بحث واختبار مادة جديدة لمعالجة فقدان سوائل الحفر للتطبيقات الحقلية

م . ابراهيم على يونس *

مقدمة :

تعرف ظاهرة فقدان سوائل الحفر أثناء حفر آبار النفط والغاز بأنها الفقدان الكلى أو الجزئى لسائل الحفر عبر الطبقات المسامية والكسور الجوفية للطبقات الاضية ، وحيث إن حركة الحفر من السطح الى قاع البئر مروراً بمواسير الحفر وخروجا من فأس الحفر ثم عودته الى السطح من خلال جدار البئر يمثل حلقة متواصلة ومستمرة أثناء عملية الحفر يعمل من خلالها سائل الحفر بمجموعة وظائف حيوية لانجاح عمليات الحفر .

ان فقدان سائل الحفر أثناء دورته الطبيعية داخل الفجوات الارضية والفتركيبات المسامية والمتكسرة يعتبر من المشاكل الكبيرة فى عمليات الحفر ، لما يترتب عليه من خطر مباشر على الارواح نظرا لفقدان الضغط الناتج من عمود سائل الحفر والتلوث البيئى الذى يحدثه استقرار سائل الحفر داخل الطبقات الارضية ، عوضا عن التكاليف الكبيرة التى تنتج عن خلط سائل تعويضى للسائل المفقود وعمليات المعالجة وتأخير عمليات الحفر .

تعتبر مشكلة فقدان سوائل الحفر من أهم المشاكل التى تواجه عمليات الحفر بمعظم الحقول الليبية ، حيث تعتبر طبقات الدولومايت من الطبقات الجيولوجية ذات الانتشار الواسع والتى مرت بظروف جعلت هذه التكوينات ذات قدرة نفادية كبيرة للسوائل نتيجة للكسور التى مرت بها ، مما يجعل فقدان سائل الحفر أمرا ممكنا ومتوقعا داخل هذه التركيبات أو التركيبات المتشابهة .

يتم علاج هذه المشكلة بخلط مواد خاصة من مواد معالجة فقدان سوائل الحفر ذات تكوين يمكنها من الدخول الى الفجوات والكسور والمسامات مع سائل الحفر وبالتالى يمكنها من الالتصاق وسد هذه الفجوات لمنع أى تسرب لسائل الحفر وبالتالى تتواصل عمليات الحفر بشكلها الطبيعى .

فى بعض الاحيان يكون فقدان سوائل الحفر كليا عبر فجوات وشقوق أرضية كبيرة ، بحيث لن يتحقق أى نجاح فى سد هذه الفجوات بضخ كميات كبيرة من مواد معالجة فقدان سوائل الحفر ويتم التعامل حينئذ بضخ تصميمات أخرى مثل ضخ كتل سائلة من الطين ذات لزوجة عالية أو تركيبات أخرى من مادة البنتونايت مع زيت الديزل ليكون مستحلب لاصق عند طبقة الفقدان ، وكثيرا ما تنتهى هذه المحاولات بضخ كميات كبيرة من الاسمنت كحل نهائى لاغلاق طبقة الفقدان حتى يتم استئناف الدورة الطبيعية لسائل الحفر .

سوائل الحفر

تعتبر سوائل الحفر باختلاف أنواعها وتراكيبها الكيميائية وخواصها الطبيعية ذات أهمية بالغة فى انجاح عمليات الحفر ، حيث من خلالها يتم الاتصال مباشرة بقاع البئر للسيطرة على آية مشاكل تحدث ، وذلك باضافة مواد المعالجة .

ولسوائل الحفر وظائف هامة أثناء عمليات الحفر ونذكر منها هنا على سبيل المثال لا الحصر النقاط التالية :-

1 يعمل سائل الحفر على تبريد مواسير الحفر وفأس الحفر ويعتبر مزيتا أساسيا لمنظومة الحفر .

2 - يعمل سائل الحفر على نقل الفتات الصخرى من قاع البئر الى السطح وبالتالى فصله عن سائل الحفر بواسطة معدات التنظيف .

3 - وزن سائل الحفر داخل البئر يمثل عمود ضغط مناسب لمجابهة أى ضغط للطبقات الارضية ويمنع تسرب أية سوائل أو غازات جوفية الى جوف البئر .

4 - ولسائل الحفر خواص طبيعية وكيميائية خاصة تمكنه من حمل الفتات الصخرى من خلال قوامه المناسب ودرجة اللزوجة ونقطة المطاوعة بمبحث انسياب السائل بحيث يمكن للفتات الصخرى أن يبقى معلقا بالسائل أثناء رحلته الى

* ورقة مقدمة بمؤتمر البحر المتوسط للنفط الدورة الخامسة ، 25 - 27 الحرث (نوفمبر) 1997

السطح دون ترسبه بقاع البئر أثناء توقف عمليات الضخ المستمر للسائل لأية أسباب ، وكذلك يحوي السائل تركيبة كيميائية تؤهله لمنع تآكل منظومة مواسير الحفر والمثقلات .

5 ـ يمثل سائل الحفر حلقة الوصل الوحيدة والمستمرة من السطح الى الطبقات الارضية ، ومن خلاله يتم اضافة المواد المناسبة لعلاج أية مشاكل قد تحدث أثناء عمليات الحفر . من تلوث سائل الحفر من خلال مروره عبر طبقات معينة أو اضافة مواد معالجة فقدان سوائل الحفر أو غيرها .

ومن هنا تبدو أهمية سائل الحفر من خلال بعض الوظائف المذكورة عوضا عن الوظائف الاخرى التى لها علاقة كبيرة فى انجاح عمليات الحفر .

نبذة عن البحث :ـ

يهتم هذا البحث بوضع حلول مناسبة واقتصادية لكبرى المشاكل التى تواجه عمليات الحفر وهى مشكلة فقدان سائل الحفر وعادة تعالج هذه المشكلة بضخ مواد المعالجة والتى صممت بسد المسافات والشقوق الجوفية لانهاء مرحلة الفقدان أو تسرب سائل الحفر ومن بين هذه المواد التى تم استعمالها رقائق المايكا وهى مادة يتم استيرادها من خارج الجماهيرية وكذلك بعض المواد الاخرى مثل الخشب وقشور بعض المواد مثل اللوز .

وتعتبر هذه المواد متوفرة بشكل مناسب ويحتاج البعض منها الى عمليات تصنيعية كبيرة من قطع وقص وغيرها قد تزيد التكلفة بشكل مباشر .

