سلم تصحيح مادة "منشآت مائية"
السنة الرابعة - فصل أول - للعام الدراسي ٢٠٢٣ - ٢٠٢٤

السؤال الاول (12) درجة :

عند تصميم العبارة هناك بعض الاعتبارات التصميمية في تحديد العناصر التالية:

1-التصريف,2- منسوب الماء امام العبارة 3- ميل وابعادالعبارة,4- السرع المسموحة,5- مدخل ومخرج العبارة ,6- محور العبارة

وضح كيف يمكن تحديد هذه الاعتبارات ؟

- **التصريف :عادة تؤخذ عدة تصاريف عند تصميم العبارة .**
- تصريف أدنى (يؤخذ عادة تصريف موافق لفترة تكرار 2 سنة) يجب أن يضمن سرعة التنظيف الذاتي (self –Cleaning velocity))
- تصريف تصميمي يأخذ بالاعتبار عدم حدوث اضرار من الفيضان (موافقة لفترات تكرار 10, 25 سنه)
- وتصريف أعظمي يضمن عدم حدوث فيضان وأضرا رئيسية كبيرة خلال حوادث جريان حدية (موافقة 100 سنة).
- جريان الماء فوق سطح الطريق يمكن ان يسمح به لحوادث حدية موافقة للتصريف الاعظمي (الموافق لفترة تكرار 100 سنة).
- **منسوب الماء أمام العبارة**

عمق الماء المسموح أمام العبارة يشكل الأساس لتحديد ابعاد العبارة .

- يؤخذ منسوب الماء المسموح امام العبارة بحيث انه عند تجاوز هذا المنسوب يمكن أن تحصل اضرار للمتلكات المجاورة أو /و للطريق ويؤخذ من تقييم استخدام الأرض في منطقة أعلى العبارة (upstream of the culvert) ومنسوب الطريق المنوي تصميمه أو الطرق الموجودة . عادة يؤخذ ارتفاع امان حر (freeboard) مساو 45 سم.
- **- الميل Slope**
- يجب ان يكون ميل العبارة مساو ميل القناة أو الوادي تقريبا (حسب الطبوغرافيا) الموجودة والميل الأعظم عادة 10% للانابيب الخرسانية 15% للمعدنية (Corrugated metal pipe).
- **-الأبعاد Size**

د. محمد البلاع

- تحدد الأبعاد استنادا الى حجم الحطام والأنقاض المنقولة مع التيار المائي ,والابعاد الدنيا 30-60 سم

- **السرع المسموحة**

- **عند تصميم العبارات لا بد من الأخذ بالاعتبار السرع المسموحة الدنيا والعظمى .**

- **السرعة الدنيا المسموحة تؤخذ 0.6-0.9 m/s والموافقة لتصريف يتكرر مرة كل سنتين لضمان التنظيف الذاتي,**

- **في حين لا توجد عادة قيمة سرعة عظمى محددة مسموحة للعبارات الخرسانية الانبوبية لكن من النادر استخدام سرع أكبر من 4-5 m/s بسبب مسائل تتعلق بالحت والجرف , أما الانابيب المعدنية فتؤخذ 3 الى 5 م/ثا .**

- **المدخل :**

- **ان الشكل الهندسي للمدخل مهم جدا عند تصميم العبارة,لأن تأثيره كبير على السلوك الهيدروليكي للعبارة حيث يكون هذا التأثير حسب معامل فاقد المدخل Ke.**

- **في حال توقع عمق مائي كبير أمام العبارة لابد من حماية المدخل وتشكيل سن خرساني للحماية من الجرف.**

- **الشكل التالي يوضح المداخل الأكثر انتشارا مع معامل الفاقد عند المدخل Ke**

المخرج: •

- **عندما تشكل السرعات عند المخرج جرفا عندها لابد من حماية المخرج, وهذه الحماية تختلف من حماية حجرية الى منشآت تبديد طاقة كبيرة وتصمم منشآت حماية المخرج لتصريف موافق لفترة تكرار 25 سنة.**

- **الشكل التالي يوضح حماية المخرج من الجرف**

محور العبارة : •

- **يجب اختيار محور العبارة بحيث نتجنب انحناءا حادا لمجرى النهر أو المجرى عند المدخل وعند المخرج للعبارة وتكون العبارة بمقطع ثابت غير متغير ولا يوجد انحناءات لمحور العبارة كما أنه من المفضل تزويد مدخل العبارة بشبك عندما نتوقع مواد محمولة مع التيارمن بقايا خشبية ونباتية**

