المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
King Abdulaziz City for Science and Technology

براءة اختراع رقم : SA 13656

بتاريخ : 1445/02/21 هـ
الموافق : 2023/09/06 م

عن الإختراع المسمى :

تقنية مبتكرة جديدة لمنع إنتاج الرمل من آبار الماء والنفط والغاز

New Innovative Technique to Prevent Sand Production from Water, Oil and Gas Wells

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 13656 B1

[12] براءة اختراع

[45] **تاريخ المنح:** 1445/02/21 هـ
الموافق: 2023/09/06 م

[21] **رقم الطلب:** 118390456
[22] **تاريخ الإيداع:** 1439/07/02 هـ
الموافق: 2018/03/19 م

[72] **اسم المخترع:** حمدان قحصان هادي اليامي، عبدالرحمن علي عبدالرحمن القريشي، مساعد ناصر جاسم العواد، محمد ذيبان جراد القرني

[73] **مالك البراءة:** مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
عنوانه: ص ب 6086 الرياض 11442، المملكة العربية السعودية
جنسيته: 1)سعودية

[51] **التصنيف الدولي(IPC[8]):**
C09K 008/042 , E21B 033/013
E21B 003/014

[56] **المراجع:**
EP 1176126, US 2004261993

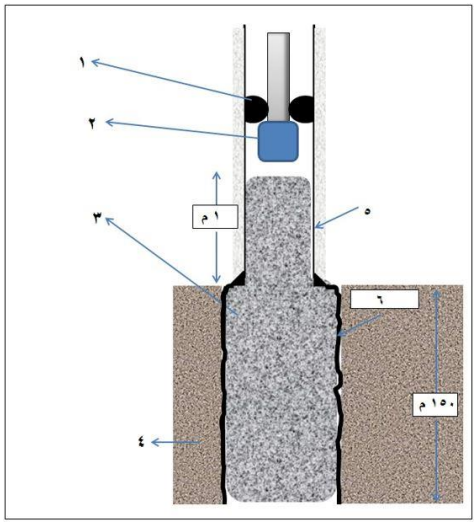
الفاحص: صالح بن أحمد محمد الشمراني

[54] **اسم الاختراع:** تقنية مبتكرة جديدة لمنع إنتاج الرمل من آبار الماء والنفط والغاز

New Innovative Technique to Prevent Sand Production from Water, Oil and Gas Wells

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع الحالي بعمليات اكمال البئر، وبشكل خاص يتعلق الاختراع الحالي بتقنيات منع انتاج الرمل من ابار الزيت والغاز والماء. تعد مشكلة إنتاج الرمل المصاحب للبترول والماء من المشاكل المؤثرة سلبا على إنتاجية الاف الآبار في عموم أنحاء العالم حيث تتكلف الشركات مبالغ ضخمة من المال في محاولات للمراقبة والتنبؤ والسيطرة على تدفق الرمال في تلك الآبار وإصلاح المعدات التي تضررت منه. كما إن عملية الحد من تدفق الرمال لها تأثير كبير على انتاجية البئر فالعديد من الآبار المنتجة حاليا تنتج أقل من إمكاناتها بهدف تقليل تدفق الرمل أو الحد من تآكل معدات البئر والتجهيزات السطحية وذلك نتيجة لسوء تصميم أو تركيب وسائل السيطرة على الرمال. يتعلق الاختراع بتطوير طريقة جديدة تعتمد مواد متوفرة محلياً ورخيصة الثمن تم اختبار كفاءتها من خلال تجارب معملية. وتشمل تلك التجارب تشكيل مادة مسامية ومنفذة خفيفة الوزن تسمح بمرور السوائل من خلالها ولكن تحجز تدفق الرمال في نسيجها المسامي. وقد تم قياس متانة المادة تحت ظروف قاع البئر من حرارة وضغط بالإضافة الى كفاءة الطريقة المقترحة على إيقاف انتاج الرمل من خلال ضخ السوائل عبر طبقات رملية بسرعات تدفق متزايدة.الشكل (6)

عدد عناصر الحماية (1)، عدد الأشكال (6)



شكل ٦

تقنية مبتكرة جديدة لمنع إنتاج الرمل من آبار الماء والنفط والغاز

New Innovative Technique to Prevent Sand Production from Water, Oil and Gas Wells

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بعمليات اكمال البئر، وبشكل خاص يتعلق الاختراع الحالي بتقنيات منع انتاج الرمل من ابار الزيت والغاز والماء.

تعد مشكلة إنتاج الرمل المصاحب للبترول والماء من المشاكل المؤثرة سلبا على إنتاجية الاف الآبار في عموم أنحاء العالم حيث تتكلف الشركات مبالغ ضخمة من المال في محاولات المراقبة والسيطرة على تدفق الرمال في تلك الآبار وإصلاح المعدات التي تضررت منه. تقنياً تتوفر ثلاث مجموعات واسعة من أساليب التحكم في تدفق الرمال المصاحبة لسوائل المكمن المنتجة وتتمثل في تقييد الإنتاج من خلال التحكم في معدل تدفق السوائل، طرق التحكم الميكانيكية، أو طرق التحكم الكيميائية لزيادة درجة تماسك الحبيبات المكونة للطبقة المنتجة. ويمكن الجمع بين اثنين أو أكثر من هذه الأساليب لتحقيق الهدف. وباستثناء أسلوب تقييد الإنتاج، توفر الطرق المتبقية بعض وسائل الدعم الميكانيكي لمنع أو تقليل تدفق الرمل.

