إيجاد سائل الحفر المناسب لحفر طبقة الكوراشينا انهدريت في آبار المنطقة الوسطى

م. ثراء السليمان
معاون قائم بالأعمال – جامعة البعث – كلية الهندسة الكيميائية والبترولية
قسم الهندسة البترولية

ملخص البحث :

تعتبر تشكيلة الكوراشينا انهدريت في آبار المنطقة الوسطى طبقة الغطاء لتشكيلة الكوراشينا دوليميت الخازنة للغاز. وتتكون من تعاقب ملح ، وغضار، وشيل ، وأثناء حفر هذه التشكيلة تسببت بكثير من المشاكل (تعليق في تشكيلة الحفر، ارتفاع ضغط المضخات ، استعصاء تشكيلة الحفر) والتي أدت في بعض الأحيان إلى توقف عملية الحفر ، وبالتالي زيادة في زمن حفر البئر، وزيادة الكلفة النهائية لإنجاز البئر، وكان سائل الحفر المستخدم في حفر هذه الطبقة هو سائل حفر ذو أساس مائي مشبع بالملح ولم يحل المشكلة بشكل كامل.

يهدف هذا البحث إلى إيجاد سائل حفر معالج ببعض البوليميرات والأملاح لاستخدامه في حفر هذه التشكيلة بأقل المشاكل.

كلمات مفتاحية: تشكيلة خازنة للغاز. مشاكل الحفر. سائل معالج بالبوليميرات والأملاح.

Finding out the suitable drilling fluid to drill Korashina Anhdrite formation in the central region`s wells

Abstract:

"Korashina Anhdrite" formation in the Syrian Central Region's wells considered as covering for "Korashina Dolimite" formation which is a gas bearing reservoir, and consists of a succession of salt, clay, and Shale. Much of the problems faced during drilling this strata like (High over pull/drag values, high pumps pressure, drill string stuck), which led in some cases to stop the drilling operation, and thus an increase in the drilling time, resulting in high final cost for the completion of the well, salt saturated water based drilling mud used to drill this formation but it did not completely solve the problems.

This research aims to find out drilling mud treated with some kinds of polymers and salts to be used to drill this formation with the least problems.

Key words: Gas reservoir formation. Drilling problems. Mud treated with polymers and salts.

1. مقدمة :

تعتبر طبقة الكوراشينا انهدريت طبقة الغطاء لتشكيلة الكوراشينا دولوميت الخازنة للغاز والنفط في آبار المنطقة الوسطى،عمقها m(2024–2354) في بئر أبورباح [2] وm(2435– 3982) في بئر الفيض–1 تتكون من تداخلات من الغضار والملح والأنهدريت والجص، وتم حفر عدة آبار في منطقة أبو رباح ومنطقة الفيض.[3] منطقة أبو رباح تبلغ سماكتها في هذه المنطقة حوالي (312m) في بئر أبو رباح (2) تتكون طبقة الكوراشينا انهدريت في هذه المنطقة من تعاقبات من الدولوميت والملح والأنهدريت والغضار والشيل حيث يشكل الغضار والشيل القسم الأعظم من هذه الطبقة[3].

–الدولوميت : رمادي ،رمادي فاتح ، بني غامق ، ناعم التبلور ، متوسط القساوة

– الغضار : رمادي ، طري ، لدن ، بني

–الشيل : رمادي داكن ، رمادي مخضر ، قليل الكلسية

– الانهدريت : أبيض حليبي ، رمادي فاتح ، بني فاتح ، متوسط القساوة

منطقة الفيض تبلغ سماكتها في هذه المنطقة حوالي (1320m) في بئر الفيض–1 وتتكون طبقة الكوراشينا انهدريت في هذه المنطقة من تعاقبات من الشيل والغضار والملح و الانهدريت [3]

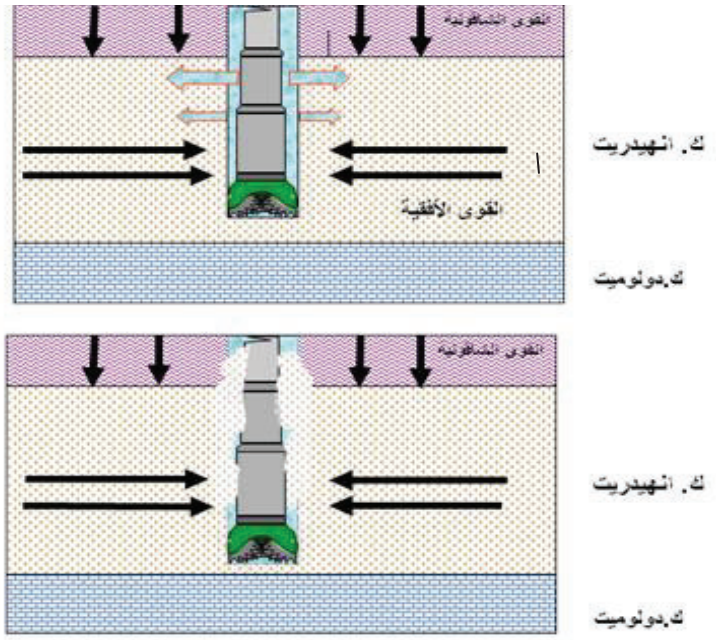
–الشيل : رمادي ،رمادي فاتح ، متطبق ، متماسك

–الغضار : رمادي ، رمادي داكن ، قليل الكلسية

-الانهدريت : أبيض ، بني فاتح ، متوسط القساوة

أثناء حفر هذه الطبقة حدثت مشاكل استعصاء و تعليق وزحف، مما أدى إلى زيادة في زمن انجاز حفر البئر وبالتالي زيادة الكلفة الإجمالية له، وفي بعض الحالات قد تؤدي هذه المشاكل إلى هجر البئر كما حدث في بئر الفيض-1.

