



* For Case 3:

$$V = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 \phi}{5.615} \rightarrow \frac{dV}{dr} = \frac{4 \pi r^2 \phi}{5.615} \rightarrow dV = \frac{4 \pi r^2 \phi dr}{5.615}$$

$$\dots \rightarrow P_{ave} = P_w + \frac{P_e - P_w}{\frac{1}{r_e} - \frac{1}{r_w}} \left(\frac{3}{2r_e} - \frac{1}{r_w} \right) \quad \checkmark$$

* For Case 6:

$$e^x \approx 1+x$$

$$P_{ave} = P_w + \frac{P_e - P_w}{\frac{1}{r_e} - \frac{1}{r_w}} \left(\frac{3}{2r_e} - \frac{1}{r_w} \right)$$

* For Case 9:

$$\Psi_{ave} = \Psi_w + \frac{\Psi_e - \Psi_w}{\frac{1}{r_e} - \frac{1}{r_w}} \left(\frac{3}{2r_e} - \frac{1}{r_w} \right)$$

* نکته بسیار مهم: می دانیم که در جریان 0.5.5 در هر زمان t ، موج فشار به ماصد ارتفاع 2 از عمق رسیده است در چنین حالتی کافی است در هر زمان خاص توزیع پدیری فشار را مانند منفردی که در حالت 5.5 است فرض کنیم به این صورت که در هر لحظه زمانی از جریان 0.5.5 کافی است با استفاده از روابط جریان 5.5 و با قرار دادن r_{inv} به جای r_e ، P_{ave} را محاسبه کنیم.

من شیخ سجادی ننوادم به هم بگویم
که به تو قیام و انبابت ما فرود دارد



* For Case 23:

$$P_{ave} = \frac{2}{r_e^2} \int_{r_w}^{r_e} P r dr$$

$$q_w = 7.08 \frac{kh}{\bar{r}} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2}}$$

$$P = P_w + \frac{q_w \bar{r}}{7.08 kh} \left[\ln\left(\frac{r}{r_w}\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{r}{r_e}\right)^2 \right]$$

⋮

$$P_{ave} = P_w + \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2}} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4} \right] \quad \checkmark \checkmark$$

* نکته: عدد " $-\frac{3}{4}$ " در رابطه P_{ave} بیانگر سیستم های Bounded می باشد.



* نکته: در این حالت داریم:

$$P_e - P_{ave} = \frac{1}{4} \times \frac{q_w \bar{r} B_o}{7.08 kh}$$

زیادت آب دارم که زرافت اونندوم تو سياه کم بياين که چه د فلغ وارو



۱۳۳۷

2016

۱۳۹۵، ۰۹، ۲۷

۱۵ ذی القعدة

September 17



* For Case 26:

$$\psi_{ave} = \psi_w + \frac{\psi_e - \psi_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2}} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4} \right]$$



شهرستان

- Flow Equation for Generalized Reservoir Geometry:

معادلات بردت آمده برای جریان P.S.S تنها در حالتی که چاه در وسط یک مخزن دایره‌ای شکل باشد صادق است. در واقعیت مخازن حیدروکربوری دارای شکل‌های مختلف (Non-Circular Drainage Area) می‌باشند و در نتیجه یک اصطلاح برای تعیین محدوده کلیه مخزن نیز در معادلات جریان نیاز می‌باشد.

برای نوشتن Flow Eq. همه موارد ثابت می‌باشند فقط r_e تغییر می‌کند برای بردت آوردن r_e داریم:

* Dietz Recommendation:

$$\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) \longleftrightarrow \frac{1}{2} \ln\left(\frac{10.06 A}{C_A r_w^2}\right)$$

↓

For Radial

↓

For Any Shape

A: Area (Top View) , ft^2

C_A : Dietz Shape Factor → From Table 6-4 (Page 425)

مادرسش را بر من یاد نگذارد آن گنت نسبت من به برنی سرد پان گنت

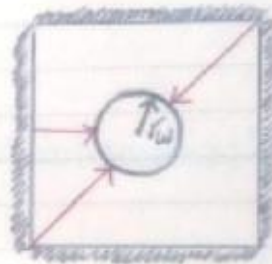


$$\rightarrow C_A = 31.6$$

Radial (Top View)



Top View



Top View

* For Case 23 :

$$\text{Radial : } q_w = 7.08 \frac{kh}{rB_o} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2}}$$

or

$$q_w = 7.08 \frac{kh}{rB_o} \frac{P_{ave} - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4}}$$

Any Shape:

$$q_w = 7.08 \frac{kh}{\mu B_o} \cdot \frac{P_e - P_w}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{10.06 A}{C_A r_w^2} \right) - \frac{1}{2}}$$

or

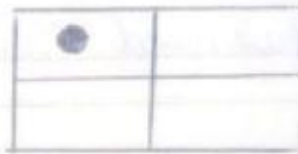
$$q_w = 7.08 \frac{kh}{\mu B_o} \cdot \frac{P_{ave} - P_w}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{10.06 A}{C_A r_w^2} \right) - \frac{3}{4}}$$

برای مستطیل‌ها اگر جای قطر مرکز متساوی باشد یعنی چاه غرق کند C_A نیز متفاوت می‌باشد.



C_{A1}

$$C_{A1} \neq C_{A2}$$



C_{A2}

* نکته بسیار مهم: صورت موقعیت چاه نسبت به مرزهای مخزن مرکزیت و تعادل بیشتری داشته باشد، C_A بیشتر خواهد بود. پس در مورد مستطیل‌های بالا داریم:

$$C_{A1} > C_{A2}$$

* نکته بسیار مهم: مخزن اشباع کلیه منظم تر دارای C_A بزرگتری می‌باشند.

مرکز گول به مشقی خوش روی بود دکله غیر جابجاست بیچ اشکاه نیست



۱۳۹۵...۷...۵

مدت زمانی که طول می کشد تا افت فشار در مخزن برسد را به صورت

از بر تعریف می کنیم

$$t_{DA} = \frac{6.328 k}{\mu C \phi A} \cdot t, t: \text{Day}$$

or

$$t_{DA} = \frac{\eta}{A} \cdot t$$

t_{DA} = Dimensionless Time Based on Total Drainage Area
= Stabilized Time

- به عبارتی دیگر t_{DA} یک تخمین از Transition Time از حالت U.S.S به P.S.S می باشد که در قالب بی بعد تعریف می شود.

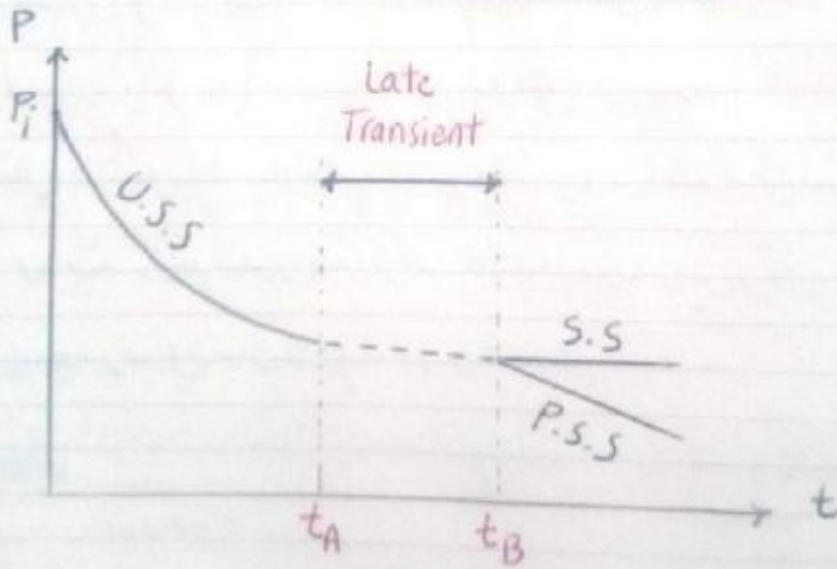
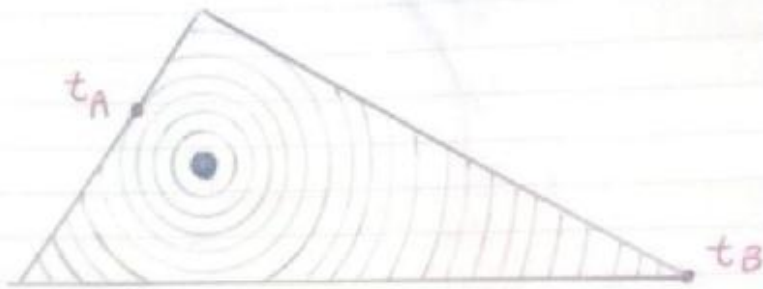
$$t_D = \frac{6.328 k}{\mu C \phi r_w^2} \cdot t, t_D = \text{Dimensionless Time} *$$

$$\rightarrow t_{DA} = t_D \left(\frac{r_w^2}{A} \right)$$

$$r_D = \frac{r}{r_w}, r_D = \text{Dimensionless Radius} *$$



در حالتی که فاصله مرزها از چاه بیکان نیست بین جریان از حالت U.S.S. به جریان های توسعه یافته S.S. یا P.S.S. یک محدودیت قاری بر حسب زمان بوجود می آید که به Late Transient معروف است. برای مثال دهم شتر مخزن زیر را در نظر بگیرید:



نکته بسیار مهم هر چه C_A کوچکتر باشد (مخزن آسفالت تر باشد) محدوده زمانی Late Transient بزرگتر شود.

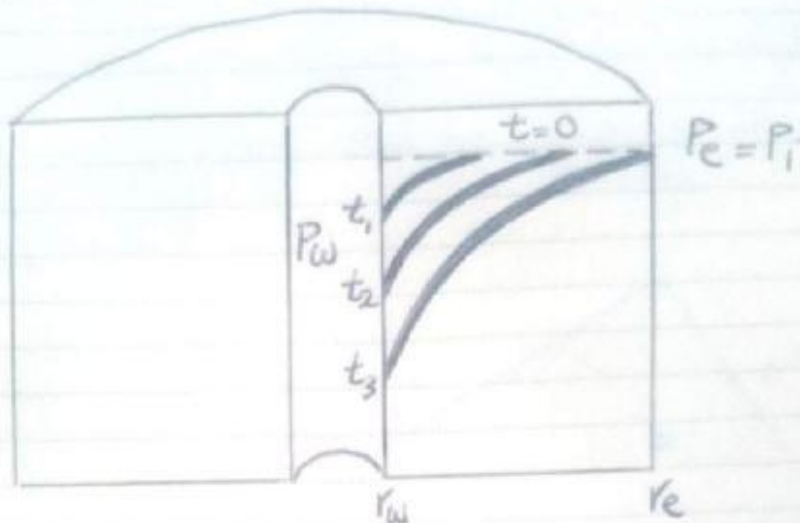


۱۳۴۷

2018

۱۳۹۵.۰۷.۰۷

* Readjustment Time, t_R :



- زمان پایبندی (Readjustment Time) مخزن مدت زمانی می باشد که موج افت فشار از دیواره چاه (r_e) به مرکز چاه مخزن (r_w) می رسد.
- برای مثال در شکل بالا زمان پایبندی در لحظه t_3 می باشد که طی مدت زمان t_3 در حالت U.S.S می باشد و تولید از مخزن بر اثر انبساط سیال بوده و پس از آن دوره جریان U.S.S سیال رسیده و تبدیل به S.S می شود یا P.S.S می شود.

$$t_R = t_3 = ? \text{ day}$$



- برای درست آوردن Readjustment Time (t_R) معضی که باری است
 q تولید می کند گاهی است هم بسیار تولید کرده تا آن لحظه از مخزن را بردی تولیدی تنظیم نمیم:

$$t_R = \frac{\text{Production due to Expansion (Cumulative)}}{\text{Production Flow Rate}} = \frac{\Delta V}{q B_0}$$

$$\rightarrow \frac{\text{bbl}}{\text{bbl/day}} \rightarrow t_R \text{ (day)} \checkmark$$

$$\rightarrow C = -\frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta P} \right) \rightarrow \Delta V = -CV \Delta P$$

حال برای Radial Flow داریم:

$$\Delta V = C \left[\frac{\pi (r_e^2 - r_w^2) \phi h}{5.615} \right] (P_i - P_f) \quad (\text{bbl})$$

P_i : فشار ابتدای مخزن قبل از تولید

P_f : فشار مخزن در لحظه رسیدن موج فشار به مرزهای مخزن



$$\rightarrow \Delta V = C \frac{\pi r_e^2 h \phi}{5.615} (P_e - P_{ave})$$

* برای اثبات t_R از روابط حالت های 5.5 استفاده می کنیم و دلیل آن این می باشد که در لحظه رسیدن موج به مرکز مخزن در یک لحظه جلی کوتاه افت فشار برانست فشار 5.5 منطبق می شود (به طوری که می دانیم هر سیتم U.S.5 از هر سیتم 5.5 تشکیل شده است).

- همان طوری که بیان شد فشار و زمان رسیدن در لحظه رسیدن موج فشار به مرکزهای مخزن از روابط مشابه 5.5 بوسیله می آید.

$$P_{ave} = P_w + \frac{q \bar{\mu} \bar{B}_0}{7.08 kh} \left[\ln \left(\frac{r_e}{r_w} \right) - \frac{1}{2} \right]$$

$$* P_e - P_w = \frac{q \bar{\mu} \bar{B}_0}{7.08 kh} \ln \left(\frac{r_e}{r_w} \right) \quad (\text{Flow Equation})$$

$$\rightarrow P_e - P_{ave} = \frac{1}{2} \times \frac{q \bar{\mu} \bar{B}_0}{7.08 kh} \quad \checkmark$$

$$\rightarrow \Delta V = C \frac{\pi r_e^2 h \phi}{5.615} \times \frac{q \bar{\mu} \bar{B}_0}{14.16 kh}$$

$$\rightarrow t_R = \frac{C \frac{\pi r_e^2 \phi}{5.615} \times \frac{q \bar{\mu} \bar{B}_0}{14.16 k}}{q \bar{B}_0}$$

$$\rightarrow t_R = \frac{0.0395 \bar{\mu} \bar{C} \phi r_e^2}{k} \quad (\text{day}) \quad \checkmark \checkmark$$

فریاد که آن سالی کثرت است دانست که نمودم و جایی نرسید



۳۰ دی ماه
October 2

* $\eta = \frac{6.328 k}{\mu C \phi} \rightarrow \frac{\mu C \phi}{k} = \frac{6.328}{\eta}$

$\rightarrow t_R = \frac{r_e^2}{4 \eta}$ ✓✓

C ↑
μ ↑
φ ↑
k ↓
⇒ t_R ↑

- طبق رابطه ، t_R ، h ، q بستگی ندارد فقط و فقط تابع C ، μ ، φ ، k ، r_e باشد

- برای مثال یک تست آب را در نظر بگیریم اگر در مرکز تست یک سنگ ۱ متری یا ۱۰۰ متری بگیریم مدت زمان رسیدن موج به دیواره بیان است و فقط اختلاف در طول موج را بررسی کرده به دیواری باشد.

* if C=0 → η = ∞ → t_R = 0

یعنی زمانی که رسیدن شوک به e خیلی سریع می باشد و چیزی تولیدی در برابر است فشار و expansion نداریم

* نکته: برای بدست آوردن t_R اگر شکل منحنی فرق کند t_R نیز متفاوت می باشد چرا که e فرق کرده است.

بندی کید در سر و در تم نداشت
بستگی نمودن نم با چ تم نداشت



برای Spherical Flow داریم:

$$t_R = \frac{r_e^2}{6\eta} \quad (\text{day})$$

برای Linear Flow نیز داریم:

$$t_R = \frac{L^2}{2\eta} \quad (\text{day})$$

Example: Oil reservoir data:

$$\mu_o = 1.5 \text{ cp}$$

$$\phi = 20\%$$

$$C_{ave} = 15 \times 10^{-6} \text{ psi}^{-1}$$

$$B_o = 1.5 \frac{\text{bbl}}{\text{STB}}$$

$$r_e = 1000 \text{ ft}$$

$$h = 100 \text{ ft}$$

$$k = 100 \text{ md}$$

- what time is required in this reservoir to reach approximately S.S or P.S.S condition after opening a well located in the center of the reservoir is opened to flow? with rate of 100 STBD.
- what is the pressure drop at r_e after this period?

یادبگیرش از جدول چنان بگویم
انقدر کشت و خفت میدرم داشت



Solution

$$t_R = \frac{0.04 \mu C \phi r_e^2}{k} = \frac{0.04 \times 1.5 \times 15 \times 10^{-6} \times 0.2 \times 10^6}{0.1}$$

$$t_R = 1.8 \text{ day} \approx 2 \text{ day}$$

وقتی موج افت فشار به r_e برسد متناً با خود اثری دارد:

$$\Delta P)_{r_e} = - \frac{q \mu B_o}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r_e^2}{4 \eta t} \right)$$

$$\eta = \frac{6.328 k}{\mu C \phi} = 140622$$

$$\rightarrow \Delta P)_{r_e} = - \frac{100 \times 1.5 \times 1.5}{14.16 \times 0.1 \times 100} E_i \left(\frac{-1000^2}{4 \times 140622 \times 1.8} \right)$$

$$* x \approx 1 \rightarrow E_i(-1) = -0.21938 \quad (\text{From Table 6-1})$$

$$\rightarrow \Delta P)_{r_e} = 3.5 \text{ psia}$$

از این مثال می‌توان نتیجه گرفت که افت فشار در هر نقطه بستگی به موج افت فشار (q) دارد و اگر q را n برابر کنیم ΔP نیز n برابر می‌شود.

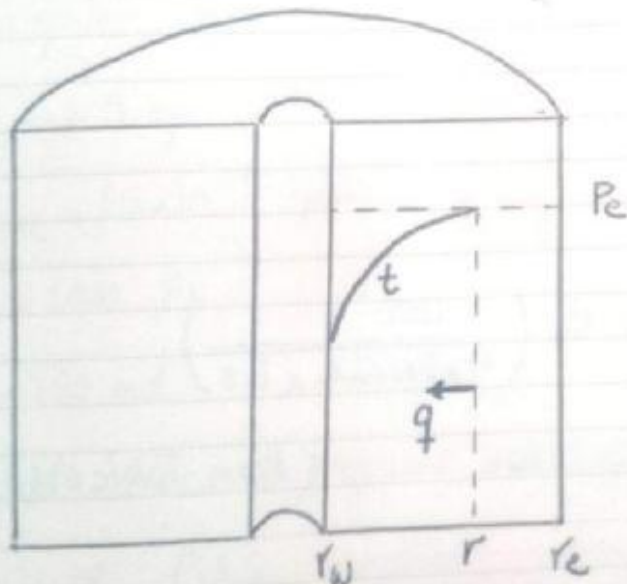
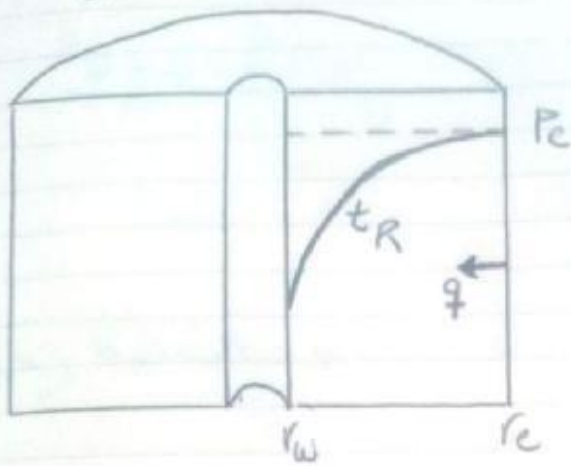
به طور معمول زمانی می‌گویند که افت فشار به r_e رسیده که $\Delta P)_{r_e} \approx 5$ باشد.

در این حالت می‌توانیم آن را $\Delta P)_{r_e}$ بدانیم.



۱۳۹۰ - ۷ / ۱۲

* Drainage Radius (Radius of Investigation):



- اگر موج انت فشار به آنها رسیده باشد (به r_e رسیده باشد) تولید از کل r_w تا r_e می باشد
 ولی اگر موج انت فشار به r_e نرسیده باشد و به r رسیده باشد از r_w تا r تولید می کند.
 - Drainage Radius شعاعی می باشد که تا زمانی مشخص موج به آنجا رسیده و تولید را متوقف می کند
 آن شعاع می باشد

با این بر سر آن که خوانی کنید از او
 دریا گرفت چه کوش مخرم داشت



۲ محرم
October 6

۱۳۳۸

۲۰۱۶

۱۳۹۵-۰۷/۱۵

$$\rightarrow r_{inv} = \sqrt{4\eta t} \quad \checkmark \checkmark$$

* نکته بسیار مهم:

$$\Delta P(r, t) = - \frac{q^2 B_0}{14.16 kh} E_i\left(-\frac{r^2}{4\eta t}\right) \quad \& \quad r_{inv}^2 = 4\eta t$$

$$\rightarrow \Delta P(r_{inv}, t) = - \frac{q^2 B_0}{14.16 kh} E_i(-1) \quad \& \quad E_i(-1) \approx -0.2$$

$$\rightarrow \Delta P(r_{inv}, t) = + \frac{q^2 B_0}{70.8 kh}$$

پس همواره افت فشار در جبهه (Front) موج افت فشار در r_{inv} برابر است
مقدار ثابت است و در شعاع‌های مختلف تغییر نمی‌کند. (در مورد مثال قبل صدق می‌کند)



۵ محرم
October 7

۱۳۳۸

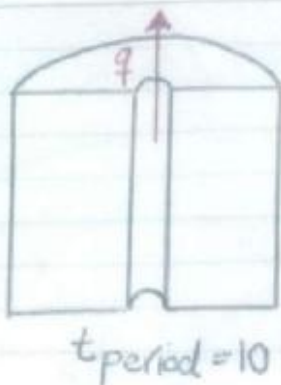
۲۰۱۶

۱۳۹۵-۰۷/۱۹

نند. پای قشر حرکت می‌کند و دارد ...



2016
۱۳۹۵-۷/۱۷

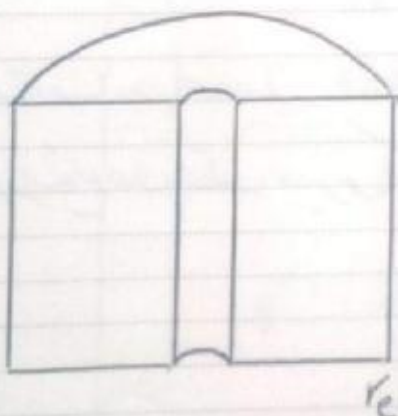


$t_R = 11 \rightarrow U.S.S$

$t_R = 5 \rightarrow S.S / P.S.S$

Stabilized
Condition

نکته: اگر $t_R = 11$ باشد چون چاه به موت ۱۰ روز در سرویس بوده است پس به موزر رسیده است ولی اگر $t_R = 5$ باشد پس به موزر رسیده است.



$r_{inv} = 500' \rightarrow U.S.S$

?? $r_{inv} = 1500' \rightarrow S.S / P.S.S$

نکته: زمانی که موج افت فشار به r_e می‌رسد، r_e یک افت فشاری حس می‌کند تا به حالت U.S.S یا P.S.S برسد که به آن دوره Late Transient می‌گویند که برای این دوره هیچ رابطه ریاضی وجود ندارد و برای در نظر گرفتن این دوره در محاسبات دوره اول وجود دارد.

۱- عدد بویست آمده برای t_R را به سمت بالا روند کنیم برای مثال: $t_R = 4.8 \approx 5 \text{ day}$

نزدیک‌ترین می‌گفتیم که می‌تواند باشد که عدد بویست بزرگتر باشد

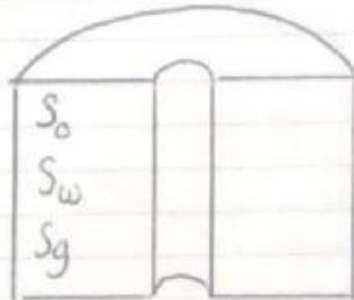


2- در رابطه t_R برای عدد "0.04" عدد "0.05" را قرار دهیم:

$$t_R = \frac{0.04 \mu C \phi r_e^2}{k} \Rightarrow t_R = \frac{0.05 \mu C \phi r_e^2}{k}$$

* برای بدست آوردن $C \phi$ (Capacity Storage) داریم:

$$C \phi = ? \Rightarrow \eta = \frac{6.328 k}{\mu C \phi} \quad \& \quad t_R = \frac{0.04 \mu C \phi r_e^2}{k}$$



mobile phase: Oil

$$\rightarrow \begin{cases} k \rightarrow k_o \\ \mu \rightarrow \mu_o \end{cases}$$

$$C \cdot \phi \rightarrow \begin{cases} C_{ave} \cdot \phi \rightarrow \begin{cases} C_{ave} = C_o S_o + C_w S_w + C_g S_g + C_f \\ \phi = \phi_t \end{cases} \\ (C_{eff} \cdot \phi)_{oil} \rightarrow \begin{cases} C_{eff_o} = \frac{C_{ave}}{S_o} \\ \phi_o = S_o \phi_t \end{cases} \end{cases}$$

$$\rightarrow C_{ave} \phi = C_{eff_o} \phi_o \quad \checkmark$$



$$C_o, C_w, C_g \rightarrow \text{psi}^{-1}$$

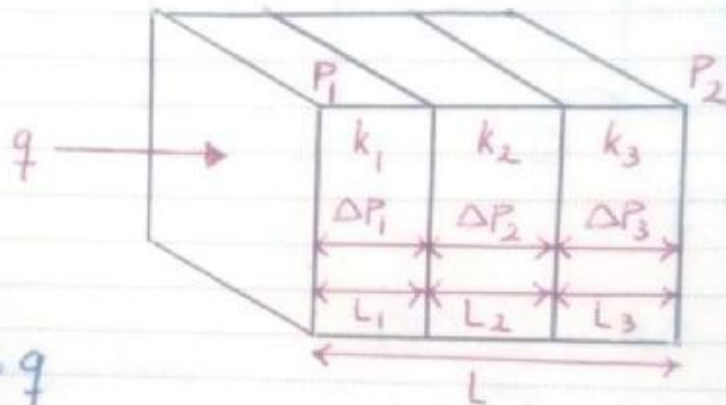
$$C_f \rightarrow \frac{\frac{\text{Pore Volume}}{\text{Bulk Volume}}}{\text{psi}} \xrightarrow[\text{شود به}]{\text{بایستی تبدیل}} \frac{\frac{\text{Pore Volume}}{\text{Pore Volume}}}{\text{psi}}$$

$$\text{به دست می آید} \rightarrow \left(\frac{\frac{\text{Pore Volume}}{\text{Bulk Volume}}}{\text{psi}} \right) // \phi = \frac{\frac{\text{Pore Volume}}{\text{Pore Volume}}}{\text{psi}}$$

* Average Permeability:

روش‌های فاصله نفوذپذیری میانگین (متوسط) چیدمان لایه‌ها برای حالت خاص در زیر شرح داده شده‌اند:

• Linear, Serial Flow (Harmonic Method):



$$q_1 = q_2 = q_3 = q$$

$$\Delta P = \sum \Delta P_i$$

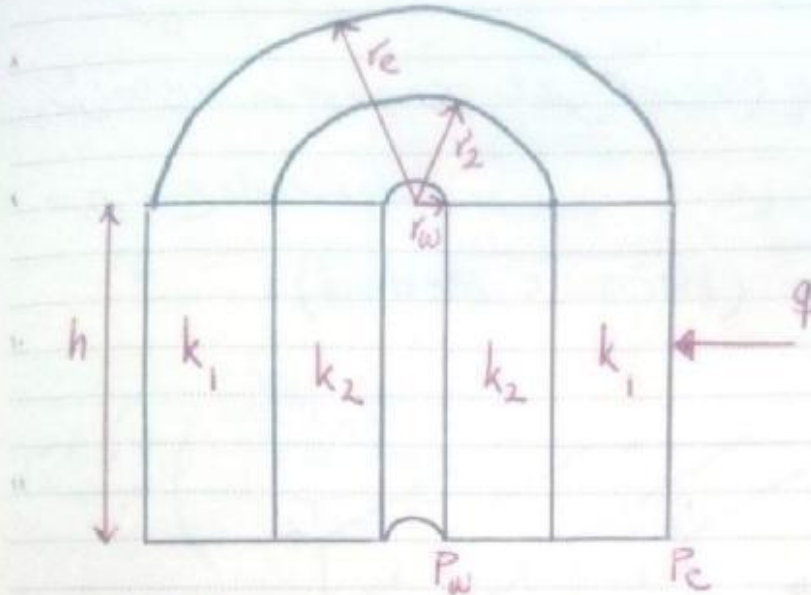
$$L = \sum L_i$$

$$\rightarrow \bar{k} = \frac{L}{\sum \frac{L_i}{k_i}} \quad \checkmark \checkmark$$