يمكن أن تؤثر التغيرات في الإجهادات الناتجة عن إنتاج السوائل أو انخفاض الضغط المسامي على المادة اللاحمة التي تربط حبيبات الرمل إلى تدفق الرمال مع السوائل المنتجة وعليه فإن تقييد معدل الإنتاج يمكن أن يساهم في الحد من تفاقم المشكلة. إلا إن هذا الأسلوب لا يمكن اعتباره حلاً على المدى الطويل بسبب عواقبه الاقتصادية السلبية. أثبتت سجلات الآبار الأفقية أن تقييد معدل الإنتاج يمكن أن يقلل من إنتاج الرمل، فالآبار الأفقية تنتج كميات من الموائع تعادل تلك التي يمكن أن تنتجها الآبار العمودية مع سرعات تدفق أقل بكثير. وبالتالي، فإن السيطرة على الإنتاج في الآبار الأفقية هي تقنية قابلة للاستعمال. وتعد عملية الإنتاج من طبقة عنيزة في المملكة العربية السعودية مثالا جيدا على ذلك حيث تم التحول من الآبار الرأسية إلى الآبار الأفقية والمائلة بدرجة عالية مع حاجز سلكي قابل للتوسيع للمساعدة في التحكم بإنتاج الرمل.

تعد الطرق الميكانيكية أحد أساليب التحكم في إنتاج الرمل الأكثر شيوعا. وهذه الأساليب متنوعة، وتشمل دائما نوع من الأجهزة المثبتة أسفل البئر تعمل على تصفية الموائع المنتجة من الرمال المتدفقة. وتشمل هذه الأجهزة مجموعة واسعة من بطانات مشقوقة، وحواجز ملفوفة بالأسلاك، وحواجز معبأة مسبقا، وحواجز معدنية تستخدم عادة مع حزمة من الحصى تعمل كفلتر حاجز للرمل وتتنوع تصاميمها حسب التكلفة والمتانة وسرعة تدفق السوائل في الآبار. وتعد حزمة الحصى تقنية ميكانيكية شائعة الاستخدام تنطوي على التعبئة المتماسكة لحبيبات من الحصى ذات حجم كبير توضع أمام الطبقة المنتجة أو الثقوب الموجودة في بطانة البئر لحجز الرمال المتدفقة. ويتم استخدام مرشح معدني للاحتفاظ بالحصى ويكون على اتصال مباشر مع الطبقة المنتجة لمنع حركة الحصى نحو البئر.

يؤثر حفر البئر على الإجهادات الميكانيكية في الموقع مما يؤدي إلى ارتفاع تركيز الضغط الذي قد يسبب الانهيار في اتجاه الحد الأدنى من الضغط الأفقي. وعليه فإذا تم تمييز منطقة منهارة فيوصى بالتثقيب المنحرف والانتقائي خاصةً عندما يكون التكسير الهيدروليكي جزءاً من عملية اكمال البئر. وتستخدم تقنية فراك–باك والتي تجمع بين مزايا التحفيز بطريقة الكسر الهيدروليكي مع التحكم في الرمال باستخدام حزمة الحصى لتحسين الإنتاجية في بيئة نفاذية منخفضة إلى معتدلة. فالكسور القصيرة يمكن أن تحول التدفق الشعاعي إلى تدفق خطي مما يخفض هبوط الضغط ويزيد من تماسك الطبقة المنتجة عند معدل تدفق معين.

بالإضافة لما سبق، تستخدم الطرق الكيميائية لزيادة تماسك الطبقة المنتجة من خلال حقن الراتنجات للحم حبيبات الطبقة الصخرية ببعضها البعض بهدف منع انهيار الطبقة المنتجة والحد من تدفق الرمال لقاع البئر إلا أن هذه الطريقة قد تؤثر على إنتاجية الطبقة كنتيجة لانخفاض نفاذيتها.

بناء على ما سبق تم التفكير بطريقة جديدة تجمع بين تغليف الآبار بالإسمنت مع أمكانية حجز الرمال الممكن تدفقها مع سوائل الإنتاج والتي لها أثر سلبي على الإنتاج وتجهيزات البئر يتم عرضها في هذه الوثيقة.

<u>الوصف العام للاختراع</u>

نهدف من خلال هذه الفكرة الاستعاضة عن طريقة حزمة الحصى المدعمة بالمرشحات المعدنية الشائعة الاستخدام، بإسمنت مخلوط بمادة البرلايت لإعطاء الخليط عند تماسكه صفة المرشح (الفلتر) وبمسامية ونفاذية عاليين يمكن لهما حجز الرمال المتدفقة في داخل النسيج الاسمنتي وبتأثير طفيف جداً على انتاجية البئر. تتميز الطريقة المقترحة بأنها تشكّل من مواد متوفرة محلياً، قليلة التكلفة، ممكن أن تغني عن استخدام المرشحات المعدنية، وخفيفة الوزن مما يسهل ازالتها من قاع البئر واستبدالها في حال نقصت الانتاجية كنتيجة لانسداد مسامات وقنوات الفلتر بالرمل المحتجز.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

الشكل 1: رسم تفصيلي للوحدة المستخدمة لإجراء التجارب المعملية ويظهر فيها المرشح الموضوع في طرف الإنتاج من حزمة الرمل المدكوك.

