حساب الكمية الضائعة بالامتزاز المتوازن ستاتيكياً للبوليمير المشترك (PHPAM, Xanthan-Gum) على الصخر الرملي المنتج لحقل الراسين السوري تجريبياً

عدنان عويجان

ملخص البحث

– إن إحدى أهم المزايا التي تجعل من البوليميرات (**Polymers**) ملائمة لطرق الاستثمار المدعم للنفط "**Enhanced Oil Recovery** أو اختصاراً (**EOR**) منذ زمن بعيد خاصية زيادة لزوجة المحاليل ، حيث أن البوليميرات تؤمن فعالية كسح (**Sweeping**) عالية وتضبط حركية السوائل في الطبقة مما يعني زيادة عامل المردود (R_F) ،و إن مؤشر امتزاز البوليمير على سطوح الصخر وفي الفراغات المسامية يحدد إمكانية استخدام هذه البوليميرات في مشاريع الحقن الكيميائي ، وهي أي الامتزاز مشكلة عامة للبوليميرات تقلل من لزوجة محاليلها بالطبقات النفطية .

والهدف من هذا البحث: هو دراسة العوامل المؤثرة على الكميات الضائعة بالامتزاز السكوني (**Static Polymer Adsorption**) وأهمها (**اللزوجة،الملوحة،المحتوى الغضاري**) في – **طبقة PJS الرملية المنتجة لحقل الراسين السوري** – وحساب كمياتها من أجل تحضير تراكيز بوليمير مناسبة وتحقيق حقن بوليميري ناجح من وجهة النظر التقنية والاقتصادية.

Summary

O*ne of the most important properties which made* ***Polymers*** *interested for "****Enhanced Oil Recovery****" EOR processes as mentioned earlier was their viscosyfing property;* ***Polymers*** *are needed to provide effective sweep efficiency and mobility control which mean increasing* ***recovery factor*** *(**R_F**). Another important parameter which may affect the feasibility study plan of a* ***Polymer*** *flooding project is the* ***adsorption of Polymer*** *in porous medium; it's a common problem of all* ***polymers*** *in porous medium so Loss of* ***Polymer*** *due to* ***adsorption*** *causes lower viscosity of fluid.*

In the following research *the* ***static adsorption*** *quantities were investigated and calculated depending on important parameters (factors), which may affect the* ***adsorption of Polymers*** *during enhanced oil recovery (****viscosity****,* ***salinity****,* ***and clays****) for (****PJS formation – Syrian Rasein Field****) to determine suitable* ***polymer*** *concentrations and achieve successful flooding technically and economically.*

مقدمة :

تعتبر طريقة الحقن البوليميري (Polymer Flooding) من الطرق الهامة جداً كطريقة كيميائية من طرق (EOR) خاصة أنها تقرب حركية المياه من حركية النفط في الطبقة إلى أقرب قيمة ممكنة وهي مادة رافعة للزوجة المياه وبالتالي مقللة لحركيته وتحسن بالتالي عامل الحركية بين النفط والمياه وتزيد من فعالية الكسح (Sweeping) وبالتالي تزيد من عامل المردود (R_F) "[6,8]" والبوليميرات فعلها كفعل المحاليل الأخرى المحقونة في الطبقة تتأثر بالخواص الطبقية للموائع والصخور وتؤثر بها ولذلك كان لابد من دراسة هذه الخواص بالتفصيل ومراعاة شروط الحقن البوليميري بما يلائم القيام بدوره والتقليل ما أمكن من الضياعات التي تحدث له بفعل عملية الحقن وبفعل الخواص الطبقية.

الهدف من الدراسة معرفة أسباب الضياعات التي تحدث للبوليمير في الطبقات المنتجة وآلياتها وخاصة فيما يتعلق بامتزاز البوليمير (Polymer Adsorption) على سطوح الصخور لأنها تمثل معظم ضياعات البوليميرات"[1]" وحساب هذه الكميات الضائعة بالامتزاز وتأثير الخواص الطبقية عليها ودراسة تأثير الأملاح والغضار عليها وذلك من أجل التخطيط المبرمج لنسب وتراكيز البوليميرات المحقونة المناسبة للحقن والتي تأخذ بعين الاعتبار الشروط الطبقية كافة وخاصة عمليات الامتزاز ومعرفة آليات تلافي ما أمكن من الكميات الضائعة بالامتزاز على الصخور الخازنة وضمان نجاح عملية الحقن البوليميري بما يحقق الفائدة الاقتصادية والتقنية.

أولاً : الخصائص العامة للصخور الرملية /عرض للمواصفات الخزنية لموائع وصخور حقل الراسين الرملي المدروس والتابع لحقول الفرات / :

- تعتبر الصخور الرملية من أهم الصخور الحطامية وتتجلى دراستها لأهميتها الكبيرة كتشكيلات خازنة للنفط والغاز ،ووجد من الاحصائيات أن 60% من احتياطي النفط الخام في العالم موزعة في صخور خازنة حطامية رملية "[13,14]"

ومن جهة التركيب الفلزي فإن العنصر السائد في الصخور الرملية هو الكوارتز SiO_2 وعلى الرغم من التنوع الكبير في هذه الصخور إلا أنه يهمنا هو أن توضع حبيباتها يترك بينه فراغات تكسب هذه الصخور خاصتي المسامية والنفوذية "[12]".

بقي ان نذكر أن الغضاريات تترافق مع الصخور الرملية ضمن الملاط أو عدسات محتواة ضمن هذه الصخور وهي ذات تأثيرات مهمة على الخصائص الخزنية الرملية خاصة عند زيادة نسبتها " [14]" .

- الخصائص البتروفيزيائية والمواصفات الفيزيائية والكيميائية لصخور وموائع طبقة (PJS) لحقل الراسين (Rasein) ضمن مجموعة حقول الفرات في منطقة دير الزور السوريةوالتي ستجري عليهاالتجارب العملية فيما يتعلق بعمليات الامتزاز وهذه الخصائص موضحة في الجدول التالي(1) :

الجدول (1) يوضح المواصفات المخزونية والفيزيائية لحقل الراسين المدروس "[16]"

Date of Discovery(تاريخ الإستكشاف)	Nov.1989
Production of Start-up (بداية الإنتاج)	July.1995
Formation (التشكيلة الصخرية)	PJS
Lithology(نوع الصخر)	Sandstone
Porosity (%) (المسامية)	20 %
Water Saturation (%) (نسبة التشبع بالمياه)	10 %
Permeability (md) (النفوذية)	1200

OOWS (m)(مستوى التقاء نفط-مياه)	2030-2050
Initial Pressure (psia)(الضغط الأولي	3449
Area (KM^2)(مساحة الخزان)	5.5
Temperature (°F)(حرارة الطبقة)	183
Oil gravity (API)(كثافة النفط)	30
Bubble point (psia)ضغط الفقاعة	413
H_2S/CO_2 gas (vol %)(نسبة حجمية لغازي كبريت الهدروجن \ ثاني أوكسيد الكربون)	0/0.5
Oil formation volume factor (rb/stb) (عامل حجم النفط الطبقي)	1.097
In- Situ Oil viscosity (cp)(اللزوجة)	6.0
الاحتياطي القابل للاستثمار (MMstb)	22.8
عامل المردود الكلي الحالي (R_f %)	16.4
القبعة الغازية	لا توجد قبعة غازية

60	الاماهة/نسبة الماء المنتج/ (%)

ثانياً: المواصفات العامة للمحاليل البوليميرية وشروط تطبيق عمليات الحقن البوليميري :

من المعروف بأن البوليميرات هي مركبات ذات وزن جزيئي مرتفع وقد أصبحت هذه المركبات ضرورية للغاية في عصرنا لكلا الإنسان والتكنولوجيا الحديثة ودائماً يهدف جزء كبير من الصناعة الكيميائية والبتروكيميائية إلى اكتشاف وإنتاج عدد أكبر من المواد البوليميرية المستخدمة في عدد كبير جداً من المجالات وخاصة المجال النفطي لميزات هذه المواد البوليميرية الجيدة، فقد تم اللجوء إليها كطريقة هامة من طرق الاستثمار المدعم للنفط (EOR) "7" ، حيث أن عمليات الحقن المائي (Water Flooding) أعطت كسحاً غير كامل وفقير للنفط في الخزان ، ولذلك ولزيادة فعالية الكسح تم استخدام المحاليل البوليميرية (المنحلة في المياه) وبالتالي زيادة اللزوجة وزيادة التأثير على حجم الخزان وبالتالي فإن البوليميرات المنحلة بالمياه سادت على كل المضافات الأخرى (عند استخدامها مع المياه مثل القلوي ومقللات التوتر السطحي) لأجل زيادة الإزاحة واعتبرت طريقة منفصلة في الاستثمار المدعم للنفط بسبب النتائج الهامة التي أعطتها التجارب العملية وكلفة البوليمير الرخيصة مقارنة بالمضافات الأخرى مثل مقللات التوتر السطحي ، وهذا الفصل الجيد والمميز للبوليمير في عمليات (EOR) جاء بالتتابع بعد استخدام هذه المحاليل كما هو معروف في مجالات حفر الآبار وذلك ضمن سوائل الحفر كمخفضات لفاقد الرشح ولزيادة اللزوجة وللحفر في الطبقات العميقة باعتبار أن المواد البوليميرية التي استخدمت في هذا المجال تتمتع بثبوتية جيدة عند درجات الحرارة المرتفعة حتى $200°C^{\circ}$ وكذلك لمقاومتها الجيدة للتلوث بالأملاح من مثل($CaCL_2$,NaCL ...) إضافة لاستخدامها الجيد ولإمكانياتها المميزة في عمليات العزل للآبار ذات النسبة العالية من المياه (الآبار المماهة) والتي يشكل المخاريط المائية (W. Coning) و التي تؤثر تأثيراً كبيراً على عمليات الإنتاج .

