغضارية:

تم تحضير محاليل مختلفة تحوي البوليمير ، وهي:

- ماء عذب + بوليمير بتركيز (2 gr/l)
- ماء مشبع بكلور الصوديوم + بوليمير بتركيز (2 gr/l)
- ماء عذب + سيليكات الصوديوم بتركيز (9 gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1gr/l)
- ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1 gr/l)

وننتج التجارب نعرضها في الجدول (6) علماً ان الضغط الاولي هو (0.002 at):

المحلول	الضغط بعد 1 (at)h	الضغط بعد 2 (at)h	الضغط بعد 3 (at)h	الضغط بعد 4 (at)h	الضغط بعد 5 (at)h	الضغط بعد 24 (at)h
---------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------

0.860	0.815	0.759	0.671	0.541	0.32	•ماء عذب + بوليمير (SPA) بتركيز 2gr/l
0.370	0.351	0.340	0.327	0.301	0.195	ماء مشبع بكلور الصوديوم + بوليمير (SPA) بتركيز: 2gr/l
1	0.986	0.921	0.842	0.670	0.465	•ماء عذب + سيليكات الصوديوم بتركيز (9 gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز 1gr/l
0.211	0.2	0.198	0.185	0.179	0.164	ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1gr/l)

الجدول (6) ضغط للعينات الغضارية الانتفاخ عند محاليل مختلفة تحوي بوليمير (SPA)

نلاحظ أن المحلول المكون من ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1 gr/l) حقق أقل قيمة لضغط الانتفاخ وهي (0.211).

4-2. دراسة تأثير إضافة Partially Hydrolysed Poly Acrylamide (PHPA)

4-2-1. دراسة تأثير إضافة (PHPA) على الخواص الجريانية لسائل الحفر المحضر:

تم تحضير عينات سائل الحفر المعالجة بهذا ببوليمير بنفس الخطوات السابقة مع البوليمير (SPA) حيث تم إضافة البوليمير (PHPA) إلى العينات بتركيز مختلفة .

طريقة تحضير البوليمير: نحضر محلول بقلوية (9 - 8.5) ثم نضيف كمية البوليمير المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة من (60 - 80 C) لمدة أربع ساعات .

ملاحظة: يجب أن يكون تركيز شوارد الكلس في الماء عند تحضير البوليمير أقل من (400mg/l) وفي حال الزيادة عن هذا التركيز يجب المعالجة بإضافة كربونات الصوديوم

والجدول (7) يعبر عن نتائج قياس الخواص الجريانية لكل عينة حسب تركيز (PHPA).

تركيز PHPA (gr/l)	PV (cP)	YP (lb/100ft ²)	YP/PV	قوة الهلام
----------------------	------------	--------------------------------	-------	------------

1/1	0.91	11	12	3
1.5/1.5	1	13	13	3.5
2/2	0.93	14	15	4
2/2	0.94	16	17	4.4

الجدول (7) نتائج قياس الخواص الجريانية لكل عينة حسب تركيز (PHPA).

نلاحظ من النتائج السابقة أن $(YP/PV < 1)$ ، وقوة الهلام ضعيفة جيداً وبالتالي لا يمكن استخدام هذا البوليمر بمفرده في تحضير سوائل الحفر .

4-2-2. دراسة تأثير إضافة (PHPA) على ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية :

أ. ماء مشبع بكلور الصوديوم + نسب متغيرة من البوليمر (PHPA):

نحضر محلول مشبع بكلور الصوديوم ، بقلوية (9 - 8.5) ثم نضيف كمية البوليمر المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة من (60 - 80 C) لمدة أربع ساعات ، والجدول (8) يبين نتائج التجارب المجرىة على العينات الغضارية ، علماً أن الحجم الاولي للعينة (2.8 cm³) .

