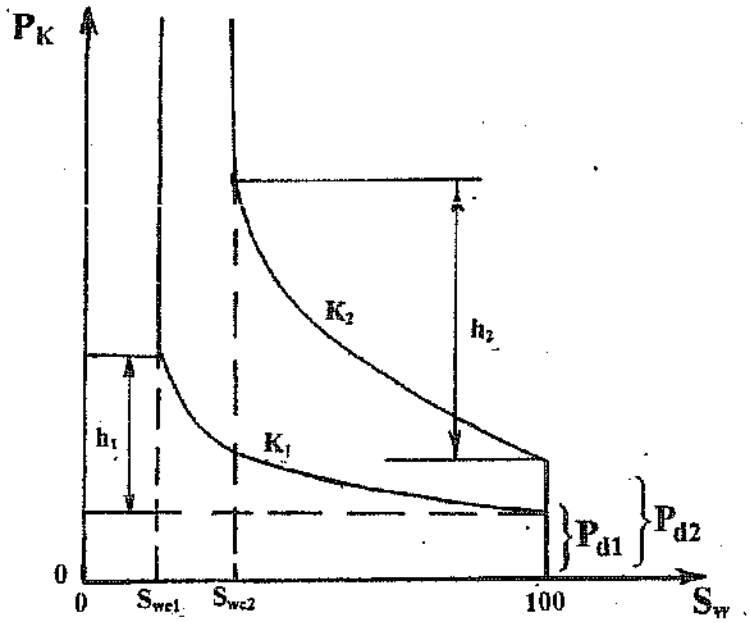


$K_1 > K_2$, $h_1 < h_2$, $S_{wc1} < S_{wc2}$

الشكل رقم (59) علاقة الضغط الشعري بدرجة التشبع بالماء

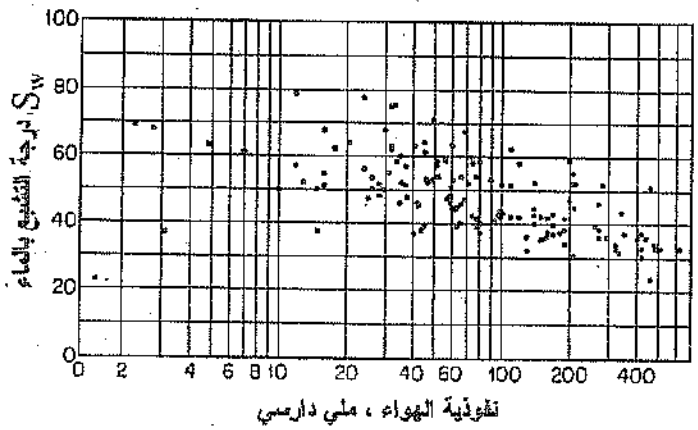
1-7-7- المياه المترابطة

لتعيين كمية المياه المترابطة (درجة التشبع الأولية بالماء) هناك ثلاث طرق :

1. طريقة تحليل العينات الأسطوانية والتي جرى تطبيقها لدى استعمال سائل حفر ذي أساس نفطي .
2. تحسب من نتائج القياسات الكهربائية .
3. تعين بواسطة منحني الضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء .

الشكل رقم (60) يوضح علاقة درجة التشبع بالماء المحسوبة من العينات الأسطوانية المأخوذة لدى استعمال سائل حفر ذي أساس نفطي بالنسبة إلى نفوذية الصخور المقاسة بواسطة الهواء . توضح هذه النتائج بشكل عام أن درجة التشبع