إن الخواص الفيزيائية للبوليمبرات هامة جداً لأنها تحدد شروط ومواصفات استخدام أي بوليمير في مجال ما يعبر عنها بشكل رئيسي بـ : الوزن الجزيئي للبوليمير ،

نمط العلاقات المتبادلة بين السلاسل البوليميرية أي قوة ما بين السلاسل ، الخواص الريولوجية (معدلات القص)، تأثيرات درجات الحرارة، الضغط، التوتر السطحي، درجة الحموضة،..) "10".

وهناك عدد كبير من البوليميرات تستخدم ضمن التطبيقات النفطية ولكن هناك نوعين أساسيين تم تناولهما هنا " في مجال الاستثمار المدعم للنفط " نظراً لفعاليتهما الكبيرة "2,5" وهما:

– البولي أكريل أميد ومن أهم مركباته :

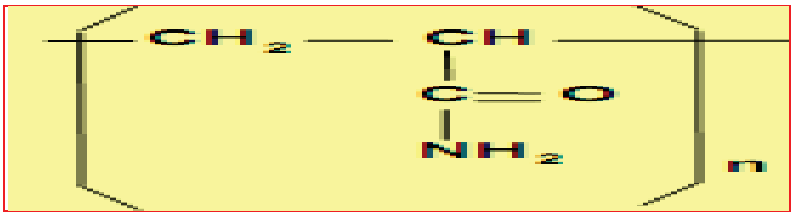
البولي أكريل أميد المحلمه جزئياً

.(Partially Hydrolized Polyacrylamide) (PHPAM)

– البولي سكاريد (البوليمير العضوي) : ومن أهم مركباته إكسانتن – غم (.Xanthan – gum)

البولي أكريل أميد: (Polyacrylamide)

للبولي أكريل أميد الصيغة الكيميائية التالية :

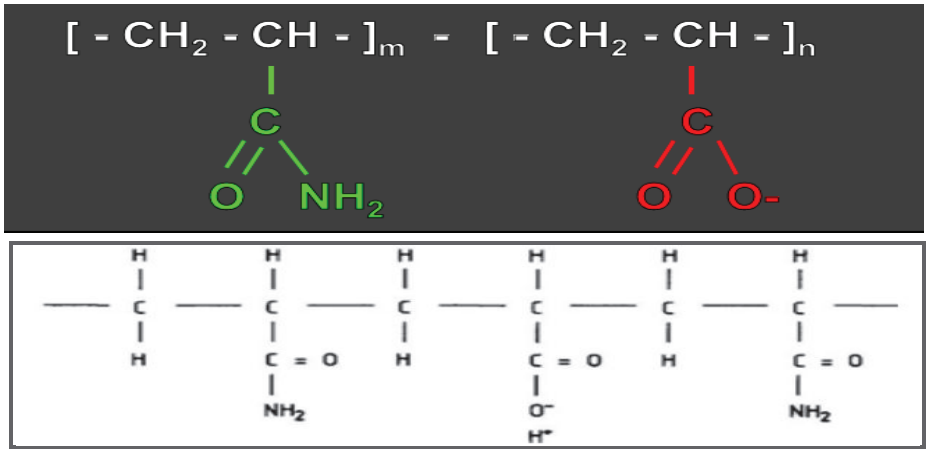


الشكل (1) يوضح الصيغة الكيميائية للبولي أكريل اميد " "8"

ونحصل عليه من بلمرة مونومير الأكريل أميد من خلال عملية الهدرجة ويملك البولي أكريل أميد وزناً جزيئياً أعلى من $3x10^6$ وذي بنية جزيئية سلسلية خطية ويمكن أن تتأثر المحاليل البوليميرية للبولي أكريل أميد بالسرع العالية عند الحقن بقيم عالية (لمعدلات القص) وتؤدي إلى تكسير وتحطم السلاسل البوليميرية وتقليل اللزوجة وعدم الفعالية وللعلم فإن البولي أكريل أميد هو أوسع استخداماً في الحقول من البولي سكاريد كوسيلة تنظيم لحركية المياه كونه يعطي عملياً مقاومة أكبر للحرارة حيث أن ثباتيته الحرارية تصل إلى (120°C) وذلك في حالة الحقن البوليميري وهو أرخص منه مادياً

وأظهرت التجارب بأن الهجوم البكتيري يمكن أن يكون سبباً لمشاكل جدية على البولي أكريل اميد "[2]"، ولذلك يستخدم الفورم ألدهيد ليمنع تقليل لزوجة المحلول البوليميري المسببة لوجود البكتيريا .

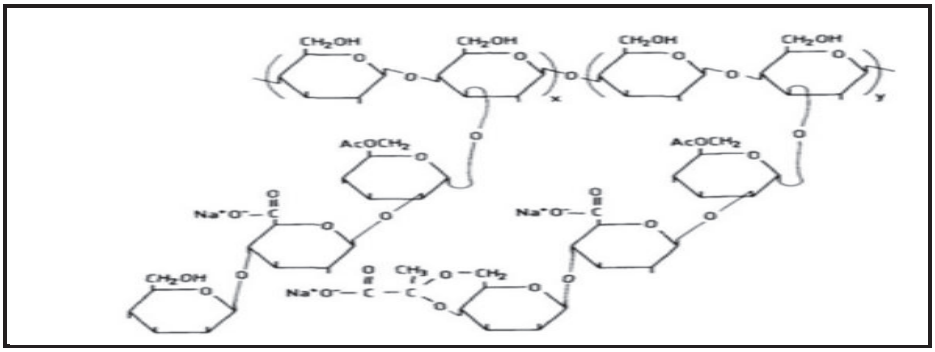
أما البولي أكريل أميد المحلمه فهو ناتج عن عملية (حل بالمياه) للبولي أكريل أميد وله الصيغة الكيميائية التالية:



الشكل (2) يوضح الصيغة الكيميائية والمفصلة للبولي أكريل اميد المحلمه "[6]"

البولي سكاريد:(Xanthan – gum)

ونحصل على هذا البوليمير من السكر من عمليات التخمر بوجود بكتيريا **(هكســـــــاتومونس كمبســـــــتريس)** ولـــــه الصـــــيغة الكيميائيـــــة التاليـــــة:



الشكل (3) يوضح الصيغة الكيميائية للبولي سكاريد (Xanthan – gum) "[6]"

وتعطي بنية البولي سكاريد (Xanthan – gum) الجزيئات صلابة جيدة وبالمقارنة مع البولي أكريل أميد فإن لزوجة محلول البولي سكاريد أكبر عند نفس الشروط من لزوجة محلول البولي أكريل أميد وأكثر مقاومة للملوحة مع العلم أن هناك تأثيرات محتملة تؤثر على البولي سكاريد أكثر من البولي أكريل أميد مثل الحرارة حيث أن ثباتيته الحرارية بحدود 90 °C ومعروف بأن البولي سكاريدات تقاوم تأثير القص الميكانيكي " أي غير قابلة للتفتت " وهذا ما يميزها عن البولي أكريل أميد ويجعلها أسهل في الاستخدام ضمن مضخات الحقن.

وبالتالي نشير إلى إيجابية استخدام البوليميرين معاً كبوليمير مشترك (CO– Polymer) أثبتت التجارب فعاليته في الاستفادة من الميزات الإيجابية لكلا البوليميرين ودرء أو التقليل إلى الحد الأقصى من التأثيرات السلبية فيما لو تم حقن كل بوليمير على حدى ولذلك كان السعي في هذا البحث موصولاً إلى النسبة المثلى من البوليميرين وهي نسبة [PHPAM,Xanthan–gum(1:2)] .وذلك بعد إجراء عدد من التجارب لاختيار النسبة الأفضل من البوليميرين معاً حيث استخدمنا نسب ومزائج مختلفة من البوليميرين معاً وقارنا نتائج اللزوجة للمحاليل البوليميرية الممتزجة سابقاً وذلك عند تراكيز درجات حرارة ونسب ملوحة وسرع قص ثابتة.

وفيما يلي جدولاً يوضح الفروقات بين البولي أكريل أميد وبولي سكاريد في عمليات (المقاومة الكيميائية والحرارية والبيولوجية والريولوجية).

