تحسين المواصفات الجريانية لسوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري

د.م. عدنان إبراهيم البارودي*

ملخص البحث

يهدف هذا البحث إلى تحسين مواصفات سوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري والمستخدمة أثناء حفر الآبار النفطية والغازية في الحقول السورية وهي سائل الحفر ذو الأساس المائي .

حيث يتميز الغضارالسوري بمردود ضعيف في تأمين الخواص الجريانية لسائل الحفر (اللزوجة ،نقطة الخضوع ، قوة الهلام) مما يتطلب إضافة كميات كبيرة لتحضيرسائل الحفر تصل إلى(120gr/l) وهذا يرفع من تركيز الجزء الصلب في سائل الحفر الذي بدوره يقلل من معدل الاختراق في الصخر وهذا ينعكس سلباً على سرعة الحفرالميكانيكية،ومن جهة أخرى تكون كمية الماء الحر في السائل كبيرة (فاقد رشح كبير)الأمر الذي يتطلب إضافة مواد مقللة لفاقد الرشح بكميات كبيرة.

وتتم عملية تحسين مواصفات سوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري بتقليل كمية الغضار المضافة إلى (50gr/l) وإضافة بوليميرات طبيعة وصناعية بنسب مختلفة وقياس الخواص الجريانية وفاقد الرشح عند كل تركيز من البوليمير المضاف ،وعند تراكيز مختلفة من بوليميرين عند إضافتهما معاً.

* مشرف على الأعمال في قسم الهندسة البترولية

تحسين المواصفات الجريانية لسوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري

Improvement the Rheological Properties of Drilling Mud preparing of the Syrian Clay

Preparing by: Dr.Adnan Albaroude

Abstract

A drilling fluid has prepared of The Syrian Clay and has used in drill of The gas and oil well in The Syrian fields. has bad Properties cause. drill operation is over cost because increase the drilling time ,when the drill operation has finished A drilling fluid is a dangerous for environment,When adding The polymers with a drilling fluid .their Properties are best, the drilling time is less and drill operation is over economically. , when the drill operation has finished A drilling fluid has saved in special tank for next using ,it is a Environmental compatibility This research to aimed for Improvement Properties of the Drilling Mud preparing of The Syrian Clay(Water Base Mud and Salt Mud) and has used in drill of The gas and oil well in The Syrian fields and the laboratory evaluation adding the polymers.

At develop performance the Drilling Mud preparing of The Syrian Clay ,The Syrian Clay has weak ability for controlling in The Rheological Properties (Viscosity and Yield point and Gel strength) . filter controlling . Carrying capacity. Weak ability in Cuttings removal and Suspend them We need to big quantity(120gr/l) of The Syrian Clay for preparing Drilling Mud ,this increase solid content . reduce a rate of penetration (ROP). Increase the drilling time. Increase time execution of well. and Increase the total cost of drill a well.

The filtration quantity will is big .cause a damage in the production formation. this require adding material for controlling in filtration. for Improvement Properties of drilling mud , must reduction Syrian Clay quantity to(50gr/l) and adding The polymers (natural and synthetic) different concentrations , and measuring The Rhological Properties and filtration, evaluation results of the laboratory experiment .finally chose the better .

تحسين المواصفات الجريانية لسوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري

١- مقدمة :

يتميز الغضار السوري بمردود ضعيف عند تحضير سوائل حفر منه والجدول (١) يبين مواصفات كلاً من الغضار السوري والغضار الأمريكي المصنف وفق معهد النفط الأمريكي [2,7]

نوع الغضار	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	H_2O	Na_2O	Co_2	Tio_2
سوري(%)	٤٦,٦	١٤,٤	٧,٢	٦,٧	٥,٨	١٢,٨	٠,١٣	٦,٢	٠,١٩
أمريكي(%)	٦٣,٣٣	١٩,٤	٣,٤١	٢,٦٩	٠,٦	٠,٥٢	٠,٣٣	–	٠,٣٧

الجدول (١) مواصفات الغضار السوري والأمريكي

بالمقارنة بين نوعي الغضار نستنتج ضعف مواصفات الغضار السوري بسبب قلة العناصر الفعالة وهي أوكسيد السيليسيوم وأوكسيد الألمنيوم ،ووجود شوائب بتراكيز مرتفعة وخصوصا أوكسيد الكالسيوم والمغنيزيوم،الأمر الذي يتطلب إضافة كمية كبيرة منه تصل إلى(120gr/l) لتحضير سوائل الحفر ،ولتحسين مردود هذا الغضار يجب إضافة كميات من كربونات الصوديوم تصل حتى(5gr/l) وذلك لتحويل الغضار من كلسي (قليل الهدرجة) إلى غضار صودي (عالي الهدرجة) وفق مبدأ قاعدة التبادل الشاردي [4] وهذا يزيد من كلفة التحضير وإن إضافة كميات كبيرة من الغضار تزيد من تركيز الجزء الصلب في سائل الحفر وهذا يقلل من سرعة الحفر الميكانيكية ويشكل ضغطاً على مضخات سائل الحفر ،ومن جهة أخرى يتطلب إضافة كميات كبيرة من المواد المقللة لفاقد الرشح لتقليل كمية الماء الحر الموجودة في سائل الحفر وهذا يزيد من كلفة التحضير.

٢- هدف ومبررات إجراء البحث:

يهدف هذا البحث لتحسين مواصفات سوائل الحفر المحضرة باستخدام الغضار السوري وبالتالي زيادة مقدرتها على تنظيف القعر وحمل الفتاتات والمواد المضافة لسائل

الحفر كالمثقلات والمحافظة على خواص جريانية مستقرة أثناء الحفر، وزيادة سرعة الحفر الميكانيكية وهذا يؤدي إلى السرعة في حفر البئر وبالتالي التقليل من الكلفة الإجمالية في انجاز البئر، ولتحقيق هذا الأمر يجب تقليل الجزء الصلب في سائل الحفر، وذلك بتقليل كمية الغضار السوري المضافة لتحضير سائل الحفرمن (120gr/l) إلى(50gr/l) والتعويض عنها بإضافة بعض البوليميرات (الطبيعية ،الصناعية) والتي تؤمن ضبط الخواص الجريانية والارتشاحية لسوائل الحفر .