المادة التى تم إبتكارها لتكون مادة البحث هى اختبار نوع مميز من الأعشاب البحرية (تبن البحر) واخضاعها الى عدة تجارب معملية لدارسة درجة اندماجها وتقييم مستوى ادائها ومقارنتها ببعض المواد المستعملة حاليا .

حيث تعتبر شواطىء الجماهيرية بيئة بحرية ملائمة لنمو هذه الاعشاب البحرية ، وتراكم بقايا هذه الاعشاب البحرية والمعروفة لدينا (بتبن البحر) على طول الساحل بكميات كبيرة فى مناطق متعددة يقذفها البحر سنويا فى مواسم معينة بعد انتهاء دورة حياتها .

وتقدر هذه الكميات بحوالى 2 . 1 مليون متر مكعب من هذه الاعشاب على طول الساحل ، كما يقذف البحر سنويا ما يقارب من 000 , 300 متر مكعب حسب آخر دراسة اقيمت على تواجد هذه الاعشاب بالجماهيرية .

ينتمى تبن البحر أو الاعشاب البحرية المستعملة فى هذا البحث الى المملكة النباتية (**Angiospesmae**)والى عائلة (**Posidoniaceae**)ويعرف تبن البحر علميا باسم « بوزدونيا أوشينكا » ويوجد نوع واحد من هذا العشب فى البحر المتوسط ويصل طول أوراق هذه النباتات الى 60 سنتمترا وعرضها حوالى 10 مم وبسمك يصل الى بين 5 . 1 الى 2 مليمتر ، وتتراكم هذه الاوراق فى خليط من بقايا الاعشاب بأطوال مختلفة .

لقد أهتم هذا البحث بدارسة امكانية توظيف أوراق تبن البحر كمادة جديدة لم تستعمل فى الدراسات السابقة كبديل لمواد المعالجة المستعملة حاليا والتى يتم استيرادها من خارج الجماهيرية والتى تكلف أموالا طائلة .

ومن خلال الاطلاع على جميع البحوث المقامة فى هذا المجال عبر المنظومات العالمية التى تهتم بعلوم الاكتشافات والاختراعات العلمية ، أثبت بأن هذا البحث يعتبر الوحيد فى العالم الذى يهتم بتوظيف هذا الخام فى مجال سوائل الحفر ، وقد أعطت جامعة روبيرت قوردون بأبردين جائزة البحث الابتكارى لهذا البحث لسنة 1996 أفرنجى لاعتباره بحثا ابتكاريا صنف ضمن الاختراعات العلمية الجديدة بعد النجاحات المعملية التى لاقاها فى استغلال خام تبن البحر كبديل لمواد معالجة سوائل الحفر المستعملة حاليا .

وقد تم اختيار هذا الخام من الاعشاب البحرية لدارسته كبديل لمواد معالجة فقدان سوائل الحفر يرجع الى ما لها من خصائص طبيعية تؤهلها الى أداء فاعلية كبيرة فى هذا المجال وتركز هذه الخصائص فى النقاط الاتية :ـ

1 ـ سمك اوراق الاعشاب البحرية لا يتجاوز 2 مليمتر مما يساعدها على الالتصاق وبالتالى لإغلاق المسامات والتعامل معها .

2ـ الوفرة الكبيرة لهذا الخام اذ يعتبر خاما محليا ومجانيا ولا يحتاج الى تكلفة كبيرة فى عمليات القطع والتصنيع مما يؤدى الى خفض كبير جدا فى التكلفة مقارنة بالمواد المستعملة الاخرى .

3 ـ المساحة السطحية لاوراق تبن البحر كبيرة جدا وتمتاز هذه المادة بوزن نوعى صغير يناسب جزيئاتها البقاء معلقة فى سائل الحفر ، حيث تتناسب هذه الخواص مع استعمالها كمواد معالجة لفقدان سوائل الحفر .

4 ـ اثبتت الدراسات المجهرية احتواء أوراق تبن البحر على أنابيب جوفية طويلة داخلها للتغذية ، وقد أكدت الدراسات الاولية عند خلط المادة بسائل الحفر امتلاء هذه الانابيب بمكونات سائل الحفر من مواد مبلمرة وأطيان مما يجعلها مرنة جدا وتحت ظروف الضغط يمكنها الدخول والترسب داخل مسامات صغيرة جدا أصغر من حجمها .

أهداف البحث :ـ

يهدف هذا البحث الى ايجاد مصدر محلي ثابت لمادة متوفرة بشكل اقتصادى وذلك لدراسة إمكانية توظيفها كمواد لمعالجة فقدان سوائل الحفر وذلك بإخضاعها الى تجارب معملية لمعرفة مقدرة المادة على إغلاق مناطق تسرب

سائل الحفر عبر الطبقات السطحية من خلال المسامات والشقوق والكسور الطبقية .

ودخولا فى عمق هذه الدراسة تم تصميم هذا البحث ليحقق أهدافه فى اكتشاف مادة تبن البحر لتوظيفها كمواد معالجة فقدان سوائل الحفر ومقارنة أدائها الفعلى وفوق الخطوات الآتية :

1 ـ الحصول على مصدر مناسب من مادة تبن البحر من على طول سواحل الجماهيرية ليتناسب والمواصفات المطلوبة للدراسة والبحث .

2ـ تحضير عينات من هذه المادة للاختبارات المعملية وذلك بقطعها بأحجام تتناسب مع الحجم الحبيبى للمواد المستعملة حاليا .

3 ـ تجميع عينات من المواد المستعملة حاليا لمعالجة فقدان سوائل الحفر لادخالها فى محاور الدراسة .

4 ـ إجراء دراسة كاملة لتقييم الحجم الحبيبى للمواد المستعملة حاليا ومادة تبن البحر وذلك من خلال تحاليل منخلية للحبيبات المواد .

5 ـ اجراء تجارب معملية لدراسة قدرة المواد على إغلاق وسد المسافات والشقوق والكسور الطبقية ومقارنتها بفعالية تبن البحر فى هذا المجال تحت المواصفات العالمية .

6 ـ وأخيرا يهدف البحث الى اجراء دراسات اقتصادية متكاملة للمواد المستعملة ومادة تبن البحر وفق نتائج التجارب المعملية ومصادر وجودها وكذلك الاسعار .