تركيز البوليمر (gr/l)	الحجم بعد 1 ساعة Cm ³	الحجم بعد 2 ساعة Cm ³	الحجم بعد 3 ساعة Cm ³	الحجم بعد 4 ساعة Cm ³	الحجم بعد 24 ساعة Cm ³	ثابت الانتفاخ
0	3.374	3.473	3.350	3.537	6.71	0.311
0.5	2.89	2.91	3.05	3.15	3.21	0.14
1	2.86	2.87	2.91	2.93	2.95	0.1
1.5	2.84	2.86	2.88	2.89	2.9	0.03
2	2.82	2.85	2.86	2.88	2.88	0.027
2.5	2.81	2.83	2.86	2.87	2.87	0.025
3	2.81	2.83	2.86	2.87	2.87	0.025

الجدول (8) ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام البوليمر (PHPA) مع الماء المشبع بكلور الصوديوم

نلاحظ من نتائج التجارب أنه بازدياد تركيز البوليمر (PHPA) يقل ثابت الانتفاخ بشكل كبير حتى يصل إلى اقل قيمة (0.025) عند التركيز (2.5 gr/l).

ب. محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) + نسب متغيرة من البوليمر (PHPA):

نحضر محلول الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)، بقلوية (9 - 8.5) ثم نضيف كمية البوليمر المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة من (60 - 80 C) لمدة أربع ساعات ، والجدول (9) يبين نتائج التجارب المجراة ، علماً أن الحجم الاولي للعينة (2.8 cm³) .

تركيز البوليمر (gr/l)	الحجم بعد 1 ساعة Cm ³	الحجم بعد 2 ساعة Cm ³	الحجم بعد 3 ساعة Cm ³	الحجم بعد 4 ساعة Cm ³	الحجم بعد 24 ساعة Cm ³	ثابت الانتفاخ
0	3.27	3.34	3.35	3.53	3.6	0.295
0.5	2.86	2.88	2.91	2.97	3.01	0.075
1	2.84	2.85	2.87	2.9	2.94	0.05
1.5	2.82	2.83	2.86	2.87	2.87	0.025
2	2.81	2.82	2.85	2.86	2.86	0.021
2.5	2.81	2.82	2.85	2.86	2.86	0.021

الجدول (9) ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام البوليمر (PHPA) مع محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l)

نلاحظ من نتائج التجارب أنه بازدياد تركيز البوليمر (PHPA) يقل ثابت الانتفاخ بشكل كبير حتى يصل إلى اقل قيمة (0.021) عند التركيز (2 gr/l)، ونلاحظ أن انخفاض ثابت الانتفاخ عند استخدام محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) هو أكبر منه عند استخدام الماء المشبع بكلور الصوديوم عند التركيز نفسه للبوليمر .

3-2-4. دراسة تأثير إضافة (PHPA) على ضغط الانتفاخ للعينات الغضارية :

تم قياس ضغط الانتفاخ للعينات الغضارية عند استخدام :

ماء مشبع بكلور الصوديوم + البوليمر (PHPA) بتركيز (2 gr/l).

محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) + البوليمر (PHPA) بتركيز (2gr/l).

وننتج التجارب نوضحها في الجدول (10)، علماً ان الضغط الاولي هو (0.002at)

المحلول	الضغط بعد 1 (at)h	الضغط بعد 2 (at)h	الضغط بعد 3 (at)h	الضغط بعد 4 (at)h	الضغط بعد 5 (at)h	الضغط بعد 24 (at)h
ماء مشبع بكلور الصوديوم + البوليمر (PHPA)	0.152	0.164	0.170	0.177	0.187	0.195

						بتركيز (2 gr/l)
0.183	0.179	0.171	0.165	0.158	0.150	محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) +البوليمر (PHPA) بتركيز (2gr/l).

الجدول (10) ضغط للعينات الغضارية الانتفاخ عند محاليل مختلفة تحوي بوليمير ((PHPA))

نلاحظ ان المحلول الثاني أعطى ضغط انتفاخ نهائي أقل من المحلول الأول

3-4. سوائل الحفر المقترحة:

من نتائج التجارب السابقة لثابت الانتفاخ وضغط الانتفاخ للعينات الغضارية ، نقترح استخدام إحدى السوائل التي حققت أقل ثابت وضغط انتفاخ ، وهي :

السائل الأول: ماء مشبع بكلور الصوديوم + بوليمير (SPA) بتركيز (2gr/l)

السائل الثاني: ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1gr/l)

السائل الثالث: ماء مشبع بكلور الصوديوم + البوليمر (PHPA) بتركيز (2 gr/l).