٣- مزايا إضافة البوليميرات لسائل الحفر:

إن إضافة البوليميرات لسائل الحفر له الميزات التالية [5]:

١- زيادة في سرعة الحفر الميكانيكية والتقنية

٢- التحكم بفاقد الرشح

٣- تلافي الانتفاخ والتهدم للطبقات الحساسة للماء

٤- تحييد نواتج الحفر

٤- البوليميرات المستخدمة في البحث :

Xanthan gum-1 (صمغ الغوار) :وهو بوليمير طبيعي ذو بنية صمغية ينتج بفعل النشاط الكبير للبكتريا تدعى (xanthomonas campestris).[7]

٢-(CMC_{Hv}) كربوكسي ميتيل السيللوز: يصنع من معالجة السيللوز الطبيعي يتميز بقدرته على زيادة لزوجة سائل الحفر وتقليل فاقد الرشح وكلما كان وزنه الجزيئي أكبر كان دوره في زيادة لزوجة سائل الحفر أكبر. [7]

3- PAC- R:من مشتقات السيللوز يضاف لرفع لزوجة سائل الحفر وكذلك التحكم بفاقد الرشح في سائل الحفر ذو الأساس المائي العذب والمالح والمعالج بكلور البوتاسيوم وكذلك كلور الصوديوم، حيث يعطي قيماً جيدة للزوجة وكذلك في سوائل الحفر التي تتجاوز فيها نسبة الكالسيوم (400PPM).[7]

4-(HEC)هيدروكسي إيتيل السيللوز: يستخدم بشكل رئيسي للتحكم باللزوجة وفاقد الرشح في سوائل الحفر المستخدمة خلال إتمام أو اصلاح الآبار،ويتجاوب هذا البوليمير مع السوائل المالحة أي التي تحتوي على (مياه البحر، كلور الصوديوم ، كلور البوتاسيوم

، كلور الكالسيوم ، بروم الكالسيوم) ولا يتأثر بشكل كبير بدرجة PH لسائل الحفر لأنه يتمتع بمقاومة جيدة ضد البكتريا وثباتية حرارية تصل حتى (121C°) ، ولكن لا يتهلم بشكل كبير عند توقفه عن الدوران أو عند تعرضه لمعدل قص منخفض وإلى قيم قليلة من الإجهاد .[7]

٥- بولي اكريل أميد(Poly Acryl Amide) : بوليمير غير شاردي يستخدم لتأمين الخواص الجريانية أو كمانع لعملية التكتل التي يمكن أن تحصل لبعض مكونات سائل الحفرأو للتحكم بفاقد الرشح، ولا يتأثر هذا البوليمير بدرجة الحموضة لسائل الحفر وتصل ثباتيته الحرارية الى (260 C °) .[2].

٥- الأجهزة المستخدمة في البحث :

١. جهاز قياس اللزوجة : FANN وهو جهاز مزود بست سرع(٦٠٠،٣٠٠،٢٠٠،١٠٠،٦،٣)
٢. خلاط كهربائي متعدد السرع.
٣. جهاز قياس كثافة سائل الحفر .
٤. جهاز قياس فاقد الرشح .
٥. ميزان كهربائي رقمي حساس .

٦- قياس خواص الجريانية لسائل الحفر:

٦-١: قياس الخواص الجريانية: يتم قياس الخواص الجريانية لسائل الحفر باستخدام جهاز فان الدوار كما يلي[2]:

١- قياس اللزوجة البلاستيكية لسائل الحفر: PV (Plastic Viscosity)

$$PV= \varphi 600- \varphi 300 \quad (CP)$$

φ600 : قراءة جهاز اللزوجة عند السرعة 600 rpm.

φ300 : قراءة جهاز اللزوجة عند السرعة 300 rpm.

٢- نقطة الخضوع: YP (Yield Point)

$$YP = \varphi 300 - PV \quad (lb/ 100ft^2)$$

ولكي نستخدم السائل المحضر كسائل حفر يجب أن تتحقق المتراجحة$(\frac{YP}{PV} > 1)$

٣- قوة الهلام : (Gel Strength)

$$\delta S = \varphi 3' / \varphi 3 \quad (lb/100ft^2)$$

حيث :

$\varphi 3'$: القراءة عند السرعة 3 rpm وذلك بعد توقف السائل لمدة عشر ثواني .

$\varphi 3$: القراءة عند السرعة 3 rpm وذلك بعد توقف السائل عن الدوران لمدة عشر دقائق.

٤- مقدرة سائل الحفر على الحمل(Carrying Capacity Index /CCI/):[2]

تعطى مقدرة سائل الحفر على الحمل بالعلاقة التالية:

$$CCI = \frac{\rho_f . K . \bar{v}}{400000}$$

ρ_f : كثافة سائل الحفر (ppg).

$\bar{v}$: سرعة صعود سائل الحفر في الفراغ الحلقي (feet/min)ويعطى بالعلاقة:

$$\bar{v} = \frac{352190}{D_B . \rho_m}$$

ρ_m :تدرج ضغط سائل الحفر (kP_a/m)، $D_B = 215.9mm$ قطر البئر

K: ثابت يعبر عن لزوجة سائل الحفر يحسب كما يلي :

$$K = 511^{(1-n)}(PV + YP)$$

n: تحسب كما يلي :

$$n = 3.32 \log\left(\frac{2.PV + YP}{PV + YP}\right)$$

يجب أن يكون($CCI > 1$) حتى يكون سائل الحفر قادراً على حمل الفتاتات.

٦-٢- :قياس فاقد الرشح :[2]

تم قياس فاقد الرشح للسوائل المحضرة باستخدام جهاز قياس فاقد الرشح في الشروط العادية :الضغط (100psi) ودرجة حرارة المخبر.

٧- القسم العملي :

يتضمن القسم العملي مجموعة من التجارب المجراة على سائل حفر محضر باستخدام الغضار السوري عند تركيز (50gr/l) ومضافاً إليه أنواعاً مختلفة من البوليميرات وبتراكيز مختلفة وقياس الخواص الجريانية وفاقد الرشح عند كل تركيز للبوليمير، وقبل ذلك قمنا بتحضير سائل حفر باستخدام الغضار السوري بتركيز (120**gr**/l) وقمنا بقياس خواصه .

٧-١: سائل حفر محضر باستخدام الغضار السوري بتركيز (120gr/l):

تم تحضير سائل الحفر المستخدم في الحقول السورية المكون من :

١. غضار سوري (120 gr/L).
٢. كربونات الصوديوم (5 gr/L).
٣. ماءات الصوديوم (3 gr/L).
٤. مقلل فاقد رشح (12 gr/L).
٥. لتر ماء

ومواصفات هذا السائل هي :

١. اللزوجة البلاستيكية : $PV = (8)CP$
٢. نقطة الخضوع: $YP = (13)Lb/100ft^2$
٣. لزوجة مارش: $V_s = (60\text{-}80)sec$
٤. قوة الهلام $G = ٨/١٠$
٥. مقدرة السائل على الحمل $CCI = 2.18$
٦. الوزن النوعي $\gamma_f = 1.08 gr_t / cm^3$

٧-٢: دراسة تأثير إضافة البوليميرات على خواص سائل الحفر ذو الاساس المائي:

في هذا القسم تم دراسة تأثير إضافة البوليميرات على خواص سائل الحفر، وكان تحضير سائل الحفر المعالج بالبوليمير يأخذ الخطوات التالية :

١. نضع١ لتر من الماء في كوب جهاز الخلط.