مواد معالجة فقدان سوائل الحفر :

تتقسم مواد معالجة فقدان سوائل الحفر الى عدة أنواع وذلك حسب الشكل الظاهرى لمكونات المادة ، وتعتبر الالياف والرقائق والمواد الحبيبة من الانواع الاوسع انتشارا ، وقد اثبتت الدراسات بأن المواد الحبيبة هى الاكثر نجاحا فى سد وإغلاق المسامات السطحية وقد تبين بأن هذا النوع من مواد معالجة فقدان سوائل الحفر لا يؤدى أى نجاح فى معالجة الكسور والشقوق التى تزيد فتحاتها على 22 . 0 بوصة وكثيرا ما يتم انسداد هذه الانواع بين الشقوق والمسامات لتكون ترسبا خارجيا على سطح الطبقات وغالبا ما يتجدد الفقدان أثناء عمليات الحفر .

ويمكن أن يقسم منع تسرب سائل الحفر خلال الطبقات بواسطة استعمال مواد معالجة الى الآتى :

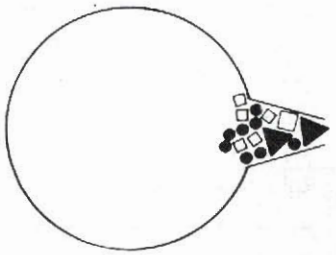
1 ـ ترسب مواد المعالجة على اسطح الطبقات بجوانب تجويف لبئر على فوهة الشقوق والكسور والمسامات السطحية ويمنع تسرب المائل الى داخل الطبقات ويعرف بالترسب الخارجى .

2 ـ ترسب مواد المعالجة بالتجويف الداخلى لطبقات الفقدان من خلال اختراق مواد المعالجة عبر المسامات والكسور من طبقات تجويف البئر الى التجويف الداخلى ويسمى هذا الترسيب بالداخلى .

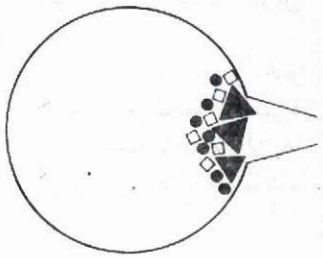
ويعتبر الترسيب الداخلى للمواد المعالجة من أنجح عمليات علاج فقدان سوائل الحفر وذلك نظرا لثبات مواد المعالجة داخل الطبقات الداخلية لمناطق الفقدان وتكون حاجزا يمنع سوائل الحفر من متابعة تسربها وفقدانها عبر الطبقات الجوفية ، وحيث ان الترسب الخارجى على تجويف البئر يعتبر ترسبا مؤقتا يقف ترسيب مواد المعالجة أثناء استئناف عمليات انزال فأس الحفر ودوران الانابيب فى عمليات الحفر .

ومن خلال النجاح الذى يؤديه ترسب مواد المعالجة بالتجويف الداخلى لطبقات الفقدان تعتبر دراسة التوزيع الحجمى لمكونات مواد المعالجة ذات أهمية بالغة فى انجاح طرق المعالجة .

ولذا فان عمليات المعالجة أدت الى استعمال خليط من الاحجام الكبيرة والصغيرة والدقيقة لمواد المعالجة حتى يتم الوصول الى عمليات الترسيب الجوفى للمواد بمناطق الفقدان .



ترسب المواد بالتجويف الداخلى لطبقة الفقدان



ترسب المواد على سطح طبقة الفقدان

دراسة توزيع الحجم الحبيبى لمواد معالجة فقدان سوائل الحفر :

تعتبر دراسة الحجم الحبيبى لمواد المعالجة من أهم الدراسات التى أقحمت فى هذا البحث لمعرفة الحجم الحبيبى لكل حجم ونوع من مواد المعالجة وذلك لأهمية العلاقة بين الحجم الحبيبى لمواد المعالجة والفراغات المسامية للطبقات التى من خلالها يتم هروب سائل الحفر .

ويمكن تقدير الحجم الحبيبى لمواد المعالجة اللازمة للإغلاق وذلك بمعرفة درجة المسامية والحجم المسامى لطبقات الفقدان ومتوسط الحجم الحبيبى للمواد وذلك بتطبيق المعادلات الآتية :

$$D_{pore} = D_{50} / 6.5$$

$$D_{pore} = (D_{50} \times \Phi) / 3 (1- \Phi)$$

متوسط الحجم المسامى للطبقات (ميكرون) = **Dpore**

متوسط الحجم الحبيبى لمواد المعالجة (ميكرون) = **D 50**

درجة مسامية الطبقات = **Ø**

ويمكن حساب الحجم الحبيبى لمواد المعالجة وفق العلاقات الآتية :-

- لخلق ترسيب لحظى لمواد المعالجة على سطح طبقة الفقدان .

$(D_{particle} > 0.33 \times D_{pore})$

- لخلق ترسيب المواد المعالجة داخل عمق طبقة الفقدان وتعتبر هذه العلاقة من أنجح عمليات المعالجة

$(0.1 \times D_{pore} < D_{particle} < 0.33 \times D_{pore})$

التحاليل المعملية لمواد معالجة فقدان سوائل الحفر :

يكمن الهدف من إجراء عدة تحاليل معملية لمواد المعالجة وذلك لمعرفة توزيعها الحبيبى وبالتالى إدخالها فى برامج التجارب المعملية ومقارنتها معمليا مع مادة تبن البحر فى إغلاق عدد من الاوساط المسامية المختلفة وقد مرت خطوات التحاليل بالمراحل التالية :

1 - تحضير المواد للدراسة :-

وفق هذا الاسلوب تم أختيار عدة عينات من مواد المعالجة الشائعة من بينها (رقائق المايكا - باروفايبر - كوك سيل - ومادة بى بلق) وجميعها أسماء تجارية لمواد معالجة فقدان سوائل الحفر السائدة الاستعمال فى العالم وتم تصنيفها حسب حجمها الحبيبي والتى عادة ماتنقسم كل مادة الى حجم ناعم جدا - ناعم - متوسط - وخشن .

وكذلك تحضير كميات مناسبة من أوراق تبن البحر وتم قطعها لتتناسب مع المواد المستعملة .

وقد أجريت دراسات لمعرفة توزيع الحجم الحبيبي لجميع المواد الداخله فى هذه الدراسة بواسطة عمليات النخل الجاف لجميع المواد وذلك لتعيين متوسط الحجم الحبيبى لكل حجم من هذه الانواع وبالتالى تم قطع أوراق تبن البحر ومعالجتها حتى تتناسب والحجم الحبيبي لمواد المعالجة المستعملة كما هو مبين فى الجدول (1) .

2 - استعمال أوساط مسامية لتشبيه ومحاكاة مراحل الفقدان :-

أن فلسفة إختبار مواد معالجة فقدان سوائل الحفر تتم بضغط هذه المواد خلال أوساط مسامية وذلك لتحقق من مقدرتها فى إغلاق هذه الاوساط وفق خطوات ومقاييس عالمية متبعة **API** .

