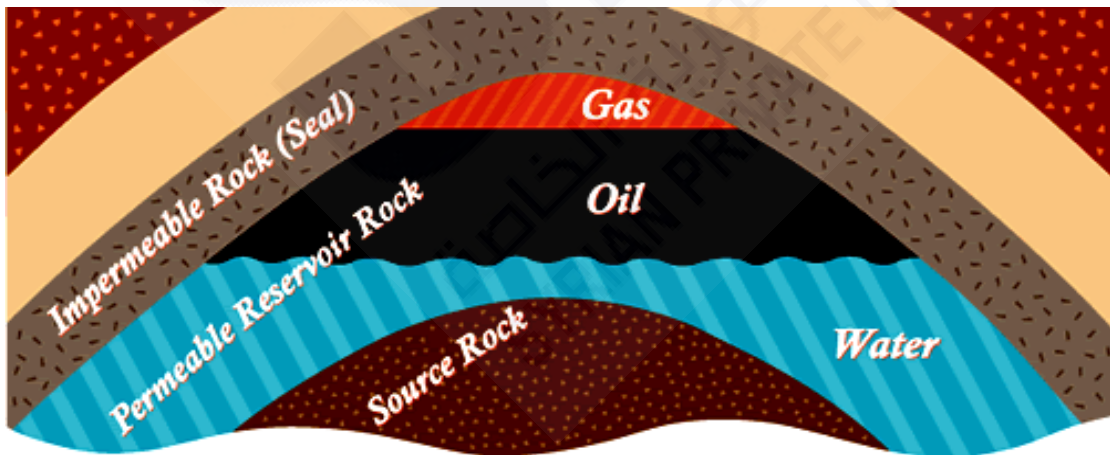


فحوصات الآبار

Well Tests

Lecture 14



طرق تعيين درجة تلوث المنطقة المجاورة للبئر :

يمكن أن يكون معدل الإنتاج من البئر قليلاً نتيجة النفوذية الأولية القليلة للطبقة بالأساس ويمكن أن يكون قد انخفض هذا المعدل نتيجة تلوث المنطقة المجاورة للبئر .

تعتمد طرق تعيين درجة التلوث على المقارنة بين العناصر التي تؤثر على إنتاجية الطبقة بشكل مباشر أو غير مباشر ، وتتم المقارنة مع بئر مثالية (لا توجد منطقة تلوث) على أن ينتج البئر من نفس الطبقة وتحت تأثير نفس الشروط حيث نعتبر أن انخفاض الإنتاجية في البئر المدروسة ناتج فقط عن تلوث المنطقة المجاورة له .

1- معيار معامل الإنتاجية Production Index :

يعرف معامل الإنتاجية بالنسبة بين معدل إنتاج البئر وفرق الضغط الذي يتم بتأثيره إنتاج هذا البئر . وعليه يمكن كتابة معامل الإنتاجية كما يلي :

$$PI = \frac{Q}{P_L - P_C} \frac{2 \pi \cdot h \cdot K}{\mu \cdot b \cdot L \ln \frac{R_K}{r_c}} \quad (8-1)$$

ولتعيين درجة التلوث تحدد قيمة معامل الإنتاجية المقابلة للشروط الأولية للطبقة ثم قيمته الأخرى في أثناء إجراء التحاليل على البئر . وبمقارنة القيمتين يمكن تحديد درجة تلوث الطبقة . عندما يقارن معامل إنتاجية البئر المدروسة مع معامل إنتاجية بئر مجاورة يستعمل معامل إنتاجية خاص من أجل واحدة السماكة للطبقة :

$$PI_s = \frac{PI}{h}$$

2- معيار معامل الفعالية Efficiency factor :

بعد زمن من الإنتاج يمكن تعيين النفوذية الوسطية للطبقة المنتجة بواسطة الطرق العادية في بحث الآبار عند نظام ثابت، ويفرض أن البئر تامة هيدروديناميكياً والسوائل متجانسة وغير انضغاطية باستخدام العلاقة التالية:

$$\bar{K} = \frac{b \cdot Q_o \cdot \mu \cdot \text{Ln} \frac{R_K}{r_c}}{23.6 h (P_L - P_C)} \quad (9-1)$$

حيث أن :

Q_o - معدل الإنتاجية بالشروط القياسية على السطح m^3/day .

قيمة هذه النفوذية لا يمكننا من تقييم الطبقة المجاورة للبئر وما إذا كانت إنتاجيتها القليلة هي نتيجة التلوث أم نتيجة النفوذية الأولية للطبقة . لذلك نلجأ إلى مقارنة هذه النفوذية مع النفوذية التي تعين في المخبر اعتماداً على العينات الأسطوانية المأخوذة من الطبقة عند اختراقها ولذلك يسمى هذا المعيار أحياناً بمعيار النفوذية . وبتحويل النفوذية المطلقة إلى نفوذية فعلية باستعمال النفوذية النسبية للنفط يصبح معامل الفعالية كما يلي :

$$E = \frac{\bar{K}}{K_r \cdot \bar{K}_C} = \frac{Q}{Q_T} \quad (10-1)$$

حيث أن :

\bar{K} - النفوذية الوسطية الفعلية للطبقة .

K_r - النفوذية النسبية للنفط .

\bar{K}_C - النفوذية الوسطية المطلقة والتي تعين من تحليل العينات الأسطوانية

Q_T - معدل الإنتاج النظري في نظام ثابت للطبقة غير الملوثة .

Q - معدل إنتاج البئر المدروسة .

إذاً : يمكن استخدام معيار النفوذية فقط في حالة وجود عينات أسطوانية وإمكانية تحليل هذه العينات .

3- معيار نسبة الإنتاجية : Ratio of Production

يتم تعيين تغير الضغط عند قعر البئر اعتماداً على بحث الآبار في نظام غير مستقر استناداً إلى منحنى استعادة

الضغط في القاع وفق المعادلة :

$$\begin{aligned} P_C &= P_L - \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{23.6 h \cdot K} \cdot \frac{1}{2} \text{Log} \frac{t_o + \Delta t}{\Delta t} = \\ &= P_L + i \cdot \text{Log} \frac{t_o + \Delta t}{\Delta t} \end{aligned} \quad (11-1)$$

حيث أن :

t_o - الزمن الكلي للإنتاج من البئر .

Δt - زمن إغلاق البئر .

i - ميل الجزء المستقيم من منحنى استعادة الضغط :

$$i = - \frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{23.6 h \cdot K} \quad (12-1)$$

تقابل i القيمة الحقيقية من منحنى استعادة الضغط :

$$i = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{P_{C2} - P_{C1}}{\text{Log } t_2 - \text{Log } t_1} \quad (13-1)$$

ونصل في النهاية إلى العلاقة التي تمكن من حساب النفوذية الفعلية الوسطية للطبقة :

$$k = - \frac{1}{2} \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{23.6 h i} \quad (14-1)$$

ولتعيين درجة التلوث تجري مقارنة بين هذه النفوذية والنفوذية الوسطية الحقيقية للطبقة ككل مع المنطقة الملوثة

اعتماداً على العلاقة :

$$\bar{K} = \frac{Q \cdot b \cdot \mu \cdot \text{Log} \frac{R_K}{r_C}}{2.36h (P_L - P_C)}$$

ويعرف معامل الإنتاجية بالنسبة ما بين عامل الإنتاجية للمنطقة الملوثة والمنطقة غير الملوثة

$$\bar{R}_P = \frac{\bar{K}}{K} = \frac{-2i \cdot \text{Log} \frac{R_K}{r_C}}{P_L - P_C} \quad (15-1)$$

ويتم تعيين وضع البئر حسب الحالات التالية :

أ- إذا كان $\bar{K} = K \Leftrightarrow \bar{R}_P = 1$ أي لا يوجد أي تغيير في النفوذية للمنطقة المجاورة للبئر أو لا يوجد تلوث بهذه المنطقة .

ب- إذا كان $\bar{K} < K \Leftrightarrow \bar{R}_P < 1$ وهذا يعني أن المنطقة المجاورة للبئر ملوثة وهذا هو سبب إنقاص إنتاجية البئر .

ج- إذا كان $\bar{K} > K \Leftrightarrow \bar{R}_P > 1$ وهذا يعني أن نفوذية المنطقة المجاورة للبئر قد تحسنت بعد إجراء إحدى عمليات التحسين والمعالجة وبالتالي فإن الطبقة ذات استطاعة إنتاجية أكبر .

4- معيار الظاهرة السطحية : Skin Effect

يفترض هنا أن المنطقة الملوثة ذات قطر صغير جداً بالمقارنة مع قطر منطقة تأثير البئر ويمكن تمثيلها بغشاء رقيق يقوم بدور المصفاة توضع في طريق جريان السوائل من الطبقة باتجاه البئر ليقاوم الجريان وللتغلب على ذلك فإنه يتطلب زيادة في فرق الضغط بين البئر والطبقة والتي تحسب كما يلي :

$$P_S = \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{2.36h K_2} \cdot \frac{1}{2.3} \left(\frac{K_2 - K_1}{K_1} \text{Log} \frac{R_K}{r_C} \right) = \quad (16-1)$$

$$P_S = \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{2.36h K_2} \cdot \frac{1}{2.3} \cdot S$$

حيث أن :

K_1 - نفوذية المنطقة الملوثة بجوار البئر .

K_2 - نفوذية المنطقة غير الملوثة والبعيدة عن البئر .

r_c - نصف قطر المنطقة الملوثة .

S - الظاهرة السطحية حيث أن :

$$S = \left(\frac{K_2 - K_1}{K_1} \text{Log} \frac{R_K}{r_c} \right) \quad (17-1)$$

وهنا نلاحظ أن قيمة الظاهرة السطحية تعتمد على نفوذية المنطقة الملوثة والمنطقة غير الملوثة وكذلك على قطر منطقة التلوث . ونميز الحالات التالية :

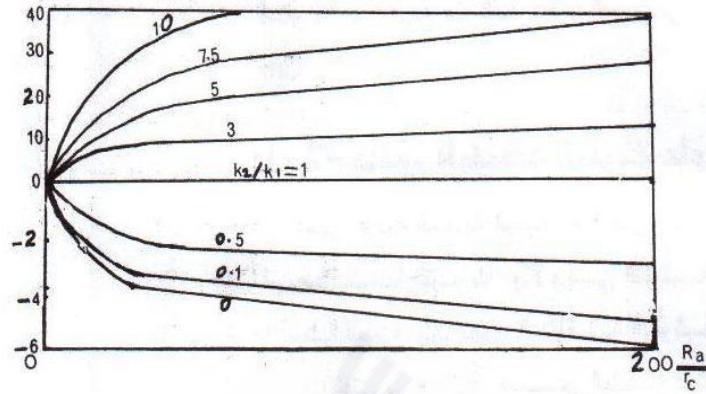
إذا كانت $S = 0 \Leftrightarrow K_2 = K_1$ أي لا توجد منطقة ملوثة بجوار البئر .

إذا كانت $S > 0 \Leftrightarrow K_2 > K_1$ أي توجد منطقة ملوثة بجوار البئر تؤدي إلى تقليل الإنتاجية

إذا كانت $S < 0 \Leftrightarrow K_2 < K_1$ أي أن النفوذية تحسنت في المنطقة المجاورة للبئر بفعل عمليات المعالجة

والتحسين التي تعرضت لها . إذا مثلنا بيانياً قيمة S مع النسبة $\frac{r_a}{r_c}$ من أجل نسب مختلفة لـ $\frac{K_2}{K_1}$ فإننا

نحصل على مجموعة من المنحنيات كما في الشكل (2-1)



الشكل (2-1): تغير s بالعلاقة مع $\frac{r_a}{r_c}$ عند نسب $\frac{K_2}{K_1}$ مختلفة

تعيين قيمة S اعتماداً على منحنيات تغير الضغط عند قاع البئر بالعلاقة التالية:

$$S = 1.151 \frac{P_C^* - P_C}{i} - 1.15 \text{Log} \left(\frac{Q \cdot b}{60 i \cdot h \cdot m \cdot C \cdot r_c^2} \right) \quad (18-1)$$

حيث أن :

P_C^* - الضغط بعد ساعة من إغلاق البئر وتؤخذ مقابل الجزء المستقيم من منحنى تغير الضغط .

P_C - الضغط عند قعر البئر .

C - الانضغاطية للنفط .

r_c - نصف قطر البئر .

m - مسامية الطبقة .

h - السماكة الفعالة .

i - ميل الجزء المستقيم من منحنى ارتفاع الضغط داخل البئر ($\Delta P, t$)

تطبق الطرق السابقة بحالة جريان سائل واحد ضمن الطبقة ولكن يمكن استخدامها عند جريان عدة موائع

(ماء - نفط - غاز) وفي هذه الحالة يجب تغيير بعض العوامل المتعلقة بخواص السائل بقيم تمثل خواص

الخليط ، حيث :

- يقاس معدل السائل المنتج من البئر .
- ينزل جهاز قياس تغير الضغط عند قاع البئر مقابل الطبقة المنتجة .
- تغلق البئر لفترة من الزمن كافية لتسجيل المعطيات حول تغير الضغط .
- يرسم منحنى تغير الضغط بالعلاقة مع الزمن (لغاريتم الزمن) .
- تحسب الحركية الكلية للموائع في الطبقة :

$$\lambda_T = \left(\frac{K}{\mu} \right)_T = \lambda_o + \lambda_g + \lambda_w = \frac{K_o}{\mu_o} + \frac{K_g}{\mu_g} + \frac{K_w}{\mu_w} \quad (19-1)$$

- تحسب الانضغاطية الكلية للموائع على الشكل :

$$C_T = C_o + C_g + C_w$$

- تحسب النفوذية الكلية للنفط والغاز .
- يعين ضغط الطبقة وتحسب نسبة الإنتاج .

ومن أجل الحصول على نتائج دقيقة يجب استخدام أجهزة حساسة عند قياس الضغط في القاع وكذلك الزمن للحصول على الجزء المستقيم من منحنى تغير الضغط .

نهاية المحاضرة الرابعة عشرة