

هیدرولیک کانالهای باز

صفحه	سرفصل
۱۷-۱	فصل اول : اصول و مفاهیم اولیه هیدرولیک
۳۲-۱۸	فصل دوم : اصل انرژی در کانالهای باز
۳۹-۳۳	فصل سوم : اصل اندازه حرکت
۴۶-۴۰	فصل چهارم : جریان حرکت
۵۴-۴۷	فصل پنجم : جریان متغیر تدریجی

اصول و مبانی اول هیدرولیک

فصل اول

مفاهیم جریان در کانالها و بازو مجاری تحت فشار

تعریف کانال باز

کانال باز جریانی است که جریان با سطح آزاد را از خود عبور می دهد منظور از سطح آزاد جریانی میزبان است که با تماس هوا می باشد بنابراین می توان گفت جریان در کانالها باز تحت فشار نمی صراحتاً همان فشار است حرکت آب در رودخانه ها، کانالها، بازو و کانالها، زهکش نمونه های از جریان کانال باز است

مفاهیم جریان در کانالها باز و لوله ها تحت فشار، اگر چه بین جریان در لوله ها و کانالها باز تفاوت وجود دارد ولی تفاوت حائز اهمیت نیست

شرح زیر ملاحظه می شود

۱- در جریان لوله ها (جریان تحت فشار) تمام مایع توسط یک سطح مجامید احاطه شده است در حالی که در کانالها باز میزبان تمام سطح آزاد وجود دارد که مایع در آن صر در مجاورت جدارها نیست

۲- در جریان کانالها باز برخلاف جریان لوله ها، جریان در مجاورت هوا بوده و تحت فشار نمی صراحتاً همان فشار است - عبارت ساده تر جریان تحت فشار نیست

۳- جریان در لوله ها معمولاً دایره ای و سطح مقطع جریان ثابت است اما در کانالها باز - عت وجود سطح آزاد در عمق که در تفسیر این

و خود دارد سطح مقطع جریان ثابت نسبت و متغیر می باشد در ضمن
 سطح مقطع می تواند شکلی مختلف مانند ذوزنقه، مستطیل، مثلث
 و غیره را داشته باشد
تقسیم بندر کانالها

کانالها از سه دیدگاه تقسیم بندی می شوند

الف: تقسیم بندر کانال از نقطه نظر ساعت

اگر کانال مختور جریان توسط انسان ساخته شده باشد کانال مصنوعی
 و در غیر این صورت کانال طبیعی خواهد بود

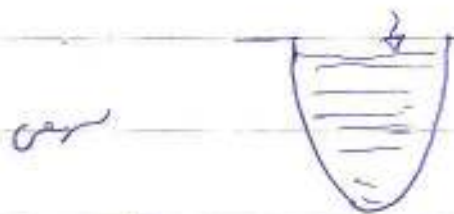
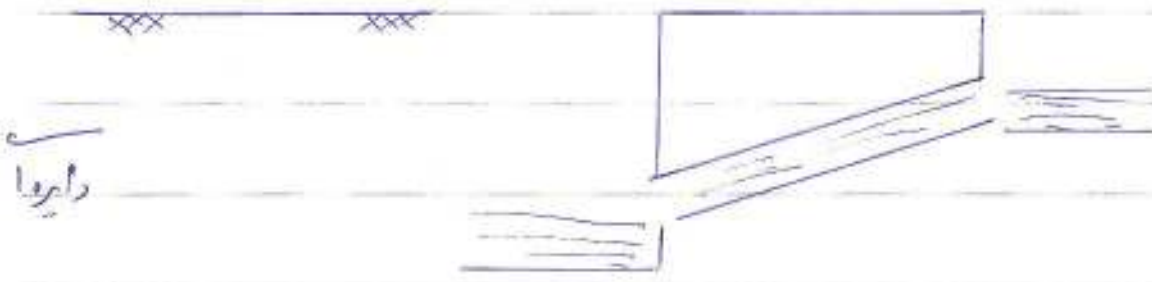
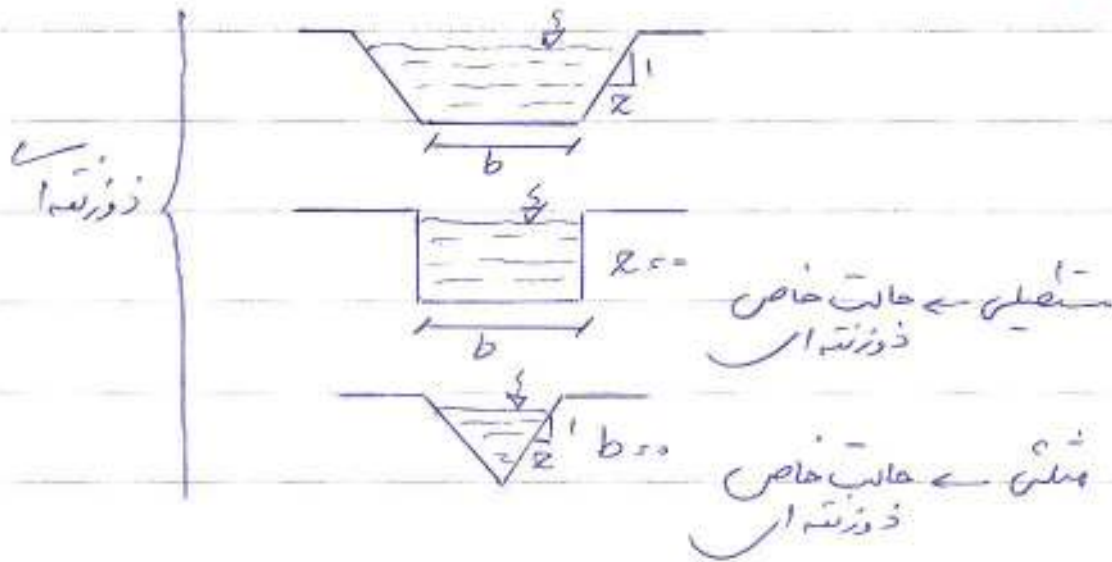
ب: تقسیم بندر بر مبنای تغییرات در سطح مقطع کانال

اگر کانال در مسیر خود دارای سطح مقطع ثابت باشد مستوی و در غیر
 این صورت غیر مستوی خواهد بود، لازم به ذکر است کانالها طبیعی غیر مستوی
 و کانالها مصنوعی مستوی هستند

ج: تقسیم بندر بر اساس پایداری مصالح دیواره

اگر دیواره کانال از مصالح سخت نظیر بتن، چوب یا فلز باشد در آن صورت
 به تمام عبور جریان ثابت مانده و با جریان نشست نمی شود پس چنانچه دیواره
 کانال از مصالح نرم باشد خاک ساخته شده باشد در اثر این قابلیت را دارند
 که تحت تاثیر جریان آب حرکت در آیند به نوع اول کانال با دیواره ثابت
 و به نوع دوم کانال با دیواره متحرک می گویند

نخستین درس **
انواع مقاطع کانالها از دستفصلاً هندس آنها



مقاطع ذوزنقه اشکول ترین شکل برای کانالها آبیاری میباشند و در مصالح خاص که دارای پوشش بتن نیستند خفتر میگردند مقاطع مستطیل و مثلث نیز حالت خاص از مقطع ذوزنقه هستند مقاطع مستطیل معمولاً وقتی که کانال در مصالح با پوشش خفتر گردد استفاده میگردند کانالهای مثلث نیز برای دین ها کم آب در کنار

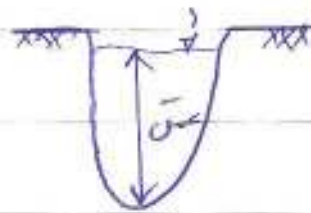
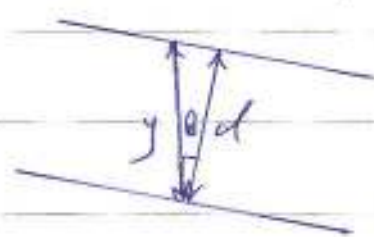
خیابانها و کارها آزما گها هر مورد استناد قرار می گیرند
 تقاطع دایره ای معمولاً به صورت پیش ساخته تولید شده در خاک مدخل
 می شوند سیستم های جمع آوری فاضلاب و آب رودها با دهن کم تقاطع دایره ای
 دارند

تقاطع لوزی شکل نیز به علت نباهت با کانالها صعب به عنوان تدریس
 مناسب برای این کانالها استفاده می شوند

مفاهیم هندسی تقاطع کانالها

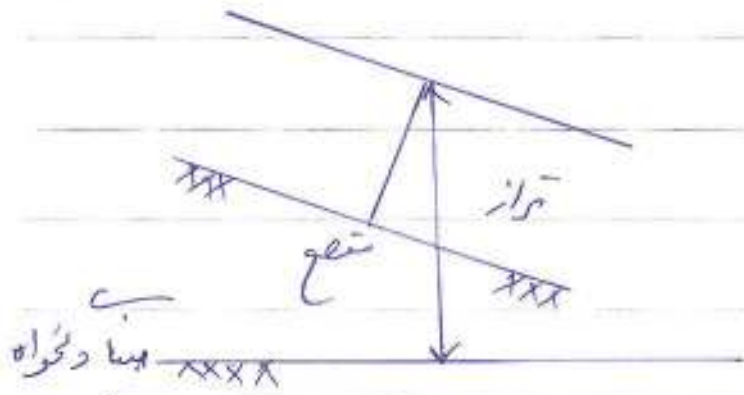
این مفاهیم شامل عمق، تراز، مساحت تقاطع عرض سطح
 آزاد، محیط تر شده، شعاع هیدرولیک و عمق هیدرولیک می باشد که
 به شرح زیر تعریف می گردند

۱- عمق (y یا h): در یک محل ماضله تا عمق بیشترین نقطه سطح کانال
 سطح آزاد آب عمق جریان گفته می شود همین ماضله در راستای عمود بر جهت
 جریان در نظر گرفته شود با h نمایش داده می شود در رابطه آن با عمق صورت
 زیر است



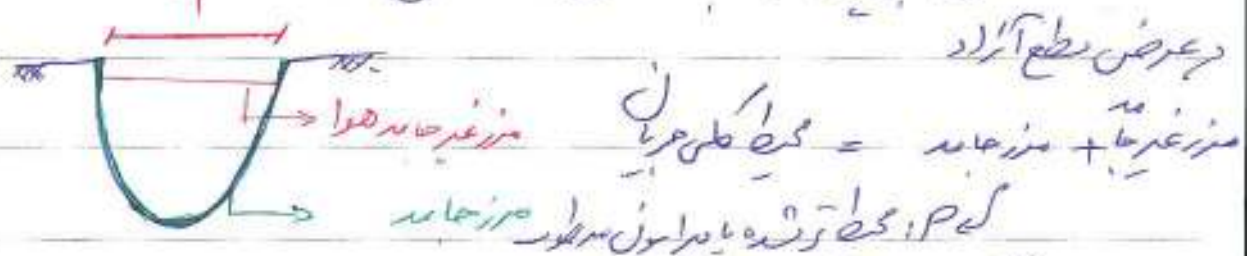
$$\left. \begin{aligned} d = \text{عمق} &\rightarrow h > y \\ y = \text{عمق} &\rightarrow h < y \end{aligned} \right\}$$

۲- تراز در یک مقطع از کانال، با حاصل تمام سطح آزاد آب نسبت به سطح مبنا در مجرای تراز ناپسیده می شود



۳- سطح مقطع جریان (آب هائز) ، منظور از سطح مقطع جریان در یک محل مساحت مقطع جریان در راستای عمود بر جریان است

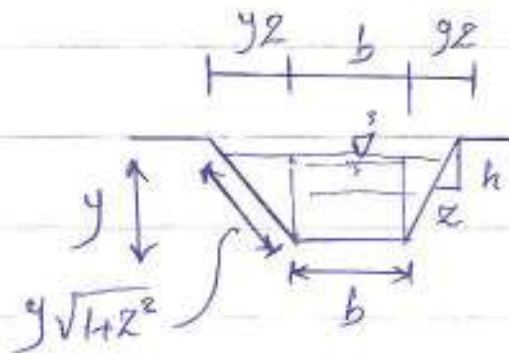
۴- عرض سطح آزاد (T) و عمق ترشده (P) ، طولی از سطح جریان که در تماس با هوا سطح آزاد است عرض سطح آزاد گفته می شود حال اگر عرض سطح آزاد را از عمق کل کم کنیم عمق ترشده نسبت به آب دیگر محدود به تماس جریان با بسته کانال را نشان می دهد



شعاع هیدرولیک (R) و عمق هیدرولیک (D) از سایر تعریف نسبت به سطح مقطع جریان به عمق ترشده و عرض سطح آزاد آب به ترتیب شعاع هیدرولیک و عمق هیدرولیک ناپسیده می شود

$$R = \frac{A}{P} \quad D = \frac{A}{T}$$

حال اگر بخواهیم مشخصات گفته شده را در مورد یک مقطع ذوزنقه ای نشان دهیم مطابق شکل زیر خواهیم داشت (بفرض $\theta = 0$)



$$A = (b + yz)y$$

$$T = b + 2yz$$

$$P = h + 2y\sqrt{1+z^2}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(b + yz)y}{b + 2y\sqrt{1+z^2}}$$

$D < 1$

حال اگر بخواهیم مشخصات مذکور را برای کانالهای مستطیل و مثلثی بنویسیم در آن صورت خواهیم داشت

$$z = 0 \quad A = by \quad T = b$$

$$P = b + 2y \quad R = \frac{by}{h + 2y} \quad D = -\frac{by}{b} = -y$$

اگر مقطع مستطیل عرضی باشد نسبت به y خیلی بزرگ باشد در آن صورت شعاع هیدرولیک برابر است با z

$$R = \frac{by}{b + 2y} \approx \frac{by}{b} = z \quad \leftarrow \text{مستطیل}$$

$$A = y^2 z \quad T = 2yz \quad \leftarrow \text{مستطیل } b = \infty$$

$$P = 2y\sqrt{1+z^2} \quad R = \frac{y^2 z}{2y\sqrt{1+z^2}} = \frac{yz}{2\sqrt{1+z^2}}$$

بند را اگر کانال بتشن قائم باشد در آن صورت R شده و خواهیم داشت

$$R = \frac{y}{2\sqrt{2}}$$

توجه: در کانال بتشن همواره $D = y$ در کانال بتشن عرض

عرض باشد $D = y = R$ - همین ترتیب در کانال بتشن

بتشن همواره $D = \frac{y}{2}$ است و اگر کانال بتشن قائم باشد

$$D = \frac{y}{2} = \sqrt{2}R$$

$$\frac{R}{y} = \frac{b}{b+2y} < 1 \rightarrow R < y$$

تمرین ۱ - ترتیب ۳

از R سطح عرضی \leftarrow دقیقاً برابر می شود و پس از آن کسر خواهد بود

$$\frac{D}{R} = \frac{P}{T} = \frac{b+2y\sqrt{1+1^2}}{b+2y \times 1} = \frac{b+2\sqrt{2}y}{b+2y}$$

تمرین ۲

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

نکته سوم

طبقه بندی انواع جریان در کانالها باز

در هیدرولیک جریان ها را بر اساس مقدار زمان و مکان طبقه بندی می کنند

الف: طبقه بندی بر اساس مقدار زمان

در این نوع طبقه بندی جریان به دو دسته دائمی و غیر دائمی تقسیم می شود در جریان دائمی در یک مقطع دلتا و از یک جریان عمیق با گذشت زمان تغییر نمی کند در حالی که اگر جریان غیر دائمی باشد عمق با گذشت زمان تغییر خواهد کرد

ب: طبقه بندی جریان بر اساس مقدار مکان

در این حالت جریان به دو دسته یکنواخت و غیر یکنواخت تقسیم می شود در جریان غیر یکنواخت در هر لحظه زمان در گواه عمق جریان در مقاطع مختلف در راستای طول تغییر نمی کند اما چنانچه عمق جریان در مقاطع مختلف تغییر پیدا کند در این صورت جریان غیر یکنواخت نامیده می شود

۱- جریان متغیر تدریجی: در این جریان تغییرات عمق در یک مقطع طولانی و به تدریج اتفاق می افتد به طوری که نمی توان در فواصل کوتاه این تغییرات را مشاهده کرد

۲- جریان متغیر سریع: در این جریان تغییرات شدید عمق در فواصل کوتاه می از غیر صورت گرفته و این تغییرات قابل مشاهده است

۳- جریان تنفرگاشن: در دو جریان قبل فرض بر این است که هیچ گونه جریانی به کانن اصلی وارد یا از آن خارج نمی شود حال اگر این اتفاق بیافتد باعث تغییرات عمق و سطح جریان گردد در آن صورت جریان تنفرگاشن نامیده می شود

بخش چهارم
وضعیت جریان در کانالها باز

بنظر از تعیین وضعیت جریان مشخص کردن اثرات نیروی مزدها لزوم و نقل تحت نیروی اندک است - عبارات دیگری خواهیم عدد تولید و عدد فرود را در کانالها باز مشخص کرده و رژیم جریان را تعیین کنیم

	$Re \leq 500 \rightarrow$	آرام
$Re = \frac{VR}{\nu}$	$500 < Re < 2000 \rightarrow$	انتقال
	$Re \geq 2000 \rightarrow$	آشفته
$Fr = \frac{v^2}{gD}$	$Fr > 1 \rightarrow$	جریان فوق بحرانی
	$Fr = 1 \rightarrow$	جریان بحرانی
	$Fr < 1 \rightarrow$	جریان زیر بحرانی

نکته ۱: اگرچه تأثیر مشترک نیروی ثقل و لزوم رژیم جریان را در کانالها باز مشخص می کند ولی با بسط توجه داشت که در اکثر موارد در جریان آشفته است زیرا نیروها لزوم در جریانها که دایره سطح آنرا در نظر بگیرند نقش چندانی ندارند

بسیار این می توان گفت در کانالها با زعداد فرود در رژیم جریان را مشخص می کنند

نکته ۲: در جریان فوق بحرانی عمق جریان کم و سرعت زیاد است این در حالی است که در جریان زیر بحرانی عمق جریان زیاد و سرعت آن کم است

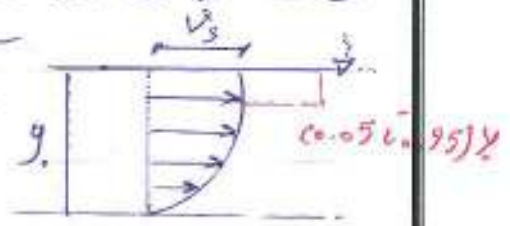
نکته ۳: اگر عدد فرود را برابر یک قرار دهیم در آن صورت می توان مقدار بحرانی جریان را برای انواع مقاطع به صورت زیر مشخص کرد

$$F_r = 1 \rightarrow 1 = \frac{v}{\sqrt{gD}} \rightarrow gD = v^2 \rightarrow g\left(\frac{A}{T}\right) = \frac{Q^2}{A^3}$$

$$\rightarrow \frac{A^3}{T} = \frac{Q^2}{g} \quad \text{مقدار بحرانی جریان}$$

خش خشم: توزیع سرعت در کانالها

علت تأثیر لزجت آب و وجود حبابها و حاد زبر آن ها و هم چنین سطح آزاد آن و نیز نامنظمی مقاطع، توزیع سرعت در کانالها پیچیده و نامنظم است و در یک رانچ کس به یادش آید که در قسمت اول این درخش که در محاسبات هیدرولیک استفاده می شود، سرعت در مقطع کانال است که به شکل زیر محاسب می گردد



$$v_0 = \frac{\text{مجموع سرعت}}{\text{مساحت مقطع}} \quad (\text{سیالات})$$

$$v_0 = \frac{v_{0.2y} + v_{0.8y}}{2} \quad (\text{تخمین})$$

$$v_0 = (0.8 \text{ تا } 0.95) v_s \quad (\text{تخمین})$$

نکته ۱: مقدار سرعت در حبابها صفر می شود (اصل پذیرش حباب) و باید در حدی از حبابها اندازه گیری من باید به همین دلیل در این سرعت در حبابها شنیده شود. وزیر لایه آرام را به هنگام جریان آشفتگی خواهیم داشت

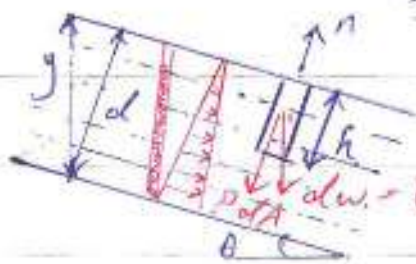
نکته ۲: سرعت حداکثر در هر مقطع در نزدیکی سطح آب و در کانالها ۰.۲۵ تا ۰.۵۵ عمق جریان از سطح آزاد رخ می دهد

تخمین ۳

$$v_0 = \frac{v_{0.2y} + v_{0.8y}}{2} = \frac{2 + 5.5}{2} = 3.75 \text{ m/s}$$

بخش هشتم
توزیع فشار در کانالها باز

در این بخش به حالت مورد بررسی قرار می‌گیرد
۱- فشار در جریان‌ها استیوانت



$$\sum F_n = 0 \rightarrow dW \cos \theta = P dA$$

$$\rightarrow \gamma h d A \cos \theta = P dA \rightarrow P = \gamma h \cos \theta$$