إن مشكلة الغضار في هذه الطبقة ناتجة عن تأثيرين ميكانيكي، وفيزيائي[2] كما هو موضح في الشكل (1):



الشكل (1) التأثير الميكانيكي

(1- قوة أفقية ناتجة عن العوامل التكتونية 2-قوة أفقية ناتجة عن ضغط عمود سائل الحفر)

.التأثير الميكانيكي: إن عناصر هذا التأثير هي:

أولا": قوة شاقولية ناتجة عن وزن التشكيلات الجيولوجية المتوضعة فوق الطبقة.

ثانيا": قوة أفقية ناتجة عن العوامل التكتونية المشكلة للجبال (الحركة الألبية).

ثالثا": إن ما يتميز به الغضار من ارتفاع في المسامية ، وانخفاض شديد بالنفوذية يؤثر على مياه التشكيل الموزعة في مساماته ، بحيث لا تجد طريقها إلى خارج الغضار

ولا سيما عندما يتوزع الغضار بشكل متناوب مع توضعات ملحية تشكل حاجزاً أمام خروج الماء من الغضار، بالإضافة إلى صفات اللدونة والمرونة التي يتميز بها الملح ، تجعل من توضعات الكوراشينا انهدريت تسلك سلوك مشابه للموائع التي تنقل الضغط المطبق عليها في جميع الاتجاهات.[2]

وإن توفر الشروط السابقة يؤدي إلى انتقال الضغط بسهولة باتجاه البئر والذي يشكل نقطة الضعف التي تم إحداثها مما شكل خللا" في حالة التوازن قبل الحفر.

مما يجدر ذكره أن هذا التأثير الميكانيكي لايوازيه سوى قوة ميكانيكية يشكلها عمود سائل الحفر والتي يتم رفعها إلى الحد الذي يساوي الضغوط الأنفة الذكر.[5]

.التأثير الفيزيائي: هذا التأثير ينتج عن العلاقة المتبادلة بين سائل الحفر والغضار حيث يؤدي انتقال راشح سائل الحفر المائي (لأسباب مختلفة وأهمها الفعل الحلولي) لداخل التوضعات الغضارية إلى انتفاخ هذه التوضعات ، مما يزيد في تفاقم مشكلة الغضار ويزيد من احتمالية زحفه باتجاه البئر مسببا" تضيق البئر واستعصاء التشكيلة

2. الهدف من البحث:

إيجاد سائل الحفر المناسب لحفر طبقة الكوراشينا انهدريت في آبار المنطقة الوسطى.

3.مواد وطرق البحث:

سوائل الحفر المستخدمة أثناء حفر طبقة الكوراشينا انهدريت:

أثناء حفر طبقة الكوراشينا أنهدريت تم استخدم سائل حفر مشبع بالملح، ولكن هذا لم يحد من انتفاخ الغضار ، وبالتالي لم يمنع من حدوث المشاكل.

وفي بعض الآبار (بئر الفيض2) ، تم استخدم البوليمير العضوي (CMC) الذي يستخدم كمقلل لفاقد الرشح ، ولكن هذا الإجراء لم ينجح في حل المشكلة ، وتمت متابعة حفر التشكيلة باستخدام سائل حفر مشبع بالملح وزنه النوعي($2300\ kg/m^3$).[3] ، كان الإجراء الوقائي لمنع حدوث الزحف بتطبيق ضغط معاكس كبير لمنع الغضار من الزحف لداخل البئر، وذلك بالحفر باستخدام سائل حفر بوزن نوعي مرتفع لسائل الحفر وكانت قيم الوزن النوعي في بعض الآبار:

في بئر الفيض(2): (2.3 gr_f/cc) ، بئر أبور باح (3): (1.92 gr_f/cc)

ولكن هذا الإجراء لم يمنع حدوث المشاكل بشكل كامل مع الإشارة إلى أن معالجة المشكلة بزيادة الوزن النوعي تؤدي إلى حصول مشاكل أخرى خلال الحفر هي:

_إن زيادة الوزن النوعي لسائل الحفر يتطلب إضافة كميات كبيرة من البارايت وهذا يؤدي إلى زيادة تركيز الأجزاء الصلبة في سائل الحفر، وبالتالي فإن سرعة الحفر ستقل نتيجة التقدم القليل لرأس الحفر، بالتالي سيزداد زمن تعرض الطبقة لراشح سائل الحفر مما يسمح بدخول كميات إضافية من الراشح إلى داخل الطبقة، وبالتالي زيادة عملية الإماهة للغضار. [1]

_إن زيادة الوزن النوعي إلى قيم كبيرة يؤدي إلى زيادة الضغط المطبق داخل البئر، وهذه الزيادة الكبيرة في الضغط داخل البئر يعمل على تثبيت الفتاتة في القعر، مما يساهم في التقليل من سرعة الحفر، و يساهم في زيادة فاقد الرشح وبالتالي زيادة الإماهة للغضار. [6]

تحقيق ثبوتية الغضار:

كما ذكرنا سابقاً إن حدوث عملية الإماهة هي السبب الرئيسي لحدوث مشاكل أثناء حفر الغضار ولتأمين ثبوتية الغضار يجب أن نمنع تفاعل راشح سائل الحفر مع الغضار ويمكن أن يتم ذلك وفق ما يلي :

أولاً. تحقيق الثباتية الكيميائية: يتم تحقيق الثباتية الكيميائية للغضار، من خلال استخدام أملاح تضاف لسائل الحفر(كلور الصوديوم ، كلور البوتاسيوم) ، وذلك لمنع حدوث ظاهرة الانتفاخ الأوزموزي، والناتجة عن اختلاف تركيز الأملاح بين ماء الغضار والطور المائي لسائل الحفر.[5]

ثانياً. عزل الغضار: يقصد بعزل الغضار تغطيته بمادة تشكل غطاء على سطحه تمنع دخول راشح سائل الحفر إلى داخله بالتالي تشكل حاجزاً بين الماء والغضار فتمنع بذلك عملية الإماهة ومن هذه المواد الجيلسونيت والغليسول والبوليميرات (الطبيعية ، الصناعية) . [7]

ويمكن استخدام سوائل الحفر ذات الأساس النفطي، وذلك بعد معالجة الطور المائي منه بإضافة بعض الأملاح وقد حققت نجاحاً هاماً في مجال حفر الغضار، حيث تم حفر الكوراشينا انهدريت بهذا السائل في بئر صدد (2)[3]، ولكن هذه السوائل ذات كلفة اقتصادية عالية وتتطلب مراقبة دائمة وملوثة للبيئة وغير آمنة .