الشكل 2: يظهر فرق الضغط المتذبذب كنتيجة لتخلخل الرمل بزيادة سرعة التدفق في الطبقة المنتجة للماء. كما يبين الشكل المضمن كمية الرمل المنتج عند معدلات التدفق المختلفة.

الشكل 3: يظهر فرق الضغط المتذبذب كنتيجة لتخلخل الرمل بزيادة سرعة التدفق في الطبقة المنتجة للنفط. كما يبين الشكل المضمن كمية الرمل المنتج عند معدلات التدفق المختلفة.

الشكل 4: يظهر فرق الضغط المتزايد بزيادة سرعة التدفق في الطبقة المنتجة للماء بالإضافة الى فرق الضغط على طرفي المرشح الاسمنتي والتي زادت بشكل طفيف كإشارة الى قدرة المرشح على حجز الرمل دون أن تتأثر الإنتاجية بشكل كبير. كما يبين الشكل المضمن العلاقة الخطية لمعدل التدفق وفرق الضغط على وجهي المرشح والتي تشير الى عدم تأثر نفاذية الفلتر بتجمع الرمل المتحرك على وجهه الداخلي.

الشكل 5: يظهر فرق الضغط المتزايد بزيادة سرعة التدفق في الطبقة المنتجة للنفط بالإضافة الى فرق الضغط على طرفي المرشح والتي زادت بشكل طفيف كإشارة الى قدرة المرشح الاسمنتي على حجز الرمل دون أن تتأثر الإنتاجية بشكل كبير. كما يبين الشكل المضمن العلاقة الخطية لمعدل التدفق وفرق الضغط على وجهي المرشح والتي تشير الى عدم تأثر نفاذية الفلتر بتجمع الرمل المتحرك على وجهه الداخلي.

الشكل 6: موقع صب الخليط الاسمنتي في قاع البئر ليتصلب مواجهاً للطبقة المنتجة لمنع إنتاج الرمل المصاحب.

الوصف التفصيلي:

الفكرة هي تقنية جديدة تستخدم مواد محلية متوفرة واقتصادية الثمن وخفيفة الوزن لحجز الرمال ومنع تدفقها في آبار إنتاج الماء والنفط والغاز. المنتج هو عبارة عن خليط مصنع من البرلايت (69.4%) والرمل (5.2%) والإسمنت البورتلاندي (11.6%) والماء (13.8%) يتم خلطه ومن ثم حقنه وتركه لينشف ويتصلب على شكل مرشح (فلتر) اسمنتي خفيف الوزن ولكن متماسك كما تشير قيمة الانضغاط غير المحصور (2.30 ميجا باسكال) وبمسامية ونفاذية عاليين (50.4% و30 دارسي على التوالي) والتي تعادل أو تفوق تلك التي تتصف بها الرمال التي تم استخدامها لتمثيل الطبقة المنتجة في التجارب المنفذة. ويمكن تعديل نفاذية ومسامية الخليط بتعديل النسب الداخلة في تشكيله على أن تكون نفاذية المرشح مساوية أو أعلى من تلك التي تتصف بها الطبقة المنتجة كي لا تتأثر إنتاجية البئر. تم اختبار مقاومة المرشح للسوائل عن طريق غمس قطع اسمنتية اسطوانية الشكل في الماء والنفط عند حرارة تقارب 65 درجة مئوية ولمدة 6 أسابيع ليتم قياس قيمة الانضغاط غير المحصور أسبوعياً على عينة وأظهرت النتائج عدم حصول تدهور ميكانيكي وتحمل المرشح للظروف المطبقة والمقاربة لظروف الحقل.

تم اختبار التقنية المقترحة تجريبياً باستخدام وحدة غمر معملية تم تصميمها لهذا الغرض كما هو موضح في الشكل 1. تتكون الوحدة من مضخة (4)، وحاوية للسوائل (5)، وحاوية يدك فيها الرمل لتمثل الطبقة المنتجة (3)، وعدادي ضغط (2) لحساب فرق الضغط في الطبقة الرملية وعلى وجهي المرشح الاسمنتي، ووحدة آلية لجمع السوائل المنتج والرمل المصاحب (1). ويظهر في الشكل صورة المرشح الاسمنتي المستخدم في التجارب المعملية (6). وقد أجريت الاختبارات في مختلف الظروف الرئيسية المعروفة بارتفاع إنتاج الرمال بما في ذلك حجم الرمال، ومعدل تدفق السوائل ونوعيتها (الماء والنفط الخام).