آنگاه $\theta \ll 90^\circ$ باشد: $P = \gamma h \rightarrow \frac{P}{\gamma} = h$
ارتفاع در فک مانا منظر باشد

$h = d \rightarrow P = \gamma d \cos \theta = \gamma y \cos^2 \theta \rightarrow \frac{P}{\gamma} = y \cos^2 \theta$
 $0 \leq \theta \leq 90^\circ \rightarrow P = \gamma d - \gamma y \rightarrow \frac{P}{\gamma} = y$

۲- فشار در جریان‌ها متغیر در عرض

در جریان‌ها متغیر در عرض در عرض منبسط می‌شود که مانند جریان استیوانت توزیع فشار
صورتی رو استاتیسی بوده و خطی منبسط می‌شود بر این روابط گفته شده در جریان‌ها
کنیوانت در این حالت برقرار است

۳- فشار در جریان‌ها با تغییر در عمق

الف- شروع تقریب

تساوی جانشین $\sum F_n = m a_n$

$$P dA - \gamma h d A \cos \theta = P h d A \left(\frac{v^2}{r} \right)$$

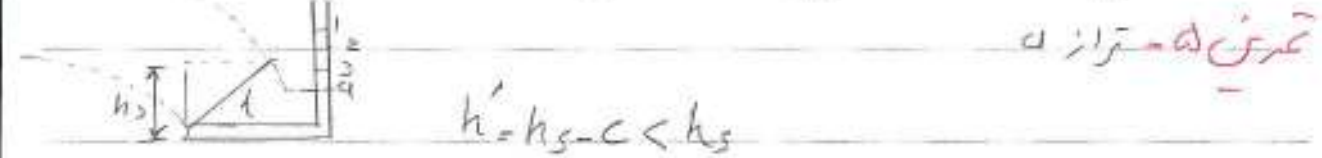
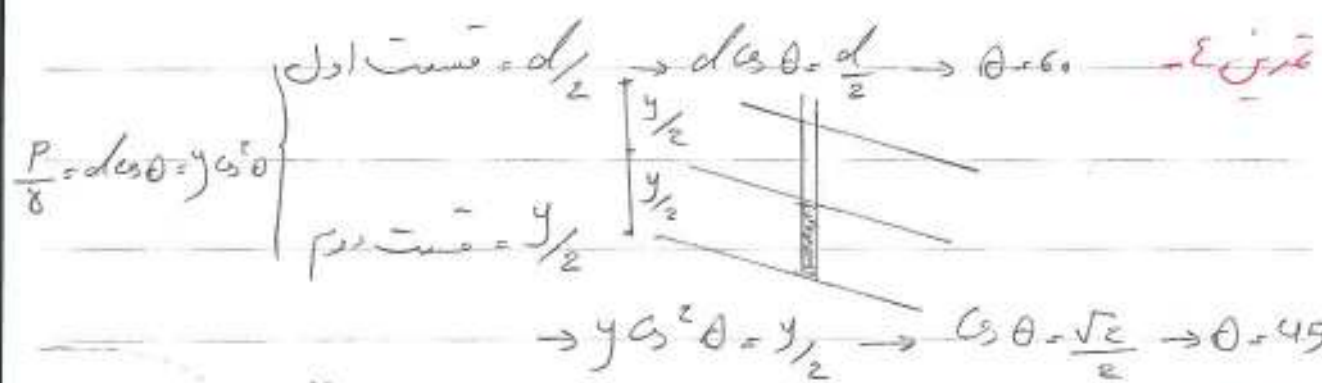
$$P = \gamma h \cos \theta + \frac{\gamma v^2 h}{g r} \quad \frac{P}{\gamma} = h \cos \theta + \frac{v^2 h}{g r}$$

$h = h_s + c$
شماره جانبی

در رابط بالا که ارتفاع معادل فشار بر حسب ستون آب می باشد و در
 نیز ارتفاع نظیر فشار هیدرواستاتیک است مانند جریان کنواخت غیر فشار
 جانب مرکز نا همبسته می شود که در آن سرعت کنواخت و متوسط جریان بوده
 و در شعاع اینها سطح جریان در ستون آب استغناص است
 نکته: مقدار α در کف کانال ماعداً با بسته شعاع اینها سطح باشد و در محاسبات
 دقیق تر نشان می دهد که بسته از شعاع اینها متوسط یعنی میانگین شعاع
 اینها کف کانال و سطح آزاد استفاده کرد (در آزمون هر دو را کنترل می کنیم)

۱- سطوح مخرب

در سطح مخرب برخلاف سطوح متعریف کمتر از فشار هیدرواستاتیک
 خواهد بود در این حالت ارتفاع نظیر فشار برابر است با: $h' = h_s - c$



تمرین ۶ -
 $\frac{v^2}{2g} = zH$
 $h' = h_s + \frac{v^2 h}{gr} \rightarrow h' = 2H + \frac{v^2 \times 2H}{9 \times 4H} = 4H$
 $h_s = h = 2H \quad v = \frac{5H + 3H}{2} = 4H$
 $\frac{v^2}{2g} = zH$

کس حجم

معادلات اساسی حالت حرکت سیال در کانالها باز

الف: رابطه پیوستگی

از آنجاییکه آب تراکم ناپذیر است بنابراین رابطه پیوستگی جریان همواره برقرار بوده و خواهیم داشت

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow A_1 V_1 = A_2 V_2 \rightarrow b_1 y_1 V_1 = b_2 y_2 V_2$$

متغیر

در کانال‌ها متغیر دبی در واحد عرض کانال را بصورت زیر نشان داد

$$q = \frac{Q}{b} = y V_1 \rightarrow q_1 b_1 = q_2 b_2$$

رابطه پیوستگی

توجه: در یک کانال متغیر دبی در سطح مقطع یک است اما دبی در واحد عرض نقطه در صورتی برابر هم سطح یکسان می‌باشد که عرض مقطع تغییر نکند

ب: رابطه انرژی

برای جریان دائمی آب در کانال که البته تراکم ناپذیر هم می‌باشد دو نقطه واقع بر کف کانال در نظر گرفته می‌شود و با فرض توزیع هیدرواستاتیک فشار معادله برنولی که به آن رابطه انرژی می‌گویند بصورت زیر نوشته می‌شود

$$y_1 C_1 \theta + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = y_2 C_2 \theta + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_f$$

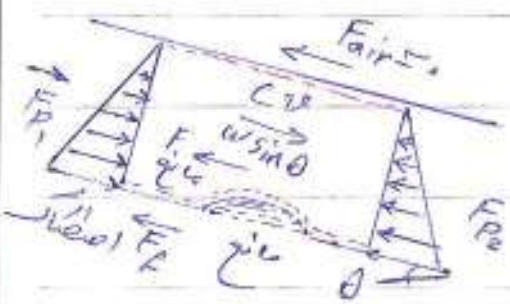
آنگاه $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$

$$\xrightarrow{\theta < 6^\circ} y_1 + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_f$$

ج: رابطه اندازه حرکت

رابطه مؤسسه با اندازه حرکت برای کانالها نیز بصورت زیر نوشته می شود

$$F_{P_1} - F_{P_2} + W \sin \theta - F_{air} - F_f - F_{مائع} = A \rho (v_2 - v_1)$$



$$F_{P_1} - F_{P_2} + F_{ext} = \rho Q (\beta_2 v_2 - \beta_1 v_1)$$

$$y_1 + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \quad \text{تمرین ۷-}$$

$$4 + \frac{4^2}{2 \times 10} + 0 = (4 + \Delta y) + 0 + 0 \quad \Delta y = 0.8 \text{ m}$$

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow b_1 y_1 v_1 = b_2 y_2 v_2 \quad \text{تمرین ۸-}$$

$$\rightarrow 2 \times 1.85 \times 2 = 3.7 \times y_2 v_2 \rightarrow y_2 v_2 = 2$$

فواصل برابر $z_1 = z_2$

$$y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$1.85 + \frac{2^2}{2 \times 10} = y_2 + \frac{2^2}{2 \times 10 \times y_2^2} \rightarrow y_2 = 2 \text{ m}$$

بخش هفتم

بررسی حرکت موج در کانالها باز

اگر عرض مانده شد را در داخل یک آب ساکن برتاب کنیم در آن صورت موج ایجاد شده مطابق شکل زیر از نقطه برتاب دور می شود و سرعت آن مطابق با رابطه زیر است



$$c = \sqrt{gd}$$

صفت هیدرولیک

حال اگر جریان آب در کانال با سرعت v با سرعت c برابر باشد در آن صورت بیته برآید سرعت v اگر خیلیتر و مساوی یا بزرگتر از سرعت موج است به حالت به شرح زیر اتفاق می افتد

$$c > v \rightarrow \frac{v}{\sqrt{gd}} < 1 \rightarrow Fr < 1$$

$$c = v \rightarrow \frac{v}{\sqrt{gd}} = 1 \rightarrow Fr = 1$$

$$c < v \rightarrow \frac{v}{\sqrt{gd}} > 1 \rightarrow Fr > 1$$

تمرین ۹

$$C_d = 1.5 \text{ m/s}$$

$$C_u = 1.5 \text{ m/s}$$

$$C_u = C - v \rightarrow 0.5 = C - v$$

$$C_d = C + v \rightarrow 1.5 = C + v$$

$$C = 1 \text{ m/s} \quad , \quad v = 0.5 \text{ m/s}$$

$$C = \sqrt{gD} = \sqrt{gy} = 1 \rightarrow y = \frac{1}{g} \quad q + \frac{v^2}{2g} = 0.5 \times \frac{1}{g} = \frac{1}{2g}$$

تمرین ۱۰ - ترسبی ۱۳
دانشگاه آزاد

$$3 = C + v$$

تمرین ۱۱ - ترسبی ۱۲

$$1 = C - v$$

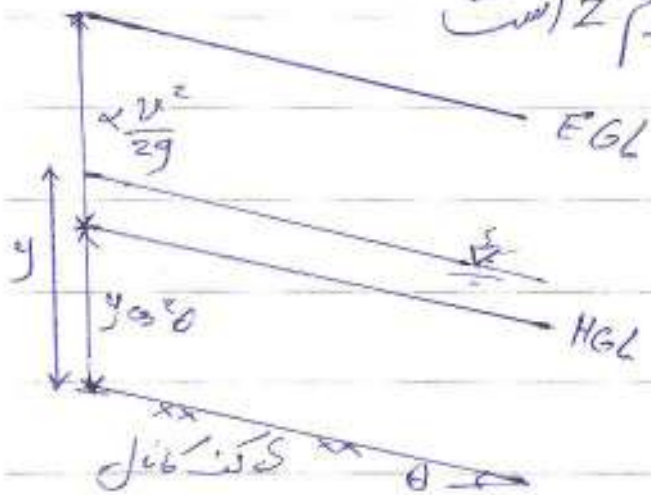
$$C = 2, v = 1 \quad 2 = \sqrt{gy} \rightarrow y = \frac{4}{g}$$

$$q + \frac{v^2}{2g} = 1 \times \frac{4}{g} + 2 = \frac{8}{g}$$

تمرین ۱۲ - ترسبی ۱۴

فصل دوم
اصل انرژی در کانال باز
بخش اول
انرژی مخصوص

انرژی کانال به عنوان سطح معادل نظر گرفته شود در آن صورت انرژی در هر مقطع از کانال (برای واحد وزن) انرژی مخصوص نامیده می شود به عبارت دیگر انرژی مخصوص، انرژی بدون ترم Z است



$$E = y + \frac{v^2}{2g} \quad \begin{matrix} \alpha=1 \\ \theta < 0 \end{matrix} \rightarrow E = y + \frac{v^2}{2g} \quad \begin{matrix} \alpha=1 \\ \theta < 0 \end{matrix} \rightarrow E = y + \frac{v^2}{2g} \quad \begin{matrix} \alpha=1 \\ \theta < 0 \end{matrix}$$

نکته: انرژی مخصوص در صورتی که در مقطع برابر می شود که این حالت وقتی اتفاق می افتد که سطح مقطع کانال ثابت بوده و عمق نیز تغییر نکند
 و وقتی دو مقطع در فاصله کمی از هم قرار گرفته باشند و سطح کانال نیز طوری باشد که $\theta < 0$ باشد در این حالت نیز ترم Z بین دو مقطع تقریباً برابر می شود

اثر مخصوص این دو سطح تقریباً برابر است (لازم به ذکر است که در فواصل کوتاه از افت انرژی صرف نظر می شود)

نکته ۱۲: رابطه بین اثر مخصوص و عرض جریان در کانال مستطیل به صورت زیر است

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \quad \frac{E}{y} = 1 + \frac{v^2}{2gy} \quad \frac{E}{y} = 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{v^2}{2gy} \right)$$

$$\rightarrow \frac{E}{y} = 1 + 0.5 Fr^2$$

نکته نام لازم $\rightarrow A = y^2 z = y^2 \times 1 = y^2$

تمرین ۱۳ - $Q_1 = Q_2 \rightarrow v_1 A_1 = v_2 A_2 \rightarrow v_1 \times y_1^2 = v_2 y_2^2$

$$\rightarrow v_1 \times 2^2 = v_2 \times 1^2 \rightarrow v_2 = 4v_1$$

نماد کمین در سطح $E_1 = E_2 \rightarrow y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} \rightarrow 2 + \frac{v_1^2}{2g} = 1 + \frac{(4v_1)^2}{2g}$

$$\rightarrow \frac{v_1^2}{2g} = \frac{1}{15} \text{ m} \quad E_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = 2 + \frac{1}{15} = 2 \frac{1}{15}$$

تمرین ۱۴ - $Q_1 = Q_2 \rightarrow v_1 \times 2^2 = v_2 \times 3 \times 2 \rightarrow v_1 = \frac{3}{2} v_2$

$$E_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = 6.5 \rightarrow 2 + \frac{v_1^2}{2g} = 6.5 \rightarrow \frac{v_1^2}{2g} = 4.5 = \frac{9}{2}$$

$$E_2 = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} = y_2 + \frac{4}{9} \frac{v_1^2}{2g} = 2 + \frac{4}{9} \times \frac{9}{2} = 4 \text{ m}$$

$$\frac{E}{y} = 1 + 0.5 Fr^2 = 1 + 0.5 \times 0.8^2 = 1.32$$

تمرین ۱۵ -

تمرین ۱۶ -

$$\left. \begin{aligned} Fr_{c1} &\rightarrow V_c = \sqrt{g y_c} \\ \frac{V_c^2}{2g} = h &\rightarrow V_c = \sqrt{2gh} \end{aligned} \right\} \rightarrow y_c = 2h$$

$$q = V_c \times y_c = \sqrt{2gh} \times 2h = 2h\sqrt{2gh}$$

نخستین دوم (بسیار مهم) ***
عشق بحرانی

اگر عدد فرود برابر یک در نظر گرفته شود در آن صورت عمق بحرانی بدست می آید
عمق بحرانی به ازای یک دس ثابت معین است و می توان با استفاده از مقدار
هر یک بحرانی که در فصل ۱ ذکر شد مقدار آن را برای مقاطع مختلف بدست
آورد به عنوان مثال برای مقاطع مستطیل و مثلث داریم

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T} \left\{ \begin{array}{l} a) \text{ مستطیل} \rightarrow \frac{Q^2 b^2}{g} = \frac{b^3 y_c^3}{b} \rightarrow y_c = \left(\frac{Q^2}{g}\right)^{1/3} \\ b) \text{ مثلث} \rightarrow \frac{Q^2}{g} = \frac{y_c^3 z^3}{2 y_c z} \rightarrow y_c = \left(\frac{2Q^2}{g z^2}\right)^{1/3} \end{array} \right.$$

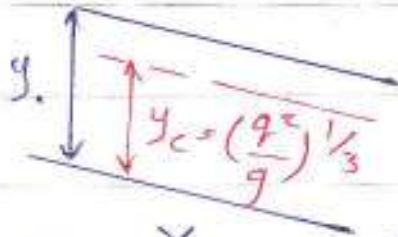
نکته ۱: رابطه بین انرژی مخصوص و عمق جریان در حالت بحرانی را می توان
به صورت زیر برای مقاطع مستطیل آورد

$$E_c = y_c + \frac{V_c^2}{2g} = y_c + \frac{1}{2} D \times \frac{V_c^2}{gD} = y_c + \frac{1}{2} D \times Fr_c^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{مستطیل} \rightarrow E_c = y_c + \frac{1}{2} y_c \rightarrow E_c = \frac{3}{2} y_c \\ \text{مثلث} \rightarrow E_c = y_c + \frac{1}{2} \frac{y_c}{2} \rightarrow E_c = \frac{5}{4} y_c \end{array} \right\}$$

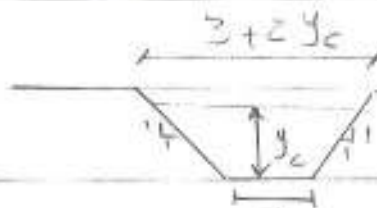
$$\frac{D=D_c}{Fr_{c1}} \rightarrow E_c = y_c + \frac{1}{2} D_c$$

نکته ۲: پس از مواردی که قبلاً بحث شد، عمق جریان را حائز اهمیت می‌نماید. عمق جریان با عمق نرمال جریان متفاوت است زیرا ارتباط بین عمق جریان کنواخت (y) با عمق جریان را در یک کانال مستطیلی باید عرض ثابت نشان می‌دهد.



$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g y}} \rightarrow Fr^2 = \frac{v^2}{g y} = \frac{Q^2}{g y^3} = \frac{(Q^2/g)}{y^3} = \frac{y_c^3}{y^3} = \left(\frac{y_c}{y}\right)^3$$

$$\rightarrow \frac{y_c}{y} = Fr^{2/3}$$



تمرین ۱۷ -

$$E_c = y_c + \frac{1}{2} P_c \quad \text{---} \quad 1.4 = y_c + \frac{1}{2} \left[\frac{(3 + y_c)(y_c)}{3 + 2y_c} \right]$$

$y_c = 1m$

تمرین ۱۸ -

$$y_c = \left(\frac{2Q^2}{gZ^2} \right)^{1/5} = \left[\frac{2 \times 1^2}{10 \times 1^2} \right]^{1/5} = 0.2^{(1/5)}$$

که نسبت کانال

فرض سوم

منحنی انرژی مخصوص

برای یک کانال مستطید رابطه انرژی مخصوص به صورت زیر می باشد

$$E = y + \frac{v^2}{2g} = y + \frac{q^2}{2gy^2} \rightarrow (E-y)y^2 = \frac{q^2}{2g}$$

عرض ثابت $q = \text{const}$

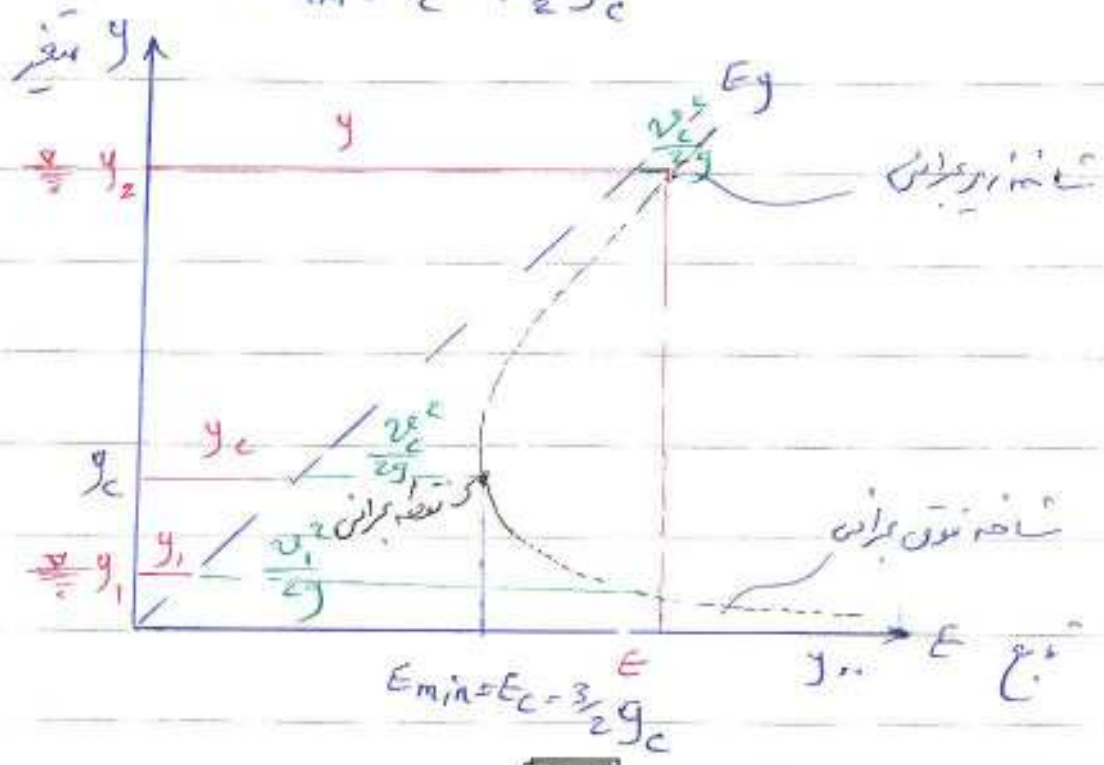
$$(E-y)y^2 = \text{const}$$

مایل $E=y$
 قائم $y=0$
 محاب

قبل از رسیدن نمودار

$$\frac{dE}{dy} = 1 + \frac{q^2}{2g} \left(-\frac{2}{y^3}\right) = 0 \rightarrow y = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = y_c$$

$$E_{min} = E_c = \frac{3}{2} y_c$$



باتوجه به نمودار من توان ۲ موارد زیر را اشاره کرد

۱- عمق ناشی از y من باشد زیرا به ازای یک عمق مشخص حالتی y در آن زیر مخصوص تساوت نداشتیم ولی به ازای یک آنزیر مخصوص ثابت من توان انتظار داشتیم که در عمق مختلف در کانال داشته باشیم