٢. إضافة ماءات الصوديوم بتركيز يعادل (3 gr/L).
٣. إضافة كربونات الصوديوم بتركيز يعادل (2 gr/L).
٤. إضافة الغضار السوري بتركيز يعادل (50 gr /L) ببطء .
٥. نضيف البوليمير حسب النوع والتركيز على عينة سائل الحفر ببطء شديد.
٦. ترقيد السائل المحضر لمدة لا تقل عن 24 ساعة .

وبعد(24) ساعة يتم قياس الخواص الجريانية وقياس فاقد الرشح لكل سائل محضر .

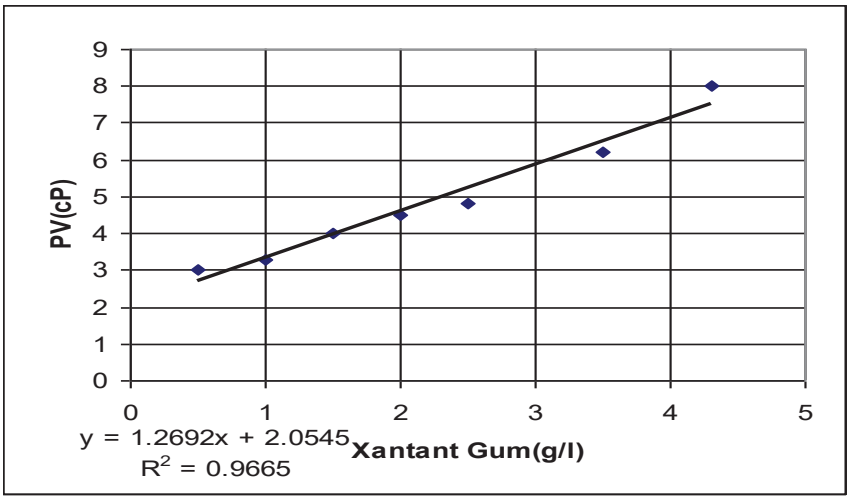
٧-٢-١: دراسة تأثير إضافة بوليمير (XantanGum):

تم إضافة (Xanthan Gum) إلى عينة سائل الحفربتراكيز مختلفة،والجدول (2) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح لكل عينة حسب تركيز(Xanthan Gum)المضاف، علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

تركيز Xanthan Gum (gr/l)	PV (cP)	YP ($lb/100ft^2$)	$\frac{YP}{PV}$	قوة الهلام	فاقد الرشح (cm^3/30min)	CCI
٠,٥	٣	٤,٤	١,٤٦	5/7.6	٣٢	٠,٥
١	٣,٣	٧,٥	٢,٢٧	6/9	٢٧	١,٧
١,٥	٤	١١	٢,٧٥	7/10	٢٣	٣
٢	٤,٥	١٣,٥	٣	8/10.5	٢٠	٤
٢,٥	٤,٨	١٦	٣,٣	10/11	١٧	٥,٦
٣	٥,٥	١٩	٣,٤٥	10/12	١٦	٧,١
٣,٥	٦,٢	٢٢	٣,٥٤	11/13	١٣	٩,٢
٤	٧	٢٥	٣,٥٧	١٢/١٥	٩	٩,٣
٤,٣	٨	٢٨	٣,٥	14/17	٦	١٠,٤٦

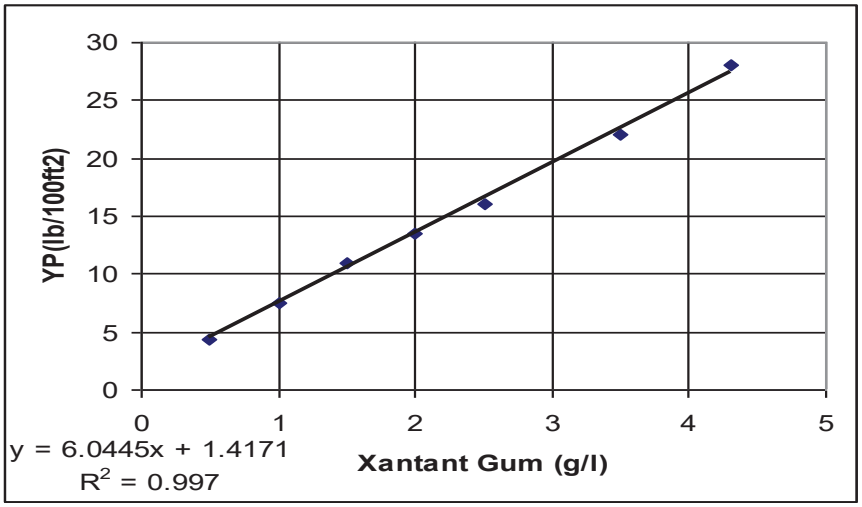
الجدول (٢) نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام بوليمير (Xanthan Gum)

والمنحني (١) يعبر عن العلاقة بين تركيز (Xanthan Gum) واللزوجة البلاستيكية



المنحني (١) العلاقة بين تركيز (Xanthan Gum) واللزوجة البلاستيكية

والمنحني (٢) يعبر عن العلاقة بين تركيز (Xanthan Gum) ونقطة الخضوع



المنحني (٢) العلاقة بين تركيز (Xanthan Gum) ونقطة الخضوع .

من نتائج التجارب المجراة نستنتج ما يلي:

١- تزداد اللزوجة البلاستكية بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى(8cp) عند تركيز (4.3gr/l).

٢- تزاد نقطة الخضوع بشكل كبير بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها ($28Lb/100ft^2$) عند تركيز (4.3gr/l)، وجميع العينات تحقق المتراجحة ($\frac{YP}{PV} > 1$) بالتالي صالحة للاستخدام كسائل حفر.

٣- تزداد قوة الهلام بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (14/17) عند تركيز (4.3gr/l).

٤- يزداد المعامل(CCI) بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (10.46) عند تركيز (4.3gr/l)، وجميع العينات تحقق (CCI >1) عدا العينة المحضرة عند تركيز البوليمير (0.5gr/l).

٥- يقل فاقد الرشح بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة صغرى مقدارها (6) عند تركيز (4.3gr/l).