سنقوم هنا بعرض نتائج تدفق الماء والنفط الخام من خلال حزمة الرمل الناعم كمثال للتجارب المتعددة التي أجريت في حزم رملية مختلفة الحجم باستخدام أنواع مختلفة من السوائل وبلزوجة

متفاوتة. يعرض الشكل 2 قياسات فرق الضغط عبر حزمة الرمل والناتج عن رفع معدلات تدفق الماء دون استخدام المرشح ويظهر جلياً تذبذب الضغط وانخفاضه بشكل حاد مع زيادة إنتاج الرمال وارتفاعه كنتيجة لتشكل قوس الرمال المستقر عند فتحة الانتاج والذي ما يلبث أن ينهار إذا أرتفع معدل التدفق. وعلى نفس النسق تشير عمليات تدفق الزيت الخام في الشكل 3 إلى انخفاض كبير في فرق الضغط عند زيادة إنتاج الرمل بكميات كبيرة ليرتفع لاحقاً كنتيجة لتشكل قوس الرمال.

تم في التجارب المنفذة تشكيل مرشح اسمنتي على شكل قرص وبنفاذية تقارب أو تفوق نفاذية طبقة الرمل تم وضعه عند مخرج السوائل في عينة الرمل المختبرة لدراسة مدى قدرة الطريقة المقترحة في منع تدفق الرمل. وكما هو الحال عند استخدام حزمة الحصى للتحكم في تدفق الرمال في آبار الإنتاج، فإن أحد الشواغل التي يجب أخذها في الاعتبار هو الضرر الناتج عن الإنتاجية بسبب انسداد الفلتر كنتيجة لتراكم الجسيمات الدقيقة المتحركة على الوجه الداخلي و/ أو الاختراق العميق داخل شبكة مسام المرشح. تم عمل قياسات فرق الضغط عبر حزمة الرمل بالإضافة إلى تلك عبر المرشح طوال عملية سريان الماء كما في شكل 4 والزيت كما في شكل 5 وبسرعات تدفق متزايدة. تشير الأشكال الى زيادة في فرق الضغط عبر حزمة الرمال مع زيادة معدل التدفق كما تظهر علاقة معدل فرق الضغط ومعدل سرعة التدفق عبر حزمة الرمل، والظاهرة في الشكل المضمن، علاقة خط مستقيم مثالية تشير الى نفاذية 30 دارسي وهذه القيمة تعادل النفاذية الأولية لحزمة الرمل التي تم قياسها في بداية التجربة مما يثبت كفاءة المرشح في الحفاظ على الرمل المضغوط دون تخلخل. كما يشير فرق الضغط عبر المرشح الى زيادة ضئيلة مع زيادة سرعة التدفق وبمعدل 0.042 و2.1 رطل لكل بوصة مربعة عند أعلى سرعة تدفق (50 سم مكعب / دقيقة) لكل من الماء والزيت الخام على التوالي. ويعتقد أن هذه الزيادة عبر المرشح الاسمنتي ترجع أساساً إلى زيادة معدل تدفق السوائل مع الحد الأدنى من التأثير لتراكم و/أو تغلغل الرمال الناعمة على وجه المرشح الداخلي أو من خلاله.

يمكن تطبيق الفكرة المقترحة في الحقل بتجهيز الخليط ليتصلب على السطح على شكل أسطوانة مجوفة توضع في قاع البئر أمام الطبقة المنتجة أو أن يحقن الخليط الاسمنتي في قاع البئر ليتصلب مواجهاً للطبقة المنتجة ليقوم بمنع إنتاج الرمل المصاحب دون التأثير على نفاذية وإنتاجية الطبقة كما يظهر في الشكل 6. ويظهر الشكل رسم لبئر بفوهة مبطنة بقطر 6 بوصة (5) يخترق طبقة

رملية منتجة (4) بفوهة بقطر موسع وغير مبطن 12 بوصة (6) بوجود سدادة (1) ومضخة غاطسة (2) في أعلى الطبقة المنتجة وقد تم صب الخليط ليتصلب في قاع البئر (3) ليعمل كمرشح لإيقاف تدفق الرمل للبئر.

تتميز الطريقة بأنها تشكل من مواد متوفرة محلياً قليلة التكلفة ومتماسكة مما يغني عن استخدام المرشحات المعدنية وخفيفة الوزن مما يسهل ازالتها من قاع البئر واستبدالها في حال تأثرت الإنتاجية كنتيجة لانسداد مسامات وقنوات نسيج المرشح الاسمنتي بالرمل المحتجز. تختلف تكلفة إكمال البئر وتجهيزه بطرق التحكم في إنتاج الرمل من طريقة إلى أخرى بناءً على عدة اعتبارات مثل التصميم والتركيب والتكلفة الإجمالية ... إلخ. ولاستكشاف جدوى الطريقة المقترحة، تم دراسة إعداد دراسة أولية للجدوى الاقتصادية لتشكيل الخليط الاسمنتي وحقنه في قاع البئر ومقارنة التكلفة بالطريقة المستخدمة تقليدياً في حجز الرمال وهي طريقة إنزال حواجز معدنية معبأة بحزمة من الحصى في قاع البئر مقابل الطبقة المنتجة والمعرضة للانهيار. وقد تبين جدوى وانخفاض تكلفة الطريقة المقترحة بشكل كبير حيث كانت التكلفة التقريبية لا تتجاوز 2250 ريال سعودي مقارنة 506,000 ريال سعودي لطريقة حزمة الحصى المعبأ في داخل حواجز معدنية بقطر 4 أنش وذلك لبئر افتراضي مبطن بقطر 6 أنش وبقطر موسع مواجه للطبقة المنتجة بقطر 12 أنش وبارتفاع 150 قدم.

