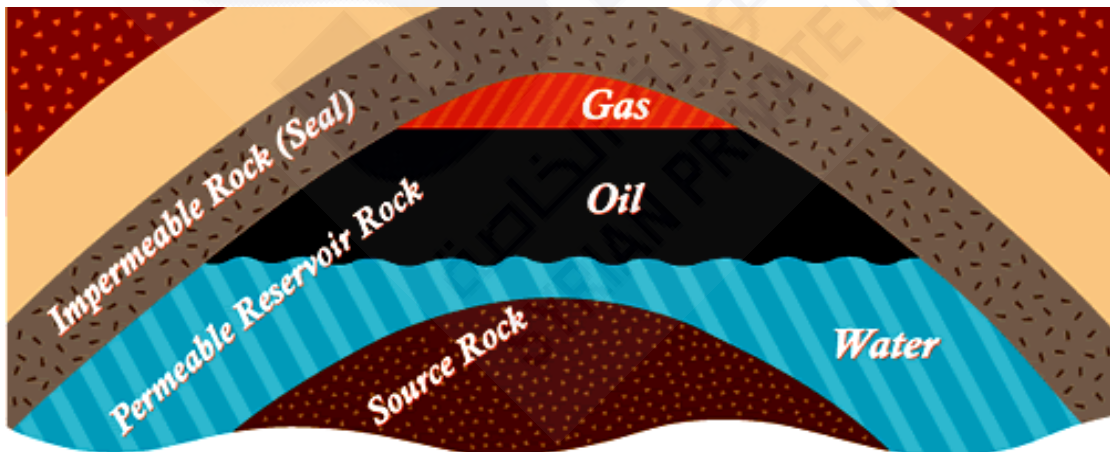


فحوصات الآبار

Well Tests

Lecture 13



تلوث الآبار النفطية

تعتبر المنطقة المجاورة للبئر من أهم المناطق التي يجب تحسين خصائصها نظراً لتأثيرها الكبير على معدل الإنتاجية ولكونها تشكل صلة الوصل بين البئر والطبقة . هذه المنطقة يجب صيانتها من وقتٍ لآخر لتؤدي وظيفتها بالاتجاهين (طبقة - بئر ، بئر - طبقة) حيث يمكن أن نستخدم بعض الآبار المنتجة ، وبعد مرحلة معينة من الإنتاج ، كأبار حقن لموائع مختلفة . تتغير إنتاجية البئر المنتجة أو قدرتها لتقبل موائع حقن فيها تبعاً لعوامل عديدة تجتمع في معادلة ديوي ، وذلك بفرض أن الجريان هو في مستوى نصف قطري والسوائل متجانسة وغير انضغاطية والوسط متجانس والبئر تامة من وجهة النظر الهيدروديناميكية :

$$Q = \frac{2 \pi \cdot K \cdot h (P_L - P_C)}{\mu \cdot \ln \frac{R_K}{r_c}} \quad (1-1)$$

حيث :

Q - معدل الإنتاج ، m³/day .

K - نفوذية الطبقة ، D .

h - سماكة الطبقة الفعالة ، m .

P_L - ضغط الطبقة ، Kg/Cm² .

P_C - ضغط القاع ، Kg/Cm² .

r_c - نصف قطر البئر ، m .

R_K - نصف قطر منطقة سحب البئر ، m .

μ - لزوجة المائع ، Cp .

اعتماداً على هذه المعادلة نلاحظ أن معدل الإنتاج يتناسب طردياً مع K و (P_L - P_C) وعكساً مع μ . إن زيادة فرق الضغط بين الطبقة وقاع البئر يتم إما بإنقاص ضغط قاع البئر أو بزيادة ضغط الطبقة ، في حين نلاحظ أن لزوجة السائل μ تؤثر عكساً على معدل الإنتاج وبالتالي يجب تخفيض μ لزيادة معدل الإنتاج .

أسباب تلوث المنطقة المجاورة للبئر :

يسبب دخول سائل الحفر عند اختراق الطبقة المنتجة أو أثناء إجراء بعض عمليات الإصلاح على البئر (والتي تتم بتشكيل ضغط معاكس على الطبقة عن طريق استخدام سائل حفر ذي وزن نوعي معين) دخول مختلف الشوائب في الفراغات التي يجري خلالها السائل قرب البئر مما يؤدي إلى تخفيض نفوذية هذه المنطقة ، وذلك للأسباب التالية :