الجدول (2)يبين ميزات البوليميرين المستخدمين ضمن EOR للنفط"3,4"

مميزات البوليميرات المستخدمة بالإستثمار المدعم للنفط		
الخاصية	**البوليمير بولي أكريل أميد**	**البوليمير إكسانتن- غم**
مقاومة الشوارد (الأملاح)	***محدودة جداً خصوصاً للشوارد (Ca^{2+},Mg^{2+})***	***جيدة لكلا الشوارد الأحادية والثنائية***
ثباتية معدل القص	***تخريب لمعدل القص غير خطير***	***يقاوم معدل القص***
الثباتية الحرارية العظمى	****(71-82)***	***(71-77)***
ثباتية الحلمهة (الإماهة)	***تتأثر بالأحماض والأسس خصوصاً المنتج المحلمه فإنه حساس جداً بوجود***	***تتأثر عملية البلمرة عند الحرارة العالية وبالأحماض والأسس***

	شوارد (Ca^{2+},Mg^{2+})	
الخاصية	**البوليمير بولي أكريل أميد**	**البوليمير إكسانتن- غم**
الثباتية ضد الأكسدة	***محتمل التخريب***	***محتمل التخريب بشكل خاص عند الحرارات العالية***
التخريب البكتيري	***محتمل التخريب***	***محتمل جداً التخريب***
**** بخزانات ذات ملوحة قليلة جداً يمكن أن تصل الحرارة إلى (107-121) °C***		

والجدول (3) يبين شروط تطبيق طرائق الاستثمار المدعم للنفط (EOR) وضمنها شروط تطبيق عمليات الحقن البوليميري "9" :

	خواص (ميزات) النفط			خواص (ميزات) الخزان النفطي					
طريقة EOR	كثافة API	لزوجة (Cp)	التركيب	الشيع بالنفط PV%	نوع التشكيلة	السماكة الفعالة (ft)	معدل النفوذية (md)	العمق (ft)	درجة الحرارة (°F)
طرق حقن الغازات (الذوابة)									
نتروجين وغازات خاملة	>35	<0.4	نسبة عالية من C_1-C_7	>40	رملي أو كربوناتي	قليلة بدون انحراف	غير حرجة	>6000	غير حرجة
HC	>23	<3	نسبة عالية من C_2-C_7	>30	رملي أو كربوناتي	قليلة بدون انحراف	غير حرجة	>4000	غير حرجة

CO_2	>22	<10	نسبة عالية من C_5-C_{12}	>20	رملي أو كربوناتي	مدى واسع	غير حرجة	>2500	غير حرجة
غاز غير ذواب	>12	<600	غير محدد	>35	غير حرج	غير حرج إذا النفوذية العمودية جيدة	غير حرجة	>1800	غير حرجة
طرق الحقن الكيميائي (التحسين المائي)									
مستحلب، بوليمير قلوي، ASP	>20	<35	خفيف لمتوسط	>35	تفضل الرملية	غير حرج	>10,450	>90000	>200
بوليمير	>15	<150	غير محدد	>50	تفضل الرملية	غير حرج	>10,800	<90000	>200
طرق الحقن الحراري									
إحتراق الداخلي	>10	<5,000	بعض مركب إسفلتين	>50	رملية عالية مسامية	>10	>50	<11500	>100
بخار	>8	<20000	غير محدد	>40	رملية عالية مسامية	>20	>200	<4500	غير حرجة

				ية					
تسخ ين سط حي	7-11	0 جريان بارد	غير محدد	>8 وزن رمل	رمال قطرا نية	>10	غير حرجة	>3:1 ضغط حاد/ذ سب رمل	غير حرجة

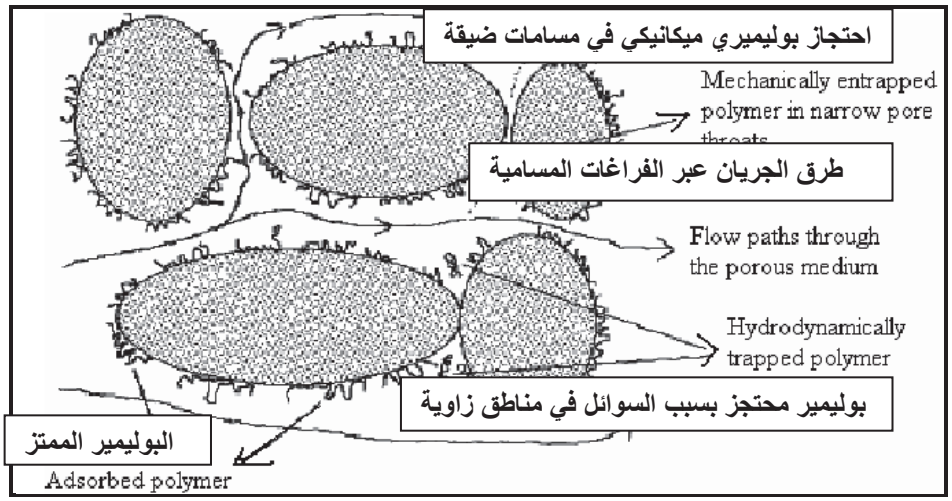
ثالثاً : ضياعات المحاليل البوليميرية في الطبقات النفطية الخازنة :

إن أكثر ضياعات المحلول البوليميري ضمن الطبقة راجعة إلى سببين رئيسين هما :

1- الامتزاز على صخور الطبقة الحاملة النفوذة.

2- الاحتجاز في المسامات العمياء الفارغة.

وإن كمية البوليميرات الضائعة بالامتزاز (السبب الأول) وهي الأهم تتعلق بطبيعة ونمط البوليمير وتركيزه وبطبيعة الصخر وعلى سبيل المثال فإن كربونات الكالسيوم "الصخر الكربوناتي " تملك جذب أكبر للبوليمير مقارنة مع السيليكا "الصخر الرملي " ، وبنتيجة الامتزاز تعاني طبقات البوليمير الممتزة كلاً من المقاومة الإضافية للجريان وخسارة في البوليمير وعندما يحدث الامتزاز فإن المحاليل البوليميرية تغادر البنيات الفراغية (الأبعاد ، المسامية، .....) بحيث تصبح ذات تركيز أقل مما كانت عليه قبل الامتزاز ويمكن أن نعتبر أن انخفاض تركيز البوليمير مقياساً للامتزاز على سطح الصخر ودائماً يرافق التركيز الأعلى للبوليمير امتزازاً أعلى على سطح الصخر .



الشكل (4) آليات الاحتجاز البوليميري على حبيبات الصخور الرملية "4"

ومن العوامل التي تؤثر على درجة امتزاز المحلول البوليميري على سطح الطبقة المنتجة :

- تزداد الكمية الضائعة بالامتزاز بإزدياد درجة ملوحة المحلول .
- الكمية الضائعة بالامتزاز تتأثر بشكل كبير بالمحتوى الغضاري ضمن صخور الطبقة المنتجة وتؤدي الغضاريات إلى زيادة ملحوظة بالكمية الضائعة بالامتزاز.
- إن الكمية الضائعة بالامتزاز في الطبقات الصخرية ذات البنية المتماسكة المتراصة أقل منها في البنيات الرملية النفوذة "1".

ويعتمد ضياع البوليميرات بالامتزاز بشكل كبير على الأمور التالية :

- ✓ مقاييس المسامات ومدى التنوع والاختلاف في هذه المقاييس وتلعب الشقوق والكهوف دوراً سيئاً حيث تزيد من الكمية الضائعة بالامتزاز للمحاليل البوليميرية .

- ✓ نفوذية الصخر تؤثر تأثيراً كبيراً حيث تزداد الكمية الضائعة بالامتزاز ازدياداً واضحاً مع زيادة نفوذية الصخر.
- ✓ الوزن الجزيئي للبوليمير فكلما كان كبيراً كلما كانت درجة أو كمية الامتزاز منخفضة .
- ✓ سرعة جريان المحلول البوليميري ضمن مسامات الطبقة حيث مع زيادة سرعة الجريان تقل الكمية الضائعة بالامتزاز " [1] ".

ونعلم أن الامتزاز إما يكون متوازن ستاتيكياً (سكونياً) أو يتم خلال الجريان من الوسط المسامي (حركياً) وكان العالم Mungan ""[9]" قد درس تجارب الامتزاز عبر الوسط المسامي (الحركي) وتم مقارنة القيم التي تم الحصول عليها مع قيم تجارب الامتزاز الستاتيكي فوجد أن كمية البوليمير المحتجز في اختبار التدفق كان أقل وبكمية معتبرة في الاختبار الستاتيكي السكوني .

رابعاً : القسم العملي :

ويتضمن كل من :

1- تحضير العينات المخبرية (للمعايرة).

2- دراسة العلاقة بين تراكيز المحلول البوليميري والامتصاصية (نفاذية الضوء).

3- تحديد الكميات الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري على عينات الصخر المنتج (باستخدام المياه المعالجة – ثم بوجود التداخل الغضاري – ثم باستخدام الاملاح وذلك على الترتيب) وتتضمن هذه التجارب:

أولاً: حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري PHPAM, Xanthan-Gum)) على عينة الرمل المشبع بالنفط الطبقي لحقل الراسين .

ثانياً: حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري (PHPAM,Xanthan-Gum) على عينة الرمل غيرالمشبع بالنفط الطبقي .

ثالثاً: حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري (PHPAM,Xanthan–Gum) على عينة التداخل الغضاري (موجود نسبة من الغضار تبلغ 5% في الرمل المطحون كطور صلب) الموجودة ضمن المجال المنتج .