عناصر الحماية

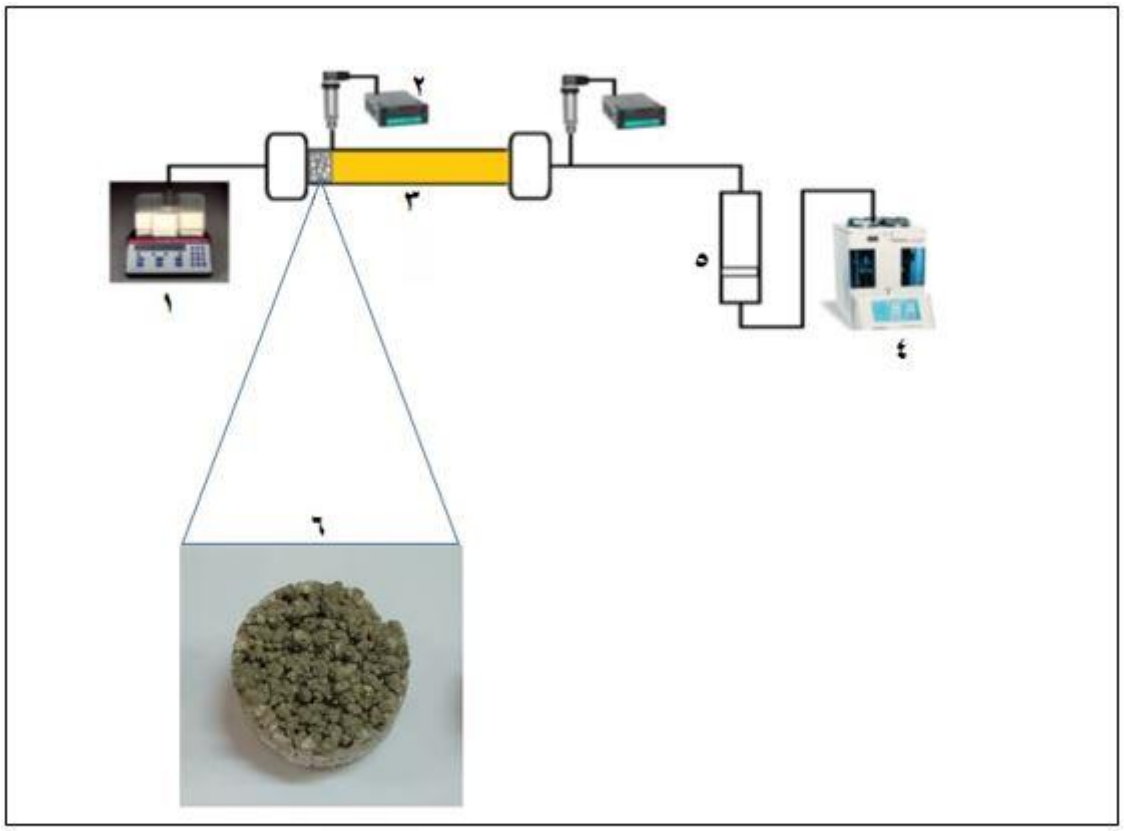
1. فلتر يستخدم في عمليات اكمال البئر لمنع انتاج الرمل من آبار الزيت والغاز والماء، يتم تشكيله من خليط في قاع البئر، حيث يشتمل الخليط على:

برلايت بنسبة 69.4%، و

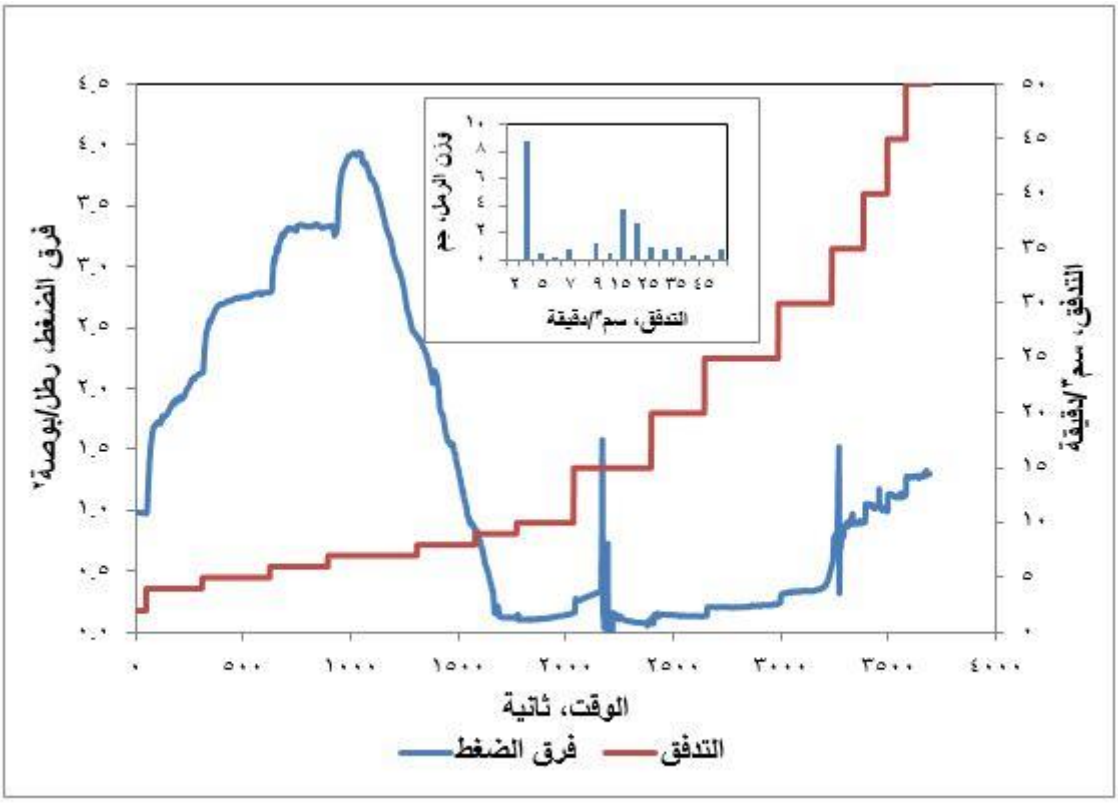
رمل بنسبة 5.2%، و

5 اسمنت بورتلاندي بنسبة 11.6%، و

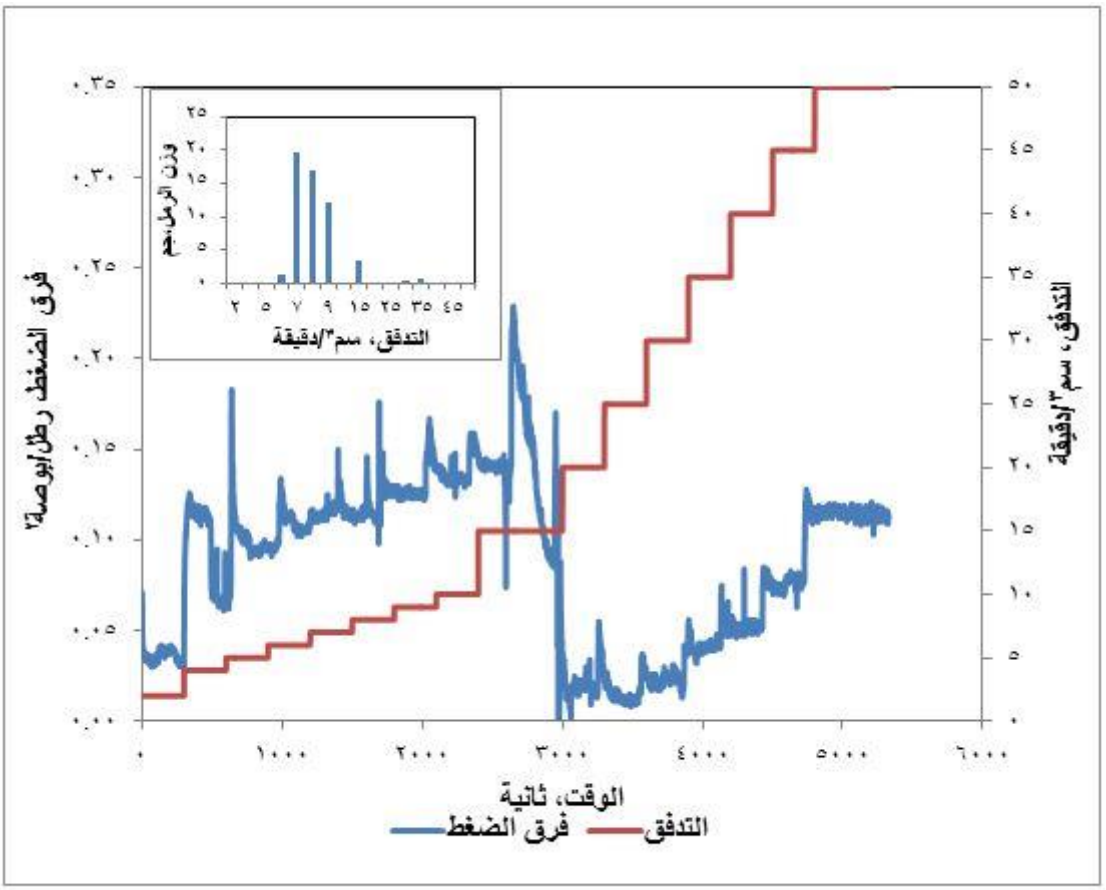
ماء بنسبة 13.8%.