2016

۱۳۹۵، ۰۷، ۲۱

• Radial , Serial Flow:



$$q_1 = q_2 = q$$

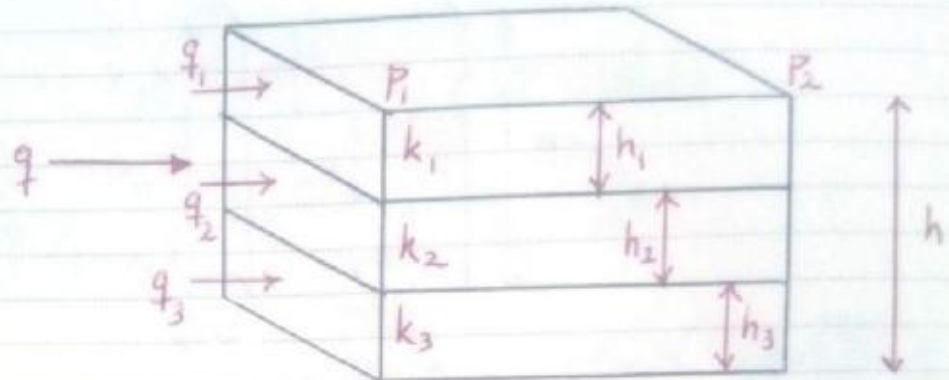
$$P_e - P_w = \Delta P = \sum \Delta P_i$$

$$r_e - r_w = \Delta r = \sum \Delta r_i$$

$$\rightarrow \bar{k} = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}{\sum_{i=1}^n \frac{\ln(r_{i+1}/r_i)}{k_i}} \quad \checkmark$$



• Linear, Parallel Flow (Arithmetic or Weight Method):



$$q = \sum q_i$$

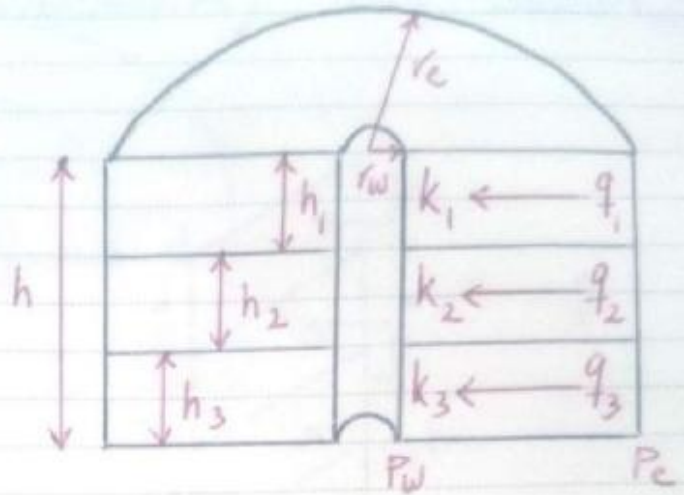
$$h = \sum h_i$$

$$\Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3$$

$$\rightarrow \bar{k} = \frac{\sum k_i h_i}{h} \quad \checkmark \checkmark$$



Radial, Parallel Flow:



$$q = \sum q_i$$

$$P_e - P_w = \Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3$$

$$h = \sum h_i$$

$$\rightarrow \bar{k} = \frac{\sum k_i \cdot h_i}{h} \quad \checkmark \checkmark$$

* Permeability for Channels and Fractures:

• Channel:

$$k_c = \frac{r^2}{8} \quad (\text{SI Unit})$$

$$r: \text{m} \quad (\text{شعاع کانال}) \quad k_c: \text{m}^2$$

$$k_c = 1.15 \times 10^{10} r^2 \quad (\text{Field Unit})$$

$$r: \text{ft} \quad k_c: \text{d}$$

• Fracture:

$$k_f = \frac{t^2}{12} \quad (\text{SI Unit})$$

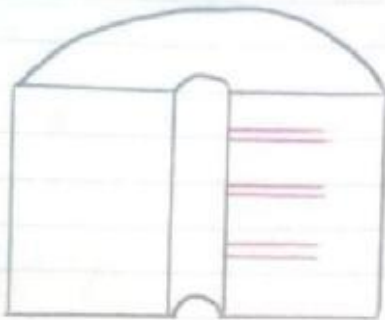
$$t: \text{m} \quad (\text{ضخامت شگاف}) \quad k_f: \text{m}^2$$

$$k_f = 0.77 \times 10^{10} t^2 \quad (\text{Field Unit})$$

$$t: \text{ft} \quad k_f: \text{d}$$



- در محیط متقطض مخزن لوله موئین (Capillary Tube) اساساً وجود ندارد ولی اصولاً در هنگام Perforation می توان کانال های بوجود آمده را مانند لوله های موئین فرض کرد و از فرمول k_c استفاده کرد.



- حینای نه چاه کامل می شود مخزن تولید ندارد (Casing hole) ولی پس از عملیات Perforation، تعداد زیادی Capillary Tube ایجاد می شود که تراوانی را با لایه بندی و مخزن برای حسی تولید می کند برای مثال اگر شعاع هر سوراخ $r = 0.00005$ باشد داریم:

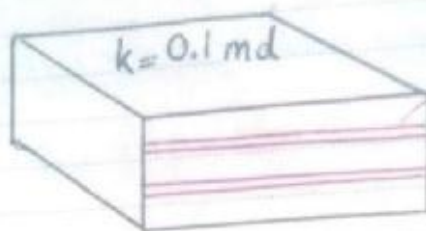
$$k_c = 1.15 \times 10^{10} \left(\frac{0.00005}{12} \right)^2 = 0.1996 \text{ d} \rightarrow k_c \approx 200 \text{ md}$$

پس مشاهده می کنیم که با وجود قطر بسیار کم، k بسیار بزرگی ایجاد می شود.

- زمانی تولید به درستی صورت نمی گیرد که Perforation بطور صحیح صورت نگیرد.



- در صورتی که سیستم Tight داشته باشیم یعنی اینکه نفوذپذیری بسیار پایین باشد برای افزایش تولید درون سیستم تعادلی Capillary Tube ایجاد می‌کنیم.

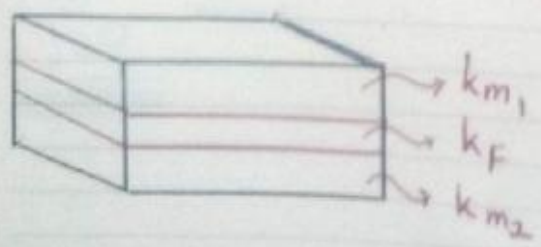


Capillary Tube

- اگر در سیستم Fracture نیز وجود داشته باشد نیز تولید بالای رود هم چنین این موضوع اهمیت دارد که Fracture حازر $\frac{1}{12}$ Capillary Tube تشکیل شده‌اند و اینکه نفوذپذیری در ترابی آن‌ها از لوله مویس بیشتر است برای مثال اگر ضخامت تگمان $t = 0.001$ باشد داریم:

$$k_F = 0.77 \times 10^{10} \times \left(\frac{0.001}{12}\right)^2 = 53.472 \text{ d} \rightarrow k_F \approx 53472 \text{ md}$$

- برای افزایش تولید از سنگهای Tight با ایجاد Fracture داریم:

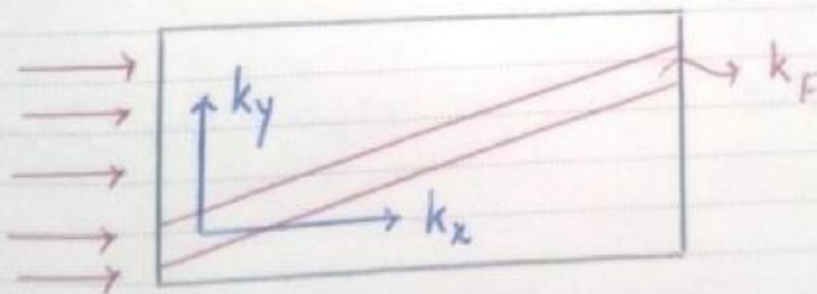
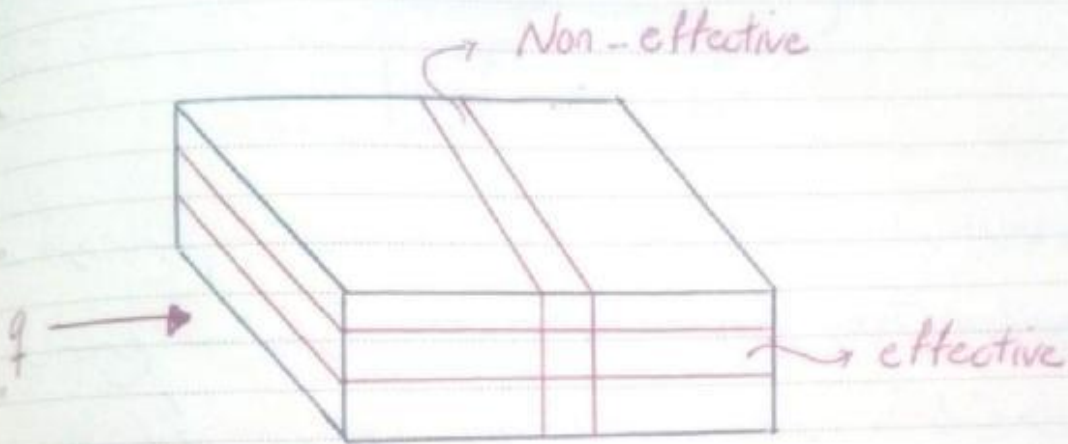


$$\bar{k} = \frac{\sum k_i A_i}{\sum A_i}$$



وجود Fracture در سنگهای Tight باعث می شود تا k 200 تا 300 برابر بیشتر شود.

- این Fracture حازمانی می شوند که در جهت Flow استند.





* Impact of Wellbore Pressure on Production Flow Rate:

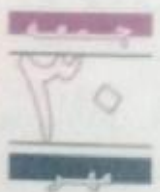
بین q و P_w رابطه‌ای برقرار می‌باشد که هر چه P_w کمتر باشد q بیشتری باشد.

توجه داشته باشید که هر چه بر روی آن تأثیر دارد P_w می‌باشد که هر چه Valve، بیشتر باز کنیم P_w کمتر می‌شود و اگر Valve را ببندیم $P_w = P_e$ و در نتیجه $q = 0$ می‌شود.

- این رابطه برای مایع‌ها بیشتر محسوس می‌باشد تا گازها.

$$\begin{cases} P_w \downarrow & q \uparrow \\ P_w \uparrow & q \downarrow \end{cases}$$

$$\begin{cases} k \downarrow & q \downarrow \\ k \uparrow & q \uparrow \end{cases}$$



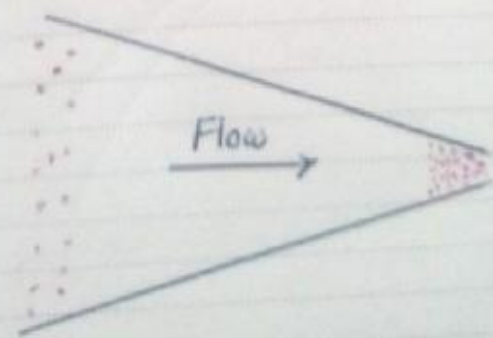
این شرحی است که از حالت یادگرفته
رضیت از خداوند کافر مبادت آمد

* Wellbore Damage : آسیب دیدگی نواحی اطراف چاه

معمولاً هنگام حفز چاه در سازند مخزن در پس تکمیل و تولید از آن با توجه به عملیات حفاری قبل از تولید در عمق چاه گرازیان های فشاری بالای جریان در پتانسیل تولید در نواحی اطراف چاه به دلیل زیر نفوذ پذیری سازند کاهش می یابد که عبارتند از :

- Invasion of drilling fluid and presence of mud cake.
- Diffusion (Dispersion) of sand/clay toward the wellbore.
- Presence of cement around the wellbore.
- Presence of gas saturation around the wellbore.
- Partial (Incomplete) perforation.
- Asphaltene deposition

با حرکت سیال مخزن ، سنگ ها در پس ها همراه با سیال به سمت دهانه چاه می آیند و چون سطح کم می شود آنها بر دام می افتند. برای حرکت کامل به شکل زیر توجه کنید :



دوستان دخترز قهقهه استوری کرد
شدهای خسته و کاره و استوری کرد



در حفاری UBD که در آینده توضیح داده خواهد شد Mud Cake ایجاد می شود و تراوایی کمتر تحت تأثیر ترمز می گیرد.

Swell (تورم) که در محل حفاری در دیواره چاه به دلیل اینکه در تماس مستقیم با گل حفاری می باشد بیشتر باشد.

Damage باعث می شود که فشارهای افت کند و حرقت که فشار زیر P_b برسد کار آرد می شود و در نتیجه ضایع حالت :

$$k_o (\text{بعد از تشکیل گاز}) > k_o (\text{قبل از تشکیل گاز})$$

التریک کاری به صورت کامل انجام نپذیرد در مقابل حرکت سیال مقاومت وجود خواهد داشت که باعث می شود تراوایی کاهش یابد.

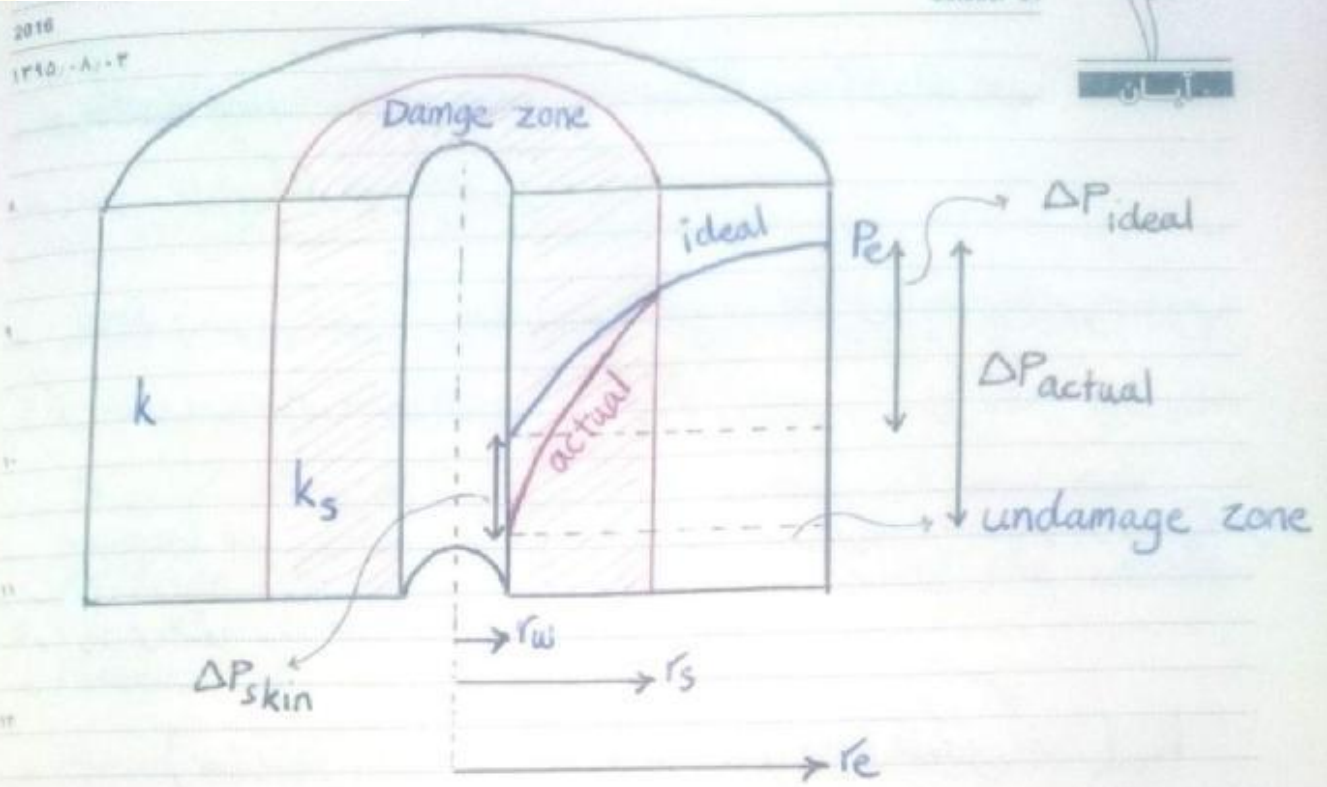
در آنفالسی و خیزات شب جاندفت بر روی دیواره حفره ها رسوب می کنند باعث کاهش تراوایی می شوند.

* Skin Factor @ Steady State Flow:

Before damage:

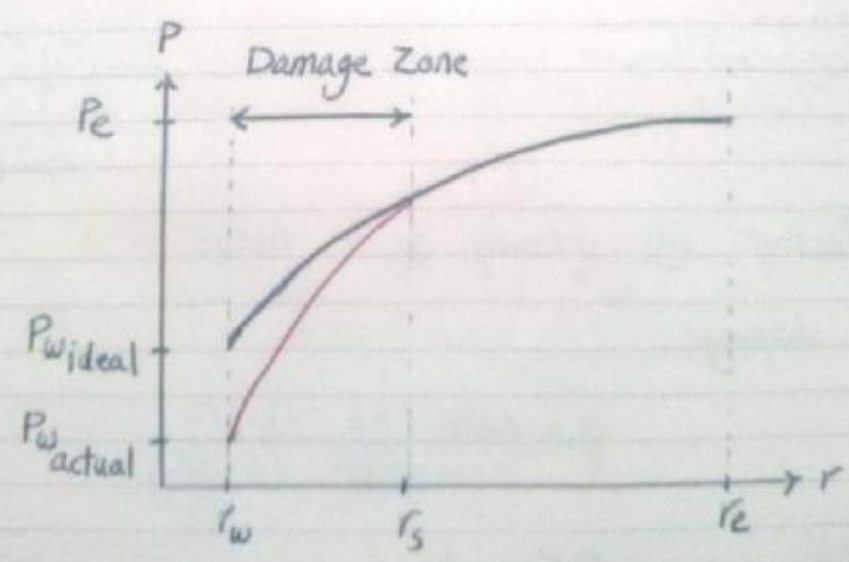
$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

$q = cte \rightarrow \Delta P \propto \frac{1}{k}$
آه از پهنه پس در قش یک کینه تا کجونه بر میان که برامری کرد



r_s (skin radius or damage zone radius):

شعاعی می باشد که مقدار نفوذ پذیری در آن محدوده تعیین یافته است.



نزدیقت آب که در گوشه آتش زود آن پر با فرق زیادی انکوری کرد



- در بهره برداری به دلیل اینکه می خواهیم q همواره ثابت ماند و کم نشود پس برای اینکه کاهش ترادویی را جبران کنیم باستی P_w را کاهش دهیم ولی زمانی که P_w را کاهش می دهیم هم رسوب آسفالتین و هم رسوب رس در سنگ و هم اشباع گاز افزایش می یابد.

After damage:

$$\bar{k} \downarrow \rightarrow q \downarrow$$

- \bar{k} ترادویی میانگین در ناحیه damage و undamage $(k_s \& k)$ می باشد که ارتفاع k (ترادویی ناحیه undamage) کمتر می باشد.

به همانطور که در بالا توضیح دادیم برای ثابت ماندن q داریم:

$$\text{wellbore damage} \Rightarrow P_w \downarrow$$

$$\Delta P_s = \Delta P_{\text{actual}} - \Delta P_{\text{ideal}}$$

ΔP_s : Additional Pressure Drop due to skin
(Skin Effect)

- صرف کاهش دهن ΔP_s می باشد تا به دنبال آن آسیب دویجی کمتر رخ دهد.



۱۳۹۵-۰۸-۰۵
- محاسبه ΔP_s بر روی دیواره چاه با کس و صلب r_s نزدیک به شعاع لغزشی شود.

$$\begin{aligned} @ r = r_w \rightarrow \Delta P_s &= P_w)_{act.} - P_w)_{id.} \\ &= P_w)_{with\ skin} - P_w)_{without\ skin} \end{aligned}$$

* For Ideal (without skin):

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w)_{id}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

$$\rightarrow \Delta P_{ideal} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) \checkmark$$

* For Actual (with skin):

$$q = 7.08 \frac{\bar{k}h}{\mu B} \frac{P_e - P_w)_{ac}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

$$\rightarrow \Delta P_{actual} = \frac{q \mu B}{7.08 \bar{k}h} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) \checkmark$$

$$\rightarrow \Delta P_s = \Delta P_{actual} - \Delta P_{ideal} = \frac{q \mu B}{7.08 h} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) \left[\frac{1}{\bar{k}} - \frac{1}{k} \right]$$

بکوی می فروشان شب جامی برنی گیرند
زهی عباده تنوا که یک سافرنی ارند



برای برداشت آوردن \bar{k} ، درصاحب damage و undamage را درلايه
سری در حالت شفافی در نظری بگیریم داریم:

$$\bar{k} = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}{\sum_{i=1} \frac{\ln\left(\frac{r_{i+1}}{r_i}\right)}{k_i}} \rightarrow \bar{k} = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}{\frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_s}\right)}{k} + \frac{\ln\left(\frac{r_s}{r_w}\right)}{k_s}}$$

$$\rightarrow \Delta P_s = \frac{93B}{7.08 kh} \left[\left(\frac{k}{k_s} - 1 \right) \ln\left(\frac{r_s}{r_w}\right) \right] \checkmark$$

$$\text{Skin Factor} = S = \left(\frac{k}{k_s} - 1 \right) \ln\left(\frac{r_s}{r_w}\right) \checkmark$$

$$\Rightarrow \Delta P_s = \frac{93B}{7.08 kh} S \checkmark$$





* برای محاسبه S نیاز به k_s و r_s داریم که بوسیله چاه آزمایشی قابل محاسبه است.

- داریم: $-5 < S < 15, 16, 17, \dots$

* با توجه به تعریف S سه حالت داریم:

1- $S > 0 \Rightarrow \Delta P_s > 0 \Rightarrow k_s < k \Rightarrow \text{wellbore damage}$

کمتر از Conventional Drilling رخ می دهد.

2- $S = 0 \Rightarrow \Delta P_s = 0 \Rightarrow k_s = k \Rightarrow \text{without damage}$

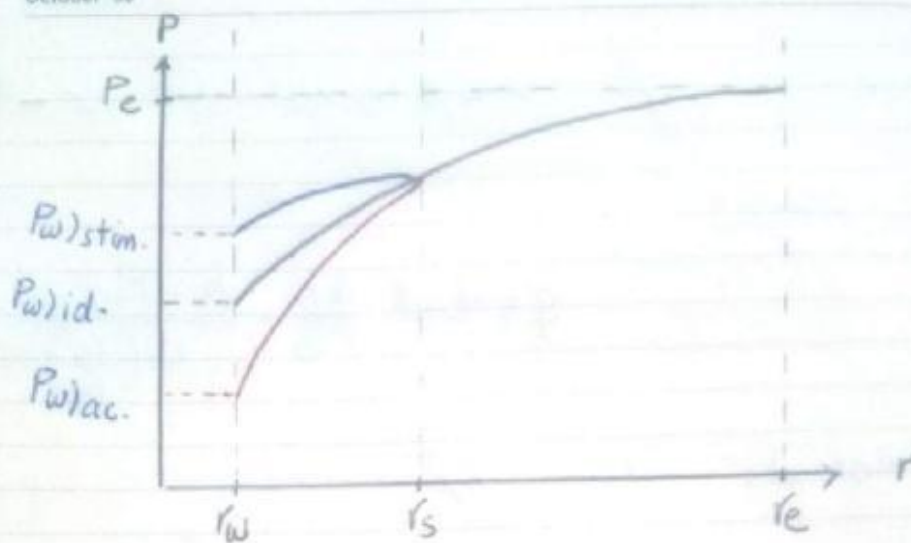
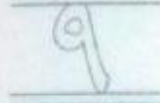
در حفاری UBD (Under Balance Drilling) رخ می دهد در این نوع حفاری فشار هیدرواستاتیکی ناشی از فزون و ارتفاع گل حفاری از فشار سازند کمتر می باشد که باعث می شود سرعت حفاری بالا رود.

در حفاری UBD سیال و گل همراه با هم به سطح چاه می آیند.

3- $S < 0 \Rightarrow \Delta P_s < 0 \Rightarrow k_s > k \Rightarrow \text{improvement}$

مقدار S به طور طبیعی منفی می شود و اینکه عوامل انسانی در آن دخیل می باشند که عبارتند از:

- well stimulation \rightarrow
 - Acidizing
 - Hydraulic Fracturing



- در هنگام Stimulation اگر $\Delta P = P_e - P_w(stim.)$ کم می شود ولی چون k_s را افزایش دادیم q بالا می رود

- پس Stimulation بهترین Case می باشد چون ΔP را کاهش می دهیم و در همین حال با افزایش k_s تولید را افزایش دادیم.



۱۳۹۵ - ۸ / ۱۰

برای بدست آوردن نزول های جریان داریم:

* For Ideal :

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{id.}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \quad \checkmark \checkmark$$

* For Actual :

$$q = 7.08 \frac{\bar{k}h}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{ac.}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \quad \checkmark \checkmark$$

* داریم =

$$\Delta P_{actual} = \Delta P_{ideal} + \Delta P_s$$

$$= \frac{q \mu B}{7.08 kh} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + \frac{q \mu B}{7.08 kh} S$$

$$= \frac{q \mu B}{7.08 kh} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S \right]$$

$$\rightarrow \text{For Actual : } q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w)_{ac.}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S} \quad \checkmark \checkmark$$

نورآزمین به گروهی خود را متعلق به پوهانی کردندی جهان گیری نم لکرمی ازوه



* هم چنین داریم:

$$\Delta P_{ideal} = \Delta P_{actual} - \Delta P_s$$

$$\frac{q \mu B}{7.08 kh} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) = P_e - P_w)_{ac.} - \Delta P_s$$

For Ideal $q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{ac.} - \Delta P_s}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$ //

* For Damaged Well:

$$q = 7.08 \frac{\bar{k}h}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{ac.}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{ac.}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S}$$

* For Undamage Well (Ideal):

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{id.}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \cdot \frac{P_e - P_w)_{ac.} - \Delta P_s}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

→ برای تبدیل کردن روابط بالا برای سیال تراکم پذیر (گاز) خواهم داشت:

$$P \rightarrow \psi$$

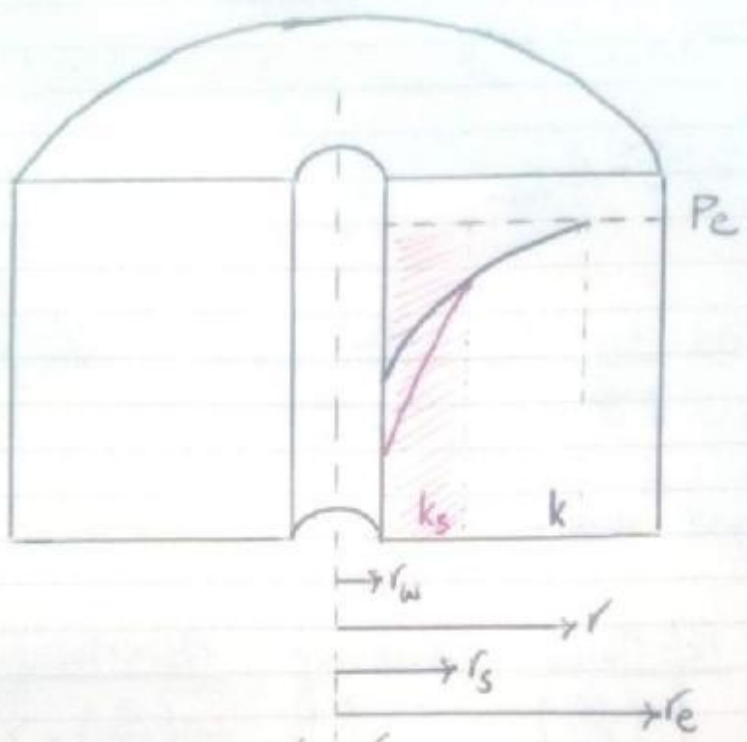
$$\mu B \rightarrow T$$

$$7.08 \rightarrow 703$$

زادکده پرت از حال ناگوار نیست
دعای ما بر کوبه های ریج اگر بویست



* Skin Factor @ Unsteady State Flow:



* برای بدست آوردن ΔP_s در این حالت فرض می‌کنیم که آن در حالت S.S باشد
 که البته فرض استتبابی می‌باشد چرا که هر سیستم U.S.S از n سیستم S.S تشکیل شده است

$$\Delta P_{actual} = \Delta P_{ideal} + \Delta P_s$$

$$= - \frac{q B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r^2}{4 \eta t} \right) + \frac{q B}{7.08 kh} S$$

$$= - \frac{q B}{14.16 kh} \left[E_i \left(- \frac{r^2}{4 \eta t} \right) - 2S \right] \quad \checkmark \checkmark$$

در پشت پرده پیش‌بینی عملکرد آبدخیز است و در هر دو سیستم ای دل کسی کرده است



- با توجه به رابطه داریم:

$$S = 0 \rightarrow \Delta P_{actual} = \Delta P_{ideal}$$

$$S > 0 \rightarrow \Delta P_{actual} < \Delta P_{ideal}$$

$$S < 0 \rightarrow \Delta P_{actual} > \Delta P_{ideal}$$

تاریخ: ۳ بهمن ماه ۱۳۳۸ هـ. ش (۱۳ نوامبر ۲۰۱۹ م) - روز چهارم بهمن ماه ۱۳۳۸ هـ. ش (۱۳ نوامبر ۲۰۱۹ م) - ولادت حضرت امام محمد باقر (ع) (۱۱۳ هـ. ق) به روایتی - ولادت حضرت امام خمینی (ره) (۱۳ آبان به تیرگیه ۱۳۳۳ هـ. ش)





2018

۱۳۹۷ - ۸ / ۱۵

* Skin Factor @ Pseudo Steady State Flow:

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2} + S}$$

or

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_{ave} - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4} + S}$$



* Apparent (Effective) Wellbore Radius, r_{wa} :

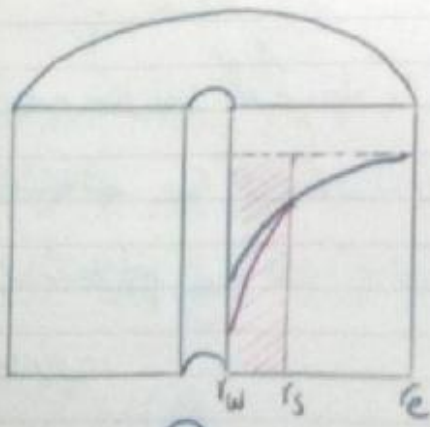
r_{wa} is that radius which makes the calculated pressure drop in an ideal reservoir equal to the calculated pressure drop in an actual reservoir with skin.