رابعاً: دراسة تأثير الأملاح بوجود الطور الصلب (الرمل المطحون) على الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري .

1-تحضير العينات المخبرية :(للمعايرة)

جرى تحضير العينات المخبرية اللازمة لاجراء تجارب الامتزاز على النحو التالي :

- العينات الصخرية التي اعتمدت من أجل تجارب الامتزاز هي :

1. عينة رملية من حقل الراسين مشبعة بالنفط من البئر رقم Ras 1011 / والمجال المنتج m 2050– 2030) والتشكيلة المنتجة (PJS)

2 .عينة رملية غير مشبعة بالنفط من المجال ذاته.

- كانت أوزان العينات المأخذة 1gr
- تم اعتماد على نوع البوليمير الذواب الأكثر مناسبة وهو (1:2) PHPAM,Xanthan–Gum (نسبة الأول ضعف نسبة الثاني).
- تم استخدام المياه المقطرة أثناء تحضير المحلول البوليميري ودرسنا تأثير NaCl بتركيز 10 gr/l
- كان حجم المحلول البوليميري المضاف للعينة 10 ml
- التراكيز المستخدمة من المحاليل البوليميرية

1000,1500,2000,2500,3000,3500,4000,4500,5000 ppm

- درجة حرارة المحاليل والتجارب بدرجة حرارة (حقل الراسين) T=83°C
- تم استخدام حمض الخل الثلجي Acetic Acid كمادة معايرة للمحلول البوليميري ضمن جهاز السبكتروفوتومتر "*Spectrophotometer*" لتحديدالامتصاصية(نفاذية الضوء) وذلك بنسب معايرة هي % 15,20,25,30

- زمن الخلط بواقع 30 Min و سرعة الخلط وسطى وفترة انتظار للمحلول البوليميري على العينات الصخرية /24 Hours/ .
- الأجهزة المستخدمة في العمل المخبري :

– جهاز الطيف السبكتروفوتومتر "Spectrophotometer" .

– المثفلة لفصل السائل عن الصلب"عينة صخرية ".

– الميزان Scaltic دقة 10^{-4}

– الخلاط الكهربائي .

– الهاون من أجل طحن العينة الصخرية .

- **كيفية قياس مقدار امتزاز البوليمير على صخور التشكيلة المدروسة :**

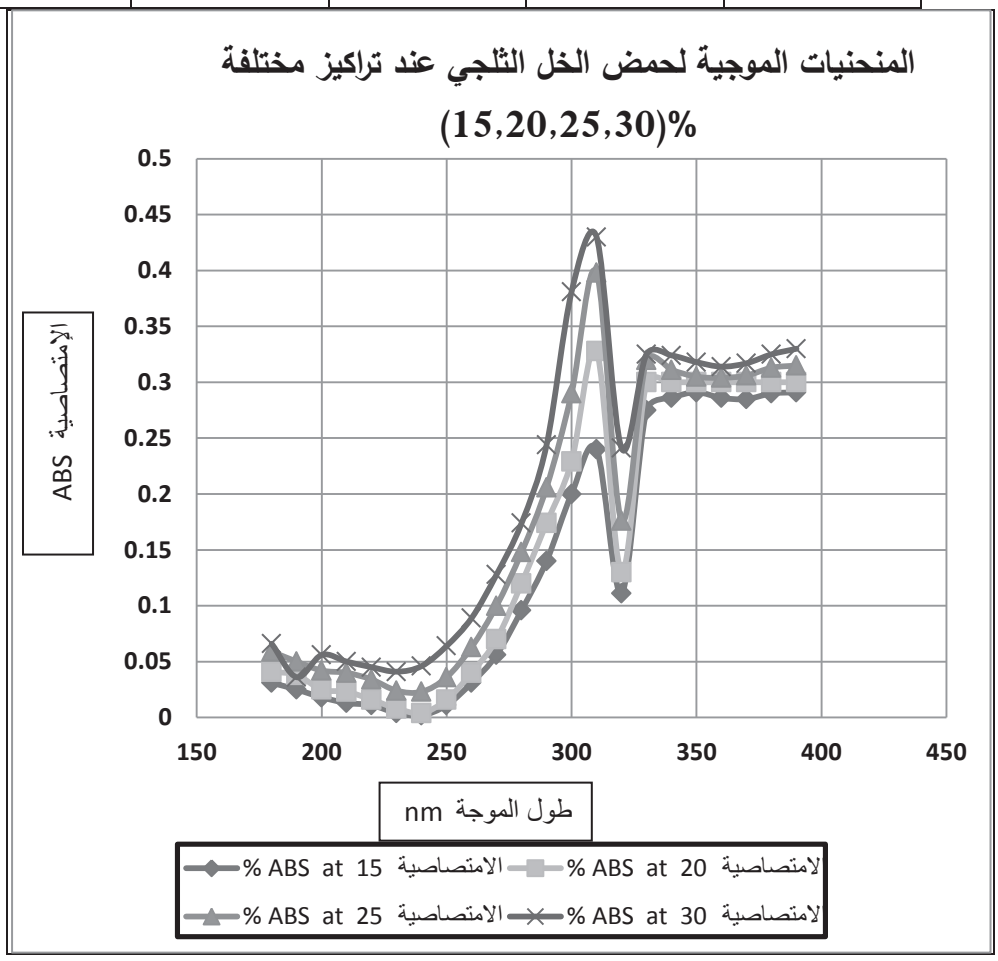
- لكل عينة من العينات الرملية لحقل الراسين المشبعة وغير المشبعة أخذنا الوزن 1gr بعدد 9 مرات وذلك ضمن الأوعية الزجاجية المناسبة للعينة المشبعة و 9 مرات وذلك ضمن الأوعية الزجاجية المناسبة للعينة غيرالمشبعة وذلك تبعاً للتراكيز المدروسة ثم أضفنا للعينات السابقة المطحونة جيداً التراكيز المقترحة للدراسة من المحلول البوليميري المنتقى وبعد فترةالانتظار المحددة وهي 24 h وذلك للسماح لانتشار المحلول البوليميري ضمن العينة الصخرية قمنا بعدها بسحب المحلول البوليميري من الأوعية وذلك عن طريق جهاز المثفلة (عملية التثفيل أو الفصل) فنكون بذلك قد حصلنا على محلول بوليميري بتركيز مختلف عن التركيز البدائي الموجود والمضاف للعينة الصخرية و لمعرفة التركيز الجديد للمحلول البوليميري بعد الامتزاز تم استخدام جهاز الطيف " السبكتروفوتومتر" والذي يعتمد على معرفة التركيز بالعلاقة مع الامتصاصية عند طول موجة معين للضوءالنافذ(هذا حسب آلية عمل الجهاز) وباستخدام مادة معايرة يستجيب لها الجهاز وهي حمض الخل الثلجي ولتعيين طول الموجة الأفضل للضوء النافذ عبر العينة هناك تقنية قياسية "Standard" تعتمد على تحضير عدة تراكيز لحمض الخل الثلجي وهي : 15,20,25,30 % ورسم العلاقة

عند كل تركيز ما بين طول الموجة وقيمة الامتصاصية وذلك بداية من طول موجة الضوء λ=180 nm وحتى طول موجة يبلغ مقدار λ= 390 nm " [15] " .وكانت القيم كالتالي ورسمت بعدها المنحنيات الموجية لحمض الخل الثلجي .

الجدول (4) يوضح الامتصاصيات عند كل طول موجة والمأخوذة عند تراكيز مختلفة من حمض الخل الثلجي

طول الموجة nm	***الامتصاصية ABS at 15 %***	***الامتصاصية ABS at 20 %***	***الامتصاصية ABS at 25 %***	***الامتصاصية ABS at 30 %***
180	*0.031*	*0.041*	*0.059*	*0.066*
190	*0.025*	*0.038*	*0.05*	*0.036*
200	*0.018*	*0.025*	*0.042*	*0.056*
210	*0.013*	*0.023*	*0.04*	*0.05*
220	*0.011*	*0.016*	*0.034*	*0.045*
230	*0.004*	*0.008*	*0.024*	*0.041*
240	*0.002*	*0.004*	*0.023*	*0.046*
250	*0.011*	*0.016*	*0.036*	*0.064*
260	*0.031*	*0.04*	*0.063*	*0.089*
270	*0.056*	*0.07*	*0.1*	*0.128*
280	*0.096*	*0.12*	*0.148*	*0.174*
290	*0.14*	*0.174*	*0.206*	*0.244*
300	*0.2*	*0.229*	*0.29*	*0.381*
310	*0.24*	*0.328*	*0.398*	*0.43*
320	*0.111*	*0.13*	*0.176*	*0.241*
330	*0.275*	*0.3*	*0.32*	*0.325*
340	*0.286*	*0.3*	*0.311*	*0.324*
350	*0.291*	*0.3*	*0.305*	*0.318*
360	*0.286*	*0.3*	*0.304*	*0.314*
370	*0.285*	*0.3*	*0.306*	*0.317*

380	*0.29*	*0.3*	*0.313*	*0.325*
390	*0.291*	*0.3*	*0.315*	*0.33*



الشكل (5) يوضح منحنيات المعايرة الموجية لحمض الخل الثلجي عند تراكيز مختلفة (15,20,25,30)%