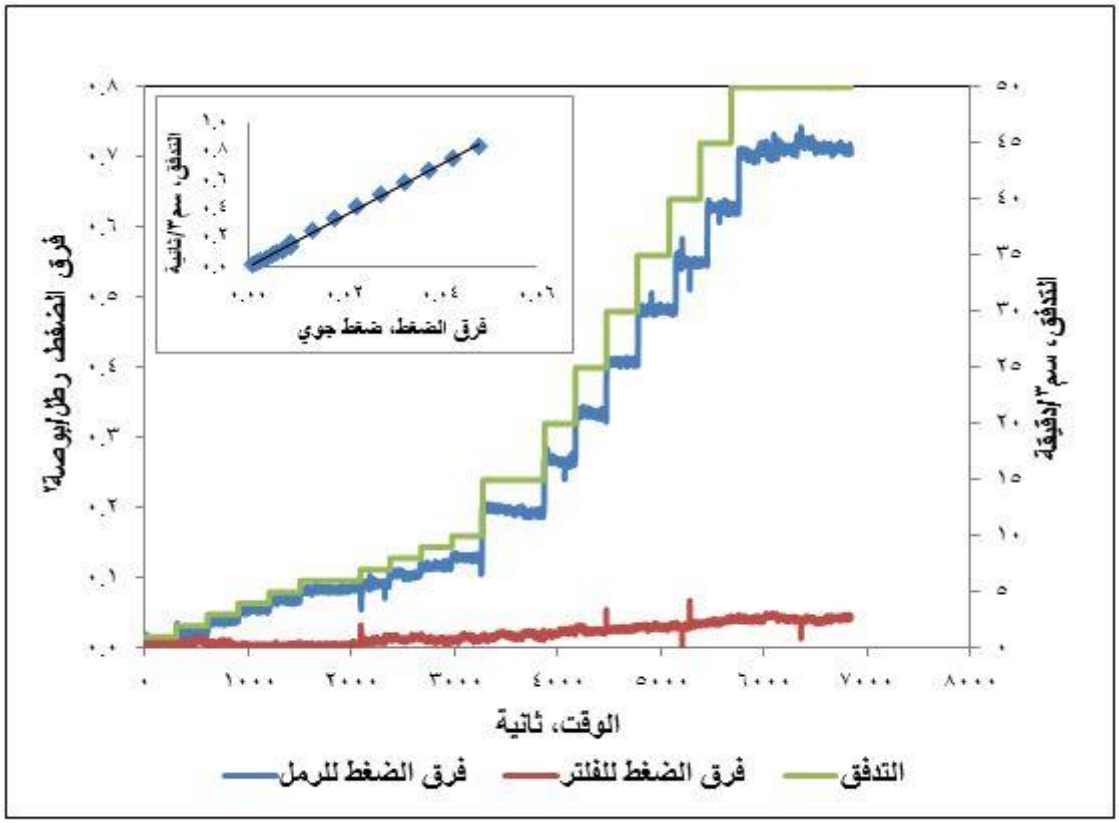
شكل ١


فرق الضغط، رطل/بوصة٢
التدفق، سم٣/بقيقة
وزن الرمل، جم
التدفق، سم٣/دقيقة
الوقت، ثانية
فرق الضغط
التدفق

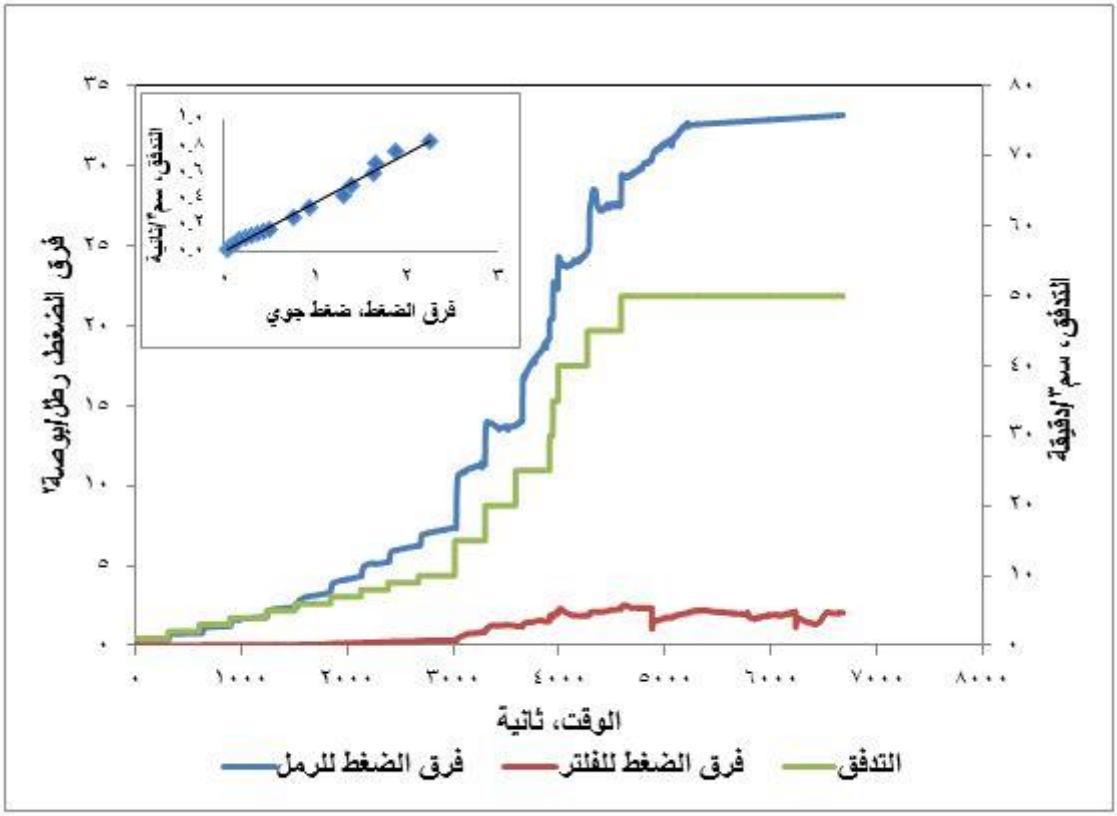
شكل ٢


فرق الضغط رطل/بوصة٢
التدفق، سم٣/دقيقة
الوقت، ثانية
فرق الضغط
التدفق
وزن الرمل،جم
التدفق، سم٣/دقيقة