وحيث أن مراحل فقدان سوائل الحفر تبدأ من الفقدان الجزئى ويتدرج الفقدان الى فقدان كلى للسائل خلال الطبقات الارضية ولإختبار أوراق تبن البحر ومقارنتها بمواد المعالجة الشائعة تم استعمال أوساط مسامية مختلفة لتمثيل مناطق الفقدان الجزئى والكلى وذلك بإستعمال اقراص نفاذة خاصة ذات مسامية (150 و 190) ميكرون وكذلك عدة أنواع من الحصى الحبيبي بقياس شبكى (20 / 16 ، 20 / 12) وكذلك 2300 ميكرون لتمثيل مراحل الفقدان الكلى للسائل .

3 - تحضير سائل الحفر :

ضمن التحضيرات لمراحل التجارب المعملية سائل الحفر المائى قليل المواد الصلبة تم اختياره لإجراء هذه التجارب نظرا لشيوع استعماله وقد صمم هذا السائل ليحوى على نسبة صغيرة جدا من المواد الصلبة حتى يتم الاعتماد كليا على مواد معالجة الفقدان فى إغلاق الأوساط المسامية المستعملة دون تأثير المواد الصلبة العالقة فى سائل الحفر .

4- أجهزة الاختبارات المعملية :

صممت مراحل أختبار مواد المعالجة الى قسمين فى القسم الاول يتم إختبار قدرة هذه المواد لإغلاق مناطق الفقدان بضخ كل مادة بتركيزات مختلفة إبتداء من 10 رطل / برميل الى 30 رطل / برميل ومراقبة كمية الفاقد من سائل الحفر والرشح خلال الاوساط المسامية التى تمثل مناطق الفقدان .

جدول رقم (1) التوزيع الحبيبي (ميكرون) لمواد معالجة فقدان سوائل الحفر المستعملة

مواد المعالجة	ناعم جدا	ناعم	متوسط	خشن
مايكا	50	355	1400	2360
بى بلق	—	380	1400	2000
كويك سيل	50	450	950	—
باروفايبر	50	200	600	—
تبن البحر	50	400	1400	2400

ويتم ذلك باستعمال جهاز ترشيح خاص حسب المواصفات العالمية API ومجهز لإستعمال أقراص مسامية بسمك 1/4 بوصة ويتم وضع كمية 350 ملليلتر من السائل يحوى تركيز من مواد المعالجة ويتم وضع ضغط 100 رطل لكل بوصة مربعة على السائل لتوجيهه قهرا باتجاه الاقراص المسامية ومن ثم يتم ترسيب مواد المعالجة على المسامات لمنع هروب سائل الحفر خلالها القسم الثانى من الاختبار يأتى من خلال تصميم منظومة خاصة لضخ المعالجة عبر وسط مسامى لترسيبها داخل أوساط مسامية ومن ثم محاولة غسيل هذه الاوساط المسامية بواسطة الضخ المعاكس لدراسة مستوى التلوث الذى تحدثه هذه المواد لمعدل نفادية الطبقات المنتجة .

التجارب المعملية :

أهتمت التحاليل المعملية فى هذه الدراسة بعدة جوانب هامة فى مجال إختبار مواد معالجة سوائل الحفر ودراسة أداء أوراق تبن البحر بحيث لم يتم التركيز على دراسة قدرة هذه المواد لإغلاق مناطق الفقدان فقط ، بل وصممت مراحل التجارب الى إختبار الآتى :

1 ـ تأثير الحجم الحبيبى لكل مادة فى عمليات الاغلاق .
2 ـ تأثير نوعية المواد وملاءمتها لأنواع الترسيب .
3 ـ تأثير تركيز المواد وعلاقته بانجاح الاغلاق .

ومن هذا المنطلق تم توزيع المواد من خلال حجمها الحبيبي الى ناعم جدا ـ ناعم ـ متوسط ـ خشن ـ وتوجيه إختبار إدائها من خلال أوساط مسامية 150 ـ 190 ميكرون وخلال أوساط من الحصى الحبيبي ذى قياس شبكى (20 / 12) و (20 / 16) وكذلك 2300 ميكرون بواسطة استعمال جهاز الترشيح بالضغط حسب المواصفات العالمية (API) والتى تتطلب اختبار 350 مليلمترا من السائل الذى يحوى نسبة معينة من المادة المراد اختبارها تحت ضغط 100 رطل / بوصة مربعة ليتم ضغط السائل داخل اسطوانة الترشيح بإتجاه الوسط المسامى حيث يعمل الضغط على ترسيب مواد المعالجة على المسام وداخلها حتى تتم عمليات الاغلاق واثناء زمن التجربة الذى يستمر 30 دقيقة يتم قياس التدفق الفجائى للسائل والذى يحدث أثناء اللحظات الاولى للتجربة عند وضع الضغط على السائل حيث تبدأ مواد المعالجة بالاتجاه نحو الوسط المسامى لمحاولة الاغلاق .

أثناء استقرار عمليات الترسيب يبدأ خروج الراشح بفضل الضغط الواقع داخل خلية الاختبار ويقاس معدل الترشيح خلال مدة التجربة لمعرفة مقدرة المواد على الاغلاق التام للمسام تم اجراء نحو 76 تجربة بإستعمال جهاز الترشيح على جميع مواد المعالجة الداخلية فى عمليات الاختبار وكذلك أوراق تبن البحر بتركيزات مختلفة وبإستعمال أوساط مسامية متنوعة .

وتم إجراء تجارب أخرى على تبين البحر ومقارنته بالمواد الاخرى للتحقيق من نسبة تأثيرها على درجة نفاذية الطبقات المنتجة وذلك بتصميم منظومة ضخ خاصة لإجراء مثل هذه التجارب حيث استعملت أوساط مسامية مختلفة كمحاكاة للطبقات اللبية المنتجة داخل هذه المنظومة حيث يمر السائل من خلالها بواسطة مضخات خاصة حيث يتم قياس درجة النفاذية لكل وسط مسامى قبل حقن مواد المعالجة داخل هذه الاوساط وبعدها .

وقد صممت هذه المنظومة بمراعاة أمكانية تطبيق عمليات الضخ المعاكس وذلك لمحاولة غسيل مواد المعالجة العالقة بين مساميات الطبقات النفاذة وتم حساب معدل نفاذية الاوساط المسامية بعد عمليات الغسيل للتحقق من استجابة جميع المواد للغسيل بعد حقنها داخل الاوساط المسامية .