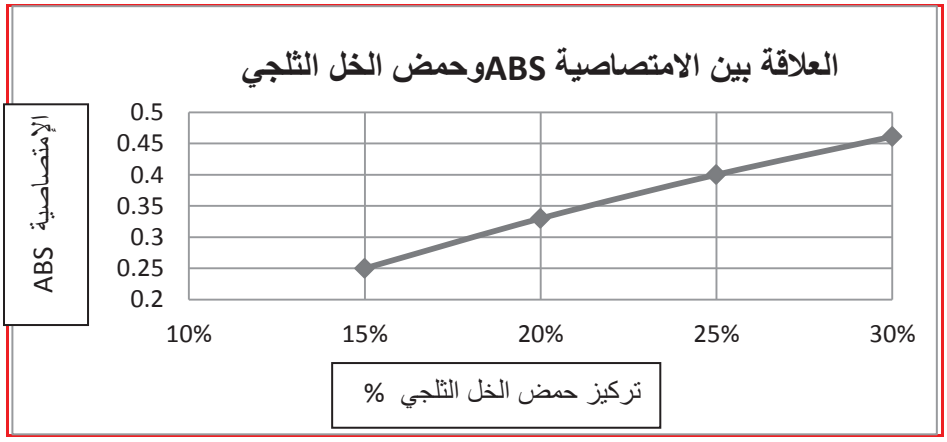
❖ نلاحظ كما في الشكل أنه عند طول موجة λ= 310 nm كانت الامتصاصية لكل التراكيز أكبر ما يمكن ولمعرفة طول الموجة بشكل أدق تم تحريك مؤشر الموجات بخطوة انتقال 1nm بدلاً من 10 nm وبالتالي كانت أوضح قيمة

للامتصاصية عند طول الموجة λ= 308 nm لكل االتراكيز تقريباً بحيث أعطيت بالجدول التالي:

الجدول (5) يوضح العلاقة بين الامتصاصية عند λ = 308 nm وتراكيز حمض الخل الثلجي

الامتصاصية عند طول الموجة 308 λ=nm	تركيز حمض الخل الثلجي %
0.250	15
0.330	20
0.400	25
0.461	30

ورسمنا العلاقة بين الامتصاصية وتراكيز حمض الخل الثلجي وحصلنا على الشكل



الشكل (6) يوضح العلاقة بين الامتصاصية المأخوذة عند طول الموجة λ= 308nm بالسبكتروفوتومتر وتراكيز حمض الخل الثلجي

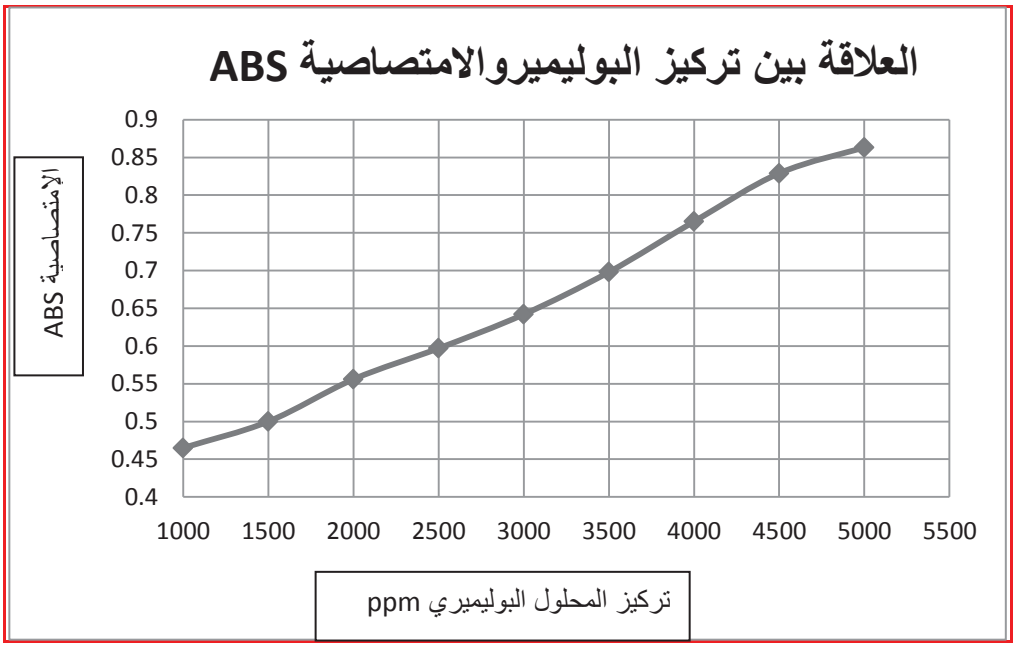
– نلاحظ العلاقة الخطية والتناسب الطردي أي كلما زاد تركيز حمض الخل الثلجي كلما زادت الامتصاصية وبالتالي قلت نفوذية الضوء من المادة ذات التركيز الأعلى وبالتالي زادت كثافة الضوء الممتص من المادة ،وللمعايرة أخذنا التركيز % 20 من حمض الخل الثلجي كونه يحقق ما تحققه التراكيز الأخرى من قيم عليا للامتصاصية عند طول موجة λ= 308 nm وهو أرخص ثمناً وأكثر ثباتاً من باقي التراكيز .

2– دراسة العلاقة بين تراكيز المحلول البوليميري والامتصاصية: – حضرنا محاليل بوليميرية من البوليمير المعني وبتراكيز محددة مسبقاً وأضفنا لكل تركيز للبوليمير نسبة 20% حجماً من حمض الخل الثلجي ذي التركيز% 20 وتمت الدراسة عند طول موجة ثابت λ= 308 nm وكانت النتائج:

الجدول (6) يوضح العلاقة بين تراكيز المحلول البوليميري والامتصاصية

ppm (تركيز البوليمير)	الامتصاصية ABS
1000	0.465
1500	0.5
2000	0.556
2500	0.597
3000	0.642
3500	0.698
4000	0.765
4500	0.829
5000	0.863

وقد تم رسم العلاقة بين تراكيز المحلول البوليميري وقيمة الامتصاصية (وذلك قبل عملية التثفيل أي بدون رمل) والمبينة بالشكل التالي :



الشكل (7) يوضح العلاقة بين تراكيز المحلول البوليميري وقيمة الامتصاصية

- **بواسطة الشكل (7) نستطيع تحديد تركيز المحلول البوليميري عند معرفة قيمة الامتصاصية لهذا المحلول.**

3- تحديد الكميات الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري على عينات الصخر المنتج (بإستخدام المياه المعالجة – ثم بوجود الغضار ثم بوجود الأملاح وذلك على الترتيب:

إن العلاقة التالية تستطيع أن تحدد كمية البوليمير الضائعة بالامتزاز وعلى النحو التالي :

$$Q_{pol} = \frac{V}{m}(C_i - C_e)$$

حيث V– حجم المحلول البوليميري المضاف للعينة الصخرية وهو هنا 10 ml

m – كتلة العينة الصخرية وهي تمثل 1 gr

Ci – التركيز البدائي للمحلول البوليميري المضاف للعينة الصخرية (gr_{pol}/l)

Ce – التركيز النهائي للمحلول البوليميري بعد عملية الامتزاز (gr_{pol}/l)

Q_{pol} – الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني gr_{pol}/gr_{rock}

<u>الحسابات العملية</u> :

أولاً: حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري (PHPAM,Xanthan–Gum) على عينة الرمل المشبع بالنفط

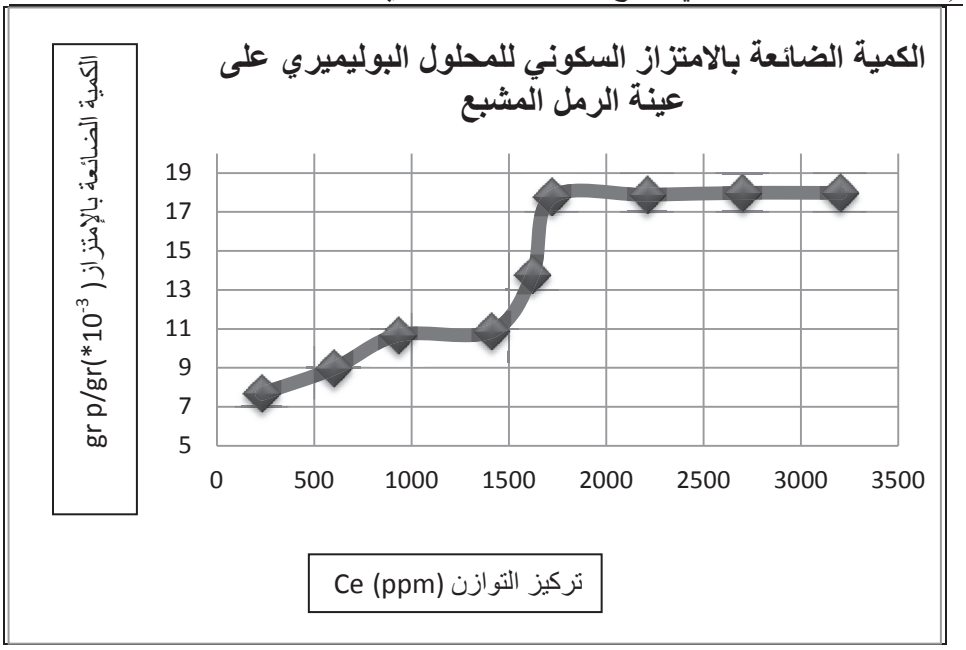
<u>حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني على عينة الرمل المشبع بالنفط:</u>

