# فصل ۵

## محاسبه جریان یکنواخت

Uniform Flow Computation

- چند حالت در محاسبه جریان یکنواخت وجود دارد:

1. Q ,V ,S یا n مجهول باشد.
2. $y_0$ یا یکی از اجزای هندسی مقطع (مثل b , m , d) مجهول باشد.

یادآوری :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}} \quad , \quad Q \; , \; n > 0$$

عمق یکنواخت $(y_0)$ ، عمق فعال $(y_n)$

k فاکتور مقطع برای کانال مشخص

(ثابت بودن b , m ) فقط تابعی از y است.

$$k = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} \rightarrow nk = A R^{\frac{2}{3}} :$$

# محاسبه جریان یکنواخت

- مثال: برای مقطع ذوزنقه ای داریم:

$$A=(b+my)y\ ,P=b+2y\sqrt{1+m^2}$$

$$R=\frac{A}{P}\rightarrow AR^{\frac{2}{3}}=\frac{(b+m)^{\frac{5}{3}}y^{\frac{5}{3}}}{(b+2y\sqrt{1+m^2})}=f\ (b,m,y)$$

- برای کانال مشخص

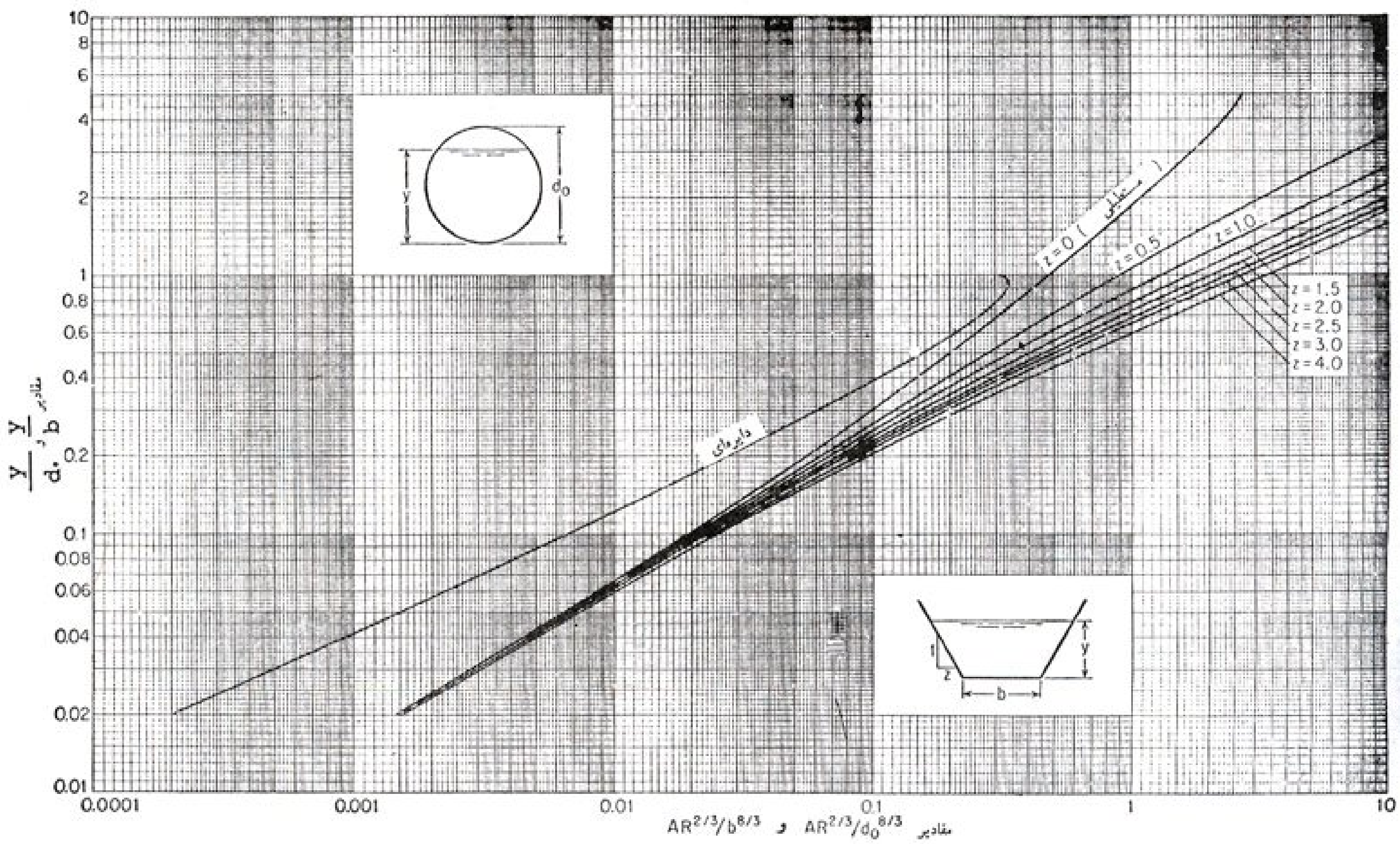
(ثابت بودن b , m ) فقط تابعی از y است : $AR^{\frac{2}{3}}=f(y)$