السائل الرابع: محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) +البوليمر (PHPA) بتركيز (2gr/l).

وكمية المواد اللازمة لتحضير متر مكعب من كل سائل نعرضها في الجدول (11)

المادة	السائل	الاول	الثاني	الثالث	الرابع

800	800	800	800	بنتونايت سوري (Kg)
-	300	-	300	كلورالصوديوم (Kg)
100	-	100	-	كلور البوتاسيوم م (Kg)
50	50	50	50	ماءات الصوديوم (Kg)
50	50	50	50	كربونات الصوديوم (Kg)
-	-	10	20	البوليمر (SPA) (Kg)
20	20	-	-	البوليمر (PHPA) (Kg)
40	40	-	-	CMCHV (Kg)
27	27	-	10	PAC (Kg)

الجدول (11) كمية المواد اللازمة لتحضير متر مكعب لكل من السوائل المقترحة

يستخدم CMCHV في تحضير السائلين الثالث والرابع كرافع لزوجة بشكل أساسي ومقلل فاقد رشح بشكل ثانوي، يستخدم PAC (Poly Anionic Cellulose) كمقلل فاقد رشح لسوائل الحفر الحاوية على املاح، وقيم خواص السوائل المقترحة نعرضها في الجدول (12):

الرابع	الثالث	الثاني	الاول	السائل
				الخاصية
1.08	1.21	1.08	1.21	الوزن النوعي (gr_f/cm^3)
13	12	20	13	اللزوجة البلاستيكية (CP)
19	20	38	22	نقطة الخضوع ($lb/100ft^2$)
1	1	0	1	فاقد الرشح ($cm^3/30 min$)

الجدول (12) قيم خواص السوائل المقترحة

يضاف الباراييت كمثقل وذلك حسب الوزن النوعي المطلوب لسائل الحفر.

5. الاستنتاجات والتوصيات:

أولاً . البوليمر : بولي أكريلات الصوديوم (SPA) :

1. إن إضافة هذا البوليمر إلى سائل حفر محضر من (80gr/l) بنتونايت سوري، يحسن من قيم الخواص الجريانية ويقلل من فاقد الرشح، مع زيادة تركيز البوليمر تتحسن اللزوجة البلاستيكية ونقطة الخضوع و قوة الهلام ويقل فاقد الرشح ، بالتالي لا ضرورة لاستخدام مقلل فاقد رشح عند استخدام تراكيز أكبر من (1gr/l) ، جميع العينات تصلح للاستخدام كسائل حفر عدا العينة الأولى عند تركيز البوليمير (0.5 gr/l) لأن النسبة (YP/PV) أقل من الواحد

2. عند استخدام محاليل من الماء العذب مع نسب مختلفة من البوليمر وحساب ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية نجد أنه : مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينة الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.126) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد ثلاث ساعات عند التركيز نفسه.

3. عند استخدام محاليل من الماء المشبع بملح كلور الصوديوم مع نسب مختلفة من البوليمر وحساب ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية نجد أنه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينة الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.069) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد ثلاث ساعات عند التركيز نفسه، ونلاحظ أن مقدار هبوط ثابت الانتفاخ كان أكبر مقارنة مع الماء العذب عند التركيز نفسه للبوليمير ، لان ملح كلور الصوديوم لعب دوراً إضافياً في التقليل من مقدار الانتفاخ النهائي للعينة.

4. عند استخدام محلول سيليكات الصوديوم بتركيز (9 gr/l) مع نسب مختلفة من البوليمر نجد أنه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينة الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.222) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد أربع ساعات ، ولكن مقارنة مع الماء العذب والماء المشبع بكلور الصوديوم وسيليكات الصوديوم نلاحظ ان مقدار انخفاض الضغط كان قليلاً جداً.