بعد تحضير عينات المحلول البوليميري وذلك بتراكيز مختلفة تراوحت بين (1000÷5000)ppm وبحجوم متساوية 10mL أضيف لكل عينة مقدار 1gr من الرمل المطحون من حقل الراسين البئر (1) تشكيلة (PJS) كما تم إضافة حجم (20%) من حمض الخل الثلجي أي (2mL) ذي التركيز (20%) لكل عينة وبعد 24 hours تم فصل الطور الصلب عن المحلول البوليميري لكل عينة بواسطة جهاز المثفلة، ثم قيست الامتصاصية لكل عينة باستخدام جهاز الطيف (Spectrophotometer) وذلك لكل محلول عند طول موجة λ =308nm وبالاعتماد على الشكل (7) الذي يوضح العلاقة بين تركيز المحلول البوليميري وقيمة الامتصاصية تم الحصول على قيم Ce / تركيز التوازن النهائي للبوليمير بعد عملية

الامتزاز / لجميع العينات واعتماداً على العلاقة $Q = \frac{V}{m}(Ci - Ce)$ تم حساب الكميات الضائعة بالامتزاز من المحلول البوليميري على عينة الرمل المشبع هذه ذات الوزن 1gr حيث Ci,V,m معلومة قبل الامتزاز وحددنا Ce بعد عملية الامتزاز وبمعرفة قيمة الامتصاصية ABS المقاسة ونتائج الدراسة موضحة بالجدول (7) والشكل (8).

الجدول (7) يبين حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني(للمحلول البوليميري) على عينة الرمل المشبع

تركيزالبوليمير الأولي (Ci) ppm	الامتصاصية ABS	الامتصاصية بعد عملية التثفيل ABS	تركيز المحلول البوليميري النهائي ppm (Ce)	الكمية الضائعة بالامتزاز X10^-3 (gr_{pol}/gr_{rock})
1000	0.465	0.372	232	7.68
1500	0.5	0.409	602	8.98
2000	0.556	0.442	932	10.68
2500	0.597	0.44	1412	10.88
3000	0.642	0.511	1622	13.78
3500	0.698	0.521	1722	17.78
4000	0.765	0.57	2212	17.88
4500	0.829	0.619	2702	17.98
5000	0.863	0.669	3202	17.98



الشكل (8) *يبين الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني(للمحلول البوليميري) على عينة الرمل المشبع بالعلاقة مع تركيز التوازن*

– نلاحظ من الشكل بأنه تزداد الكمية الضائعة بالامتزاز الستاتيكي (السكوني) للمحلول البوليميري المدروس على عينة الرمل المشبع بالنفط بزيادة تركيز التوازن وذلك حتى قيمة معينة وهي هنا لتركيز أولي يبلغ 3500 ppm وبعدها تثبت تقريباً الكمية الضائعة بالامتزاز الستاتيكي (السكوني) وذلك عند قيمة وسطية 17.8 gr_{pol}/gr_{rock} وذلك بسبب الترسيب الحاصل للمحلول البوليميري على سطح الصخر من جهة وتغطية كامل سطح الصخر من جهة أخرى.

– إن أقل كمية ضائعة بالامتزاز للمحلول البوليميري وبالنسبة لجميع العينات هي الكمية الضائعة عند التركيز الأدنى المستخدم للمحلول البوليميري وهو 1000ppm وهذا يعني بزيادة التركيز تزداد الكمية الضائع بالإمتزاز .

ثانياً: حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري (PHPAM,Xanthan-Gum) على عينة الرمل غيرالمشبع بالنفط:

حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني على عينة الرمل غيرالمشبع بالنفط :

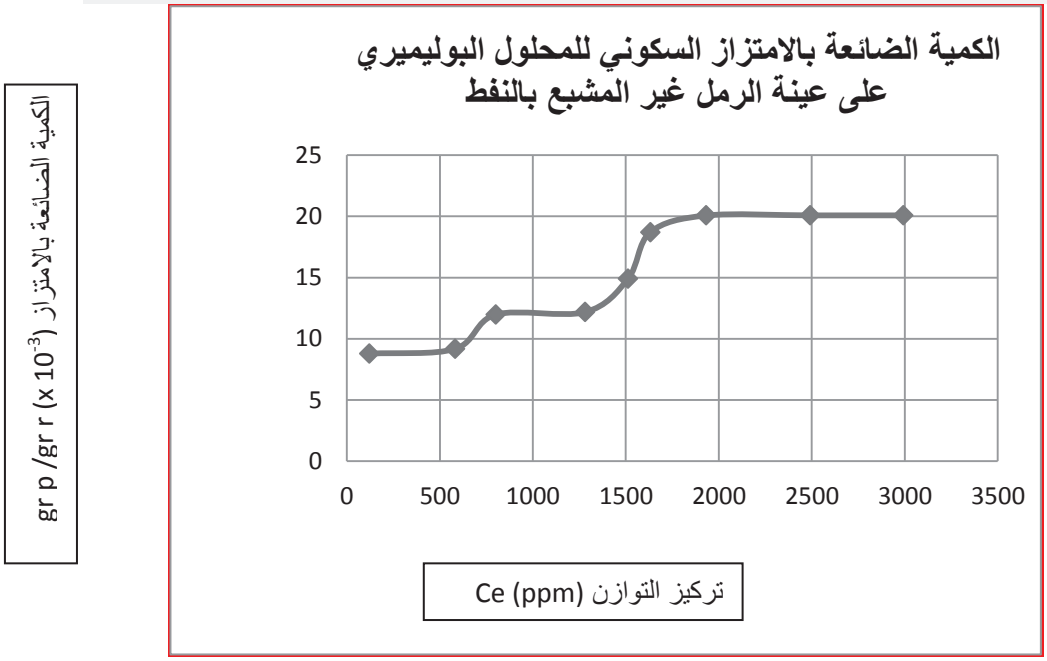
تم أخذ عينة رملية مشبعة واخضاعها إلى عملية التقطير /الغسيل بجهاز الساكس-ليت / (أي سحب السوائل منها) من نفس المجال النفطي المنتج وتطبيق الخطوات التي طبقت على العينة الرملية المشبعة من أجل حساب الكميات الضائعة من المحلول البوليميري المشترك على هذه العينة بالامتزاز السكوني عند التراكيز المعتمدة والوزن المقترح والنتائج موضحة بالجدول والشكل البياني التاليين

الجدول (8) يبين حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري على عينة الرمل غيرالمشبع

الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني (grpol/grrock) x10^-3	*التركيز النهائي Ce ppm*	*الامتصاصية بعد التثفيل*	*الامتصاصية ABS*	*تركيز البوليمير (Ci) ppm*
8.78	*122*	*0.361*	*0.465*	*1000*
9.18	*582*	*0.407*	*0.5*	*1500*
11.98	*802*	*0.429*	*0.556*	*2000*
12.18	*1282*	*0.477*	*0.597*	*2500*
14.9	*1512*	*0.5*	*0.642*	*3000*

حساب الكمية الضائعة بالامتزاز المتوازن ستاتيكياً للبوليمير المشترك (PHPAM, Xanthan-Gum) على الصخر الرملي المنتج لحقل الراسين السوري تجريبياً

3500	*0.698*	*0.512*	*1632*	*18.7*
4000	*0.765*	*0.542*	*1932*	*20.07*
4500	*0.829*	*0.598*	*2492*	*20.08*
5000	*0.863*	*0.648*	*2992*	*20.08*



الشكل (9) *يبين الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للبوليميرالمدروس على عينة الرمل غيرالمشبع بالعلاقة مع تركيز التوازن*

– من الشكل السابق (9) نلاحظ زيادة في الكمية الضائعة بالامتزاز للمحلول البوليميري على عينة الرمل غير المشبع وبشكل يشابه شكل المنحني على عينة الرمل المشبع مع اختلاف القيم حيث تزداد الكميات الضائعة بالامتزاز على عينة الرمل غير المشبع بقيم أكثر

منها بالنسبة لعينة الرمل المشبع عند نفس الوزن ، فمثلاً عند تركيز 3000 ppm وسطي كانت الكمية الضائعة بالامتزاز على :

عينة الرمل غير المشبع بالنفط $(14.9x10^{-3})$ gr_{pol}/gr_{rock}

بينما كانت على عينة الرمل المشبع بالنفط $(13.78\ x10^{-3})$ gr_{pol}/gr_{rock}

وهذا يعود إلى تشبث وتمركز جزء من المحلول البوليميري بجزء من الفراغات التي كانت مملوءة بالنفط وتأثير تبلل الحبيبات بالنفط.