۲- منحنی رسم شده مربوط به یک کانال مستطیلی با عرض ثابت است واضح است که اگر عرض کانال تغییر کند q نیز تغییر کرده و منحنی دیگر خواهیم داشت

۳- برخلاف آنچه در رسم نمودار در ریاضیات مرسوم است در منحنی آنزیر مخصوص تابع رود محور افقی و متغیر رود محور قائم در نظر گرفته شده است علت این موضوع آن است که در یک آنزیر از وضعیت عمق ایجاد شود

۴- به ازای هر آنزیر مخصوص ثابت امکان شکل گیری دو عمق جریان وجود دارد که یک عمق بزرگتر از عمق بحرانی و دیگری کوچکتر از عمق بحرانی است این دو عمق بنا به تعریف اعماق تساوت نامیده می شوند با این تعریف یک شاخه منحنی وضعیت جریان فوق بحرانی و شاخه دیگر وضعیت جریان زیر بحرانی را به ازای یک دبی در واحد عرض ثابت نشان می دهد

۵- رابطه بین اعماق متناوب به صورت زیر بدست می آید

$$E_1 = E_2 \rightarrow y_1 + \frac{q^2}{2gy_1^2} = y_2 + \frac{q^2}{2gy_2^2}$$

$$y_2 - y_1 = \frac{q^2}{2g} \left(\frac{1}{y_1^2} - \frac{1}{y_2^2} \right) = \frac{q^2}{2g} \times \frac{(y_2 - y_1)(y_2 + y_1)}{y_1^2 y_2^2}$$

$$\frac{q^2}{g} = \frac{2y_1^2 y_2^2}{y_2 + y_1}$$

تمرین ۱۹ - $\frac{q^2}{g} = \frac{z y_1^2 y_2^2}{y_1 + y_2} \quad \frac{q^2}{1.0} = \frac{2 \times 2^2 \times 3^2}{2 + 3}$

$\rightarrow q^2 = 144 \rightarrow q = 12 \text{ m}^3/\text{s.m}$

تمرین ۲۰ - $E_c = \frac{E}{y} = 1 + 0.5 Fr^2$
 $\frac{y_2}{y_1} = \frac{1 + 0.5 Fr_1^2}{1 + 0.5 Fr_2^2} = \frac{1 + 0.5 \times 0.5^2}{1 + 0.5 \times 2^2} = \frac{1 + 1/8}{3} = \frac{9/8}{3} = \frac{3}{8}$

تمرین ۲۱ - $E_{min} = E_c = 3/2 y_c = 3 \rightarrow y_c = 2 \text{ m}$

$y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} \rightarrow 2^3 = \frac{q^2}{1.0} \rightarrow q^2 = 8$

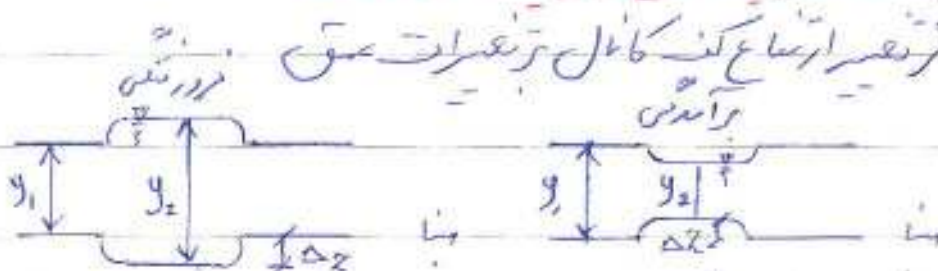
$q = 9 \text{ m}^3/\text{s.m} \rightarrow Q = 9 \times 5 = 45 \text{ m}^3/\text{s}$

تمرین ۲۲ - $E_{min} = 3/2 y_c = 3 \rightarrow y_c = 2$

$\frac{y_c}{y_0} = Fr_0^{2/3} \quad \frac{2}{2.5} = Fr_0^{2/3} \quad 0.8 = Fr_0^{2/3} \quad Fr_0 = 0.8 \sqrt{0.6} = 0.63$

نخس چهارم
 تحلیل جریان در هنگام تغییر ارتفاع تبخیر عرض کامل

الف) بررسی اثر تغییر ارتفاع کنه کامل بر تغییرات عمق



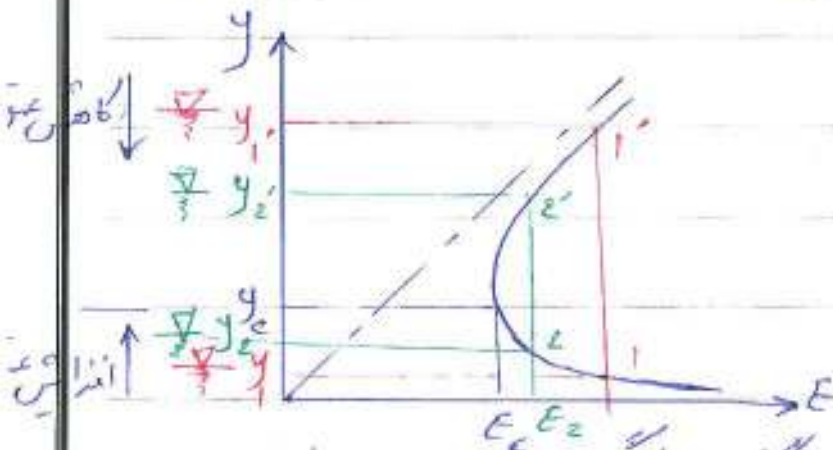
$y_1 + \Delta z + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ $y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \Delta z + \frac{v_2^2}{2g}$

$E_1 + \Delta z = E_2$ $E_1 = E_2 + \Delta z \rightarrow E_2 = E_1 - \Delta z$

$\rightarrow E_2 > E_1$ ۲۲ $\rightarrow E_2 < E_1$

همانطور که ملاحظه می شود - حالت فرورفتن انرژی مخصوص به اندازه ارتفاع فرورفتن افزایش می یابد و به همان برآمدگی انرژی مخصوص به اندازه ارتفاع برآمدگی کم خواهد شد

برای بررسی تغییرات عمق در این حالت ها از منحنی انرژی مخصوص کتبی میسریم



همانطور که ملاحظه می شود - هنگام فرورفتن در کانال در جریان زیر بحرانی با افزایش عمق و در جریان فوق بحرانی با کاهش عمق مواجه می شویم همچنین برعکس شکل - هنگام برآمدگی در جریان زیر بحرانی با کاهش عمق و در جریان فوق بحرانی با افزایش عمق مواجه می شویم جدول زیر درک بهتر از این موضوع را ارائه می دهد

زیر بحرانی (-)	فوق بحرانی (+)	
↑ +	↓ -	فرورفتن (-)
↓ -	↑ +	برآمدگی (+)

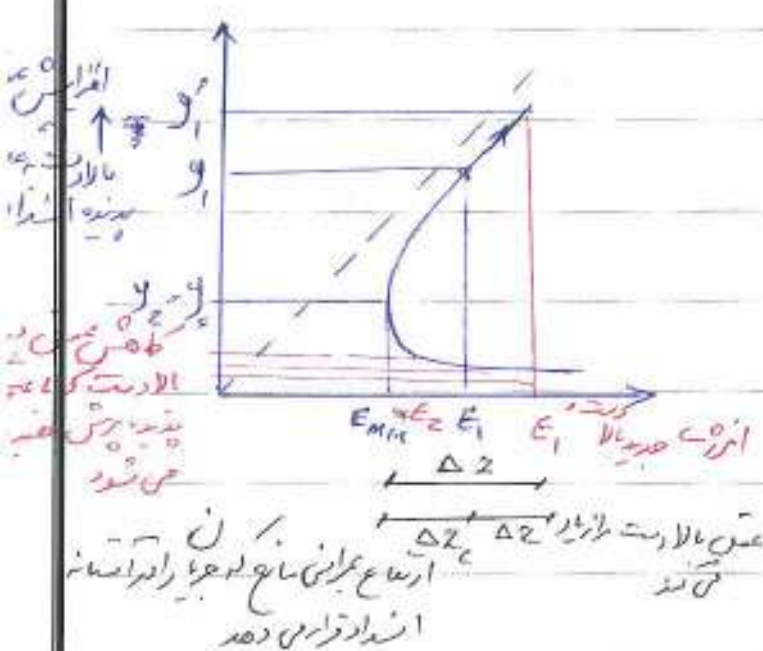
نکته: اگر ارتفاع برآمدگی به گونه ای باشد که E_2 بخواهد از E_{min} کمتر شود در آن صورت

حین عبور آب از کانال در این حالت E_2 در همان E_{min} باقی می ماند در عوض h_2 همان فاصله E_2 است با افزایش E_2 و حرکت آن

۱- سمت راست ماسن در گرد در این حالت است به فوق بحرانی یا زیر بحرانی بودن جریان دو وضعیت خواهد داشت

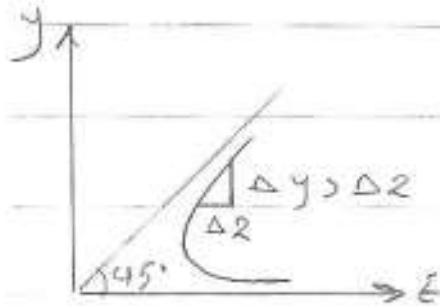
الف) اگر جریان زیر بحرانی باشد با افزایش عمق و انرژی در بالا دست این امکان فراهم می شود که انرژی ماسن دست منبسط می شود و چون با عمق بحرانی از هر مانع عبور کند در این حالت که به آن انرژی در هر دو طرف از مانع به بالا دست منتقل شده است

ب) اگر جریان فوق بحرانی باشد به علت کاهش سطح عمق در بالا دست در این ناحیه پرس هیدرولیک رخ می دهد و از آنجا که موقعیت دقیق پرس قبل از مانع و همچنین انت انرژی ماسن از این پرس بدون مطالعه مشاهده عین جریان مشخص نیست بنابراین نمی توانیم این وضعیت را به مقدار انرژی پرس کنیم



تمرین ۲۳- هنگام فرورفتن در جریان زیر بحرانی با افزایش عمق در هنگام فرورفتن با کاهش عمق مواج می شود و در سوال اینست اثرات افزایش یا کاهش عمق بیشتر است با اثرات تغییر تراکم کانال با توجه به منحنی انرژی در هر دو طرف واضح است

تیب مفتن در اعصاب زیر بران از شب ۴۵ بست است بارش ۵۷ در ۵۷
 بوده و شعرات عمق بر شعرات ترازوف کانال غلبه من کند استعم انله هر آنچه
 در مورد افزایش یا کاهش عمق گفته شد در مورد بالا یا پایین رفتن تراز سطح آب
 نیز برقرار است



عمق ۲۴ - $y_2 = y_c = 0.4 = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3}$
 $0.1064 = \frac{q^2}{10} \rightarrow q = 0.8 \frac{m^3}{s.m}$
 $Q = 0.8 \times 2 = 1.6 \frac{m^3}{s}$

میل عمق ۲۴ - طریقت ۵۷ در عمق ۲۴

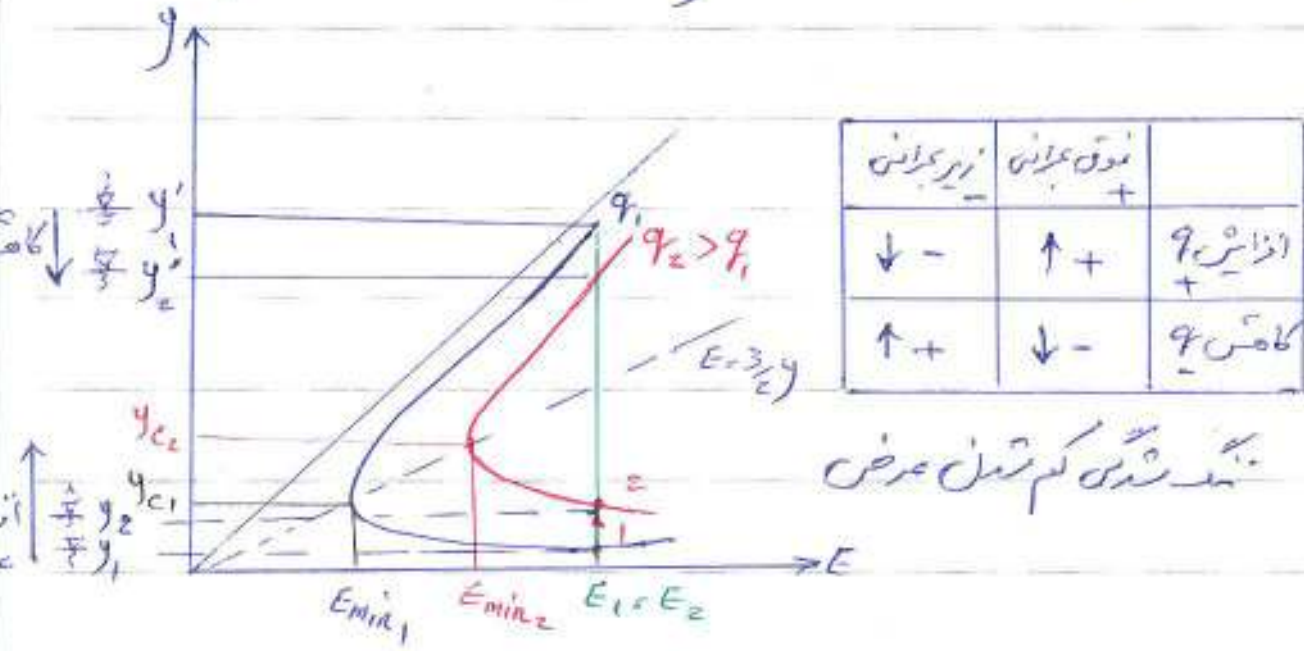
$\Delta Z = E_1 - E_2$ $E_2 = E_{min} = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \times 0.4 = 0.6 m$
 $E_1 = y_1 + \frac{q^2}{2gy_1^2} = 0.5 + \frac{0.8^2}{2 \times 10 \times 0.5^2} = 0.628 m$ $\Delta Z = 0.628 - 0.6 = 0.028 m$

ب بررسی اثر تغییر عرض کانال بر عمق

اگر عرض سطح تغییر کند در دروازه عرض نیز تغییر خواهد نمود بنابراین y_c
 و دنبال آن E_c نیز تغییر می کند در نتیجه ممکن است در خصوص جاها خواهد شد
 به طوری که منبسط آن رود و خط $E = \frac{3}{2} y_c$ حرکت خواهد کرد اگر عرض زیاد
 کم شود q زیاد خواهد شد و منبسط به سمت راست می رود با افزایش عرض
 و به این ترتیب این مطلب اتفاق می افتد

شکل زیر نحوه تغییرات عمق با تغییرات عرض مقطع را نشان می‌دهد
 برابر حالت تک‌شکلی که البته باید دیدی نیز مشابه آن است

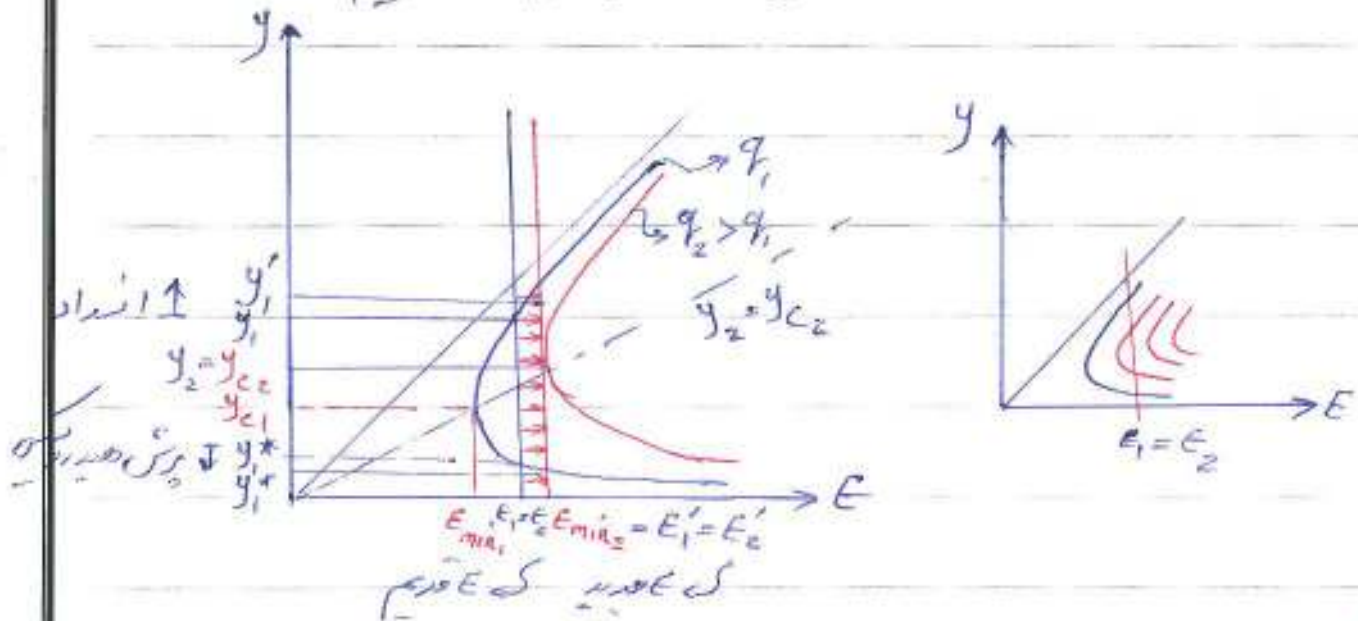
$$E_c = \frac{3}{2} y_c \uparrow \quad y_c = \left(\frac{q^2 \uparrow}{g}\right)^{1/3} \quad b q \uparrow \rightarrow E_c \uparrow$$



تک‌شکلی کم‌ترین عرض

نکته: اگر کاهش عرض در کانال به گونه‌ای باشد منحنی انرژی مخصوص با دبی
 در واحد حجم q_2 نخواهد درست راست است E_1, E_2 قرار گیرد در آن صورت
 این اجازه به آن داده نمی‌شود در این حالت E_1, E_2 نیز همراه E_{min2} حرکت
 کرده و به سمت راست می‌آید در این حالت انرژی‌ها مخصوص در هر دو مقطع
 از ۲ افزایش یافته و با E_{min1} مقطع دوم برابر شده‌اند اگر وضعیت جریان
 قبل از تک‌شکلی زیر بحرانی باشد وضعیت آن شود به صورت آمده و انرژی
 مخصوص در ابتدا تنگانه از بهر وجود من آمد که عبور جز از تک‌شکلی با E_{min2} انجام شود
 در این حالت در محل تک‌شکلی $E_c = y_c$ و قبل از آن نیز در بالا دست
 عمق افزایش یافته است در صورتی که جریان بعد از تنگانه فوق بحرانی باشد

در آن صورت در بالادست پرس هیدرولیک خواهیم داشت



تمرین ۲۵

$$E_1 = E_2 \rightarrow 4 \times \frac{3}{2} \left(\frac{q_1^2}{g} \right)^{1/3} = 3 \times \frac{3}{2} \left(\frac{q_2^2}{g} \right)^{1/3}$$

$$6 \sqrt[3]{q_1^2} = 9 \sqrt[3]{q_2^2} \rightarrow q_2 = 8q_1$$

$Q_1 = Q_2 \rightarrow q_1 b_1 = q_2 b_2 \rightarrow 4 \times 2 = 8q_1 \times b_2 \rightarrow b_2 = 0.25 \text{ m}$

$L = \frac{b_1 - b_2}{8} \rightarrow L = \frac{2 - 0.25}{8} = 14 \text{ m}$

تمرین ۲۶

$$q_1 = \frac{40\sqrt{5}}{20} = 2\sqrt{5} \rightarrow E_1 = y_1 + \frac{q_1^2}{2gy_1^2} = 2.5 + \frac{(2\sqrt{5})^2}{2 \times 10 \times 2.5^2}$$

$$= 2.67 \text{ m} = E_2$$

$q_2 = \frac{40\sqrt{5}}{10} = 4\sqrt{5}$

$E_{min2} = E_c = \frac{3}{2} \left(\frac{q_2^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{3}{2} \times \left[\frac{(4\sqrt{5})^2}{10} \right]^{1/3} = 3 \text{ m} = E_1 = E_2$