السؤال الثاني (12) درجة:

لمنشأة الهدار الموضحة ادناه وباستخدام طريقة بلاي يطلب:

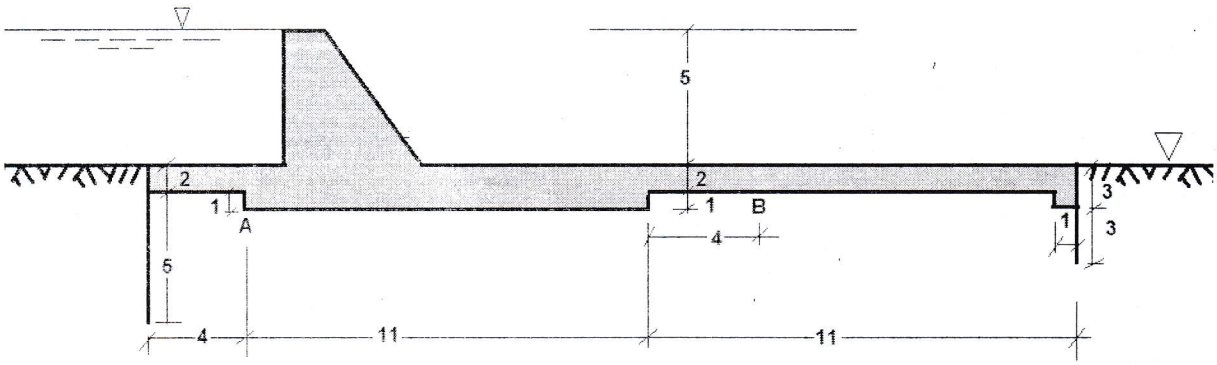
-حدد معامل الرشح حسب بلاي CB

-ارسم مخطط الرفع المائي الكلي على قاعدة المنشأة

- احسب قيمة الضغط المائي للاعلى عند النقاط A -B

-احسب قيمة قوى الرفع المائي الكلية على قاعدة المنشأة

- هل اساس المنشأة مستقر اذا كانت قيمة معامل الرشح المسموح حسب بلاي لتربة الاساس CB=12



الحل:

1-حساب CB

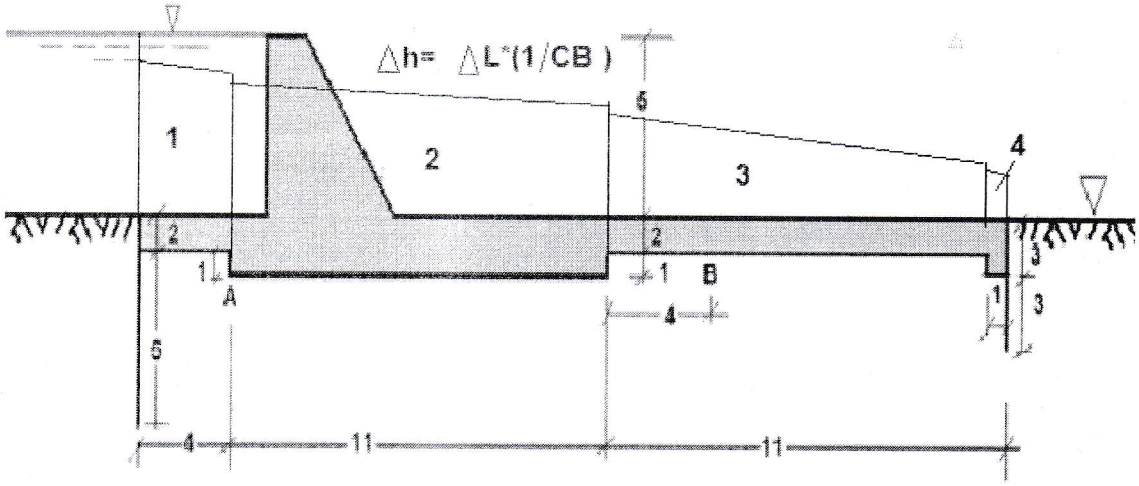
CB=LP/H

Lh=26 m

Lv=24 m

Lp=Lv+Lh=50 m ------ CB=50/5=10

2-مخطط الرفع المائي



3-قيمة الضغط المائي عند A - B

hA=5-ΔL*(1/CB)=5-17*0.1=3.3 m , PA=ρ.g hA+ZA

hB=5-32*0.1=1.8 m , PB=ρ.g hB +ZB

4-قيمة قوى الرفع المائي = مساحة مخطط الرفع المائي * الوزن الحجمي للماء

5-يكون الاساس مستقر اذا كان معامل الرشح المحسوب اعلاه اكبر من المسموح حسب نوع التربة(من الجداول) **لذلك تربة الاساس غير مستقر**