ثالثاً: حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري المدروس على عينة التداخل الغضاري (لتمثيل الغضار) الموجودة ضمن المجال المنتج :

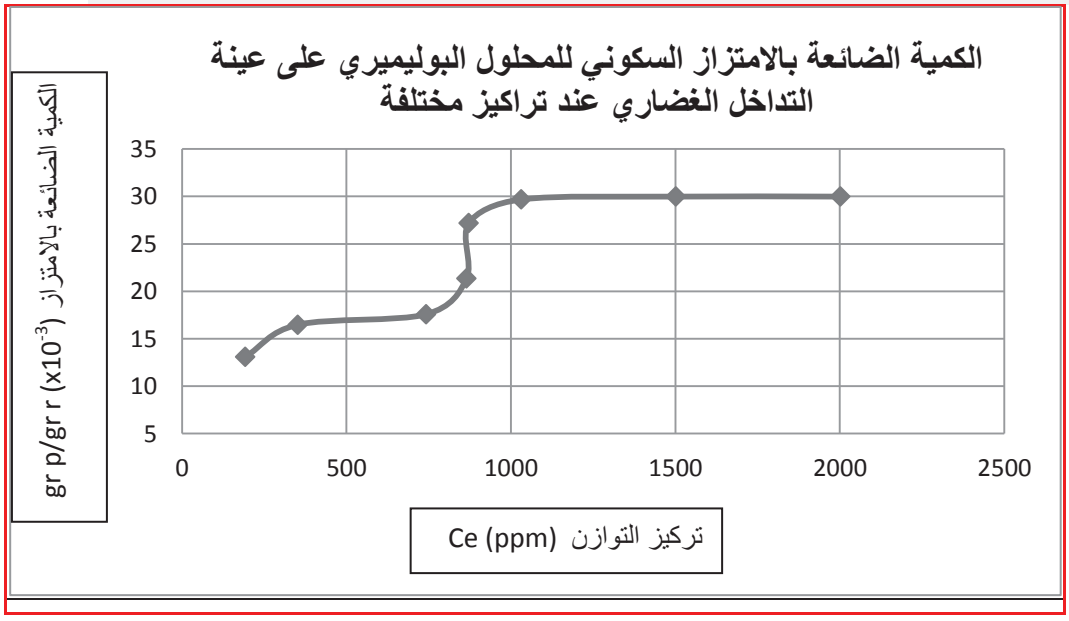
من المعلوم أن المحتوى الغضاري ضمن صخور الطبقة المنتجة يؤثر تأثيراً كبيراً على مواصفات الطبقة ومن المهم أن نعرف مدى تأثير الوجود الغضاري على الكميات الضائعة بالامتزاز لذلك أخذنا عينة فيها غضاروتمت الدراسة عليه وفق ما تمت على العينات السابقة ونتائج تحديد الكميات الضائعة بالامتزاز موضحة بالجدول والشكل البياني التالي:

الجدول (9) يبين حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري على عينةالتداخل الغضاري

الكمية الضائعة بالامتزاز للبوليمير grpol/grrock(x10^-3)	*تركيز البوليمير النهائي(Ce) ppm*	*الامتصاصية بعد التثفيل ABS*	*الامتصاصية ABS*	*تركيز البوليمير(Ci) ppm*
*****	*****	*0.346*	*0.465*	*1000*

حساب الكمية الضائعة بالامتزاز المتوازن ستاتيكياً للبوليمير المشترك (PHPAM, Xanthan-Gum) على الصخر الرملي المنتج لحقل الراسين السوري تجريبياً

1500	*0.5*	*0.368*	*192*	*13.08*
2000	*0.556*	*0.384*	*352*	*16.48*
2500	*0.597*	*0.423*	*742*	*17.58*
3000	*0.642*	*0.435*	*865*	*21.35*
3500	*0.698*	*0.427*	*872*	*27.18*
4000	*0.765*	*0.452*	*1032*	*29.68*
4500	*0.829*	*0.499*	*1502*	*29.98*
5000	*0.863*	*0.549*	*2002*	*29.98*



الشكل (10) يبين *الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري المدروس على عينةالتداخل الغضاري عند تراكيز مختلفة*

– من الشكل السابق رقم (10) نستنتج وبالعلاقة مع الاشكال السابقة (8,9) أن الكمية الضائعة بالامتزاز الستاتيكي على عينة الغضار أكبر من عينة الرمل المشبع وغير المشبع وذلك عند نفس تركيز البوليمير .

فمثلاً عند تركيز 3000 ppm كانت الكمية الضائعة بالامتزاز على:

عينة الرمل المشبع بالنفط (13.78×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

بينما كانت على عينة الرمل غير المشبع بالنفط (14.9×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

وعلى عينة التداخل الغضاري (21.35×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

وهذا يعود للتشكيل السحني والستراتغرافي والتركيب الكيميائي للغضار حيث يحتوي على فراغات ذات سماكات رقيقة جداً من رتبة الانغستروم ما بين طبيقات الفلزات الغضارية وبالتالي هناك سطح نوعي كبير جداً للغضار أكبر بكثير من الحبيبات الرملية وذلك حسب المراجع النظرية.

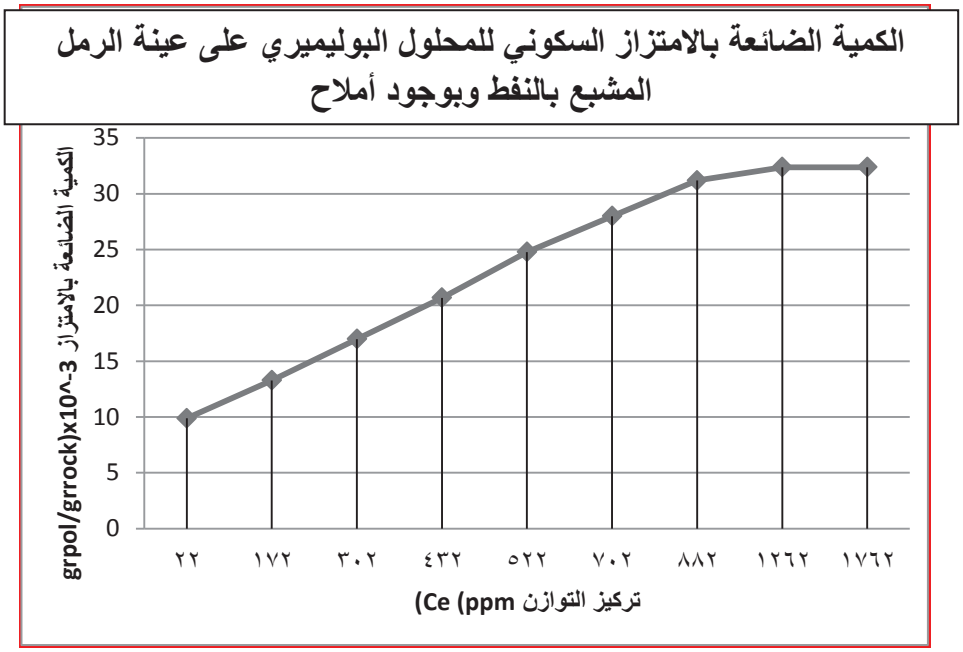
رابعاً: دراسة تأثير الأملاح بوجود الطور الصلب (الرمل المطحون) على الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري(PHPAM,Xanthan–Gum) :

لمعرفة تأثير الأملاح على الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري المذكور اعتمدنا في هذه الدراسة على محلول بوليميري بالتراكيز المعتمدة سابقاً ، ملح NaCl بتركيز 10 gr/l ، عينة صخرية رملية مشبعة بالنفط من المجال نفسه التي أخذت منه العينات السابقة وتم الخلط جيداً على الخلاط الكهربائي لامتزاجية المحلول البوليميري مع الملح ، وبعد ترك المحاليل البوليميرية فترة كافية للانتشار تمت اضافتها إلى العينة الرملية وتم انتظار فترة زمنية 2 days ثم فصل المحاليل عن الطور الصلب بعملية التثفيل حيث سرعة التثفيل على المثفلة كانت3000 RPM ولمدة 15 min"ومن ثم تم إضافة الكمية المحددة من حمض الخل الثلجي كما هو مذكور سابقاً بالنسبة والتركيز المحددين كمادة معايرة ثم الحصول على تركيز المحلول البوليميري بعد عملية الامتزاز وبالتالي حساب الكميات الضائعة بالامتزاز بوجود الأملاح بالاعتماد

على العلاقة الموصوفة سابقاً والنتائج موضحة بالجدول(10) والشكل البياني التالي (11):

الجدول (10) يبين حساب الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري على عينة الرمل المشبع النفط وبوجود الأملاح (NaCl 10 gr/l)

الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري (grpol/grrock) x10^-3)	تركيز المحلول البوليميري النهائي ppm (Ce)	الامتصاصية بعد عملية التثفيل ABS	الامتصاصية ABS	تركيز البوليمير Ci ppm
9.88	22	0.35	0.465	1000
13.28	172	0.366	0.5	1500
16.98	302	0.379	0.556	2000
20.68	432	0.392	0.597	2500
24.78	522	0.401	0.642	3000
27.98	702	0.419	0.698	3500
31.18	882	0.437	0.765	4000
32.38	1262	0.475	0.829	4500
32.38	1762	0.525	0.863	5000



الشكل (11) يبين الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري على عينة الرمل المشبع بالنفط بالعلاقة مع تركيز التوازن وبوجود الأملاح (NaCl 10 gr/l)

نلاحظ من الشكل السابق رقم (11)الدور السيئ للأملاح على الكمية الضائعة بالامتزاز للمحلول البوليميري فمثلاً: عند تركيز 3000 ppm ومن الجداول (7,10) لدينا : كانت الكمية الضائعة بالامتزاز على:

عينة الرمل المشبع بالنفط (13.78×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

وللرمل المشبع وبوجود *(NaCl 10 gr/l)* (24.78×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

ولذلك كان لابد من مراعاة وجود الاملاح في الطبقة المنتجة سواء من الصخر أو من المياة الطبقية المرافقة وتلافيها قدر الامكان لأن تأثيرها سيء جداً وبالتالي الحل كان في أغلب الاحيان بحقن دفعة من المياه المعالجة أو العذبة لتقليل التصادم للمحاليل

الكيميائية من مثل البوليميرات مع مياه الطبقة المنتجة التي يمكن في حالات كثيرة أن تؤدي إلى فقدان فعالية ومردودية هذه المواد .