$y_2 = y_{c2} = 2 \text{ m}$

$Q = v \times y \times b \rightarrow 35.5 = v_1 \times 3.55 \times 5 \rightarrow v_1 = 2 \text{ m/s}$ - تمرین ۲۷ -

$E_1 = E_2 = E_{min_2}$

$E_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = 3.55 + \frac{2^2}{2 \times 10} = 3.75 \text{ m}$

$E_1 = E_2 = E_{min_2} = \frac{3}{2} y_{c_2} = \frac{3}{2} y_2 = 3.75 \text{ m} \rightarrow y_2 = 2.5 \text{ m}$

$v_2 = v_{c_2} = \sqrt{g y_{c_2}} = \sqrt{g y_2} = \sqrt{10 \times 2.5} = 5 \text{ m/s}$

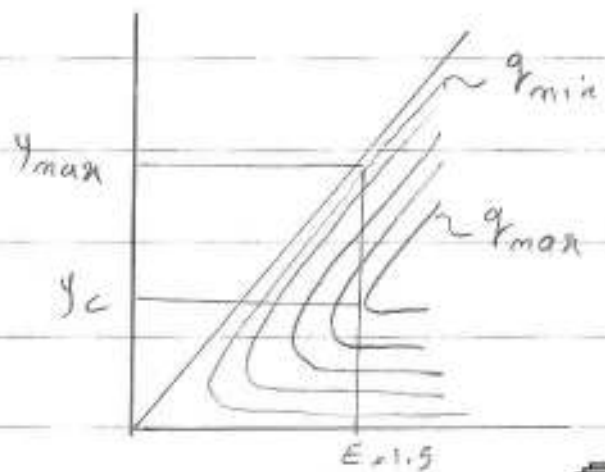
$Q_1 = Q_2 \rightarrow Q_1 = y_2 b_2 v_2 \rightarrow 35.5 = 2.5 \times (b - 0.6) \times 5 \rightarrow b = 3.4 \text{ m}$

تمرین ۲۸ - یک
 با سه طرف کانال برای این باوریم
 کاشی عرض + میان زیر برآیند +
 (+) (-)
 (مراکز ثقل - بالا آمدن)

$y_c = \left(\frac{q_{max}^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{2}{3} E_c = \frac{2}{3} \times 1.5 = 1$ - تمرین ۲۹ -

$q_{max}^2 = 10 \times 1^3 = 10 \rightarrow q_{max} = \sqrt{10}$

$E = y + \frac{q^2}{2gy^2} \rightarrow 1.5 = y_{max} + \frac{10}{2gy_{max}^2} \rightarrow y_{max} = 1.5 \text{ m}$



$$E_c = \frac{5}{4} y_c$$

تمرین ۳۰ -

تمرین ۳۱ -

$$\frac{5}{4} y_c \left\{ E_c \right. \left. \begin{array}{l} \text{ذرات} \\ \text{منظیل} \end{array} \right\} < \frac{3}{2} y_c$$

مثبت

تمرین ۳۲ -

$$E_1 = y_1 + \frac{q^2}{2gy_1^2} = y_1 + \left(\frac{q^2}{g}\right) \times \frac{1}{2y_1^2} = 2 + 1 \times \frac{1}{2 \times 2^2} = \frac{17}{8} \text{ m} \quad \text{تمرین ۳۳ -}$$

$$E_2 = E_{\min} = E_c = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \times 1 = \frac{3}{2} \text{ m}$$

$$\Delta z_c = E_1 - E_2 = \frac{17}{8} - \frac{3}{2} = \frac{5}{8} \text{ m}$$

$$E_{\min} = E_c = \frac{3}{2} y_c = 3 \rightarrow y_c = 2 \text{ m} \quad \text{تمرین ۳۴ -}$$

$$y_c^3 = \frac{q^2}{g} \rightarrow 2^3 = \frac{q^2}{g} \rightarrow q = 2\sqrt{2g} \quad Q = q \times b = 2\sqrt{2g} \times 4$$

$$Q = 8\sqrt{2g}$$

تمرین ۳۵ - با افزایش Δz و کاهش فریبندگی و ثابت است این وضعیت

تأثیرات آن را برقرار است ($\Delta z = \Delta z_c$) از این به بعد y_2 بیشترین مقدار

خودنمایی y_1 را خواهد داشت و درگیر کمتر از آن نخواهد شد در این شرایط Δz

بالاترین y_1 تعیین خواهند شد

$$\frac{q^2}{g} = \frac{2y_1^2 y_2^2}{y_1 + y_2}$$

$$\frac{q^2}{g} = \frac{2 \times 3^2 \times 0.5^2}{3 + 0.5}$$

تمرین ۳۶ - زینب

$$\rightarrow q = 3\sqrt{9/4}$$

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow v_1 A_1 = v_2 A_2 \rightarrow \left(\frac{\sqrt{g}}{2}\right) \times 4 = v_2 \times 2$$

$$E_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = 1 + \frac{g/4}{2g} = \frac{9}{8} \text{ m}$$

$$E_2 = \frac{3}{2} y_{c2} = \frac{3}{2} \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = \frac{3}{2} \times \left(\frac{9}{g}\right)^{1/3} = \frac{3}{2} \text{ m}$$

$$E_2 > E_1 \rightarrow \text{فرسایش} \rightarrow \Delta z_c = \frac{3}{2} \text{ m} - \frac{9}{8} = \frac{3}{8} \text{ m} = 37.5 \text{ cm}$$

نصل سوئز
اصل اندازه حرکت
بخش اول

رابطه اندازه حرکت و نیرو مخصوص

رابطه اندازه حرکت در کانالها با این فرض که توزیع فشار هیدرواستاتیک باشد در نهایت منجر به رابطه ساده‌تری می‌شود که با آن رابطه اندازه حرکت یا اصل اندازه حرکت می‌توانیم این رابطه را به صورت زیر بدست می‌آید

$$F_{P_1} - F_{P_2} + F_{ext} = \rho Q (\beta_2 v_2 - \beta_1 v_1)$$



$$\left. \begin{aligned} F_{P_1} &= \gamma \bar{y}_1 \cos \theta A_1 = \gamma \bar{y}_1 \cos^2 \theta A_1 \\ F_{P_2} &= \gamma \bar{y}_2 \cos \theta A_2 = \gamma \bar{y}_2 \cos^2 \theta A_2 \end{aligned} \right\} \bar{d} = \bar{y} \cos \theta$$

$$F_{ext} = W \sin \theta - F_k - F_f - F_{air}$$

$\theta < 6^\circ$, $\beta_1 = \beta_2 = 1$ (آنچه)

$$\gamma \bar{y}_1 A_1 - \gamma \bar{y}_2 A_2 + F_{ext} = \rho Q v_2 - \rho Q v_1$$

$$F_{ext} = (\rho Q v_2 + \gamma \bar{y}_2 A_2) - (\rho Q v_1 + \gamma \bar{y}_1 A_1)$$

$$\frac{F_{ext}}{\gamma} = \left(\frac{Q^2}{g A_2} + \bar{y}_2 A_2 \right) - \left(\frac{Q^2}{g A_1} + \bar{y}_1 A_1 \right)$$

$$\frac{F_{ext}}{\gamma} = F_2 - F_1$$

نیروی مخصوص

رابطه نیرو مخصوص و ترمیم خود را مربوط به آن برآوردن است:

$$F = \bar{y}A + \frac{Q^2}{gA} = \left(\frac{y}{2}\right)(by) + \frac{q^2 b^2}{g \times by}$$

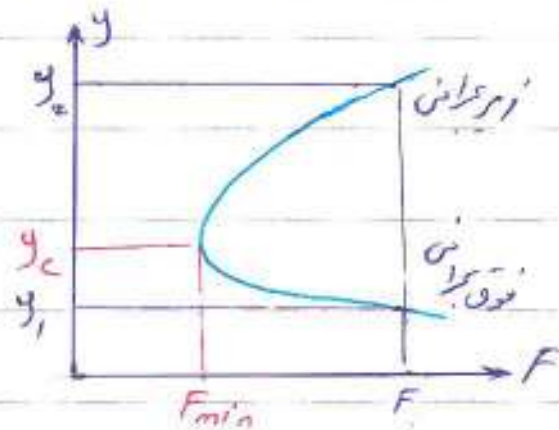
$$= b \left[\frac{y^2}{2} + \frac{q^2}{gy} \right]$$

$$\frac{dF}{dy} = 0 \rightarrow y + \frac{q^2}{g} \left(-\frac{1}{y^2}\right) = 0 \rightarrow y = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = y_c$$

نقطه مقدار F در عمق بحرانی مینیمم خواهد شد:

$$F_{min} = F_c = b \left[\frac{y_c^2}{2} + \frac{q^2}{g y_c} \right] = b \times \frac{3}{2} y_c^2 = b \times \frac{3}{2} y_c \times y_c$$

$$\frac{F_{min}}{b} = \frac{F_c}{b} = \frac{3}{2} y_c^2 = E_c y_c$$



با توجه به منحنی نیرو مخصوص مشخص است که اگر یک نیرو مخصوص ثابت
۳ عمق تساوت خواهیم داشت که یکی در شاخه زیر بحرانی و دیگری در شاخه فوق بحرانی
است که به این اعماق عمق‌ها مزدوج می‌گویند

نکته ۱: حداقل بودن نیرو مخصوص در عمق بحرانی فقط مربوط به مقاطع مستطیلی
نفسیت به عبارت دیگر مینیمم بودن نیرو مخصوص در عمق بحرانی بستگی به شکل
مقطع نداشته و به ازای هر شکل مقطع دیگری نیز این ویژگی برقرار است

نکته ۱۲: از آنجایی که نیرو مخصوص ثابت حداکثر مقدار دین در شرایط جریان بحرانی رخ می دهد

عش دوم
عش هیدرولیک

در کانالها کم عمق که جریان بصورت زیر بحرانی است اگر به وسیله ای مانند دریم جریان فوق بحرانی شود جریان مایل است به جهت اولی خود یعنی حالت زیر بحرانی برگردد در این صورت جریان ناچار من شود تا با افزایش عمق از حالت فوق بحرانی به زیر بحرانی پرتش سریع داشته باشد این اینستابا مربع جریان در حاصله از کوتاه اتفاق افتاده و توام با آن تغییر یافت اثر زیاد است این پدیده که یک جریان شقیع سریع است پرتش هیدرولیک می گویند



برای حالت فوق چون حاصل کم است بنابراین در صورت عدم وجود مانع

همین برقرار است $F_{ext} = 0$ خواهد شد و این یعنی برابر F_1 و F_2 و همین رسیدن به این نکته که عمق ها y_1 و y_2 عمق ها مزدوج هستند ارتباط این

عمق ها مزدوج به صورت زیر است (اگر $\theta < 90^\circ$) $W \sin \theta = 0$

$$F_{ext} \begin{cases} F_h = 0 & \text{(اگر مانع نباشد)} \\ F_p = 0 & \text{(برابرین در حاصله کوتاه رخ می دهد)} \end{cases} \rightarrow F_{ext} = 0$$

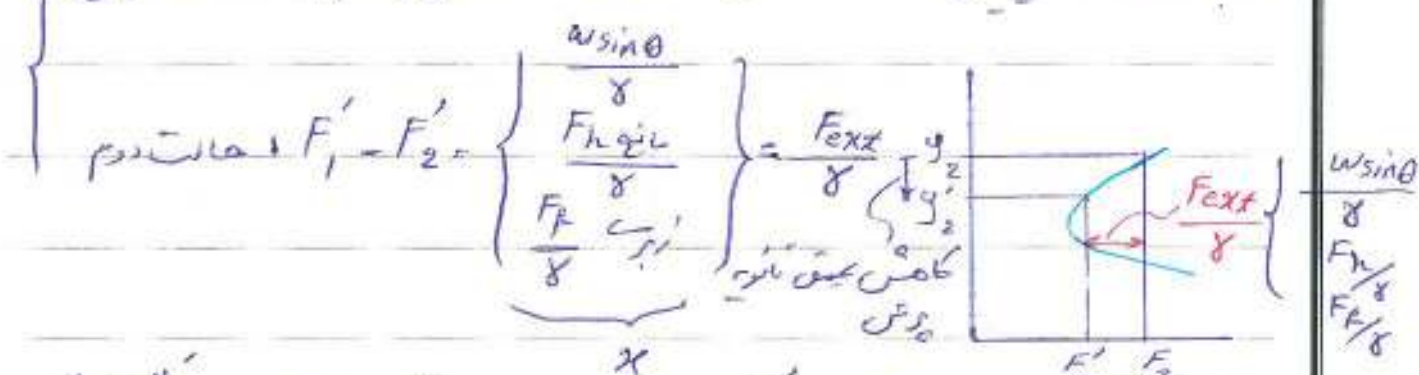
$$\left. \begin{matrix} F_{ext} = 0 \\ F_{ext} = 0 \end{matrix} \right\} F_1 = F_2$$

$$\frac{F_{ext}}{\gamma} = F_1 - F_2$$

$$\frac{y_1^2}{2} + \frac{q^2}{gy_1} = \frac{y_2^2}{2} + \frac{q^2}{gy_2} \rightarrow \begin{cases} \frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_2^2}] \\ \frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2}] \end{cases}$$

سوال: وجود مانع قوی مگنوس و برابر زیاد در تلف کانال هیدرولیک بر عمق ثانویه پرس هیدرولیک خواهد داشت فرض من کنیم که عمق اولیه پرس ثابت مانده و تغییر کنند

ثابت مانده و تغییر کنند $F_1 - F_2 = 0 \rightarrow F_1 = F_2$ حالت اول



$$y_1 = y_1' \rightarrow F_2 = F_2' = x \rightarrow F_2 = F_2 - x \rightarrow F_2 < F_2'$$

نتیجه: وجود هر یک از عوامل فوق باعث من شود عمق ثانویه پرس کاهش یابد

حال اگر این عوامل با یکدیگر ظاهر شوند طبیعتاً است که عمق ثانویه پرس باز هم کاهش یابد

دو نکته مهم در مورد پرس هیدرولیک

۱- انرژی تلف شده در طول پرس هیدرولیک همچنین توان تلفات ناشی از آن

(توان پرس) به صورت زیر بدست می آید

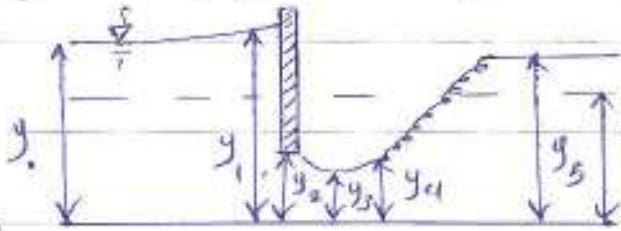
$$\Delta E = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4y_1 y_2}$$

توان پرس

$$\text{توان تلفات} = \gamma Q \Delta E$$

۲- چنانچه مقدار یک درجه انقباض اتفاق بیفتد مقدار آن پرس هیدرولیک
دائما باقیمانده در آن صورت اتفاق پرس و ارتباط آن با بلندترین صورت زیر

خواهد بود



لا: عمق نرمال جریان با توجه به افت
که شخص من باشد و با استفاده از روابط

جریان با توجه قابل محاسب است y_2 معلوم است قابل مشاهده و اندازه گیری می شود

$y_3 = y_2 \times C_c$ ضرب انقباض یافتن در یک که بصورت تجربی شخص من خواهد بود

$$E_1 = E_3 \rightarrow y_1 + \frac{q^2}{2gy_1^2} = y_3 + \frac{q^2}{2gy_3^2}$$

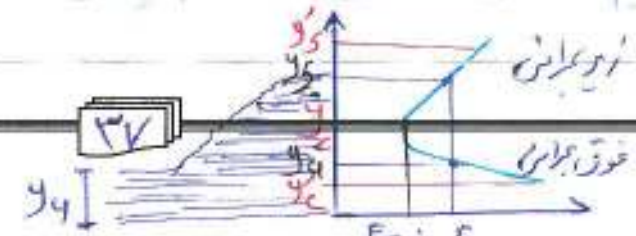
مقدار قابل تعیین است
لا: عمق نرمال جریان با این روش است که قابل اندازه گیری و محاسب است
و مخصوصاً جریان با این روش بهتر دارد

$$\frac{y_4}{y_2} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_2^2}] \rightarrow y_4$$

$$F_3 - F_1 = \frac{F_{ext} \sqrt{F_h}}{\gamma}$$

لازم به ذکر است که y_4 عمق نرمال جریان با این روش است که مخصوصاً
جریان بتنگ داشته و قابل تنظیم است بنابراین در آنجا از هر اندازه
داد تا اعتراض y_4 و y_3 کاهش می یابد و خود را y_3 نزدیک می کند به y_2
بیشتر y_3 و کاهش بیشتر y_3 می یابد و y_4 در آنجا y_2 می یابد
ملاحظه شود y_4 و y_3 هر چه در عرض پرس هیدرولیک بیشتر
تکثیر شده در حوض عمیق تر و بدین ترتیب y_4 و y_3 بیشتر
خواهد بود و در حوض کم عمق y_4 و y_3 کمتر خواهد بود

$$y_4 = y_3 = y_2 C_c$$



$$Fr_1 = \sqrt{3}$$

تمرین ۳۸

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2}] = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8 \times 3}] = 2$$

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{2}$$

$$Fr_2 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

تمرین ۳۹

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_2^2}] = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8 \times \frac{3}{8}}] = \frac{1}{2}$$

$$\frac{y_2}{y_1} = 2 = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2}] \rightarrow Fr_1 = \sqrt{3}$$

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{2}{0.5} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2}] \rightarrow Fr_1^2 = 10$$

تمرین ۴۰

$$\frac{y_c}{y_1} = Fr_1^{2/3} \rightarrow y_c = 0.5 \times 10^{1/3} = 0.5 \times (8)^{1/3} = 0.5 \times 2 = 1m$$

$$y_4 = y_3 = y_2 = y_c = 1 \times 0.5 = \frac{1}{2}$$

تمرین ۴۱

$$\frac{y_5}{y_3} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8Fr_3^2}] \quad \frac{y_c^*}{y_3} = Fr_3^{2/3} \rightarrow \frac{1.25^{1/3}}{0.5} = (Fr_3^2)^{1/3}$$

$$\rightarrow Fr_3^2 = \frac{1.25}{(1/8)} = 10 \quad y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = \left(\frac{12.5}{10}\right)^{1/3} = 1.25^{1/3}$$

$$\frac{y_5}{0.5} = \frac{1}{2} [-1 + \sqrt{1 + 8 \times 10}] \rightarrow y_5 = 2m$$

تمرین ۴۲

$$h_{loss} = \gamma Q \times \frac{(y_2 - y_1)^3}{4y_1y_2} = 10 \times 120 \times \frac{(3-1)^3}{4 \times 3 \times 1} = 8000 \text{ kW} \quad \text{تمرین ۴۳}$$

$$F_1 = F_2 \rightarrow b \left(\frac{y_1^2}{2} + \frac{q^2}{g y_1} \right) = b \left(\frac{y_2^2}{2} + \frac{q^2}{g y_2} \right) \quad \text{تمرین ۴۴}$$

$$\frac{0.5^2}{2} + \frac{q^2}{g \times 0.5} = \frac{2^2}{2} + \frac{q^2}{g \times 2}$$

$$1.5 \left(\frac{q^2}{g} \right) = \frac{15}{8} \rightarrow \frac{q^2}{g} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} \quad q = \frac{1}{2} \sqrt{5g} \rightarrow Q = 2 \times \frac{1}{2} \sqrt{5g}$$

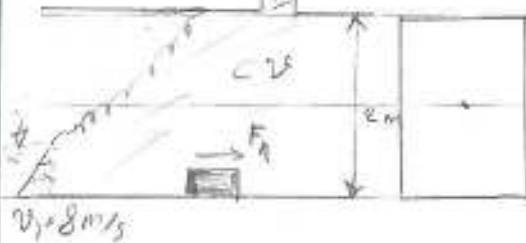
$$Q = \sqrt{5g}$$

$$F_{p_1} - F_{p_2} + F_{ext} = \rho Q (v_2 - v_1) \quad \text{تمرین ۴۵}$$

$$10^4 \times 0.25 \times (0.5 \times 1) - 10^4 \times 1.5 \times (2 \times 1) + F_H = 1000 \times (8 \times 0.5 \times 1) (2 - 8)$$

$$1250 - 30000 + F_H = -24000$$

$$F_H = 30000 - 24000 - 1250 = 4750 \text{ kN}$$



$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} \times v_1 = \frac{0.5 \times 1}{2 \times 1} \times 8 = 2 \text{ m/s}$$