در واقع شعاع موثر یا ظاهری چاه شعاعی می باشد که افت فشار در آن برابر با حالتی می باشد که skin نیز باشد.

— برای مفهوم این موضوع به شکل زیر توجه کنید:

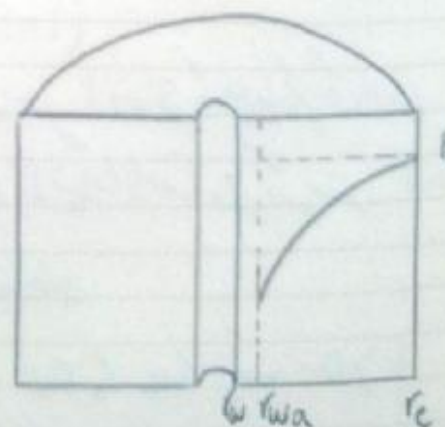


با عبور نفت از درون لوله مقناری بسوب بر روی دیواره لوله می نشیند که قطر آن پس از مدتی کاهش می یابد پس $D=14$ قطر ظاهری لوله می باشد در حالی که قطر واقعی آن 16 بوده است.



①

هم‌ارز
≡



②

این شب بیا هم کم گشت را در نمودار از گشتای بدون آبی ای آنگب بدایت



$$\textcircled{1} \Delta P_{\text{actual}} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S \right]$$

$$\textcircled{2} \Delta P_{\text{actual}} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_{wa}}\right) \right]$$

$$\textcircled{1} = \textcircled{2} \quad \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S = \ln\left(\frac{r_e}{r_{wa}}\right)$$

$$\rightarrow \ln\left(\frac{r_{wa}}{r_w}\right) = -S$$

$$\rightarrow r_{wa} = r_w e^{-S} \quad \checkmark \checkmark$$

* if $r_w = 1 \text{ ft}$

• $S = 0 \rightarrow r_{wa} = r_w = 1 \text{ ft}$

• $S = +1 \rightarrow r_{wa} = 0.37 \text{ ft}$

• $S = -1 \rightarrow r_{wa} = 2.72 \text{ ft}$

توجه: مثال بالا اگر $r_w = 1$ داشته باشیم و $S = +1$ که مقدار کوچکی است داشته باشد r_{wa} آن 0.37 می شود که خیلی فر r_w تأثیر دارد است ولی اگر $S = -1$ داشته باشیم r_{wa} آن 2.7 می شود که خیلی تأثیر خوبی دارد.

$$S > 0 \rightarrow r_{wa} < r_w$$

$$S < 0 \rightarrow r_{wa} > r_w$$

سا بر این:

زندگیا این است که هر چه بیشتر بخوانی...



* نکته: با توجه به فرمول $q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln(\frac{r_e}{r_w})}$ هر چه در r_w بیشتر باشد

q افزایش می یابد با این وجود در حفاری چاه را با ارتفاع کم حفاری کنند (در اساق پایین) چون اگر ارتفاع چاه زیاد باشد در چاه آسیب دیدگی باشد با توجه به فرمول $r_{wa} = r_w + S$ مقدار r_w افزایش می یابد که تأثیر منفی می گذارد بنابراین در حفاری اساق پایین چاه را با ارتفاع کم حفاری کنند و در آن $S < 0$ ایجاد می کنند.

* For Damaged Well :

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln(\frac{r_e}{r_{wa}})}$$

* نکته کنونی بسیار مهم: به طور خلاصه برای تبدیل کنیه معادلات جریان حالت ایده آل مطرح شده در فصل های قبل به حالت واقعی باستی یکی از تغییرات زیر در معادله اولیه ایجاد گردد:

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln(\frac{r_e}{r_w})} \quad (\text{Ideal})$$

- ✓ $k \rightarrow \bar{k}$
- ✓ $\ln(\frac{r_e}{r_w}) \rightarrow \ln(\frac{r_e}{r_w}) + S$
- ✓ $\ln(\frac{r_e}{r_w}) \rightarrow \ln(\frac{r_e}{r_{wa}})$

در حالت چاه کنده ای در لایه کان با سرپایه میانی بی جرم ولی چسبیت

2016
۱۳۹۵-۰۸/۱۹

نقطه: بهترین مقدار S زمانی اتفاق می افتد که r_{wa} با r_e برابر باشد:

$$S_{min} = -\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)$$

- Skin Factor For Spherical Flow:

$$S = \left(\frac{k}{k_s} - 1\right) \left(\frac{1}{r_w} - \frac{1}{r_s}\right)$$

نقطه مهم:

S (For Radial) → بدون بعد

S (For Spherical) → $\frac{1}{ft}$

- شعاع Skin معمولاً حدود 20 ft می باشد ← $r_s \approx 20'$

پشتبند فرمادان خون خورد می بندی جاناروان باشد خون ریز را می است



* Non-Darcian (Turbulent) Fluid Flow in Porous Media:

آبچه برای حالت های مختلف روابط جریان داری و تغییرات افت فشاری تاکنون بیان شده
تعاملاً معادلات مربوط به جریان آرام می باشد در صورتی که به عنوان مثال در جریان شعاعی
گاز، معمولاً با توجه به تر شدن شعاع مسیر جریان رگ کانس سطح مقطع عمودی جریان بویژه
در نواحی اطراف دیواره چاه، جریان آرام به آشفتگی تبدیل خواهد شد و روابط گفته شده برای
جریان گاز در این حالت دیگر صادق نمی باشد. به دلیل وجود این گونه جریان آشفتگی در
بررسی دیواره چاه یک افت فشار اضافی جدید ایجاد می گردد که همانند افت فشار حاصل از
skin به افت فشار اصلی افزوده می گردد.

$$Re = \frac{\rho u D}{\mu} = \frac{\rho u \sqrt{k}}{\mu}$$

* نکته:

از لحاظ آنالیز ابعادی، ترازایی معادل سطح مقطع حفره ها بوده و با بُعد (L^2) در رابطه داری تقریبی است
در محدوده های $Re > 10$ جریان کاملاً آشفتگی است.



ای آفتاب خندان می روشند از درونم یک ساقم بگنجان در بند مریات



1978
2016
1395 - A.T.T

- For laminar & Radial Flow (Darcy):

$$q = 7.08 \frac{khr}{\mu} \frac{dP}{dr}$$

$$u = v = \frac{q}{A} = \frac{7.08 khr}{2\pi r h \mu} \frac{dP}{dr} \rightarrow u = 1.127 \frac{k}{\mu} \frac{dP}{dr}$$

$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dr} \right)_{Darcy} = \frac{\mu}{1.127 k} \cdot u \quad \checkmark \checkmark$$

- For Turbulent & Radial Flow (Non-Darcy):

• Forchheimer Correlation:

$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dr} \right)_{Non-Darcy} = \beta \rho u^2 \quad \checkmark \checkmark$$

β : Turbulence Parameter (first velocity coefficient) $\rightarrow \beta = f(k, \phi)$ تابع خواص سنگ

* تدویر بسیار مهم، حساسی به سرعت جریان بسیار به عددی برسد که به سرعت صوت نزدیک شود و با جریان مواصوت رخ دهد مجدداً یک امت فضا اضافی نسبت به جریان آشفته موجودی آید که برابر است با:

$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dr} \right)_{Sonic} = \gamma \rho^2 u^3 \quad \checkmark \checkmark$$

γ : Second Velocity Coefficient این دو پارامتر مثل این است این دو پارامتر نسبت به سرعت



* نکته مهم: از نقطه نظر آسانتر بعدی واحد β معکوس بعد (L^{-1}) و واحد ρ معکوس لجرجت $(\frac{L \cdot T}{M})$ می باشد.

*
$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dr} \right)_{Laminar} = \frac{\mu}{1.127k} u$$

$$\left(\frac{dP}{dr} \right)_{Turbulent} = \beta \rho u^2 + \rho^2 u^3$$

$$\left(\frac{dP}{dr} \right)_{Total} = \frac{\mu}{1.127k} u + \beta \rho u^2 + \rho^2 u^3$$

* نکته: جمله مربوط به Sonic $(\rho^2 u^3)$ به دلیل اینکه سطح مقطع حفره عاوج و اصطلاحات بسیار بالایی باشد معمولاً ایجاد نمی شود.

* نکته بسیار مهم: معمولاً جریان غیرطوری $(\beta \rho u^2)$ در حالت گازی اتفاق می افتد و در نتیجه در حالت سیالیت مایع قابل صرف نظر کردن است مگر آنکه در اثر گرادیان فشاری بالای اطراف دهانه چاه و صیدفازی شدن جریان سرعت سیال جاری بیش از حد افزایش یابد و استعقبی در مسیر جریان ایجاد شود.

دلم بگو که قدرت پمپ مورد بومی است
من بگو که کلمات لطیف و نازنین است



$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dr} \right)_{\text{Total}} = \left(\frac{dP}{dr} \right)_{\text{Darcy}} + \left(\frac{dP}{dr} \right)_{\text{Non-Darcy}}$$

همواره داریم:

$$\left(\frac{dP}{dr} \right)_{\text{Non-Darcy}} > \left(\frac{dP}{dr} \right)_{\text{Darcy}}$$

* Darcy Flow:

$$\Delta P)_{\text{Darcy}} = \frac{q B}{7.08 kh} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)$$

* Non-Darcy Flow:

$$\frac{dP}{dr} = \beta \rho u^2 \quad \& \quad u = \frac{q B}{2\pi r h}$$

$$\rightarrow \int_{P_w}^{P_e} dP = \int_{r_w}^{r_e} \beta \rho \left(\frac{q^2 B^2}{4\pi^2 r^2 h^2} \right) dr$$

$$\rightarrow \Delta P)_{\text{Non-Darcy}} = \beta \rho \frac{q^2 B^2}{4\pi^2 h^2} \left(\frac{1}{r_w} - \frac{1}{r_e} \right) \quad , \quad r_e \gg r_w$$

$$\rightarrow \Delta P)_{\text{Non-Darcy}} = F q^2 \quad \& \quad F = \frac{\beta \rho B^2}{4\pi^2 h^2 r_w}$$

F: Non-Darcy Flow Coefficient



- قاعدتاً در همه جای مخزن آشفته داریم و اکثراً بر روی دیواره چاه Non-Darcian داریم.

- در معادله Non-Darcy که حدود انتقال را از r_w تا r_e گرفتیم بدون معادله $Turbulancy$ در کل مخزن را به دست آورده ایم.

- در نتیجه مجموع افت فشار ناشی از جریان داری و غیر داری در دیواره چاه برابر است با:

$$\Delta P)_{Total} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + F q^2$$

$$\Delta P)_{Total} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + \frac{7.08 kh F}{\mu B} q \right]$$

* $D = \frac{7.08 kh F}{\mu B}$ (Turbulency Factor)

$$\rightarrow \Delta P)_{Total} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + D q \right] \checkmark$$

* $D = 0 \rightarrow$ Laminar

$D > 0 \rightarrow$ Turbulent

$D < 0 \rightarrow$ تعریف نمی شود زیرا که خواص فیزیکی منفی نخواهند شد.



۱۳۹۵ - ۰۸ / ۲۶

D - دماوه عددی کوچک باشد و ارتوان 10^{-5} و 10^{-6} می باشد.

- برای محازن نفتی واحد D ، $\frac{Day}{STB}$ و برای محازن گازی واحد D ، $\frac{Day}{SCF}$ می باشد

- Darcy Flow :

• Ideal (without skin) :

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_{wf}}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

• Actual (with skin) :

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S}$$

- Non-Darcy Flow :

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\underbrace{Dq}_{\text{Darcy}} + \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

ناشی از رسوب بالای سیال

$$\Delta P)_{\text{Non-Darcy}} = \frac{q \mu B}{7.08 kh} Dq$$

اصل تود پشتمت یکونت زبعم نمى الملى كى خورم خون است



- If Turbulency and Wellbore Damage are existed:

$$\Delta P)_{Total} = \Delta P)_{Darcy} + \Delta P)_{Non-Darcy} + \Delta P)_{skin}$$

$$\rightarrow q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq}$$

- عمقواره Turbulency باعث تشدید skin می شود یعنی باعث سریع تر شدن

رشد skin می شود ولی هیچ رابطی بین S و D وجود ندارد.

- اگر افت فشار در یک سیستم ثابت باشد وجود Turbulency باعث کاهش q می شود

چون در حالت اول کل افت فشار فقط برای تولید استفاده می شود ولی در حالت دوم مقداری

افت فشار برای Turbulency صرف شده و سهم افت فشار تولیدی کم می شود.

S → well test analysis ✓





معمولاً برای ساده نمودن معادلات مجموع ضریب پوسته ناشی از آسیب سازند ضریب جریان آشفته را به صورت Apparent Skin Factor ناشی می‌کنند

$$S' = S + Dq$$

S' : Apparent Skin Factor

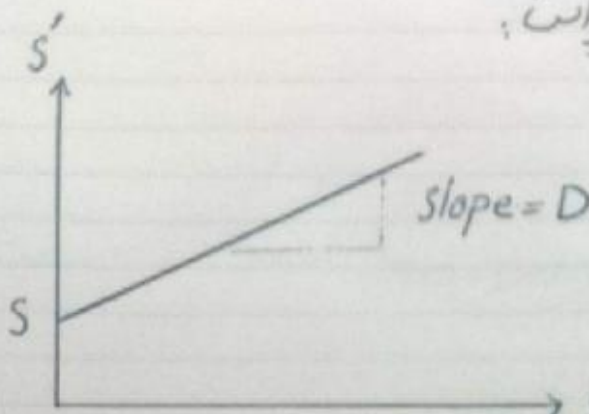
S : True Skin Factor = Van Everdingen Skin Factor

$$S = \left(\frac{k}{k_s} - 1 \right) \ln \left(\frac{r_s}{r_w} \right) \Rightarrow \text{Rate Independent}$$

$Dq \Rightarrow \text{Rate Dependent}$

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln \left(\frac{r_e}{r_w} \right) + S'}$$

تغییرات نسبت به q به شکل زیر است:



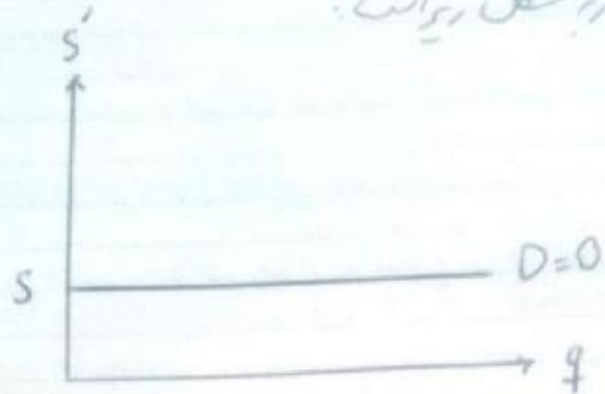
$$S' = S + Dq$$

آن جا که نمودار خطوط موازی است

November 20

۱۳۹۸ - ۱۳۹۹

اگر $D=0$ باشد نمودار شکل زیر است.



تدریس مهم به دلیل اینکه جریان آشفته بشود، مخازن گازی اتفاق می افتد خواهیم داشت:

$$P \rightarrow \psi$$

$$\mu B \rightarrow T$$

$$7.08 \rightarrow 703$$

$$\Rightarrow q_{sc} = 703 \frac{kh}{T} \frac{\psi_e - \psi_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq_{sc}}$$

رواق مد شباهت است و کربن را می رسد شده گل بیل خوش احسان را

مدرس (معلم)

* Well Performance :

- بعضی مواقع عملکرد چاه نسبت به خودش در زمان‌های مختلف سنجیده می‌شود بعضی مواقع عملکرد چاه نسبت به چاه‌های اطرافش سنجیده می‌شود.
- موثرترین پارامترهایی که جهت مطالعه و معیار عملکرد در چاه مختلف ریاضتی یک چاه با گذشتن مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

• Skin Factor , S

• Productivity Index , $PI = J$

• Specific Productivity Index , PI_s

• Productivity Ratio (Flow Efficiency) , PR or FE

• Damage Ratio , DR

• Damage Factor , DF

* Skin Factor, S :

$$S = \left(\frac{k}{k_s} - 1 \right) \ln \left(\frac{r_s}{r_w} \right)$$

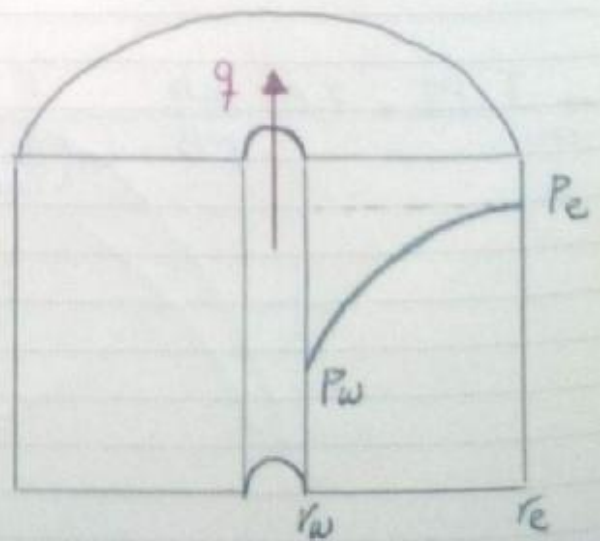
* نکته: Skin Factor مستقیماً به شرایط کیفیت عملیات حفاری چاه و نوع سنگ رسوبی سازشده‌ی اطراف لثا برای معیار هر چاه مختلف (به ویژه در دو مخزن مختلف) چندان مناسب نیست و معمولاً تنها برای معیار عملکرد یک چاه با گذشته‌اش مورد استفاده تکراری گیرد.

* Productivity Index, PI = J :

شاخص بهره‌دهی به عنوان معیار توانایی و میزان تولید یک چاه به ازای یک Psi افت فشار می‌باشد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$J \text{ or } PI = \frac{\text{Flow Rate}}{\text{Draw Down Pressure}} \quad \left(\frac{\text{STBD}}{\text{Psi}} \right)$$

$$\rightarrow PI = \frac{q}{P_e - P_w}$$



آن که بیش از حدتانی کمبر غارتید کبر است که دشت اوشان است



* به اختلاف فشار شعاع بر روی مخزن (P_e) و فشار دهانه چاه (P_w) فشار کلیم (Draw Down Pressure) می گویند بدلیل آنکه فشار در شعاع بر روی مخزن در حالت Steady State صواره ثابت می ماند داریم:

$$\text{Draw Down Pressure} = P_e - P_w$$

ولی در حالت Pseudo Steady State بدلیل کاهش تدریجی فشار در شعاع بر روی مخزن همین تئوری داریم:

$$\text{Draw Down Pressure} = P_{ave} - P_w$$

* در جریان Pseudo Steady State بدلیل افت فشار مرزهای مخزن و پائین بودن فشار کلیم مخزن، سرعت جریان پائین بوده و معمولاً جریان آشفته اتفاق نمی افتد: $Dq = 0$

- For Steady State Flow:

$$J = PI = \frac{7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq}}{P_e - P_w}$$

$$\rightarrow J = PI = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{1}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq} \quad \checkmark \checkmark$$

کتابخانه که فروشی شود از قلمرو
فناوری که هم از قیمت پایین است

- For Pseudo Steady State Flow:

$$J = PI = \frac{7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_{ave} - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4} + S}}{P_{ave} - P_w}$$

$$\Rightarrow J = PI = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{1}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4} + S} \quad \checkmark \checkmark$$

* نکته مهم همانطور که از روابط ضریب بهره‌دهی (PI) نیز مشخص می‌شود طیف پارامترها و ویژگی‌های چاه و مخزن در PI تأثیر دارد لذا می‌توان هر دو چاه مختلف را با پارامتر PI مقایسه کرد و این نتیجه‌گیری را داشت که یک چاه با ضریب بهره‌دهی بیشتر نسبت به چاه دیگر به‌طور کلی هر دو وضعیت بهتری قرار دارد.

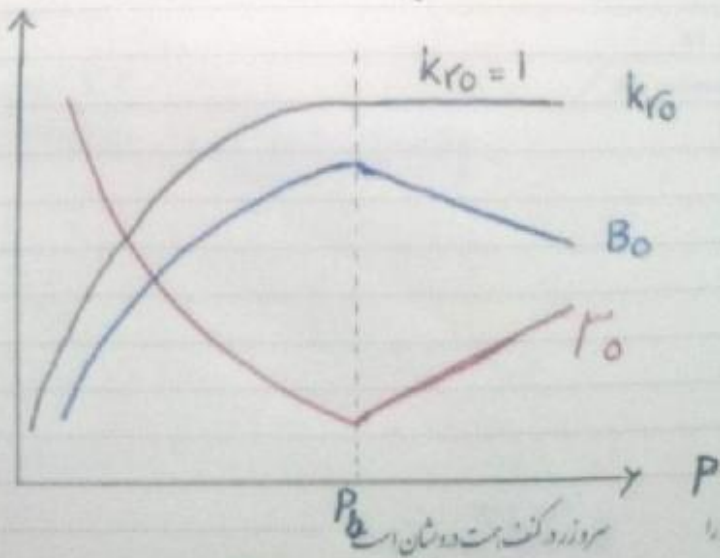


* نکته بسیار مهم: مؤثرترین عوامل کاهش ضریب بهره‌دهی عبارتند از:

rate تولیدی برشوند عبارتند از:

- ۱- آسیب دیدگی دهانه و نواهی اطراف چاه (انفراش S)
- ۲- تشکیل جریان آشفته در نواهی اطراف چاه (بهدلیل افت فشار شدید در درجه‌های عمیق بالای مرکز سیال در این نواهی و انفراش Dq)
- ۳- انفراش و میکورتبه سیال مخزن (انفراش M)
- ۴- انفراش B_o
- ۵- کاهش تراوانی مؤثر نسبت به دلایل زیر:
 - انبساط سنگ مخزن در اثر کاهش فشار
 - water coning به دلیل تشکیل جریان دوفازی
 - gas coning به دلیل تشکیل جریان دوفازی

** نحوه تغییرات B_o و μ_o و k_{ro} = $\frac{k_o}{k}$ به شکل زیر می‌باشد:



این نمودار منحنی‌ها را بر نوبت که تورا

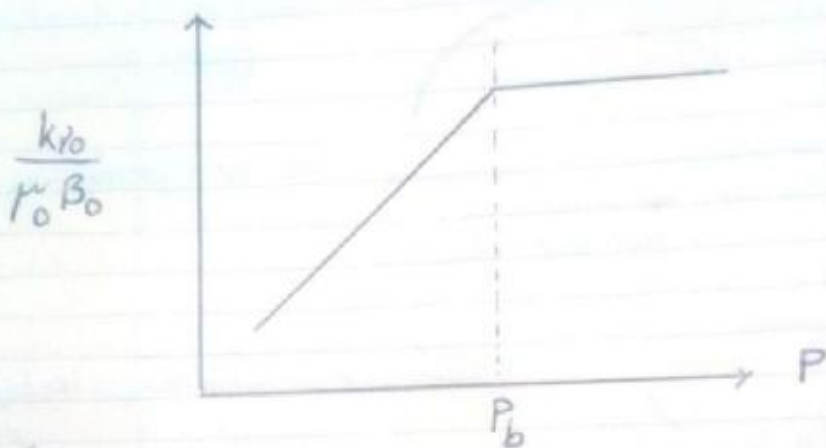
سوزش گت پست دوشان P_b



شماره ۲۷
November 27

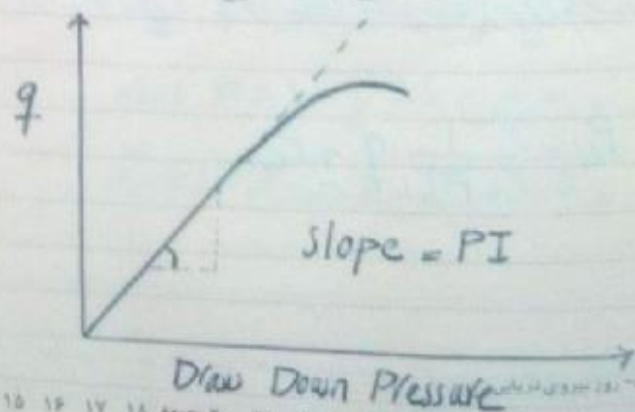
۱۳۹۵، ۹، ۷

حاصل گرفته از نمودار مشخص است در فشارهای بالاتر از P_b ، $k_{ro} = 1$ می باشد و ترم $\mu_o B_o$ همگس را خنثی می کند در فشارهای پایین تر از P_b به دلیل آزاد شدن گاز، k_{ro} در نتیجه k_o کاهش می یابد و ترم $\mu_o B_o$ همگس را خنثی می کند در نتیجه خواهیم داشت



پس ترم $\frac{k_{ro}}{\mu_o B_o}$ در فشارهای بالای P_b ثابت می باشد در فشارهای کمتر از P_b کاهش می یابد

در نمودار زیر توجه کنید در اثر افزایش فشار، ΔP چپ نمودار صاف می باشد شیب خط ثابت است و اینکه PI تغییری نمی کند اما وقتی ΔP از حدی زیادتر می شود شیب نمودار کم می شود و rate کاهش می یابد که بدین معنات که جریان آشفته (Dq) تشکیل شده است

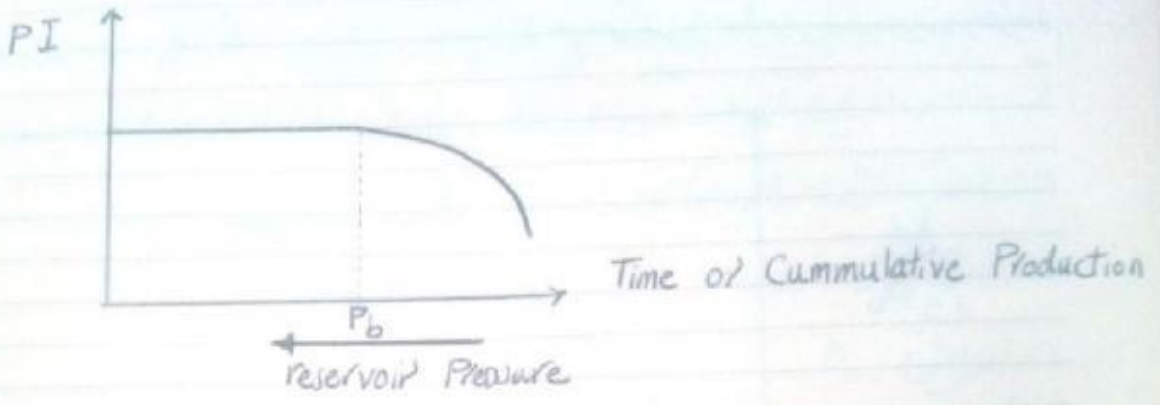


رشد از بهر جهت نظری نیست کزینت
شکل گداز به سری نیست کزینت



۱۳۳۸
۲۰۱۹
۱۳۳۸.۹.۰۸

نمودار زیر کاهش فشار جریان در مخزن بر مبنای تعادل تراز حساب در آشیر آن
بر خواص سیال و جریان آن بر نشان می دهد.