5. عند استخدام محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) مع نسب مختلفة من البوليمر نجد أنه: مع زيادة تركيز البوليمير يقل ثابت الانتفاخ للعينة الغضارية حتى نحصل على قيمة صغرى لثابت الانتفاخ تساوي (0.025) عند تركيز البوليمير (2 gr/l) ، ونلاحظ أن ثابت الانتفاخ يبدأ بالاستقرار بعد ساعتين ، ولكن مقارنة مع الماء العذب والماء المشبع بكلور الصوديوم نلاحظ ان مقدار انخفاض الضغط كان كبيراً جداً.

6. عند حساب ضغط الانتفاخ وذلك عند استخدام عدة محاليل تحوي البوليمر نجد أن المحلول المكون من ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1 gr/l) حقق أقل قيمة لضغط الانتفاخ وهي (0.211).

ثانياً. البوليمر (Partially Hydrolysed Poly Acrylamide (PHPA)

1. إن إضافة هذا البوليمر إلى سائل حفر محضر من (80gr/l) بنتونايت سوري، لم يحسن من قيم الخواص الجريانية و لم يقلل من فاقد الرش.

2. عند استخدام محاليل من الماء المشبع بكلور الصوديوم مع نسب مختلفة من البوليمر وحساب ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية نجد أنه نلاحظ من نتائج التجارب أنه بزيادة تركيز البوليمر يقل ثابت الانتفاخ بشكل كبير حتى يصل إلى اقل قيمة (0.025) عند التركيز (2.5 gr/l).

3. عند استخدام محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) مع نسب مختلفة من البوليمر نجد أنه: بزيادة تركيز البوليمر يقل ثابت الانتفاخ بشكل كبير حتى يصل إلى اقل قيمة (0.021) عند التركيز (2 gr/l)، ونلاحظ أن انخفاض ثابت الانتفاخ عند استخدام محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10 gr/l) هو أكبر منه عند استخدام الماء المشبع بكلور الصوديوم عند التركيز نفسه للبوليمر.

4. عند حساب ضغط الانتفاخ وذلك عند استخدام عدة محاليل تحوي البوليمر نجد أن المحلول المكون من محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) + البوليمر (PHPA) بتركيز (2gr/l).

من النتائج السابقة نوصي:

1. استخدام أحد السوائل التالية عند حفر طبقة الكوراشينا انهدرت لأنها حققت أقل ثابت و ضغط انتفاخ للعينات الغضارية :

السائل الأول: ماء مشبع بكلور الصوديوم + بوليمير (SPA) بتركيز (2gr/l)

السائل الثاني: ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) + بوليمير (SPA) بتركيز (1gr/l)

السائل الثالث: ماء مشبع بكلور الصوديوم + البوليمير (PHPA) بتركيز (2 gr/l).

السائل الرابع: محلول كلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) + البوليمير (PHPA) بتركيز (2gr/l).

2. متابعة الابحاث باستخدام مادة سيليكات البوتاسيوم مع البوليمرين: بولي أكريلات الصوديوم (SPA) و

Partially Hydrolysed Poly Acrylamide (PHPA)

3. إجراء أبحاث عند محاليل تحوي أكثر من ملح مثل (كلور البوتاسيوم وكلور الصوديوم) أو (كلور الكالسيوم وكلور البوتاسيوم).

6. المراجع المعتمدة في البحث

المراجع العربية:

1- د. تصور، طاهر، 1993- سائل الحفر . الطبعة الأولى مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة البعث،

حمص، 392 صفحة.

- 2- تحسين ثبوتية جدران البئر عند حفر تشكيلة الكوراشينا انهدريت في آبار المنطقة الوسطى ، رسالة ماجستير للمهندس عدنان البارودي 2006.
- 3- تقارير الحفر اليومية لأبارالفيض (2-1) وآبار أبو رياح (3-2-1) وآبارصدد (2-1) دائرة الحفر في مديرية حقول الجببسة.

المراجع الأجنبية

4. Susan Abbott, Bill King,2008-Baroid Data Handbook-Houston USA,1100 page.

5 John Altermann, Reading and Bates,2000– **IADC Drilling Manual**– Houston USA, 1463 page.

6.2005,**Drilling Mud Processing Handbook** – Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier ,USA, 693 page

7. Max R. Annis,1996, **drilling fluids technology** – Exxon Company, U.S.A,366 page.