هندسة السدود - س ٤

س ١ :

(أ) خطوات تحديد التصريف التصميمي باستخدام منحنى الوحدة SCS

١- يتم بداية تحديد احداثيات منحنى الوحدة الصناعي المثلثي استناداً الى أطوال كوف الهيدروغراف (قيمة الذروة، الزمن الى الذروة، الزمن القاعدي) ويقدر الزمن الذي يحسب لها منحنى الوحدة $\Delta D = 0.133 T_c$

٢- تحديد ارتفاع الهطول التصميمي المواقف لفترة التكرار التي يصمم لها المنشأة

٣- تحديد توزيع الهطول التصميمي زمنياً خلال فترة الهطول والتي يجب أن تساوي أو أكبر من زمن التركيز لأحياناً ٤ ساعة للأحواض الكبيرة

٤- تقدير العوائد من الهطول استناداً الى تحديد رقم المنحنى CN

٥- باستخدام الهطولات الفعالة نقسم كل فترة هطول على فترة الهطول الفعال لحساب احداثيات منحنى الوحدة

٦- نقوم بتجميع منحنيات التصريف كلها ونحصل على احداثيات منحنى التصريف

د. محمد الشيلق

(ب)

$H = 28\,m$

منسوب حوض التهدئة $= 29\,m \rightarrow 30$

$$d = 0.35 + 2\cot 81 + 3 + 28\cot 81 = 1.33 + 0.316 + 4.424 + 3 = 9.07$$

$\cot 81 = 0.158$

$S = 28 \cot 81 = 4.424\,m$

$0.3\,S' = 1.33\,m$

$$y_o = \sqrt{H^2 + d^2} - d$$

$$= \sqrt{28^2 + 9.07^2} - 9.07 = 20.36\,m$$

$$\rho = \frac{y_o}{1-\cos\alpha} = \frac{20.36}{1-\cos 81} = 24.12\,m$$

$a + \Delta a = \rho \Rightarrow \Delta a = \rho - a$ or

$\frac{\Delta a}{a+\Delta a} = 0.275 \Rightarrow \Delta a = 0.275 \times 24.12 = 6.63$, $a = 17.49$

$$x^2 + y^2 = (x + y_o)^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = (x + 20.36)^2$$

$q = k \cdot y_o = 20.36 \times 10^{-8} = 20.36 \times 10^{-6}\,m^3/s/m$

حساب الفلتر:

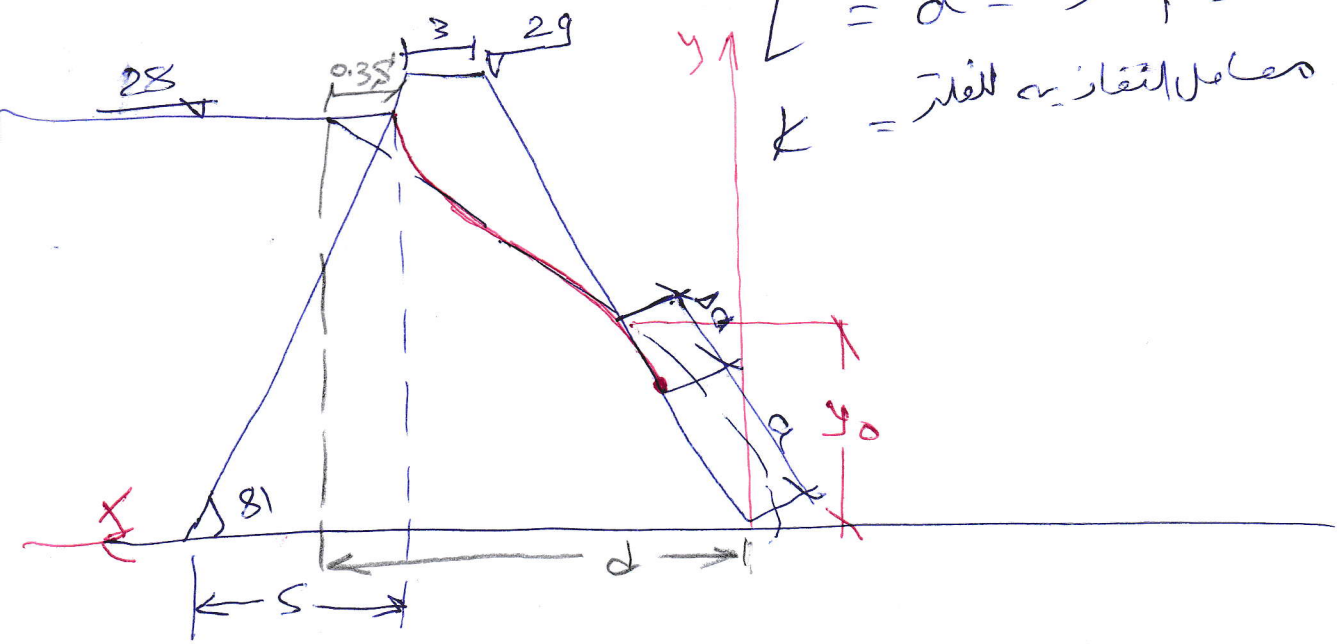
$$a = L$$

$$q = 2\sqrt{\frac{q \cdot L}{k}}$$

q = التصريف الحرج

$L = a$ = طول الفلتر

k = معامل النفاذية للفلتر



سلم تصحيح مقرر هندسة السدود

السنة الرابعة

العام الدراسي 2024-2025/ الفصل الثاني

السؤال الثاني أجب عن الأسئلة الآتية: (35 درجة)

(أ) تحدث عن المفيض الخندقي من حيث تعريفه، وظروف اللجوء إليه، ومكوناته الرئيسية، والحساب الهيدروليكي للخندق فيه.

(ب) تُزود بعض المفيضات أحياناً ببوابات. ما الميزات المضافة من هذه البوابات لعملية تشغيل المفيض؟

(ت) اشرح المسائل الأساسية التي يجب دراستها عند تصميم المفرغات.

جواب السؤال الثاني:

(أ) يُعرف المفيض الخندقي بأنه مفيض ضفافي مفتوح يستقبل الماء جانبياً. **(2 درجتان)**

ويُلجأ إليه إذا لم يتوافر الطول الكافي لإقامة مفيض بمقطعٍ عملي (Ogee)، أو مفيض بقناة شديدة الميل (في الوديان الضيقة). **(2 درجتان)**

وهو يتكون من: **(4 درجات)**

- هدار عريض العتبة، أو هدار ذو مقطع عملي.
- خندق يتدفق منه المياه العابرة، وهو متغير المقطع باتجاه الجريان.
- قناة وصل.
- مجرى سريع أو مدرج شلالي ينتهي بحوض تهدئة لإخماد الطاقة الحركية التي تحملها المياه.

الحساب الهيدروليكي للخندق: (15 درجات)

يتضمن الحساب الهيدروليكي تحديد طول عتبة الهدار وأبعاد الخندق، ويمكن أن يتم الحساب بعدة طرائق ولكن أكثر الطرق شيوعاً هي طريقة الفروق الحدية، حيث يتم بهذه الطريقة تقسيم الخندق طولياً إلى عدة أقسام، ومن أجل كل قسم، وانطلاقاً من التدفق والعرض المعطى عند القاع يتم إيجاد الأبعاد الأخرى للتيار والمنشأة.

يتم الحساب بافتراض أن سرعة التيار على طول الخندق ثابتة، ولا تؤثر على طبقات التكسية للجدران والقعر.

أما خطوات الحل فتأتي على النحو الآتي:

أولاً- تحديد قيمة السرعة الوسطية المسموحة للتيار في الخندق وفق العلاقة:

$$V_t = 0.95 \times \sqrt{2.g.z}$$

حيث:

Z – الفرق بين مستوى سطح الماء في الحوز العلوي لهدار الخندق، ومستوى سطح الماء في الخندق (متر).

ثانياً- حساب مساحة مقطع الجريان في كل مقطع من الخندق، بمساعدة العلاقة:

$$W_n = \frac{Q_{xn}}{V_t}$$

حيث:

Q_{xn} – غزارة الجريان في المقطع المدروس (متر مكعب في الثانية)، وتُقدر قيمتها من العلاقة:

$$Q_{xn} = m.X_n.\sqrt{2.g}.H^{\frac{3}{2}}$$

التي فيها:

m – معامل تصريف الهدَّار.

X_n – المسافة بين بداية الخندق والمقطع المدروس n (متر).

g – تسارع الجاذبية الأرضية (m/s^2).

H – الضاغط فوق عتبة الهدَّار (متر).

ثالثاً- إعطاء قيم لعرض الخندق عند بدايته (ليكن b_0)، وعند نهايته (ليكن b_k)، ثم حساب عرض الخندق، وعمق الماء عند كل مقطعٍ من المقاطع المدروسة، وفق العلاقتين الآتيتين:

$$b_n = b_0 + (b_k - b_0)\frac{X_n}{L}$$

$$h_n = 1/2m(\sqrt{{b_n}^2 + 4mA_n} - b_n)$$

حيث:

b_n – عرض الخندق في المقطع المدروس (متر).

m– ميل جدار الخندق المقابل لعتبة الهدَّار (متر).

L – طول الخندق، وهو يساوي طول عتبة الهدَّار (متر).

h_n – عمق الماء في المقطع المدروس (متر).