* نمودارها و روابط عملکرد چاه های نفت :

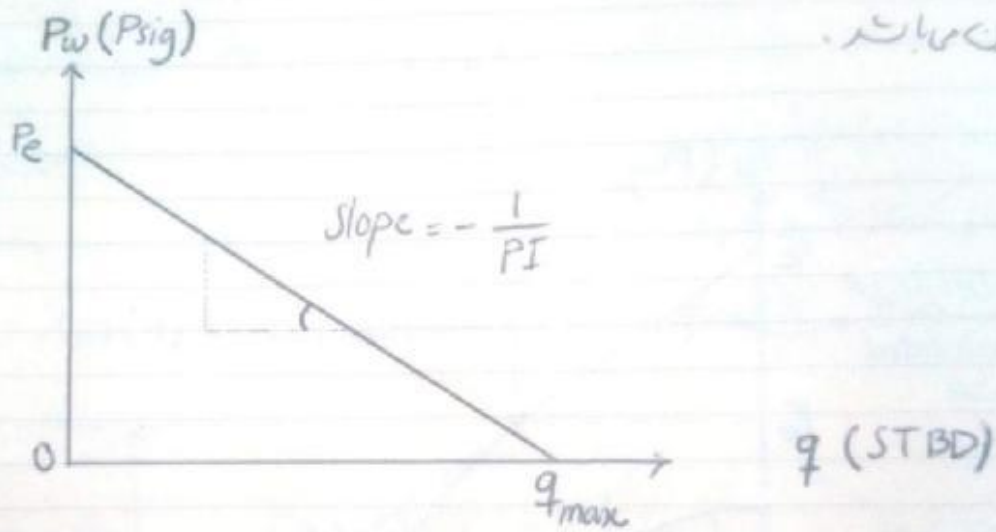
همانطور که بیان شد روابط نمودارهایی که نرخ تولید مخزن از یک چاه (q) را به فشار ته چاه (P_w) مرتبط می کند روابط نمودارهای IPR (Inflow Performance Relationship) نامیده می شوند.
رابطه جریان نفت در حالت پایدار (S.S) به هر دو چاه به صورت زیر تعریف می شود:

$$q = 7.08 \frac{kh}{\mu B} \frac{P_e - P_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq} = PI (P_e - P_w)$$

لذا ساده ترین رابطه IPR به منظور ایجاد ارتباط بین q و P_w به صورت زیر می باشد:

$$P_w = -\frac{1}{PI} q + P_e$$

این رابطه نموداریک خط راست می باشد که عرض از مبدأ آن P_e و شیب آن $-\frac{1}{PI}$ می باشد. لازم به ذکر است که تمام پارامترهای مخزن شامل هندسه، خصوصیات سنگ و سیال و میزان آسیب دیدگی و نوع جریان سیال درون محیط متخلخل ثابت فرض شده اند و در PI گنجانده شده اند و در حقیقت PI معرف مشخص کننده تمام خصوصیات مخزن می باشد.



(Absolute Open Flow, AOF)

- نمودار IPR فقط برای یک مخزن ایده آل به شکل یک خط راست می شود. شرایط یک مخزن در حالت ایده آل عبارتند از:

• جریان تک فازی باشد ($P > P_b$) هم چنین سیال تراکم پذیر باشد ($C=0$)

• $Dq=0$ ، جریان نا آرام رخ ندهد.

• جریان S.S یا P.S.S باشد.

• $S=0$ ، آسیب وجود نداشته باشد.

کدام از نام سرزاف تور عبارتند بسیار است و شیب عمیق است

* روابط IPR:

* For Undersaturated Oil ($P > P_b$):

$$q = PI (P_e - P_w) \rightarrow P_w = -\frac{1}{PI} q + P_e$$

* For Saturated Oil ($P < P_b$):

به روز زمان و افزایش تولید از مخزن فشاردهانه چاه به صورتی فاریابیگین کاهش می یابند.
علاوه بر بیان یک خودرهای IPR در این وضعیت به شکل منحنی تبدیل می شوند روابطی
که خودرهای IPR را در این حالت منحنی شکل مدل می کنند عبارتند از:

• Vogel Method:

$$\frac{q}{q_{max}} = 1 - 0.2 \left(\frac{P_w}{P_e} \right) - 0.8 \left(\frac{P_w}{P_e} \right)^2 \quad P < P_b$$

P: psig

حضرت خدیجه کبری (ع) از مکه به مدینه - روز جهانی مبارزه با ابتذال - شهادت میرزا کوچک خان جنگلی (۱۳۰۰ ه. ش.)

فرا آب و من الکون نلری بخت کزینت

از جای لب شیرین توای پشروش

روز قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران (تصویب قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۵۸ ه. ش.)



2016

۱۳۹۵-۰۹-۱۳

Fetkovich Method:

$$\frac{q}{q_{max}} = \left[1 - \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^2 \right]^n$$

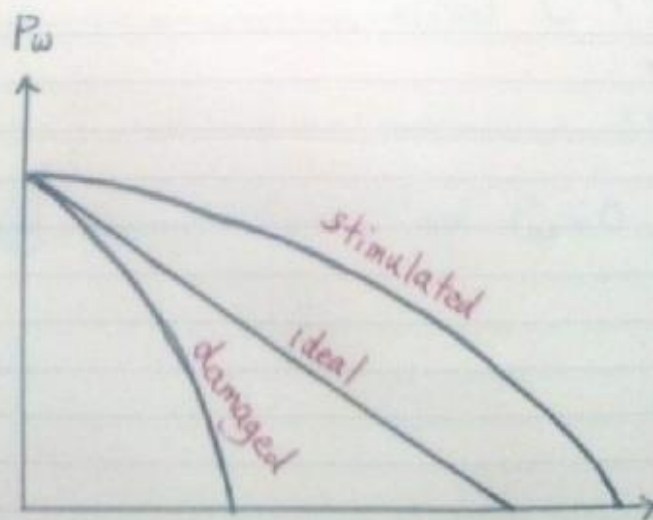
این معادله در دلیل داشتن توان n، در حقیقت اثر وجود جریان آشفته را محاسبی نمودن
مسلوب توانایی تخمین دبی تولیدی در شرایط High Velocity Flow را دارد.

Standing Method:

$$\frac{q}{q_{max}} = \left[1 + 0.8 \frac{P_w}{P_{ave}} \right] \left[\frac{P_{ave} - P_w}{P_{ave}} \right]$$

* تأثیرات Stimulation و Damage بر روی نمودارهای IPR:

تحرید چاه باعث افزایش ترادابی در اطراف چاه و هم چنین کاهش damage می شود
کاهش افزایش PI و نهایتاً کاهش شیب $-\frac{1}{PI}$ و افزایش q_{max} می شود.

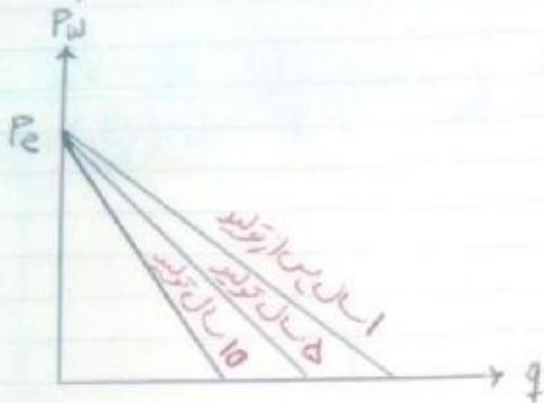


در نزد همیش نشان خبری نیست که نسبت
صحت نیست که از بهره بردن آید

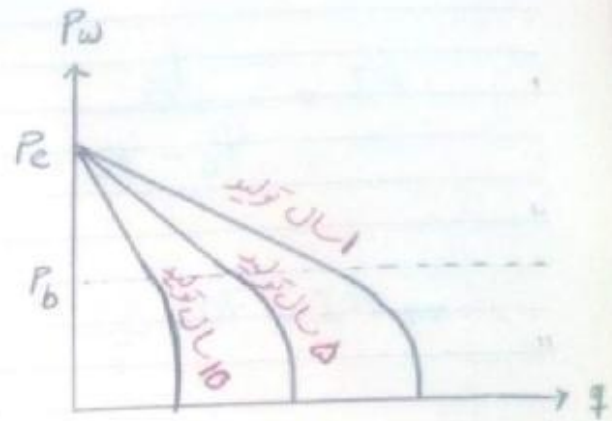


* تأثیرات امت و شارحون (P_e) بر روی نمودارهای IPR :

• Steady State Flow :

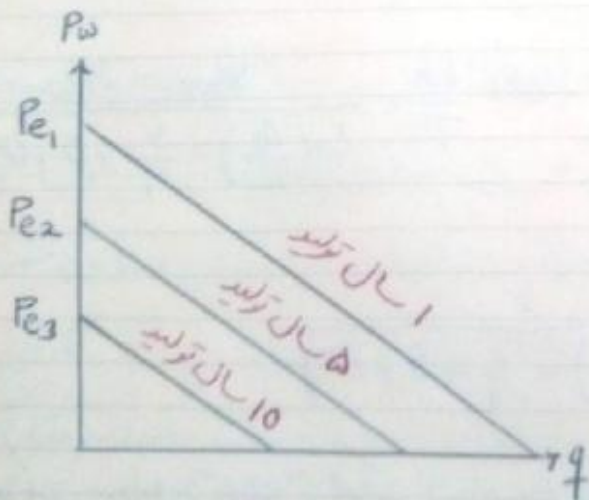


ideal

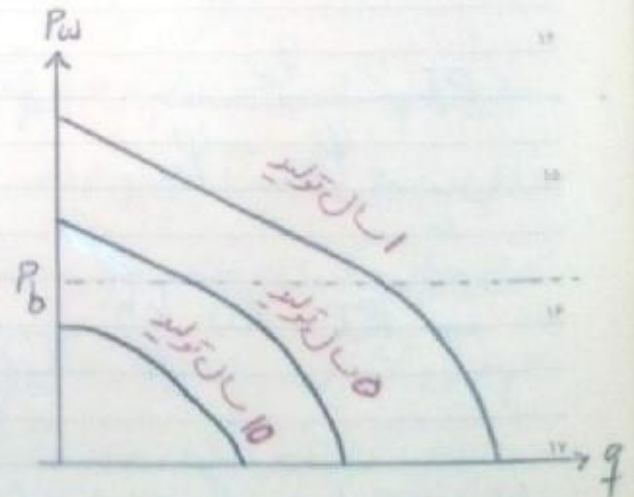


actual

• Pseudo Steady State Flow :



ideal



actual

آب چشم گبروات میگذرد آفت زبردت و مگدی پشت کزیت



- PI for Gas Reservoir:

• Steady State Flow:

$$PI = \frac{q_{sc}}{\psi_e - \psi_w} \quad \& \quad q_{sc} = 703 \frac{kh}{T} \frac{\psi_e - \psi_w}{\ln(\frac{r_e}{r_w}) + S + Dq}$$

$$\Rightarrow PI = 703 \frac{kh}{T} \frac{1}{\ln(\frac{r_e}{r_w}) + S + Dq}$$

* نکته مهم: اثر پارامتر آشفتنی (Dq) بر روی PI، بدلیل سرعت بسیار بالاتر جریان های گازی نسبت به جریان های نفتی بسیار شدیدتر است.

• Pseudo Steady State Flow:

$$PI = \frac{q_{sc}}{\psi_{ave} - \psi_w} \quad \& \quad q_{sc} = 703 \frac{kh}{T} \frac{\psi_{ave} - \psi_w}{\ln(\frac{r_e}{r_w}) - \frac{3}{4} + S + Dq}$$

$$\Rightarrow PI = 703 \frac{kh}{T} \frac{1}{\ln(\frac{r_e}{r_w}) - \frac{3}{4} + S + Dq}$$

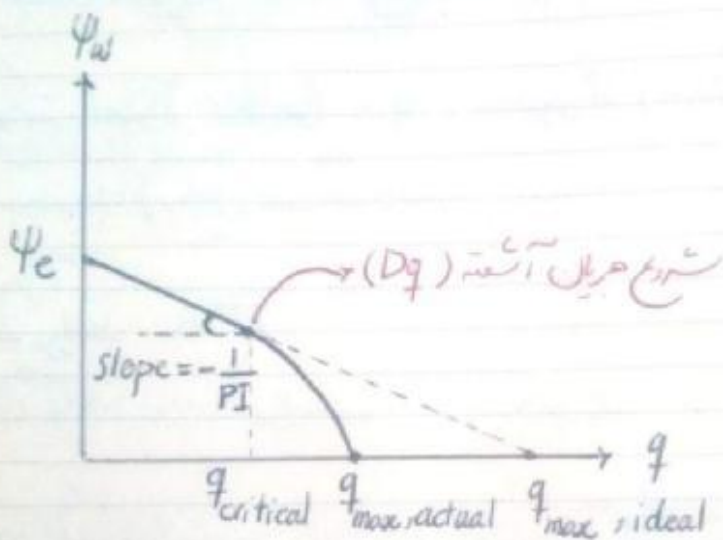
* نکته: بدلیل قابلیت تحرک (mobility) بسیار بالای گاز در محیط متخلخل اثر آشفتنی (Dq) برای روابط IPR و معادله مخازن گازی bounded نیز لحاظ می شود.



نمودارهای روابط عملکرد چاههای گازی:

روابط داری، IPR، و نمودارهای عملکرد در مخازن گازی توصیفند:

$$\psi_w = \psi_e - \frac{1}{PI} q_{sc}$$



علی رغم تشابه روابط حاکم بر جریان گاز و جریان نفت در مخازن گازی و نفتی، این دو سیال اساساً پارامترهای مؤثر برای هر سیال دیگری متفاوت است. به عنوان مثال برای جریان گازی برخلاف جریان نفت تغییرات ویسکوزیته (μ) چندان محسوس نیست هم چنین تشکیل Skin Region در مخازن گازی به دلیل گسترش سبزی دراز گاز برای حبابهای ذرات ریز سنگ و هدایت آنها به سمت دهانه چاه نسبت به نفت به نسبی و در مقدار کم تشکیل می‌شود هم چنین در مخازن گازی ترکیبات سنگین آسفالتین، رواس و وجود ندارد که کوچک در دهانه چاه رسوب کند.

یا دخیان برود صل تو یا مرک ر یقب
بود آبا که فلک زین دور کاری کند



بنابراین بهترین تأثیر بر محدودارهای عملکرد چاههای گازی را آن نقطه جریان دارد. اساساً گاز به دلیل Mobility بسیار بالا با کوچکترین افت فشار به سرعت جریان پیدا می کند.

- نقطه‌ای که جریان آن نقطه شروع می شود را دبی بحرانی ($q_{critical}$) گویند.

معمولاً Skin Factor در چاههای گازی بر اثر تشکیل میعانات گازی در اطراف دهانه چاه (به دلیل افت فشار شدید) ایجاد می شود که قطرات مایع باعث انسداد حفره‌های مجاور

- روابط IPR :

* Rawlin Method:

$$q = 703 \frac{kh}{T} \frac{\psi_e - \psi_w}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq}$$

if $\bar{p} \bar{Z} = cte \Rightarrow \psi = \frac{P^2}{\bar{p} \bar{Z}} \Rightarrow q = 703 \frac{kh}{T \bar{p} \bar{Z}} \frac{P_e^2 - P_w^2}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq}$

Rawlin تجربی : $q = C (P_e^2 - P_w^2)^n \checkmark$

n: Turbulency Exponent

C: Performance Coefficient

رأب و رن پروه زرنمان مست پرس کاین حال نیست زله عالی مقام را



۸ ربيع الاول
December 8

۱۳۳۸

2016

۱۳۹۵-۹/۱۸

$$n \xrightarrow[\text{با معادل}]{\text{معادل}} Dq$$

$$C \xrightarrow[\text{با معادل}]{\text{معادل}} 703 \frac{kh}{T_p Z} \frac{1}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S}$$

* نکته بسیار مهم

جریان تکفازی طاز $\Rightarrow 0.5 \leq n \leq 1$

جریان تکفازی آرام $\Rightarrow n = 1$

جریان تکفازی طغلا آئنه $\Rightarrow n = 0.5$

کمترین $n < 0.5$ \leftarrow جریان حومازی ركاملا آئنه (بخازن گار معانی)



۹ ربيع الاول
December 9

۱۳۳۸

2016

۱۳۹۵-۹/۱۹

ای که از دفتر نشر آیت مشق آموزی
ترجم این کتبه تصنیف نادانی دانست

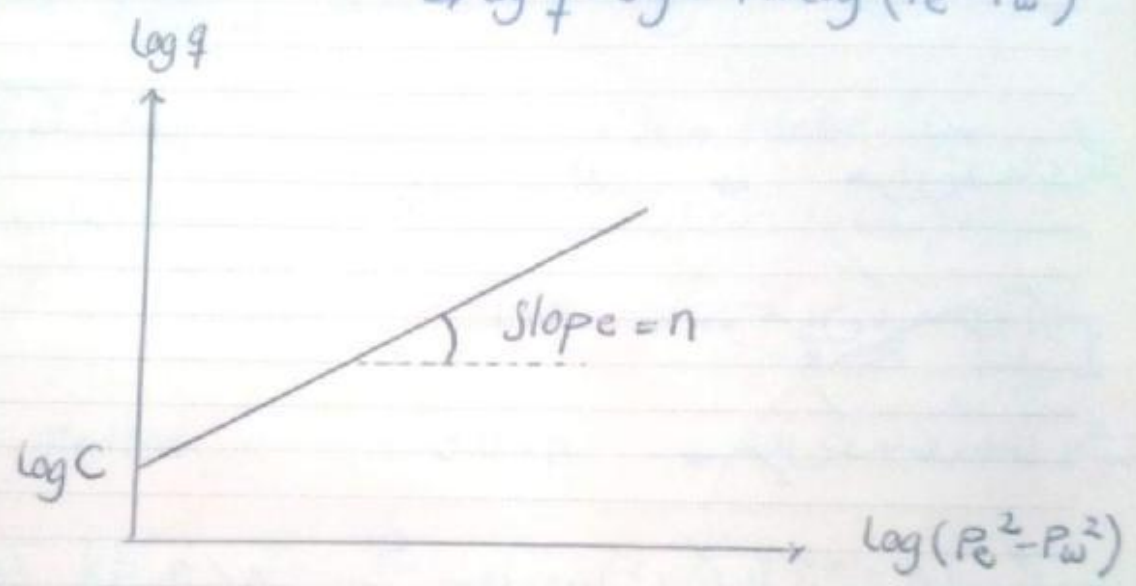
تشکیل شورای عالی انقلاب فرهنگی به فرمان حضرت امام خمینی (ره) (۱۳۴۲ هـ ش)

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵ ۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹ ۲۰ ۲۱ ۲۲ ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸ ۲۹ ۳۰



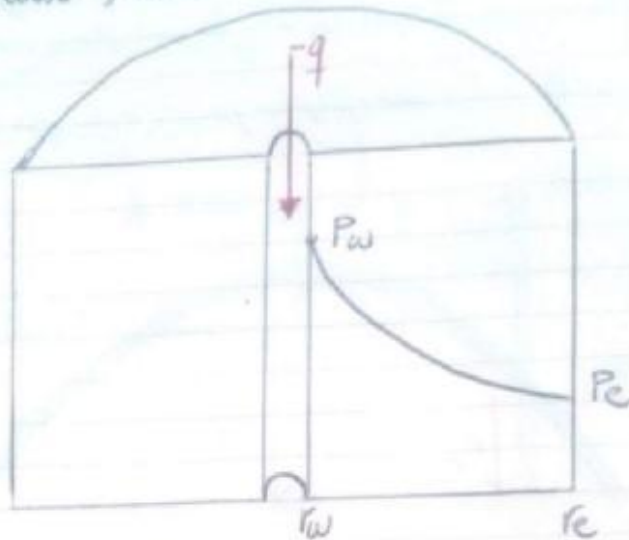
رابطه تجربی Rawlin برای تخمین رابطه چتری $\rightarrow q = C(P_e^2 - P_w^2)^n$

$$\Rightarrow \log q = \log C + n \log (P_e^2 - P_w^2)$$





* Injectivity Index, II :



روابط داری برای تولید و تزریق مشابه یکدیگر هستند با این تفاوت که طبق قرارداد، مقدار مثبت $(q_p > 0)$ را برای تولید و مقدار منفی $(q_{inj} < 0)$ را برای تزریق در نظر می‌گیریم:

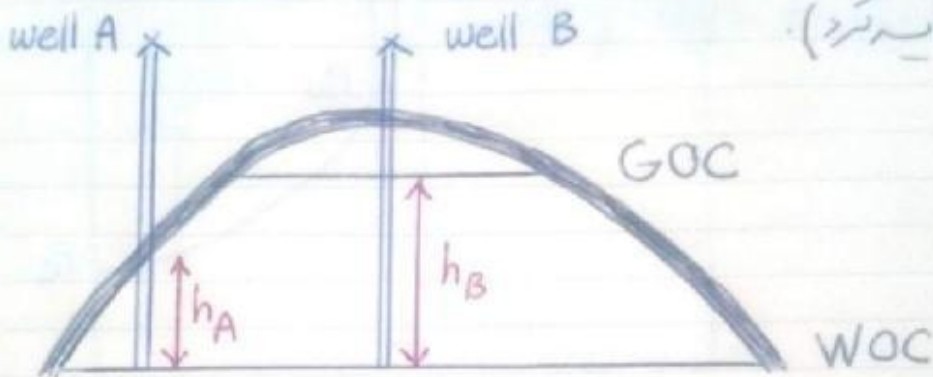
$$II = \frac{-q_{inj}}{P_w - P_e} \quad \checkmark \checkmark$$

حوازه = $P_w > P_e, q_{inj} < 0 \Rightarrow II > 0$



* Specific Productivity Index, PI_s :

این شاخص برای مقایسه یک چاه با خودش استفاده نمی شود و برای مقایسه با چاه های دیگر با h های متفاوت مورد نیاز می باشد (چاه های متفاوت با h های یکسان برای توان با PI مقایسه کرد).



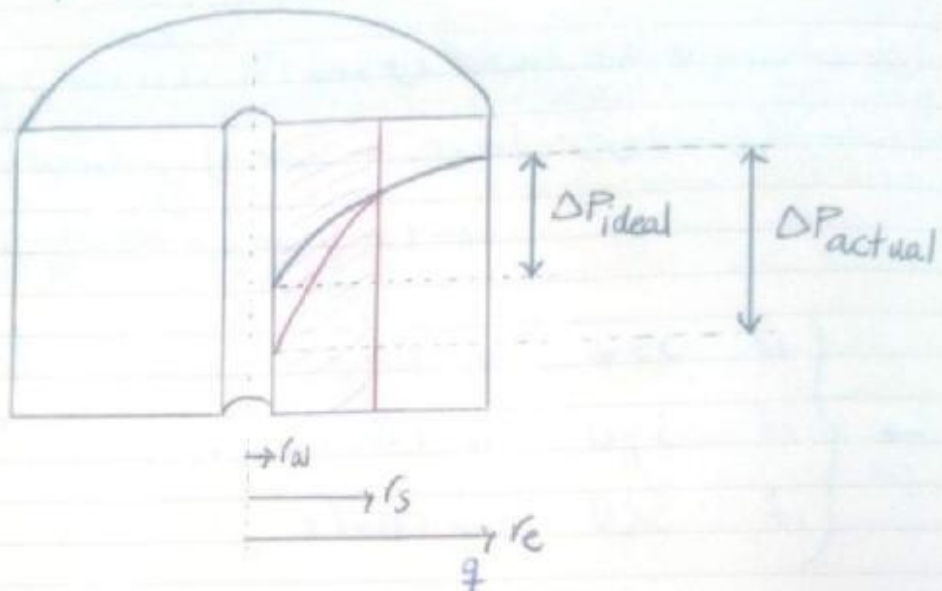
$$h_A \neq h_B$$

$$PI_s = J_s = \frac{PI}{h} = \frac{q}{h(P_e - P_w)} \quad \checkmark \checkmark \left(\frac{STBD}{psi \cdot ft} \right)$$

$$= 7.08 \frac{k}{\mu B} \frac{1}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S + Dq}$$



* Productivity Ratio (Flow Efficiency), PR or FE :



$$PR \text{ or } EF = \frac{PI_{\text{actual}}}{PI_{\text{ideal}}} = \frac{\frac{q}{\Delta P_{\text{actual}}}}{\frac{q}{\Delta P_{\text{ideal}}}} = \frac{\Delta P_{\text{ideal}}}{\Delta P_{\text{actual}}}$$

$$\rightarrow \Delta P_s = \Delta P_{\text{actual}} - \Delta P_{\text{ideal}}$$

$$\rightarrow PR \text{ or } EF = \frac{\Delta P_{\text{actual}} - \Delta P_s}{\Delta P_{\text{actual}}} = 1 - \frac{\Delta P_s}{\Delta P_{\text{ac}}}$$

$$= 1 - \frac{\frac{q \mu B}{7.08 kh} s}{\frac{q \mu B}{7.08 kh} [\ln(\frac{r_e}{r_w}) + s]} = 1 - \frac{s}{\ln(\frac{r_e}{r_w}) + s} = \frac{\ln(\frac{r_e}{r_w})}{\ln(\frac{r_e}{r_w}) + s}$$

نرخ مست فواریش کن مردم اندیش
فمن ماشق به قمع کر نمودنوش به



$$\Rightarrow PR \text{ or } FE = 1 - \frac{\Delta P_s}{P_e - P_w} = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S} \quad \checkmark \checkmark$$

نکته بسیار مهم: به دلیل آنکه PR براساس Skin Factor محاسب می شود برای مقایسه یک چاه با گذشته اش (که معمولاً حالت ایده آل فرض می شود) استفاده می شود و برای مقایسه یک چاه با چاه دیگر استفاده نمی شود.

$$\rightarrow \begin{cases} \text{if } S=0 & \Rightarrow PR = FE = 1 \\ \text{if } S > 0 & \Rightarrow PR = FE < 1 \\ \text{if } S < 0 & \Rightarrow PR = FE > 1 \end{cases}$$

نکته: هرچه PR بزرگتر باشد نشان دهنده عملکرد بهتر مخزن می باشد.

* Damage Ratio, DR:

$$DR = \frac{1}{FE} = \frac{PI_{ideal}}{PI_{actual}} = \frac{\Delta P_{actual}}{\Delta P_{ideal}} \quad \checkmark \checkmark$$

$$\rightarrow DR = \frac{\Delta P_{ideal} + \Delta P_s}{\Delta P_{ideal}} = 1 + \frac{\Delta P_s}{\Delta P_{ideal}} = 1 + \frac{\frac{92B}{7.08kh} S}{\frac{92B}{7.08kh} \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$$

$$\rightarrow DR = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \quad \checkmark \checkmark$$

دلم ز صومعه گرفت و فرق مالوس کاست و برهان و شراب ناب کجا



* نکته: بدلیل آنکه DR براساس Skin Factor بوده کاربردش مشابه PR دارد.

* نکته: صرف DR کوچکتر باشد نشان دهنده عملکرد بهتر چاه می باشد.

$$\rightarrow \begin{cases} \text{if } S=0 & \rightarrow DR=1 \\ \text{if } S>0 & \rightarrow DR>1 \\ \text{if } S<0 & \rightarrow DR<1 \end{cases}$$



پرنیت است بر روی صلاح و تقواری
سلاح و عطا کجا نغمه رباب کجا



* Damage Factor, DF:

$$DF = 1 - FE = 1 - \frac{PI_{actual}}{PI_{ideal}} = 1 - \frac{\Delta P_{ideal}}{\Delta P_{actual}} = \frac{\Delta P_s}{\Delta P_{actual}} //$$

$$\rightarrow DF = \frac{S}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) + S} = \frac{S}{\ln\left(\frac{r_w}{r_{wa}}\right)} //$$

* نکته: DF مشابه DR تابعیت Skin Factor را دارد و عملکردش با DR دارد.

* نکته: DF هم علامت S می باشد و هر چه منفی تر باشد نشان دهنده عملکرد بهتر چاه است.

$$\rightarrow \begin{cases} \text{if } S=0 \Rightarrow DF=0 \\ \text{if } S>0 \Rightarrow DF>0 \\ \text{if } S<0 \Rightarrow DF<0 \end{cases}$$

* نکته: کاربرد های S, FE, DR, DF یکسان است و همگی بدون وجود صورت

$$FE + DF = 1$$

* یادآوری:

* نکته بسیار مهم: همگی شاخص های گفته شده تاکنون برای گازها نیز برقرار است ولی با بسیاری تغییرات لازم را به وجود آورده.