- اگر رابطه ی را به صورت بی بعد تبدیل کنیم :

$$\Phi=\frac{AR^{\frac{2}{3}}}{b^{\frac{8}{3}}}=\frac{nQ}{\sqrt{S_0}b^{\frac{8}{3}}}$$

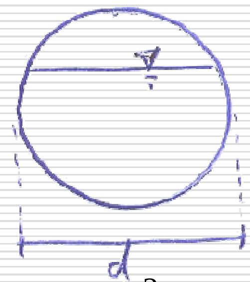
- شکل نشان می دهد که برای $m\geq 0$ تنها یک مقدار $\frac{y}{b}$ برای هر مقدار $\Phi$ وجود دارد. بنابراین برای هر مقدار Q فقط یک عمق یکنواخت اتفاق می افتد. به اینگونه کانال ها « کانال نوع ۱» می گوییم.

# نمودار کانال نوع ۱

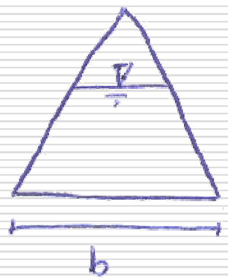


## فصل 5 — محاسبه جریان یکنواخت

- کانال نوع ۲
(closing width top)

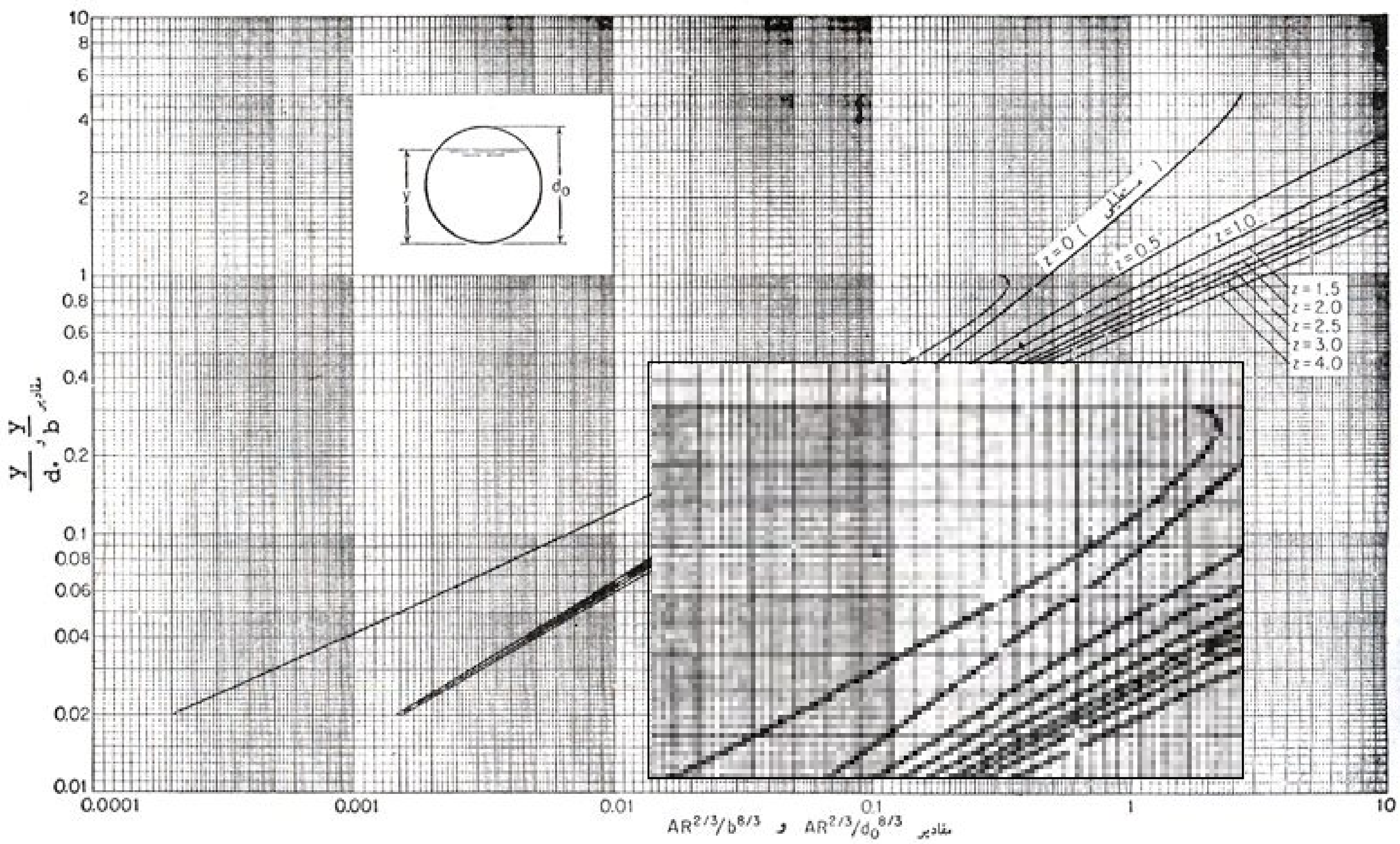



$$\Phi = \frac{AR^{\frac{2}{3}}}{d^{\frac{8}{3}}} = \frac{nQ}{\sqrt{S_0}\, d^{\frac{8}{3}}}$$




$$\Phi = \frac{AR^{\frac{2}{3}}}{b^{\frac{8}{3}}} = \frac{nQ}{\sqrt{S}\, b^{\frac{8}{3}}}$$

- با افزایش عمق عرض کانال کاهش می یابد.
- می بینیم که برای $\frac{y}{d} > 0.82$ دو عمق یکنواخت رخ می دهد. پس در طراحی همیشه برای ماکزیمم عمق مورد نیاز هیچ گاه نمی گذاریم که نسبت عمق به قطر از ۸/۰ تجاوز کند.