



به نام خدای مهربان

# جزوه سیالات دوفازی

مهندس خلیقی ششده



Eng.jafarkhalighi@gmail.com



۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴



Edited with Infix PDF Editor  
- free for non-commercial use.

To remove this notice, visit:  
[www.iceni.com/unlock.htm](http://www.iceni.com/unlock.htm)

Subject: \_\_\_\_\_  
Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. ( ) \_\_\_\_\_

**فصل اول: مفاهیم بنیادی و معارلات اساسی جریان‌های دوفزاری**

نامشخص محسوس: با کاهش دما در فشار ثابت در جهت مخالف جهت نامشخص و در جهت جابجایی کاهش می‌یابد.

تعریف نقطه جریانی: نسبیتهای جزئی بصورت دمای در بالا تر از آن عمل توان نسبیتهای جابجایی سرد، برای نسبیتهای سرد جریانی حاصل به عدم نسبیتهای و طبق تعریف نقطه جریانی نسبیتهای سرد جریانی دما و فشاری است که تحت آن خصوصیات جابجایی و جابجایی اشباع می‌شود و تغییر دوفزار غیر ممکن است.

چندانیکه مخلوط تحت دما درون یک خط اول جریان می‌یابند فاز گاز به علت حجم ویژه و گرانشی پایین تر نسبت به فاز مایع با سرعت بیشتری حرکت خواهد نمود. لغزش در اصطلاح جریان دوفزاری به جهت ماندگی و یا اندکی سرعت حرکت فاز مایع نسبت به فاز گاز اطلاق می‌شود. اگر در یک سطح مقطع اول به سرعت مایع و گاز یکسان باشد اصطلاح جریان بدون لغزش به جاری رود.

**عوامل اثری در لغزش:**

- الف) مقاومت حاصل در اصطلاح در مقابل جریان مایع و یا اندکی انرژی بر نسبت به اندک در جهت جریان برای فاز گاز نسبت به مایع کمتر بوده و باعث انتقال بدین جهت بیشتر فاز گاز حتی در غیاب نیروی شناوری خودی می‌شود.
- ب) اختلاف زیاد تراکم بدین جهت فاز گاز و مایع که باعث انبساط گاز در جهت با سرعت بیشتر می‌شود. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که فشار مایع در جهت جریان کاهش یابد.

ح) اختلاف نیروی کششی عمل کرده روی فازها بطوریکه فاز سبکتر عمایلی به بالا حرکت نماید یعنی متناسب با اختلاف جرم های ویژه یوفاز دارد.

ترکیب در حد و مقدار جریان یوفازی و دوری بر خط لوله با مقدار جریان در هر نقطه دیگر از همان خط لوله در اثر لغزش تفاوت دارد اما ترکیب مایع موجود به علت لغزش، با ترکیب مایع دوری لغزش برابر می باشد و داریم:

مجموع حاصل از لغزش

$$Z_i F = \alpha_i L_n + \alpha_i L_s + \gamma_i V$$

مقدار حواله دوری لوله به دلیل لغزش و مایع حاصل از آن بیشتر از مقدار حواله دوری بر خط لوله می باشد.

$$Z_i F - \alpha_i L_s = Z_i' F' \rightarrow \text{مقدار حواله دوری}$$

ترکیب کل فاز در جریان دوری

مقدار لوله حواله موجود

$$F' + L_s = F$$

ترکیب حواله از هر نقطه به نقطه دیگر در خطوط لوله تغییر خواهد کرد زیرا متلاصق است تغییر شیب لوله مقدار را تغییر خواهد کرد.

$$Z_i = \frac{Z_i' F' + \alpha_i L_s}{F' + L_s}$$

معادله مایع برابر است با:

$$H_L = \frac{\text{عمق متوسطی از لوله توسط مایع اشغال شده است}}{\text{عمق کل همان لوله}} = \frac{V_{SL}}{V_L}$$

$$A_t = A_L + A_g \begin{cases} E_L = A_L / A_t \\ E_g = A_g / A_t \end{cases} \quad H_L = \frac{\int_0^L A_t E_L dL}{A_t \Delta L} \quad H_g = \frac{\int_0^L A_t E_g dL}{A_t \Delta L} = 1 - H_L$$

$$\text{مقدار حجم کل مایع اشغال شده} = A_t \times \int_0^L H_L dL = A_t \sum_{i=1}^n (H_L \Delta L)_i$$

n تعداد قسمتهای حواله و L طول کل خط لوله

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$\lambda_L = \frac{Q_L}{Q_L + Q_g} = \frac{V_{SL}}{V_m}$  :  $\lambda_L$  و  $\lambda_g$  بهمانند ضرایب و گاز بدون تقشرش هستند و داریم:

$\lambda_g = \frac{Q_g}{Q_L + Q_g} = \frac{V_{Sg}}{V_m}$  - اختلاف بین ماند ضرایب در صورت وجود تقشرش (HL) و بین ماند ضرایب بدون وجود تقشرش بین فازها را در همی تقشرش گوئیم:

$H_L - \lambda_L = \text{درمی تقشرش}$

اثر یک مخلوط جریان دوفازی شامل دو فاز ضرایب دیگر فاز را نشانه باسیم داریم:

آنتالپی فاز ضرایب

$h_m = h_L (1 - u) + h_g u$

کسر درمی تقشرش گاز (کنش)  $\downarrow$   
 آنتالپی مخلوط بدون تقشرش  $\downarrow$

$f_o = \frac{Q_o}{Q_o + Q_w}$

$h_L = h_o f_o + h_w f_w$

$f_w = \frac{Q_w}{Q_o + Q_w} = 1 - f_o$

کنش گاز با وجود تقشرش

$H_L = \frac{(1 - u')}{\rho_L} = \frac{V_L}{V_L + V_g}$   
 $\frac{(1 - u')}{\rho_L} + \frac{u'}{\rho_g}$  حجم گاز بدون تقشرش

$\rho_L = \rho_o f_o + \rho_w f_w$

$x' = \frac{\frac{H_g}{\rho_L}}{\frac{H_L}{\rho_g} + \frac{H_g}{\rho_L}} = \frac{m_g}{m_L + m_g}$

$h_m = h_g u' + h_L (1 - u')$

آنتالپی مخلوط با وجود تقشرش

ASEMAN

سرعت واقعی فاز گاز:  $V_g = \frac{Q_g}{A_t H_g}$       سرعت ظاهری فاز گاز:  $V_{sg} = \frac{Q_g}{A_t}$

سرعت واقعی فاز مایع:  $V_L = \frac{Q_L}{A_t H_L}$       سرعت ظاهری فاز مایع:  $V_{sL} = \frac{Q_L}{A_t}$

سرعت جریان دو فازي:  $V_m = V_{sL} + V_{sg} = \frac{Q_L + Q_g}{A_t}$

سرعت لغزش:  $V_s = V_g - V_L = \frac{V_{sg}}{H_g} - \frac{V_{sL}}{H_L}$

نسبت لغزش =  $\frac{\text{سرعت واقعی فاز گاز}}{\text{سرعت واقعی فاز مایع}} = \frac{V_g}{V_L}$

اگر لغزش نزادانه باشد ← نسبت لغزش برابر یک خواهد بود و در غیر این صورت لغزش صفر خواهد بود

کاره جگالی جریان دو فازي:

بدون در نظر گرفتن لغزش:  $P_n = P_L \lambda_L + P_g \lambda_g$

با ناسه لغزش:  $P_s = P_L H_L + P_g H_g$

برای ناسه عدد رینولدز:  $Re = P_L \left( \frac{\lambda_L^2}{H_L} \right) + P_g \left( \frac{\lambda_g^2}{H_g} \right) = P_L \left( \frac{V_L V_{sL}}{V_m^2} \right) + P_g \left( \frac{V_g V_{sg}}{V_m^2} \right)$

تعیین افت فشار ناشی از اصطلاح

معادلات بالا برای حالتی که یکی از فازها سوسپنشن و دیگری برآینده در آن فاز است یا محدودی منقطع است برای سایر رژیم های جریان نتایج غیر قابل قبولی ارائه خواهد نمود.

گزارش نیروی جریان دو فازي:  $\mu_n = \mu_L \lambda_L + \mu_g \lambda_g$       بدون لغزش:

$\mu_s = \mu_L \frac{H_L}{H} + \mu_g \frac{H_g}{H}$

وجود لغزش:  $\mu_L = \mu_{L0} + \mu_{Lw} f_w$   
 $\mu_m = \mu_L H_L + \mu_g H_g$

$$\frac{d}{dt} \int \rho dQ + \int \rho \vec{v} \cdot \vec{n} dA = 0$$

مجموعه کنترل      سطح کنترل

معادله پیوستگی:

$$\xrightarrow{SS} \int_{A_1} \rho_1 v_1 dA = \int_{A_2} \rho_2 v_2 dA \quad \xrightarrow{\text{جرم در تقاطع}}$$

$$\int_{A_1} (\rho_L v_L + \rho_g v_g) dA = \int_{A_2} (\rho_L v_L + \rho_g v_g) dA$$

سرعت ظاهری       $A_t$       سرعت ظاهری

$$m_L = \rho_L \times Q_L = \rho_L \left( \frac{Q_L}{A_t} \right) \times A_t = \rho_L \vec{v}_L A_t$$

$$m_{min} = [(\rho_L \bar{v}_L E_L + \rho_g \bar{v}_g E_g) A]_{A_1} = [(\rho_L \bar{v}_L E_L + \rho_g \bar{v}_g E_g) A]_{A_2}$$

معادله اندازه حرکت:

$$\frac{-dp}{dt} = \rho_m (g/g_c) \sin \theta + [d(\rho_L v_{sL} v_L / g_c) / dL + d(\rho_g v_{sg} v_g / g_c) / dL]$$

$$+ \frac{4 \tau_w}{D}$$

$$\rho_m = \rho_s = \rho_L H_L + \rho_g H_g$$

\* ضریب اصطکاک عبارت است از نسبت تنش برشی دیواره لوله (τ<sub>w</sub>) به انرژی جنبشی بر واحد

$$f = \frac{\tau_w}{(\rho v^2 / 2g_c)}$$

همچنین  $(\frac{\rho v^2}{2g_c})$  که عددی بدون بعدی باشد به عبارت دیگر:

$$\rightarrow \tau_w = \frac{f \rho v^2}{2g_c} \rightarrow \Delta P_f = \frac{2 f \rho v^2}{g_c D} L = \frac{4 \tau_w}{D} L$$

$$\frac{-dp}{dL} = \left( \frac{dp}{dL} \right)_{ele} + \left( \frac{dp}{dL} \right)_{acc} + \left( \frac{dp}{dL} \right)_f$$

— هندل کردن ترمینال و شیرها — استقالات از سر و دم و غیر مخلوط روفازهای ایران

$$\left(\frac{dP}{dL}\right)_{ele} = \rho_m (g/g_c) \sin \theta$$

به علت تغییر ارتفاع لوله حاصل شده و اغلب سرباره محدود است. تا آنکه نامبرده می شود که در مورد جاه های بعضی حدود 80-95٪ از افت فشار یک جریان را تشکیل می دهد. در لوله افقی ناچیز و در لوله شیب دار با افت فشار اصطلاح قابل مقایسه است.

$$\left(\frac{dP}{dL}\right)_{acc} = \left(\frac{\rho V}{g_c}\right) \frac{dV}{dL}$$

به علت تغییر سرعت جریان سبب لوله وجود آمده و اغلب جملات انرژی جنبشی و با عبارات ثابت نامبرده می شود. اغلب ناچیز گونه اما اگر سبب تراکم بویژه در در فشار نسبتاً کم باشد مقدار آن ناچیز نیست می شود.

friction factor

$$\left(\frac{dP}{dL}\right)_f = \frac{4f \rho V^2}{2g_c D} = \frac{2f \rho V^2}{g_c D} \left[\frac{154}{433}\right]$$

$$= \frac{2f \rho V^2}{144 g_c D} \left[\frac{psi}{ft}\right]$$

به علت اصطلاح و تنش مرئی (نواره لوله موجودی) در قسمت اعظم افت فشار لوله های افقی وجود دارد. 5-20٪ از افت فشار در جاه های بعضی را تشکیل می دهد.

معادله انرژی:

$$\frac{dP}{\rho} + \frac{V dV}{g_c} + (g/g_c) dZ + dW_{loss} = 0$$

تغییرات انرژی مکانیکی ناشی از برش و تابیدگی فرآیند

$$-\frac{dP}{dL} = \rho (g/g_c) \sin \theta + \left(\frac{\rho V}{g_c}\right) \frac{dV}{dL} + \rho \frac{dW_{loss}}{dL}$$

شرایط بالادست:

$$\Rightarrow \left(\frac{dP}{dL}\right)_f = \left(\frac{\dot{m}_{mix}}{Q_{mix}}\right) \left(\frac{dW_{loss}}{dL}\right) \quad \frac{\dot{m}}{Q} = \rho_n = \rho_L \lambda_L + \rho_g \lambda_g$$

معادله تلفات انرژی سبب با مقدار تغییرات فشار ناشی از اصطلاح سبب برابری است. اما در ابتدا

Subject:

Year. Month. Date. ( )

که تغییرات فشار ناشی از تغییر ارتفاع خطوط انتقال سیال از معادله انرژی با عبارت برابره

حدود استاتیک یک ستم جریان دوعازی یکی است بنابراین معادله انرژی برای جابجایی نسی در

مقدار تغییر فشار حاصل از تغییر ارتفاع سیال از دقت کافی برخوردار است.

رابطه محددگی روابط معادلات جریان دوعازی:

(1) اصطلاح مداوم موجود بین دوعاز (2) تغییرات در ستم جریان (3) انتقال جرم بین دوعاز نام و

Moody Friction Factor

$$\frac{dp_f}{dz} = \frac{f \rho v^2}{2gc_D \times 144} \quad [\text{psi/ft}]$$

$$\frac{dp_f}{dz} = \frac{4\tau_w}{D}$$

مهندس جعفر خلایقی ششده

۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴

Eng.jafarkhalighi@gmail.com



## فصل دوم: خواص سهالان دوفازی

عمل ساری غیر ترمیمی:

در هنگام ساری غیر ترمیمی، خواص بوده سال با استفاده از جدولی های جامع و گاز، نسبت گاز به نفت، نسبت آب به نفت و... قابل خامه ی باشد. به عمل غیر ترمیمی عمل نفت سازه اطلاع ی شود

و در صورت ترمیم آن محال است:

- 1- جامع در شرایط خزن، در فشار و دمای شده بصورت جامع دائمی عاید.
- 2- گازی تواند بصورت آزاد با حلول وجود داشته باشد.
- 3- نفت خام دارای درجه API کمتر از 45 درجه بوده و نسبت حلالیت گاز به نفت کمتر از  $\frac{5000 \text{ SCF}}{\text{STB}}$  جامع باشد. (فقط دو ترکیب نفت و گاز وجود دارد. گازی تواند در نفت حل شود اما نفت در گاز حل نمی شود)

\* هنگامی که ترکیب در حدود گاز طبیعی موجود نباشد، خواص شبه بحرانی سیم را می تواند تحسبا با استفاده از مقدار حلالیتی سبب گاز، بوسیله ی روابط Standing خامه کرد.

گراندولی: نسبت سبب گشتن دو واحد سماع به گراندول سبب حوضی است. گراندولی گاز طبیعی تابعی از فشار، دما و ترکیب در حدود اجزای گازی باشد.

$$\mu = \frac{\tau}{dv/dL}$$

روشن های خامه گراندولی گاز طبیعی:

Carr-Kawabashi - Burrows:  $\mu_g = \mu_{\text{توسط شده}} + \Delta\mu_{\text{N}_2} + \Delta\mu_{\text{CO}_2} + \Delta\mu_{\text{H}_2\text{S}}$

این نسبت دار از نموداری خوانیم  $\mu_g = \mu_{\text{g}} \times \frac{\mu_{\text{g}}}{\mu_{\text{g}}}$

Lee - Gonzalez - Eakin:  $\mu_g = 10^4 K \exp \left[ X \left( \frac{p}{62.4} \right)^Y \right]$

را بطور آلا گرانندی را با انحراف استاندارد 2.4٪ و در بدترین شرایط انحراف 8.99٪ سبب سبب عاید. این روش (Lee-Gonzalez) نمی تواند برای گازهای ترمیمی استفاده شود.

Dean-Stiel:  $M_1 = \dots M_g = M_{1+} \dots$   $P_r = \frac{0.27 P_{pr}}{Z T_{pr}}$

حلالیت گاز ( $R_s$ ): به نسبت تابع فشار، دما، و چگالی نازی باشد.

در معادله تجربی Vasquez-Beggs داریم:  $T_{sep}$  فشار دمای واقعی جدا شده هائیک و  $P_{sep}$  فشار دمای واقعی جدا شده هائیک و  $\gamma_g$  چگالی ویژه نازد شرایط صفا (100 psi)  $\gamma_g$  چگالی ویژه نازد شرایط صفا (100 psi)  $\gamma_g$  چگالی ویژه نازد شرایط صفا (100 psi)

این معادله برای مایه  $R_{sb}$  است  
 تراکم بدین هم دمای نفت خام تحت اشباع و زیر اشباع:  $C = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \rightarrow$  اشباع

Vasquez-Beggs:  $C_o = f(R_s, T, P, \gamma_g, API)$  زیر اشباع

Ahmed:  $C_o = f(R_s, P)$  سایر پارامترها در معادله لحاظ شده اند.  
 همانگونه خطای این رابطه 3.9% است برای داده هایی که معادله از آن بدست آمده است.

Glaser:  $P_b^* = \left( \frac{R_s}{\gamma_g} \right)^{0.816} \left( \frac{T^{0.172}}{API^{0.989}} \right)$  فشار تقاطع  $(P_b)$

$P_b = f(P_b^*)$  ضریب حجمی سارندگی  $(B_o)$ :

ابتدا با روابط تجربی  $B_o$  برای نفت زیر اشباع مایه می شود و پس در حالت اشباع داریم

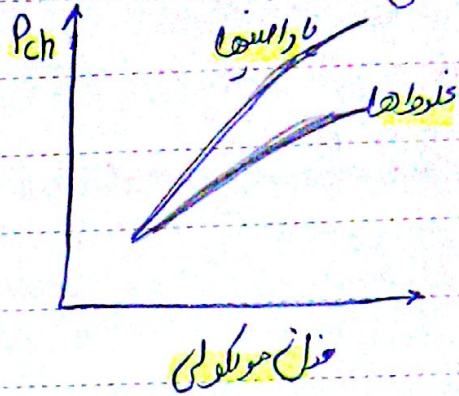
$C = -\frac{1}{B_o} \frac{\partial B_o}{\partial P}$  ضریب حجمی سارندگی  $(B_o)$ : بیانگر حجم لایک استیم بدون در نظر گرفتن تقویرها می بود در آن می باشد.

ترازوی نقدی: ابتدا طبق روابط تجربی گرانروی نقدی مرده خامه و سپس تأثیر  $R_k$  محاسبی شود.

تأثیر بیون در Parachor

خامه کشش سطحی:

$$\sigma = \left[ \frac{P_{ch} (P_2 - P_v)}{M W_a} \right]^4$$



کشش سطحی جامع در لابل با بخار آن

مدل سیال ترکیبی: بیان خواص فیزیکی یک سیال بر مبنای اجزای خالص آن (نقد و گاز ترکیبی از اجزای گوناگون هستند که می توانند در فشار گاز یا مایع باشند خواهی به دما، فشار و ترکیب وابسته است) \*  $Z$  ضریب تأثیر متقابل سهم رونا می باشد که متعلق از دما و فشار است و در هر دما و فشار مختلف است و هر چه اندازه کوچکتر شود این تأثیر کمتر در نظر گرفته می یابد.

$$P_k = 90 (M W_{c9}^+) - 4200$$

$$\frac{M W}{P_k}$$

در هنگام انجام محاسبات تخمین ناگهانی شرایط زیر معیار به عدم موفقیت می شود:

1- انجام محاسبات خارج از محدوده نمودار فشاری ترکیب شده 2- عدم تعیین دقیق جز  $C_6$  در سیستم موجود

در هنگام انجام محاسبات تعیین فقط حساب در ششم شرایط زیر معیار به عدم موفقیت می شود:

- 1- ناخاست بودن حدس اولیه باعث افزایش تعداد مراحل یعنی و خطای می شود (فقط مراحل پایایی شود)
- 2- عدم دقت کافی در تعیین خواص سیال
- 3- تعریف نادرست متغیرهای وابسته و متعلق در انجام محاسبات

سهم ترکیبی: مدل ترکیبی در صورتی است اما از آنجایی که  $R_k$  تابعی از دما و فشار است کاملاً ضرورت ندارد که صرفاً و بخوبی در این مدل

**مصلح نوم: تغییر در انواع عملیاتی خطوط لوله انتقال حرارت های دو فازی**

هدف این فصل بیان تغییرات دما و فشار در طول خطوط لوله برای مایه حواس سال است  
برای خطوط لوله در زمین داریم:

انلاف لوله های سال بوتوان انتقال حرارت جابه جایی از سال در دواره لوله - انتقال حرارت هدایتی سال  
دواره لوله و مواد خالی اطراف آن - انتقال حرارت جابه جایی و تشعشع حرارت از مواد خالی به هوا  
سرای جابه های لغت و تار داریم:

انلاف لوله های سال بوتوان انتقال حرارت جابه جایی از سال در دواره لوله - انتقال حرارت هدایتی از سال  
لوله و مواد پیرگشته اطراف لوله در مکان دما به لوله سروی - انتقال حرارت هدایتی بین دواره جابه لوله های  
سروی و همچنین سال سنگی دواره لوله

$$U = \frac{1}{R_f + R_p + R_g}$$

$R_f$  - هدایتی بین دواره لوله و زمین  
 $R_p$  - هدایتی مابین لوله و پوشش  
 $R_g$  - هدایتی بین سال و دواره

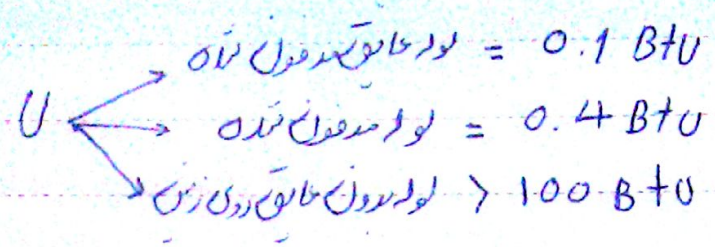
$$R_f = \frac{D_i}{K_f N_{uss}}$$

عدد پراکتل - عدد گرانوف - عدد رینولدز  $\rightarrow$  وابسته به عدد رینولدز عدد ناسل  
 تغییر هدایتی حرارتی سال

$$R_g = \frac{f(t)}{24 K_g / D}$$

تمام وابسته بر زمان  $[0.5 - 3]$   
 تغییر هدایتی حرارتی زمین

برای لوله‌های هدفون در زمین با جابه‌جایی‌های تکی مقاومت انتقال حرارت هدایتی می‌تواند به‌کار رود.  
 دهنده لوله در زمین (Rg) بیشتر مقاومت عملی در انتقال حرارت است.



$dh = C_p dT - \eta C_p dP$        $\eta = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_h$  ضریب ژول-تامسون

- در مسافت‌های خیلی طولانی از جریان پاستر در دست‌خوار، دمای سیال به‌تدریج کاهش می‌یابد.  
 ثابت گستر از دمای خیلی (در زمین) نزدیک خواهد شد.

- آنتالپی مخلوط‌های هیدروکربوریک نسبت به‌همه‌ها حساس‌تر از فشاری باشد.

مهندس جعفر خلیقی تشکیل شده

۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴

Eng.jafarkhalighi@gmail.com

## مصلح چهارم: الگوهای جریان دو فازی درون حلال

الگوهای شش جریان فیزیکی طبقه بندی انواع حالات توزیع فصلی مشترک بین دو فاز گاز و مایع

### الگوهای جریان در خطوط لوله افقی

1- جریان حبابی (Bubble Flow): نرخ حجمی گاز کم و نرخ حجمی مایع زیاد - در قسمت فوقانی لوله تکلیلی می شود - سرعت ظاهری مایع  $5-10 \text{ ft/s}$  و سرعت ظاهری گاز  $1-10 \text{ ft/s}$  می باشد.



2- جریان قوی یا قالبی (Plug flow): با افزایش سرعت گاز در جریان حبابی ایجاد می شود

3- جریان لایه ای (Stratified): فاز مایع و گاز کاملاً جدا بوده و فاز گاز که عموماً سرعت بیشتری دارد در بالای لوله قرار می گیرد - تراکم فاز به ندرت صورت می گیرد - فصل مشترک صاف و منظم - سرعت ظاهری فاز مایع کمتر از  $0.5 \text{ ft/s}$  و سرعت ظاهری فاز گاز بین  $2-10 \text{ ft/s}$  است

4- جریان موجی (Wavy Flow): سرعت گاز مجدداً افزایش یافته و تنش ایجاد شده باعث موج شدن سطح مشترک می شود - این امواج در جهت جریان اند -  $v_{sg} < 1 \text{ ft/s}$  و  $v_{sg} = 15 \text{ ft/s}$  است

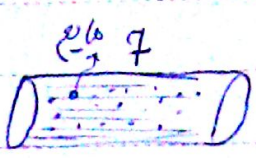
5- جریان لخته ای (Slug Flow): اگر نرخ مایع زیاد باشد افزایش سرعت گاز موجب تکلیلی لخته مایع می شود - لخته ها باعث ایجاد لرزش شدید و ایجاد خطری می شوند - نوسانات منظم و تغییرات فشار و مقدار مایع ملامت تشخیص این جریان است

6- جریان حلقوی (Annular flow): دو فاز گاز و مایع مثل دو استوانه درون هم هستند که مایع استوانه بیرونی روی حلاله لوله و گاز در مرکز لوله -  $v_{sg} > 20 \text{ ft/s}$  - سرعت رقیق این نوع جریان برای تعیین میزان خوردگی ناشی از افزایش بازدهی خط انتقال - پس پس مقدار مایع جمع یافته - نفاذت فیلم مایع روی دیواره - و کثافت فشار برای اهمیت خاص دارد

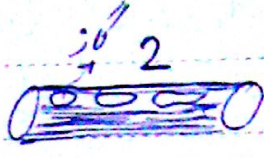
7. جریان قطره‌ای: با افزایش سرعت گاز در جریان حلقوی فاز گاز جامع را به صورت قطرات ریزک حمل خواهد کرد.  $20 \frac{ft}{s} < V_{sg} < 40 \frac{ft}{s}$  - اگر نرخ جریان گاز خیلی زیاد و نرخ جریان جامع کم باشد قطرات جامع بسیار ریز خواهد بود و بدین راجعه آلود (Froth Flow) گوئیم.



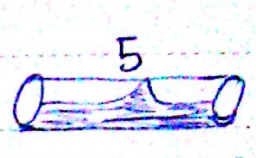
1 ببل - bubble



2 مه - Mist



3 قطب بقیایی - plug

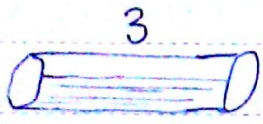


4 لخته‌ای - Slug

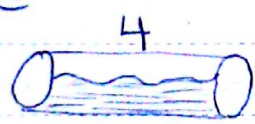
توزیع گاز درون جامع توزیع شده

Distributed توزیع شده

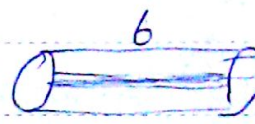
Intermittent متناوب



5 لایه‌ای - Stratified



6 موجی - Wavy



7 حلقوی - Annular

Segregated جدا شده

### الگوهای جریان در خطوط لوله قائم

1- جریان حبابی: جامع پوسته و گاز زیر آنده (حبابهای ریز) درون جامع به طرف بالا  $2 \frac{ft}{s} < V_{sg}$

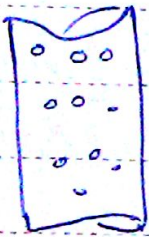
2- جریان لخته‌ای (slug): دارای افت فشار زیاد، سرد و جریان نا همگام و آسیب رسانی گسترده

$30 \frac{ft}{s} < V_{sg} < 2$  گاهی چند لخته حجری شکل گاز وجود می‌آید (معمولاً فقط لوله‌های بزرگ)

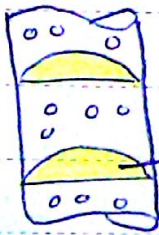
3- جریان کف آلود یا انتقالی (Churn): با افزایش جریان توده‌های گاز شکسته شده و جریان نا همگام و انتقالی پس از لحظه‌ای در حلقوی ایستاده شود. در خطوط لوله با قطر زیاد حرکت نوسانی جامع

در حالت بالا و پایین رخ خواهد داد در حالت در لوله های مارپیچ این حرکت نوسانی بوجود خواهد آمد و در حرکت انتقالی بین جریان محلی و حلقوی بسیار نادر خواهد بود.

4- جریان قطره ای: فاز نازک و فاز مایع بصورت ذرات ریز عملی شود. افت فشار توسط فاز نازک کنترل می شود.  $70\% \text{ و } 30\% \text{ و } 50\%$  و  $2\% \text{ و } 15\%$  باشد این نوع جریان تبدیل به جریان حلقوی می شود.



Bubble جریان حبابی

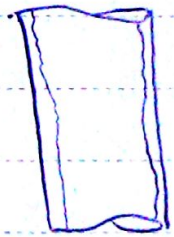


Slug گتای و slug

گاز



Churn زن آلود- انتقالی



Annular حلقوی

اشکال بالا الگوهای مختلف جریان قائم رو به بالا است که در حالت حرکت رو به پایین هم مشابه همین حالات است اما الگوی جریان انتقالی وجود نخواهد داشت. در این نوع جریان ها اگر الگوی حلقوی مشاهده خواهد شد.

### الگوهای جریان در خطوط لوله شیب دار

در عمده های جریان در فشاری رو به بالا عمدتاً تفاوت با حلقوی می باشد زیرا افت ناشی از نیروی جاذبه در جریان های رو به بالا موجب افت بیشتر مقدار مایع تجمع یافته شده و ناپایداری حاصل از تشکیل امواج روی سطح مایع، پدید آید. در این حلقوی و تفاوت را در بیان خواهد داشت.

در جریان های رو به پایین تا زمانی که  $70\%$  به ازای نرخ هلاکتی معنی از نادر مایع در رژیم لایه ای وجود خواهد داشت اما در زاویه  $90^\circ$  کاملاً ناپدید می شود.

\* علت ناپایداری جریان لایه ای در خطوط لوله رو به پایین (شیب منفی) کاهش مقدار مایع



مجموع باقیمانده به علت بیرونی گزشتگی بیشتر روی این فاز حمل الکتریکی به طور مشابه در جریان روزه بالا انرژی های شناورگی کسر گاز را کاهش و در جریان روزه پایین اقتداش دهند.

- در جریان دفعاتی روزه پایین چنانچه نرخ جریان گاز افزایش زیادی دارد، انتقال به رژیم جریان حلقوی صورت گرفته و این حسد مستقل از زاویه شیب خواهد بود می باشد.

- انرژی جریان لایه ای صاف به جز زاویه های کمتر از  $0.25^\circ$  هرگز مشاهده شده و برای  $0.001 > \alpha$  جریان لایه ای در زاویه بیشتر از  $20^\circ$  هرگز وجود نخواهد داشت.

- انرژی جریان لایه ای صاف در حالت روزه پایین در شیب بیشتر از  $5^\circ$  هرگز تشکیل نمی شود.  
- با اقتداش شیب نزدیک به حالت عمودی در جریان روزه بالا ناپدید می شود و در نتیجه جریان کتم می آید و ناپدید می شود.

**خطوط لوله افقی**

سرعت ظاهری حباب [HIS]

سرعت ظاهری گاز [HIS]

نوع جریان

5-10

1-10

افزایش سرعت گاز

Bubble - حبابی

—

—

Plug - بوی بافالی

< 0.5

2-10

Stratified - لایه ای

< 1

15

Wavy - موجی

—

—

Slug - گتای

—

> 20

Annular - حلزونی

↓

> 20

(Froth) Mist - قطره ای

**خطوط لوله قائم**

سرعت ظاهری حباب [HIS]

سرعت ظاهری گاز [HIS]

نوع جریان

< 2

افزایش سرعت گاز

Bubble - حبابی

—

2-30

Slug - گتای

—

Churn - کف آلود انتقالی

—

> 30

Annular - حلزونی

< 2

> 70

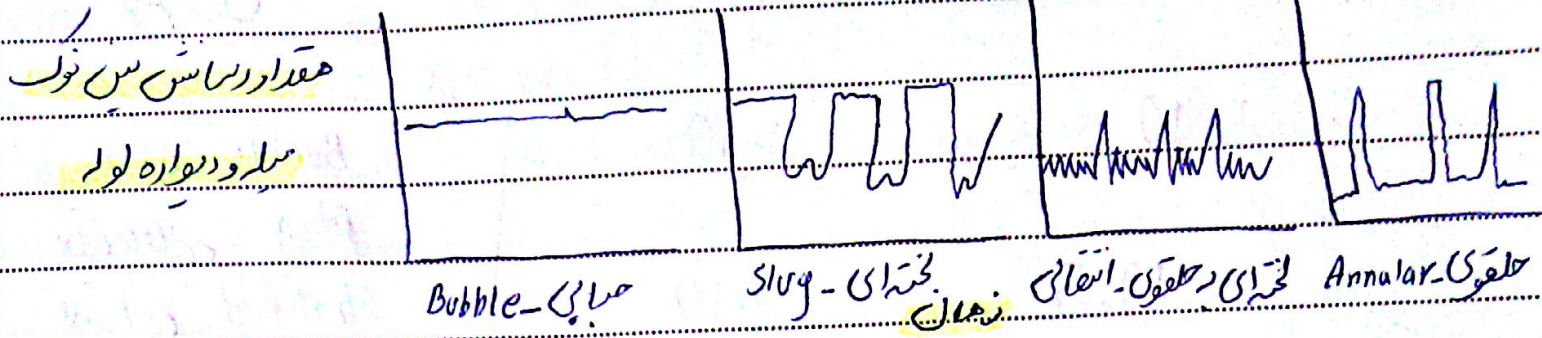
Mist - قطره ای

**مهندس جعفر خلیقی ششده**

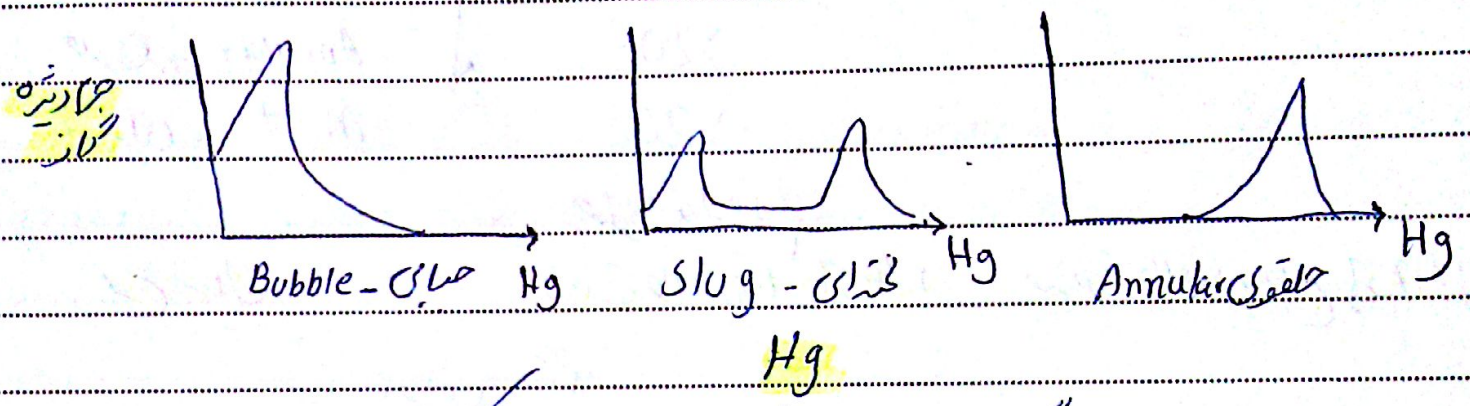
۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴

Eng.jafarkhalighi@gmail.com

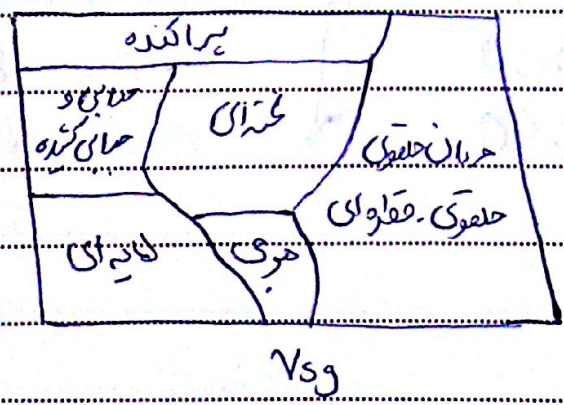
Bargles Method:



Jones - Zuber - Method:



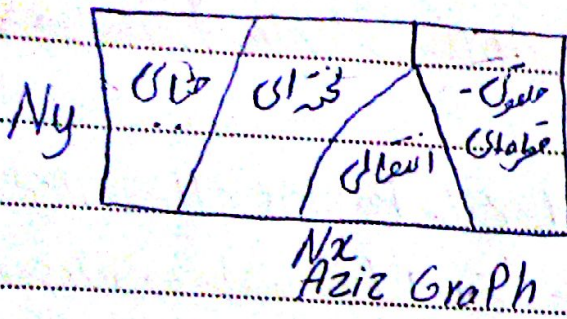
در حالت حبابی جرم بیشتر گاز احتمالی در یک Hg پایین‌تر است و در حالت حلقوی در یک Hg بالا است. در حالت لخته‌ای دو مقدار حد اکثر وجود دارد. پایش سی‌انواع جریان در خطوط لوله آفقی:



در نرخ‌های پایین جریان‌ها به آب با افتراش در نرخ جریان‌های گاز (هوا) داریم:

- 1- جریان لایه‌ای با فصل مشترک صاف
  - 2- جریان لایه‌ای با فصل مشترک موجی
  - 3- جریان موجی
  - 4- جریان حلقوی ممتد
- در نرخ‌های زیاد فازها به آب با افتراش در نرخ گاز (هوا) به ترتیب داریم:

- 1- حبابی پراکنده
- 2- حبابی لخته
- 3- لخته‌ای



بیشترین جریان در خطوط لوله قائم:  $N_{re} \propto V_{sg}$

با افزایش  $V_{sg}$  به ترتیب داریم:

bubble  $\leftarrow$  Slug  $\leftarrow$  Churn  $\leftarrow$  Annular  $\leftarrow$  Mist

بیشترین انرژی جریان دو فاز در خطوط لوله افقی:

انرژی جریان تابع شیب خط لوله است.

سین انرژی جریان توسط روش Taitel - Dukler

- این روش نمی‌تواند برای خطوط لوله افقی

- حداقل ترین رژیم جریان دو فاز درون خطوط لوله افقی، رژیم جریان لایه‌ای باشد.

حرفه کرد: جریان میان درون خط لوله تک بعدی و دایره‌دار بوده، حفرین لوله می‌تواند به این معنی عمل

نمی‌تواند باشد

تشنه برشی مایع:  $T_{L1} = f_L \left( \frac{\rho_L V_L^2}{2} \right)$

عدد نلسون  $f_L = C_L \left( \frac{D_L V_L}{\nu_L} \right)^{-n}$

تشنه برشی گاز:  $T_{Lg} = f_g \left( \frac{\rho_g V_g^2}{2} \right)$

$f_g = C_g \left( \frac{D_g V_g}{\nu_g} \right)^{-m}$

تشنه برشی مشترک:  $T_i = f_i \rho_g \left( \frac{V_g - V_i}{2} \right)^2$

(ویسلوزیتتینگی  $\mu$ )

مساحت سطح مقطع مایع  $D_L = \frac{4A_L}{S_L} \rightarrow$   
 محیط دایره‌ای انتقال شده توسط مایع  $\rightarrow$

قطر هیدرولیکی گاز  $D_g = \frac{4A_g}{S_g + S_i} \rightarrow$   
 طول سطح مشترک دو فاز  $\rightarrow$

\* مقادیر ارتفاع لایه‌ها برابر با مقادیر لایه‌ها در حالت کانال بسته است

\* برای از فرم‌های Poiseuille برای براده‌سازی  $\tau_i = \tau_w$  و  $\tau_i = \tau_w$  (تشریح فصل ۳ کتاب استرینگر) در کانال دایره‌ای، روابط برابر باشد. این شرط ضرایب آن  $\tau_i = \tau_w$  و  $\tau_i = \tau_w$  و  $\tau_i = \tau_w$  در جریان همجوشی است.

جریان درهم  $\left\{ \begin{array}{l} C_g = C_L = 0.046 \\ n = m = 0.2 \end{array} \right.$

جریان آرام  $\left\{ \begin{array}{l} C_g = C_L = 1.6 \\ n = m = 1 \end{array} \right.$

با صرف نظر از تغییرات ارتفاع جانبی  $\frac{dp}{dm}$  هر دو فاز یکسان است

اگر  $\left(\frac{dp}{dm}\right)_{sg}$  افت فشار یک فاز وقتی به تنهایی درون حلاله جریان می‌یابد و افت فشار نامرک ناک دارد.

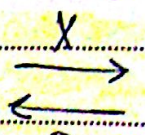
$X^2 = \frac{|\left(\frac{dp}{dm}\right)_{sg}|}{|\left(\frac{dp}{dm}\right)_{sg}|} = \sqrt{\frac{\rho_L \rho_G v_{sl}^2}{\rho_g \tau_w^2}}$   $X$  پارامتر معروف Lockhart-Martinelli

$\gamma = \frac{-(\rho_L - \rho_G) g \sin \alpha}{|\left(\frac{dp}{dm}\right)_{sg}|}$

لاستیک (هندکس) نیروهای کششی عمل می‌کنند روی فازهای در جریان به علت چسبندگی و افت فشار. معروف به پارامتر  $\gamma$  بوده و در خطوط لوله افقی معبر است.

ارتفاع بدون لغزش  $h_{L2} = h_{L1}/D$

ضریب تصعیر نفتی  $\Phi_L(X)$  و ضریب گاز  $\Phi_G(X)$  مستقیماً تابع  $X$  یا  $\gamma$  است.



$\Phi_L(X)$   $\Phi_G(M)$   $R_{ahatard}$   $X$  تابع نوع جریان است و هر چه جریان محال‌تر باشد افت استرینگر می‌یابد.

طرامی خطوط لوله جریان دو فاز در حالت پایدار در روشن دارد :

- 1- انتقال از مدارلات مناسب جریان تک فاز در چهار جهت ضریب انجمن (در دایره جهت شماره 1 در مدار دو فاز)
- 2- انتقال از مدارلات و روابط تجربی پایدار جریان های دو فاز

روابط تجربی در سه دسته تقسیم می شوند :

- (الف) تقریب و تغییرات درم در تقارن شده به تجمعات رطوبتی ها همیشه در اصطلاح لازم
- (ب) تقریب موجود ولی تغییر درم در تقارن شده به در مدار حلالا نه برای ضریب اصطلاح و مدار جامع جمع یافته لازم است
- (ج) تقریب و تغییر درم موجود به هر دو طرف در تقارن شده به مداراتی برای شیب نسبی درم جریان ، مدار جامع جمع یافته و ضریب اصطلاح لازم است (دقیق ترین روش)

در طرامی تک خط لوله صورت جریان زیر براینتر تقویر لوله در آورنده از :

- 1) حواص (تولوزلی)
- 2) شراط محمدان
- 3) شراط اولیور
- 4) نیاز مصروف شده

وجود آب و مایعات ناری در خطوط لوله بصورت جریان های خردفازی در مدارات زیر را ایجاد می کند :

- \* تشکیل هیدرات گازی و در نتیجه کاهش راندمان و اعین حواله
- \* خوردگی و فرسایش لوله و در نتیجه بروز یاریه تشر در خطوط
- \* تجمع مایعات در خطوط و کاهش راندمان

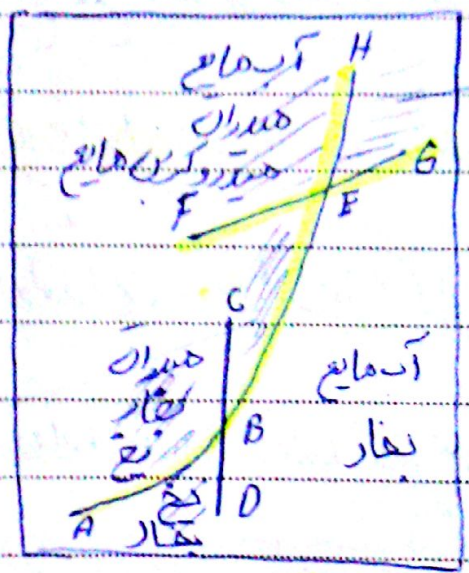
هیدرات

هیدرات گاز طبیعی ترکیبی بی رنگ گونه از آب و گاز طبیعی می باشد - موجب افزایش افت فشار جریان ، ایجاد رسوب و گاهاً انفجار خط لوله انتقال جریان می گردد -

رای شکل هیدرات شش‌الزیر الارضی است: (طبق تقسیمات Parrish-Prusnitz)

- الف) وجود آن بدون بارهای خارج تابع
- ب) وجود مولکول‌های کوچک گازی (نظیر متان - اتان - بی‌آنترن - بوتان - پنتان)
- ج) فشار بالا و دمای پایین حرارتی گاز

\* ارتفاع افرای گاز طبیعی فقط متان - پروپان و بوتان می‌تواند رخاوت آب شکل هیدرات دهند.  
 شکل هیدرات یوگال زغال سیدر شکل و هیدرات آن با سایر گازها و مولکول‌های باریک به هیچ وجه شکل هیدرات نمی‌دهند.



آب‌های هیدرات‌های  
 نقطه ای‌ها در آن  
 نقطه ای‌ها در آن و بالاترین دمای شکل هیدرات  
 FEG منحنی نقاط شش‌الزیر الارضی  
 منحنی شکل هیدرات از نقطه B (اوس نقطه ایغ زدن آب) و نقطه ای‌ها در آن (E) قرار دارد.

\* نقطه ای‌ها در آن (E) یا همان بالاترین دمای شکل هیدرات از تقاطع منحنی شکل هیدرات و B.E و منحنی نقاط شش‌الزیر الارضی FEG بدست می‌آید.

روش‌های جلوگیری از تشکیل هیدرات بدون حواله:  
 الف) نگه‌داری فشار خط لوله زیر فشار تشکیل هیدرات به دلیل بالا بردن فشار لوله لایه‌برداری می‌شود.

ب) بالاتر نگه داشتن دهانه بردها شکل هندسی آن به لحاظ اقتصادی مناسب نیست

ج) جلوگیری از ایجاد فاضلاب با کاهش نفوذ نسیم گاز توسط عم زدایی گاز ورودی به لوله  
گامی عملی و اقتصادی است مثلا در خطوط لوله دریایی

د) تردد مولا همانند سده شکل هندسی آنی نظیر عکسها، الیها، لایکولها و سایر  
الکترونیست های دریایی ورودی گاز طبیعی در خطوط لوله - این روش بهترین و اقتصادی  
ترین روش است

۳ روش عمیق شده ها همان ریزش های عمیق شده یا حفره های آب برای  
اصطلاح حفره های گازی باشد - جمع حفره های آب اطراف حفره های عمیق شده  
گاز به کاهش جاذبه گاز میماند در فاضلاب های عمیق شده این امر به کاهش  
دهای لازم برای شکل هندسی آن می شود

الف) تاثیر متداول عمیق شده ها بر: (در مقایسه با عکسها و الیها)

۱- تخلیه عمیق تر شدن در لوله بالا بودن دهای دریایی افزایش یافته و پس از رسیدن به نقاط  
سرد لوله در آنجا منجمد می شود

۲- شکل هندسی الیها در لوله ها قرار گرفته و در نقاط بالا در عمیق شده در این  
و پس به همراه عمیق گاز به نقاط سرد حفره های متعلق می شوند به عبارت دیگر شکل  
تردد در لوله در عمیق شده ها با آنکه احتمال شکل هندسی عمیق شده گاز  
در آن نقاط کمتر باشد در حالی که الیها در نقاط سرد شده و لذا تخلیه  
کم آنها در نقاط سرد حفره های عمیق شده است



### تجمع هائیان در خطوط لوله جریان

از گلوله های پلاستیکی (تولها) برای رانش و کنترل مقدار هائیان تجمع یافته در شبکه آبرانش بازده خطوط انتقال به میزان 30 الی 70 درصد استفاده می شود.

تولها تقریباً هم قطر لوله بوده و در هوار در زیر کاربرد دارند.

- \* زرد بودن هائیات تجمع یافته هنگام عملیات یا انجام آزمونهای هیدرواستاتیکی لوله
- \* ناک کردن آبوبات مختلف درون خط لوله اعلم از هائیات که تسخیر شده در نواره لوله
- \* آغشته کردن هائیات داخلی لوله به پوشش های محافظه منظور جلوگیری از خوردگی و فرسایش لوله

- استفاده از آغشته خطوط موجود در خطی متداول اما بدلیل امکان گریز آن آغشته در خطوط دریایی توصیه نمی گردد.

- در خطوط دریایی به جای تول از افرایش سرعت باز با حرارت هائیات 100 ششادی شود.  
- باید هزینه تا سادات لحه گستره عملیات توکلرانی و سود آفرایش میزان بازدهی با هم مقایسه شود که Baker می گوید توکلرانی مناسب است برای سرعت خلاهری فاز گاز با این  
12 #/s و مقدار هائیات تجمع یافته درون لوله 10-100 bbl/mmscf

### خوردگی و ساییدگی خطوط لوله

خوردگی یک فرآیند الکتروکیمیایی است - ساییدگی در سرعت زیاد برای دلیل و خوردگی خواهد با حساب های گاز هعلق در خط رخ می دهد - اگر خوردگی شدید شود به آن اصطلاح خوردگی ساییدگی اطلاق می شود که برای جلوگیری از آن باید سرعت گاز بولام کمتر از حد مجاز باشد یا برابر سرعت مجاز باشد.

همچنین در همین روش کنترل خوردگی و خوردگی را بایدگی علاوه بر انتخاب بهترین ماده مناسب برای تدریج حلاله عبارتند از:

1- حفاظت کاتدی: با اعمال جریان خارجی از لکه و با اتصال آن در زمین (ولتاژ به یازده حواله نظیر ولتاژ لوله نقش کاتد را بازی کند از لوله محافظت می شود.

2- ترافیک مواد لند کنترل خوردگی: کند شده (ترکیبی از علول های آبی) مواد شیمیایی هستند و به دو صورت از لوله محافظت می کنند:

الف) لند شده هایی که دارای خاصیت ضد خوردگی می باشند  
ب) لند شده هایی که برای ایجاد لایه محافظ بر روی لوله عمل از اثر آن عیو استفاده می کنند

3- پوشش های مناسب: ایجاد مانع بین جسم و محیط خورد کننده می شود و به دو صورت پوشش داخلی و خارجی

پوشش خارجی: نظیر قیر و پلی وینیل کلراید علاوه بر محافظ خوردگی بر روی خارجی برای جلوگیری از خوردگی تسخ حواله استفاده می شود.

پوشش داخلی: نظیر پلی اورتان، درین فنولیک، اپوکسی فنولیک علاوه بر جلوگیری از خوردگی داخلی به منظور کاهش رزیک و اکت فشار جریان استفاده می شود.

4- طراحی مکانیکی مناسب حواله:

- اعتبار از جوی های به جای اتصال بهی - حذف زوایای تند

- محافظت از خوردن و خوردگی در لکه - اهنقا من حفاظت اضافی برای خوردگی

- اعتبار از سرعت های زیاد حرکت سیال - تعبیه احتیاطات مناسبی

- روش لایه - مارتنلی برای تعیین ضرایب نفوذی اندامین می شود هرگز به تمامی دین لوله جریان دارد و افت فشار آن می شود در آخر داریم :

$$\left[ \frac{dP}{dL} \right]_{\text{Two-Phase}} = \phi_g^2 \left[ \frac{dP}{dL} \right]_{sg} = \phi_L^2 \left[ \frac{dP}{dL} \right]_{sl}$$

$$\left. \frac{dP}{dL} \right|_{sg} = \frac{f_f \rho_g V_{sg}^2}{2 g_c D}$$

$$\left. \frac{dP}{dL} \right|_{sl} = \frac{f_f \rho_L V_{sl}^2}{2 g_c D}$$

نسبت لایه - مارتنلی :  $X = \sqrt{\frac{\text{افت فشار حاصل از فاز مایع}}{\text{افت فشار حاصل از فاز گاز}}} = \sqrt{\frac{f_L \rho_L V_L^2}{f_g \rho_g V_{sg}^2}}$

$$\phi_L^2 = \frac{\text{افت فشار حاصل از جریان دو فاز}}{\text{افت فشار حاصل از جریان مایع}}$$

$$\phi_g^2 = \frac{\text{افت فشار حاصل از جریان دو فاز}}{\text{افت فشار حاصل از جریان گاز}}$$

# مصلح ششم: جریان‌های دوقلوی پایدار در خفا لولای افقی

در جریان افقی انت شار حاصل از تغییر ارتفاع مفرز - ابعث فشار ناشی از ستاب باجهیز و مقدار مایع مجمع یافته نند به لولای پیدار یا قائم از ابعث کندی بر خود را اید.

## روشن Lockhart - Martinelli

فرض‌ها:

الف) مفرز نظیر از لولای جریان افقی شار استاتیکی برای فازهای و گاز و مایع با شدت بازمانده یک اختلاف فشار استاتیکی شعاعی هموس در خفا لولای وجود نداشته باشد.

ب) حجم اشغال شده توسط مایع + حجم اشغال شده توسط گاز = حجم کل خفا لولای

ج) این فرض‌ها منی لولای جریان در سه ابر خفا لولای تغییر می کند و بنابراین جریان لحظه ای از حلا اشغال ظرف می شود.  
(برای استفاده از نمودار  $Re < 1000$ : جریان آرام)  
 $Mrod y$  برای مایه  $g$   $g$  فرض شده

## روشن DUKLER II

بر اساس آنالیز شده بوده و روابط مایه مقدار مایع مجمع یافته و مفرز اصطلاحات با استفاده از داده‌های میدانی گسترش و توسعه یافته اند.

فرض‌ها:

الف) جریان دوقلوی بدون لغزش فرض شده  
ب) مدت مدتی هر فاز به سه عد مساکنین ثابت فرض شده اند

## روشن Eaton

با استفاده از داده‌های تجربی حاصل از ستم گاز طبیعی - آب، گاز وقت خاک و کلوپ گاز وقت خاک تقطیر شده درون لوله‌های افقی به قطر 2 و 4 اینچ و به طول تقریبی 1700 فوت توسعه یافته اند.

## روشن Yocum

مفرز اصطلاحات توسط عدد بدون بعد  $(N_{gr})$  مایه شده و از اثرات تلفات انرژی ضعیف هم در این روش صرف نظر شده اند.

$NE_T > 4$  : عدد مفرد ناشی بوی صریح اصطلاح داشته وی توان  $\frac{1}{2}$  را از نمودار Moody خواند.

Yocum Method

$NE_T = 2-4$  : نامه انتقالی (الذرا) ظاهر شده و صریح اصطلاح به کمک آن مقدار ضمیمه میل عمود و جریان نامیدار خواهد بود.

$NE_T < 2$  : عدد مفرد کمتر شده نامه مذکور است. سرعت مایع جریان ضعیف به تشکیل کتله های بزرگ مایع می شود.

روش Ollmans

مضن کرد لغزش بین فازها ضعیف به تجمع مایع شده بر سطح و در نتیجه کاهش سطح با قطر موثر موجود برای عبور گازها مایع می شود و کسر سطح جریان پر شده با مایع مایع (BL) برابر است با:

$\beta_1 = 1 - (H_g + \lambda_L) = (H_L - \lambda_L)$

بنابراین با تغییر  $H_L$  در طول مسیر قطر موثر کولر تغییر می کند.

روش Soliman

رابطه ای برای محاسبه افت فشار جریان دو فاز به ازای هر واحد کولر اعترض ارائه کرد.

روش Behnia-Ilic

بدون در نظر گرفتن موقعیت قرارگیری کولر، مقدار مایع تجمع یافته و نحوه انتقال مایع است.

مقایسه روش های موجود

$e = H_{\text{تجزیه}} - H_{\text{ممانته}}$   
(واقعی) (تئوری شده)

مقدار مایع تجمع یافته Hagendarm

حکایت و رابطه بین Haghmark و رابطه ای Haghmark است که در مواردی متفاوت است.

lockhart-martinelli

ARMAN

قابل قبول است

$H_1 < 0.2$  رابطی Eaton و همکاران بهترین نتیجه را می دهد، رابط Eaton اساساً از سایر روابط هندسی است و نتایج روشی است که در محدوده  $H_1 < 0.35$  و  $0.1 < \text{نسابع}$

قابل قبولی دارد - مقدار ضایع تجمع یافته را کمتر نشان می دهد

$H_1 < 0.1$  تمامی روابط نسابع غیر قابل قبول دارند و روشی بر روی نقشه Dukler نسابع

نشان می دهند دارند.

- روش Dukler مقدار ضایع تجمع یافته را بیشتر نشان می دهد. (برعکس Eaton)

$H_2 > 0.35$  اکثر روابط نسابع قابل قبولی دارند

بر اندکتری رده ها برای جریان هری بالا بوده و  $H_2$  برای جریان حلقوی قطره ای

صحتی با بهترین روش هاینر مطمئن است.

$1/2$  - برای جریان حبابی بر اندک روش Hughmark اساساً از سایر روش ها بهترین روش و روش Hughmark برای دوره های طولانی خوب است.

$15$  از استفاده از Beggs-Birrell به علت محدودیت تعداد رده ها حل می دارند

افت فشار -  $\Delta P$  - پس از شده  $e = \Delta P$  فقط

$20$  Lockhart-Martinelli در میان سایر روابط ترکی قابل اعتمادترین روش است در بین روابط (Yagi - Chenoweth - Martin - Bankoff - Baker)

اساساً Dukler و همکاران بهترین نتایج را نسبت به سایر روابط می دهد

$25$  - روش ترکیبی فوقی تلفیق بهترین روش های افت فشار ( $\Delta P$ ) با بهترین روش های ضایع تجمع یافته ( $H_1$ ) بهترین نتایج را دارد اما منفرجه شکل ناپویستگی

منزله های رژیم جریان موجود در خطوط لوله دو فاز می شود

# مصلح هفتم - برپایه دو معادله باید در خطوط لوله سبک

کف افقی یعنی طول خط لوله در مقایسه با تغییرات ارتفاع آن خیلی زیاد است.

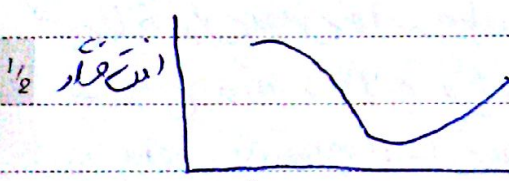
میان جمع شده بر آغازی برای کاهش سطح مقطع لازم است

حرکت مایع  $\left\{ \begin{array}{l} لغزش - باعث می شود مایع به عقب برنگردد \\ گازها - مایع را به جلو برود \end{array} \right.$

اثرات انرژی ایمپن لازم برای حرکت پس ماند مایع  $\left\{ \begin{array}{l} افتراش خوردگی بر مایع و ایستادن در خط لوله \\ افتراش اندک مقدار در خط لوله \end{array} \right.$

\* اگر قطر خط لوله نسبت به طرفین طراحی شده به نادردها در مایع جمع یافته و این مقدار افتراش خواهد داشت به همین صورت اگر نرخ جریان افتراش برآید مقدار دیگر مایع جمع یافته و <sup>10</sup> افت فشار هر دو کاهش می یابد.

معمولاً HL در میان رو به پایین خیلی کم می باشد و قابل صرف نظر کردن است.



15 نادردهای جریان

روشن Flanigan: رابطه معکوس را به HL در قسمت بالای لوله می خوانند یعنی از  $V_{s0}$  است.

- مقدار مایع جمع یافته به طور مستقیم بدین معنی آید زیرا HL به  $V_{s0}$  و  $V_{s0}$  به فشار ساکنین و فشار ساکنین به HL وابسته است - ارتباطی به رژیم جریان ندارد.

- در این روش شیب لوله اهمیت کمی دارد و ارتفاع عمودی هم است.

- از این فشار در قسمت های رو به پایین صرف نظر کرده است - برای  $V_{s0}$  از معادله  $eopankhandk(A)$  استفاده می کند.  
(صوری 37)  $E_n \propto \frac{1}{V_{sg}}$  ضریب مایع سه باره

روشن Beggs- Brill

\* با افتراش شیب خط لوله در جریان رو به بالا مقدار HL افتراش می یابد و باید در پارامتر حاصل از تکلیف امواج روی سطح مایع - ایجا جریان خلطی در دستاورد می کند.

\* در خطوط لوله با شیب رو به پایین به علت کاهش HL رژیم جریان لایه ای تا  $70^\circ$  وجود داشته و در  $90^\circ$  کاملاً ناپدید می شود.





۱۲ -  $NEr$  برای  $H\alpha$  و نوع تریوم جریان کمانی بوده و این مقدار

فرد مستقل در خصوصیات فیزیکی سالی باشد

بافتن تریوم روش  
Beggs-Brill

فیزیک تصنع  $H\alpha$  برای جریان افقی در تریوم و این به هم و تریوم گاز و منابع

و کش سطحی دو فاز دارد

$NEr - NRr - L - L$   
طرح تصنع و جریان

روش  $Beggs-Brill$  با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی جریان  $H\alpha$  را برای حالت افقی و مستقیم انتقال گاز با فشار بالا تریوم مقدار واقعی کمانی کند

۱۰ حول آن زمان است چون لوله بلاستیک بوده بنابراین دبی لوله می تواند به عنوان عاملی در جهت فشار اصطلاح بیان شود

۱۱ (انجام) یک سری آزمایشات شخص شد روش  $Beggs-Brill$  و  $Guzkov$  و همکاران  
کما برای  $0.35 < H\alpha$  نتایج قابل قبولی دارد

۱۵ - در خطوط انتقال گاز هوایی با  $0.1 < H\alpha$  رابطه  $Guzkov$  و همکاران و  $Beggs-Brill$  را  
 $H\alpha$  را تریوم کمانی کند در این حالت  $Dukler$  نسبت به تریوم کمانی است

۲۰ - رابطه  $Mukerjee-Brill$  معادله ایست که در منابع جمع لافه را برای سهم انتقال  
گاز هوایی با خطای حسی کوچکتر و اختلاف معادله کشوری در مقاله با تریوم روش  
پس پس می نماید (طبق نتایج  $Yazdankia$ )

$0.1 < H\alpha < 0.35$  روش  $Faton$  و همکاران مناسب تر است (در خطوط لوله افقی)

## فصل هشتم: جریان‌های دو فاز در خطوط انتقال

- افت شاردها ناشی از تغییرات ارتفاع، عبور از کانال لوله و محدودیت 80-95٪ افت فشار در این روش
- از افت شاردها ناشی از شتاب برآورد صرف تقریبی شود مگر در مواردی که نرخ حجمی جریان بسیار زیاد باشد.

- روش‌ها اکثر مشابه بوده و تفاوت تنها در رابطه بین اصطلاحات است.

### روش Poettmann-Carpenter

- برای خطوط با GOR بالا (نظیر خطوط انتقال گاز مایع)، افت‌های حجمی با گاز انبوهی بالا و چاه‌های تقشی با نرخ جریان حجمی زیاد مورد استفاده نیست.

### روش Hagedorn-Brown

- تقریب در نظر گرفته شده اما نوع رژیم جریان در نظر گرفته شده است

ضرایب  $\lambda$  و  $C_{N2}$  برای اصلاح گاز انبوهی منابع استفاده می‌شوند.

روش‌هایی که نوع رژیم و همچنین لغزش در نظر گرفته اند:

### روش Duns-Ros:

- ابتدا باید نوع رژیم جریان مشخص شود تا  $H_L$  و  $\Delta P$  محاسبه شود.

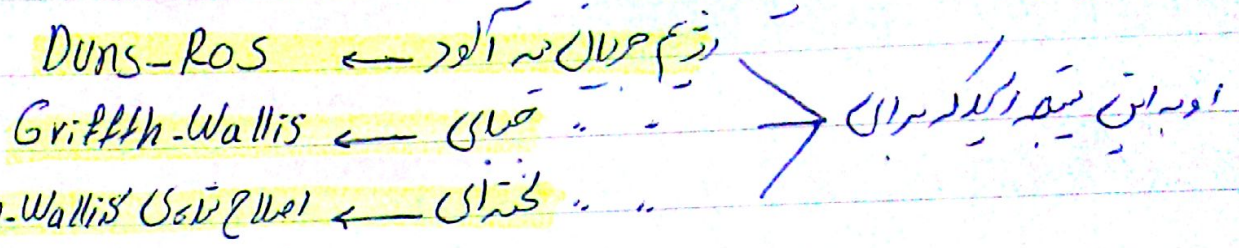
-  $Duns-Ros$  اظهار کرد حضور لایه‌ی نازک مایع بیرونی جوار لوله باعث افت شاردها در جوار لوله (ع) می‌شود و آن را به عدد وینگاز ( $N_{Weq}$ ) و عدد لون بعد گاز انبوهی مایع ( $N_{Weq}$ ) ارتباط داد.

کمترین مقدار  $\epsilon/D$  مربوط به لوله خشک است و برای رژیم گذر آب محتمل ای می تواند مقدار آن به 0.5 برسد.

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.0749 \sigma}{\rho V_{sg}^2 D} \quad \leftarrow N_{weq} \cdot N_{ul} \leq 0.005$$

روش Orkiszewski

- معمولاً از این روش برای کار افت فشار چاه های نفتی استفاده می شود، زیرا بر اساس اطلاعات واقعی بسیار دقیق تر نتایج را ارائه می دهد.



ابتدا با شروع رژیم مشخص شود پس  $\Delta P$  و  $H_L$

روش Chierici - Cicci ...

همان روش Orkiszewski است و تنها اصلاحیه ای برای جریان محتمل ای ای می باشد است.

روش Aziz - Govier - Fogaras

بر اساس مکانیسم های انتقال رژیم های جریان می باشد و برای کاسه افت فشار از روش میانبری Duns-Ros استفاده می کنند.

جریان های دو فاز قائم دو پداس :

در صورت نفوذ بیان این نوع جریان مربوط به موارد زیر است

1- تزریق گاز آب به چاه های نفتی

2- چاه های نفتی که درون آنها گاز ترش شده بطوریکه با افزایش فشار

تبدیل به مایع می شود.

3- جریان دعوای درون لواهای در مدت طولانی استراحت در برای به نف دریا مقصود می شود

- در جریان قائم رویه ناسن فشار عدد و استراحتی در استراحتی جریان لغزش می باشد اما افق فشار ناسن را اصطلاحات باعث کاهش فشار در وقت جریان می شود.

- HL در جریان رویه ناسن سراز کهدار جریان رویه بالا ایند ساسن هیدرولیک از روابط رویه بالا برای آن کاربرد ندارد و تقاروش قابل استفاده Beggs-Brill ایند دریا HL در آن رابطه به ایند.

مقایسه روش های موجود برای تعیین ضرایب فشار

تقاروش ضریب مقایسه تغییرات فشار محاسبه شده و واقعی ایند

$$e = 100 \left( \frac{\Delta P_{\text{تعیین شده}} - \Delta P_{\text{واقعی}}}{\Delta P_{\text{واقعی}}} \right)$$

تمامی روش ها به جز روش Aziz (روش Chierici) همگی به همین روش اشاره ایلازه مقایسه افت فشار می شود.

تمامی روش ها Hazdon-Brown تراغ قابل قبولی بودند (هد)

\* یکی از عواملی که وقت روش ها را تحت تأثیر قرار می دهد روابط جویس سوال و داده های خاصه جریان می باشد.

$$APD = \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{n}$$

تعداد کل داده ها / مربوط به افت فشار در جریان

Subject :

Year .

Month .

Date .

انحراف استاندارد :  $SD = \left( \sum_{i=1}^n \frac{(e_i - APD)^2}{n-1} \right)^{0.5}$

مهندس جعفر خلّیقی ششده

۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴

Eng.jafarkhalighi@gmail.com



Edited with Infix PDF Editor  
- free for non-commercial use.

To remove this notice, visit:  
[www.iceni.com/unlock.htm](http://www.iceni.com/unlock.htm)

Subject :

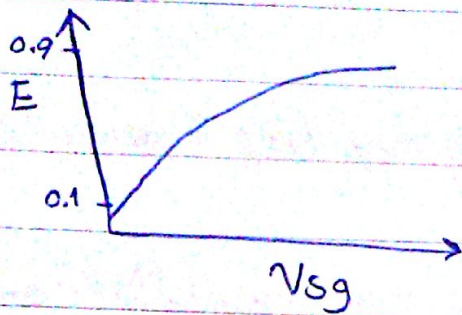
Year .

Month .

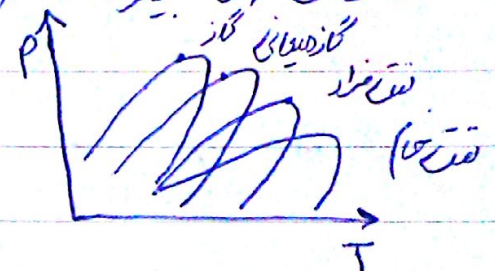
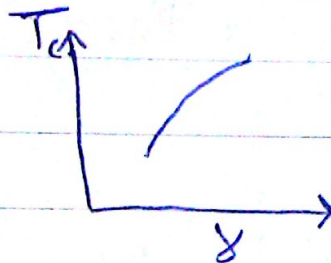
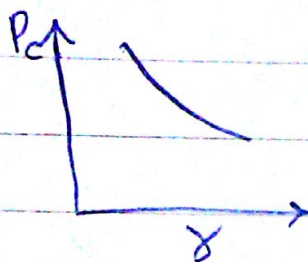
Date .

نات افهامی از راهیاد بردها

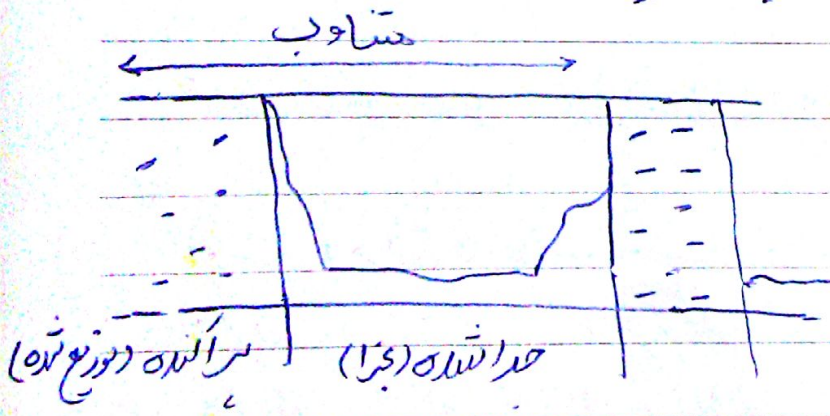
مغزنی تغییرات ضریب لازدهم خوالوله  
انتقال حرارت (E) بر حسب سرعت فاضلی  
انتقال لازم (Vsg)



حجم دره در دو کسین های نسلن بر شود نمودار فاضلی به سمت راست (Pc نصفه و  
مکت راست (Tc برتیر) منتقل می شود



Begg-Brill سه نوع الگوی جریان اصلی هیدرات زیر معرفی کردند: (به ترتیب افزایش ضایع)

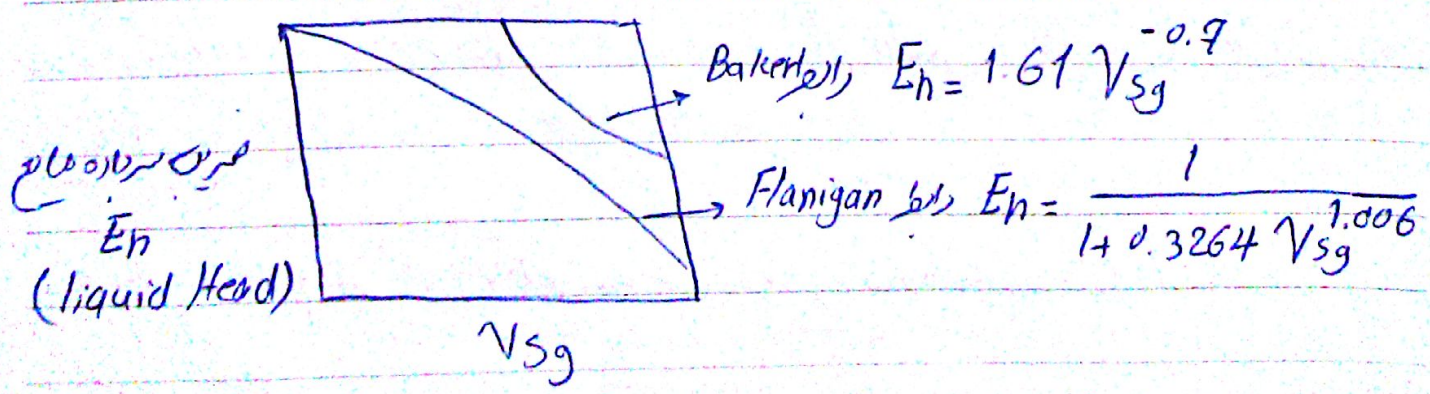


1- جریان گرا (Segregated)

1.5 - جریان انتقالی

2- جریان مستجاب (Intermittent)

3- جریان توزیع شده (Distributed)



ضریب سرانه ضایع  
En  
(liquid Head)

Baker رابطه  $E_n = 1.61 V_{sg}^{-0.9}$

Flanigan رابطه  $E_n = \frac{1}{1 + 0.3264 V_{sg}^{1.006}}$

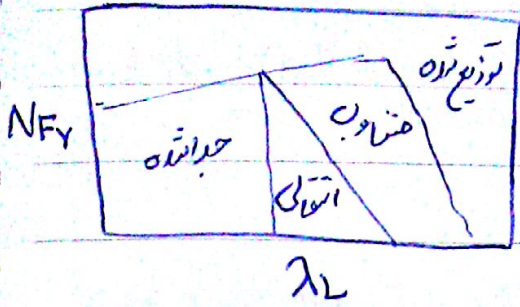
Subject :

Year .

Month .

Date .

- اساس معادلات فشار بر اساس معادله انرژی و اصول ترمودینامیک بدین معنی آید .



- در رابطه با معادله بریل-بگس Beggs-Brill با افتدایش تابع داریم :

جدا شده - انتقالی - متناوب - توزیع شده

$$N_{Fv} = \frac{V_m}{\sqrt{gD}}$$

عدد برولین بعد

9.8 (m/s)

قطر (m)

$V_{sl} + V_{sg} (m/s)$

$$H_L = \frac{a \lambda_L^b}{N_{Fv}^c}$$

- عدم وجود گاز در لقیق حتی اسباط سرعتهای زیاد و باعث افت فشار می شود در طول مسیر می شود .

عوامل کاهش دهنده سرعت سیال در طول لوله :

- 1) مبادله حرارت با محیط
- 2) تغییر فاز سیال از مایع به گاز
- 3) تغییر شتاب سیال در خط لوله

- وجود ناخالصی های نظیر CO2 و H2O در گاز طبیعی تراکم پذیری را افزایش داده و Bg زیاد می شود، در نتیجه چگالی کاهش می یابد .

- در جریان دهم تاثیر زبری تابع - تنش برشی - عدد رینولدز و زبری لوله است .

Subject :

Year .

Month .

Date .

- در لوله های قائم در حالت جریان روبرو بالا در عم حباب Bubble بهترین افت فشار را دارد

- در لوله های قائم در حالت جریان روبرو بالا خاصیت فنزیکلی کش سطحی نقش عمده دارد در خامه  
میزان افت فشار در وزن لوله

مهندس جعفر خلیقی ششده

۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴

Eng.jafarkhalighi@gmail.com



Edited with Infix PDF Editor  
- free for non-commercial use.

To remove this notice, visit:  
[www.iceni.com/unlock.htm](http://www.iceni.com/unlock.htm)



Subject :

Year .

Month .

Date .

$H_L < 0.1$ : چرخ‌های روشن‌ها غیر قابل قبول اما روشن‌های

Dukley - بدون لغزش از تقیه گذرند

حالت  $H_L$

$H_L < 0.2$

$0.1 < H_L < 0.35$

خطوط لولای عمیق

$H_L > 0.3$ : اثر روابط نتایج خوبی دارند مثلاً - Guzho v

Beggs-Brill

رابطه Hughmark برای محدوده‌های متوسطی خوب است و برای حباب‌ها نیز

Dukley بهترین نتیجه برای زهره → Hernandez-Brill نتیجه برتر است

حالت  $\Delta P$

Lockhart-Martinelli در بین چرخ‌روشن‌ترین → Dukley و همکاران هستند

قابل اعتمادتر است

Guzhov و همکاران فقط در  $H_L > 0.35$  نتایج قابل قبول دارند

$H_L < 0.1$  و خطوط گاز مویز روشن Dukley از تقیه گذر است و روشن Guzhov و همکاران و Beegs صلاحیت  $H_L$  را بیشتر جایگزین می‌کنند

خطوط لولای عمیق

روشن Flanigan برای لولای مویز مناسب و برای لولای شیاردار مناسب است

روشن Mukerjee برای لولای گاز مویز بهترین اختلاف را دارد (Yazdankia) (گفت)

تجارب روشن Hugdom-Brown نتایج قابل قبول در بین می‌دهد

تجارب روشن Azizi (Cherichi) صدا در مگدونی است و شارژ مویز می‌کند

خطوط قائم

Subject :

Year . Month . Date .

کامیابی جغالی وقت تا سبت تا رطل سده ی RS و جغالی و لا بصورت زیر است :

$$P_0 = \frac{350 X_0 + 00764 X_0 RS}{5.615 B_0}$$

مهندس جعفر خلیقی ششده

۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴

Eng.jafarkhalighi@gmail.com



Edited with Infix PDF Editor  
- free for non-commercial use.

To remove this notice, visit:  
[www.iceni.com/unlock.htm](http://www.iceni.com/unlock.htm)



داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد

تدریس خصوصی دروس کنکور کارشناسی ارشد سراسری و آزاد به صورت فشرده

حل تمامی سوالات کنکورهای ارشد سراسری و آزاد سال های اخیر

آموزش نکات تستی مفید در دروس تخصصی



Groupoilman@gmail.com



۰۹۱۰۴۹۶۱۳۹۴ - ۰۹۱۸۸۴۸۷۱۱۲



Edited with Infix PDF Editor  
- free for non-commercial use.

To remove this notice, visit:  
[www.iceni.com/unlock.htm](http://www.iceni.com/unlock.htm)