و ۷۰۰ خطه در جنوب اقم (۵۳۰ سال قبل از هجرت) و روز اجماع و مهرورزی و ولادت حضرت

امام جعفر صادق (ع) مؤسس مذهب جعفری (۱۲ هـ ق) (تفصیل) - شهادت ائمه دوازده

مفطح (۱۳۵۸ هـ ش) - روز وحدت حوزه و دانشگاه - روز جوان عاری از خشونت و افراطی گری

زردی دوست دل دشمن پر بیاید چرخ مرده کجا شمع آفتاب کجا

* Superposition Principle :

- در توضیح رابطهداری در حالت U.S.S میان شکته پوش E_i آنها برای مخازنی که اثرات فشار به مرکز مخزن نرسیده اند و به وسیله یک چاه که با دبی ثابت تولیدی کند قابل استقلا می باشد در این بخش بوسیله اصل انطباق (اصل برهم هس) محدودیت های موجود در روش E_i را از بین خواهیم برد. لذا برای رفع این محدودیت اصل انطباق به صورت زیر تعریف می گردد:

زمانی که چند موج فشار بر روی یک سیستم به طور همزمان عمل می کند افت فشار طی در هر نقطه برابر مجموع افت فشارهای ناشی از خروج فشاری به صورت منفرد می باشد به عبارت دیگر:

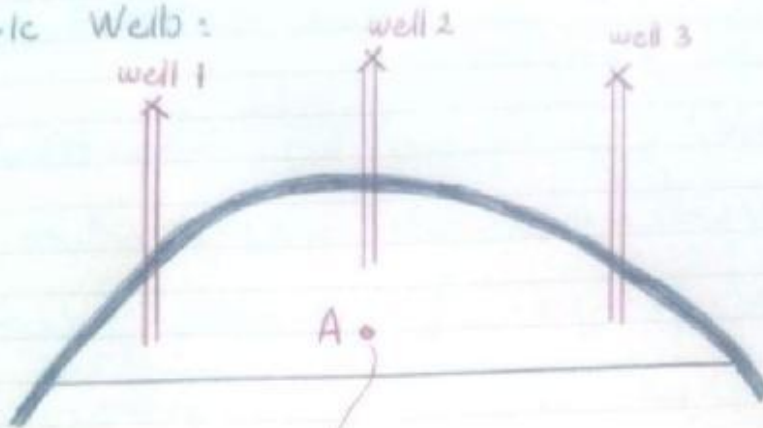
$$\Delta P_{total} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \dots$$

* Application of Superposition Principle :

- Multiple Wells (وجود چند چاه در یک مخزن)
- Multiple Flow Rate (تولید یا چند دبی مختلف از یک چاه)
- Flowing Followed by Shut-In (تولید با دبی ثابت و سپس بستن چاه)
- Partially Closed Reservoir (مخازن محدود به صورت جزئی مانند دامنه گس)

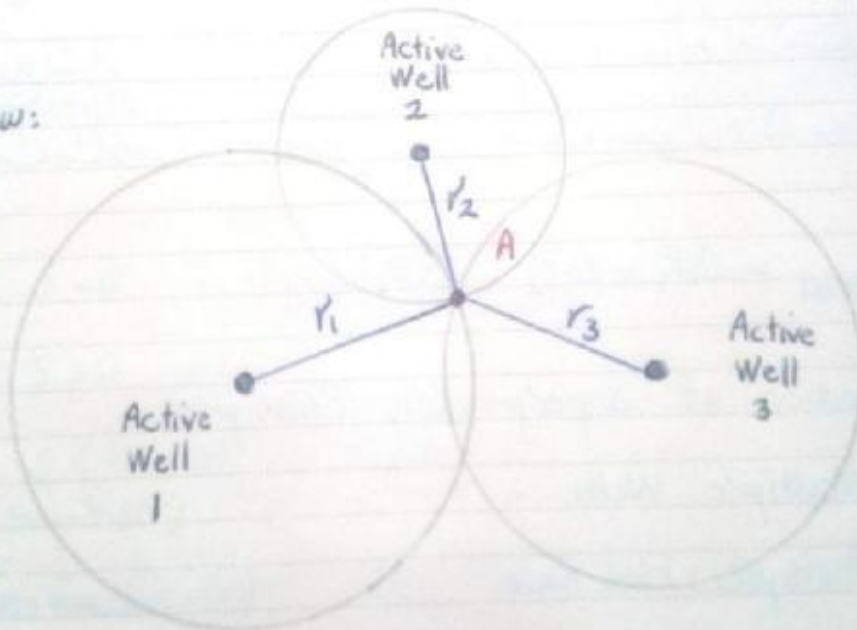
چو گل ریش مانگ آنگ نامت کجا رویم بنما از این جناب کجا

* Multiple Wells:



Observation Point = Shut-In Well

Top View:



با توجه به اصل انطباق امت فشار در نقطه A برابر مجموع امت فشارهای چاههای موجود صورت منفردی باشد:

$$\Delta P_{total} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$$

در نیک شده می آید دل برنات می زخمی به جوش آمده می یابد خاست

حاصل خواهم بود اینم چرایی فشاری در نقطه A که مانند یک چاه بسته در تولیدی
 ندارد فرض شده داریم وقتی که چاه 1 به مدت t_1 رچاه 2 به مدت t_2 رچاه 3 به
 مدت t_3 در حال تولید هستند.

مهم نیست که امت فشار را بر حسب جریان های U.S.S L.P.S.S L.S.S محاسبه کنیم
 در کل برای محاسبات فرض می کنیم جریان U.S.S می باشد پس داریم:

$$\Delta P_1 = - \frac{q_1 \rho B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r_1^2}{4\eta t_1} \right)$$

$$\Delta P_2 = - \frac{q_2 \rho B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r_2^2}{4\eta t_2} \right)$$

$$\Delta P_3 = - \frac{q_3 \rho B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r_3^2}{4\eta t_3} \right)$$

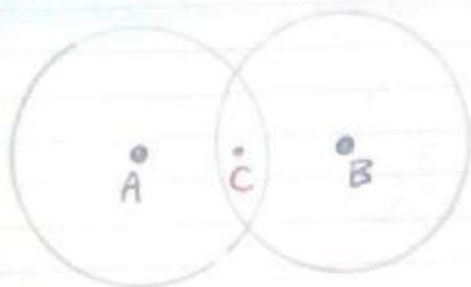
* چون بر اساس حالت U.S.S حل کردیم زمانی اثر چاه های فعال در تولید بر نقطه A تأثیر
 دارد که Shock به A رسیده باشد اگر مقدار $\frac{r^2}{4\eta t} > 10$ شود امت فشار ناشی از آن چاه به نقطه
 A نرسیده و صرفاً خواهد شد.

* این مهم باشی دینظر گرفت چون حوزه چاهها با هم برخورد کرده اند و با هم دگر تداخل دارند مقداری
 خطا ایجاد می شود.

نوبه فروشان کردن جان گذاشت وقت زدی و غرب کردن زمان پیداست

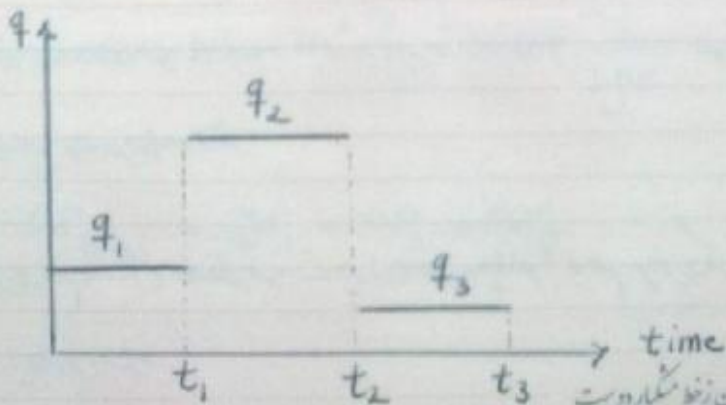
* نکته : در عمل حفرت چاه در حوزه استحصالی چاه دیگر می باشد
 چون چاه در حوزه خود در حال تولیدی باشد.

- به شکل زیر توجه کنید هدف از بررسی نقطه C ، ایجاد چاه ترمیمی یا آب تشار در چاه ترمیمی
 خراب شده بین چاههای A و B می باشد.



* Multiple Flow Rate:

در تمامی معادلاتی که تاکنون ارائه گردید فرض بر آن بوده چاهها با دبی ثابت تولیدی کنند اما در
 واقعیت چاههای واقع در یک مخزن در طول زمان تولید دچار تغییراتی در دبی می گردند تا توسط
 اصل انطباق می توان نتیجه گرفت که هر تغییر دبی در یک چاه منجر به ایجاد موج فشاری می گردد
 که مستقل از موج فشاری مربوط به تغییرات دبی های قبلی می باشد. برای مثال شکل زیر را در نظر بگیرید.

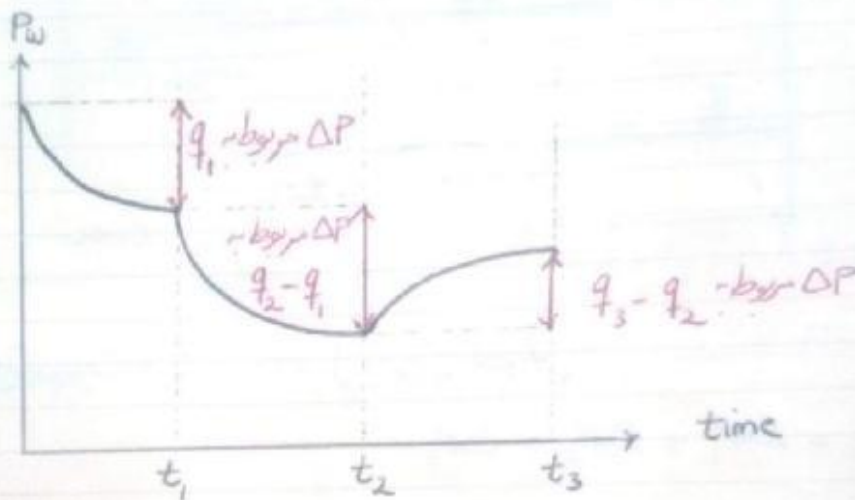


آن یک نامور که به از چاه است
 آوردن جریان زخمی کند است



برایستی به این نکته توجه داشت در محواره اثر هر تغییر در مخزن تا پایان عمر مخزن بر تغییرات فشاری مخزن تأثیری ندارد.

بر اساس تغییرات دبی نمودار قبل نمودار تغییرات فشاری خاصی به شکل زیر می باشد:



توجه داشته باشیم به دبی منفی، منفرجه نیز می باشد

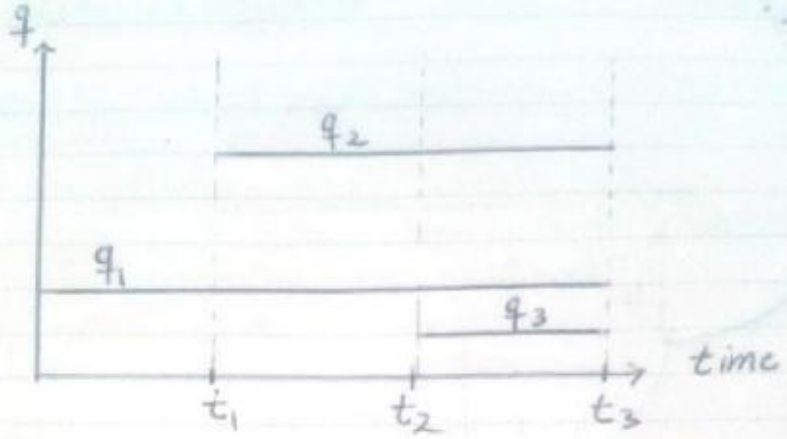
نقطه A را در این مثال می توانیم برای دیواره چاه در نظر بگیریم و هم می توانیم نقطه ای دورتر از دیواره چاه در نظر بگیریم.



نوش می در نشان جهان و جهان بد
نوش می کند حکایت خرد و قدرت



2018
۱۳۹۵.۱۰.۰۴
* برای مفهوم بیشتر این موضوع، هر تغییر در چاه تا انتهای زمان تولید چاه باقی می ماند
به شکل زیر تصور کنید:



- هر تغییر برای تغییرات فشار طی داریم (با فرض U.S.S):

$$\Delta P_{total} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$$

$$\Delta P_1 = - \frac{q_1 r B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r^2}{4\eta t_3} \right)$$

$$\Delta P_2 = - \frac{(q_2 - q_1) r B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r^2}{4\eta (t_3 - t_1)} \right)$$

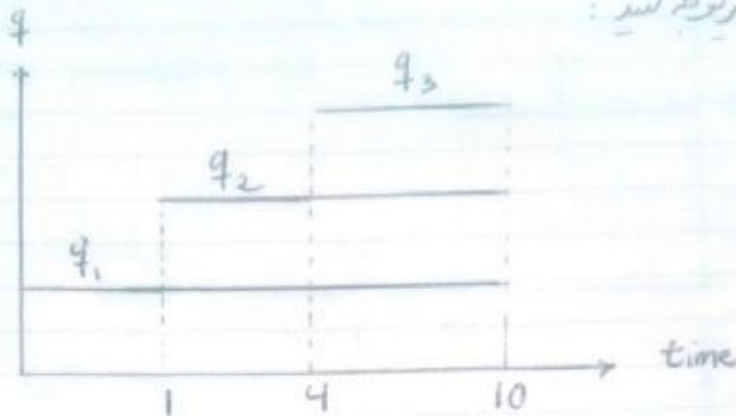
$$\Delta P_3 = - \frac{(q_3 - q_2) r B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r^2}{4\eta (t_3 - t_2)} \right)$$

همانطور که مشاهده می کنیم در q_1 تا انتهای تولید، تغییر در $q_1 - q_2$ از زمان t_1 تا انتهای تولید، تغییر در $q_2 - q_3$ از زمان t_2 تا انتهای تولید بر روی افت فشار اثر می گذارند.

تعارف و آرزوی خیر آن چشم جهان بین
کس واقف نیست که از دیده پر بار است



* نکته: به مثال زیر توجه کنید:

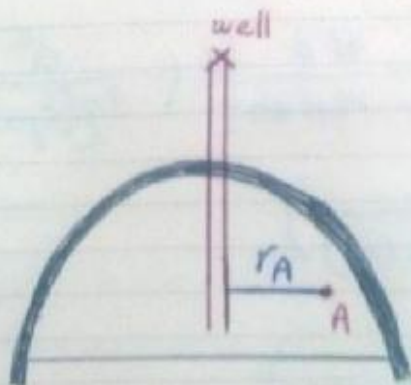


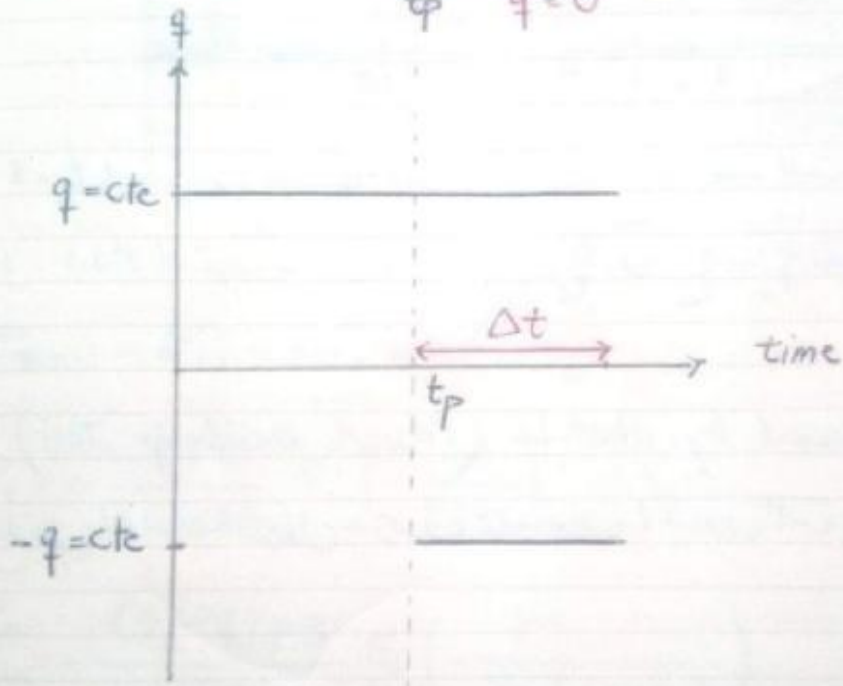
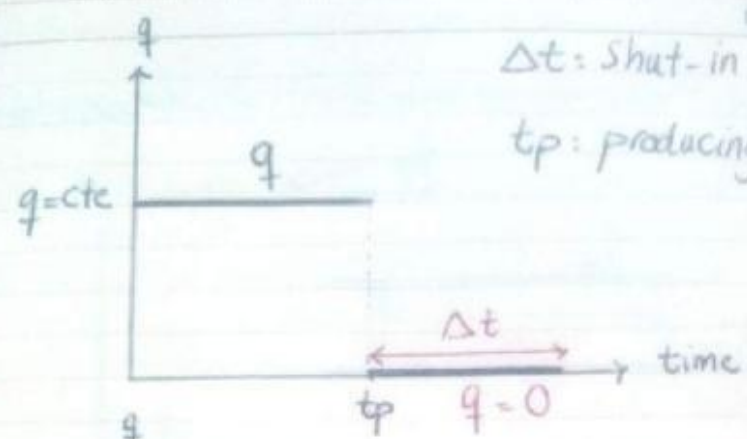
اگر $t_p = 8$ باشد پس اثر q_1 به مرور رسیده است در حالی که به افت فشار آن از حالت U.S.S یا P.S.S استفاده کنیم ولی اثرات $q_2 - q_1$ و $q_3 - q_2$ هنوز در حالت U.S.S می باشد.

* Flowing Followed by Shut-In (Pressure Build-Up Test)

یعنی از ابراج تیرین اتفاقات در طول عمر مخزن تولید نمودن باید دیدی ثابت و سپس بستن چاه می باشد.

اگر A یک نقطه در درون مخزن باشد ($r = r_A$)





$$\Delta P_A = \Delta P_1 + \Delta P_2 \rightarrow \Delta P_A = -\frac{qrB}{14.16 kh} \left[E_i \left(-\frac{r_A^2}{4\eta(t_p + \Delta t)} \right) - E_i \left(-\frac{r_A^2}{4\eta\Delta t} \right) \right]$$

$$\Delta P_1 = -\frac{qrB}{14.16 kh} E_i \left(-\frac{r_A^2}{4\eta(t_p + \Delta t)} \right)$$

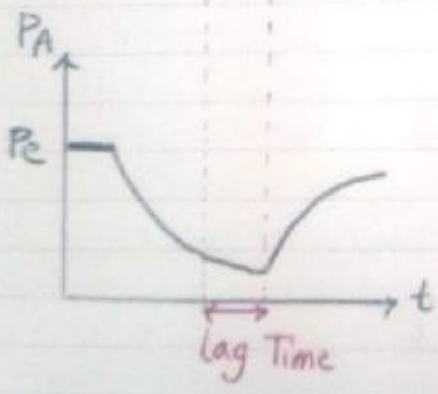
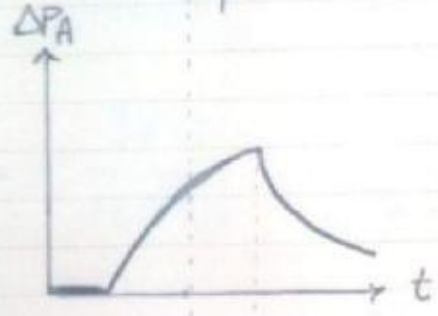
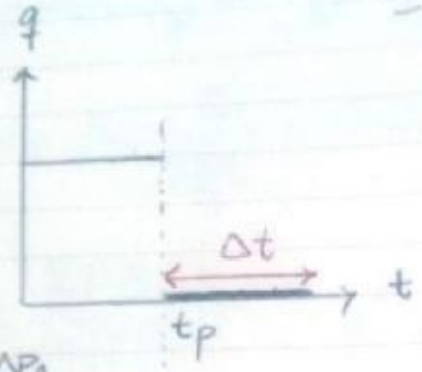
$$\Delta P_2 = -\frac{(0 - q)rB}{14.16 kh} E_i \left(-\frac{r_A^2}{4\eta\Delta t} \right)$$

دلگت و سانش به ما بازنه ان یافت
هریست که مردم برود کار امارت

December 27

۱۳۹۵.۱۰.۰۷

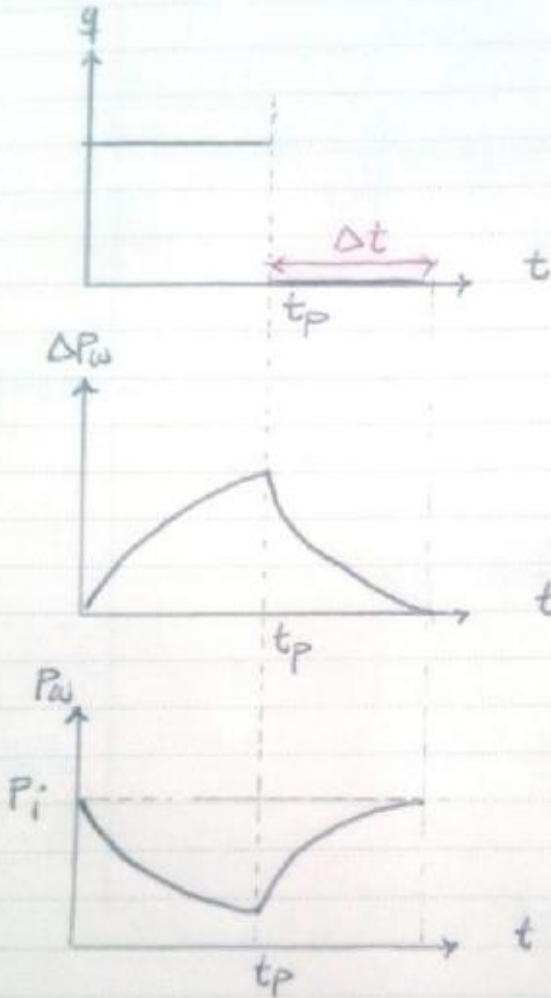
* وقتی نقطه A درون مخزن باشد مدت زمانی طول می کشد تا اثرافت فشار در پی به این نقطه برسد به خود ابراهای زیر توجه کنید:





۱۳۹۵.۱۰.۰۰۰-۸

* در well test چون امت فشار در دیواره چاه برای خواص پس: $t_A = t_w$
با این باتوجه نمودارهای زیر lag time نداریم (نقطه A را روی دیواره چاه در نظر بگیریم)

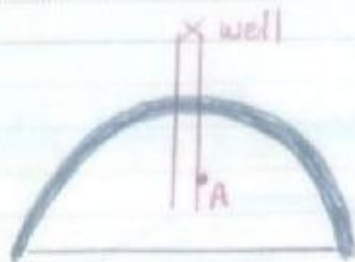


در well test مدت زمانی که فشار از tp به حالت P_e برسی شود مهم نیست (همان Δt که بیانگر خواص مخزن است). صرف Δt کمتر شود بهتر است یعنی یعنی معادلت که برای مثال skin کمتری در مخزن ایجاد کند است.

و کبر به کلندی یک دم از وفاداری
چو کرد در بی اش افتد جادو بگریز



۲۹ ربيع الاول
December 29



* $r_A = r_w \rightarrow x = \frac{r_w}{4\eta t} < 0.02 \rightarrow E_i(-x) = \ln(x) + 0.5772$

$\rightarrow \Delta P_w = - \frac{q r B}{14.16 kh} \left[E_i\left(-\frac{r_w^2}{4\eta(t_p + \Delta t)}\right) - E_i\left(-\frac{r_w^2}{4\eta \Delta t}\right) \right]$

* $\rightarrow \Delta P_w = - \frac{q r B}{14.16 kh} \ln\left(\frac{\Delta t}{t_p + \Delta t}\right) \checkmark$



۳۰ ربيع الاول
December 30

1378

2010

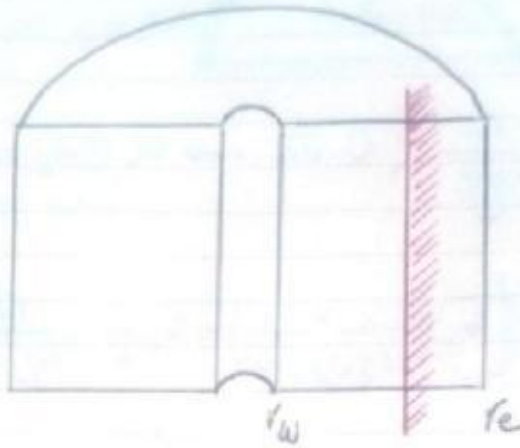
1378/10/11

۱ ربيع الثاني

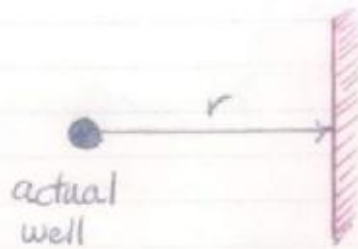
December 31



* Partially Closed Reservoir (Fault Effect):



Top View :



در مثل بالا یک چاه که در اطراف آن یک گسل وجود دارد عاين شده است. در ضمن شرايط
به دليل اينکه جريان در دري گسل برقرار نمی گردد گرايدن مثل در اين سمت برابر صفری باشد:

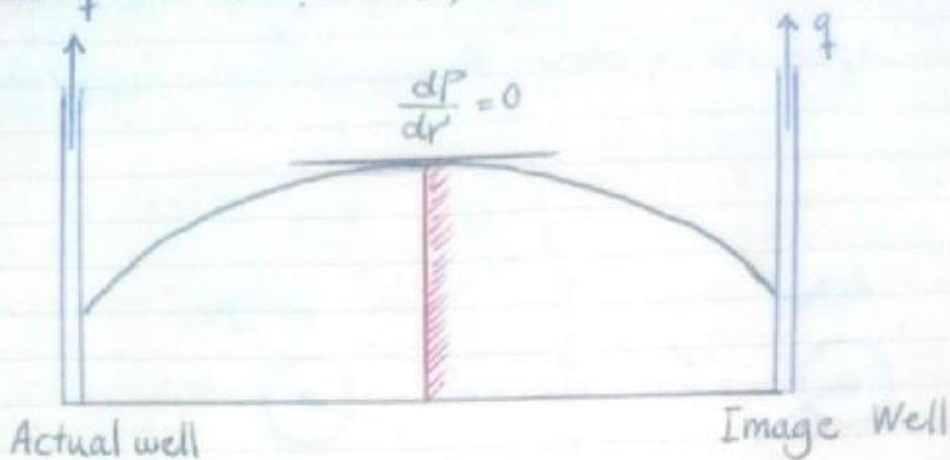
$$\frac{dP}{dr} = 0$$

طبق تحليل هاي رياضي شرايط مرزی فوق را می توان بوسیله یک چاه مجازی (همانند چاه واقعی)
به فاصله مشابه 2r از گسل در نظر گرفت تا این گسل بر مقدار خود چاه واقعی مشابه
یک چاه مجازی در فاصله 2r از آن می باشد طبق اصل انطباق است فار در هر فاصله از چاه واقعی

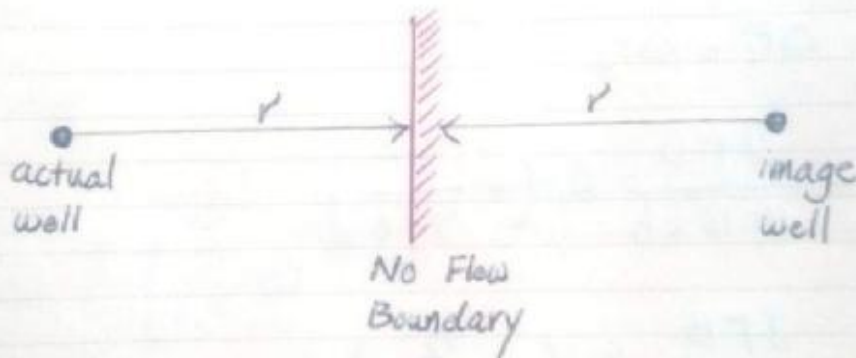
اگرچه بعضی نیز می یابد بویست زبان نموش و لیکن همان به از بویست



برابر مجموع افت فشار چاه‌های واقعی و مجازی در آن نقطه می باشد.



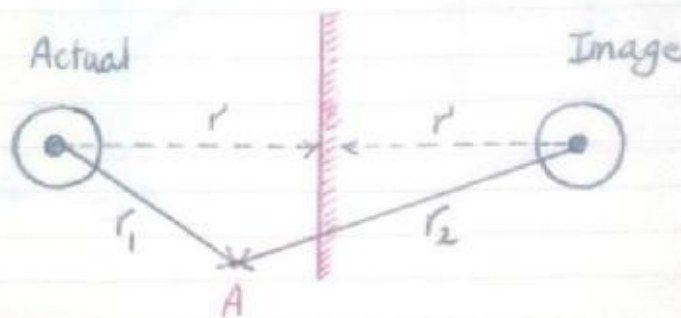
Top View:



بسیار مهم در حقیقت گس نقش یک آینه را بازی می کند به نحوی که طبق خصوصیات چاه
 و پارامترهای مخزن برای چاه مجازی (t, r, q, B, سیال - C, ϕ, k, h سازند)
 دقیقاً برابر همان خصوصیات چاه واقعی منظر گرفته می شود. اگر چاه واقعی skin داشته باشد
 چاه مجازی نیز دارد. هرگاه چاه واقعی شروع تولید کند چاه مجازی نیز شروع تولید می کند هرگاه چاه واقعی
 تولید نداشته باشد چاه مجازی نیز تولید ندارد.