در غیر این صورت جریان بین دو عمق تغییر می کند. در نقاطی از کانال، کانال کاملاً با آب پر می شود و انتقال هوا صورت نمی گیرد. حرکت بسته های هوا باعث ضربه زدن به کانال می گردد.این پدیده می تواند باعث کاهش دبی گردد.



10
8
6
4
2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0.01
0.0001
0.001
0.01
0.1
1
10
$d_0$
y
z=0 ( مستطیل )
z=0.5
z=1.0
z=1.5
z=2.0
z=2.5
z=3.0
z=4.0
مقادیر $\frac{y}{d_0}$ , $\frac{y}{b}$
مقادیر $AR^{2/3}/b^{8/3}$ و $AR^{2/3}/d_0^{8/3}$

## روش های محاسبه عمق یکنواخت

- کانال مستطیلی عریض Wide Rec. Channel

$$Lim_{y/p \to 0} R = \frac{A}{P} \to y_0 \to y_0 = \left(\frac{qn}{\sqrt{S}}\right)^{\frac{3}{5}}$$

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{Qn}{\sqrt{S_0}} \Rightarrow y = y_0$$

$$\frac{AR^{\frac{2}{3}}}{b^{\frac{8}{3}}} = \frac{Qn}{\sqrt{S}\, b^{\frac{8}{3}}} = \frac{(1+m\eta_0)^{\frac{5}{3}}(\eta_0)^{\frac{5}{3}}}{[1+(2\sqrt{m^2+1})]^{\frac{2}{5}}} = \Phi(\eta_0, m)$$

- جدول هایی محاسبه شده است که مقدار $\Phi$ را برای مقادیر $\eta_0$ از ۰/۰۱ تا ۴ و برای m از ۰/۱ تا ۳ می دهد.