المنشآت المائية – الفصل الأول 2023-2024

سلم تصحيح السؤال الرابع: (24 درجة)

يبين الشكل المرفق مخطط لمنظم مائي على قناة رئيسية (القناة A) لتحويل الماء إلى قناة فرعية (القناة B) عن طريق مأخذ مائي وفق المعطيات المبينة على الشكل المطلوب :

1. **اكتب ما تعرفه عن المآخذ المائية.** (6 درجة)
2. **تحقق من فتحة بوابة منظم الحجز** ($a = 1.45\ m$) **اللازمة لتمرير التدفق التشغيلي** $Q = 9.5\ m3/sec$ **في القناة الرئيسية** A (6 درجة)
3. **تحقق من التدفق المار عبر المأخذ على القناة الفرعية B عند رفع البوابة بشكل كامل والبالغ** $Q = 8.6\ m^3/sec$ (6 درجة)
4. **دراسة الحالة الهيدروليكية للمأخذ عندما تكون فتحة البوابة** ($a = 0.5\ m$) **بإهمال سرعة الاقتراب, ماذا تستنتج؟** (6 درجة)

معطيات مساعدة:

$$h_Z = \sqrt{h_n^2 - N(H_0 - \frac{N}{4})} + \frac{N}{2} \quad , N = 4\mu^2 a^2 \frac{h_b - h_{co}}{h_b h_{co}} \quad , Q = \varphi\varepsilon' ab\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon' a)} \, ,$$

$$Q = \varphi\varepsilon' ab\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \ , \quad \frac{h_b}{h_{co}}\left(\frac{h_b}{h_{co}} + 1\right) > 4 * \varphi^2(\frac{H_0}{h_{co}} - 1)$$

$$Q = \delta\varepsilon\varphi bh\sqrt{2gz_0} = \delta\varepsilon\varphi bh\sqrt{2g(H_0 - h)}$$

معامل الشكل لركائز المأخذ الطرفية $a = 0.11$, $\varphi = 0.94, \varepsilon = 1 - a\frac{H_0}{b + H_0}$, معامل الطاقة الحركية $a = 1$

a/H	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
ε′	0.615	0.618	0.620	0.625	0.630	0.645	0.660	0.690	0.720	0.780	1.00

α (درجة)	0	30	45	60	75	90
δ	1	0.97	0.95	0.93	0.90	0.86

الحل:

الطلب الأول: (6 درجة)

شرح نظري من المقرر (يجب ذكر التعريف و الأشكال والتصنيف والهدف منها وأنواعها مع شرح مبسط عن كل نوع.....)

- **التعريف: هي منشآت هيدروليكية تخصص لأخذ المياه من الأحواض السطحية والجوفية والمجاري المائية لأغراض اقتصادية واستثمارية مثل توليد الكهرباء والري وامداد المناطق السكنية والصناعية وغيرها.**
- **يجب أن تؤمن تغذية دائمة وتمنع دخول المواد المنقولة والعالقة وبسيطة سهلة الصيانة ومنخفضة الكلفة**
- **أشكالها: حسب نوع المشروع وأهميته -حسب نوع المصدر المائي- حسب طبيعة الجريان في المصدر المائي- حسب الظروف الطبوغرافية والجيوتكنيكية والانشائية للموقع.**
- **تصنيفها:**

1. **حسب نوع المصدر جوفي بالضخ أو بحيرات بالضخ أو بالراحة أو مجاري مائية (أنهار) تكون جبلية أو سطحية أو سهلية وسيلية)**
2. **حسب طبيعة الجريان في المصدر المائي: إما مباشرة (لا يوجد سد أو غير مباشرة (يوجد سد)**

مباشرة لا يوجد سد:

- **جانبية**
- **جبهية**
- **مباشرة قادوسية اغترافية**
- **غاطسة**

غير مباشرة بوجود سد:

- **غاطسة**
- **غير مباشرة سطحية**

3. **حسب الظروف الهيدروليكية إما بالضخ أو بالراحة**
4. **حسب وجود سد أو عدم وجوده ضمن المنشأة**

الطلب الثاني: (6 درجة)

المعطيات: من الشكل

$Q= 9.5\ m^3/sec$

$H_l=H = 2.1\ m$

$h_b = 2\ m$

$b=2.25m,\ B = 2.25*2=4.5\ m,$

$P=0$

$a=1.45\ m$

نحدد نوع الجريان بحساب الارتفاع الحرج عند تمرير الغزارة المطلوبة.