٧-٢-٢: دراسة تأثير إضافة/PAA/ (PolyAcryl Amid):

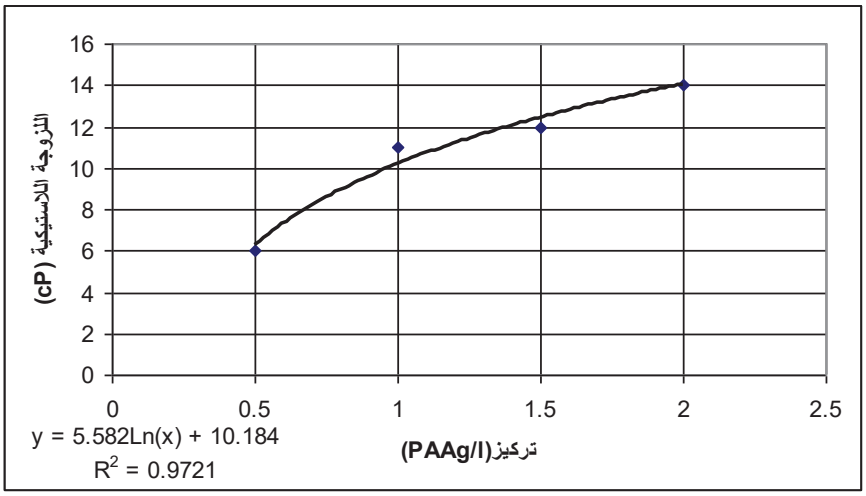
تم إضافة البوليمير (PAA) إلى عينة سائل الحفر بتراكيز مختلفة، والجدول (٣) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح لكل عينة حسب تركيز البوليمير. علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

تركيز Poly Acryl Amid (gr/l)	PV(cP)	YP ($lb/100ft^2$)	$\frac{YP}{PV}$	قوة الهلام	فاقد الرشح (cm^3/30min)	CCI
٠,٥	٦	٣	٠,٥	٤/٤	١٣	٠,١
١	١١	٣٣	٣	٧/٨	٦	١٠,٦
١,٥	١٢	٤٤	٣,٦٦	٨/٩	٣	١٨,٤

٢٨,٣	٠	١٣/١٤	٤,٤٢	٦٢	١٤	٢

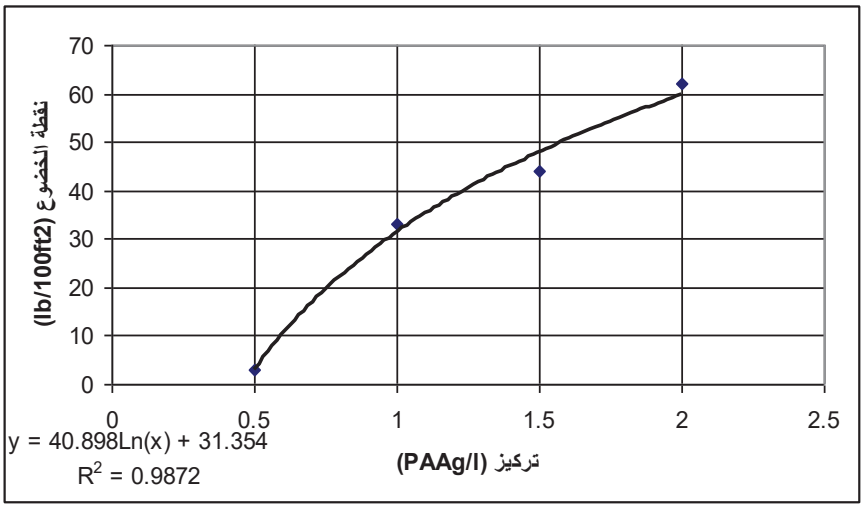
الجدول (٣) نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام بوليمير (PAA)

والمنحني(٣) يبين العلاقة بين تركيز (PPA) واللزوجة البلاستيكية



المنحني (٣) العلاقة بين تركيز (PPA) واللزوجة البلاستيكية

والمنحني(٤) يبين العلاقة بين تركيز (PPA) ونقطة الخضوع:



المنحني(٤) يبين العلاقة بين تركيز (PPA) ونقطة الخضوع:

من نتائج التجارب المجراة نستنتج ما يلي:

١- تزداد اللزوجة البلاستكية بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى(14cp) عند تركيز (2gr/l).

٢- تزاد نقطة الخضوع بشكل كبير بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها ($62Lb/100ft^2$) عند تركيز (2gr/l)، وجميع العينات تحقق المتراجحة ($\frac{YP}{PV} > 1$) بالتالي صالحة للاستخدام كسائل حفر عدا العينة المحضرة عند تركيز البوليمير (0.5gr/l).

٣- قوة الهلام تزداد بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (13/14) عند تركيز (2gr/l).

٤- يزداد المعامل(CCI) بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (28.3) عند تركيز (2gr/l)، وجميع العينات تحقق (CCI >1) عدا العينة المحضرة عند تركيز (0.5gr/l).

٥- يقل فاقد الرشح بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة صغرى مقدارها (0) عند تركيز (2g/l).

٧-٢-٣: دراسة تأثير إضافة البوليمير (CMC_{Hv}) :

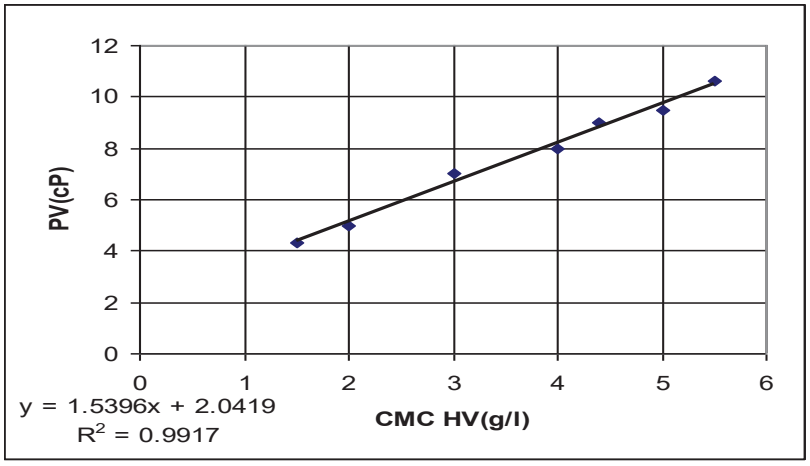
تم إضافة (CMC_{Hv}) إلى عينة سائل الحفر بتراكيز مختلفة، والجدول (٤) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة حسب التركيز المضاف. علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

تركيز (CMC_{HV}) (gr/l)	PV (cP)	YP ($lb/100ft^2$)	$\frac{YP}{PV}$	قوة الهلام	فاقد الرشح (cm^3/30min)	CCI
1.5	4.3	14.3	٣,٣٢	9/14	٢٢	٥,٤
2	5	16	٣,٢	10/16	١٤	٥,٧
3	7	22	٣,١	16/32	٨	٦,٩
3.5	7.5	23.5	٣,١	17/35	٤	٧,٩
4	8	26	٣,٢	21/33	٣	٩,٢
4.4	9	29	٣,٢	23/35	١	١٠,٣