# مقطع هیدرولیکی بهینه

- مقطع هیدرولیکی بهینه : (Hydraulically Efficient Channel Section)
  - ضریب انتقال یک مقطع در یک کانال با A ثابت (مساحت جریان)، با کاهش P ، افزایش می یابد و در نتیجه Q زیاد می شود.

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{Qn}{\sqrt{S_0}} \longrightarrow Q = \frac{\sqrt{S_0}}{n} \cdot \frac{A^{\frac{5}{3}}}{P^{\frac{2}{3}}}$$

  - بنابر این مقطعی که با ثابت Aکمترین P را داشته باشد، بیشترین دبی را از خود عبور می دهد و بهترین مقطع هیدرولیکی نامیده می شود.به عبارت دیگر با داشتن دبی ثابت برای حداقل شدن A باید P هم حداقل باشد.

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{Qn}{\sqrt{S_0}} \longrightarrow \frac{A^{\frac{5}{3}}}{P^{\frac{2}{3}}} = cte$$

  - بین مقاطع با شکل هندسی متفاوت، بهترین حالت نیم دایره است

# مقطع مستطیلی و ذوزنقه ای

- مقطع مستطیلی:

$$A = by \longrightarrow cte$$

$$P = b + 2y = \frac{A}{y} + 2y$$

$$\frac{dP}{dy} = -\frac{A}{y^2} + 2 = 0 \Rightarrow A = 2y_e^2 \Rightarrow \left\{ y_e = \frac{b_e}{2} \quad , \quad R_e = \frac{y_e}{2} \right\}$$

- مقطع ذوزنقه ای

$$A = (b + my)(y) \longrightarrow b = \frac{A}{y} - my$$

$$P = b + 2y\sqrt{m^2 + 1} = \frac{A}{y} - my + 2y\sqrt{m^2 + 1}$$

- اگر m ثابت باشد:

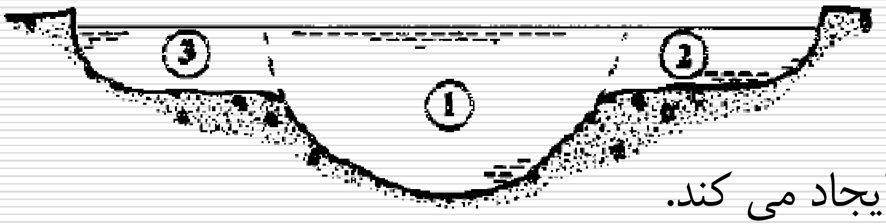
$$\bullet \rightarrow \frac{dP}{dy} = 0 \Rightarrow \cdots \Rightarrow \left\{ b_e = 2y_e\left(\sqrt{m^2 + 1} - m\right), \quad R_e = \frac{y_e}{2} \right\}$$

- اگر m متغیر باشد:

$$\bullet \rightarrow \frac{dP}{dm} = 0 \Rightarrow \cdots \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} m_{em} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \cot(\theta_{em}) \ , \ \theta_{em} = 60^\circ \\ P_{em} = \frac{2}{\sqrt{3}} y_{em} \quad , \quad b_{em} = \frac{2}{\sqrt{3}} y_{em} \quad \rightarrow \quad A = \sqrt{3} y_{em}^2 \end{array} \right\}$$

## مقطع مرکب (Compound Section)

- مقطع مرکب (Compound Section)




- استفاده یکجا از معادله مانینگ مشکل ایجاد می کند.
- در غیر این صورت می توانیم از معادله مانینگ استفاده کنیم.
- مشکل ایجاد شده این است که دبی مقداری کمتر از دبی حقیقی به دست می آید.

- به ۲ روش دبی را از معادله مانینگ محاسبه می کنیم :
  - کل مقطع را یک مقطع در نظر می گیریم
  - مقطع را به چند زیر مقطع تبدیل می کنیم.
  - خط چین ها را به عنوان محیط خیس شده مقطع ۱ در نظر می گیریم. هر کدام از دبی های بالا که بزرگتر باشد می پذیریم.

# محدودیت ها

- محدودیت هایی که باعث می شوند نتوانیم بهترین مقطع هیدرولیکی داشته باشیم:
  - محدودیت های فنی: تعدی از کران های بالا و پایین سرعت مجاز
  - محدودیت های اجرایی و اقتصادی