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{a.Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1*9.5^2}{9.81*4.5^2}} = 0.768\ m$$

$h_n = h_b = 2\ m > 1.25 * 0.768 = 0.96$ ..... الجريان مغمور

الغزارة المطلوب تمريرها $Q=9.5\ m^3/sec$ والحالة هنا الجريان أسفل البوابة و مغمور نستخدم العلاقة :

$$Q = \varphi\varepsilon' ab\sqrt{2g(H_0 - h_z)}$$

$B'=4.5+0.5=5\ m$

$$v_0 = \frac{Q}{B'H1} = \frac{9.5}{5*2.1} = 0.9\ m/s$$

$$H_0 = H + \frac{av_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 2.1 + \frac{1*0.9^2}{2*9.81} = 2.141722\ m$$

$h = h_b$

$\varphi = 0.94$

من الجدول المرفق: $\frac{1.45}{2.1} = 0.69 \rightarrow \varepsilon' = 0.6856$

$$h_{co} = \varepsilon' a = 0.6856 * 1.45 = 0.99412m$$

- نحسب عمق الماء المغمور في المقطع المضغوط h_Z

$$h_Z = \sqrt{h_n^2 - N(H_0 - \frac{N}{4})} + \frac{N}{2}$$

$$N = 4\mu^2 a^2 \frac{h_b - h_{co}}{h_b h_{co}}$$

$\mu = \varphi\varepsilon' = 0.94 * 0.6856 = 0.644464$

$N = 1.76714$

$h_Z = 1.881554\ m$

$9.5 = 0.94 * 0.6856 * a * 4.5 * \sqrt{2 * 9.81 * (2.141722 - 1.881554)}$

$a = 1.45\ m$

التحقق:

$$\frac{h_b}{h_{co}}\left(\frac{h_b}{h_{co}} + 1\right) > 4 * \varphi^2(\frac{H_0}{h_{co}} - 1)$$

$6.06 > 4.08 \quad ok$

الجريان مغمور

منظم الحجز												
المعطيات										الحسابات الأولية		
Q	h_1	$h=h_b$	n	b	B	t	B'	φ	H	V_0	H_0	
m^3/s	m	m		m	m	m	m		m	m/s	m	
9.5	2.1	2	2	2.25	4.5	0.5	5	0.94	2.1	0.9	2.142	
الحسابات و التحقق												
الجريان		a/H		ε'	hco	μ	N	hz	a	المتراجحة		
مغمور		0.69		0.6856	0.99412	0.6444	1.76713	1.88	1.45 m	6.06	>	4.08

الطلب الثالث: (6 درجة)

المعطيات: من الشكل

$Q = 8.6\ m^3/sec$

$H_1 = 2.1\ m$

$h_b = 1.75 - 0.5 = 1.25\ m$

$b = 3\ m$

$P = 0.5m$

$H = 2.1 - 0.5 = 1.6\ m$

نحدد نوع الجريان بحساب الارتفاع الحرج عند تمرير الغزارة المطلوبة.

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{a.Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1*8.6^2}{9.81*3^2}} = 0.943\ m$$

$h_n = h_b = 1.25m > 1.25 * 0.943 = 1.178$ ..... الجريان مغمور

الغزارة المطلوب تمريرها $Q = 8.6\ m^3/sec$ والحالة هنا تمرير غزارة أعظمية والبوابة مرفوعة بالكامل نستخدم العلاقة :

$$Q = \delta\varepsilon\varphi bh\sqrt{2gz_0} = \delta\varepsilon\varphi bh\sqrt{2g(H_0 - h)}$$

$B' = 3\ m$

$$v_0 = \frac{Q}{B'H1} = \frac{8.6}{3*2.1} = 1.365\ m/s$$

$$H_0 = H + \frac{av_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 1.6 + \frac{1 * 1.365^2}{2 * 9.81} = 1.695\ m$$

$$Z_0 = H_0 - h = 1.695 - 1.25 = 0.445\ m$$

أو يحسب وفق الآتي:

$$z = H - h_b = 1.6 - 1.25 = 0.35\ m$$

$$z_0 = z + \frac{av_0^2}{2g} = 0.35 + \frac{1 * 1.365^2}{19.62} = 0.445m$$

معامل الانضغاط الجانبي :

$$\varepsilon = 1 - a\frac{H_0}{b + H_0} = 1 - 0.11 * \frac{1.695}{3 + 1.695}$$

$$\varepsilon = 0.96$$

$h=h_b$

$a = 90^o \rightarrow \delta = 0.86$
$\varphi = 0.94$

$$Q = \delta\varepsilon\varphi bh\sqrt{2gz_0} = 0.86 * 0.96 * 0.94 * 3 * 1.25 * \sqrt{19.62 * 0.445} = 8.6\, m3/sec$$

ok

التحقق:

المأخذ													
المعطيات										الحسابات الأولية			
H_1	$h=h_b$	n	b	Q	P	a	φ	ε	H	B'	V_0	Z	δ
m	m		m	m^3/sec	m	درجة			m	m	m/s	m	
2.1	1.25	1	3	8.6	0.5	90	0.94	0.96	1.6	3	1.365	0.35	0.86
الفرضيات		التحقق من الحسابات											
الجريان		Z_0	H_0						Q		hcr	الجريان	
		m	m						m3/sec		m	مغمور	
مغمور		0.445	1.695						8.6		0.943		
									1.25hcr <hn			ok	

الطلب الرابع: (6 درجة)

المعطيات:

$h_b = 0.5\, m, a = 0.5\, m, v_0 = 0$

$H = 1.6\, m$

الجريان غير مغمور $\quad Q = \varphi\varepsilon' ab\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon' a)} \quad (1)$

الجريان المغمور $\quad Q = \varphi\varepsilon' ab\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (2)$

$$H_0 = H + \frac{av_0^2}{2g} = 1.6 + 0 = 1.6\, m$$

نفرض الجريان مغمور ونحل الطلب:

فمن الجدول المرفق: $\frac{0.5}{1.6} = 0.312 \rightarrow \varepsilon' = 0.62$

$$h_{co} = \varepsilon' a = 0.62 * 0.5 = 0.31m$$

- نحسب عمق الماء المغمور في المقطع المضغوط h_Z

$$h_Z = \sqrt{h_n^2 - N(H_0 - \frac{N}{4})} + \frac{N}{2}$$

$$N = 4\mu^2 a^2 \frac{h_b - h_{co}}{h_b h_{co}}$$

$$\mu = \varphi\varepsilon' = 0.94 * 0.62 = 0.5828$$

$N = 0.416$

$h_Z -$ لا يمكن حسابها من العلاقة

وإذا تم اعتماد عدم تحقق الشرطين: $a < (0.15 \dots 0.2)\, H_0 \;,\; h_2 < 2.5a$

فالشرط الأول محقق $\boldsymbol{h_2 = 0.5 < 2.5 * 0.5 = 1.25 \dots\dots ok}$

أي أنه لا يمكن اعتبار $\boldsymbol{h_2 = h_b = h_z}$

<u>وبالتالي نستنتج أن الجريان غير مغمور</u>

لذلك تحسب باعتبار الجريان غير مغمور من علاقة الجريان غير المغمور والمعطاة في نص السؤال الرابع:

$$Q = \varphi \varepsilon' a b \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon' a)}$$

$$Q = 0.94 * 0.62 * 0.5 * 3 * \sqrt{19.62 * (1.6 - 0.62 * 0.5)} = 4.398\, m^3/sec$$