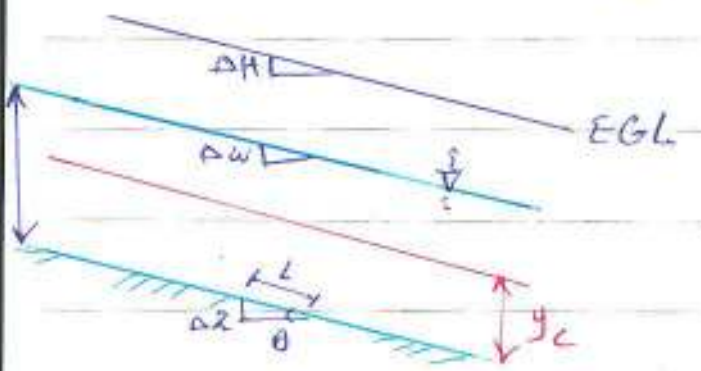
فصل چهارم

جرایب مینوافت

بخش اول

مفاهیم پایه

هنگامی که در یک کانال جریان به سمت یک عمق ثابت دستنخورده
 به سطح می رسد جریان مینوافت نامیده می شود. عبارت دیگر در جریان مینوافت
 عمق در یک مسافت طولانی از کانال ثابت است. برای یک کانال با
 عرض ثابت می توان رابطه بین تیب جریانی را به صورت زیر نوشت



$$\Delta H + \Delta W = \Delta Z$$

$$\rightarrow \frac{\Delta H}{L} + \frac{\Delta W}{L} = \frac{\Delta Z}{L}$$

$$S_f + S_w = S_b = S \sin \theta$$

$$\rightarrow S = \sin \theta$$

نکته: به لحاظ طبیعی و غیریکس جریانی مینوافت در وضعیت های زیر امکان شکل گیری ندارد

الف: در حالتی که جریانی غیر دائم باشد

ب: در حالتی که تیب سفلی مسدود شده باشد یا تنگ

ج: در حالتی که جریانی بر روی یک کانال افقی برقرار باشد (theta = 0)

بخش دوم
 تنش برش در کانالها باز

در جریان کینماتیک تنش برش متوسط در جداره کانال با استفاده از روابط

زیرین من شود

$$\rho g \left[\frac{A}{P} \right] \sin \theta$$

$$\tau_0 = \rho g R S$$

سرعت متوسط \rightarrow
 جریان در سطح کانال \rightarrow
 دانسیته \rightarrow
 ضریب ناسی که برابر با $\frac{1}{2}$ است دوم ضریب

اصطلاح کف کانال ناسی من شود

نکته ۱: اگر در رابطه بالا مقدار ضریب ثابت k برابر یک در نظر گرفته شود در آن

صورت به سرعت جریان در کانال سرعت برش گفته می شود

$$k=1 \rightarrow \tau_0 = \rho U_*^2 \rightarrow U_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = \sqrt{g R S}$$

سرعت برش $U_* = U_*$

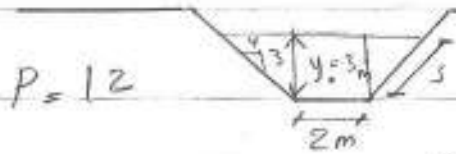
نکته ۲: اگر جریان کینماتیک نباشد در آن صورت شیب خط انرژی بیشتر از شیب کف

کانال برابر نخواهد بود در این حالت می توان مقدار شیب و ابرای مقطع مورد نظر

محاسبه کردن $\rho g R S$ - جابجایی است آورد

$$\tau_0 = \rho g R S$$

$$\frac{\Delta H}{L}$$



تمرین ۴۶ - $A = 3 \times 2 + 2 \times \frac{3 \times 4}{2} = 18$

$R = \frac{A}{P} = \frac{18}{12} = 1.5$

$Z = \delta R S = 10^4 \times 1.5 \times 0.0005 = 7.5 \frac{m}{m}$

بخش سوم
سرعت متوسط در کانال

سرعت متوسط در کانال با استفاده از رابطه زیر که رابطه شزنر نامیده می شود

$\tau_0 = \delta R S = \rho g R S$ محاسبه می گردد

$\tau_0 = k \rho v^2$

$\Rightarrow k \rho v^2 = \rho g R S \quad v = \sqrt{\frac{g}{k}} \times \sqrt{R S}$

$c = \sqrt{g/k}$
 $v = c \sqrt{R S}$
ضریب شزنر

در رابطه بالا c ضریب شزنر نامیده می شود و برابر تعیین آن در رابطه شزنر و تجربی

مختلفه ارائه شده است اما بهترین مقدار ارائه شده برابر ضریب شزنر متوسط

یک محقق اریلفنر بنام ما ایند ارائه کرده است ما ایند به صورت تجربی مقوم

شده که با $R^{1/6}$ متناسب است و بر همین اساس رابطه شزنر را به صورت

$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ از تبدیل نمود

$v = C \times R^{1/2} \times S^{1/2}$

$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$ رابطه ما ایند

نکته ۱- ضریب ستر کانال در رابطه مانتینگ تابع جنس کانال نامنظم و سطح مقطع

پوشش یا هن در کف کانال، شکل میرا، وجود مانع در مسیر عوامل مختلف است

نکته ۲- اگر گراهمم برابر رابطه مانتینگ در عمران را تعیین کنیم در آن صورت

خواهیم داشت $Q = VA = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$

نکته ۳- باتوجه به آنکه در مقاطع متعین دبی در واحد عرض تقریباً شود

با این من توان نوشت

$q = \frac{1}{n} y R^{2/3} S^{1/2}$ در سطح عرض $R=y$ $\rightarrow q = \frac{1}{n} y^{5/3} S^{1/2}$

نکته ۴- نسبت بحرانی در یک کانال مستطیل عرضی - صورت زیر قابل تعیین است

$q = \frac{1}{n} y_c^{5/3} S_c^{1/2} \rightarrow q^2 = \frac{1}{n^2} y_c^{10/3} S_c$

$y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} \rightarrow q^2 = g y_c^3$

$g y_c^3 = \frac{1}{n^2} y_c^{10/3} S_c \rightarrow S_c = g n^2 y_c^{-1/3}$

نکته ۵- در رابطه مانتینگ من توان جریان غیر کمپضاقت را در نظر گرفت و با شیب خط انرژی هم کردیم

تمرین ۴۷- $y_c = \left(\frac{10}{10}\right)^{1/3} = 1m$

$S_c = g n^2 y_c^{-1/3} = 10 \times 0.02^2 \times 1 = 0.004$

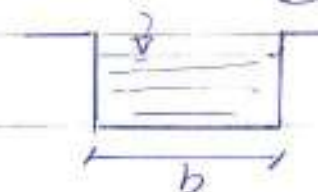
بخش چهارم
بهترین سطح هیدرولیک

بر اساس رابطه مانتینگ من توان دبی جریان را بر حسب خط انرژی به صورت

زیر نوشت $Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} = \frac{A^{5/3} S^{1/2}}{n P^{2/3}}$

واضح است که با افزایش k و n و A ثابت در جریان زبانش حد اکثر می شود که عمیق تر شده (P) حداقل مقدار ممکن را داشته باشد از این بیان برار مفروض بهترین سطح هیدرولیک استفاده کرده و آن را به صورت زیر تقریب می کنیم بهترین سطح هیدرولیک سطحی است که با ایزار مساحت ثابت دارای کمترین محیط مرطوب حداقل باشد در بین مقاطع مختلف مقطع نیم دایره بهترین سطح هیدرولیک است که با ایزار مساحت ثابت کمترین محیط مرطوب را دارد.

لازم به ذکر است که هر شکل مقطع نیز به تنهایی دارای بهترین سطح هیدرولیک مربوط به خود می باشد به عنوان مثال برای یک مقطع مستطیل داریم



$$\begin{cases} P = b + 2y \\ A = by \rightarrow b = \frac{A}{y} \end{cases} \rightarrow P = \frac{A}{y} + 2y$$

$$\frac{dP}{dy} = 0 \rightarrow -\frac{A}{y^2} + 2 = 0 \rightarrow A = 2y^2$$

$$A = by \rightarrow b = 2y$$

همانطور که ملاحظه می کنید در مقطع مستطیل بهترین سطح هیدرولیک مستطیل است که یک نیم دایره به شعاع $\frac{y}{2}$ را در خود جای دهد در حالت کلی می توان گفت بهترین سطح هیدرولیک مستطیل است که با فرض داشتن دلتا محور افقی یک هندسه منظم درست کند به طوری که بتوان یک دایره را داخل آن نگاه کرد به همین اساس می توان بهترین مقطع هیدرولیک بیضی را به صورت زیر نشان داد



$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

تمرین ۴۸

$$A = 2y^2$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2y^2}{2y + 2xy} = \frac{y}{2}$$

$$4.8 = \frac{1}{0.015} \times 2y^2 \times \left(\frac{y}{2}\right)^{2/3} \times (81 \times 10^{-6})^{1/2} \rightarrow y = 2 \text{ m}$$

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

تمرین ۴۹ - راه اول

z = 1
شیب ۱:۱

$$A = y^2$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{y^2}{2y\sqrt{1+1^2}} = \frac{y}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{y = y_c}{S = S_c} \rightarrow Q = \frac{1}{n} \times y_c^2 \times \left(\frac{y_c}{2\sqrt{2}}\right)^{2/3} \times S_c^{1/2} \rightarrow Q = \frac{1}{n^2} \times y_c^4 \times \frac{y_c^{4/3}}{2^2} \times S_c$$

$$= \frac{1}{4n^2} y_c^{16/3} S_c$$

$$\frac{1}{2} g y_c^5 = \frac{1}{4n^2} \times y_c^{16/3} S_c \rightarrow S_c = 2 g n^2 y_c^{-1/3}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \sqrt{g y_c}$$

راه دوم

$$\frac{1}{n} \left(\frac{y}{2\sqrt{2}}\right)^{2/3} \times S_c^{1/2} = \frac{\sqrt{g y}}{\sqrt{2}} \rightarrow \frac{1}{n^2} \times \frac{y_c^{4/3}}{2^2} \times S_c = \frac{g y_c}{2}$$

$$\rightarrow S_c = 2 g n^2 y_c^{-1/3}$$

$$P = b + y + \sqrt{2} y$$

تمرین ۵۰

$$A = by + \frac{y^2}{2} \rightarrow b = \frac{A}{y} - \frac{y}{2}$$

$$P = \frac{A}{y} - \frac{y}{2} + y + \sqrt{2} y \rightarrow \frac{dP}{dy} = 0 \rightarrow \frac{A}{y^2} - \frac{1}{2} + 1 + \sqrt{2}$$

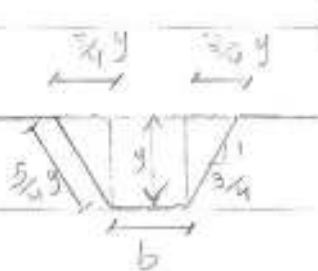
$$\rightarrow A = y^2 \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2}\right)$$

تمرین ۵۱ - ۲
 $V = C \sqrt{RS} \rightarrow S = \frac{V^2}{C^2 R}$
 $\rightarrow S_c = \frac{gD}{C^2 R} = \frac{g}{C^2} \quad (R \ll D)$

تمرین ۵۲
 $U_* = \sqrt{\frac{\tau_*}{\rho}} = \sqrt{\frac{\rho g R S}{\rho}} = \sqrt{g R S} = \sqrt{g} \times \sqrt{R S} = \sqrt{g} \times \frac{V}{C}$
 $\rightarrow V = \frac{C}{\sqrt{g}} \times U_* \quad V = C \sqrt{R C}$

تمرین ۵۳ -
 $b = \frac{2y}{\sqrt{3}} = \frac{2 \times 1.5}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$

تمرین ۵۴ -
 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{A_1}{A_2} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{2/3} \times \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{1/2}$
 $= \frac{n_2}{n_1} \times \left[\frac{A_1 R_1^{2/3}}{A_2 R_2^{2/3}} \right]$

تمرین ۵۵ -

 $P = b + 2 \times \frac{5}{4} y$
 $A = b \times y + \frac{3}{4} y^2 \rightarrow b = \frac{A}{y} - \frac{3}{4} y$
 $\rightarrow P = \frac{A}{y} - \frac{3}{4} y + \frac{5}{2} y$

$\frac{dP}{dy} = 0 \rightarrow -\frac{A}{y^2} - \frac{3}{4} + \frac{5}{2} = 0 \rightarrow A = \frac{7}{4} y^2$
 $b = \frac{7}{4} y - \frac{3}{4} y = y \quad \frac{b}{y} = 1$

تمرین ۵۶ -
 $q = \frac{1}{n} y^{5/3} S_f^{1/2} \quad z = \frac{1}{0.015} \times 1^{5/3} \times S_f^{1/2}$
 $\rightarrow S_f = 9 \times 10^{-4} \quad \tau_* = \gamma R S_f = 10^4 \times 1 \times 9 \times 10^{-4} = 9 \text{ N/m}^2$

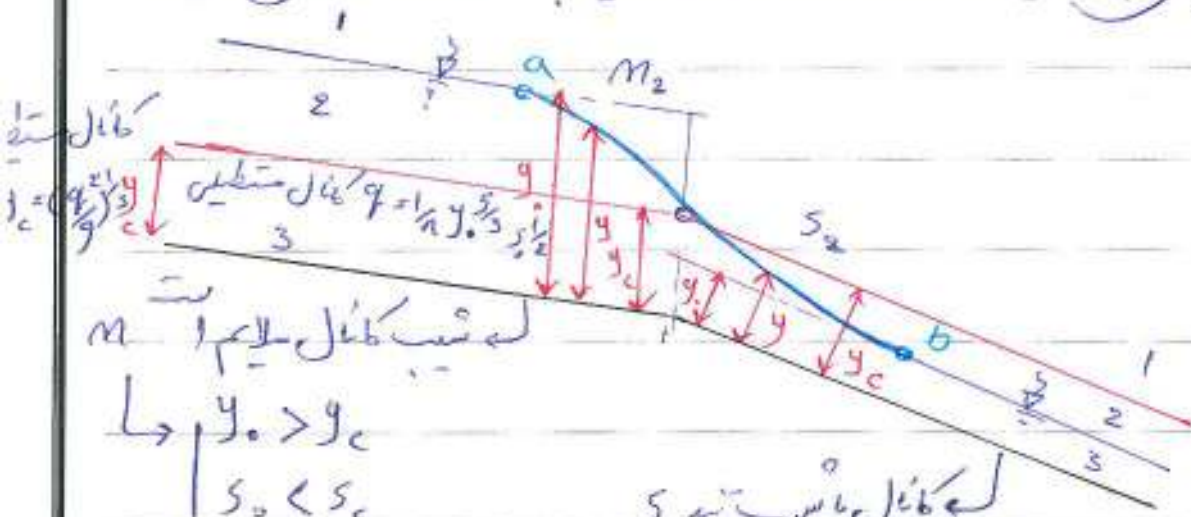
نصل بنجم

جریان متغیر تدریجی

عشق اول

شکل جریان متغیر تدریجی

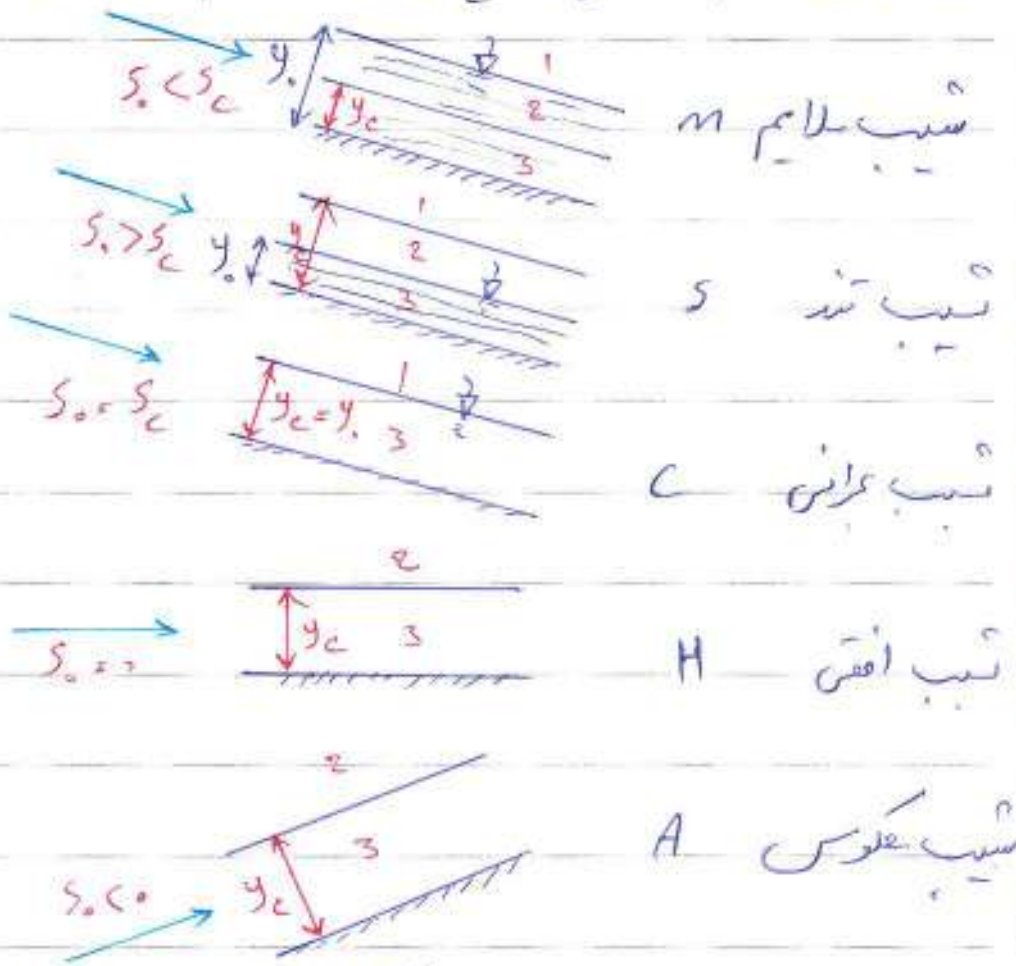
همانطور که در فصل اول گفته شد در جریان متغیر تدریجی تغییرات عمق در یک فاصله طولانی از مسیر جریان اتفاق می افتد جریان متغیر تدریجی عموماً جریان کنواخت یک کانال با شیب مشخص را به جریان نکنواخت کانال دلتیای همان مشخصات در شیب متفاوت متصل می کنند



نام گذار جریان متغیر تدریجی

جریان متغیر تدریجی می تواند از نام گذار من شود که اولاً مشخص شود در هر دو به یک کانال است یعنی با در نوع شیب کانال مرتباً با آن یعنی برودن یا با بسته معلوم شود که در آن کانال عشق جریان متغیر نسبت به عشق ها جریان کنواختش یعنی y_0 و y_c چه وضعی دارد

انواع کانالها را با یک شبیه‌سازی به شرح زیر می‌بایست لازم به ذکر است که در شکلها زیر بر حسب انواع تغییر تریسم شده است وضعیت عمق جریان متغیر (y) نسبت به y_c و y_0 نیز مورد توجه قرار گرفته است



در مورد نواحی ۱، ۲ و ۳ می‌توان گفت اگر عمق جریان متغیر کوچکتر باشد که سطح آزاد آن بالاتر از عمق y_c باشد جریان متغیر ما در ناحیه ۱ قرار دارد اما اگر عمق جریان متغیر کوچکتر از y_c باشد که سطح آزاد آب پایین‌تر از عمقها y_c و y_0 باشد جریان متغیر در ناحیه ۳ قرار گرفته است برزجاستر مهم که عمق جریان متغیر بین y_c و y_0 باشد جریان متغیر در ناحیه ۲ واقع شده است

معادله دینامیک جریان متغیر در عرض و حالت‌ها مختلف شکل زیر بر مبنای سطح آزاد آب

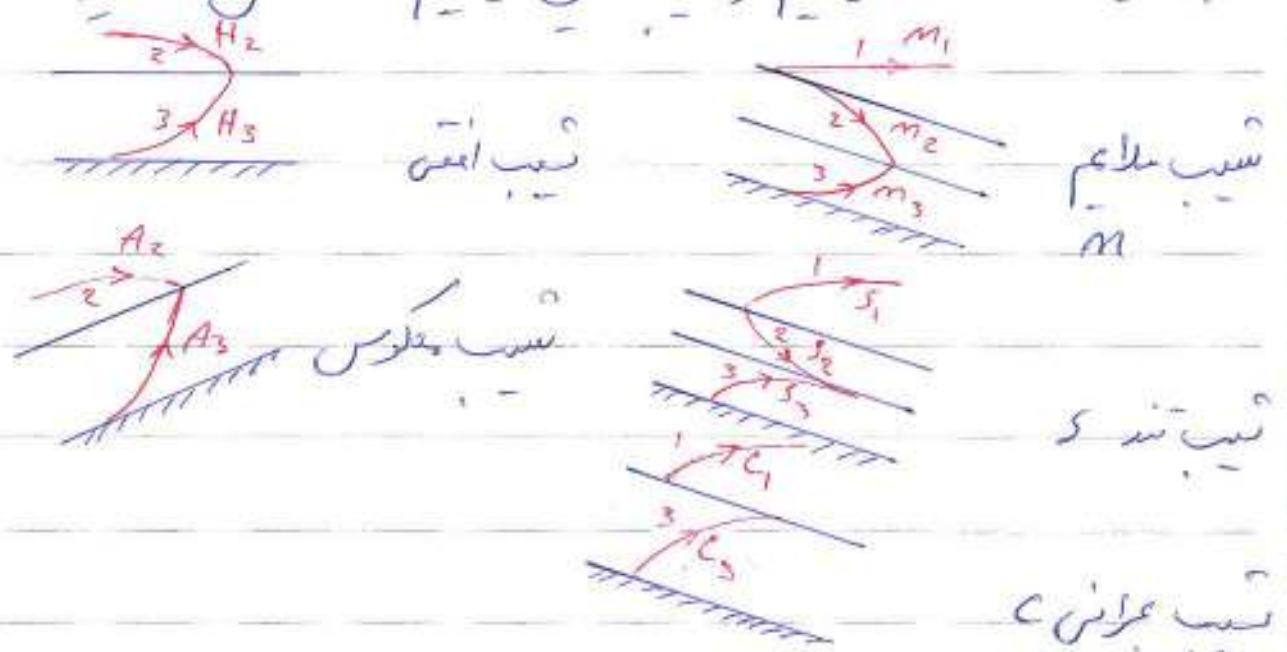
در جریان متغیر در عرض فرض می‌شود که h بوده و توزیع فشار هیدرواستاتیک است. با این دو فرض و انجام یک سری عملیات ریاضی می‌توان معادله حاکم بر جریان‌ها متغیر در عرض را به صورت زیر بدست آورد. **نسبت کانال**

نسبت خط انرژی $S_0 - S_f$ $\frac{dy}{dx}$

عدد فرود جریان متغیر $1 - Fr^2$

تغییرات عمق جریان

اگر در یک نام از جریان dy/dx مثبت باشد یعنی جریان در آن ناحیه افزایش عمق داشته است که آن را آب من گوییم چنانچه dy/dx باشد نشان دهنده کاهش عمق است که به آن فرو آب گفته می‌شود. با توجه به معادله جریان متغیر در عرض می‌توان بر مبنای سطح آزاد آب را در حالت‌ها مختلف ترسیم کرد. نتیجتاً این ترسیم‌ها در شکل‌ها زیر آمده است.