برای درک بهتر چاه زیر را در نظر بگیرید که در فاصله r از آن گسی واقع شده است
 برای بدست آوردن امت مشترک در نقطه A به فاصله r_1 از چاه داریم:

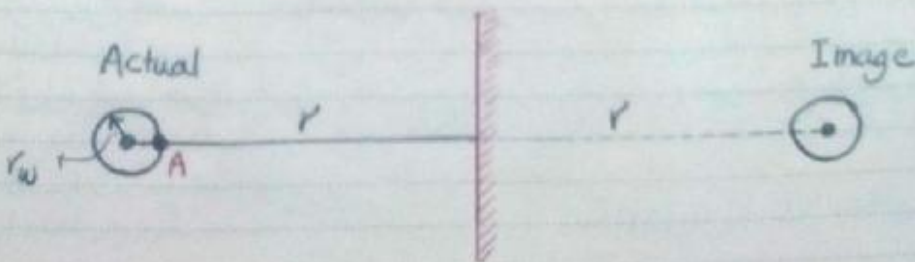


$$\Delta P_A = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$\Delta P_1 = - \frac{q B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r_1^2}{4 \eta t} \right)$$

$$\Delta P_2 = - \frac{q B}{14.16 kh} E_i \left(- \frac{r_2^2}{4 \eta t} \right)$$

حال فرض کنیم نقطه A روی دیواره چاه باشد خواهیم داشت:



بسیار مهمی که پیش از آنکه بخوانید
 که کامپنشنی او را میزند بیست



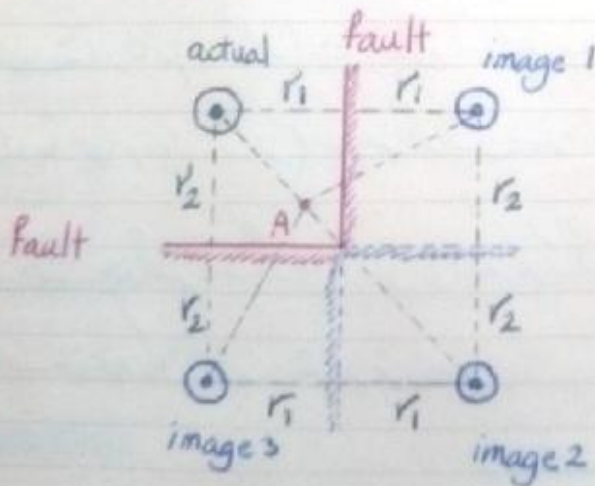
شماره بسیار کوچکی باشد پس فاصله چاه مجازی نقطه A را $2r$ میگیریم:

$$\Delta P_A = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$\Delta P_1 = - \frac{93B}{14.16kh} \epsilon_i \left(- \frac{r_w^2}{4\eta t} \right)$$

$$\Delta P_2 = - \frac{93B}{14.16kh} \epsilon_i \left(- \frac{(2r)^2}{4\eta t} \right)$$

* حال در صورت محدود بودن چاه در بین دو گسل باید چاههای مجازی را آنقدر قرار دهیم که تصویر چاهها در تمام گسل ها وجود داشته باشد در این صورت امتداد قطر در نقطه A برابریت شار به چاه مجازی در آن نقطه خواهد بود:



$$\Delta P_A = \Delta P_{ac.} + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$$

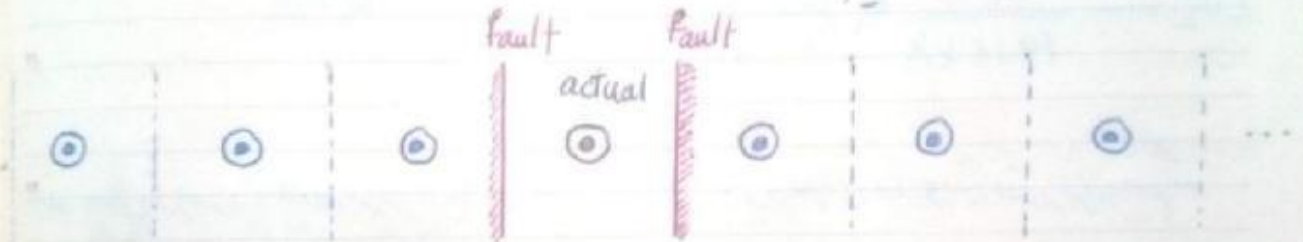
اگر به بدنه فنش و به گسل نیز است
بسیار کوچک نمایی در گسل نیز است



* نکته بسیار مهم: به طور کلی در صورت وجود حواصیل نه با عم زاویه θ می سازند تعداد چاههای مجاری برابر خواهد بود با:

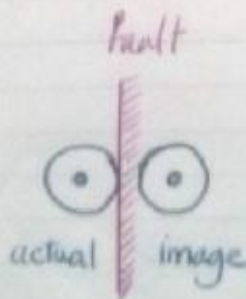
$$n_{\text{image}} = \frac{360}{\theta} - 1$$

* نکته بسیار مهم: اگر چاه بین حواصیل موازی قرار داشته باشد یا توسط به ایند $\theta = 0$ خواهد بود حی نهایت تصویر برای چاه داریم:



که با توجه به روشن چاههای مجاری مقدار n زیادی شود و با توجه به فرمول که اگر $\frac{r^2}{4\pi t} > 10$ شود مقدار $n = 0$ می شود لذا در حسابات صفتی معمولاً از هر طرف دو چاه تصویر (مجموعاً چهار چاه تصویر) در نظر گرفته می شود.

* نکته: حد اکثر تا شیرگسل زمانی می باشد که گسل معکوس بر دیوار چاه شود که در این صورت افتخار در کل مخزن 2 برابری شود.



مرای می بر می گشت به یک نقد به مثل نوش که ایام قضا کمیز است



۶ ربيع الثاني
January 5

۱۳۹۸
2017

۱۳۹۵.۱۰.۱۶

$$\Delta P_{total} = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

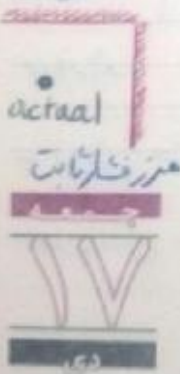
$$\Delta P_1 = - \frac{q \mu B}{14.16 kh} \epsilon_i \left(- \frac{r_w^2}{4\eta t} \right)$$

$$\Delta P_2 = - \frac{q \mu B}{14.16 kh} \epsilon_i \left(- \frac{r_w^2}{4\eta t} \right)$$

نقطه بسیار مهم: حتمی است که هر چای مخزن از نوع گس نفوذ ناپذیر باشد چاههای تصویر در واقعاً مشابه چاههای واقعی عمل می کنند یعنی اگر چاه واقعی تولیدی باشد چاه تصویر نیز تولیدی خواهد بود اگر چاه واقعی تزریقی باشد چاه تصویر نیز تزریقی خواهد بود. در چاههای فشار ثابت معکوس عمل می کنند یعنی اگر چاه واقعی تولیدی باشد چاه تصویر نیز تزریقی خواهد بود و برعکس. برای مثال داریم:

گس نفوذ ناپذیر

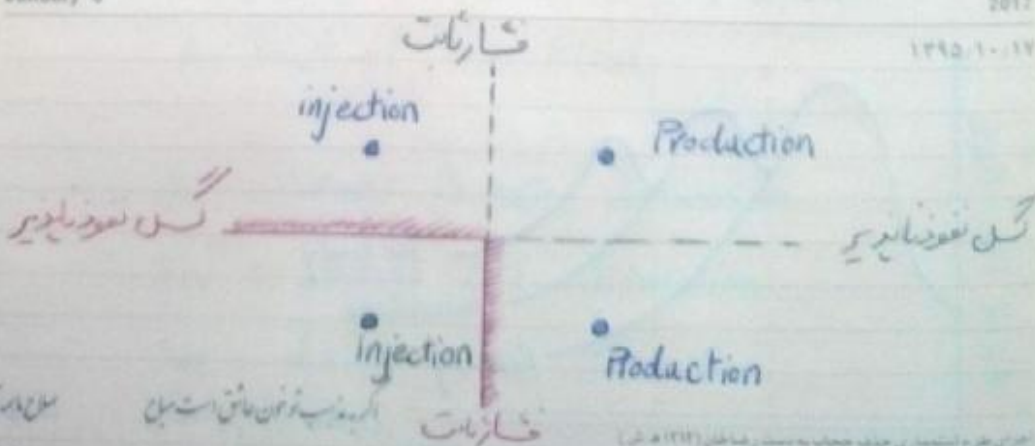
اگر یکی از سرزها فشار ثابت دیگری گس نفوذ ناپذیر باشد چاه واقعی چاهی تزریقی باشد چاه تصویر تولیدی و یک چاه تصویر تزریقی خواهیم داشت.



۷ ربيع الثاني
January 6

۱۳۹۸
2017

۱۳۹۵.۱۰.۱۶



موجود آن است که در واقع

فشار ثابت

موجود آن است که در واقع



* Principles of Water Flooding:

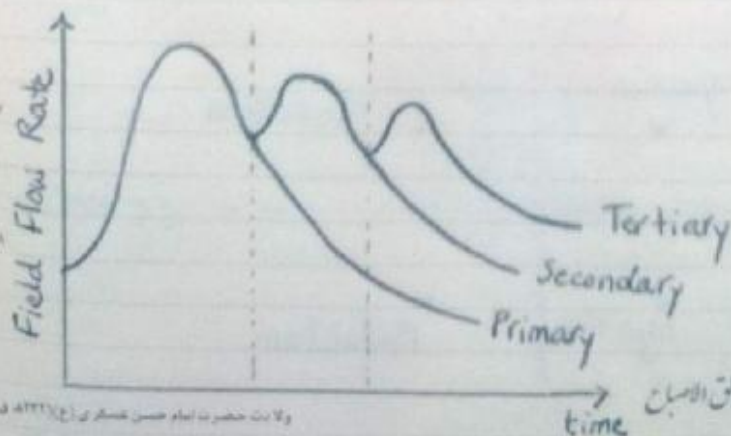
به طور کلی در طول عمر مخزن ، صدور در هرین تحت سه روش زیر تولیدی شود:

- Primary Oil Recovery
- Secondary Oil Recovery
- Tertiary Oil Recovery (EOR)

- در روش Primary Oil Recovery نفت بواسطه خود و به صورت طبیعی در سطح جمع گسی (تزیق گاز یا آب) به سطح می آید که همین باعث می شود Overall Oil Recovery باشد.

- روش Secondary Oil Recovery که به دنبال Primary Oil Recovery می آید همان Water Flooding می باشد که شامل تزریق گاز یا آب می باشد که رایج ترین آن می باشد.

- روش سوم که EOR یا ازدیاد برداشت می باشد به دنبال دور روش قبل می باشد که هدف آن بردست آوردن دهر برداری نفت باقی مانده (Sor) می باشد.



سوازلت سیاه تو جامل انطقت
بیش روی چاه تو خالق الامکان

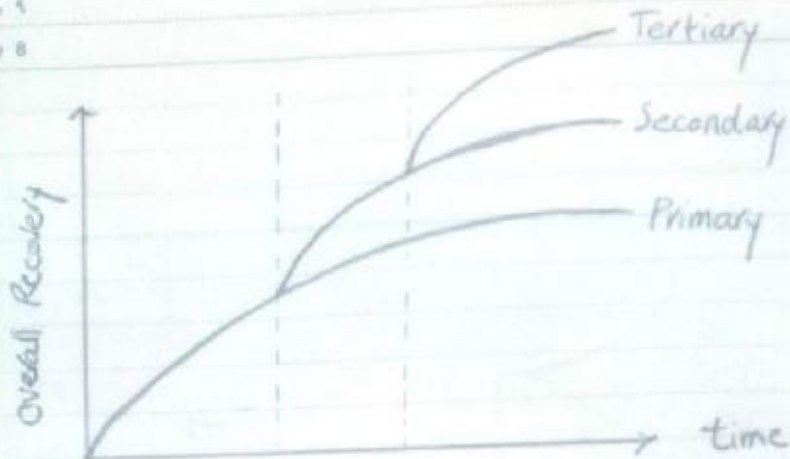


۹ ربيع الثاني
January 8

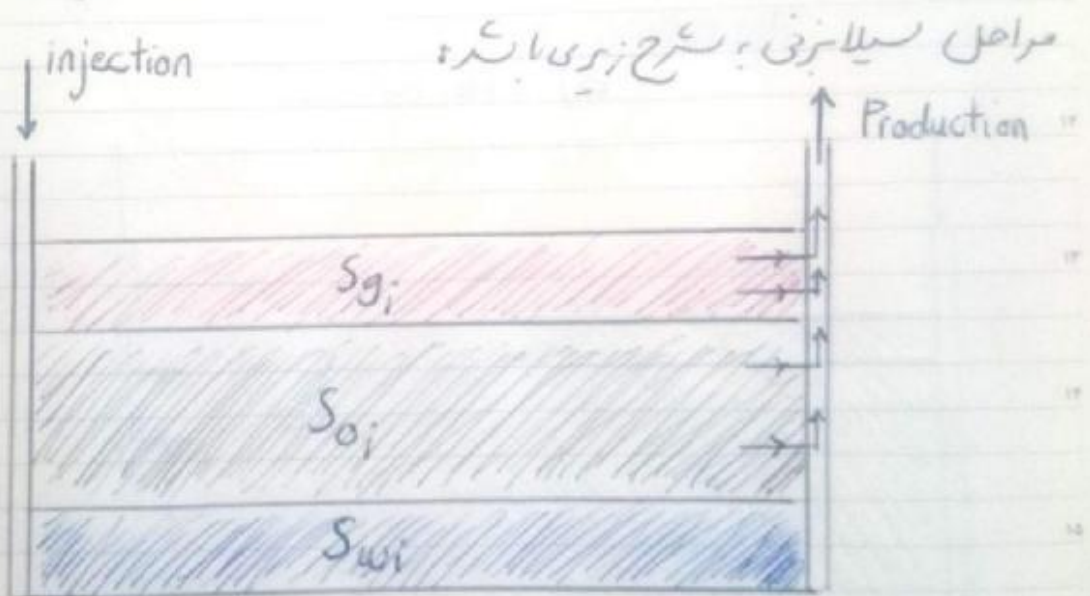
۱۳۳۸

2017

۱۳۳۵، ۱۰، ۱۵



* Water Flooding:



مراحل سیلان زنی: شرح زیری باشد:

A) Start of the Flood

S_{wi} : Water Connate Saturation

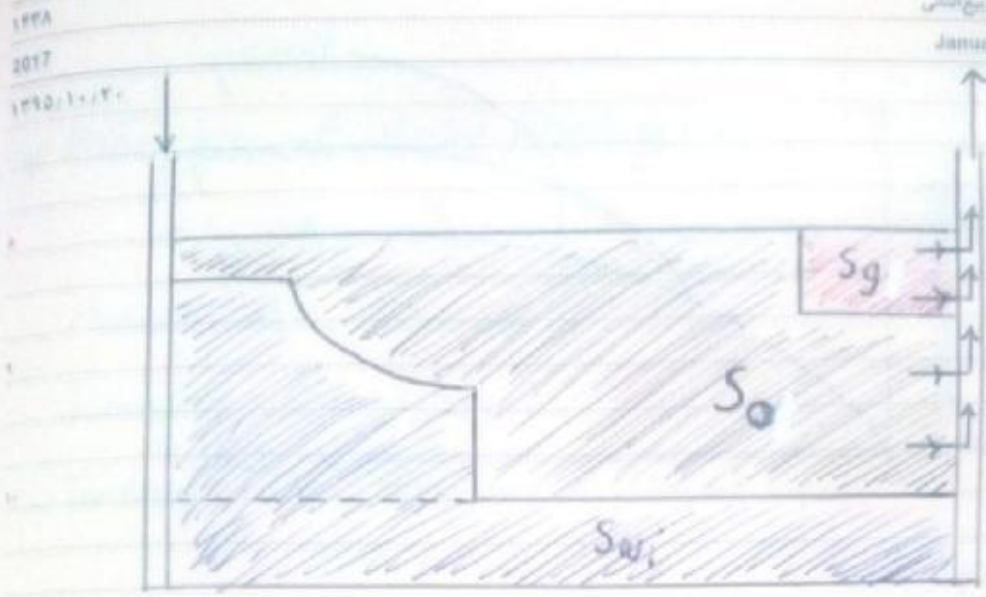
S_{oi} : Initial Oil Saturation

S_{gi} : Initial Gas Saturation

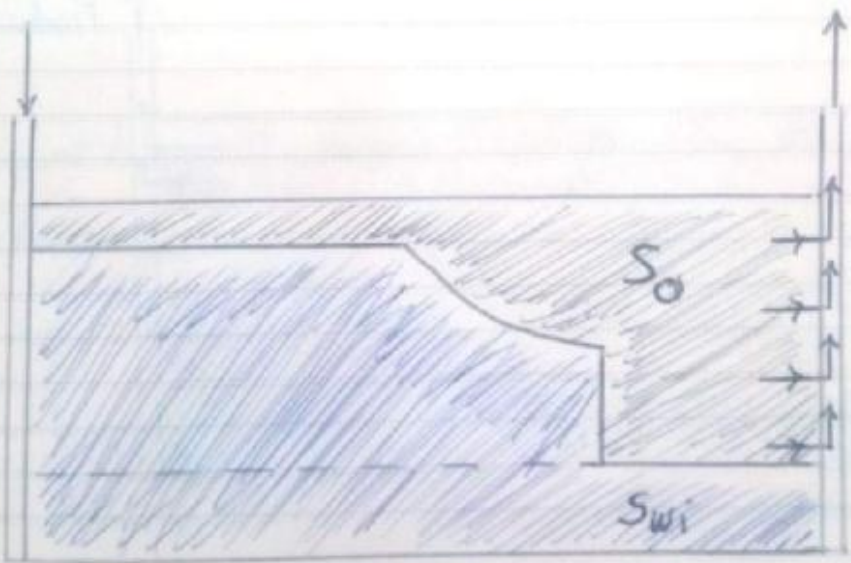
از آن کانی برود تیر چشم خج

زین زان کنت کی نیات طاس

کتاب خوان برود (۱۳۳۲ هـ ق)



B) Interference



C) Fill-Up

زیربوم شدید بشود گلزدان
که آستانه کند بین آن طرح

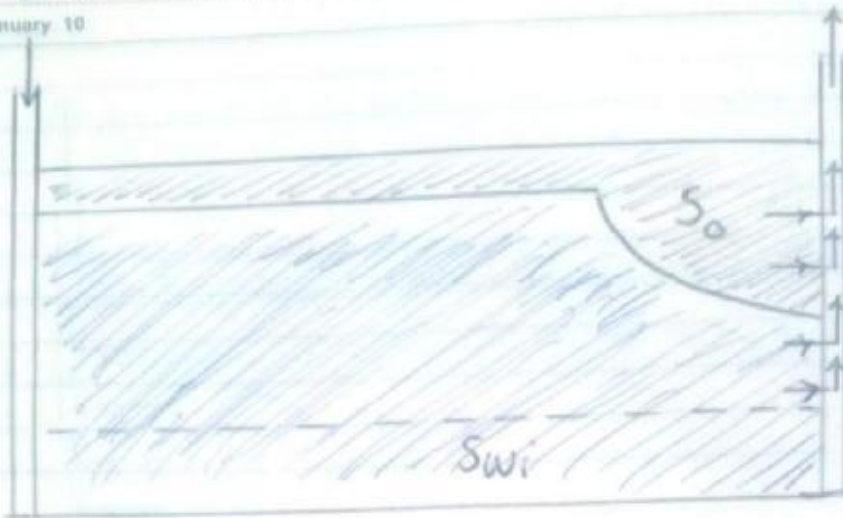


۱۱ ربيع الثاني
January 10

۱۳۹۸

2017

۱۳۹۵.۱۰.۲۱



D) Water Breakthrough



E) Near End of the Project

بهره آب بات‌نوست فوت بیان و جود مکانی باران از دست دیگر مکان

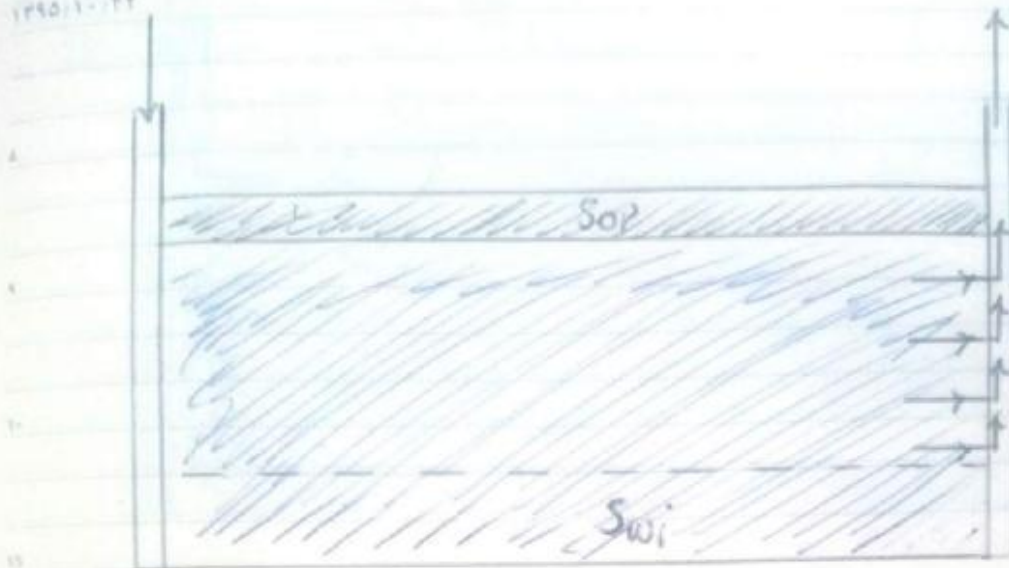
۱۳۳۸

2017

۱۳۹۵/۱۰/۲۲

۱۲ ربيع الثاني

January 11



F) End of the Project

S_{o2} : Residual Oil Saturation

گرفت کام و در زمان بعد از آن

بدان عمل است بر روی به بعد از آن



Waterflooding را به دست آوریم باستی به موارد زیر توجه کنیم:

- تزریق آب باستی زمانی آغاز شود که فشار مخزن به P_b برسد چراکه در این فشار ویسکوزیته نفت کمترین مقدار ممکن می باشد که باعث می شود تحرک نفت افزایش یابد.
- در پررزه های تزریق آب باستی گاز اولیه همراه با نفت حدود ۱۵٪ باشد که این مقدار زمانی رخ می دهد که فشار استاتی زیر P_b باشد ولی در پررزه های تزریق گاز باستی اشباع گاز اولیه صفر باشد که در فشارهای بالای P_b رخ می دهد.

- هر چه فشار مخزن بالاتر باشد هزینه Waterflooding افزایش می یابد پس به صرفه می باشد که در فشارهای پایین تزریق آب صورت گیرد.
- در فشارهای بالای مخزن بهره دهی افزایش می یابد که موجب طولانی شدن عمر مخزن، کاهش هزینه بالا آوردن نفت و کوتاه شدن زمان پررزه می شود.
- حال مای تو اینم با ترکیب کردن مباحث بالا Optimum Time to Waterflooding را به دست آوریم.



ی خور که صد گناه از اندر و حجاب ستر ظاهر که روی و رو باکت



* Buckley and Leverett در سال ۱۹۴۲

Frontal displacement theory را که شامل دو معادله زیر می باشد را مطرح کردند:

- Fractional Flow Equation

- Frontal Advance Equation

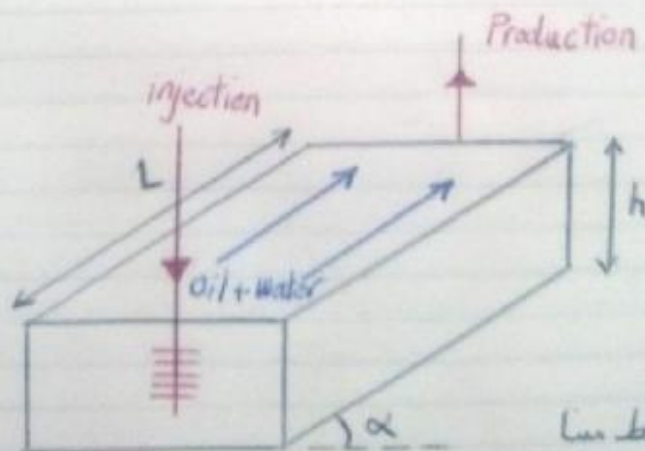
* Fractional Flow Equation:

برای دو سیال غیرمتراکم پذیر آب و نفت، جریان چربی آب به عنوان سیال جابجاینده به صورت زیر تعریف می شود:

$$f_w = \frac{q_w}{q_t} = \frac{q_w}{q_w + q_o}$$

f_w : fraction of water in the flowing stream, i.e., water cut

تندر از فرمول جاری استفاده نمی خواهیم حالت:



خط میانی
بگذارد کمی یکدیگر تا از مرز حضور
اوقات خود را بر تو صرف نکنند



$$q_o = -1.127 \frac{k_o}{\mu_o} A \left[\frac{dP_o}{dx} + \frac{P_o}{144} \sin \alpha \right]$$

$$q_w = -1.127 \frac{k_w}{\mu_w} A \left[\frac{dP_w}{dx} + \frac{P_w}{144} \sin \alpha \right]$$

$\sin \alpha > 0 \Rightarrow$ Updip Flow

$\sin \alpha < 0 \rightarrow$ Downdip Flow

$\sin \alpha = 0 \rightarrow$ No Dip Flow

→

$$\frac{q_o \mu_o}{1.127 k_o A} = - \frac{dP_o}{dx} - \frac{P_o}{144} \sin \alpha$$

$$\frac{q_w \mu_w}{1.127 k_w A} = - \frac{dP_w}{dx} - \frac{P_w}{144} \sin \alpha$$

→

$$\frac{q_w \mu_w}{1.127 k_w A} - \frac{q_o \mu_o}{1.127 k_o A} = \left(\frac{dP_o}{dx} - \frac{dP_w}{dx} \right) - \frac{(P_w - P_o)}{144} \sin \alpha$$

$$* P_c = P_o - P_w \rightarrow \frac{dP_c}{dx} = \frac{dP_o}{dx} - \frac{dP_w}{dx}$$



$$\rightarrow \frac{q_w \mu_w}{1.127 k_w A} - \frac{q_o \mu_o}{1.127 k_o A} = \frac{dP_c}{dx} - \frac{\Delta P}{144} \sin \alpha \quad \checkmark$$

$$\rightarrow f_w = \frac{q_w}{q_t} = \frac{1 + \left(\frac{1.127 k_o A}{\mu_o q_t} \right) \left[\frac{dP_c}{dx} - \frac{\Delta P}{144} \sin \alpha \right]}{1 + \frac{k_o}{k_w} \frac{\mu_w}{\mu_o}}$$

* نکته: در واقع q_t برابر i_w (water injection rate) می‌باشد

$$k_r = \frac{k_{eff}}{k_{abs}} \quad \text{نکته:}$$

$$\rightarrow f_w = \frac{1 + \left(\frac{1.127 k_{ro} k A}{\mu_o i_w} \right) \left[\frac{dP_c}{dx} - \frac{\Delta P}{144} \sin \alpha \right]}{1 + \frac{k_{ro}}{k_{rw}} \frac{\mu_w}{\mu_o}}$$

* اگر چاه‌های تولید سیال غیرمتراخ نیز کار کنند داریم:

$$f_g = \frac{1 + \left(\frac{1.127 k_{rg} k A}{\mu_o i_g} \right) \left[\frac{dP_c}{dx} - \frac{(\rho_g - \rho_o)}{144} \sin \alpha \right]}{1 + \frac{k_{ro}}{k_{rg}} \frac{\mu_g}{\mu_o}}$$

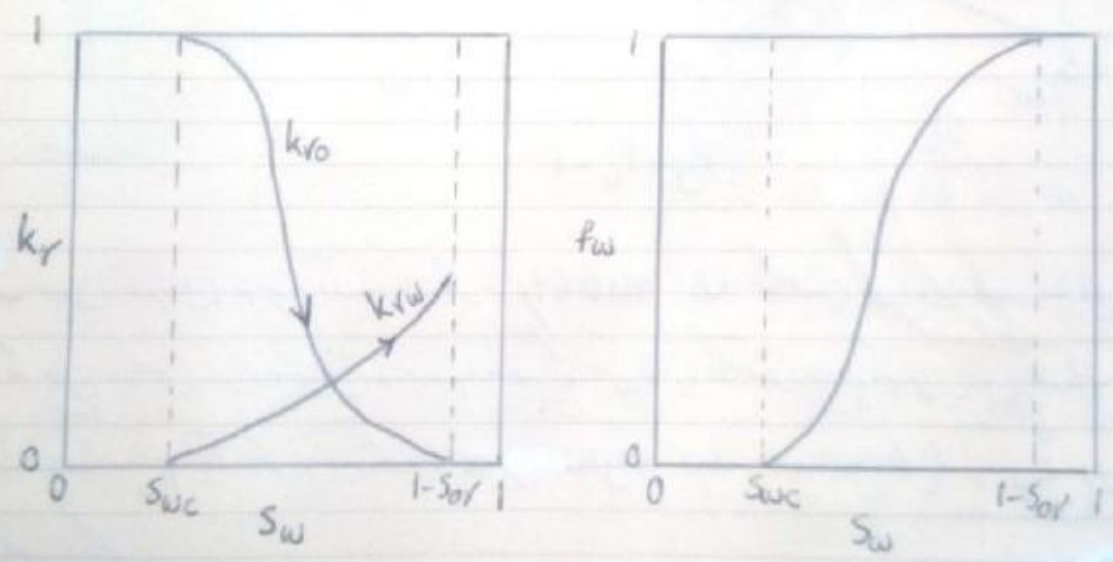
توجه: همان بود که در کتاب ذکر شده است

معمولاً اثر Capillary Pressure بدلیل کوچک بودن پایدگرتسی می شود:

$$1 - \left(\frac{1.127 k_{ro} k_A}{\mu_o} \right) \left(\frac{\Delta P}{144} \sin \alpha \right)$$

$$f_w = \frac{1 + \frac{k_{ro} \mu_w}{k_{rw} \mu_o}}{1 + \frac{k_{ro} \mu_w}{k_{rw} \mu_o}}$$

به صورتی نمودار Water Cut به شکل زیر است:



$$\rightarrow f_o + f_w = 1$$

نمودار بالا نشان می دهد که در طول جابجایی نفت پوسیده آب با افزایش f_w ، f_o (Oil Cut) کاهش می یابد و در نتیجه Mobility آن نیز کاهش می یابد.