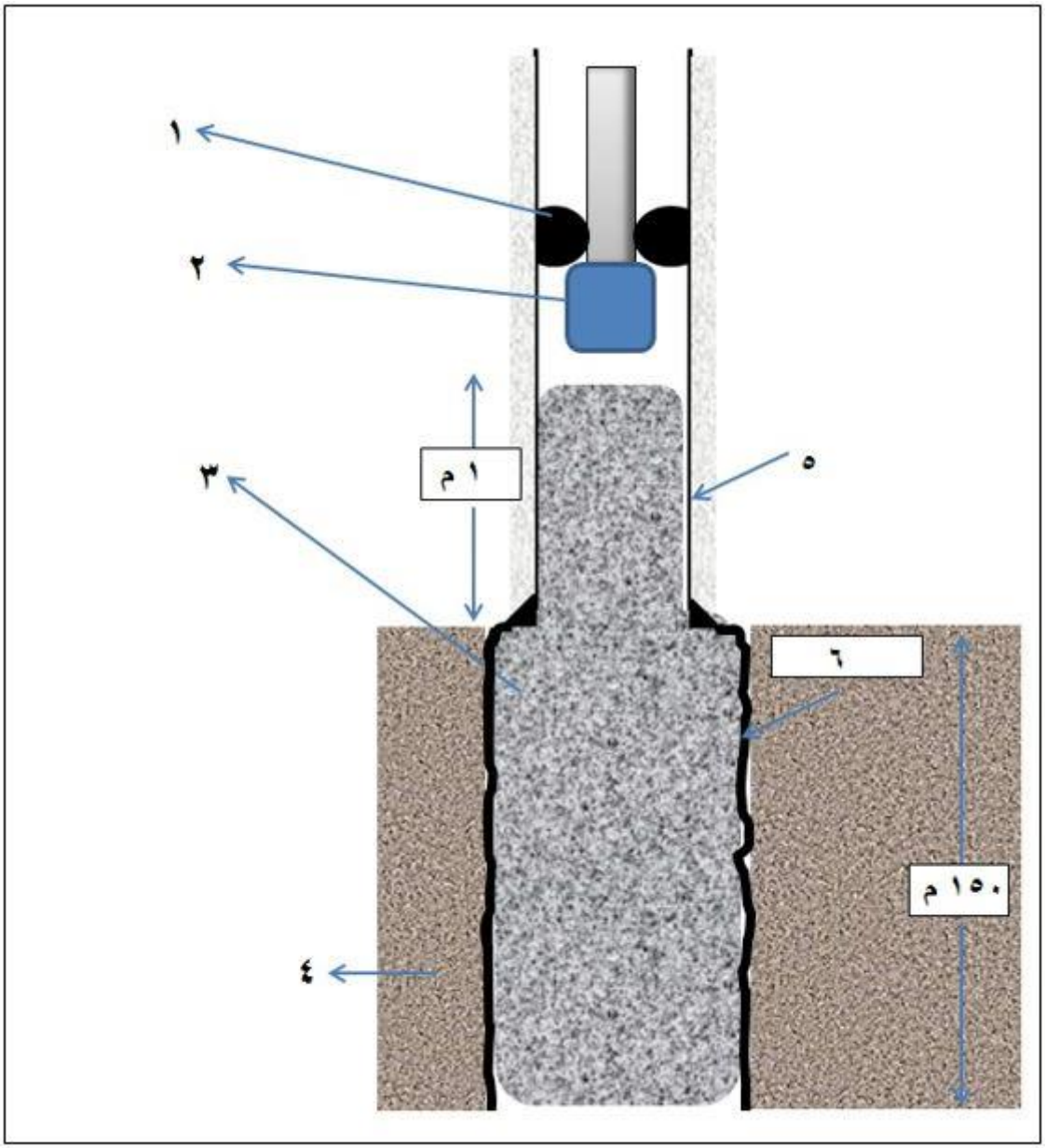
شكل ٣


فرق الضغط، رطل/بوصة٢
التدفق، سم٣/دقيقة
الوقت، ثانية
فرق الضغط للرمل
فرق الضغط للفلتر
التدفق
التدفق، سم٣/ثانية
فرق الضغط، ضغط جوي

شكل ٤


فرق الضغط رطل/بوصة٢
التدفق، سم٣/دقيقة
الوقت، ثانية
فرق الضغط للرمل
فرق الضغط للفلتر
التدفق
التدفق، سم٣/ثانية
فرق الضغط، ضغط جوي

شكل ٥



شكل ٦

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة

من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشرط تسديد المقابل المالي السنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA