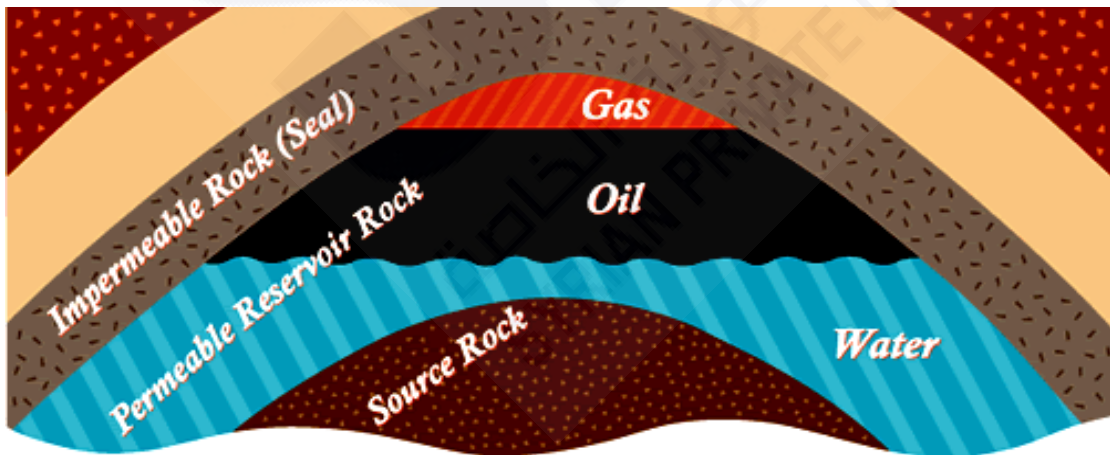


فحوصات الآبار

Well Tests

Lecture 8



1. نحسب ضغط القاع (P_C) اعتمادا على الضغط السكوني للفراغ الحلقي:

• عند عدم تحرك عمود الغاز، من العلاقة رقم (2-1):

$$P_C = P_Y \times e^{\frac{0.03415 \times \gamma \times L}{\bar{Z} \times \bar{T}}} = P_Y \times e^S \quad (2-1)$$

حيث أن:

$$S = \frac{0.03415 \times \gamma \times L}{\bar{Z} \times \bar{T}}$$

L : عمق نقطة القياس ، M .

P_Y : ضغط الفراغ الحلقي عند رأس البئر .

\bar{Z} : يحسب عند (\bar{T}) و (\bar{P}) .

\bar{T} : درجة الحرارة الوسطية $\frac{T_C + T_S}{2}$.

T_C : درجة الحرارة عند قاع البئر .

T_S : درجة الحرارة عند فوهة البئر في الفراغ الحلقي .

\bar{P} : الضغط الوسطي $\frac{P_C + P_S}{2}$.

يعطي استخدام العلاقة (2-1) نتائج مرضية لحساب ضغط القاع في الآبار التي تغيب عنها المياه

وتتواجد فيها المكثفات بشكل قليل . أما عند اختبار الآبار التي تعمل بوجود الماء وعامل تكثف كبير فيتم

استخدام مقاييس الضغط البئرية للحصول على ضغط القاع والضغط الطبقي.

• عندما يكون الغاز متحركا ، يحسب ضغط القاع (P_C) من العلاقة (3-1) :

$$P_C = \sqrt{P_Y^2 \cdot e^{2S} + \theta \cdot q^2} \quad (3-1)$$

حيث أن:

$$\theta = \lambda \frac{Z^2 \times T^2 (e^{2S} - 1)}{d^5} \quad (4-1)$$

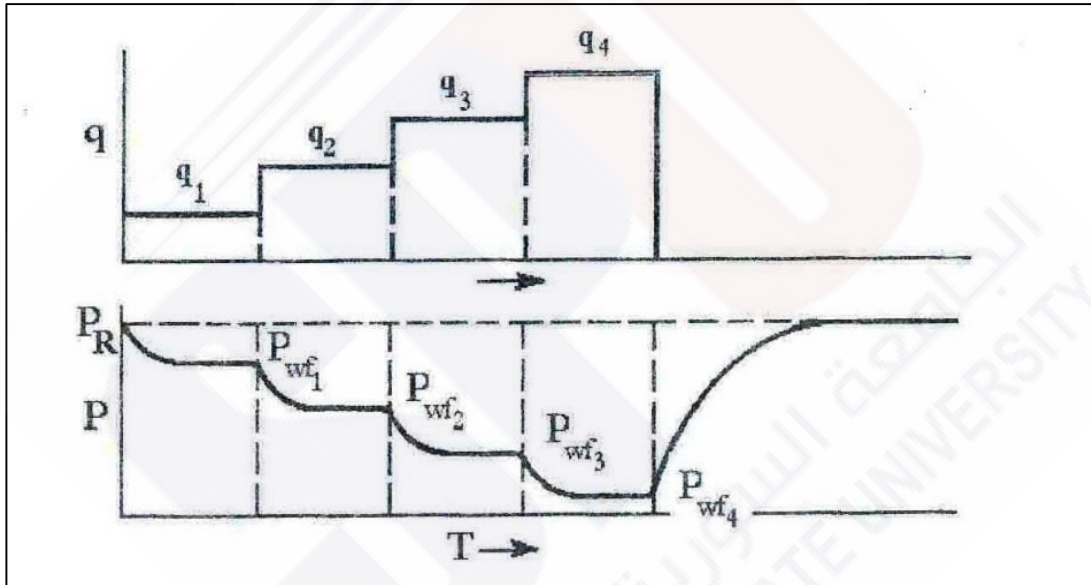
λ : عامل المقاومة الهيدروليكية ، يحدد من جداول خاصة كتاب لعد رينولدز والخشونة النسبية للأنايب ويمكن اعتماده قيمته ما بين (0.014-0.018) .

d : القطر الداخلي للأنايب الإنتاج ، cm .

2. يرسم منحنى العلاقة $\left[f(q) = \frac{\Delta p^2}{q} \right]$ لتحديد بعض مؤشرات الطبقة المنتجة ، وتتغير الإنتاجية

وضغط القاع عند القياسات بهذه الطريقة كما في الشكل رقم (2-1) ، وعند الحصول على تغير عشوائي

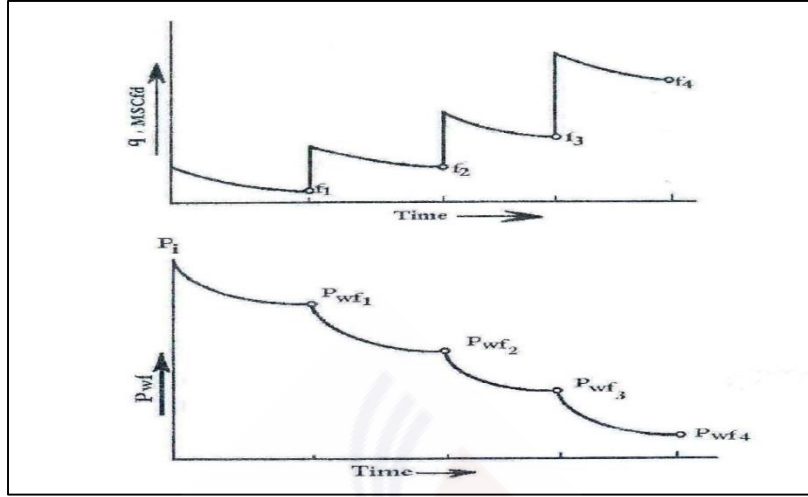
للنقاط على الدليل البياني تؤخذ نقاط إضافية بين الأنظمة السابقة للقياس .



الشكل (2-1): الجريان المتتابع ويعبر عن تغير القياس

3. يظهر الشكل رقم (3-1) معدلات الجريان غير الثابت أثناء تسجيلات الاختبارات الحقيقية حسب

فيتكوفيتش .



الشكل (3-1): معدلات الجريان وتغير الضغوط حسب فيتكوفيتش

يعبر عن الجريان المستقر للغاز الحقيقي من الطبقة إلى البئر بعلاقة هوبرت وهي معادلة ثنائية الحد مع اعتبار

أن $(\mu_g \cdot z)$ ثابت :

$$P_i^2 - P_c^2 = aq + bq^2 \quad (5-1)$$

حيث أن:

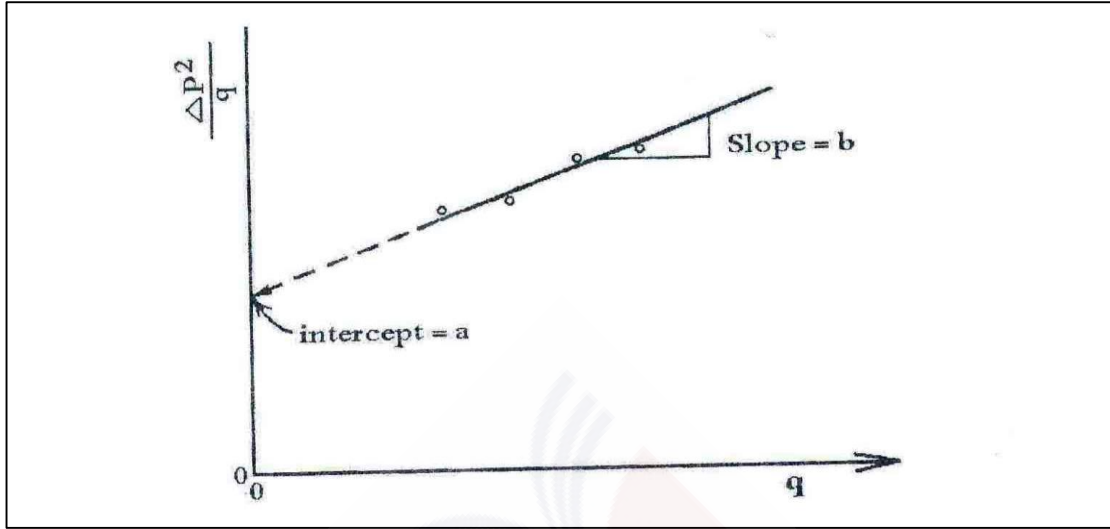
a, b : عوامل المقاومة الارتشاحية .

• العلاقة (5-1) علاقة غير خطية بسبب قوى العطالة والظاهرة السطحية التي يعبر عنها من خلال

(b) .

• العلاقة $\left[f(q) = \frac{P_i^2 - P_c^2}{q} \right]$ علاقة خطية ، وعند رسمها كما في الشكل (4-1) نستطيع تحديد

قيمة (a) من خلال تقاطع المستقيم المرسوم مع محور العينات ، وتحديد قيمة (b) من ميل المستقيم .



الشكل (4-1): الدليل البياني

بعد تحديد قيمة (a) و (b) وتشكيل المعادلة (5-1) يمكن تحديد القيمة الأعظمية لإنتاج الغاز (Absolute Open Flow) (AOF) وكذلك بقيمة المؤشرات من نفوذية وناقلية هيدروديناميكية ودرجة تشبع بالغاز ومسامية وغير ذلك.

إن المعادلة ثنائية الحد أدق من معادلة "رولينس وشيلهارت" الأسية وتتعلق دقة هذه المعادلة بمجالات الضغوط والحرارة.

• معادلة حساب (a) بالوحدات المترية هي:

$$a = \frac{P_{SC} \times \mu_g \times Z \times T_i}{\pi \times K_g \times h \times T_{SC}} \left(\ln \frac{R_K}{r_c} + C_1 + C_2 \right) \quad (6 - 1)$$

معادلة حساب (a) بالوحدات الإنكليزية:

$$a = \frac{1422 \times \mu_g \times Z \times T_i}{K_g \times h} \left(1.151 \times \log \left(\frac{10.06F}{C_A \times r_w^2} \right) - \frac{3}{4} + S' \right) \quad (7 - 1)$$

- معادلة حساب (b) بالوحدات المترية:

$$b = \frac{\beta \times \rho_{SC} \times T_i^2}{0.746 \times 2\pi^2 \times h^2 \times T_{SC}^2 \times P_{SC} \times r_c} \quad (8 - 1)$$

حيث أن β : عامل الاضطراب ويحسب من علاقة شيركوفسكي :

$$\beta = \frac{63 \times 10^6}{\left(\frac{K_g}{\phi}\right)^{\frac{3}{2}}} \quad (9 - 1)$$

- معادلة حساب (b) بالوحدات الإنكليزية:

$$b = \frac{1422 \times \mu_g \times Z \times T_i \times D}{K_g \times h} \quad (10 - 1)$$

حيث أن:

P_{SC} : الضغط القياسي بالباسكال .

μ_g : لزوجة الغاز ، تقاس بالوحدات المترية بالباسكال ثانية .

T_i : درجة الحرارة الأولية ، تقاس بالوحدات المترية بالكلفن (K) .

K_g : نفوذية التشكيلة تقاس بالوحدات المترية بـ (m^2) أو (10^{12} Darcy) .

ϕ : المسامية كجزء من الواحد.

h : السماكة الفعالة للتشكيلة، تقاس بالوحدات المترية بالمتر.

T_{SC} : درجة الحرارة القياسية بالكلفن .

R_K : نصف قطر منطقة السحب بالمتر.

r_c : نصف قطر البئر بالمتر .

C_1 : عامل يأخذ بعين الاعتبار عدم تمامية البئر من حيث درجة فتحها ، ويمكن الحصول عليه من

جداول ومنحنيات خاصة أو من العلاقة الآتية :

$$C_1 = \frac{1}{\delta^{\frac{1}{2}}} \cdot \log \frac{1}{\delta^2} \quad (11 - 1)$$

δ : نسبة اختراق الطبقة وتحسب من العلاقة : $\delta = \frac{B}{h}$. حيث :

B : السماكة المختركة

C_2 : عامل يأخذ بعين الاعتبار عدم تمامية البئر من حيث طبيعة فتح الطبقة . ويحسب بالصيغة

التقريبية للباحث "مينسك" :

$$C_2 = \frac{1}{n \cdot R_0} \quad (12 - 1)$$

n : عدد الثقوب لكل متر واحد من سماكة الطبقة .

R_0 : نصف قطر الثقوب ، ويحسب من العلاقات الآتية :

▪ للصخور الرملية والحبيبية عندما: $0.15 \leq \phi \leq 0.30$

$$R_0 = 31.7 \times \phi^{\frac{1}{2}} \quad (13 - 1)$$

▪ للصخور الكربوناتيية عندما: $0.01 \leq \phi \leq 0.10$

$$R_0 = 150 \times \phi^{\frac{3}{4}} \quad (14 - 1)$$

أما الواحدات الإنكليزية فهي كالآتي:

μ_g : لزوجة الغاز ، تقاس بالسنتي بواز (CP).

T_i : درجة الحرارة الأولية تقاس بالرانكن (R).

K_g : نفوذية التشكيلة تقاس بالميلي دارسي (mD).

h : السماكة الفعالة للتشكيلة، تقاس بالقدم .

F : سطح الارتشاح بالأكري acre.

$S^`$: الظاهرة السطحية الظاهرية.

C_A : عامل الشكل لـ (Dietz) ديتس وهو يساوي (31.62) من أجل مساحة سحب دائرية والبئر في

مركزها، ويستخرج من جداول خاصة.

D : عامل جريان لا دارسي (Non-Darcy flow) ويحسب من العلاقة:

$$D = \frac{2.715 \times 10^{-15} \times \beta \times K_g \times M \times P_{SC}}{h \times r_c \times T_{SC} \times \mu_g} \quad (15 - 1)$$

β : عامل الاضطراب ويحسب من العلاقة التالية لـ "جونز":

$$\beta = 1.88 \times 10^{10} \cdot K^{-1.47} \times \phi^{-0.53} \quad (16 - 1)$$

ومن المعادلة التي تعبر عن (a) نحصل على قيمة الناقلية الهيدروديناميكية $\left(\frac{K_g \cdot h}{\mu_g}\right)$:

$$\frac{K_g \cdot h}{\mu_g} = \frac{P_{SC} \times T_i \times Z}{\pi \times T_{SC} \times \alpha} \left(\ln \frac{R_K}{r_c} + C_1 + C_2 \right) \quad (17 - 1)$$

وبالتالي نحصل من المعادلة (3-17) على قيمة النفوذية:

$$K_g = \left(\frac{K_g \cdot h}{\mu_g} \right) \frac{\mu_g}{h} \quad (18 - 1)$$

كما يمكن استخراج قيمة $\left(\frac{K_g}{\phi}\right)$ بالاعتماد على العامل (b):

$$\frac{K_g}{\phi} = \left[\frac{63 \times 10^6 \times \rho_a \times T_i^2}{2 \times \pi^2 \times 0.746 \times 10^4 \times h^2 \times T_{SC}^2 \times r_c \times P_{SC} \times b} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (19 - 1)$$

وبعدها يمكن تحديد مسامية الطبقة:

$$\phi = \frac{K_g}{\left(\frac{K_g}{\phi}\right)} \quad (20 - 1)$$

كما نحدد درجة التشبع بالمياه المترابطة (S_{wi}) من المعادلة:

$$\frac{K_g}{\phi} = (1 - S_{wi}) \times 10^{\left(\frac{0.182 - S_{wi}}{0.1}\right)} \quad (21 - 1)$$

وبالتالي تحسب درجة التشبع الأولية بالغاز وكذلك النفوذية المطلقة (K) بالعلاقة:

$$K = \frac{K_g}{(1 - S_{wi})^2} \quad (22 - 1)$$



نهاية المحاضرة الثامنة