النتائج والمقترحات

- **النتائج :**

1- تزداد الكمية الضائعة بالامتزاز الستاتيكي (السكوني) للمحلول البوليميري المدروس (PHPAM, Xan-gum) على الصخور الرملية والغضارية لحقل الراسين (نموذج الدراسة) بزيادة تركيز المحلول البوليميري وذلك حتى قيمة معينة تتعلق بنوع الصخر ووزنه بعدها تثبت تقريباً الكمية الضائعة بالامتزاز الستاتيكي (السكوني) وذلك بسبب الترسيب الحاصل للمحلول البوليميري على سطح الصخر من جهة وتغطية كامل سطح الصخر من جهة أخرى.

2- إن أقل كمية ضائعة بالامتزاز للمحلول البوليميري وبالنسبة لجميع العينات هي الكمية الضائعة عند التركيز الأدنى المستخدم وهو 1000 ppm.

3- تؤدي عمليات الامتزاز البوليميري السكوني على سطح الصخر إلى ضياع جزء من فعالية المحلول البوليميري وهو يمثل أكبر نسبة ضياع إذا ما قُورنت بعمليات الاحتجاز ضمن الفراغات المسامية والامتزاز الحركي.

4- الكمية الضائعة بالامتزاز السكوني للمحلول البوليميري المدروس على عينة الرمل غير المشبع بالنفط أكبر منها بالمقارنة مع عينة الرمل المشبع بالنفط لصخر الراسين عند نفس تركيز البوليمير فمثلاً: عند تركيز 3000 ppm ومن الجداول السابقة (7,8)

كانت الكمية الضائعة بالامتزاز على عينة الرمل غير المشبع بالنفط $(14.9x10^{-3})$ gr_{pol}/gr_{rock}

بينما كانت على عينة الرمل المشبع بالنفط $(13.78\ x10^{-3})$ gr_{pol}/gr_{rock}

وهذا يعود بالتأكيد إلى تشبث وتمركز جزء من المحلول البوليميري بجزء من الفراغات التي كانت مملوءة بالنفط.

5- الكمية الضائعة بالامتزاز الستاتيكي على عينة الغضار أكبر من عينة الرمل المشبع وغير المشبع وذلك عند نفس تركيز البوليمير فمثلاً: عند تركيز 3000 ppm ومن الجداول (7, 8, 9):

كانت الكمية الضائعة بالامتزاز على:

عينة الرمل المشبع بالنفط (13.78×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

بينما كانت على عينة الرمل غير المشبع بالنفط (14.9×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

وعلى عينة التداخل الغضاري بالنفط (21.35×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

وهذا يعود للتشكيل السحني والستراتغرافي والتركيب الكيميائي للغضار حيث يحتوي على فراغات ذات سماكات رقيقة جداً من رتبة الانغستروم ما بين طبيقات الفلزات الغضارية وبالتالي هناك سطح نوعي كبير جداً للغضار أكبر بكثير من الحبيبات الرملية وهذا حسب المراجع النظرية.

6- بروز الدور السيئ للأملاح على الكمية الضائعة بالامتزاز للمحلول البوليميري فمثلاً: عند تركيز 3000 ppm ومن الجداول (7,10):

كانت الكمية الضائعة بالامتزاز على:

عينة الرمل المشبع بالنقط (13.78×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

ولعينة الرمل غير المشبع بالنفطوبوجود الاملاح (24.78×10^{-3}) gr_{pol}/gr_{rock}

أي أن الاملاح قد رفعت نسبة الكمية الضائعة بالامتزاز إلى **55.6 %** وهي نسبة كبيرة يجب أن نوليها اهتماماً كبيراً وهذا ما يبرر تحضير المحلول البوليميري على

السطح بالماء العذب، وإرسال دفعة من الماء العذب قبل حقن المحلول البوليميري في الطبقة وذلك لأن الأملاح تعمل على تقليل لزوجة المحلول البوليميري وبالتالي فقدان جزء من فعاليته مما يؤثر على عمليات الاستثمار.

- **المقترحات:**

بغية تحسين الإنتاج النفطي وزيادة عامل المردود النفطي باستخدام طريقة الحقن البوليميري كطريقة هامة من الطرق الكيميائية في عمليات الاستثمار المدعم للنفط EOR فإننا نقترح ما يلي :

1- نقترح دراسة تأثير عوامل أخرى على الكمية الضائعة بالامتزاز للمحلول البوليميري مثل درجة الحرارة والضغط و....

2- نقترح إجراء هذه الدراسة على نماذج تمثل الطبقة المنتجة وبالشروط الطبقية من الضغط والحرارة للوصول إلى أقرب القيم التي تمثل الواقع أي إجراء الدراسة على محطة حقن ومعرفة الكميات الضائعة بالامتزاز الحركي (الديناميكي) ومقارنتها بالامتزاز السكوني والسكوني وكمياته للحقل المدروس لدينا علماً أنه لُوحظ بالمراجع النظرية والدراسات المخبرية للمحاليل البوليميرية أن امتزازها الديناميكي على سطح الصخر أقل بكثير من امتزازها الستاتيكي ،وللعلم " **إن المحطة المخبرية الموجودة في مخبر فيزياء الطبقة – قسم الهندسة البترولية – كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث قادرة على قياس الكمية الضائعة بالامتزاز الحركي عبر الوسط المسامي** ".

3- نقترح إضافة مواد كيميائية ذات فعالية (مقللات توتر سطحي، قلويات) تعمل على تقليل التوتر السطحي بين المحاليل البوليميرية وموائع الطبقة وتقلل بذلك الكميات الضائعة بالامتزاز للمحاليل البوليميرية بشكل كبير .

References

المراجع باللغة الاجنبية

1- A. F.Hollander, P.Somasundran, C.C.Gryte," Adsorption characteristics of Polyacrylamide and Sulfonate containing Polyacrylamide Copolymers on Sodium Kaolinite", New York, USA, 1981.

2- B.Bazin, C.Z.yang, D.C. Wang, X.Y.Su,"Miceller Flooding in an Alkaline Environment under Lao Jun Miao Conditions", SPE, China, 24-27 March, 1992.

3- J.D.Weaver, L, E.Harris, and W.M.Harms, (to Halliburton Co). U.S. pat.4, 460.677 (July 17, 1984).

4- Kirk-othmer, Encyclopedia of chemical Technology, Copyright John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved 2011.

5- Monrawee Panchanroen,"Physical Properties of Associative Polymer Solutions", Stanford Univ., England, June, 2009.

6- M.Rashidi," Physico- Chemistry Charaetrization of Sulfonated Polyacrylamide Polymers for Use in Polymer Flooding", Univ. of Bergen. Norway, 2010.

7- Seright, R.S., "Imperoved Techniques for fluid Doversion in Oil Recovery", DOE, USA, Dec. 1993.

8- S.Hunedi, J.Danquigny, D.Morel, F.Maubeuge, A.Guarrino, "Application of EOR Techniques on Mature Fields- Interest of Gas Injection", SPE, Bahrain, 12-15 March, 2005.

9- Taber, J.J., Martine, F.D., and Seright, R.S., "EOR Screening Criteria Revisited – Parts 1 and 2", SPE USA, August 1997.

10- W.Kleinitz, W.Littmann, " Polymer Flooding: Apprasial of Four Different Field Projects in Germany", Germany, 1996.

المراجع باللغة العربية

11 – منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول اوابك / السنة 36 / العدد 12ديسمبر (2010).

12- أ.د .جورج عبد الأحد ، فيزياء الطبقة النفطية والغازية (الجزء الأول) – جامعة البعث – (1992) .

13- أ.د.عودي صالحة ،جيولوجيا النفط – جامعة البعث – (1990-1991) .

14- أ.د.غادة خضور ، علم الصخور- جامعة البعث – (1992-1993) .

15- م.عدنان عويجان ، م.روكسان الصالح ، مشروع دبلوم دراسات عليا بعنوان "دراسة ضياع البوليميرات على الغضار والحجر الرملي" ، بإشراف د. احمد الشيخ حمود – جامعة البعث – (1998-1999).

16 – تقارير شركة الفرات للنفط.