باتوجه به پروفیل‌ها ترسیم شده می‌توانیم نکات زیر اشاره کرد
۱- در نواحی یک و سه همواره افتراش عمیق و در ناحیه دو همیشه کاهش عمق

داریم

۲- تمام پروفیل‌ها یک ردیف جز یک زیر بحرانی هستند این در حالی است
که همه پروفیل‌ها سه و پروفیل ۲ که فوق بحرانی می‌باشند

تمرین ۵۷- $q = \frac{1}{n} y^{5/3} S^{1/2}$ $y = 0.9 \text{ m}$

$1 = \frac{1}{0.02} \times y^{5/3} \times (0.0004)^{1/2} \rightarrow y = 1 \text{ m}$

$y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = \left(\frac{12}{10}\right)^{1/3} \approx \left(\frac{1}{8}\right)^{1/3} = 0.5$ $y > y_c \Rightarrow M_2$

تمرین ۵۸- $q = \frac{Q}{b} = \frac{4}{4} = 1$ $y = 1.2 \text{ m}$ $y_c = 1 \text{ m}$

$y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = \left(\frac{1}{8}\right)^{1/3} = 0.5$ $y > y_c \Rightarrow M_1$

تمرین ۵۹- فرض کنیم به علت طغیان شده طولانی در جریان تغییر تدریجی

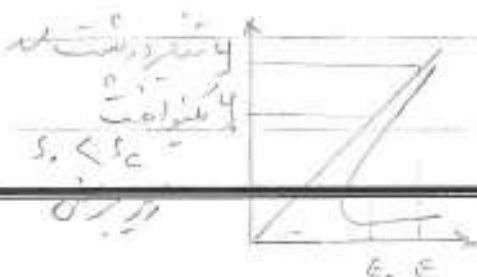
قطعا مقدار افت داشته و کاهش می‌یابد

انرژی مخصوص افتراش در پایینتر از عمق بحرانی بطور محسوس به تبع افتراش

من باجهور زمان کم است در نتیجه افت عمده بیشتر از عمق بحرانی حالت پهنه

زیر بحرانی بودن جریان می‌توان از دو نمودار انرژی مخصوص این موضوع را از نظر

علاوه بر این



تمرین ۴۰ - گزیده

تمرین ۴۱ - گزیده

تمرین ۴۲ -

$$A_2 \left| \frac{dy}{dx} < 0 \right. \text{ (موج ۲)}$$

$$F_r < 1 \rightarrow 1 - F_r^2 > 0 \quad \rightarrow \quad \frac{S_2 - S_1}{4} < 0 \rightarrow S_2 < S_1$$

تمرین ۴۳ - گزیده

تمرین ۴۴ - گزیده

$$\left| \frac{dy}{dx} < 0 \right. \text{ (موج ۲)}$$

$$F_r > 1 \rightarrow 1 - F_r^2 < 0$$

تمرین ۴۵ - جریان زیر بحرانی است $S_2 < S_1$

بخش دوم

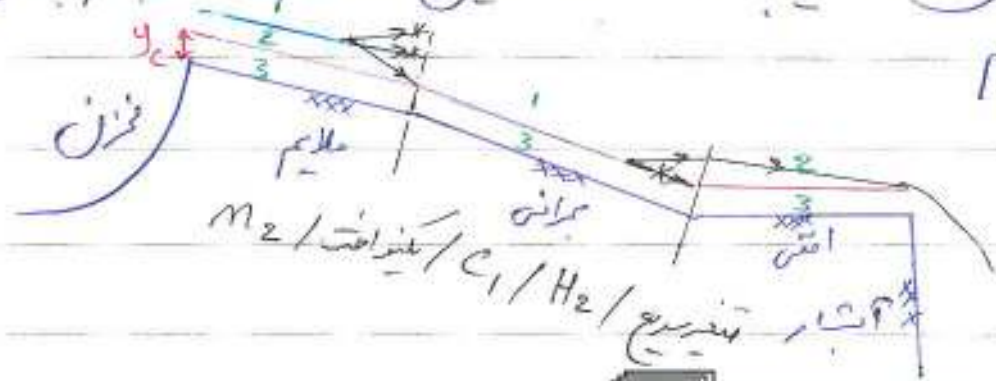
رسم پروفیل‌ها سطح آزاد آب در جریان‌ها متغیر در کس

برای رسم پروفیل سطح آزاد آب در جریان‌ها متغیر در کس که از به هم

پیوستن تعداد در کانال با شیب‌ها مختلف تشکیل شده اند مطابق با شکل زیر

زیر عمل هر کنیم

تمرین ۴۶



انتشار / تنزیح / H_2 / C_1 / M_2 / M_2 / M_2

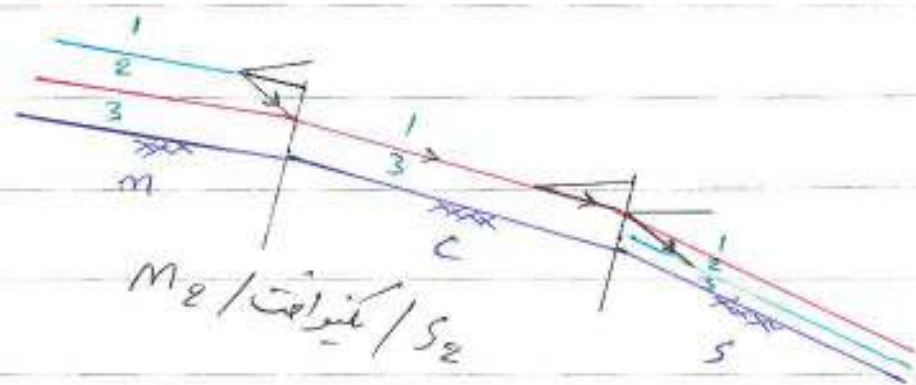
گام اول: ابتدا عمق جریان را به طور فرضی مشخص کرده و چون این عمق در تمام طول مسیر جریان ثابت است خطی عمق جریان را برابر طول متر به طول پیوسته و موازی با کف کانال رسم می کنیم

گام دوم: عمق جریان را با توجه به شیب کانال به صورت تقریبی ترسیم می کنیم که می تواند بزرگتر، کوچکتر یا مساوی آن باشد در اصلاً وجود داشته باشد (A و H)

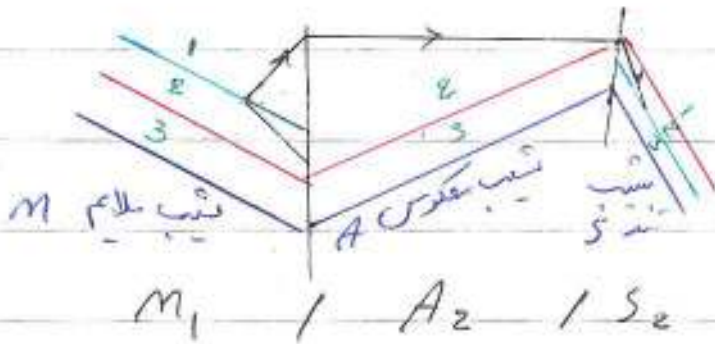
گام سوم: نواحی یک، دو و سه را در هر کانال مشخص کرده در عمق می کنیم عمق های جریان کانال ها را به هم برسانیم

گام چهارم: از آنجایی که هم رسیدن عمق های جریان در دو کانال مختلف مستلزم تغییرات تدریجی عمق است بنابراین لزوم تشکیل جریان متغیر تدریجی بین دو کانال با عمق های مختلف احساس می شود در این حالت باید توجه داشت قانون هاگن بر معادله جریان تغییر برقرار باشد یعنی در نواحی یک و سه هست اما در نواحی دو در نواحی عمق داشته باشیم لازم است که وضعیت پروژه را ترسیم شده در یک کانال مرتبط با کانال بعد از خود می باشد

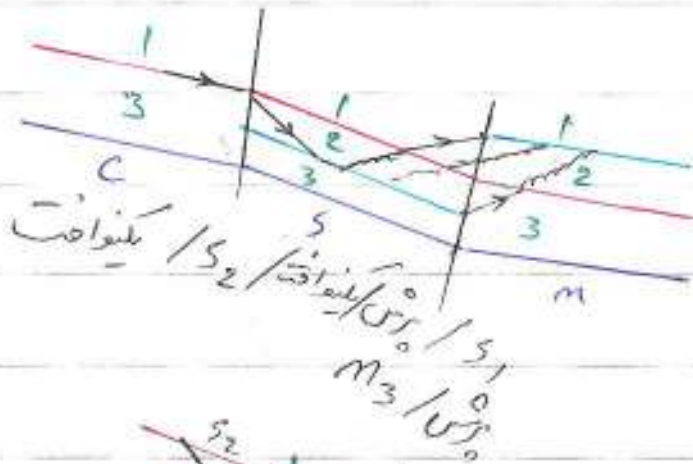
تمرین ۴۷



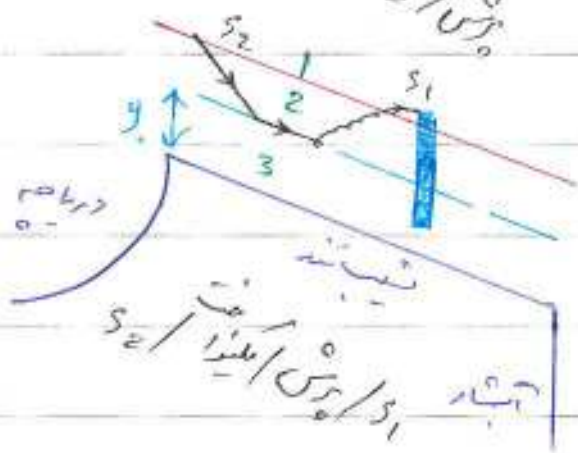
تمرین ۶۸ -



تمرین ۶۹ -



تمرین ۷۰ -



نکته: اگر نخواهیم حاصل طول فوتیج از جریان تغییر تدریجی را بدست آوریم در آن صورت می توانیم به اطلاعات صورت سوال از هر یک از

دور روش زیر استفاده کنیم روش نام براب

$$a - \Delta x = \frac{E_2 - E_1}{S_2 - S_1} \rightarrow \left(\frac{S_{F1} + S_{F2}}{2} \right)$$

روش اولی

$$b - \Delta x = \frac{y_2 - y_1}{\left[\frac{\left(\frac{dy}{dx} \right) + \left(\frac{dy}{dx} \right)}{2} \right]}$$

۵۳

تمرین ۷۱ -

$$q = \frac{1}{n} y^{5/3} S_f^{1/2}$$

$$2.5 = \frac{1}{0.02} \times 1^{5/3} \times S_f^{1/2} \rightarrow S_f = 2.5 \times 10^{-3}$$

تمرین ۷۲ -

$$\Delta x = \frac{y_2 - y_1}{\left[\left(\frac{dy}{dx} \right)_1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)_2 \right] \left(\frac{0.0007 + 0.0009}{2} \right)} = 2.56$$

تمرین ۷۳ -

$$E = y_1 + \frac{v_1^2}{2g}$$

$$v_1 = \frac{Q}{A} = \frac{4}{2^2} = 1 \text{ m/s} \rightarrow E_1 = 2 + \frac{1^2}{2 \times 10} = 2.05 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{4}{1^2} = 4 \text{ m/s} \rightarrow E_2 = 1 + \frac{4^2}{2 \times 10} = 1.8 \text{ m}$$

$$\Delta x = \frac{1.8 - 2.05}{0.0007 + 0.0009} = 1.0 \text{ cm}$$

تمرین ۷۴ - گزینش ۳ M_2

تمرین ۷۵ -

$$y = 1.6 \text{ m}$$

$$y_0 = 2.3 \text{ m}$$

$$y_0 > y_c > y \quad M_2$$

$$y_c = \left(\frac{8}{10} \right)^{1/3} = 0.927 \text{ m}$$

$$y_0 = 0.65$$

$$y_c > y > y_0 \rightarrow S_2$$

$$y = 0.8$$

$$y_c = \left(\frac{4}{10} \right)^{1/3} = 0.74 \text{ m} > 1$$

به نام خدا

تمرینات هیدرولیک کانالهای باز آمادگی کنکور کارشناسی ارشد

استاد: مهندس ساسان امیر افشاری

آموزشگاه سری عمران

امیر نجف زاده

تابستان ۹۱

①

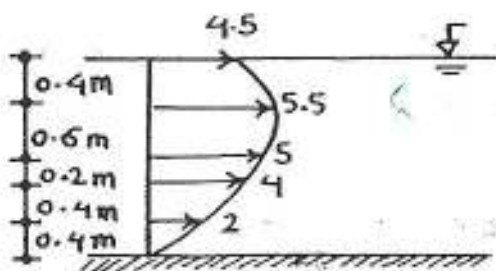
هیدروکنیک / سری عمران - فصل اول (اصول و مفاهیم اولیه هیدروکنیک)

(نهمین) ۱ - در یک مانال با مقطع مستطیل، برای مقایسه شعاع هیدروکنیک مقطع جریان با عمق جریان، کدام عبارت صحیح است؟
(کنکور سراسری - ۷۹)

- ۱) شعاع هیدروکنیک برابر عمق می باشد.
- ۲) شعاع هیدروکنیک همواره بزرگتر از عمق می باشد.
- ۳) شعاع هیدروکنیک همواره کوچکتر از عمق می باشد.
- ۴) بزرگتر یا کوچکتر بودن شعاع هیدروکنیک از عمق جریان تابع اجزای مقطع می باشد.

(نهمین) ۲ - در یک مانال ذوزنقه ای با شیب کنارهای می بید (۱:۱) که در آن عمق جریان خنثی بزرگتر از گف می باشد. نسبت عمق هیدروکنیک به شعاع هیدروکنیک تقریباً چقدر است؟
(کنکور سراسری - ۸۱)

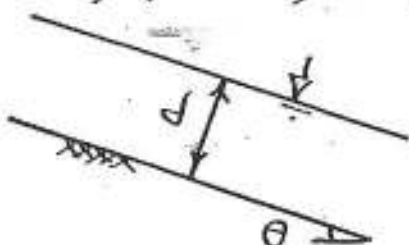
(نهمین) ۳ - در مانالی مطابق شکل زیر به عرض ۴ متر، منحنی توزیع سرعت حقیقی در عمق مانال نشان داده شده است. سرعت متوسط جریان در مانال چند $\frac{m}{s}$ است؟ (توزیع سرعت داده شده در عرض مانال تغییر نمی کند)



سرعت هابر حسن $\frac{m}{s}$ می باشد.

(۲)

(نهمین) ۴ - یک کانال با ابعاد θ زاویه ای بسیار کم فشار در کف (بر حسب ارتفاع ستون آب) برابر
 عمق d شود؟ اگر قرار باشد خط HGL در سمت در وسط سطح آب
 قرار گیرد در آن صورت θ چقدر خواهد شد؟ (گنبد سراسری - ۷۳ و ۸۲)

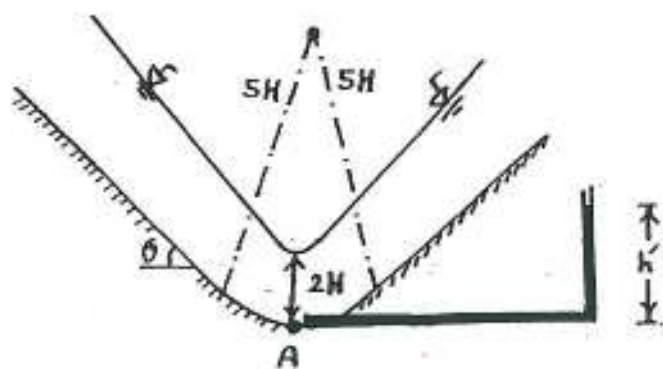


(نهمین) ۵ - سطح تقریبی مایع در پیرومتری که در کف کانال با انحنای محدب در صفحه قائم
 کار گذاشته شده است، منطبق بر کدام تراز داده شده در شکل من باشد؟

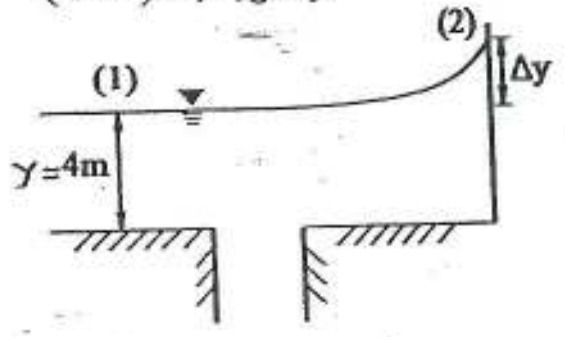
(گنبد سراسری - ۸۰)



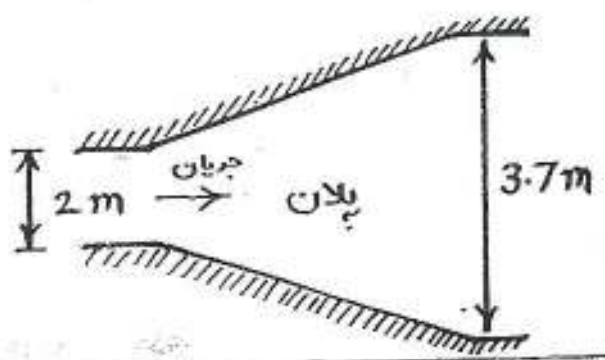
(نهمین) ۶ - در شکل مقابل اگر ارتفاع معادل هر سرعت در نقطه A برابر $2H$ باشد، ارتفاع
 آب پیرومتر نصب شده در کف کانال در قسمت منحنی شکل (نقطه A) کدام
 است؟ ($h' = ?$)



(تمرین ۷) - در شل زیر آب با عمق ۳ و سرعت 4 m/s در کانال مستطیلی که استوایی آن مسدود است، از طریق درجه‌ای به خدج جریان دارد. برائشاس معادله انرژی مقدار Δy برابر است با: $(g = 10 \text{ m/s}^2)$ (کنکور سراسری - ۷۳)



(تمرین ۸) - برای اتصال دو کانال مستطیلی به عرض های ۲ و 3.7 متر از یک تبدیل تدریجی خفنی استفاده شده است. اگر عمق آب در ابتدای تبدیل 1.85 متر و سرعت متوسط آب در آن 2 m/s باشد، با صرف نظر کردن از کثیفه تلفات عمق آب بعد از تبدیل برابر است با: $(g = 10 \text{ m/s}^2)$ (کنکور سراسری - ۷۴)



- ۱۱) ۱ متر
- ۱۲) ۱.۵ متر
- ۱۳) ۱.۵ متر
- ۱۴) ۲ متر

(تمرین ۹) - در اثر پرتاب سنگ در یک کانال مستطیلی، موجی که به سمت پایین دست می‌رود، فاصله ۱۵ متر را در ۱۰ ثانیه طی می‌کند و موجی که به سمت بالا دست می‌رود، فاصله ۵ متر را در همین مدت طی خواهد کرد. دبی در واحد عرض (q) چند $\text{m}^3/\text{s.m}$ است؟

۱۰- در شکل زیر جریان در بالادست با سرعت V و عمق y برقرار است و از مجرای قائم نشان داده شده به آرامی خارج می‌شود. در صورتی که Δy افزایش تراز سطح آب پشت بند انحرافی و نسبت به Δy کوچک باشد، مقدار Δy چقدر است و از کدام رابطه به دست می‌آید؟



(۱) $\frac{V^2}{g}$ و از رابطه انرژی $\frac{V^2}{g}$ (۲) و از رابطه اندازه حرکت

(۳) $\frac{V^2}{2g}$ و از رابطه انرژی $\frac{V^2}{2g}$ (۴) و از رابطه اندازه حرکت

(سراسری - ۹۰)

۱۱- در یک کانال مستطیلی به عرض $2m$ ، یک دسته آشفتگی با سرعت $3 m/s$ به سمت پایین دست و یک دسته آشفتگی با سرعت $1 m/s$ به سمت بالادست جریان در حرکت هستند. دبی کانال چند متر مکعب بر ثانیه است؟

(۱) $\frac{4}{g}$ (۲) $\frac{8}{g}$ (۳) $\frac{12}{g}$ (۴) $\frac{16}{g}$

(سراسری - ۹۰)

۱۲- در مورد خط تراز هیدرولیکی در یک کانال باز کدام گزینه درست است؟

- (۱) همواره خط تراز هیدرولیکی منطبق بر سطح آزاد آب است.
- (۲) خط تراز هیدرولیکی همواره بالاتر از سطح آزاد آب است.
- (۳) خط تراز هیدرولیکی ممکن است پایین‌تر یا بالاتر از سطح آزاد آب باشد.
- (۴) با توجه به شیب کانال خط تراز هیدرولیکی ممکن است منطبق بر سطح آب یا مقداری پایین‌تر از آن باشد.