نتائج التجارب والدراسات المعملية :

من خلال جميع التجارب والبحوث المعملية التى أقيمت على مادة تبن البحر ومواد معالجة فقدان الحفر والتى أشتملت على الآتى :

- التوزيع الحبيبى لمواد معالجة فقدان سوائل الحفر .
- أختبار أداء مواد المعالجة فى إغلاق الأوساط المسامية .
- أختبار معدل تأثير مواد المعالجة على خفض نفاذية الطبقات المنتجة .

فقد أمكن التحقق من التوزيع الحبيبي لمواد المعالجة بعمليات النخل الجاف ومن خلالها تم تحضير عينات مختلفة من مادة تبن البحر بأحجام تتناسب مع المواد المستعملة حتى يتم إختبار أدائها والاعتماد على عنصر المقارنة بينها وتظهر نتائج التوزيع الحبيبى كما فى الجدول ر قم (1) وفى أطار أختبار أداء المواد فى إغلاق الأوساط المسامية تظهر التجارب تأثير الحجم الحبيبي للمواد ونوعها وكذلك نسبة تركيزها فى السائل على هذا النحو .

نتائج تأثير الحجم الحبيبي للمواد :

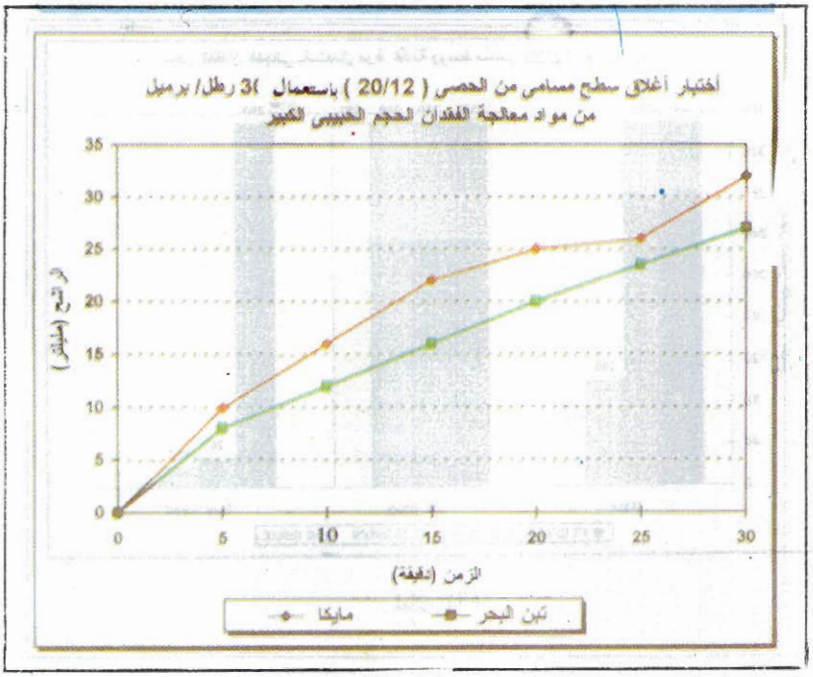
أوضحت الدراسة بأن الحجم الحبيبي للمواد له علاقة وطيدة بدرجة نفاذية الوسط المسامى فى خلق أداء جيد لمستوى الأغلاق وتبين التجارب بأن المواد ذات الحجم الحبيبى (ناعم جدا وناعم) والتى يتروح حجمها الحبيبي (50و 400) ميكرون على التوالى لها أداء فعال فى معدل الأغلاق لوسط مسامى قدره (150) ميكرون مقارنة بالأحجام الأخرى .

وأثبتت هذه التجارب أيضا الأداء الفعال لأوراق تبن البحر ذات الحجم الحبيبي المبين فى مستوى أغلاق هذه الاوساط المسامية حيث إن كمية الراشح عند أستعمال مادة تبن البحر تنخفض مقارنة بالمواد الأخرى (مايكا ـ كوك سيل) كما هو مبين بالشكل (2 ـ 3) وتوضح كمية الرشح مقدرة المواد لإغلاق المساميات والتى تمثل مناطق الفقدان .

كما أوضحت التجارب عدم كفأة المواد ذات الحجم الحبيبي الخشن لإغلاق الحصى الحبيبي ذات القياس الشبكى (16 ـ 20و12 ـ 12) بأستثناء النتائج التى تم التحصل عليها عند إستعمال مادة تبن البحر مع الحصى الحبيبي ذى القياس الشبكى (30 ـ 20و20 ـ 12) حيث أثبتت هذه المادة مقدرتها على إغلاق هذه الاوساط مقارنة بالمواد الأخرى كما هو مبين بالشكل (3) .

نتائج تأثير تركيز المواد وعلاقته بعمليات الإغلاق :

لدراسة تأثير تركيز مواد المعالجة تم استعمال تركيزات مختلفة أثناء التجارب المعملية بداية من 10 رطل / برميل وحتى 30رطل / برميل وذلك لمعرفة التأثير المباشر لتركيز المواد وعلاقته بعمليات الأغلاق فقد إتضح بأن تركيز المواد له علاقة كبيرة فى عمليات الأغلاق حيث إن كفأة الأغلاق قد تأثرت مباشرة بمعدل التركيز فكلما زاد التركيز قل معدل التدفق الفجائى للسائل ومعدل الراشح ويظهر هذا فى إنجاح عمليات الأغلاق للأوساط المسامية .

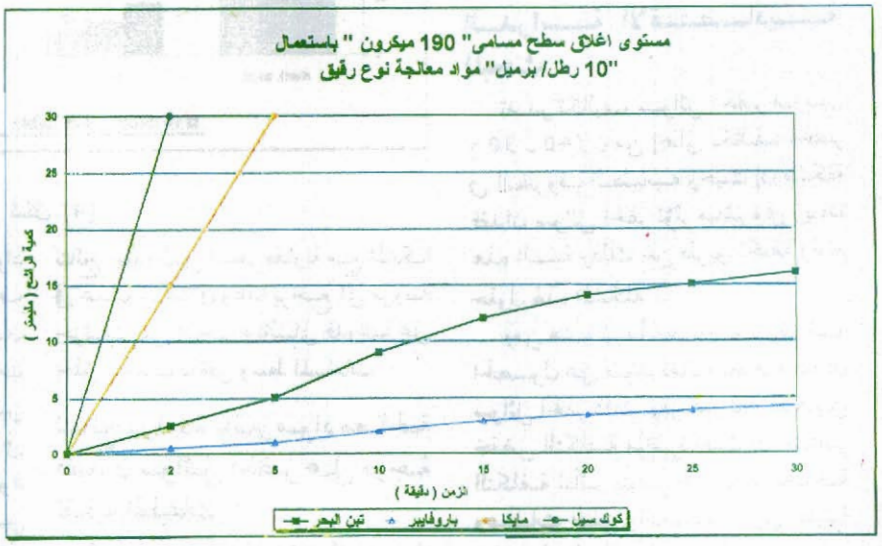


شكل (1)