١٠,٩	٠	25/38	٣,٤	32.5	9.5	5
١١,٩	٠	27/42	٣,١	33	10	5.5

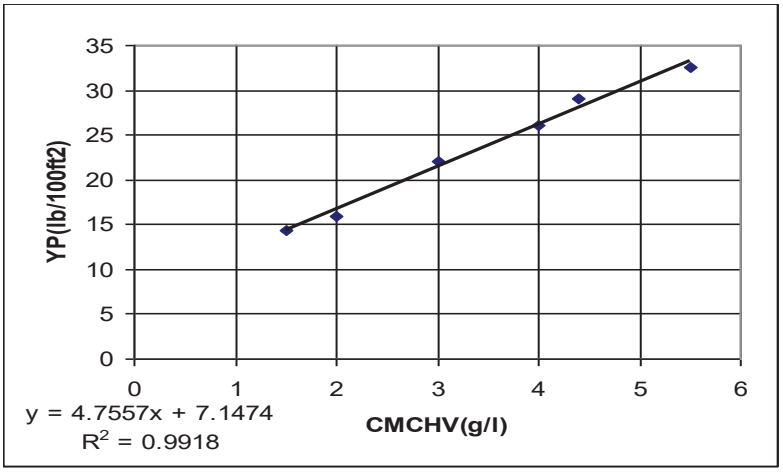
الجدول(٤) نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام بوليمير (CMC_{Hv})

والمنحني (٥) يعبر عن العلاقة بين تركيز (CMC_{Hv}) واللزوجة البلاستيكية



المنحني (٥) العلاقة بين تركيز (CMC_{Hv}) واللزوجة البلاستيكية

والمنحني (٦) يعبر عن العلاقة بين تركيز (CMC_{Hv}) ونقطة الخضوع.



المنحني (٦) العلاقة بين تركيز (CMC_{Hv}) ونقطة الخضوع.

من نتائج التجارب المجراة نستنتج ما يلي:

١- تزداد اللزوجة البلاستكية بزيادة تركيزالبوليمير حتى تصل لقيمة عظمى(10cp) عند تركيز (5.5gr/l).

٢- تزاد نقطة الخضوع بشكل كبير بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها ($33Lb/100ft^2$) عند تركيز (5.5gr/l)، وجميع العينات تحقق المتراجحة ($\frac{YP}{PV} > 1$) بالتالي صالحة للاستخدام كسائل حفر.

٣- قوة الهلام تزداد بزيادة تركيز البوليميرحتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (27/42) عند تركيز (5.5gr/l).

٤- يزداد المعامل(CCI) بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (11.9) عند تركيز (5.5gr/l)، وجميع العينات تحقق (CCI >1) .

٥- يقل فاقد الرشح بزيادة تركيز البوليمير حتى تصل لقيمة صغرى مقدارها (0) عند تركيز (5gr/l).

٧-٢-٤ :دراسة تأثير إضافة البوليمير(PAC-R)على الخواص الريولوجية لسائل الحفر:

تم إضافة البوليمير إلى العينات بتراكيز مختلفة والجدول (٥) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة وفاقد الرشح حسب تركيز(PAC-R). علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

تركيز PAC-R (gr/l)	PV(cP)	YP ($lb/100ft^2$)	$\frac{YP}{PV}$	قوة الهلام
3	12	2	٠,١٦	1/5
3.5	13	3	٠,٢٣	1.5/6
4	16	5	٠,٣١	2/7
4.5	20	7	٠,٣٥	2.5/8
5	25	8.8	٠,٣٥	3/9

الجدول (٥)نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام بوليمير (PAC-R)

نستنتج من النتائج السابقة أن (YP/PV<1) وقوة الهلام متدنية جدا" وبالتالي لايمكن استخدام السوائل المحضرة من هذا البوليمير كسوائل حفر.

٧-٢-٥: دراسة تأثير إضافة البوليمير (HEC):

تم إضافة البوليمير(HEC) إلى العينات بتراكيز مختلفة والجدول (٦) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة حسب تركيز(HEC). علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

قوة الهلام	$\frac{YP}{PV}$	YP($lb/100ft^2$)	PV(cP)	تركيز HEC(gr/l)
٢/٧	٠,٦٤	11	17	3
٤/١٧	٠,٧٢	13	18	3.5
٥/١٩	٠,٧٦	16	21	4
٨/٣٣	٠,٦٤	18	28	4.4

*الجدول (٦)نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام بوليمير(**HEC**)*

نستنتج من النتائج السابقة أن (YP/PV<1) وقوة الهلام متدنية جدا" وبالتالي لايمكن استخدام السوائل المحضرة من هذا البوليمير كسوائل حفر.

٧-٢-٦:دراسة التأثير المشترك للبوليميرين (HEC) مع(XanthanGum) :

لاحظنا في مجموعة التجارب الأولى التأثير الفعال للبوليمير(HEC) في مجال رفع اللزوجة البلاستيكية لسائل الحفر، مع رفع بسيط لنقطة الخضوع إذا ما قورنت بالبوليميرات الأخرى مثل(XanthanGum) ،كما أنه أعطى قيماً جيدة لقوة الهلام ،ولاحظنا أيضاً الفعالية الكبيرة لإضافة البوليمير(XanthanGum) في مجال رفع نقطة خضوع سائل الحفر ،يمكننا أن نعتبر(XanthanGum) هو بوليميراً رافعاً لنقطة خضوع وقوة هلام سائل الحفر، ونعتبر (HEC) بوليمير رافعاً للزوجة البلاستيكية وقوة الهلام ،نجد أن استخدام هذين البوليميرين مجتمعين يمكن أن يعطي نتائج ايجابية أكثر، وسنقوم هنا بتثبيت تركيز Xanthan في كل تجربة ونقوم بتغيير تركيز HEC.

٧-٢-٦-١: دراسة لتأثير إضافة البوليمير (HEC) على الخواص الريولوجية لسائل حفر حاوي على التركيز(1.5gr/l) من (Xanthan Gum) :

طريقة إجراء التجربة:

تم إضافة البوليمير(HEC) بتراكيز مختلفة إلى عينات من سائل الحفر معالج (Xanthan Gum) بتركيز 1.5gr/l والجدول (٧) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة حسب تركيز(HEC)، علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

قوة الهلام	$\frac{YP}{PV}$	YP ($lb/100ft^2$)	PV (cP)	تركيز HEC(gr/l)
11/35	٠,٩٥	21	٢٢	3
15/38	٠,٩٥	22	23	3.5
16/39	٠,٩٥	23	24	4
18/40	٠,٩٢	24	26	4.4

الجدول (٧)نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام البوليمير (HEC)و(Gum Xanthan) بتركيز 1.5gr/l