(سراسری - ۹۱)

فصل دوم (اصل انرژی در کانال‌های باز)

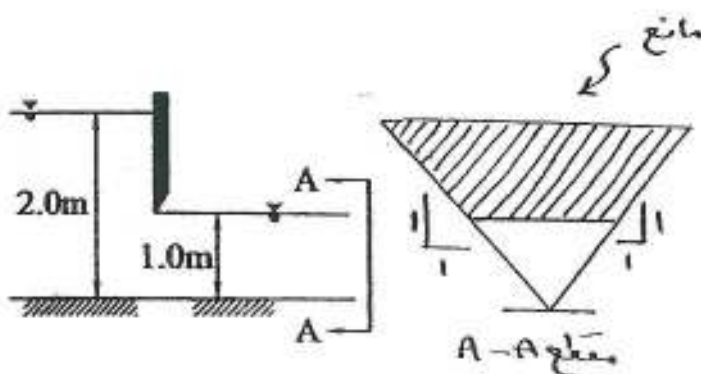
۱۳- (تیمین) مطابق شکل، صفحه‌ها شش‌ضلعی هستند که به صورت یک مانع در مسیر جریان آب و در

کانال مستوی با شیب جانبی ۱:۱ قرار گرفته است. اگر عمق جریان در قبال مانع برابر ۲ متر

و پس از مانع برابر ۱ متر باشد، مقدار انرژی مخصوص در سمت قبل از مانع کدام است؟

($\alpha = \beta = 1$ و از افت انرژی موضعی صرف نظر می‌شود.)

(گزینه‌ها: ۱ - ۸)

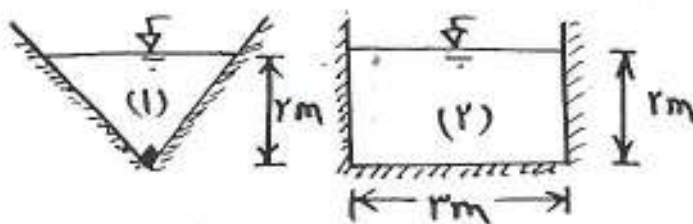


- ۱) ۲.۵ متر
- ۲) ۲ متر
- ۳) ۳ متر
- ۴) $2\frac{1}{15}$ متر

۱۴- (تیمین) در جریان در هر دو کانال از شکل زیر یکسان است. اگر انرژی مخصوص جریان

در مقطع (۱) برابر ۲.۵ متر آب باشد، انرژی مخصوص جریان در مقطع (۲) معادل

چند متر آب است؟



(۶)

(سومین) ۱۵ - چنانچه در تیف کانال مستطیلی جریان با عدد فرود ۲۸ در حال عبور باشد، نسبت

انرژی مخصوص این جریان به عمق جریان چقدر است؟

(گنودر سراسری - ۸۲)

(سومین) ۱۶ - در تیف کانال با مقطع مستطیلی جریان با وضعیت مجرای برقرار بوده و ارتفاع معادل

سدهت برابر h می باشد. اگر g شتاب جاذبه باشد، دبی جریان یا مته در واحد

عرض این کانال کدام است؟

(گنودر سراسری - ۸۰)

(سومین) ۱۷ - در تیف کانال ذوزنقه‌ای با شیب دیواره یک به یک، عرض کف ۳ متر و انرژی مخصوص

۴٫۱ متر می باشد. عمق مجرای برابر کدامیک از اعداد زیر است؟

(گنودر سراسری - ۷۹)

(۱) ۲٫۹ متر

(۲) ۱ متر

(۳) ۱٫۱ متر

(۴) ۲٫۲۵ متر

(تمرین ۱۸) - برای کانال با مقطع مثلثی و زاویه راس ۹۰ درجه، دبی $1 \text{ m}^3/\text{s}$ و شیب دو در هزار، عمق بحرانی چقدر است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$ (گفتاور سراسری - ۷۴)

$$(1) \frac{1}{5} (0.2)$$

$$(2) \frac{1}{2} (0.2)$$

$$(3) 3 - \text{میلیدام}$$

(تمرین ۱۹) - عمق های متناظر انرژی محضین مساوی (مانند E) در یک کانال با مقطع بسیار عمیق به ترتیب $h_1 = 2$ و $h_2 = 3$ متر می باشد. با فرض $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ، مقدار دبی در واحد عرض کانال (۴) برابر است با: $(\text{m}^3/\text{s.m})$ (گفتاور سراسری - ۷۲)

(تمرین ۲۰) - اگر در یک کانال مستطیلی شیب، عدد فرود برای عمق های متفاوت باین انرژی محضین ثابت بترتیب ۲ و ۸ باشد، نسبت عمق های متناوب چقدر می باشد؟ (گفتاور سراسری - ۷۵)

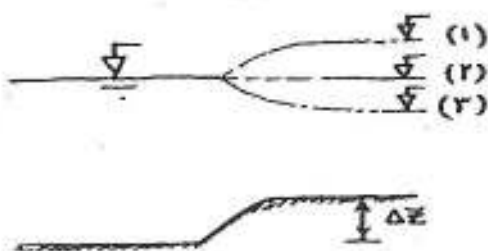
(سرن ۲۱) - در کانال با مقطع مستطیلی حداقل انرژی محضوی جریان $E_{min} = 3 \text{ m}$ است. اگر عرض این کانال ۵ متر باشد، دبی جریان تقریباً چقدر است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$
 (کنفرانس سراسری - ۷۴)

(سرن ۲۲) - در کانال مستطیلی با عرض ۴ متر، جریان تکنواخت با عمق ۲٫۵ متر و بادین مشخص برقرار است. در صورتی که حداقل انرژی محضوی لازم برای عبور این دبی ۳ متر باشد، عدد فرود جریان تکنواخت برابر کدامی از مقادیر زیر است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$
 (کنفرانس سراسری - ۸۲)

(۱) ۰٫۸ (۲) $0.8\sqrt{7}$

(۳) ۱٫۲۵ (۴) $\frac{5\sqrt{5}}{8}$

(سرن ۲۳) - کدام عبارت درباره سطح آزاد آب روی پیرامون موضعی ایجاد شده در لفظ کانال، صحیح است؟



(۱) به هنگام جریان فوق بحرانی، سطح آزاد آب در محل برآمدگی نسبت به بالا دست، پایین تر می آید.

(۲) به هنگام جریان زیر بحرانی، سطح آزاد آب در محل برآمدگی نسبت به بالا دست، بالاتر می آید.

(۳) به هنگام جریان فوق بحرانی، سطح آزاد آب در محل برآمدگی نسبت به بالا دست تغییری نمی کند.

(۴) به هنگام جریان زیر بحرانی، سطح آزاد آب در محل برآمدگی نسبت به بالا دست، پایین تر می آید.

(نهمین) ۲۴ - کانال مستطیلی شغل با پهنای ۲ متر مورد نظر است. عمق آب بر روی بستر

برآمدگی در این کانال مساوی ۴۰ cm و در بالا دست آن مساوی ۵۰ cm است.

در صورتی که کمترین افزایش در ارتفاع برآمدگی باعث افزایش عمق آب در

($\nu = 1.0 \text{ m}^2/\text{s}^2$)

بالا دست شود، دین کانال چند m^3/s است؟

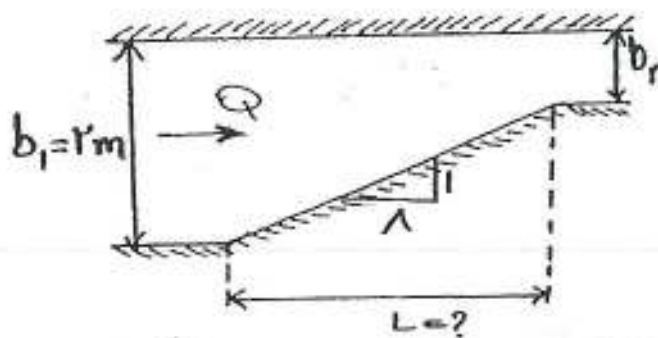
(گزینه سیراسر - ۷۸)

(تیرین) ۲۵ - عرض لنگ کانال مستطیلی، مطابق شغل و با نسبت ۱:۸ گاهستی می یابد.

اگر انرژی محضون جریان قبل از شروع تنگ شدن، ۴ برابر انرژی محضون

مداخل در همان مقطع باشد ($E_1 = 4E_{min}$)، حداقل طول L که به ازای

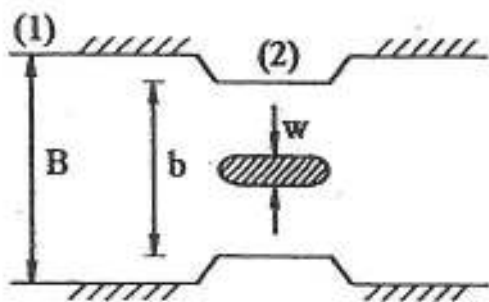
آن انداد رخ ندهد چند متر است؟



(تکمیل ۲۶) - در رودخانه‌ای به عرض ۲۰ متر با مقطع مستطیلی، دبی $۳۰\sqrt{۵}$ مترمکعب بر ثانیه با عمق متفاوت ۱٫۵ متر جریان دارد. در محل احداث پل درگستر خاگردی، عرض رودخانه به ۱۰ متر کاهش داده شده است. اگر افت انرژی موضعی صرف نفوذ شود، عمق جریان در مقطع تنگ شده کدام است؟ $(g = ۱۰ \text{ m/s}^2)$
 (گفتاور سراسری - ۸۲)

(تکمیل ۲۷) - در کانال مستطیلی با عرض $B = ۵ \text{ m}$ ، عمق آب در مقطع (۱) برابر $۳٫۵۵ \text{ m}$ و دبی جریان برابر $۳۵٫۵ \text{ m}^3/\text{s}$ است. در مسیر این کانال قرار است که یک پایه پل به ضخامت $۰٫۶ \text{ m}$ احداث گردد. بدون در نظر گرفتن افت انرژی، عرض دهانه در فاریابی (b) چند متر باشد تا اسناد درخ دهد؟ (شیب تنگ $۰٫۱۱۰ \text{ m}^2/\text{s}$ است)

(گفتاور سراسری - ۸۰)



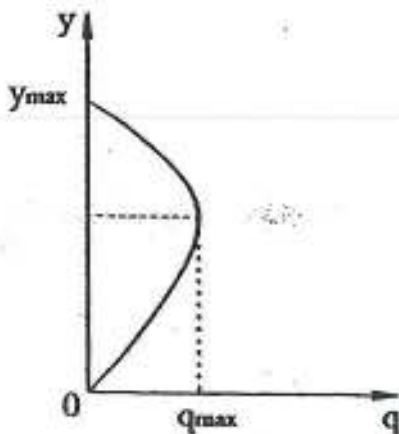
(سوال ۲۸) - عرض جریان در یک کانال مستطیلی متغیر با جریان زیر بحرانی به آرامی کاهش داده می شود. اگر بخواهیم تراز سطح آب تعیین کنند:

(گزینه سراسری - ۷۷)

- ۱) باید تراز کف کانال را پایین ببریم.
- ۲) باید تراز کف کانال را بالا ببریم.
- ۳) باید تراز کف را ثابت نگه داریم.
- ۴) در صورت عمق تعیین نمی کند.

(سوال ۲۹) - در یک کانال مستطیلی، آب با دین ثابت Q و انرژی ثابت $E = 1.5m$ جریان دارد. اگر منحنی ترسیم شده، منحنی تعیینات دین در واحد عرض در برابر عمق به ازای این انرژی محفوظ ثابت باشد، q_{max} و y_{max} به ترتیب با کدام دین برابر باشند؟ $(g = 10m/s^2)$

(گزینه سراسری - ۸۱)



۳۰ - در کانال مثلثی با شیب جداره $z = 2$ (۱ عمودی: ۲ افقی) جریان بحرانی است. انرژی مخصوص چقدر است؟

$E = \frac{5}{4} y_c$ (۲)
 $E = \frac{3}{4} y_c$ (۳)
 $E = \frac{4}{5} y_c$ (۲)
 $E = \frac{2}{3} y_c$ (۱)

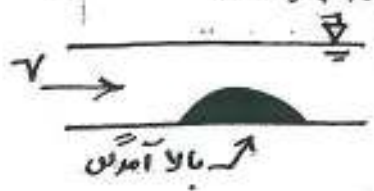
(سراسری - ۱۹)

۳۱ - در یک کانال دوزنقه‌ای در حالتی که رژیم جریان بحرانی باشد، چه رابطه‌ای بین انرژی مخصوص بحرانی و عمق بحرانی وجود دارد؟

$E_c > \frac{3}{4} y_c$ (۲)
 $E_c = \frac{3}{4} y_c$ (۳)
 $E_c \geq \frac{3}{4} y_c$ (۲)
 $E_c < \frac{3}{4} y_c$ (۱)

(سراسری - ۹۰)

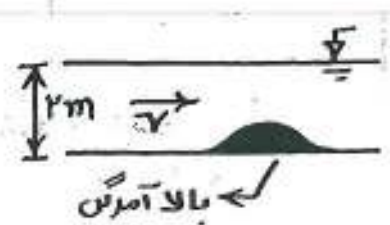
۳۲ - در یک کانال افقی جریان آب از روی یک برآمدگی نرم عبور می‌کند. در صورتی که رژیم جریان در کانال به ترتیب زیر بحرانی و فوق بحرانی باشد، تراز سطح آب در بالای محل برآمدگی نسبت به حالت قبل از وجود برآمدگی به ترتیب چگونه است؟



- (۱) بالاتر، بالاتر
- (۲) بالاتر، پایین‌تر
- (۳) پایین‌تر، بالاتر
- (۴) پایین‌تر، پایین‌تر

(سراسری - ۹۰)

۳۳ - در یک کانال مستطیلی، جریان به عمق ۲m و سرعت V جاری است. اگر عمق بحرانی جریان ۱m باشد، حداکثر بالا آمدگی کف کانال که پدیده انسداد اتفاق نیفتد چند متر است؟



- (۱) $\frac{1}{4}$
- (۲) $\frac{5}{16}$
- (۳) $\frac{1}{2}$
- (۴) $\frac{5}{8}$

(سراسری - ۹۰)

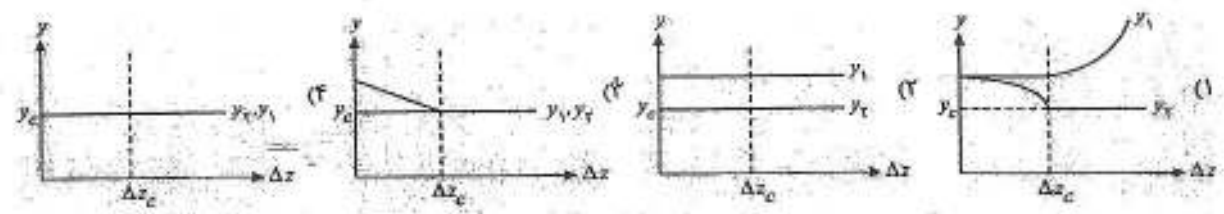
۳۴ - در یک کانال مستطیلی به عرض ۲ متر، حداقل انرژی مخصوص جریان ۳ متر است. مقدار حداکثر دبی جریان در این کانال چقدر است؟ (g شتاب ثقل است.)

$4\sqrt{2g}$ (۲)
 $4\sqrt{g}$ (۳)
 $8\sqrt{g}$ (۲)
 $4\sqrt{g}$ (۱)

(سراسری - ۹۰)

۳۵

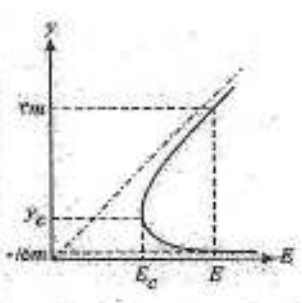
در وضعیت انسداد جریان در یک کانال روباز در اثر وجود برآمدگی در کف Δz ، کدام یک از اشکال زیر رابطه بین عمق قبل از مانع (y_1) و عمق روی مانع (y_2) با ارتفاع برآمدگی در کف (Δz) را نشان می‌دهد؟ (جریان زیر بحرانی)



(سراسری - ۹۱)

۳۶

در یک کانال مستطیلی، منحنی انرژی مخصوص مطابق شکل است. دبی واحد عرض کانال q چند متر مربع بر ثانیه است؟

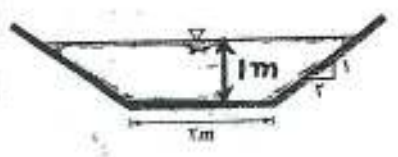


- (۱) $2\sqrt{\frac{E}{Y}}$
- (۲) $2\sqrt{\frac{E}{14}}$
- (۳) $2\sqrt{\frac{E}{5}}$
- (۴) $\sqrt{\frac{E}{Y}}$

(سراسری - ۹۱)

۳۷

مطابق شکل یک کانال دوزنقه‌ای جریان آب با سرعت $\frac{\sqrt{g}}{2}$ متر بر ثانیه را حمل می‌کند. این کانال در ادامه مسیر به یک کانال مستطیلی به عرض ۲ متر برخورد می‌کند. اگر از یک تبدیل ملایم و بدون افت انرژی برای اتصال دو کانال استفاده شده باشد؛ برای ورود جریان آب به کانال مستطیلی بدون ایجاد انسداد جریان، کف کانال مستطیلی نسبت به کف کانال دوزنقه‌ای چقدر اختلاف دارد؟ (g شتاب ثقل است.)