کتابخانه فرمولها و نمودارها
گنجه گنجینه های علمی و آموزشی

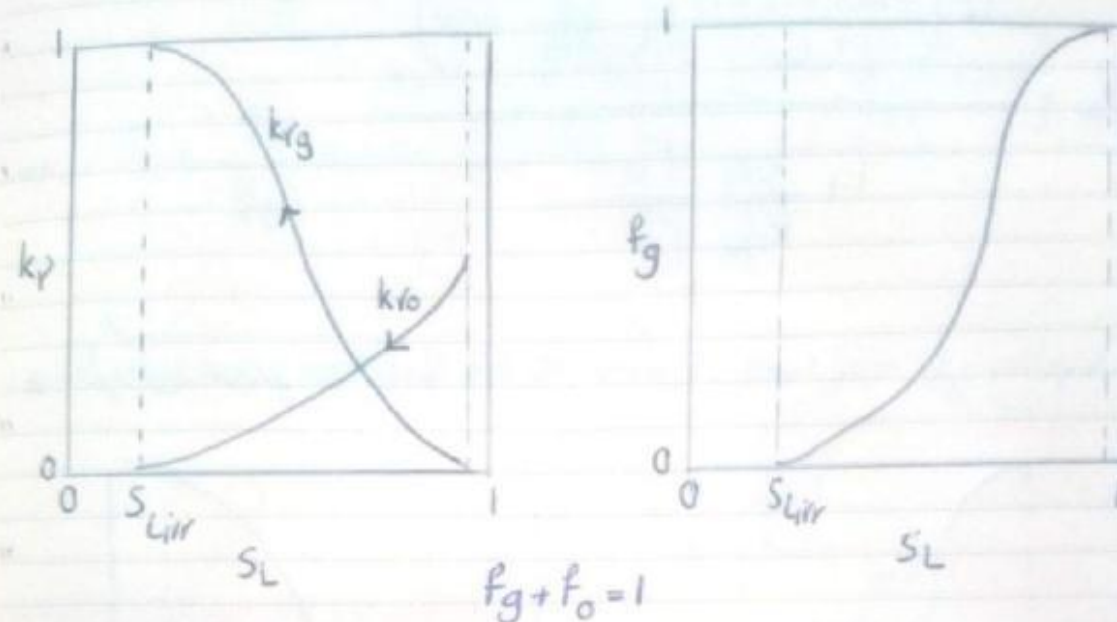


۱۳۳۸

۲۰۱۷

۱۳۹۵/۱۰/۲۹

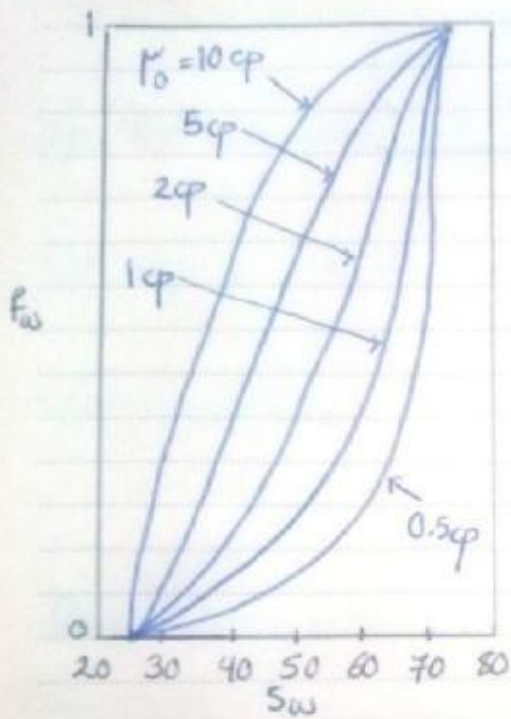
Gas Cut برپایه مدل هیرانت: * به صورت کلی نمودار



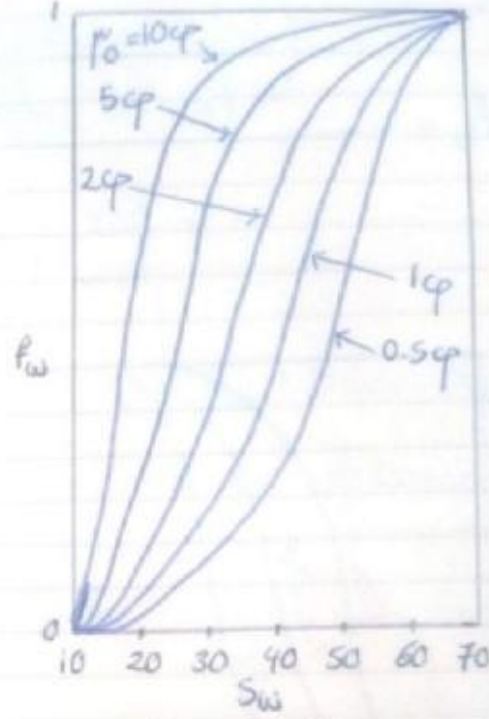
- چون به دلیل تریق آب f_o و Oil Mobility کاهش می‌آید صرف ما این است که طرح مناسبی برای تریق داشته باشیم که f_{wg} را کاهش دهیم که برای این کار بایستی روی تأثیرات هم آب تریق شده و α (formation dip angle) و دانه روی f_w تحقیق کرد.

****Effect of Water and Oil Viscosity:**

نمودارهای صفحه بعد تأثیر Viscosity را بر دو نوع سنگ آهک آب دوست و نفت دوست نشان می‌دهد که هر چه نمودار بدون در نظر گرفتن wettability در Viscosity های بالای نفت باعث افزایش f_w می‌شود. اگر Viscosity آب تریق شده زیاد باشد باعث کاهش کلی f_w می‌شود (با توجه به فرمول f_w نیز می‌توان نتیجه گرفت) که اگر f_w در حالتی از آن کمتر شود تا f_w به f_{wg} برسد که



Strongly Water Wet



Strongly Oil Wet

$$f_w = \frac{1 - \left(\frac{1.127 k k_{ro} A}{\mu_o i_w} \right) \left(\frac{\Delta P}{144} \sin \alpha \right)}{1 + \frac{k_{ro}}{k_{rw}} \frac{\mu_w}{\mu_o}}$$

$\mu_o \uparrow \rightarrow f_w \uparrow$
 $\mu_w \uparrow \rightarrow f_w \downarrow$

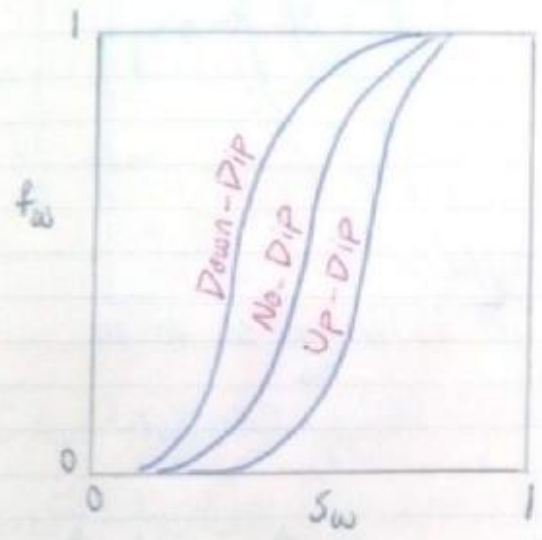


با چشمه زینک او عاقله کن آبگ او کان طره شینک او بید طرای کن



** Effect of Dip Angle and Injection Rate:

$$f_w = \frac{1 - \left(\frac{1.127 k k_{ro} A}{\mu_o z_w} \right) \left(\frac{\Delta P}{144} \sin \alpha \right)}{1 + \frac{k_{ro} \mu_w}{k_{rw} \mu_o}}$$



* چنانچه از نمودار مشاهده می‌شود در Up-Dip ($\sin \alpha > 0$) وقتی که آب نفوذ می‌کند در سمت چپ جابه‌جایی کند به عبارتی injection well در شیب پایین‌تر قرار می‌گیرد و عملکرد مؤثرتری دارد که باعث کاهش S_w می‌شود که در این حالت هر مقدار داده کمتر باشد باز هم باعث کاهش S_w می‌شود:

if $\rightarrow X = \frac{1.127 k k_{ro} A \Delta P}{144 \mu_o}$ & $Y = \frac{k_{ro} \mu_w}{k_{rw} \mu_o}$

ماده آموزشی نمایش از پرس پرده زلث آفندیست که در پیش سماپی دارد



$$\rightarrow f_w = \frac{1 - \left(X \frac{\sin \alpha}{2w} \right)}{1 + Y}$$

Up-dip $\rightarrow \sin \alpha > 0 \rightarrow f_w \downarrow$

Up-dip : $z_w \downarrow \rightarrow f_w \downarrow$

* اگر Down-Dip ($\sin \alpha < 0$) باشد یعنی وقتی که نفت در سر آشی بویسید آب خارج می شود به عبارتی injection well در سر بالایی باشد داریم :

Down-Dip $\rightarrow \sin \alpha < 0 \rightarrow f_w \uparrow$

$$\rightarrow f_w = \frac{1 + \left(X \frac{\sin \alpha}{2w} \right)}{1 + Y}$$

در این حالت که Down-Dip باعث افزایش f_w می شود برای اینکه باردهی تزریق را بالا ببریم بایستی تزریق را با rate بالا انجام دهیم (higher injection rate) تا شرایط مورد نیاز پیدا کند.

* نکته : احتمال اینکه در شرایط Down-Dip ، $f_w > 1$ شود نیز وجود دارد :

$$\text{if } \frac{X \sin \alpha}{2w} > Y \rightarrow f_w > 1$$

که زمانی اتفاق می افتد که f_w کم باشد که نتیجتاً این اتفاق Counteflow آسیده می شود

جان به درایت ز تو روی سوال ای خوش آن شکر که از دست جلال ۱۴۱۶



که در این حالت تحت درخلاف جهت آب حرکت می کند.

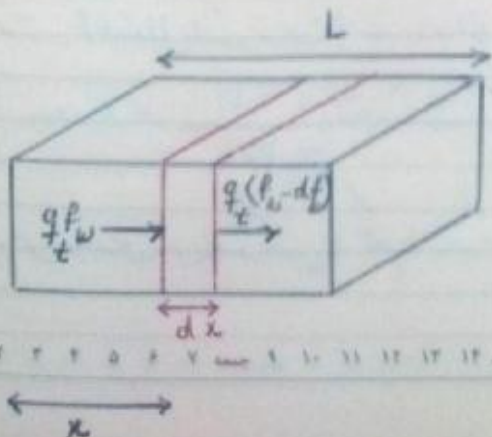
* اگر در شرایط No-Dip ($\sin \alpha = 0$) باشد در این شرایط در صحنه آشنایی برده شود
تغیر در داریم:

$$f_{w2} = \frac{1}{1 + \frac{k_{ro}}{k_{rw}} \frac{\mu_w}{\mu_o}}$$

- در Fractional Flow equation، f_{w2} را در هر نقطه ای در مخزن را به دست می آوریم با فرض اینکه اشباع آب (S_w) در آن نقطه مشخص باشد. حال سوال پیش می آید که چگونه اشباع آب در این نقطه خاص را تعیین کنیم که Frontal Advanced equation این جواب را به ما می دهد که در این معادله، می توانیم بر روابط اشباع آب در هر زمانی در طول مخزن را به دست آوریم.

* Frontal Advanced Equation:

- Buckley and Leverett معادله ی جابجایی دو فاز را در سیستم خطی با استفاده از Material Balance بیان جابجا کرده به شکل زیر به دست آوردند:



کی که برای دل خسته حافظه نظری چشم منقش که به حرکت خرابی دارد



Volume entering the element - Volume leaving the element
= Change in fluid volume

$$\rightarrow q_t f_w dt - q_t (f_w - df_w) dt = A \phi dx dS_w / 5.615$$

$$\rightarrow q_t df_w dt = \frac{A \phi dx dS_w}{5.615}$$

$$\rightarrow \left(\frac{dx}{dt} \right)_{S_w} = v_{S_w} = \left(\frac{5.615 q_t}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_w}$$

v_{S_w} = Velocity of any specified value of S_w , $\frac{ft}{day}$

$\left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_w}$ = Slope of the f_w vs. S_w curve at S_w

* $q_t = i_w$, that: i_w = Water injection rate, $\frac{bbl}{day}$

$$\rightarrow \int_0^x dx = \left(\frac{5.615 i_w}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_0 \int_0^t dt$$

$$\rightarrow (x)_{S_w} = \left(\frac{5.615 i_w t}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right) \text{ \& if } i_w = cte \rightarrow W_{inj} = i_w t$$

تذکره: این فرمول فقط برای حالتی که آب تزریق می‌شود و سایر سیال‌ها در حضور آن هستند



1373A
2017
1340/11/02

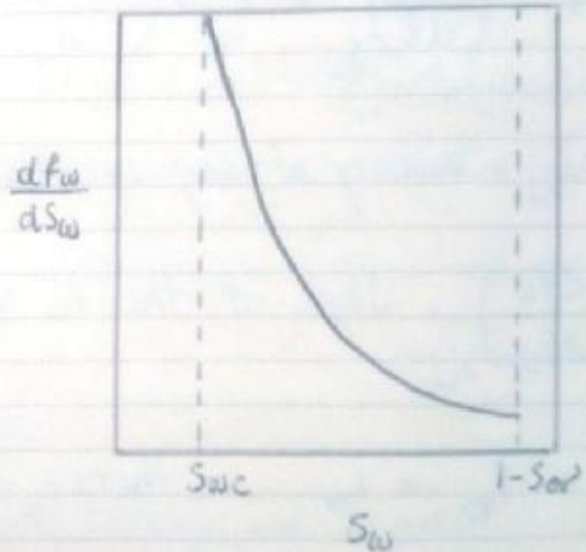
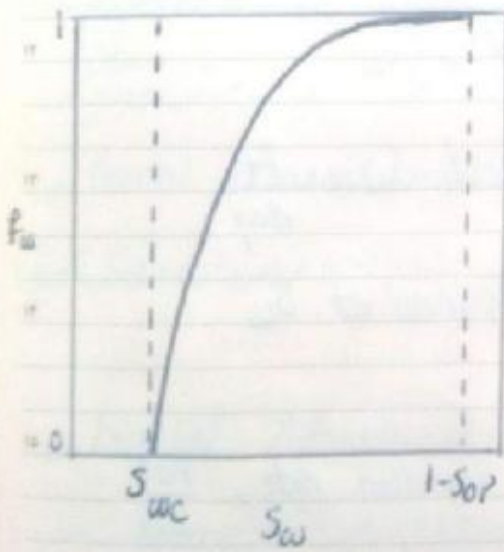
$$\rightarrow (x)_{S_w} = \left(\frac{5.615 W_{inj}}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_w}$$

W_{inj} = Cumulative water injected, bbl

t = time, day

$(x)_{S_w}$ = distance from the injection for any given S_w , ft

* برای یک very viscous oil داریم :



max of $\frac{df_w}{dS_w}$ occur @ S_w just greater than S_{wc}

min of $\frac{df_w}{dS_w}$ occur @ $S_w = 1 - S_{or}$

کتابخانه تخصصی نفت و گاز
مؤلفان: دکتران علی زاهدی و سید علی



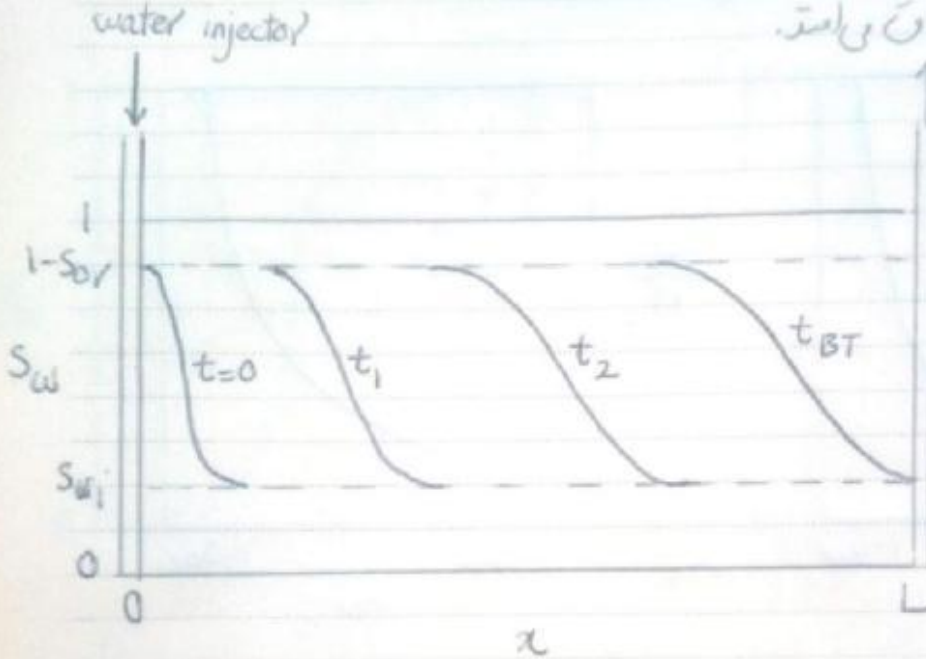
۲۷ ربیع الثانی
January 28

۱۳۳۸
2017

۱۳۹۵/۱۱/۰۷

Breakthrough در وقت های با viscosity بالا در اشباع کم آب

(نمی بتراز S_{wi} اتفاق می افتد)



۲۸ ربیع الثانی
January 27

۱۳۳۸

2017

2017

۱۳۹۵/۱۱/۰۸

با سطحی چون در آنم می که مورد مکتب است

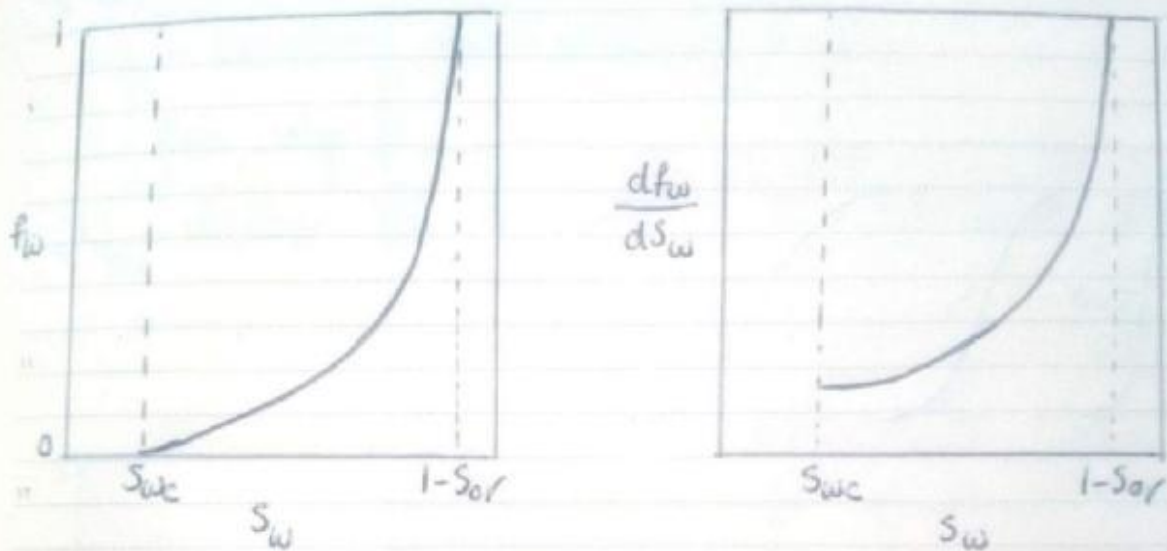
اندر آن مامت که بر پشت میباندن

187A
2017
1340.11.09

۲۹ ربيع الثاني
January 28

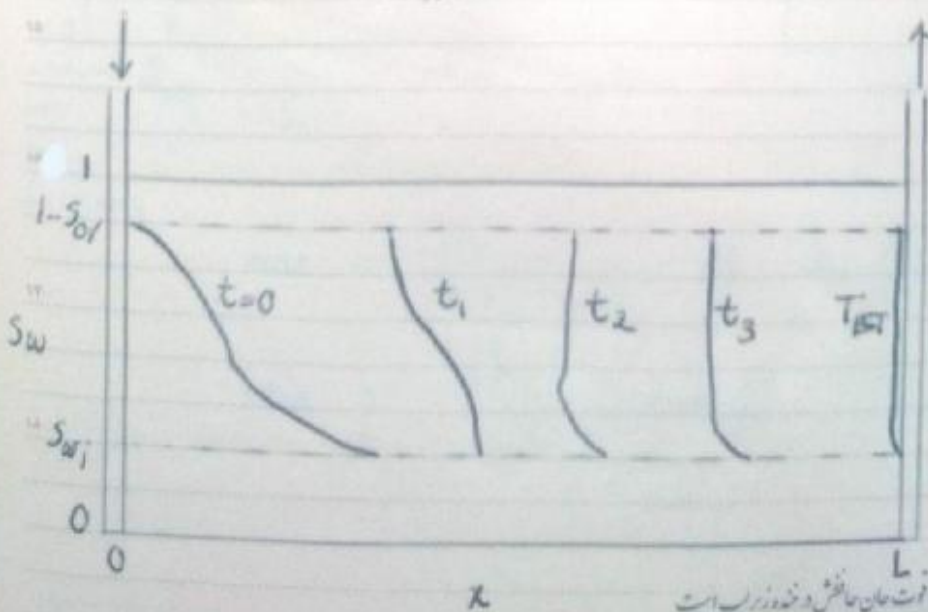
very light oil داریم :

* برای یک



$\max \frac{df_w}{dS_w}$ occur @ $S_w = 1 - S_{or}$

$\min \frac{df_w}{dS_w}$ occur @ S_w just greater than S_{wc}

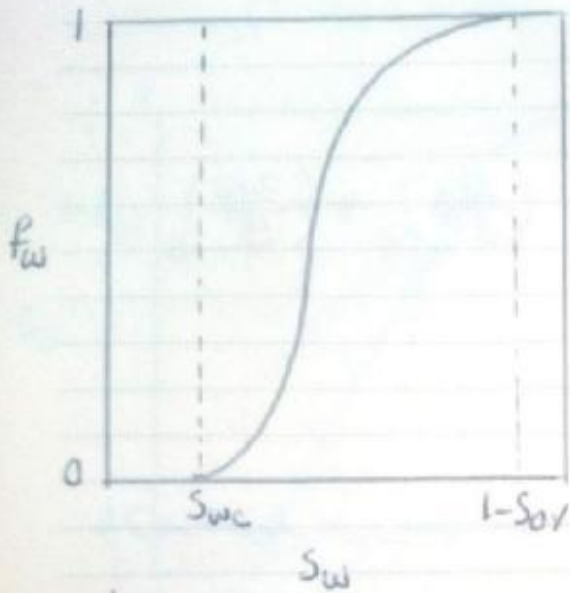


آن که تک برده من زیر پرش می زند
فوت جان ما فاش دند و زیر است

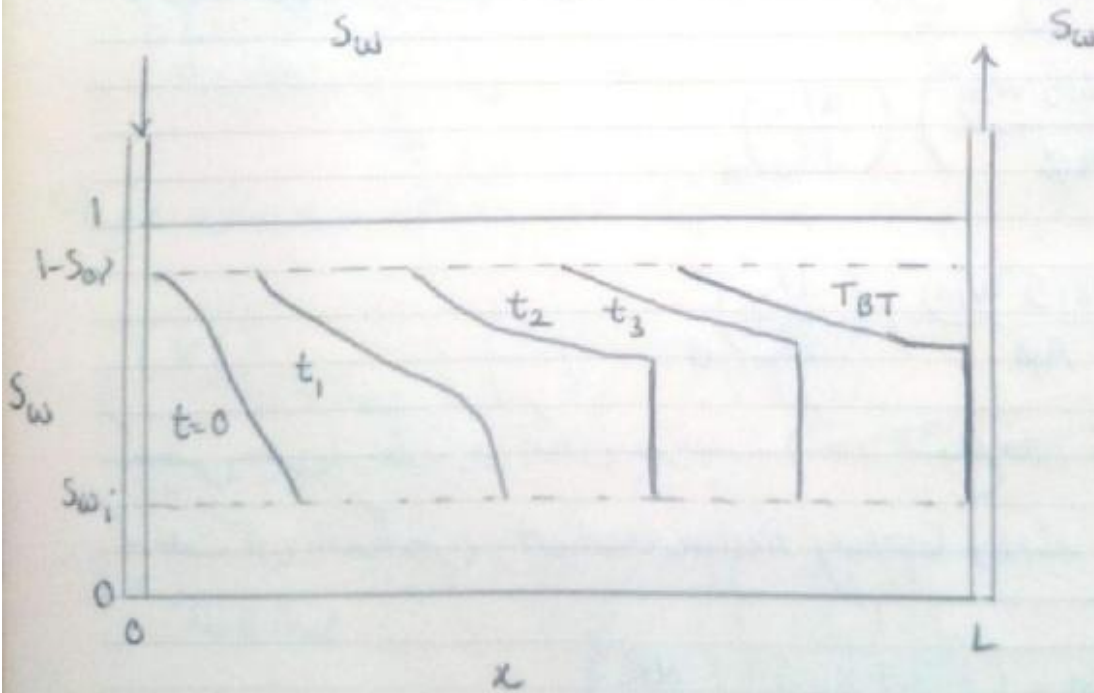
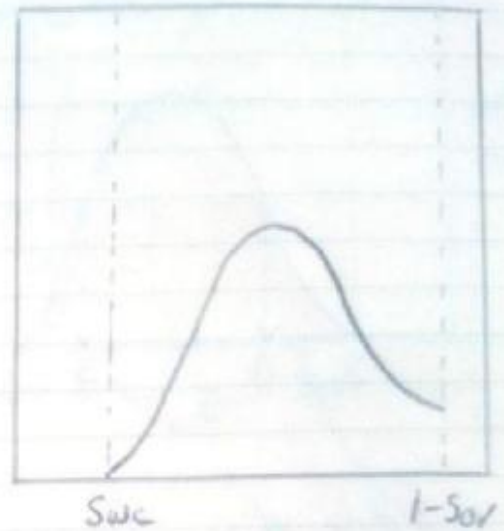


تایم (S Shape) Typical medium viscosity oil

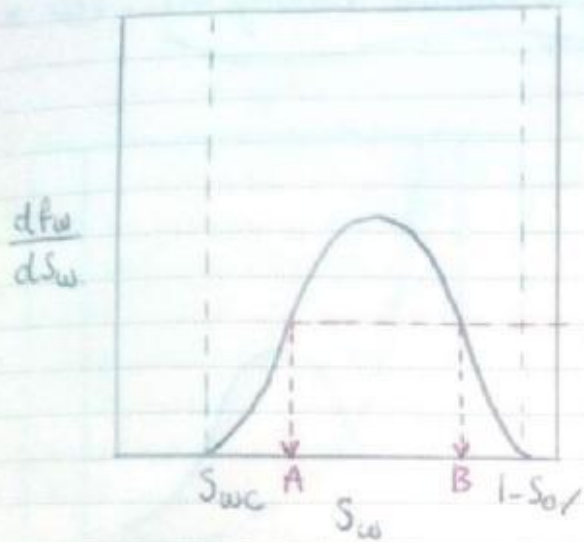
شیر *



$$\frac{df_w}{dS_w}$$



آن به پرده که شیرینی عالم با دوست
بشم میگویند لب دندان دل فرم با دوست



$$\rightarrow \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_A = \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_B$$

با توجه به نمودار در دو نقطه متفاوت A و B بعد از تزریق W_{inj} داریم:

$$x_A = \left(\frac{5.615 W_{inj}}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_A$$

$$x_B = \left(\frac{5.615 W_{inj}}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_B$$

که چنین چیزی از نظر فیزیکی امکان پذیر نیست (که در اشباع های متفاوت در یک مکان باشد) به علت آن ادویه گرفتن Capillary Pressure Gradient می باشد.