نستنتج أن النسبة(1>YP/PV) بالتالي لايمكن استخدام أي من السوائل السابقة كسائل حفر

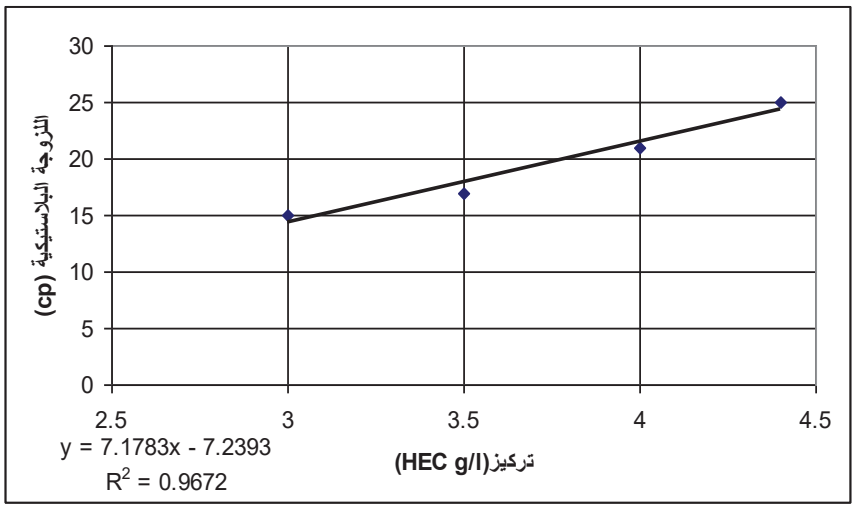
٧-٢-٦-٢:دراسة تأثير إضافة البوليمير (HEC) على الخواص الريولوجية لسائل حفر حاوي على التركيز(2.5gr/l) من (Xanthan Gum) :

تم إضافة البوليمير(HEC) بتراكيز مختلفة إلى عينات من سائل الحفر معالج(XanthanGum) بتركيز(٢,٥gr/l) والجدول (٨) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة حسب تركيز(HEC)، علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

CCI	فاقد الرشح (cm^3/30min)	قوة الهلام	$\frac{YP}{PV}$	YP ($lb/100ft^2$)	PV (cP)	تركيز HEC(gr/l)
٤	8	14/30	١,٦	25	١٥	3
٤,٦	٦	16/31	١,٧	29	17	3.5
٧,٤	٣	28/38	١,٩	40	21	4
٧,٥	٢	31/38	١,٨	45	25	4.4

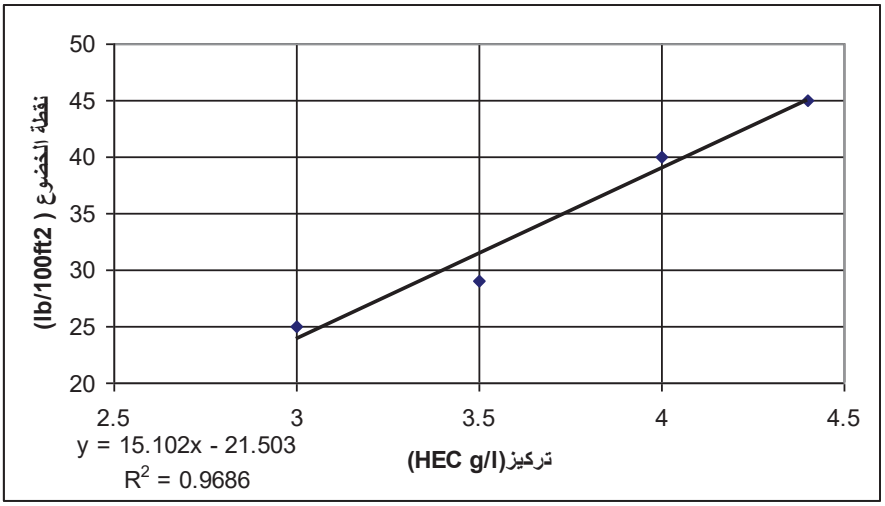
الجدول (٨)نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام البوليمير (HEC)و(Gum Xanthan) بتركيز 2.5gr/l

والمنحني(٧) يبين العلاقة بين تركيز(HEC) واللزوجة البلاستيكية



المنحني(٧) العلاقة بين تركيز(HEC) واللزوجة البلاستيكية

والمنحني(٨) يبين العلاقة بين تركيز (HEC) ونقطة الخضوع



المنحني(٨) العلاقة بين تركيز (HEC) ونقطة الخضوع

من نتائج التجارب المجراة نستنتج مايلي:

١- تـزداد اللزوجـة البلاسـتكية بزيـادة تركيـز البـوليمير (HEC) حتـى تصـل لقيمـة عظمى(25cp) عند تركيز (4.4gr/l).

٢- تزاد نقطة الخضوع بشكل كبير بزيادة تركيز البوليمير (HEC) حتى تصل لقيمة عظمـى مقدارها ($45Lb/100ft^2$) عند تركيز (4.4gr/l)، وجميـع العينـات تحقق المتراجحة ($\frac{YP}{PV} > 1$) بالتالي صالحة للاستخدام كسائل حفر.

٣- قوة الهلام تزداد بزيادة تركيز البوليمير (HEC)حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (31/38) عند تركيز (4.4gr/l).

٤- يزداد المعامل(CCI) بزيادة تركيز البوليمير (HEC)حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (7.5) عند تركيز (5.5gr/l)، وجميع العينات تحقق (CCI >1).

٥- يقل فاقد الرشح بزيادة تركيز البوليمير (HEC) حتى تصل لقيمة صغرى مقدارها (2) عند تركيز (4.4gr/l).

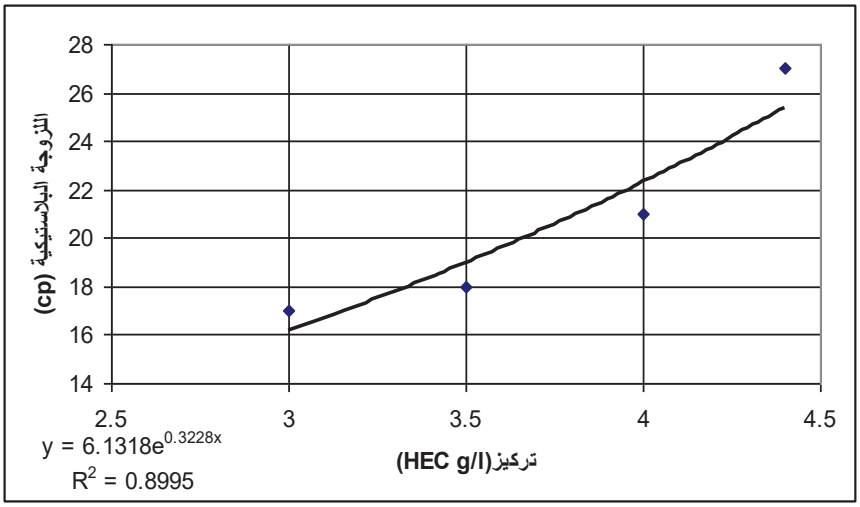
٧-٢-٦-٣: دراسة تأثير إضافة البوليمير (HEC) على الخواص الريولوجية لسائل حفر حاوي على التركيز (3.5 gr/l) من البوليمير Xanthan

تم إضافة البوليمير (HEC) بتراكيز مختلفة إلى عينات من سائل الحفر معالج (XanthanGum) بتركيز (3.5gr/l) والجدول (٩) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة حسب تركيز (HEC)، علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

