فرض می کنیم پس از زمان dt سطح سیال به اندازه dh پایین آمده و در نتیجه حجم ان به اندازه Adh کاهش پیدا خواهد کرد . این کاهش حجم برابر مقدار سیالی است که در زمان dt از دریچه با دبی Q خارج شده که مقدار آن برابر Qdt خواهد بود . بنابراین :

Adh=-Qdt

فرض کنیم درسچه از نوع لبه تیز باشد در نتیجه $Q = C_d A_0 \sqrt{2gh}$ است ف بنابراین :

$$Adh = -C_d A_0 \sqrt{2gh} dt$$

با توجه به ثابت بودن C_d می توان جهت تعیین مدت زمان لازم t جهت تخلیه کامل مخزن ، از این رابطه انتگرال گیری کرد.بنابراین :

$$t = -\frac{1}{C_d A_0 \sqrt{2gh}} \int_H^0 A \frac{dh}{\sqrt{h}}$$

با داشتن رابطه بین تغییرات سطح مقطع مخزن نسبت به ارتفاع h می توان از رابطه انتگرال گیری کرد .

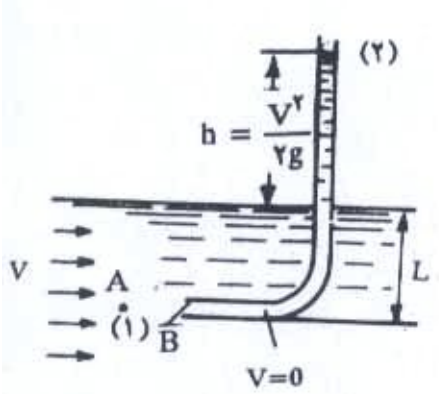
اگر شکل هندسی مخزن به صورت منشور و یا اساوتنه باشد یعنی مقدار A با تغییر h ثابت بماند رابطه به صورت زیر در می آید :

$$t = -\frac{1}{C_d A_0 \sqrt{2gh}} \int_H^0 A \frac{dh}{\sqrt{h}} = \frac{2A}{C_d A_0 \sqrt{2gh}} \sqrt{H} = \frac{2AH}{C_d A_0 \sqrt{2gh}}$$

به همین روش می توان مدت لازم جهت پر شدن منبع را که توسط دریچه ای که در زیر آن تعبیه شده بدست اورد .

4-9-4)لوله پیتوت

لوله پیتوت وسیله ای برای تعیین سرعت جریان است که در شکل (4-14) نشان داده شده است . باتوجه به اینکه فشار در نقطه 2 فشار اتمسفر است در صورتی که سرعت در نقطه A برابر برابر V باشد ، سرعت در نقطه B که در نزدیکی لوله پیتوت و فاصله کمی با نقطه A دارد ، برابر V_0 بوده که صفر فرض می شود . بین دو نقطه 1 و 2 معادله برنولی را می نویسیم.



Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

$$\frac{p}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}+Z_A=\frac{P_0}{\gamma}+\frac{V_0^2}{2g}+Z_B$$

با توجه به اینکه $Z_A=Z_B=0$ و $V_0=0$ است ، بنابراین :

$$\frac{P_0}{\gamma}=\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}$$

چون $P_0 > P$ است و با توجه به اینکه $\frac{P}{\gamma}=z$, $\frac{P_0}{\gamma}=h+Z$ است ، بنابراین :

$$\frac{V^2}{2g}=\frac{P_0-P}{\gamma}=h\Rightarrow A \text{ نقطه در سرعت } :V=\sqrt{2gh}$$

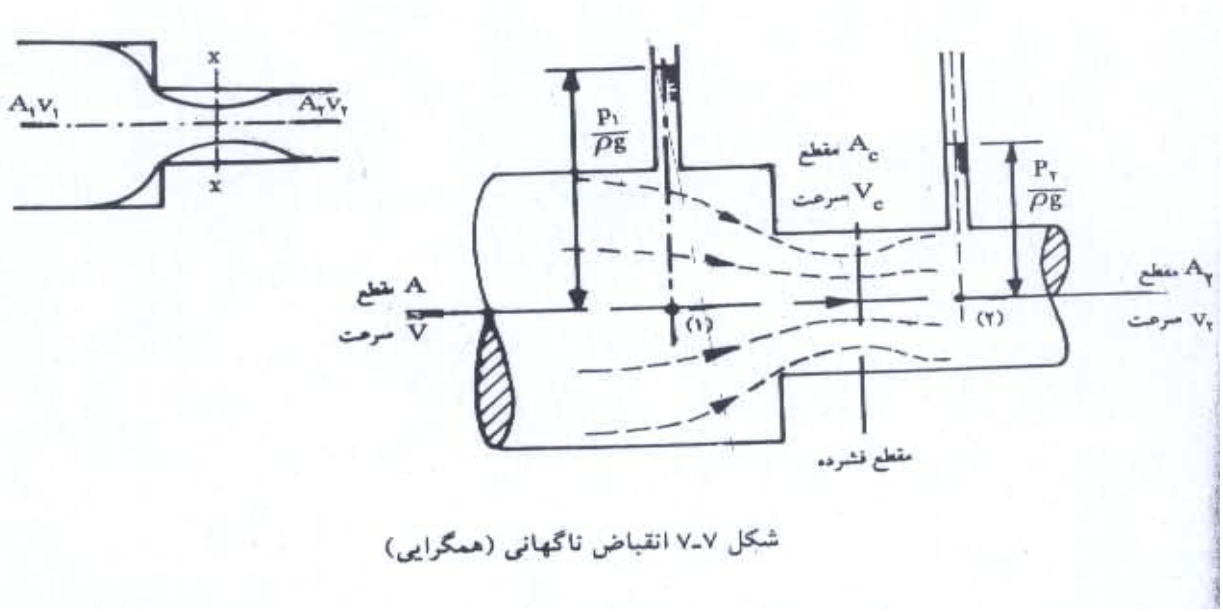
این معادله نشان می دهد که ارتفاع h برابر با ارتفاع نظیر سرعت سیال است .

فصل پنجم

جریان عبوری از لوله ها

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

بحث جریان عبوری از لوله ها را تحت دو عنوان بررسی می کنیم یکی جریان عبوری از لوله های با جدار صاف و دیگری جریان عبوری از لوله های با جدار زبر. در این مباحث فرض شود که جریان متلاطم در لوله ها یک لایه مرزی است که ضخامت آن به اندازه شعاع لوله رشد کرده است . بنابراین جریان در لوله های باجدار صاف زیر لایه مرزی تشکیل می دهد و رابطه بین تنش برشی و تغییرات سرعت از قانون لزجت نیوتن $\varepsilon = \mu \frac{du}{dy}$ تبعیت می کند . بین لایه مرزی متلاطم و جریان متلاطم در لوله ها شباهت بسیاری وجود دارد . اختلاف بین لایه مرزی متلاطم و جریان متلاطم این است که جریان در لولها



شکل ۷ـ۷ انقباض ناگهانی (همگرایی)

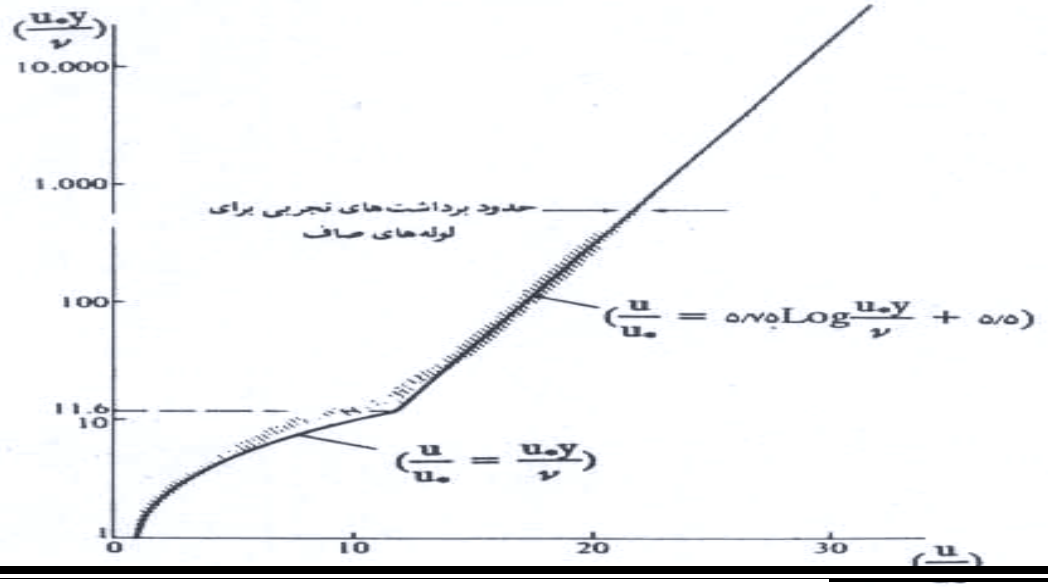
ها یکنواخت ولی در لایه مرزی متلاطم غیر یکنواخت است .

7-1)توزیع سرعت و نیروی مقاومت در لوله های باجدار صاف

با توجه به شباهت زیر لایه مرزی و ناحیه متاطم نزدیک جدار معادلات توزیع سرعت عبارتند از :

$$\frac{u}{u_*} = \frac{yu_*}{\nu}$$

$$\frac{u}{u_*} = 5.5 + 5.75 \log \frac{yu_*}{\nu}$$



Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

همچنین در این حالت نیز می توان به جز در نزدیکی جدار لوله قانون نمایی توزیع سرعت را به کار برد :

$$\frac{u}{u_{Max}} = (\frac{y}{r_0})^n$$

y: فاصله از جدار

n بین $\frac{1}{6}$ تا $\frac{1}{10}$ متغیر است ولی معمولاً برای جریانهای متلاطم $\frac{1}{7}$ در نظر می گیریم(قانون یک هفتم).

جدول 1-7-رابطه بین n و Re

e	10^3	$\times 10^4$	$\times 10^5$	$\times 10^6$	10^6
n	6	7	8	9	10

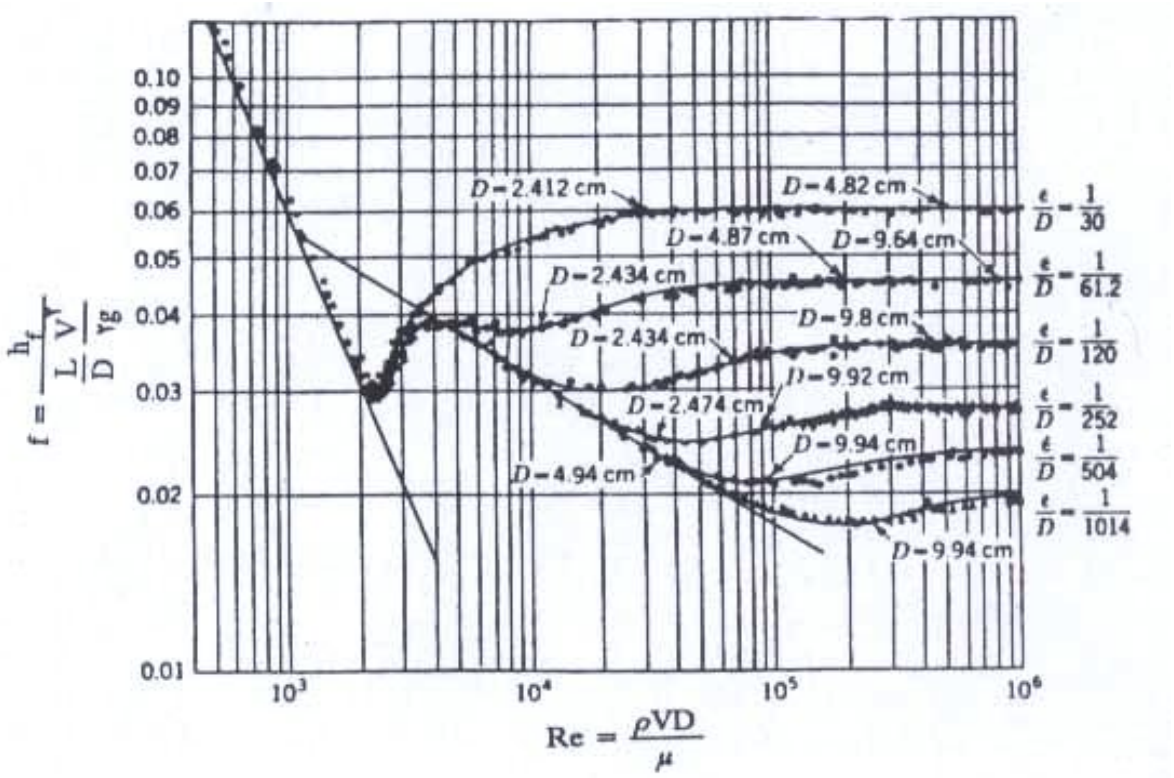
فرمول دارسی- وایسباخ در فصول قبل بررسی گردید:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V}{2g}$$

F:ضریب اصطکاک دارسی-وایسباخ که از طریق آزمایش تعیین می شود .

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

برای تعیین f نیکورادزه با استفاده از چسباندن دانه های شن با اندازه های مختلف و به فواصل مختلف روی دیواره لوله به طور مصنوعی زبری سطح لوله را ایجاد و نمودار f را بر حسب رینولدز جریان Re مانند شکل (2-7) ترسیم کرد.



شکل ۲ـ۷ نتایج آزمایشات نیکورادزه با لوله‌های زبر شده بوسیلهٔ دانه‌های شن

برای جریان آرام همانطوری که قبلاً اشاره $f = \frac{64}{Re}$ است .

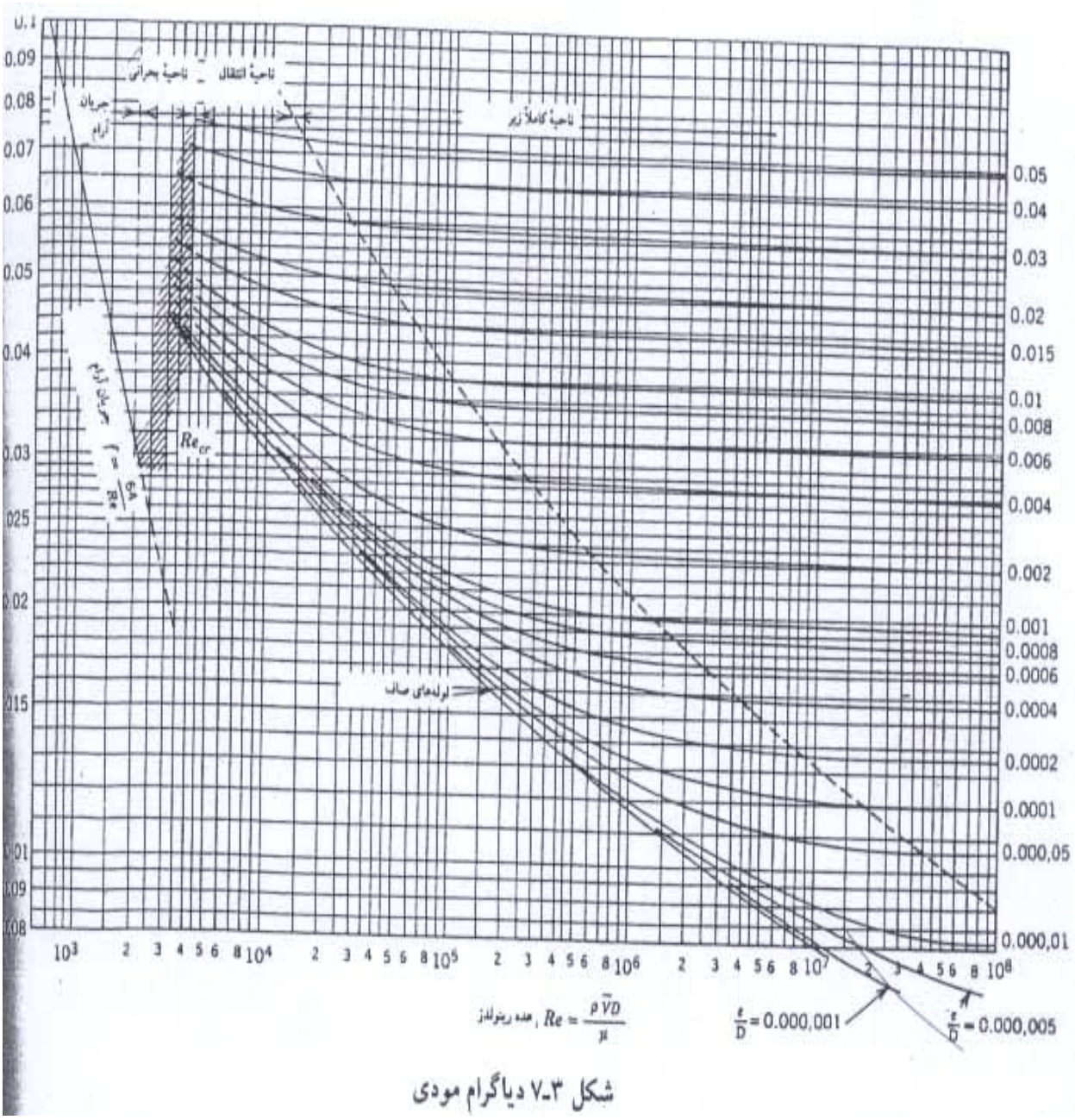
نمودار f بر حسب Re یک هذلولی قائم الزاویه است که در کاغذ لگاریتمی به خط راست تبدیل می شود . همانطور که در نمودار مشاهده می شود بعد از عدد رینولدز بحرانی کلیه منحنی های مربوط به زبری های مختلف بر منحنی لوله صاف منطبق می باشند و سپس از روی آن جدار می شوند به طوری که هر چه زبری بیشتر باشد این جدا شدن زودتر رخ می دهد.به ناحیه ای از هر منحنی که بر منحنی لوله صاف منطبق است ناحیه لوله صاف جریان گویند .

پس از عبور جریان از حالت آرام هر منحنی به خط مستقیمی به موازات محور افقی تبدیل می شود و در این حالت f مستقل از Re است . این ناحیه را ناحیه لوله زبر جریان گویند و ناحیه بین ناحیه لوله زبر و فاصله لوله صاف جریان را ناحیه انتقال گویند .

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

همانگونه که در شکل (3-7) مشخص است بجز منحنی لوله صاف بری هر منحنی دیگر از هر سه ناحیه می گذرد که موقعیت و وسعت هر ناحیه به زبری لوله بستگی دارد .

مودی (Moody) مطالعات وسیعی را بر روی لوله های تجارتی انجام و نمودار ضریب اصطکاک f را بر حسب زبری نسبی d/ε و عدد رینولدز Re برای استفاده عملی ارائه نمود .



شکل ۳-۷ دیاگرام مودی

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)