- (۱) ۱۲/۵ سانتی‌متر و بالاتر
- (۲) هم‌تراز
- (۳) ۲۵ سانتی‌متر و پایین‌تر
- (۴) ۳۷/۵ سانتی‌متر و پایین‌تر

(سراسری - ۹۱)

مفصل سوم (اصل اندازه صرف در کانال های باز)

(نمونه ۳۸) - اگر عدد فرود جریان در یک کانال مستطیلی قبل از پرش برابر $\sqrt{3}$

باشد نسبت عمق های مزدوج $(\frac{y_1}{y_2})$ چند است؟

(گزینه سراسری - ۸۱)

(نمونه ۳۹) - اگر عدد فرود در جریان زیر بحرانی بعد از یک پرش هیدرولیکی برابر

$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{2}}$ باشد، عدد فرود جریان فوق بحرانی پرش هیدرولیکی
چند است؟

(گزینه سراسری - ۷۶)

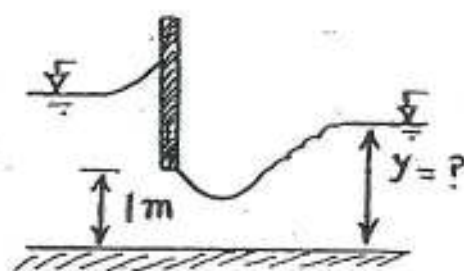
(نمونه ۴۰) - در یک کانال افقی با مقطع مستطیلی عمیق جریان قبل و بعد از پرش

هیدرولیکی به ترتیب $\frac{1}{5}$ و ۲ متر باشند. عمق بحرانی تقریباً چند

متر است؟

(گزینه سراسری - ۷۵)

۴۱- جریان بادی در واحد عرض $\frac{5\sqrt{2}}{2} \frac{m^3}{s.m}$ در کانال مستطیلی مثل زیر برقرار است. اگر در عبور جریان از زیر دریچه عمق بازشدگی یک متر و ضریب منسردگی دریچه $\frac{1}{5}$ متر باشد، عمق کانال در پایین دست پرش حداقل چه قدر می تواند باشد تا بعد از دریچه پرش مستغرق تشکیل نشود؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



۴۲- در یک کانال عرض افقی، رابطه بین نیروی مخصوص بحرانی f_c در واحد عرض و انرژی مخصوص بحرانی E_c و عمق بحرانی y_c با کدام یک از روابط زیر بیان می شود؟

$$f_c = \frac{2E_c}{y_c} \quad (۴)$$

$$f_c = \frac{E_c}{2y_c} \quad (۳)$$

$$f_c = E_c y_c \quad (۲)$$

$$f_c = \frac{y_c}{E_c} \quad (۱)$$

(مدراسی - ۸۹)

۴۳

در یک کانال مستطیلی افقی، پرش هیدرولیکی تشکیل شده است. در صورتی که عمق‌های مزدوج پرش هیدرولیکی $h_1 = 1m$ و $h_2 = 3m$ و دبی جریان $Q = 120 m^3/s$ باشد. توان تلف شده ناشی از تشکیل پدیده پرش هیدرولیکی چند کیلووات خواهد شد؟ (وزن مخصوص آب $10^4 N/m^3$ لحاظ شود)

- (۱) ۲۰۰
- (۲) ۸۰۰
- (۳) ۴۰۰
- (۴) ۱۶۰۰

(سراسری - ۸۹)

۴۴

در یک کانال مستطیلی به عرض ۲ متر، عمق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی به ترتیب ۰/۵ متر و ۲ متر است. دبی کانال بر حسب متر مکعب بر ثانیه چقدر است؟

- (۱) $0.5\sqrt{5g}$
- (۲) $2\sqrt{5g}$
- (۳) $2\sqrt{5g}$
- (۴) $4\sqrt{5g}$

(سراسری - ۹۰)

۴۵

پرش هیدرولیکی در یک کالورت سرپوشیده مطابق شکل اتفاق افتاده و بلوک بتنی در مسیر واقع شده است. اگر عرض جریان ۱ متر فرض شود، نیروی وارد بر بلوک بتنی چند نیوتن می‌باشد؟ ($\rho_w = 1000 kg/m^3$, $g = 10 m/s^2$)



- (۱) ۵۲۷۵
- (۲) ۴۷۵۰
- (۳) ۹۵۰۰
- (۴) ۱۰۵۵۰

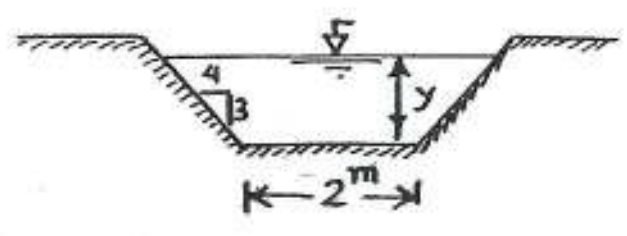
(سراسری - ۹۱)

معمل چهارم (جریان تکینوافت)

(تمرین ۴۶) - در کانالی با مقطع زوزنقه ای به عرض کف ۲m و شیب جانبی ۱ عمق ۴ و قائم ۳ و شیب کف ۵/۱۰۰۰۰ آب با عمق نرمال ۳ متر در جریان است . تنش برشی متوسط حامل از جریان آب روی بستر کانال چند

$\frac{N}{m^2}$ می باشد ؟ $(\gamma_w = 10 \frac{N}{m^3})$

(تلفظ سراسری ۷۳)



(تمرین ۴۷) - جریان در یک کانال مستطیل بسیار عمیق با دین $\sqrt{10} \frac{m^3}{s.m}$ در حالت جریان جاری می باشد . اگر منزیم مانینگ $n = 0.02$ باشد و شتاب ثقل $10 \frac{m}{s^2}$ در نظر گرفته شود ، در آن صورت شیب بستر کانال چند است ؟

(تلفظ سراسری - ۷۲)

۴۸- (تمرین) کانال مستطیلی با پوشش آفری ($n = 0.015$) و دارای شیب 10×10^{-6} مری باشد. اگر دین کانال $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ باشد، برای بهترین مقطع هیدروکلیک، عمق جریان چقدر است؟

(کنترل سراسری - ۷۷)

- (۱) ۱m (۲) ۱.۲m (۳) ۲m (۴) هیچکدام

۴۹- (تمرین) در یک کانال مثلثی با بهترین مقطع هیدروکلیک، جریان متناوب در حالت جریان برقرار است. شیب کف کانال در این حالت کدام است؟

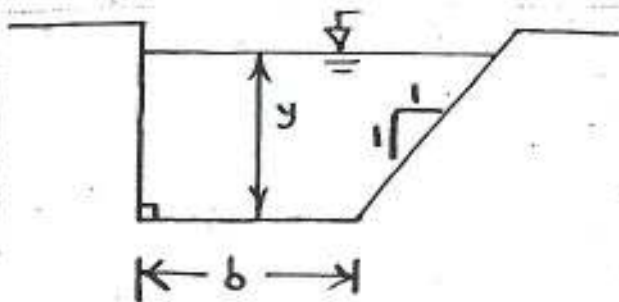
$$S_c = \sqrt[3]{2} gn^2 y_c^{-1/3} \quad (۱)$$

$$S_c = gn^2 y_c^{-1/3} \quad (۲)$$

$$S_c = \sqrt{2} gn^2 y_c^{-1/3} \quad (۳)$$

$$S_c = 2gn^2 y_c^{-1/3} \quad (۴)$$

۵۰- (تمرین) یک مهندس مزاج در نظر دارد که مقطع نشان داده شده در شکل را با توجه به اصول بهترین مقطع هیدروکلیک مزاج نماید. چه رابطه‌ای بانیسی بین مساحت (A) و عمق جریان (y) برقرار باشد تا بهترین مقطع هیدروکلیک برقرار باشد؟



$$A = 2y^2 \quad (۱)$$

$$A = (\sqrt{2} + \frac{1}{\sqrt{2}}) y^2 \quad (۲)$$

$$A = (2\sqrt{2} - 1) y^2 \quad (۳)$$

$$A = (2\sqrt{2} + 1) y^2 \quad (۴)$$

(کنترل سراسری - ۷۹)

۵۱- در یک کانال مستطیلی عرض با ضریب شزی C ، شیب بحرانی S_c با کدام یک از روابط زیر توصیف می‌شود؟ (g شتاب ثقل می‌باشد)

$S_c = \frac{\sqrt{g}}{C}$ (۲)

$S_c = \sqrt{g}C$ (۳)

$S_c = \frac{g}{C^2}$ (۴)

$S_c = \frac{g}{C}$ (۱)

(سراسری - ۱۹)

۵۲- رابطه بین سرعت جریان آب V و سرعت پرشی آن u_* در یک جریان با سطح آزاد، با کدام یک از روابط زیر بیان می‌شود؟ (C ضریب شزی و g شتاب ثقل می‌باشد)

$V = \frac{C\sqrt{g}}{u_*}$ (۴)

$V = \frac{\sqrt{g}}{C} u_*$ (۳)

$V = C\sqrt{g}u_*$ (۲)

$V = \frac{C}{\sqrt{g}} u_*$ (۱)

(سراسری - ۱۹)

۵۳- در یک کانال با مقطع دوزنقه‌ای، آب با عمق $h = 1.75$ m جریان دارد. برای حالتی که این کانال کم‌ترین محیط تر شده را داشته باشد، عرض کانال در کف آن چند متر باید باشد؟

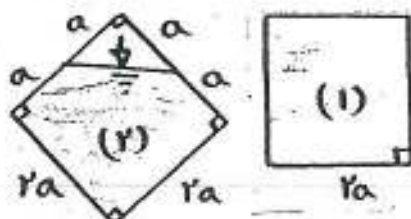
$\frac{2\sqrt{3}}{3}$ (۴)

$\frac{2}{\sqrt{3}}$ (۳)

$2\sqrt{3}$ (۲)

$\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۱)

(سراسری - ۱۹)



۵۴- در دو مقطع مقابل جریان به صورت آزاد برقرار است. در صورتی که ضریب زبری

در مقطع (۱) n_1 و در مقطع (۲) n_2 باشد، نسبت ظرفیت انتقال مقطع (۱) به مقطع

(۲) کدام است؟ هر دو مقطع بر روی شیب S_0 قرار دارند و k عدد بدون بعد است.

$ka^{\frac{2}{3}} \frac{n_2}{n_1}$ (۴)

$ka^{\frac{2}{3}} \frac{n_1}{n_2}$ (۳)

$k \frac{n_2}{n_1}$ (۲)

$ka^{\frac{2}{3}} \frac{n_1}{n_2}$ (۱)

(سراسری - ۱۹)

۵۵ - در یک مقطع بهینه دوزنقدهای شکل با شیب جانبی (افقی) $\frac{3}{4}$: (توانم) ۱، نسبت عرض کف به عمق جریان چقدر است؟

$\frac{3}{4}$ (۴)

$\frac{3}{2}$ (۳)

$\frac{3}{2}$ (۲)

۱ (۱)

(سراسری - ۹۱)

۵۶ - دبی واحد عرض در یک کانال مستطیلی عرض $2m^2/s$ است. در یک مقطع از این کانال عمق جریان $1m$ بوده و ضریب زبری

مانینگ $n = 0.015$ و شیب کف کانال $S_0 = 0.0012$ می باشد. اگر $\gamma_w = 10000 N/m^3$ باشد، تنش برشی در کف کانال در مقطع موردنظر

چند نیوتن بر متر مربع است؟

۱۲ (۴)

۹ (۳)

۲/۳۵ (۲)

۶ (۱)

(سراسری - ۹۱)

فصل پنجم (جریان متغیر تدریجی)

(تمرین ۵۷) - در یک کانال مستطیل با عرض $b = ۰.۲$ و $S_0 = ۰.۰۰۰۴$ ، دبی جریان در واحد عرض کانال $۱ \text{ m}^3/\text{s}$ است. اگر عمق جریان در مقطع از کانال ۰.۹ متر باشد، سطح آب در آن مقطع، بخشی از منبرخ جریان متغیر تدریجی از کدام نوع است؟ $(g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

(کنکور سراسری - ۷۶)

M_1 (۱) M_2 (۲)

S_1 (۳) M_3 (۴)

(تمرین ۵۸) - در کانال مستطیل با عرض $b = ۴$ متر و شیب طولی $S_0 = ۰.۰۰۱$ ، آب با دبی $۴ \text{ m}^3/\text{s}$ و عمق ۱.۵ متر (نرمال) امر جریان دارد. در جریان متغیر تدریجی که در این کانال به وقوع پیوسته، عمق جریان در مقطع از کانال ۲ متر بوده است. نوع منبرخ جریان متغیر تدریجی کدام است؟ $(g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

(کنکور سراسری - ۷۸)

M_1 (۲) M_3 (۱)

S_3 (۴) S_2 (۳)

(تمرین ۵۹) - در یک جریان متغیر تدریجی مطابق شکل زیر، کدام عبارت در مورد انرژی کل و انرژی محض در جهت جریان صادق است؟

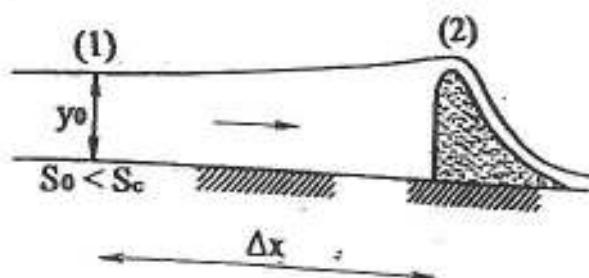
(کنکور سراسری - ۷۹)

(۱) هر دو کاهش می یابند.

(۲) هر دو افزایش می یابند.

(۳) انرژی کل افزایش و انرژی محض کاهش می یابد.

(۴) انرژی کل کاهش و انرژی محض افزایش می یابد.



(گزینه ۶) - در جریان متغیر تدریجی و در ناحیه سوم، عمق در جهت جریان

(گزینه سراسری - ۷۳)

(۱) همواره افزایش می‌یابد.

(۲) همواره کاهش می‌یابد.

(۳) بستگی رژیم جریان کاهش یا افزایش می‌یابد.

(۴) بستگی شیب کف کانال کاهش یا افزایش می‌یابد.

(گزینه ۲۱) - با توجه به معادله تغییر تدریجی $\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^2}$ ، بطوریکه S_0 و S_f

به ترتیب شیب بستر و شیب خط انرژی و F_r عدد فرود است. اگر عمق

جریان (y) حد واسط عمق بحرانی جریان و عمق نرمال جریان باشد

(گزینه سراسری - ۷۴)

(۱) تغییر جریان از نوع M_2 و $\frac{dy}{dx} < 0$ است.

(۲) تغییر جریان از نوع M_2 و $\frac{dy}{dx} > 0$ است.

(۳) تغییر جریان از نوع M_3 و $\frac{dy}{dx} < 0$ است.

(۴) تغییر جریان از نوع M_3 و $\frac{dy}{dx} > 0$ است.

(گزینه ۱۲) - در یک کانال با شیب معلوم یک تغییر A_p تشکیل شده است. کدام یک از حالت‌ها

زیر در تغییر صحیح است؟

(گزینه سراسری - ۷۶)

(۱) $S_w = S_0 = S_f$

(۲) $S_f < S_0$

(۳) $S_f = S_0$

(۴) $S_f > S_0$

(تمرین ۲۳) - در طول یک نیمرف S_p ، شیب خط انرژی

(نگور سراسری - ۷)

(۱) با شیب کف برابر است .

(۲) صغراست .

(۳) از شیب کف کمتر است .

(۴) از شیب کف بیشتر است .

(تمرین ۲۴) - در معادله در عرفانیک جریان متغیر تدریجی $\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - Fr^2}$ ، برای

نیمرف S_p ، علامت صورت و مخرج برابر گدایی از حالات زیر است ؟

(نگور سراسری - ۸۱)

(۱) $\frac{-}{-}$ (۲) $\frac{+}{-}$

(۳) $\frac{-}{+}$ (۴) $\frac{+}{+}$

(تمرین ۲۵) - اگر در مقطع از بی کانال باز $Fr < 1$ و شیب خط انرژی کوچکتر از شیب بستر کانال باشد

امکان تشکیل کدام نوع نیمرف وجود دارد ؟

(نگور سراسری - ۸۱)

(۱) S_p

(۲) S_p

(۳) M_p

(۴) S_1

(نمره ۶۶) - برای شغل زیر با فرض طول بودن قطعات کانال، کدام نمیرخ های سطح آزاد (با شروع از سمت راست در زمینه ها) صحیح است؟

(گزینه سراسری - ۷۲)



(۱) $H_2 < C_1 < M_2 < M_1$

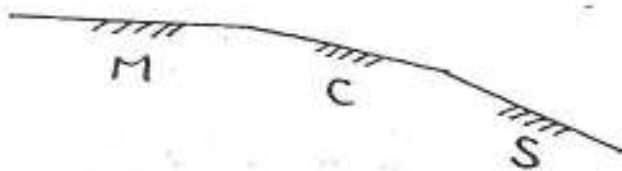
(۲) $H_2 < C_1 < M_2$

(۳) $H_2 < C_2 < M_2 < M_1$

(۴) $H_2 < C_2 < M_1$

(نمره ۶۷) - در شغل زیر با فرض طول بودن کانال ها، کدام ترتیب نمیرخ های سطح آزاد، به ترتیب در جهت حرکت صحیح است؟

(گزینه سراسری - ۷۴)



(۱) $S_2 < C_1 < M_2$

(۲) $S_2 < C_2 < M_2$

(۳) $S_2 < C_2 < H_2$

(۴) $S_2 < M_2$

(نمره ۶۸) - در شغل نشان داده شده کانال بی با شیب ملایم و تند، طولانی بوده و کانال با شیب متغی (مخلوس) دارای طول محدود و مشخصی می باشد. جریان نرمال در کانال با شیب ملایم برقرار است. در مسیر این جریان امکان شغل گیری چه نمیرخ های به ترتیب از بالا دست ممکن می باشد؟ (کانال ها مستوی هستند.)

(گزینه سراسری - ۸۰)



(۱) $S_2 < A_2 < M_1$

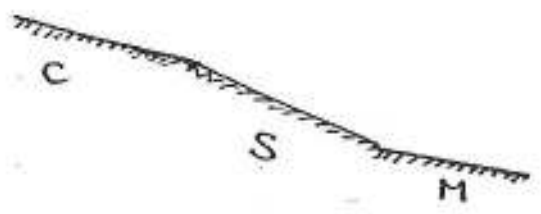
(۲) $S_2 < A_2 < M_2$

(۳) $S_2 < A_3 < M_3$

(۴) هیچگونه نمیرخ در مسیر جریان شغل نمی گزید

(تمرین ۶۹) - کدام تریس برای تمریف‌های متغیر تدریجی و موقعتیت پرش تشکیل شده در طول کانال زیر با شروع از بالا دست در و به پایین دست محتمل است؟

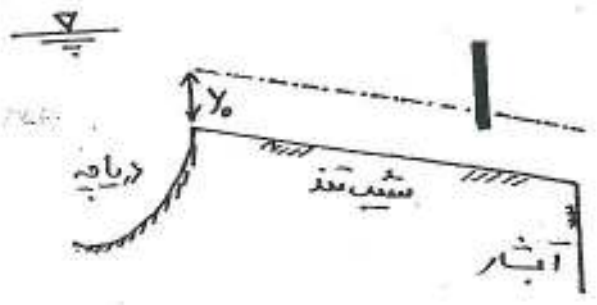
(کنکور سراسری - ۷۵)



- (۱) S_1 ، پرش، S_2
- (۲) پرش، M_3 ، C_3
- (۳) M_1 ، پرش، S_2
- (۴) M_1 ، پرش، C_3

(تمرین ۷۰) - کانال با شیب تدریجاً دریاچه ای آبی میزد. در نتیجه کشویی روی کانال قرار دارد. این کانال در آنها بصورت آبشار (ریش آزاد) ختم می شود. اگر این کانال در بالا دست طولانی باشد، چه نوع جریان و تمریف‌هایی بتدریب از مدخل کانال تا دریاچه کشویی در کانال شکل می گیرد؟

(کنکور سراسری ۸۰ و ۸۲)



- (۱) S_2 - یکنواخت - S_1
- (۲) S_1 - پرش - S_2
- (۳) S_1 - پرش - S_3
- (۴) S_2 - یکنواخت - پرش - S_1

(نمبر ۷۱) - جریان غیر یکنواختی در کانال مستطیلی عرضی با دبی $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ در حال عبور است. شیب طولی کف کانال 0.005 و ضریب مانع 0.2 است. اگر در مقطع از جریان عمق جریان کمتر باشد، شیب خط انرژی در آن مقطع کدام است؟

(گزینه سراسری - ۸۰)

(نمبر ۷۲) - اگر معادله دینامیک حاکم بر جریان متغیر تدریجی در یک کانال ذوزنقه‌ای

$$\text{شعرت } \frac{dy}{dx} = f(y) \text{ بیان گردد و مقادیر } f(y) \text{ در دو مقطع با عمق ۳ و}$$

۳٫۲ متر به ترتیب برابر 0.0007 و 0.0009 باشند، فاصله طولی بین این

دو مقطع بر حسب متر چقدر است؟

(گزینه سراسری - ۸۱)

(نمبر ۷۳) - آب به صورت جریان متغیر تدریجی در یک کانال افقی با مقطع مثلثی و با زاویه

راس 90° با دبی $4 \text{ m}^3/\text{s}$ در جریان است. اگر عمق جریان و شیب خط انرژی

در مقطع شماره ۱ از جریان به ترتیب 2 m و 4×10^{-4} برابر شده باشند و اگر این

مقادیر برای مقطع شماره ۲ از جریان به ترتیب 1 m و 4.84×10^{-3} باشند، فاصله طولی

بین دو مقطع کدام است؟ ($\alpha = \beta = 1$ و $\beta = 1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (گزینه سراسری - ۷۹)

۷۴ - در کانال مستطیلی عرضی، دبی در واحد عرض کانال $1 \text{ m}^2/\text{sec}$ با عمق 0.19 m جریان دارد. اگر در این کانال ضریب مالشیگ 0.02 و شیب کف کانال $S = 0.0004$ باشد و نمرخی از نوع جریان متغیر تدریجی وجود داشته باشد، نوع این نمرخ عبارتست از:

$(g = 10 \text{ m/s}^2)$

- M_2 (۱)
- M_2 (۲)
- M_2 (۳)
- S_2 (۴)

(سراسری - ۸۹)

۷۵ - در یک جریان متغیر تدریجی عمق نقطه‌ای از پروفیل سطح آب $1/6$ متر و عمق نرمال $2/3$ متر و شدت جریان در واحد عرض $9 \frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m}}$ می‌باشد. در این صورت پروفیل سطح آب کدام است؟

- M_2 (۱)
- M_2 (۲)
- S_2 (۳)
- S_2 (۴)

(سراسری - ۹۰)

۷۶ - در یک کانال مستطیلی جریان متغیر تدریجی شکل گرفته است. دبی کانال $8 \text{ m}^3/\text{s}$ و عرض آن 2 متر است. اگر عمق جریان یکنواخت در آن 0.165 متر باشد و عمق نقطه‌ای از پروفیل سطح آب 0.18 m باشد، پروفیل سطح آب کدام است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

- S_2 (۱)
- M_2 (۲)
- C_1 یا S_1 (۳)
- M_2 یا S_2 (۴)

(سراسری - ۹۱)