4.النتائج والمناقشة:

4-1. التحاليل المخبرية على العينات الغضارية :

A- التحليل الكيميائي الكمي :

أجري هذا التحليل في مخابر المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية ، في وزارة النفط والثروة المعدنية ،على عينات مأخوذة من بئري الفيض (1) وأبو رباح (2) أثناء حفر الطبقة وكانت النتائج موضحة في الجدول (1):

التحليل الكيميائي	بئر الفيض (1)	بئر أبو رباح (2)
	% وزن	% وزن
نسبة الفاقد بالحرق	33.85	38.03
المواد غير الذوابة في حمض HCl	28.15	26.1
المحتوى من CaO	7.1	9.50
Fe2O3	3.15	1.1
Al2 O3	4.2	3.54
TiO2	0.4	0.32
Na2O	1.3	0.34
MgO	4.81	5.80

الجدول (1) نتائج التحاليل الكيميائية للعينات الغضارية

إن الفاقد بالحرق يمثل كمية الماء والمواد العضوية المفقودة وذلك عند تعريض العينة لحرارة تبلغ 700 C والباقي عبارة عن أملاح وأكاسيد .

المواد غير الذوابة في حمض HCl هي أكسيد السيليسيوم SiO_2 ، مع بعض الأكاسيد مثل Fe_2O_3 و Al_2O_3 ، والتي تتفاعل مع حمض كلور الماء، وتبلغ نسبة أكسيد السيليسيوم في المواد غير الذوابة في حمض HCl % 90 .

يتم تحديد جودة الغضار ومدى احتوائه على الفلزات الغضارية الشرهة للماء بحساب النسبة: $\frac{\mathbf{Sio2}}{\mathbf{Fe2O3}}$

بحساب النسبة في بئر الفيض(1) : $SiO_2 = 28.15 \times 90\% = 25.33$

النسبة : $\frac{25.33}{3.15} = 8.04$

بحساب النسبة في بئر أبو رباح (2) : $SiO_2 = 26.1 \times 90\% = 23.49$

النسبة : $\frac{23.49}{3.54} = 6.6$

نلاحظ أن كلاً من النسبتين هما أكبر من 4 وهذا يدل على أن الفلزات الغضارية المكونة للغضار في هذه الطبقة هي من فلزات مجموعة المونتموريللونيت التي تتميز بشراهتها الشديدة للماء .

B- تحديد السعة التبادلية للغضار : CEC : تم تحديد السعة التبادلية للعينات الغضارية المأخوذة من البئرين المدروسين في مخبر سوائل الحفر في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية باستخدام طريقة اختبار أزرق الميتيلين ، ومتوسط السعة التبادلية للعينات المدروسة مدرجة في الجدول (2).

C- تحديد تركيز شوارد الكلور : وفي الجدول (2) ندرج أيضاً نتائج تحديد شوارد الكلور في نظام (ماء مقطر- غضار) بالطريقة الموضحة في المرجع [4]، وذلك باستخدام طريقة مور.

D- تحديد كثافة العينات الغضارية :تم تحديد كثافة العينة الغضارية بإتباع الطريقة التالية:

أخذت كمية من العينة الغضارية بوزن (W) وبعد تغليفها بالشمع ،وضعت هذه الكمية في سليندر تحوي مازوت . الزيادة في حجم المازوت يعبر عن حجم العينة V . كثافة العينة الغضارية المدروسة تحسب كناتج قسمة ($\rho = \frac{W}{V}$).

نتائج تعيين كثافة العينات الغضارية للبئرين المدروسين مدرجة في الجدول (2)

البئر	شوارد الكلور (PPM)	CEC (ml. eq./100gr)	الكثافة gr_f/cm^3	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
أبورباح (2)	5800	18	1.9	8.04
الفيض(1)	6006	16	2.2	6.6

الجدول(2) نسبة شوارد الكلور وCEC و الكثافة و $\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$

4-2: الأجهزة والمواد المستخدمة في إجراء التجارب:

.فرن لتجفيف العينات.

.مكبس لتأمين الضغط المناسب على العينة.

.جهاز قياس انتفاخ الغضار.

.جهاز قياس ضغط الانتفاخ.

.العينات الغضارية ، وهي عينات حقلية مأخوذة أثناء حفر الطبقة.

.جهاز قياس الخواص الجريانية (**RHEOMETP – FAN 50**) متعدد السرع **(3–1000 rpm)** وبدقة قياس عالية وذلك لوجود مقياس اللزوجة بمجالات قياس متعددة **0–30 , 0–100 , 0–300 , 0–1000** وتبلغ دقة القياس 1/200.

.مقياس كثافة سائل الحفر (**Areometer**) بدقة قياس وباستخدام الماء يتم معايرته والتي تساوي (**21C**) (**$1gr_f/Cm^3$**)

.مقياس **PH** الراشح بنوعية الورقي **PH–paper** والكهربائي .