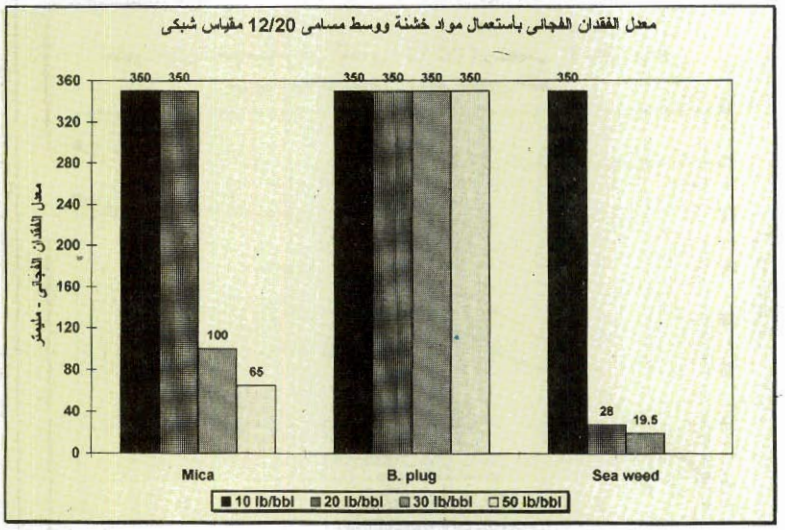
وقد أوضحت التجارب بأن أوراق تبن البحر لها مساحة سطحية كبيرة تساعد فى عمليات الإغلاق مقارنة بتركيزها مع المواد المستعملة حيث إن قدرة الأغلاق لأوراق تبن البحر فى تركيز 10رطل / برميل لها تأثير فى معدل الأغلاق أفضل من مادة كوك سيل بتركيز 30رطل / برميل . وكذلك 20رطل / برميل من مادة تبن البحر أعطيت نتائج أفضل مقارنة بإستعمال 30رطل / برميل من مادة المايكا كما هو موضح بالشكل (3 ـ 4) حيث تعتبر هذه النتائج جيدة ومشجعة لإستعمال مادة تبن البحر مقارنة بالمواد الأخرى .

نتائج دراسة النوع الحبيبي للمواد وعلاقته بمستوى الأغلاق :

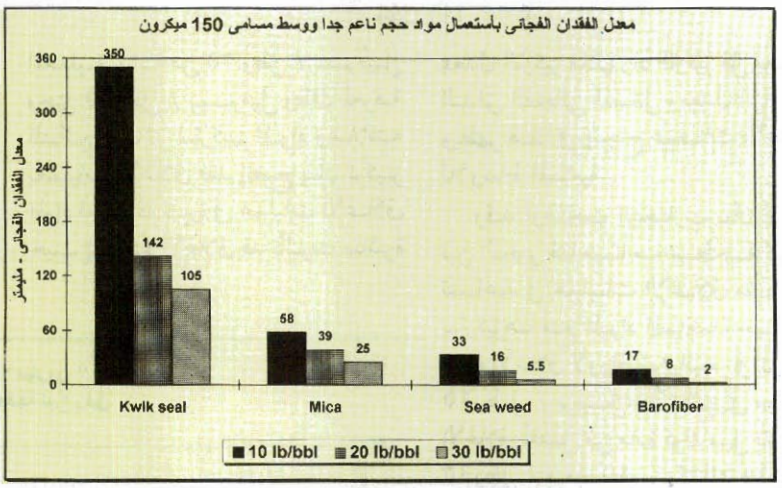
أشتملت الدراسة على الأنواع الأوسع



شكل (2)



شكل (3)



شكل (4)

أنتشار للمواد وهى النوع الحبيبي والمواد ذات الرقائق وكذلك المواد ذات الألياف ومن خلال التجارب المعملية أثبتت بأن المواد الحبيبية لها مقدرة جيدة فى عمليات الأغلاق وتليها المواد ذات الرقائق (تبن البحر ، المايكا) حيث إن مقدرتها فى أغلاق المسامات كانت أفضل من المواد الليفية كما هو موضح بالشكل (4 ـ 5 ـ 6) وقد سجلت التجارب نتائج جيدة لتبن البحر مقارنة مع المايكا فى عملية الأغلاق وهذا يرجع الى مرونة جزئيات تبن البحر وبالتالى قدرتها على خلق ترسيب داخلى وسط المسامات .

نتائج دراسة تأثير مواد معالجة فقدان سوائل الحفر على درجة نفاذية الطبقات :

أهتم البحث بدراسة تأثير مواد المعالجة على النفاذية المطلقة لمقطع متوسط مسامى ومحاولة أسترداد معدل النفاذية من خلال عمليات الضخ المعاكس وقد أثبتت التجارب بأن معدل نفاذية الطبقات المنتجة تتأثر سلبا بإضافة مواد المعالجة حيث إن نسبة الضرر مباشرة بإستعمال مواد ذات حجم حبيبي أكبر من الحجم المسامى للطبقات حيث تصعب عمليات تنظيف هذه المسام من المواد العالقة داخل الوسط المسامى بالعمليات الميكانيكية .

قد أثبتت التجارب أيضا أن معدل النفاذية المتضرر من جزئيات تبن البحر يمكن إسترجاعه بنسب كبيرة بعمليات الضخ المعاكس مقارنة بالمواد الأخرى مثل (بى بلق وكويك سيل) كما هو مبين بالجدول (2)