- 1) انتفاخ حبيبات الغضار الموجودة بشكل مبعثر في الطبقة المنتجة (إذا كانت سائل الحفر ذي أساس مائي) مما يؤدي إلى تناقص حجم الفراغات المسامية وتناقص النفوذية النسبية للطبقة بالنسبة للنفط أو الغاز بسبب تشكل منطقة مشبعة بالماء بجوار البئر نتيجة فاقد الرشح .
- 2) تشكل مستحلب ذي لزوجة عالية من النفط والماء .
- 3) دخول الحبيبات الصلبة التي تؤدي إلى إغلاق بعض المسامات أو إغلاق الفراغات بالحبيبات الرملية التي يحملها معه السائل من الطبقة باتجاه البئر .
- 4) كما يمكن أن تتوضع في المنطقة القريبة من البئر أثناء عمل البئر بعض البرافينات والراتنجات والأسفلتات . . . الخ ، مشكلةً منطقة ملوثة مجاورة للبئر يختلف نصف قطرها حسب فرق الضغط بين الطبقة والبئر وكذلك حسب النفوذية الأولية للطبقة. يكون نصف قطر المنطقة الملوثة بالسائل أكبر من نصف قطر المنطقة الملوثة بالحبيبات الصلبة خاصةً إذا علمنا أن التلوث بالحبيبات الصلبة يعتمد أيضاً على أبعاد هذه الحبيبات . يمكن أن يصل نصف قطر منطقة التلوث بالسائل إلى 5m في حين يبلغ هذا القطر كحد أقصى في حالة التلوث بالحبيبات الصلبة 50 Cm

تأثير المنطقة الملوثة على إنتاجية الطبقة:

تعتبر نفوذية المنطقة البعيدة عن البئر والتي لم يصل إليها

التلوث K_2 وهي النفوذية الأصلية للطبقة بينما تعتبر المنطقة

الملوثة الممتدة حتى مسافة r_a ضمن الطبقة ذات نفوذية

مختلفة أقل من K_2 ونرمز لها بالرمز K_1 . ولذلك نأخذ

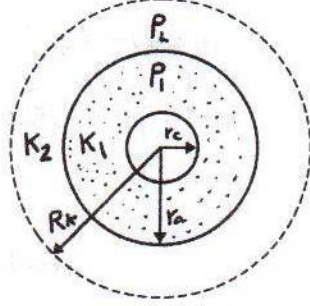
منطقتين متمركزتين يعين كل منهما واقع المنطقة وخصائصها

، كما هو موضح في الشكل (1-1) يمكن تعيين معدل الإنتاج

من هذه الطبقة باستخدام نفوذية وسطية K للمنطقتين. ومن

أجل تحديد K نفرض أن معدل الإنتاج Q ثابت على طول

الطريق من الطبقة حتى البئر .



الشكل (1-1)

$$Q = \frac{2 \pi \cdot h \cdot K_1 (P_1 - P_C)}{\mu \cdot \ln \frac{r_K}{r_c}} = \frac{2 \pi \cdot h \cdot K_2 (P_1 - P_C)}{\mu \cdot \ln \frac{R_K}{r_a}} = \frac{2 \pi \cdot h \cdot \bar{K} (P_L - P_C)}{\mu \cdot \ln \frac{R_K}{r_c}} \quad (2-1)$$

حيث أن :

P_1 - ضغط السائل عند عبوره من المنطقة ذات النفوذية الأولية K_2 إلى المنطقة الملوثة ذات النفوذية

K_1 .

\bar{K} - النفوذية الوسطية للطبقة ككل .

r_a - نصف قطر المنطقة الملوثة .

ولكن :

$$P_L - P_C = (P_L - P_1) + (P_1 - P_C) \quad (3-1)$$

$$P_L - P_1 = \frac{Q \cdot \mu \cdot \text{Ln} \frac{r_K}{r_a}}{2 \pi \cdot h \cdot K_2} \quad (4-1)$$

$$P_1 - P_C = \frac{Q \cdot \mu \cdot \text{Ln} \frac{r_a}{r_c}}{2 \pi \cdot h \cdot K_1} \quad (5-1)$$

$$P_L - P_C = \frac{Q \cdot \mu \cdot \text{Ln} \frac{r_K}{r_c}}{2 \pi \cdot h \cdot \bar{K}} \quad (6-1)$$

وبتعويض العلاقات (4-1) ، (5-1) ، (6-1) في العلاقة (3-1) نجد :

$$\frac{Q \cdot \mu \cdot \text{Ln} \frac{r_K}{r_c}}{2 \pi \cdot h \cdot \bar{K}} = \frac{Q \cdot \mu}{2 \pi \cdot h} \left(\frac{1}{K_2} \text{Ln} \frac{R_K}{r_a} + \frac{1}{K_1} \text{Ln} \frac{r_a}{r_c} \right)$$

والتي تعين منها النفوذية الوسطية للطبقة \bar{K} :

$$\bar{K} = \frac{\text{Ln} \frac{R_K}{r_c}}{\frac{1}{K_2} \text{Ln} \frac{R_K}{r_a} + \frac{1}{K_1} \text{Ln} \frac{r_a}{r_c}} \quad (7-1)$$

والتي تمكن من تحديد درجة تلوث المنطقة المجاورة للبئر .

نهاية المحاضرة الثالثة عشرة