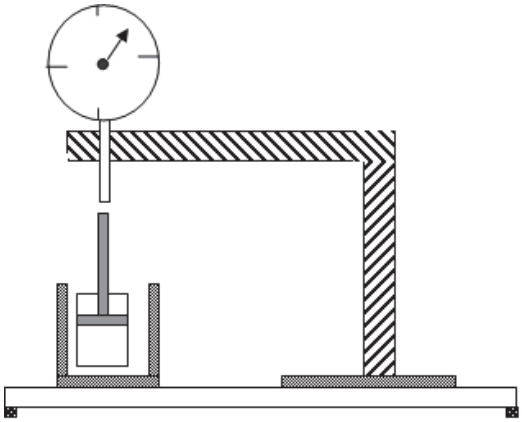
.خلاطات هاملتون لتحضير عينة واحدة ثلاثي السرع تصل السرعة الأعظمية إلى **14000 rpm** ولتحضير ست عينات بسرعة منخفضة **1300 rpm**

.أجهزة مساعدة : حمام مائي لتسخين العينات ، ميزان كهربائي بدقة عالية(**0.01gr**)
أوعية زجاجية معزولة لترقيد الطفلة ، ميزان حرارة زئبقي .
غضار سوري ، الرطوبة % 10.4 – 9.5 ، درجة النعومة % 89.5
مواد كيميائية ماء مقطر، كلور البوتاسيوم ، كلور الصوديوم ، مادة سيليكات البوتاسيوم، سيليكات الصوديوم، البولي اكريل أميد(PAA) ، البولي اكريل أميدالمماه جزئياً(PHPA) مقلل فاقد رشح يستخدم في سوائل الحفر الملحية.

4– 3. تحديد ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية:

تم تحديد ثابت الانتفاخ للعينات الغضارية باستخدام جهاز قياس حجم الانتفاخ الشكل (2) وذلك عند تعريض العينة الغضارية لسوائل حفر مختلفة .

4–3–1.معايرة الجهاز وطريقة العمل :



الشكل (2) جهاز قياس حجم الانتفاخ

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 تشيران إلى الصفر .

أما طريقة العمل فتتم كما يلي :

– يتم تجفيف العينة الغضارية داخل مجفف بدرجة حرارة(**105 C°**) لطرد ماء الرطوبة.

–نأخذ (**3gr**) من العينة ونضعها داخل الحجرة فوق ورقة الترشيح ونعرضها لضغط مقداره (**30at**) لتأمين التراص المناسب للعينة .

– بعد ذلك نضع المكبس فوق العينة ثم نضع غطاء الحجرة ونضع حجرة العينة داخل الوعاء الحاضن ومن ساعة القراءة نقرأ ارتفاع المكبس (**10**) .

– ثم نضع($30Cm^3$) 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** .

4–3– 2 – الحسابات ونتائج التجارب :

يتم حساب الحجم الأولي للعينة قبل إضافة المحلول **Vo= LoA**

A : مساحة المقطع الداخلي للحجرة $A = 7.06\ Cm^2$.

– يتم حساب حجم العينة بعد (**1–2–3–4**) ساعة .

– ويتم حساب حجم العينة بعد **24h** ساعة **V24 = L24.A**

– ثابت الانتفاخ :**K = V24 – V 0 / V0**

أولاً. مجموعة التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام سيليكات البوتاسيوم مع ماء مشبع بكلور الصوديوم:

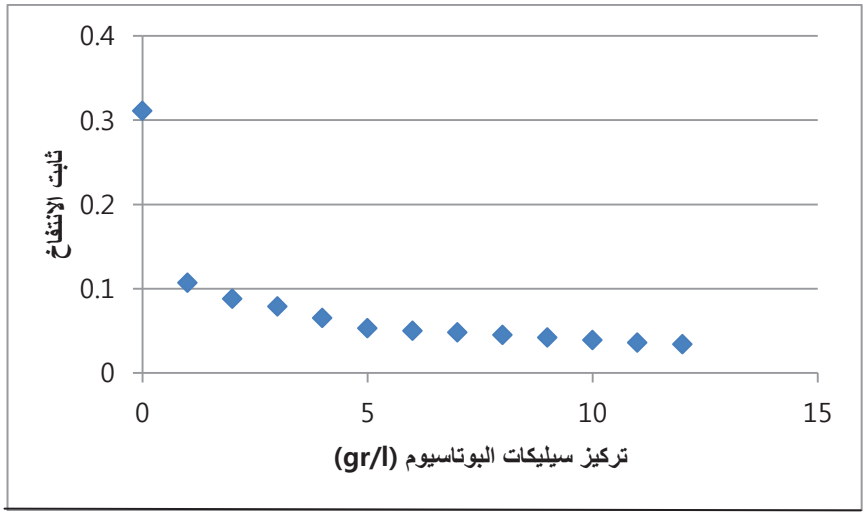
إن الجدول(1) يوضح نتائج التجارب المجراة عند تراكيز مختلفة من مادة سيليكات البوتاسيوم عند إضافتها إلى ماء مشبع بكلور الصوديوم.

تركيز سيليكات البوتاسيوم(gr/l)	الحجم الأولي للغضار الجاف cm^3	الحجم النهائي cm^3	ثابت الانتفاخ (K)
0	2.8	3.670	0.311
1	2.8	3.099	0.107

0.088	3.046	2.8	2
0.079	3.021	2.8	3
0.065	2.982	2.8	4
0.053	2.948	2.8	5
0.05	2.94	2.8	6
0.048	2.934	2.8	7
0.045	2.926	2.8	8
0.042	2.917	2.8	9
0.039	2.909	2.8	10
0.036	2.900	2.8	11
0.034	2.895	2.8	12

الجدول(1) نتائج التجارب المجراة عند تراكيز مختلفة من مادة سيليكات البوتاسيوم عند إضافتها إلى ماء مشبع بكلور الصوديوم

والشكل البياني(1) يوضح تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز سيليكات البوتاسيوم مع الماء المشبع بالملح.



الشكل البياني(1) تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز سيليكات البوتاسيوم

مع الماء المشبع بالملح

نلاحظ من الشكل(1) انه بزيادة تركيز سيليكات البوتاسيوم في المحلول يؤدي إلى التقليل من ثابت الانتفاخ ، نتيجة زيادة تركيز شوارد البوتاسيوم في المحلول، وبالتالي زيادة مقدرة السائل على تحييد الغضار،وبدءاً من التركيز (8gr/l) يبدأ استقرار ثابت الانتفاخ ، حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.034)عند التركيز(12gr/l) .

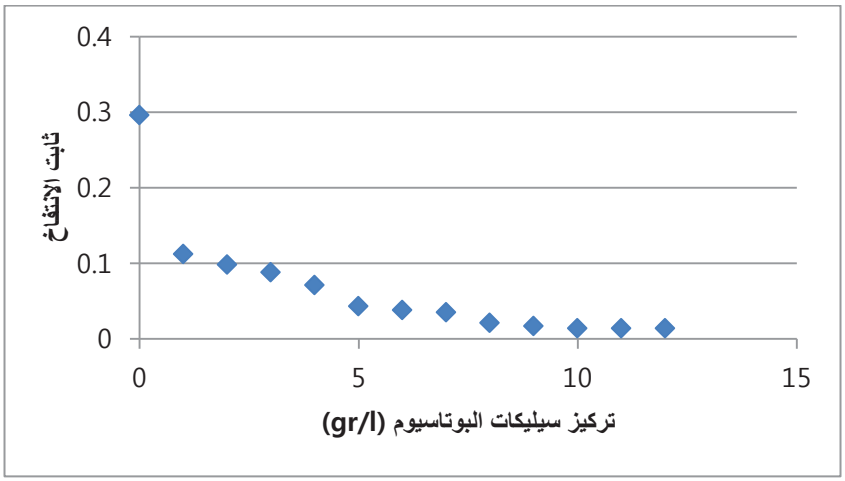
ثانياً. مجموعة التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام سيليكات البوتاسيوم مع ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز(10gr/l):

الجدول (2) يوضح نتائج التجارب المجراة عند تراكيز مختلفة من مادة سيليكات البوتاسيوم عند إضافتها إلى ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l):

تركيز سيليكات البوتاسيوم(gr/l)	الحجم الأولي للغضار الجاف(cm^3)	الحجم النهائي (cm^3)	ثابت الانتفاخ (K)
0	2.8	3.6	0.296
1	2.8	3.11	0.112
2	2.8	3.07	0.098
3	2.8	3.04	0.088
4	2.8	2.99	0.071
5	2.8	2.92	0.043
6	2.8	2.90	0.038
7	2.8	2.89	0.035
8	2.8	2.86	0.021
9	2.8	2.85	0.017
10	2.8	2.84	0.014
11	2.8	2.84	0.014
12	2.8	2.84	0.014

الجدول (2) نتائج التجارب المجراة عند تراكيز مختلفة من مادة سيليكات البوتاسيوم عند إضافتها إلى ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l).

والشكل البياني(2) يوضح تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز سيليكات البوتاسيوم مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)



الشكل البياني(2) تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز سيليكات البوتاسيوم مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)

نلاحظ من الشكل(2) انه بزيادة تركيز سيليكات البوتاسيوم في المحلول يؤدي إلى التقليل من ثابت الانتفاخ وبدءاً من التركيز (8gr/l) يبدأ استقرار ثابت الانتفاخ ، حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.014)عند التركيز (12gr/l)

ثالثاً.مجموعة التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام(PAA) مع ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l):

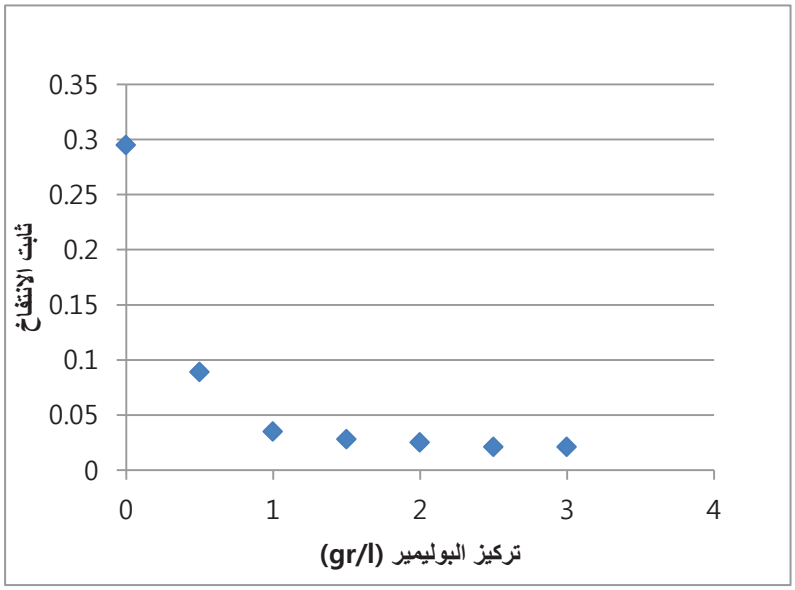
نحضر محلول معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) ، بقلوية (**9 – 8.5**) ثم نضيف كمية البوليمير المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة (**60 – 80** C̊) لمدة أربع ساعات ، والجدول (3) يبين نتائج التجارب المجراة.

تركيز البوليمير %	الحجم الأولي Cm^3	الحجم بعد**24**ساعة Cm^3	ثابت الانتفاخ
0	2.8	3.6	0.295

0.089	3.05	2.8	0.5
0.035	2.90	2.8	1
0.028	2.88	2.8	1.5
0.025	2.87	2.8	2
0.021	2.86	2.8	2.5
0.021	2.86	2.8	3

الجدول (3) نتائج التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام(PAA) مع ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)

والشكل البياني(3) يوضح تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز **(PAA)** مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)



الشكل البياني(3) تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز **(PAA)**مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)

نلاحظ من الشكل(3) انه بزيادة تركيز البوليمير (**PAA**) في المحلول يؤدي إلى التقليل من ثابت الانتفاخ وبدءاً من التركيز (1.5gr/l) يبدأ استقرار ثابت الانتفاخ ، حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.021)عند التركيز(3gr/l)

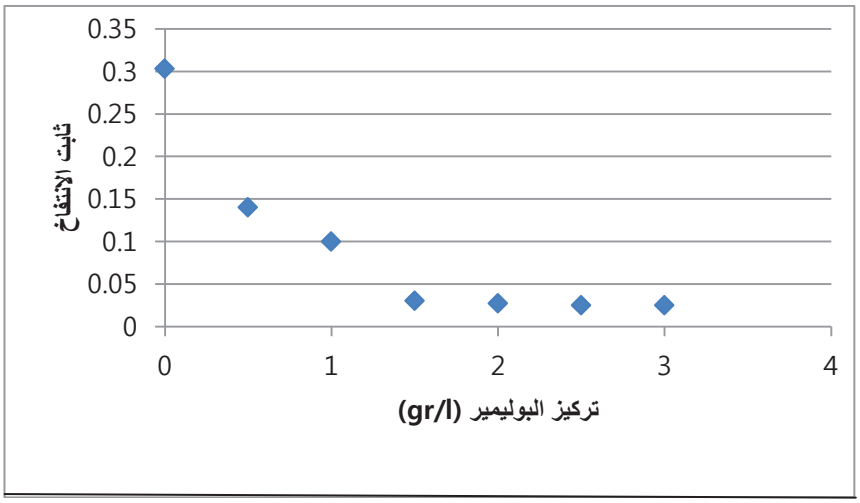
رابعاً: مجموعة التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام(PHPA) مع ماء مشبع بكلور الصوديوم:

نحضر محلول مشبع بكلورالصوديوم ، بقلوية (**9 – 8.5**) ثم نضيف كمية البوليمير المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة من($^{\circ}$C **80 – 60**) لمدة أربع ساعات ، والجدول (4) يبين نتائج التجارب المجراة.

تركيز البوليمير %	الحجم الأولي Cm^3	الحجم بعد **24** ساعة Cm^3	ثابت الانتفاخ
0	2.8	3.65	0.303
0.5	2.8	3.21	0.14
1	2.8	2.95	0.1
1.5	2.8	2.90	0.03
2	2.8	2.88	0.027
2.5	2.8	2.87	0.025
3	2.8	2.87	0.025

الجدول (4)نتائج التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام (PHPA) مع ماء مشبع بكلور الصوديوم

والشكل البياني(4) يوضح تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز (**PHPA**) مع ماء مشبع بكلور الصوديوم.



الشكل البياني(4) تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز **(PHPA)**مع ماء مشبع بكلور الصوديوم

نلاحظ من الشكل(4) انه بزيادة تركيز البوليمير **(PHPA)** في المحلول يقل ثابت الانتفاخ ،بدءاً من التركيز (2gr/l) يبدأ استقرار ثابت الانتفاخ ، حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.025)عند التركيز(3gr/l).

خامساً: مجموعة التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام(PHPA) مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز(10gr/l)

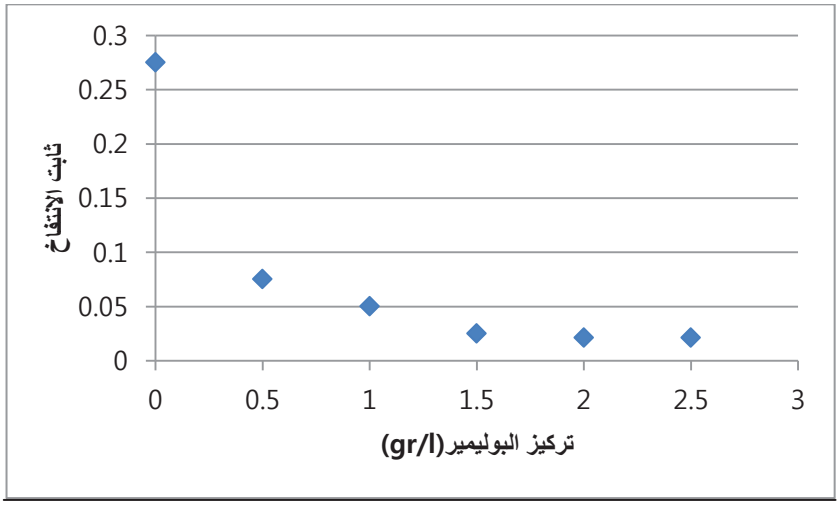
نحضر محلول الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز(10gr/l)، بقلوية (**9 – 8.5**) ثم نضيف كمية البوليمير المقررة ثم نسخن بدرجة حرارة من($^{\circ}$C **80 – 60**) لمدة أربع ساعات ، والجدول (5) يبين نتائج التجارب المجراة.

تركيز البوليمير %	الحجم الأولي **Cm^3**	الحجم بعد**24** ساعة **Cm^3**	ثابت الانتفاخ
0	2.8	3.57	0.275
0.5	2.8	3.01	0.075

0.05	2.94	2.8	1
0.025	2.87	2.8	1.5
0.021	2.86	2.8	2
0.021	2.86	2.8	2.5

الجدول (5)نتائج التجارب المجراة لحساب ثابت الانتفاخ باستخدام(PHPA) مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)

والشكل البياني(5) يوضح تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز **(PHPA)** مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)



الشكل البياني(5) تغير ثابت الانتفاخ مع تغير تركيز **(PHPA)** مع الماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l)

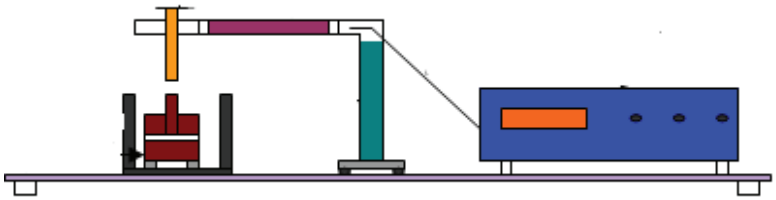
نلاحظ من الشكل(5) انه بزيادة تركيز البوليمير **(PHPA)** في المحلول يقل ثابت الانتفاخ ،بدءاً من التركيز (1.5gr/l) يبدأ استقرار ثابت الانتفاخ ، حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.021)عند التركيز (2.5gr/l).

نلاحظ من التجارب السابقة أن جميع المحاليل والبوليميرات تساهم بشكل متقارب في التقليل من ثابت الانتفاخ ، لذلك سنكتفي بدراسة ضغط الانتفاخ عند استخدام سيليكات

البوتاسيوم مع ماء مشبع بكلور الصوديوم للتكلفة القليلة لسيليكات البوتاسيوم بالمقارنة مع البوليميرات الاخرى.

4-4. التجارب المجراة لحساب ضغط الانتفاخ :

يتم قياس ضغط الانتفاخ باستخدام جهاز قياس ضغط الانتفاخ الشكل (2) [2].



الشكل (2) جهاز قياس ضغط الانتفاخ

طريقة قياس ضغط انتفاخ العينات الغضارية:

تحضير المحلول (أو نموذج راشح سائل الحفر)

تحضير العينة الغضارية :

تجفيف العينة الغضارية في المجفف بدرجة حرارة (110 c)

تطحن العينة ويتم الفرز في مناخل هزازة (تؤخذ العينة دون القطر 0.075mm).

تحضير حجرة العينة :

وضع ورقة ترشيح أسفل الحجرة (فوق ثقوب القاعدة)

وضع العينة الغضارية داخل الحجرة ومن ثم وضع المكبس فوق العينة ثم يوضع غطاء الحجرة.

تعريض العينة لضغط مقداره(120 at)لتأمين التراص للعينة الغضارية لمدة (24)ساعة.

وضع حجرة العينة داخل الوعاء الزجاجي

معايرة الجهاز وتتم كما يلي :

ضغط مفتاح تشغيل الجهاز (إضاءة اللمبة الحمراء الأولى).

عند توقف اللمبة الحمراء الثانية عن الإضاءة نضغط مفتاح معايرة الجهاز بحيث يظهر على الشاشة الرقم (0.000)

نحرك صامولة المعايرة نحو الأسفل بحيث يلامس السطح العلوي لذراع المكبس نتوقف عن التحريك عندما يظهر على الشاشة الرقم (0.002) عندئذ يكون الجهاز جاهزا" للعمل.

القياس وتسجيل النتائج :

يتم تشغيل جهاز التسخين ومعايرته عند الدرجة المطلوبة ثم نضيف (30cc) من المحلول في الوعاء الزجاجي وندون قيم P_s مع الزمن وفق مخطط وهدف البحث تعتبر التجربة منتهية عندما تكون زيادة ضغط الانتفاخ خلال الساعة التالية أقل من 5% من آخر ضغط مسجل.

حساب ضغط الانتفاخ عند استخدام سيليكات البوتاسيوم مع ماء مشبع بكلور الصوديوم:

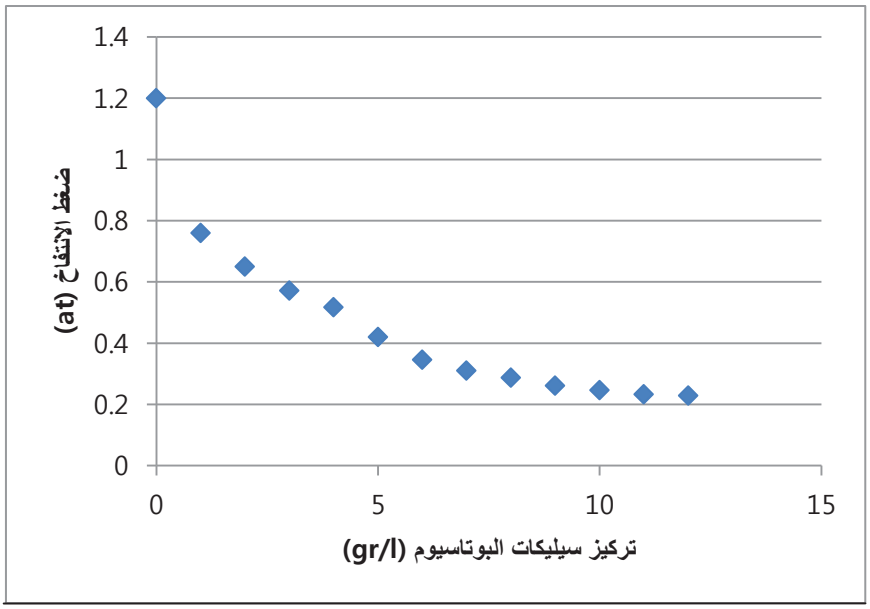
حيث تم حساب ضغط الانتفاخ للعينات الغضارية عند تراكيز مختلفة لسيليكات البوتاسيوم وذلك عند إضافتها إلى ماء مشبع بكلور الصوديوم،ونتائج التجارب موضحة في الجدول (6)

تركيز سيليكات البوتاسيوم (gr/l)	ضغط الانتفاخ (at)	تركيزسيليكات البوتاسيوم (gr/l)	ضغط الانتفاخ (at)
0	1.2	7	0.31
1	0.760	8	0.287
2	0.650	9	0.261
3	0.572	10	0.247
4	0.517	11	0.233
5	0.42	12	0.229

		0.346	6

الجدول (6)نتائج ضغط الانتفاخ للعينات الغضارية عند تراكيز مختلفة لسيليكات البوتاسيوم وذلك عند إضافتها إلى ماء مشبع بكلور الصوديوم

والشكل البياني(6) يوضح تغير ضغط الانتفاخ مع تغير تركيز سيليكات البوتاسيوم وذلك عند إضافتها إلى ماء مشبع بكلور الصوديوم



الشكل البياني(6) تغير ضغط الانتفاخ مع تغير تركيز سيليكات البوتاسيوم مع ماء مشبع بكلور الصوديوم

نلاحظ من الشكل(6) انه بزيادة تركيز سيليكات البوتاسيوم يقل ضغط الانتفاخ، ونلاحظ انه بدءاً من التركيز (8gr/l) يستقر ضغط الانتفاخ (0.287at)

4-5. سائل الحفر المقترح:

من خلال التجارب المجراة على مادة سيليكات البوتاسيوم سواء لحساب ثابت الانتفاخ أو ضغط الانتفاخ، نجد في كلتا الحالتين إن تركيز سيليكات البوتاسيوم الذي يبدأ عنده استقرار الانتفاخ وضغطه هو(8gr/l)، وبازدياد التركيز عنه نحصل على قيم أقل لضغط الانتفاخ أو ثابت الانتفاخ ولكن ليس إلى قيم أقل بكثير ، لهذا يفضل استخدام التركيز(8gr/l) في تحضير سائل الحفر المقترح.

مكونات وخواص السائل موضحة في الجدول(4)

المكونات	الكمية	خواص سائل الحفر المقترح	
ماء(m^3)	1	الوزن النوعي $gr_f/cm3$	1.9-1.95
كلور الصوديوم Kg/m^3	357	اللزوجة النسبية Sec	50
سيليكات البوتاسيوم Kg/m^3	8	اللزوجة البلاستيكية CP	18
مقلل فاقد رشح Kg/m^3	6	نقطة الخضوع $lb/100ft^2$	32
Kg/m^3 CMC_{HV}	4	الزوجة الظاهريةCP	36
بيلون Kg/m^3	80	فاقد الرشح $cm^3/0.5h$	2

الجدول(4) مكونات وخواص السائل المقترح

5- الاستنتاجات والمقترحات:

أولا": من خلال العرض للمشكلة في الآبار المدروسة نستنتج مايلي:

1.إن استخدام سائل حفر بوزن نوعي مرتفع لتأمين ثبوتية الغضار عند الحفر خفف من المشاكل دون أن تتم السيطرة عليها بشكل كامل وظهرت مشاكل جديدة ناتجة عن زيادة الوزن النوعي .

2.عند استخدام سائل حفر ذو أساس نفطي في بئر صدد(2) وبوزن نوعي قليل بالمقارنة مع بئر صدد(1) (2 gr/cc) قلل وبشكل واضح من مشاكل التعليق والزحف.

ثانيا": من خلال التجارب المجراة لقياس ثابت وضغط الانتفاخ نستنتج مايلي:

1. بزيادة تركيز سيليكات البوتاسيوم المضافة إلى محلول مائي مشبع بملح كلور الصوديوم ، فإنه يقل كل من ثابت وضغط الانتفاخ للعينات الغضارية ، والتركيز الذي نحصل عنده على استقرار في ثابت الانتفاخ(0.045) وضغط الانتفاخ (0.247 at) هو (8gr/l).

2. بزيادة تركيز سيليكات البوتاسيوم المضافة إلى محلول مائي معالج بكلور البوتاسيوم ، بتركيز (10gr/l) يؤدي إلى التقليل من ثابت الانتفاخ حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.014)عند التركيز (12gr/l)

3.بزيادة تركيز البوليمير (**PAA**) مع ماء معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) يؤدي إلى التقليل من ثابت الانتفاخ حتى الحصول على أقل قيمة وهي(0.021)عند التركيز (3gr/l).

4.بزيادة تركيز البوليمير (**PHPA**) مع ماء مشبع بكلور الصوديوم يقل ثابت الانتفاخ حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.025)عند التركيز (3gr/l).

5. بزيادة تركيز البوليمير (**PHPA**) المضافة إلى محلول مائي معالج بكلور البوتاسيوم بتركيز (10gr/l) يقل ثابت الانتفاخ حتى حصلنا على أقل قيمة وهي(0.021)عند التركيز (2.5gr/l).

مما سبق نقترح مايلي:

1- من أجل تقييم ظاهرة انتفاخ التشكيلات الغضارية نقترح اعتماد المعيارين (ثابت الانتفاخ – ضغط الانتفاخ) معاً وبأقل قيم ممكنة.

2- من أجل السيطرة على انتفاخ الغضار(في تراكيب أبو رباح ، الفيض ، صدد) نقترح استخدام سائل حفر مشبع بملح كلور الصوديوم ومعالج بسيليكات البوتاسيوم بنسبة (8gr/l) .

3- نقترح أن يكون الوزن النوعي للسوائل المقترحة ($1.9-1.95\ gr_f/cm^3$)

4- متابعة البحث العلمي للحصول على سيليكات البوتاسيوم من خلال معالجة مادة سيليكات الصوديوم (وهي مادة من مخلفات صناعة الزجاج) بإحدى المواد الحاوية على البوتاسيوم مثل كلور البوتاسيوم أو ماءات البوتاسيوم أو خلات البوتاسيوم.

5- متابعة البحث العلمي لاختبار ضغط الانتفاخ للعينات الغضارية مع محلول كلور البوتاسيوم (10gr/l) مع البوليمرات (**PAA , PAPH**).

6- متابعة البحث العلمي لإيجاد خلائط بوليميرية تحوي أكثر من بوليمير.

المراجع المعتمدة في البحث

المراجع العربية:

1- د. نصور،طاهر،1993-**سوائل الحفر** . الطبعة الأولى مديرية الكتب والمطبوعات،جامعة البعث،حمص،392 صفحة.

2- م.البارودي،عدنان،2006-**تحسين ثبوتية جدران البئر عند حفر تشكيلة الكوراشينا انهدريت في آبار المنطقة الوسطى** ، رسالة ماجستير.

3- تقارير الحفر اليومية لآبار الفيض(1-2) وآبار أبو رباح (1-2-3) وصدد (1-2) دائرة الحفر في مديرية حقول الجبيسة.

4- د. مرهج،أحمد- م.الحسن ،علي،1995-**عملي سوائل الحفر**. الطبعة الأولى مديرية الكتب والمطبوعات،جامعة البعث،حمص،110صفحة.

المراجع الأجنبية:

5-WALKER-T,2001-**SILICATE MUDS.petroleum engineer**, Vol 72 no 9 47-69

6-STEWART.S,2002-**WATER –BASED cacl 2/SYNTHETIC POLYMER MUD .petrol and gas** ,vol 64 no 5 , 23-46

7-Susan Abbott, Bill King ,Neal Branam, Ken Lindow ,2005-**Baroid Fluids HandBook**. UK, 370p.