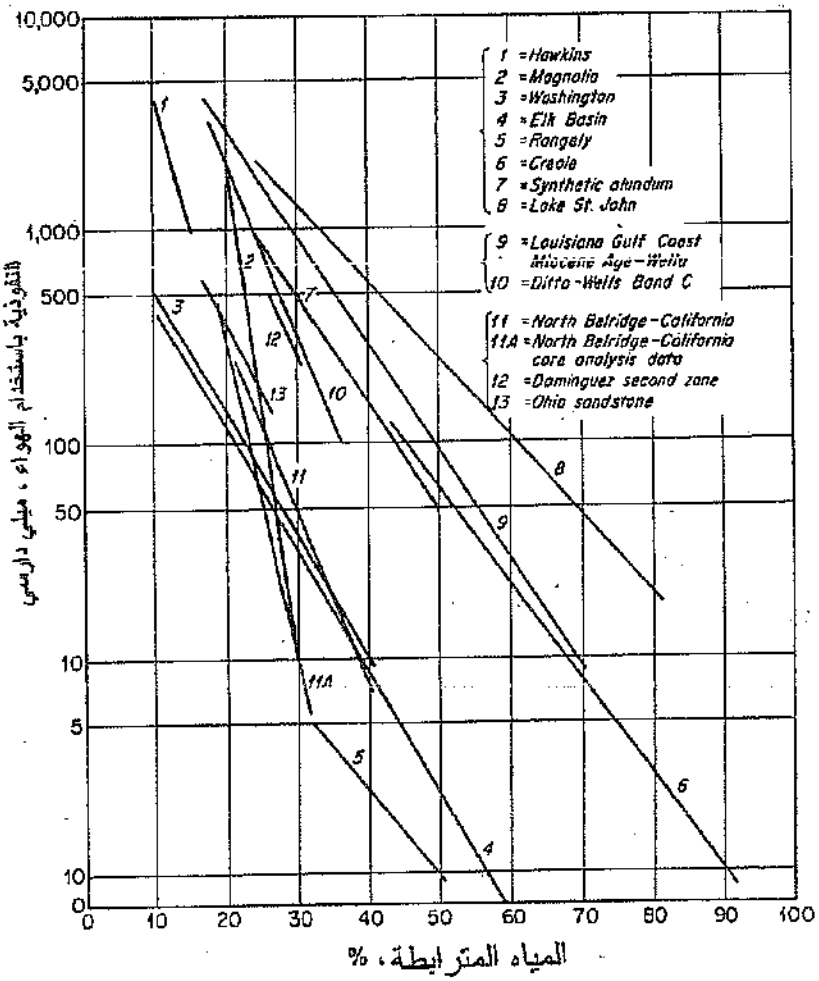
بالماء للعينات تزداد بنقصان نفوذيتها . على أساس المعلومات الحقلية والنتائج المخبرية تعتبر درجة التشبع بالماء للعينات المأخوذة باستخدام سائل حفر ذي أساس نفطي القيمة التي تعكس النتيجة الحقيقية لدرجة التشبع بالماء عند الشروط الطبقية ما عدا درجة التشبع في المنطقة الانتقالية فإن درجة التشبع بالماء فيها ستكون أقل من الحقيقة وذلك بسبب ارتشاح قسم من الماء في أثناء تمدد الغاز .



الشكل رقم (60) علاقة درجة التشبع بالماء مع النفوذية المطلقة

الشكل رقم (61) يوضح علاقة احتواء الصخر للمياه المترابطة بالنسبة لنفوذية العينات الأسطوانية المأخوذة من حقول مختلفة ، ويبين الشكل أن المنحنيات لهذه الحقول لا تتطابق على بعضها البعض ، حيث أن علاقة درجة التشبع بالماء مع لوغاريتم النفوذية تكون تقريبا خطية ، والصفة الهامة التي تتصف بها جميع هذه المنحنيات هي نقصان درجة التشبع بالماء بزيادة النفوذية .

إذا عينت درجة التشبع بالماء حسب المعلومات المحصول عليها بواسطة الضغط الشعري عندئذ يجب أن تتوافق هذه المعلومات مع المعلومات الأخرى المحسوبة بطرق متنوعة .