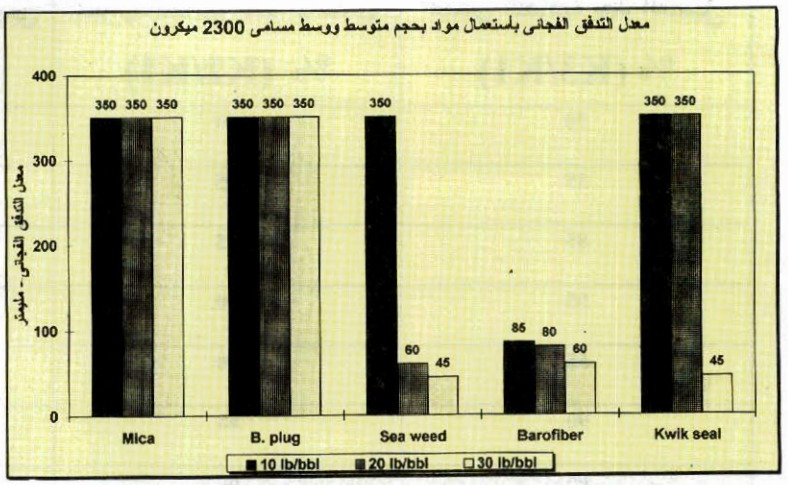
ومن خلال التجارب المقامة فى هذا المجال أمكن إثبات أن مواد معالجة فقدان سائل الحفر بجميع أنواعها يمكنها التأثير البالغ فى درجة نفاذية الطبقات المنتجه عن طريق الآتى :

1 ـ النوع الحبيبي لمواد المعالجة .
2 ـ عمق ترسيب المواد داخل الطبقات .
3 ـ العلاقة بين الحجم الحبيبي للمواد وحجم المسامات بالطبقات .

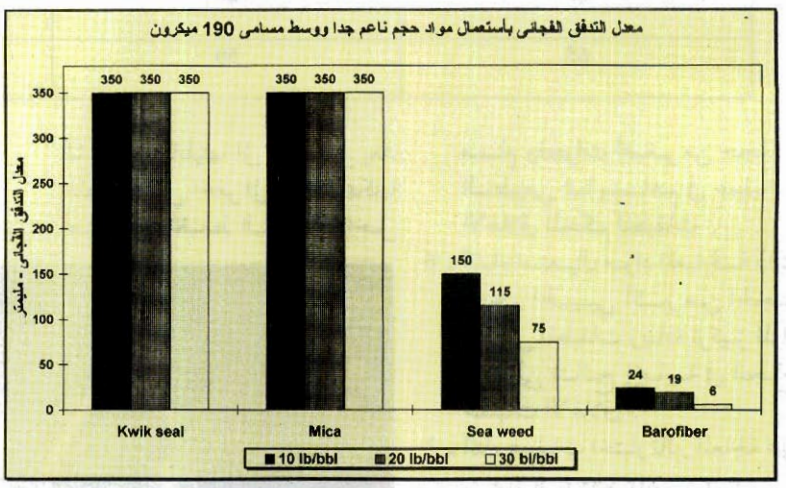
الدراسة الاقتصادية للبحث :

تقدر تكاليف سوائل الحفر ما بين (30 ـ 40٪) من إجمالى تكاليف الحفر فى الظروف الطبيعيه وحيث إن مشكلة فقدان سوائل الحفر تؤثر مباشرة فى زيادة هذه النسبة وذلك عن طريق تكلفة وضع حلول لهذه المشكلة .

ومن هنا تبدأ الحاجة لأمكانية الحصول على مواد فعالة لمعالجة فقدان سوائل الحفر ذات توفر كبير مما يساهم فى خفض التكلفة مباشرة حيث إن عناصر التكلفة تتأثر بتوفر خامات المعالجة وعمليات النقل والتصنيع . وفى محاولة جادة هذا البحث يهتم بتوظيف مادة ذات



شكل (5)



شكل (6)

توفر كبير ولاتحتاج الى عمليات تصنيعية معقدة مما يساهم فى خفض التكلفة مع المحافظة على الأداء الأمثل فى عمليات الأغلاق .

ومن خلال بعض نتائج التجارب التى أقيمت فى هذه الدر اسة بإستعمال عدد من المواد ومقارنتها مع تبن البحر تمت دراسة هذه النتائج بادخال عناصر تكلفةالمواد المستعملة الى نتائج العلاقات التى تبين معدل الاغلاق وعلاقته بكمية الفقدان وتركيزات المواد المستعملة وصولا الى نسب نجاح ثانية .

وقد أوضحت هذه العلاقة كما هو موضح بالشكل (8) تكلفة المواد المستعملة للوصول الى أغلاق تام للاوساط المسامية بعد فقدان (15 مليلترا) من الراشح ، ومن خلال حساب تركيز المواد المستعملة للوصول الى هذا المستوى من الإغلاق أمكن حساب تكلفة جميع المواد المستعملة فى كل حالة .

وقد أعطت هذه الدراسة نتائج مشجعة جدا حيث يمكن توفير مبالغ كبيرة باستعمال مادة تبن البحر بعد مقارنته بالمواد الاخرى مثل (المايكا ، باروفايبر) ومادة (كوك سيل) كما هوموضح بالشكل(8)

الخلاصة :

من خلال نتائج جميع التجارب المقامة بهذا البحث والملاحظات التى تم تدوينها خلال مراحل الدراسة تم وضع النقاط التالية كخلاصه لهذا البحث :-

1 - قدرة مواد المعالجة فى عمليات الاغلاق تتأثر مباشرة بالحجم الحبيبي للمواد ونوعها والتركيزات المضافة منها فى مراحل العلاج .

2 - التوزيع الحبيبي للمواد يعتبر من الأساسيات المهمة فى أنجاح عمليات الاغلاق وسد مناطق الفقدان والتحكم فى الحجم الحبيبي للمواد أثناء العمليات التصنيعية أمر هام جدا وذلك للوصول الى توفير أقتصادى للمواد من خلال التطبيقات الحقليه ومعرفة الاحجام اللازمة لكل مرحلة من مراحل الفقدان للوصول الى نجاح محقق فى عمليات المعالجة .

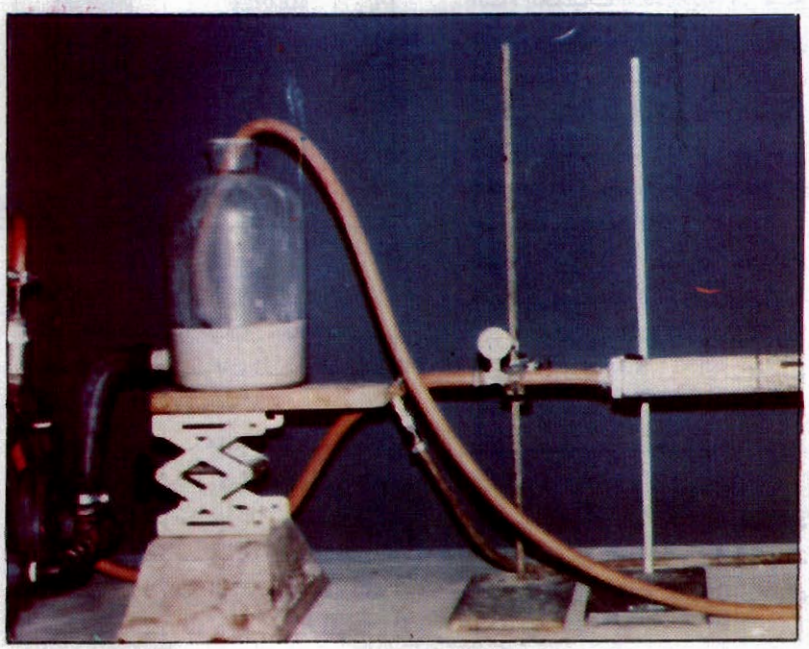
3 - النوع الحبيبي لمواد المعالجة أثبت أداء فعال فى عمليات الاغلا ق مقارنة بالمواد ذات الر قائق والالياف وهذا النوع له قدرة أيضا فى الاستجابة لعمليات الغسيل أثناء إسترداد معدل النفاذية من داخل الاوساط المسامسة .

4 - عند أختبار الحجم الخشن من المواد أثبت استعمال تبن البحر نتائج جيدة فى عمليات الأغلاق مقارنة بالمواد الاخرى .

نتائج تجارب تأثير مواد معالجة فقدان سوائل الحفر على نفاذية الطبقات المنتجة

مواد معالجة فقدان السوائل	الحجم الحبيبى	معدل النفاذية بعد الاغلاق % (K2/K1)	معدل النفاذية بعد الغسيل % (K3/K1)
مايكا	ناعم	60	70
	متوسط	35	35
باروفايبر	ناعم	65	85
	متوسط	40	55
كويك سيل	ناعم	50	55
	متوسط	88	90
بى بلق	ناعم	60	65
	متوسط	90	90
تبن البحر	ناعم	40	60
	متوسط	50	65

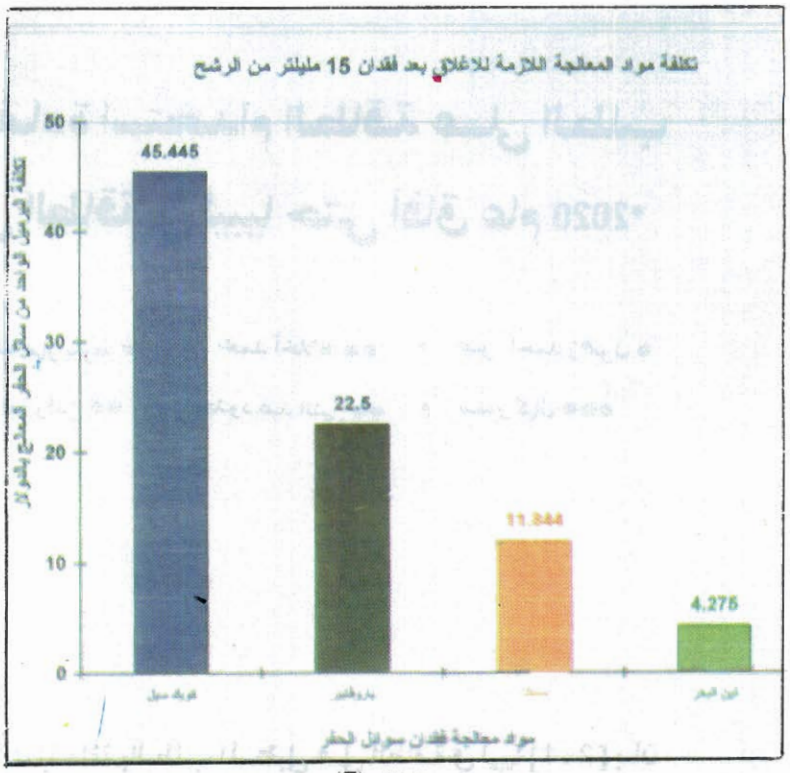
5 ـ معظم النجاح الذى أمكن التحصل عليه أثناء أستعمال مادة تبن البحر يرجع الى مرونة أوراقه الشديدة وقابليتها الى التشكيل بعد خلطها بسائل الحفر الى أشكال يمكنها تحت تأثير الضغط الترسيب داخل مسام وفجوات أصغر من حجمها الطبيعى مما يساهم فى عمليات الاغلاق المحكم للطبقات .



6 ـ أثناء استعمال مواد المعالجة ذات الحجم الحبيبي أكبر من الحجم المسامى للطبقات زيادة تركيز المواد لايعطى نتائج إيجابية فى انجاح عمليات الاغلاق .

7 ـ أثناء عمليات اختبار تأثير المعالجة على مسامية الطبقات المنتجة أعطى تبن البحر نتائج مشجعة مقارنة بالمواد المستعملة الاخرى وأمكن استرداد (15 ـ 20٪) من نفاذية الطبقات عند استعمال الحجم المتوسط والناعم من مادة تبن البحر .

8 ـ أوراق تبن البحر لها مساحة سطحية كبيرة مقارنة بالمواد المستعملة الاخرى حيث يؤثر ذلك فى توفير اقتصادى كبير عن طريق التركيز المستعمل أثناء عمليات الخلط .



شكل (7)

9 ـ أثبتت الدراسة الاقتصادية التى أقيمت على معظم النتائج بأن أستعمال تبن البحر له مردود اقتصادى كبير مقارنة بالمواد الاخرى دون أهمال درجة كفاءة الإغلاق ●

المراجـــــع العلميـــة :ـ

1 – CHILINGRIAN V. G. and VORABUTR P. " Drilinq and Driling Fluids " 1983.

2 – INDSTRAL RESEARCH CENTER – LIBYA " The annual Publication " 1992 .

3 – NAYBERG T. M . " Laboratory Study of lost Circulation Materials for use in both oil – base and water – base muds " SPE paper NO. 14723, Sep. 1987 .

4 –MESSENGER JOSEPH " Lost Circulatin – Practical approach to preventinq Assessin g,and solvinq " Lost Circulation problems " 1981, ISPN. 0878144758.

5 – BURTS D. BOYCE. LOST Circulation material with corn cob outer US Patent, NO. 5332724 JUL. 1994.

هذا البحث تم اعتماده كمشروع تخرج لنيل شهادة الماجستير من جامعة روبيرت قوردون بأبردين وتحصل على جائزة البحث الابتكارى لسنة 1996 افرنجى ، وتم اختيار هذا البحث ضمن مشاركة الجماهيرية العظمى فى معرض الباسل للابداع والاختراعات السورى السادس وتحصل على الدرع الذهبى للمعرض .