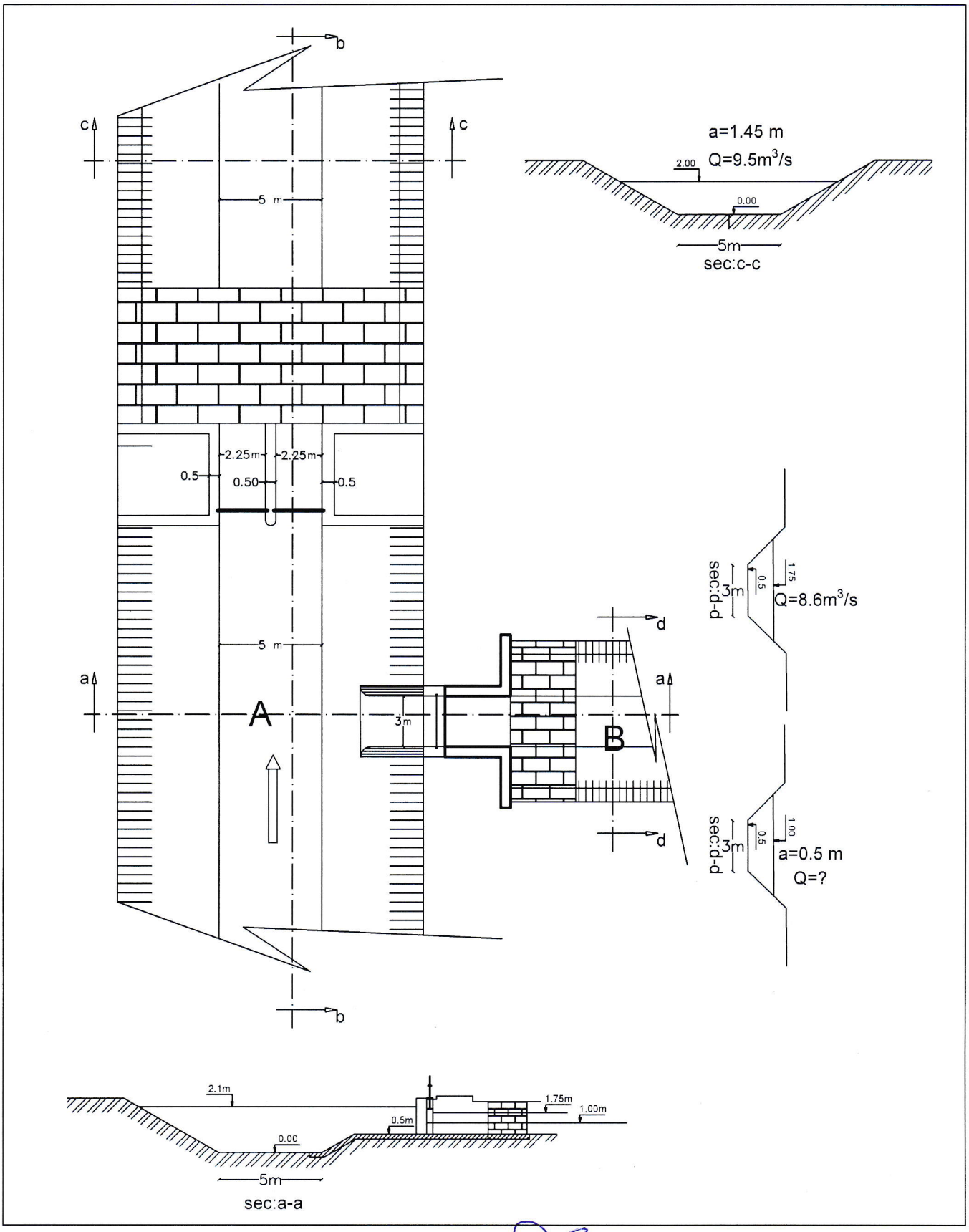
للتحقق:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{a.Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1*4.398^2}{9.81*3^2}} = 0.6\, m$$

$h_n = h_b = 0.5\, m < 1.25 * 0.6 = 0.75 \dots\dots$ الجريان غير مغمور

أويمكن للطالب مباشرة من خلال خبرته أن يطبق علاقة الجريان غيرالمغمورمن خلال مقارنته عمق الماء في القناة الفرعية مع فتحة البوابة $(\boldsymbol{h_b \le a})$ ويحسب التدفق بإهمال سرعة الاقتراب والتحقق من ذلك بحساب العمق الحرج.

المأخذ										
المعطيات									الحسابات الأولية	
H_1	h_b	n	b	B	t	B'	φ	H	V_0	H_0
m	m		m	m	m	m		m	m/s	m
2.1	0.5	1	3	3	-	3	0.94	1.6	0	1.6
الفرضيات		الحسابات						الحساب و التحقق الجريان غير مغمور		
الجريان	a	a/H	ε'	hco	μ	N	hz	Q	h_{cr}	المقارنة
مغمور	0.5	0.312	0.62	0.31	0.5828	0.416	غير ممكن	4.398 m3/s	0.6 m	$h_n = 0.5\, m < 1.25 * 0.6 = 0.75$ الجريان غير مغمور


b
c
c
5 m
2.25m
2.25m
0.5
0.50
0.5
5 m
a
a
A
3m
B
d
d
a=1.45 m
Q=9.5m³/s
2.00
0.00
5m
sec:c-c
sec:d-d
3m
0.5
1.75
Q=8.6m³/s
sec:d-d
3m
0.5
1.00
a=0.5 m
Q=?
b
2.1m
0.00
0.5m
1.75m
1.00m
5m
sec:a-a