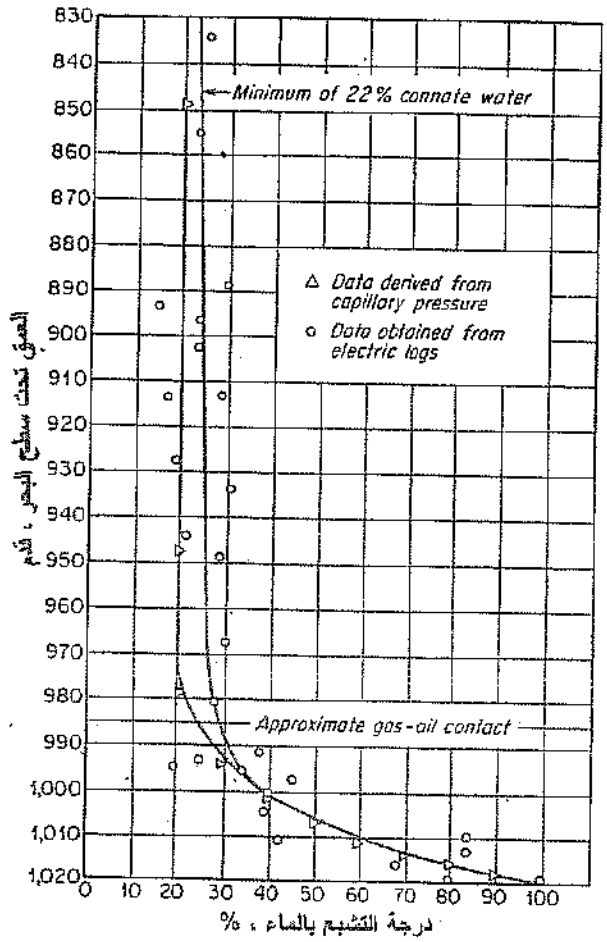


الشكل رقم (61) علاقة احتواء الصخور للمياه المترابطة بالنسبة إلى نفوذية العينات المأخوذة من ثلاثة عشر حقلا (حسب ويلج وبروك Welge & Bruce)

إن توزع الماء في الطبقة والمحصول عليها بواسطة القياسات الكهربائية يتفق عادة مع النتائج المحصول عليها بطريقة الضغط الشعري ، حيث أن مقارنة هذه النتائج موضحة بالشكل رقم (62) .

من الشكل رقم (62) يتبين أنه في المنطقة الانتقالية بين النفط والغاز سوف لا يحدث على درجة التشبع بالماء أي تغير بالمقارنة مع العمق ، بينما في المنطقة

الانتقالية بين الماء والنفط نرى أن درجة التشبع بالماء تتغير بتغير عمق الطبقة . كذلك يوضح هذا الشكل أن المعلومات والنتائج المحصول عليها بالطريقتين المذكورتين أعلاه متطابقة ، ولهذا السبب من الضروري أثناء حساب درجة التشبع الوسطية للطبقة الأخذ بعين الاعتبار تغير درجة التشبع في المنطقة الانتقالية من الماء والى النفط .



الشكل رقم (62) مقارنة نتائج درجة التشبع بالماء المحصول عليها بطريقة القياسات الكهربائية والضغط الشعري

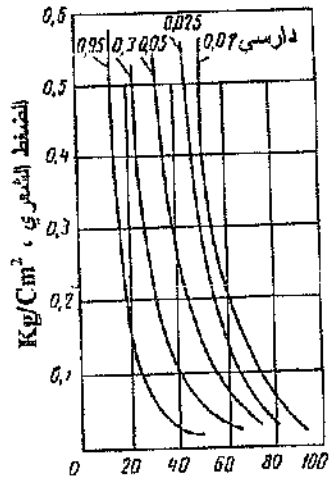
1 – المعطيات المحصول عليها بجهاز قياس الضغط الشعري

2– المعطيات المحصول عليها من القياسات الكهربائية

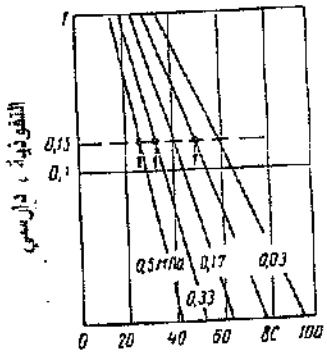
7-8- حساب متوسط الضغط الشعري

بما أن النتائج المخبرية للضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع تقاس بواسطة عينات صغيرة بالمقارنة مع الطبقة ، حيث أن هذه العينة تمثل قسما بسيطا من الطبقة المنتجة ، لذلك وللحصول على نتائج قريبة من الواقع فإن جميع المعلومات المحصول عليها مخبريا للضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء لعينات كثيرة يحسب لها المعدل الوسطي ، حيث أن هذا المنحني الوسطي سيمثل بالتأكيد القيم التي تتفق مع القيم الحقيقية للطبقة .

هناك طريقتين لحساب المعدل الوسطي للضغط الشعري ، الطريقة الأولى اقترحها ليفيريت (Leveret) ، حيث جرى التكلم عنها فيما سبق أما الطريقة الثانية فهي الطريقة الإحصائية وهي كالتالي :



الشكل رقم (63) منحنيات الضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء لدى دفع الماء من العينة بواسطة الهواء



الشكل رقم (64) تغير درجة التشبع بالماء بالعلاقة مع نفوذية الصخور عند قيم مختلفة من الضغط الشعري

لتعيين كمية المياه المترابطة تستعمل عادة في مخبر فيزياء الطبقة بجامعة البعث

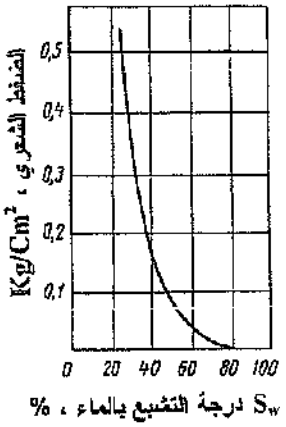
طريقة الحاجز ذي النفوذية الضعيفة ، ولهذا السبب يستعمل الجهاز الذي تكلمنا عنه والموضح بالشكل (52) ، حيث يرسم بواسطة المعلومات والنتائج المحصول عليها بواسطة هذه الطريقة منحني الضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء .

يمثل القسم العلوي من هذا المنحني خطا من الممكن اعتباره عموديا حيث أن القيمة لدى تمديد هذا العمود إلى محور السينات ستمثل كمية المياه المترابطة وإن القسم العلوي من المنحني سيعطي هذا الشكل بسبب أن المياه عند هذه الدرجة من التشبع تكون مترابطة مع الصخور بشكل متين جدا ، حيث بزيادة الضغط الشعري نرى أن درجة التشبع بالماء لا تتغير ولهذا السبب سيمثل القسم العلوي من المنحني خطا مستقيما عموديا .

لتعيين درجة التشبع الوسطية بالماء للطبقة ككل أو لقسم منها ، ترسم منحنيات الضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء ، انظر الشكل رقم (63) ، حسب النتائج المحصول عليها من عينات كثيرة ، حيث أنه بواسطة هذه المعلومات نحصل على علاقة درجة التشبع بالماء للصخور ذوات النفوذية المختلفة بالعلاقة مع الضغط الشعري . الشكل رقم (64) يوضح تغير درجة التشبع بالماء بالعلاقة مع نفوذية الصخور عند قيم مختلفة من الضغط الشعري $5\ Kgf/Cm^2$ ، 3.3 ، 1.7 ، 0.68، 0.34 والمرسومة اعتمادا على الشكل رقم (63) ، حيث نستطيع بواسطة هذه العلاقة الحصول بالتالي على المنحني الوسطي للضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء للصخور . للحصول على هذا المنحني تحسب بالبداية النفوذية الوسطية للصخور المدروسة ، حيث أنها تساوي في المثال الموضح 0.150 دارسي ومن ثم يمرر خط أفقي عند هذه القيمة ، انظر الخط المنقط في الشكل رقم (64) ، – حيث واعتمادا على نقاط تقاطع هذا المستقيم مع المنحنيات ذوات الضغط المختلف – يرسم المنحني الوسطي للضغط الشعري بالعلاقة مع درجة التشبع بالماء للصخور ، انظر الشكل رقم (65) والذي يمكن بواسطته حساب درجة التشبع الوسطية بالماء للصخور المدروسة .

من الشكل رقم (65) يتبين أن درجة تشبع الصخور بالماء الوسطية والتي تمثل المياه المترابطة تساوي 26 % .

إن هذه الطريقة جيدة للصخور الحاوية على كمية من المياه المترابطة تزيد عن 8 – 10 % من حجم المسامات ، حيث لم تجر الأبحاث الكافية على دون هذه النسبة .



الشكل رقم (65) المنحني الوسطي للضغط الشعري بالعلاقة مع درجة تشبع الصخور بالماء لعينة ذات نفوذية 0.150 دارسي

1-7-9- تعيين خاصية التبلل للصخور الطبقية

هناك طريقتان لتعيين خاصية التبلل . تعين خاصية التبلل اعتمادا على الطريقة الأولى بواسطة زاوية التبلل . فإذا كانت زاوية التبلل مساوية للصفر ، عندها سيبلل السائل ذو الكثافة الكبيرة سطح الجسم الصلب كليا ، أما إذا كانت زاوية التبلل مساوية 90° فهذا يعني أن السائلين سيبللان سطح الجسم الصلب بنفس الدرجة ، أما إذا كانت زاوية التبلل مساوية 180° ، فعندها سيبلل السائل ذو الكثافة الصغيرة سطح الجسم الصلب . مما ذكر يتبين أن زاوية التبلل تعتبر مقياسا لدرجة تبلل السائل للجسم الصلب .

أما الطريقة الثانية لتعيين خاصية التبلل فهي نسبة ارتفاع القطرة عن سطح الجسم الصلب إلى طول القطرة . فإذا كانت هذه النسبة مساوية الواحد ، فهذا يعني أن السائلين سيبللان سطح الجسم الصلب ، أما إذا كانت هذه النسبة مساوية الصفر ، فهذا يعني أن السائل ذا الكثافة الكبيرة سيبلل سطح الجسم الصلب .

تعتبر خاصية التبلل للصخور المكمنية المشبعة بالسوائل الطبقية من الصفات