CCI	فاقد الرشح (cm^3/30min)	قوة الهلام	$\frac{YP}{PV}$	YP ($lb/100ft^2$)	PV (cP)	تركيز HEC(gr/l)
٥	7	15/30	١,٧	30	١٧	3
٥,٢	٦	16/31	١,٧	31	18	3.5
٥,٣	٢	18/33	٢	43	21	4
٦	١	36/43	١,٨	50	27	4.4

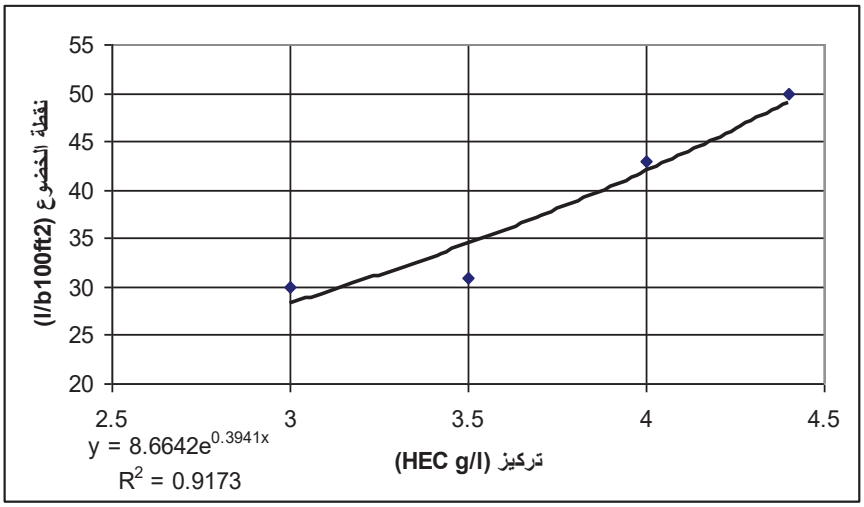
الجدول (٩) نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند استخدام البوليمير (HEC) و(Xanthan Gum) بتركيز 3.5gr/l

والمنحني(٩) يبين العلاقة بين تركيز (HEC) واللزوجة البلاستيكية



المنحني(٩) العلاقة بين تركيز (HEC) واللزوجة البلاستيكية

والمنحني(١٠) يبين العلاقة بين تركيز (HEC) ونقطة الخضوع



المنحني(١٠) العلاقة بين تركيز (HEC) ونقطة الخضوع

من نتائج التجارب المجراة نستنتج مايلي:

١- تـزداد اللزوجـة البلاسـتكية بزيـادة تركيـز البـوليمير(HEC) حتـى تصـل لقيمـة عظمى(27cp) عند تركيز (4.4gr/l).

٢- تزاد نقطة الخضوع بشكل كبير بزيادة تركيز البوليمير(HEC) حتى تصل لقيمة عظمـى مقـدارها ($50Lb/100ft^2$) عنـد تركيـز (4.4gr/l)، وجميـع العينـات تحقـق المتراجحة ($\frac{YP}{PV} > 1$) بالتالي صالحة للاستخدام كسائل حفر.

٣- قوة الهلام تزداد بزيادة تركيز البوليمير(HEC)حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (36/43) عند تركيز (4.4gr/l).

٤- يزداد المعامل(CCI) بزيادة تركيز البوليمير (HEC)حتى تصل لقيمة عظمى مقدارها (6) عند تركيز (4.4gr/l)، وجميع العينات تحقق (CCI >1) .

٥- يقل فاقد الرشح بزيادة تركيز البوليمير(HEC) حتى تصل لقيمة صغرى مقدارها (1) عند تركيز (4.4 gr/l).

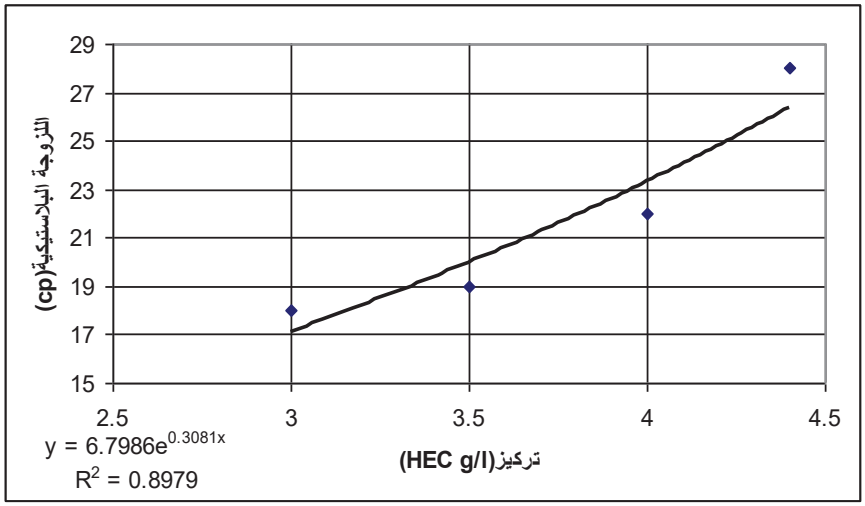
٧-٢-٦-٤: دراسة تأثير إضافة البوليمير(HEC) على الخواص الريولوجية لسائل حفر حاوي على التركيز ال(4.3gr/l) من البوليمير Xanthan :

تـم إضـافة البـوليمير(HEC) بتراكيـز مختلفـة إلـى عينـات مـن سـائل الحفـر معـالج(XanthanGum) بتركيز (4.3gr/l) والجدول (١٠) يعبر عن نتائج قياس الخواص الريولوجية لكل عينة حسب تركيز(HEC)، علماً أن الوزن النوعي لكل عينة هو $\gamma_f = 1.05 gr_t / cm^3$

تركيز HEC(gr/l)	PV (cP)	YP ($lb/100ft^2$)	$\frac{YP}{PV}$	قوة الهلام	فاقد الرشح (cm^3/30min)	CCI
3	18	32	١,٧	17/29	6	٤,١
3.5	19	41	٢,١٥	24/30	٤	٧,٣
4	22	44	٢	26/33	٢	٨,٥
4.4	٢٨	52	١,٨٥	٣٨/٤٣	١	١٠,٨

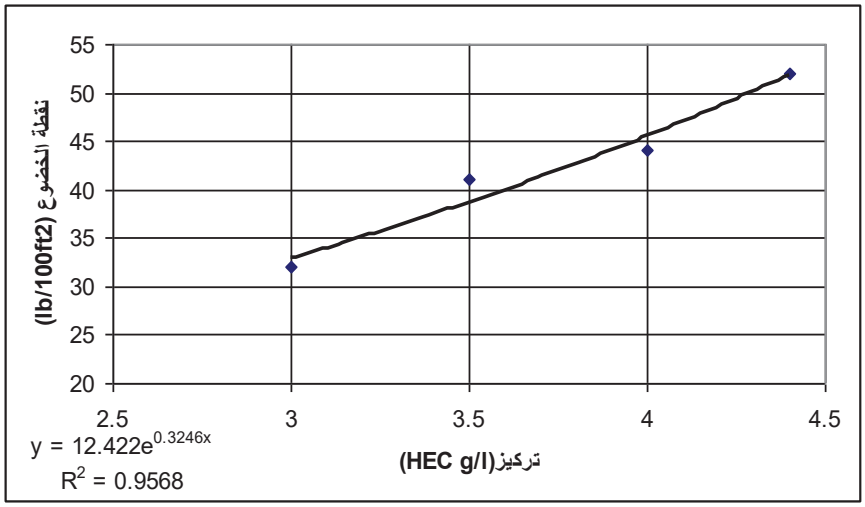
الجدول (١٠)نتائج قياس الخواص الريولوجية وفاقد الرشح عند *استخدام البوليمير (HEC)و(Gum Xanthan) بتركيز 4.5gr/l*

والمنحني(١١) يبين العلاقة بين تركيز (HEC) واللزوجة البلاستيكية



المنحني(١١) العلاقة بين تركيز (HEC) واللزوجة البلاستيكية

والمنحني(١٢) يبين العلاقة بين تركيز (HEC) ونقطة الخضوع



المنحني(١٢) العلاقة بين تركيز (HEC) ونقطة الخضوع

من نتائج التجارب المجراة نستنتج مايلي:

١- تـزداد اللزوجـة البلاسـتكية بزيـادة تركيـز البـوليمير (HEC) حتـى تصـل لقيمـة عظمى(28cp) عند تركيز (4.4gr/l).

٢- تزاد نقطة الخضوع بشكل كبير بزيادة تركيز البوليمير (HEC) حتى تصل لقيمة عظمـى مقدارها ($52Lb/100ft^2$) عنـد تركيـز (4.4gr/l)، وجميـع العينـات تحقق المتراجحة ($\frac{YP}{PV} > 1$) بالتالي صالحة للاستخدام كسائل حفر.

٣- قوة الهـلام تزداد بزيـادة تركيز البوليمير (HEC)حتـى تصـل لقيمـة عظمـى مقدارها (38/43) عند تركيز (4.4gr/l).

٤- يـزداد المعامـل(CCI) بزيـادة تركيـز البـوليمير (HEC)حتـى تصـل لقيمـة عظمـى مقدارها (10.8) عند تركيز (4.4gr/l)، وجميع العينات تحقق (CCI >1) .

٥- يقل فاقد الرشح بزيادة تركيز البوليمير (HEC) حتـى تصـل لقيمـة صـغرى مقدارها (1) عند تركيز (4.4gr/l).

نتائج البحث:

بالمقارنة بين سائل الحفر ذو الأساس المائي المستخدم حالياً في الحقول السورية والمحضر بنسبة غضار سوري(120gr/l) وسوائل الحفر المحضرة باستخدام الغضار السوري بنسبة (50gr/l) ومضافاً إليه البوليميرات مختلفة نستنتج ما يلي :

١- **البوليمير (Xanthan Gum)** : يبدي هذا البوليمير فعالية جيدة في رفع نقطة الخضوع لسائل الحفر ورفع اللزوجة وتقليل فاقد الرشح وتحسين مقدرة سائل الحفر على حمل الفتات حيث يمكن أن نستخدمه بتركيز **(4.3gr/l- 4)** حيث نحصل على المواصفات التالية:

PV = (7-8) cp , YP = (22-25) lb/100ft^2 , F = (6-9) cm^3/30min CCI = 9.3-10.4

٢- **البوليمير (PAA)** : يبدي هذا البوليمير فعالية جيدة في رفع نقطة الخضوع واللزوجة لسائل الحفر وتقليل فاقد الرشح لكن قوة الهلام قليلة وتحسين مقدرة سائل

تحسين المواصفات الجريانية لسوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري

الحفر على حمل الفتات ، حيث يمكن أن نستخدمه بتركيز **(1 −1.5gr/l)** حيث نحصل على المواصفات التالية:

PV= (11-12)cp, YP = (33-44) lb/100ft^2 , F = (3-6) cm^3/30min, CCI = 10.6 - 18.4

٣- **البوليمير (CMC_{HV})**: يبدي هذا البوليمير فعالية جيدة في رفع نقطة الخضوع واللزوجة لسائل الحفر وتقليل فاقد الرشح مع قوة الهلام جيدة وتحسين مقدرة سائل الحفر على حمل الفتات حيث يمكن أن نستخدمه بتركيز **(3 −4gr/l)** حيث نحصل على المواصفات التالية:

PV= (7-8)cp, YP = (22-26) lb/100ft^2 , F = (3-8) cm^3/30min , CCI = 6.9- 9.2

٤- **البوليمير (PAC-R)** :لايمكن استخدام هذا البوليمير في تحسين مواصفات سائل الحفر المحضر بالغضار السوري بنسبة(50gr/l).

٥- **البوليمير (HEC)**: لايمكن استخدام هذا البوليمير في تحسين مواصفات سائل الحفر المحضر بالغضار السوري بنسبة(50gr/l).

٦- **البوليميرين (Xanthan Gum) و (HEC)**: إن استخدام البوليميران مع بعضهما البعض أعطى نتائج جيدة في تحسن اللزوجة ونقطة الخضوع وتحسين مقدرة سائل الحفر على حمل الفتات وتقليل فاقد الرشح، حيث يمكن أن نستخدمهما بالنسب التالية:

- 3.5 gr/l (HEC) + 2.5 gr/l Xanthan Gum

حيث نحصل على المواصفات التالية:

PV= (17)cp, YP = 29) lb/100ft^2 , F = (8) cm^3/30min, CCI = 4.6

- 3 gr/l (HEC) + 2.5 gr/l Xanthan Gum

PV= (15)cp, YP = (25) lb/100ft^2 , F = (6) cm^3/30min, CCI = 4

المراجع المعتمدة في إعداد البحث

آ – باللغة العربية

١- د. مرهج، أحمد،٢٠٠٥_ **سوائل الحفر** .الطبعة الأولى، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة البعث،حمص، ٢٩٠ صفحة.

ب – باللغة الإنكليزية

2-Baroid fluids Hand Book .2005 , UK.370 p.
3- GABOLDE-G,2001**-Drilling Data Hand Book.**Institut Francais Du Petrole _FRANC.530p
4- **Drilling Data Hand Book**. 2004-International Association of Drilling Contractors (IADC)- Houston .USA.560p
5- Charles- C,2004- **Water-Based Drilling Fluid Helps Achieve Oil-Mud Performance** AADE Drilling Fluids Conference
6-Drilling Engineers **Workbook- A Distributed Learning Course** - 2003. **Baker Hughes INTEQ** – Houston USA.410p
7- Douglas- C, 2006- **DRILLING FLUIDS Product** Dowell Schlumberger –UK.630p.

تحسين المواصفات الجريانية لسوائل الحفر المحضرة من الغضار السوري