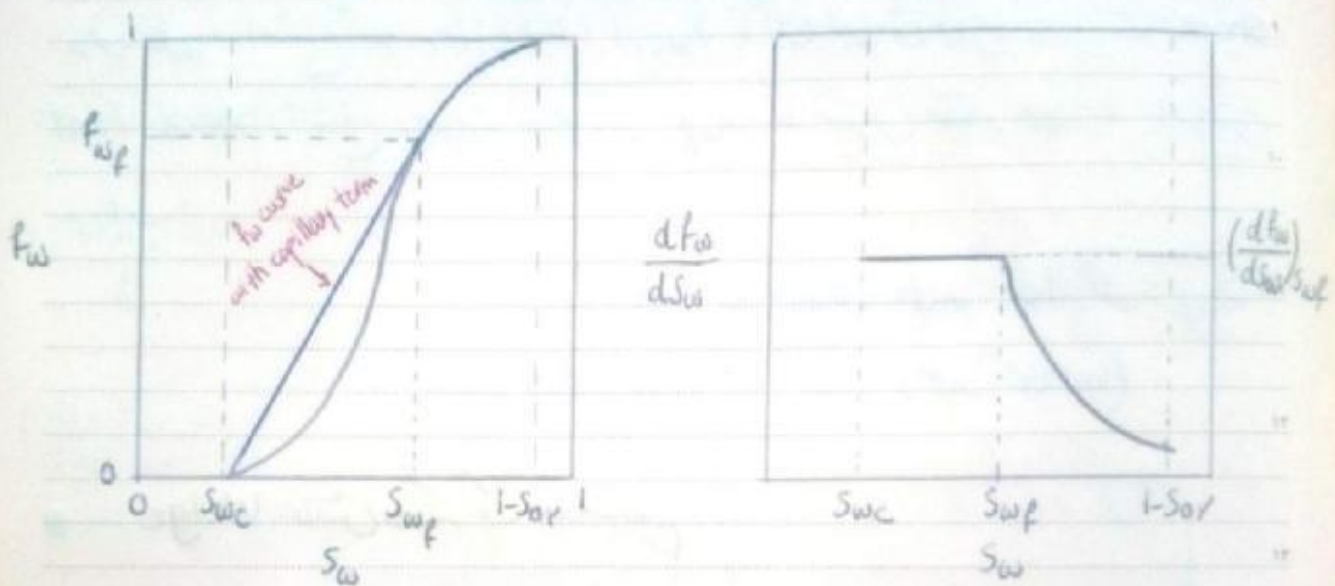
$$\text{Capillary Term} = \left(\frac{1.127 k_o A}{r_o s_w} \right) \left(\frac{dP_c}{dx} \right)$$

حال اگر بخواهیم فشار هیدرواستاتیکی را نیز در نظر بگیریم شامل دو بخش می شود (نمودار f_w):



January 31

- 1- بخش اول یک خط راست با شیب ثابت $\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wf}}$ از S_{wc} تا S_{wf} .
- 2- بخش دوم یک نمودار مقعر با شیب متغییری از S_{wf} تا $(1-S_{or})$.



برای این در بازه‌های حجم اشباع بین S_{wc} و S_{wf} سرعت یکسان در هر زمانی ممکن دارند داریم:

$$(v)_{S_w < S_{wf}} = \left(\frac{5.615 i_w t}{A \phi}\right) \left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wf}}$$

$$(x)_{S_w < S_{wf}} = \left(\frac{5.615 i_w t}{A \phi}\right) \left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wf}}$$

برای بازه S_{wc} تا S_{wf} به دلیل داشتن سرعت یکسان Stabilized Zone نامیده می‌شود. و ناحیه S_{wf} تا $(1-S_{or})$ به دلیل اینکه سرعت در اشباع‌های مختلف متفاوت است.

دریغی است کامل نمودن این پیکان

۱۳۳۸
۲۰۱۷
۱۳۹۵/۱۱/۱۳

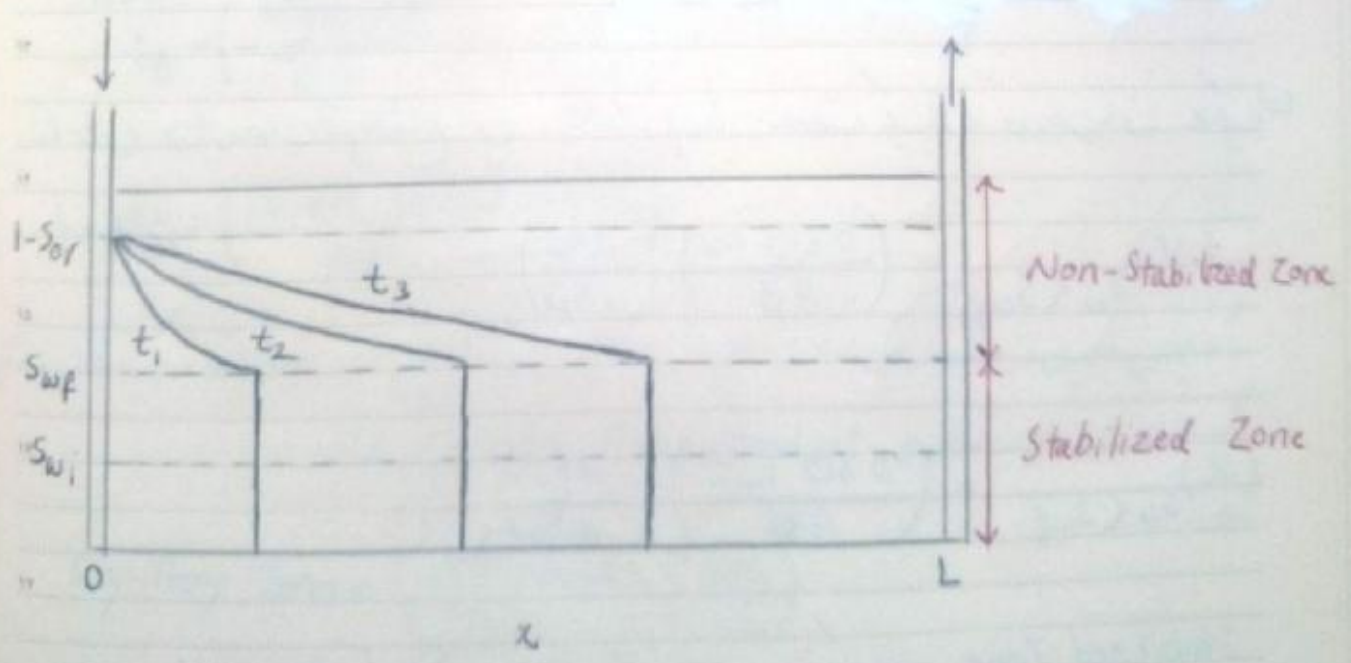
۲ جلدی اولاد
February ۱



استرا Non-Stabilized Zone گونید.

• تلاطمهای بردست آمده از سیلانزنی در آرماتورها نشان میدهد که یک Shock Front وجود دارد که اشباع آب به طور ناگهانی از S_{wf} تا آن افزایش می یابد و در پشت Shock Front، اشباع به صورت تدریجی از S_{wf} تا بیشترین مقدار $1-S_{or}$ افزایش می یابد.

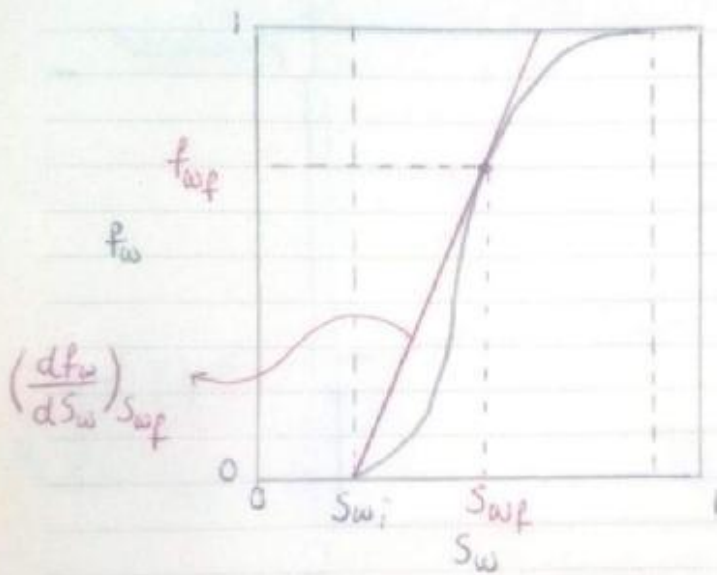
S_{wf} : water saturation at the front
(water saturation of stabilized zone)



فعل تشکیل که بدان معنی که کمن است
سر آن دگرگ شده در ضمن آوم است



* Welge نشان دهنده آنر خط راستی از S_{wi} (یا S_{wf}) و S_{wf} متعلق به باشد از S_{wi} به همان S_{wi} (initial water saturation) بر روی منحنی f_w رسم کنیم مقدار اشباع برداشت آمده در نقطه مناسب برابر S_{wf} می باشد.



$$\Rightarrow \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}} = \frac{f_{wf} - 0}{S_{wf} - S_{wi}}$$

$$= \frac{1 - 0}{S_{wf|f_w=1} - S_{wi}}$$

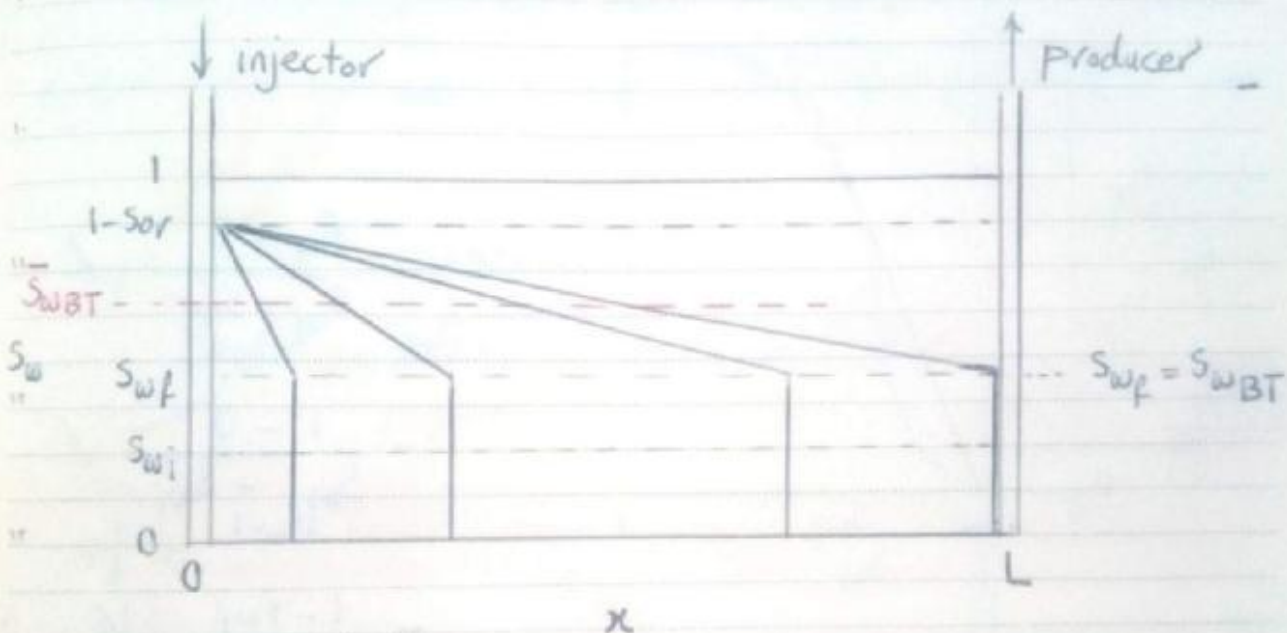
$$= \frac{1 - f_{wf}}{S_{wf|f_w=1} - S_{wf}}$$

$$(x)_{S_{wf}} = \left(\frac{5.615 i_w t}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}}$$





* نکته بسیار مهم: خطی که قرار است معاین بر منحنی f_w رسم شود بایستی محل شروع آن از S_{wi} (initial water saturation) باشد اگر $S_{wi} = S_{wBT}$ باشد که از همان S_{wBT} شروع می‌کنیم ولی اگر $S_{wi} \neq S_{wBT}$ باشد بایستی از S_{wi} شروع کنیم.



Breakthrough زمانی اتفاق می‌افتد که Flood front (Shock front) S_{wf} به producer می‌رسد ($x_{Swf} = L$) و به طور ناگهانی از صفر تا f_{wf} زیاد می‌شود.

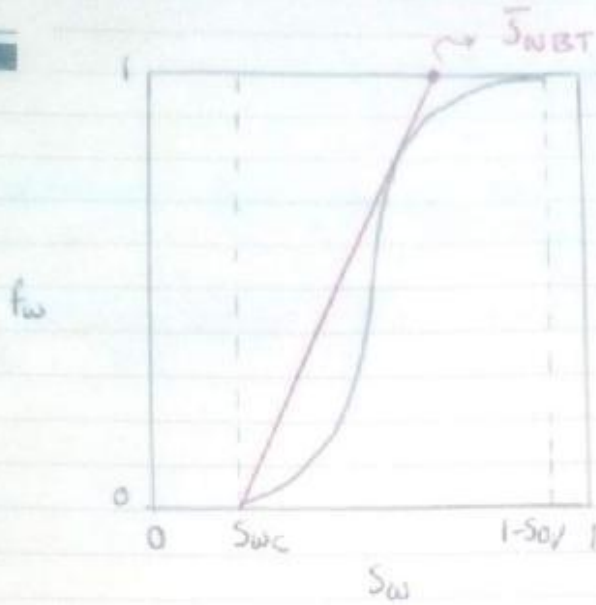
$$L = \left(\frac{5.615 i_w t_{BT}}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}}$$

در شکل بالا S_{wBT} اشباع میانی آب قبل از Breakthrough می‌باشد که نمودار زیر مشخص شده است:

$$\bar{S}_{wBT} @ f_w = 1$$

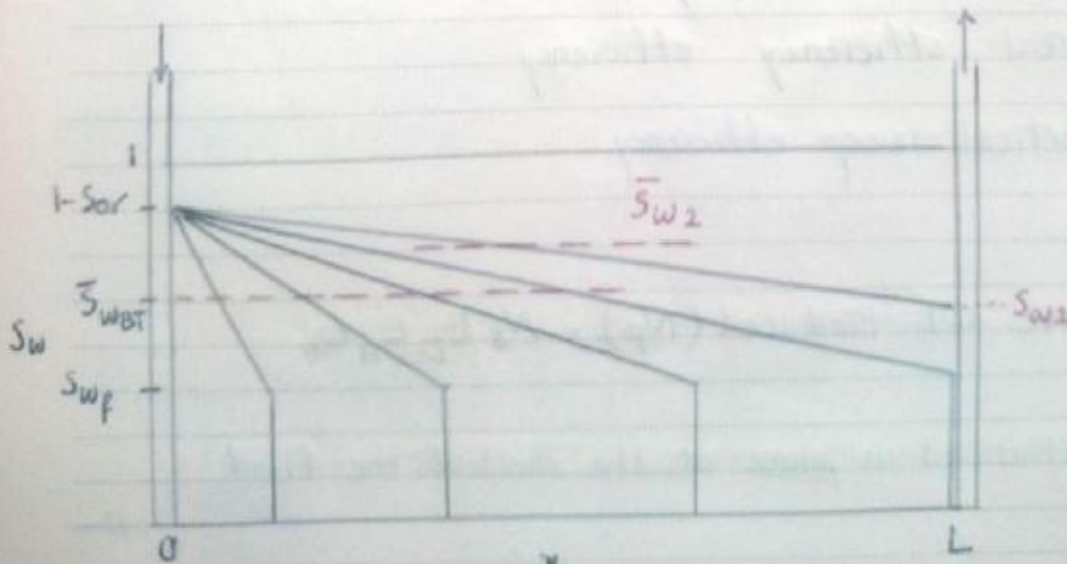
لطفاً به نکاتی که مشق از آن فرموده که نام آن ذب مل و نظارت تجزیه

February 5



$$\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wf}} = \frac{f_{wf}}{S_{wf} - S_{wc}} = \frac{1}{\bar{S}_{wBT} - S_{wc}} = \frac{1 - f_{wf}}{\bar{S}_{wBT} - S_{wf}}$$

* بعد از Breakthrough، اشباع آب در f_w نقطه رفته زیاد می شود که به اشباع مایعین برود
 از Breakthrough \bar{S}_{w2} می گویند.

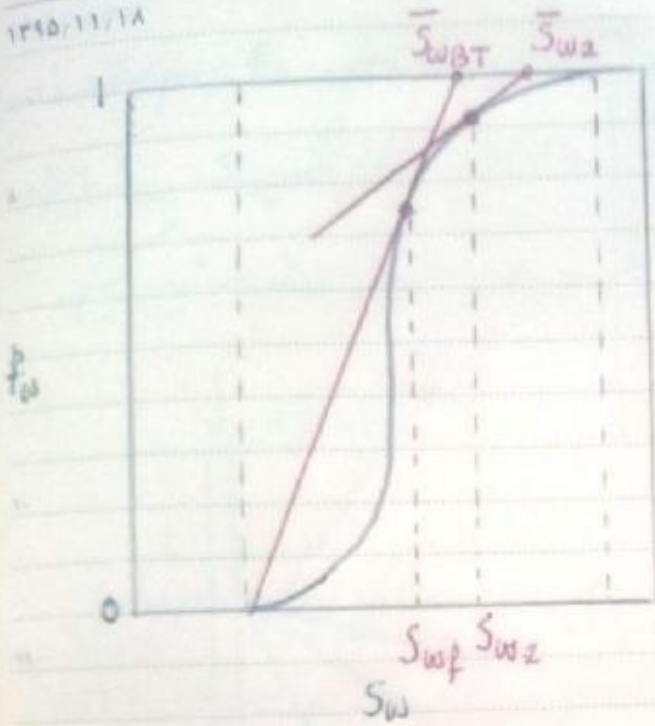


موج برنگل سروری - دیناریست
 برآستان تو مثل توان رسید آری

14FA

2017

1490/11/1A



در شرایط قبل از Breakthrough داریم:

@ Breakthrough, $t_{BT} \rightarrow x=L$

$$L = \left(\frac{5.615 i_w t_{BT}}{A \phi} \right) \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}} \quad \& \quad PV = V_p = \frac{AL\phi}{5.615}$$

$$\rightarrow t_{BT} = \left(\frac{PV}{i_w} \right) \frac{1}{\left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}}}$$

$$\rightarrow W_{injBT} = i_w t_{BT} = \frac{PV}{\left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}}}$$

W_{injBT} : Cumulative water injected at breakthrough, bbl

$$\rightarrow Q_{injBT} = \frac{W_{injBT}}{PV} = \frac{1}{\left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}}}$$

Q_{injBT} : Cumulative pore volumes of water injected at breakthrough

$$\rightarrow \left(\frac{df_w}{dS_w} \right)_{S_{wf}} = \frac{1}{S_{wBT} - S_{wi}}$$

فشار اولیای نشان از جوی تزریق میس
که با بزرگی نمودار است و این سرگرمی



$$\rightarrow W_{injBT} = (PV) (\bar{S}_{wBT} - S_{wi}) = (PV) Q_{injBT}$$

در شرایط قبل از Breakthrough مقدار نفت بدست آمده با مقدار آب تزریق شده برابری باشد ←

$$W_p = 0 \quad \& \quad N_{pBT} = W_{injBT}$$

- در شرایط بعد از Breakthrough داریم:

در هر نقطه دلخواهی مانند S_{w2} که برتر از S_{wf} باشد می‌توانیم رسم کنیم این خط موازی را تا جایی که $f_{w2} = 1$ را قطع کند این نقطه را \bar{S}_{w2} می‌نامیم و داریم:

$$\bar{S}_{w2} = S_{w2} + \frac{1 - f_{w2}}{\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{w2}}}$$

$$\xrightarrow{S_{w2}} Q_{inj} = \frac{1}{\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{w2}}} \quad \& \quad W_{inj} = (PV) Q_{inj}$$

در شرایط بعد از Breakthrough تولید آب نیز داریم ($W_p \neq 0$)

$$W_{inj} = N_p + W_p \quad \& \quad N_p = (\bar{S}_{w2} - S_{wi}) (PV)$$

N_p : Cumulative oil production

W_p : Cumulative water production

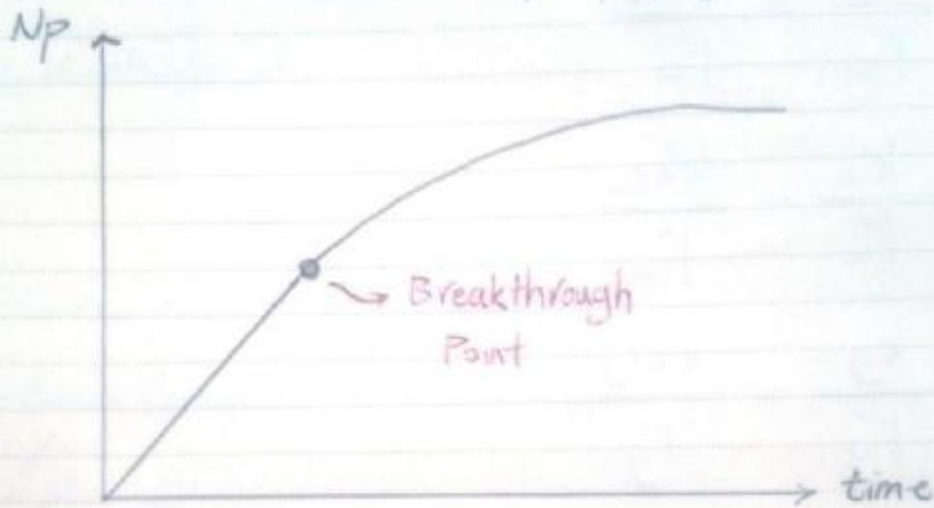
بزرگترین می‌تواند باشد و در این صورت که آن است و آن به مقدار آب تزریق شده



February 23

$$t = \frac{W_{inj}}{i_w}$$

قبل از Breakthrough نمودار N_p نسبت به زمان خطی است چرا که مقدار نفت تولیدی با مقدار آب تزریق برابری باشد.



۲۶ جمادی الاولی

February 24

زخمت جرم زمین کن اگر امید آن داری که از چشمه جانیدیشان خدایت در میان داری



* Mobility Ratio (M):

- به طور کلی Mobility هر سیال به شکل زیر تعریف می شود:

$$\lambda_o = \frac{k_o}{\mu_o} = \frac{k k_{ro}}{\mu_o}$$

$$\lambda_w = \frac{k_w}{\mu_w} = \frac{k k_{rw}}{\mu_w}$$

$$\lambda_g = \frac{k_g}{\mu_g} = \frac{k k_{rg}}{\mu_g}$$

* همانطور که از روابط می توان برداشت آورد که λ تابع سیرید saturation می باشد

→
$$M = \frac{\lambda_{displacing}}{\lambda_{displaced}}$$

For Water flooding :
$$M = \frac{\lambda_w}{\lambda_o} = \frac{k_{rw}}{k_{ro}} \frac{\mu_o}{\mu_w}$$



Muskat استادیوم در حال حاضر M استادیوم زیر نظر

گیریم:

از آنجایی که سیال خارج شده نفت در جلوی water front در حال حاضر
آب به آنجا نرسیده (non-invaded zone) در حالت حرکت است، k_{ro} را با S_{wi}
در آنجا حساب کنیم.

سیال خارج کننده آب به شکل water bank که حرکت نفت قرار دارد و
در اشباع S_{wBT} می باشد که S_{wBT} تاریخی که به Breakthrough می رسد ثابت
می ماند ولی در بعد از breakthrough، اشباع میانی افزایش می یابد که با S_{w2}
نشان می دهیم بنابراین تحت دو شرایط زیر داریم:

From the start to breakthrough:

$$M = \frac{k_{rw} @ S_{wBT}}{k_{ro} @ S_{wi}} \frac{\rho_o}{\rho_w}$$

معادله بالاتر نشان می دهد که M ثابت باقی می ماند (از لحاظ استارت Breakthrough)

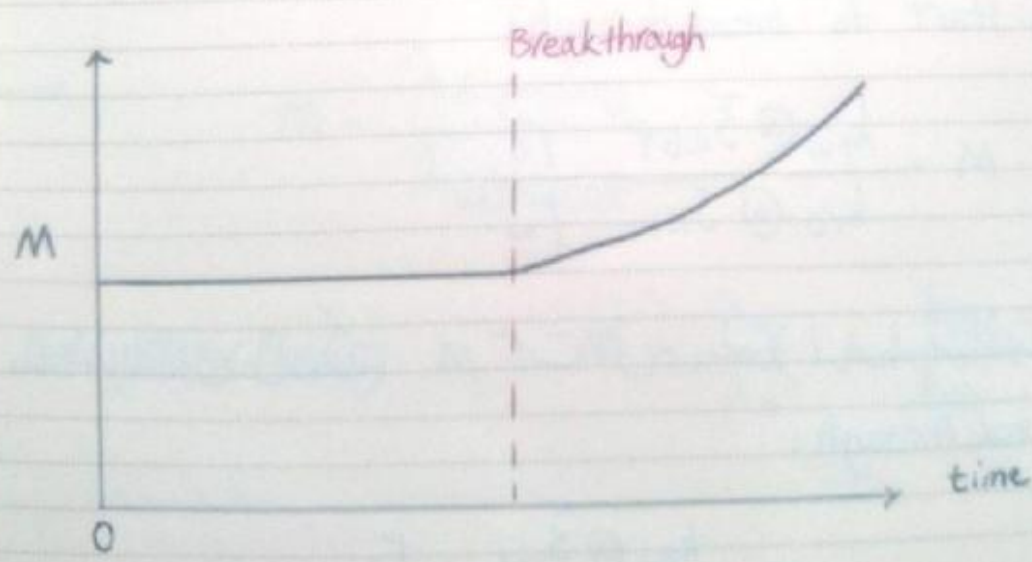
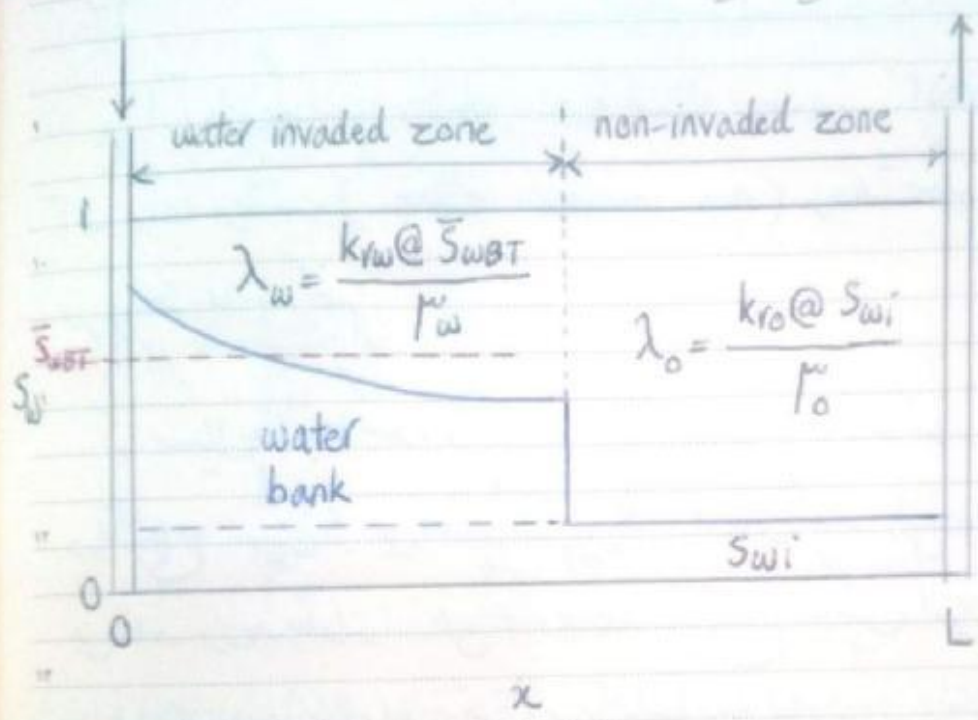
After Breakthrough:

$$M = \frac{k_{rw} @ S_{w2}}{k_{ro} @ S_{wi}} \frac{\rho_o}{\rho_w}$$

۱۳۹۵/۱۲/۰۹
۲۰۱۷



معادله صعود قبل نشان می دهد که M بعد از Breakthrough به طعمش می رسد
افزایش می یابد که ناشی از افزایش می رسد S_{wi} می باشد.



چون نرخ نم از درستی شراب خود
تقسیم کرده ایم و داده او متراست