رابعاً- حساب نصف القطر الهيدروليكي (Rn) عند كل مقطع مدروس من العلاقة:

$$R_n = \frac{W_n}{b_n + 2.h_n.\sqrt{1+m^2}}$$

خامساً- تحديد الميل الهيدروليكي عند كل مقطع مدروس (I)، والقيمة القيمة الوسطية النهائية (I_{cp}) من الصيغتين الآتيتين:

$$I = \frac{V_1^2 * n^2}{R^{\frac{4}{3}}}$$

و:

$$I_{cp} = \frac{(I_n + I_{n+1})}{2}$$

حيث:

n – معامل خشونة السطح الداخلي للخندق، وقيمته تساوي 0.02 إذا كان السطح من البيتون.

سادساً- تقدير قيمة الفاقد في الضاغط بين المقاطع المدروسة (Z_w) من العلاقة:

$$Z_w = I_{cp} \times L_n$$

حيث:

L_n – المسافة بين المقاطع المدروسة (متر).

سابعاً- تحديد منسوب مستوى سطح الماء، ومنسوب مستوى قعر الخندق في كل مقطع من المقاطع المدروسة، بدلالة العلاقتين:

منسوب مستوى سطح الماء:

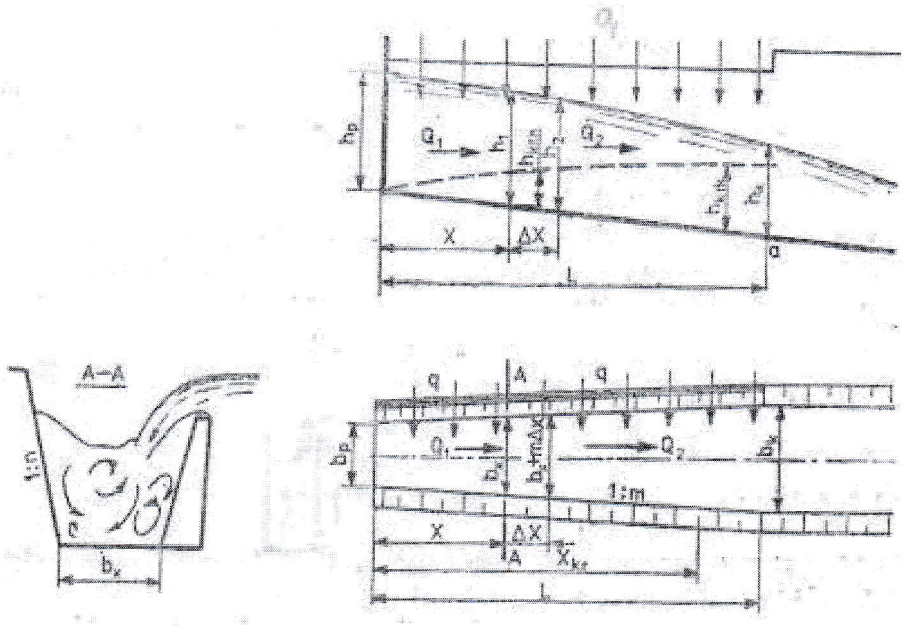
$$N_n = N_0 - \sum Z_w$$

منسوب مستوى قعر الخندق:

$$N_d = N_n - h_n$$

حيث:

N_0 – منسوب مستوى سطح الماء عند بداية الخندق (متر).



(ب) تُكسِبُ البوابات المفيض الكثير من المزايا، أهمها: **(6 درجات)**

- المرونة في تشغيل خزان السد، وتحسين عملية التحكم بالفيضانات .
- التحكم في سعة التخزين التشغيلية للخزان وتعظيمها. ويتم ذلك عن طريق تغيير ارتفاعات التخزين العلوية، للاستخدام العادي، فوق سدود المخرج اللازمة لمرور الفيضانات، وتشغيل المفيض أثناء حدوث الفيضان.
- التقليل من الحد الأقصى لتدفق الخزان. وبالتالي، يؤثر تصميم البوابة وتشغيلها بشكلٍ مباشر على سعة المفيض المطلوبة، ومخاطر الفيضانات.

(ت) المسائل الأساسية التي يجب دراستها عند تصميم المفرغات، هي: (6 درجات)

1. **تحديد مكان إنشاء المفرغ:** (2 درجتان)

يتحدد مكان المفرغ، شاقولياً أو أفقياً، تبعاً للوظيفة التي سيؤديها، وللظروف الجيوهندسية للموقع. وينصح أن يكون محور المفرغ مع محور السد، وأن يرتكز على دعائم تمنع ما أمكن تجاوز الهبوط التفاضلي لوصلاته إلى الحد المسموح. أما فتحة مدخله فتتوضع على منسوب يؤمن تفريغ بحيرة السد إلى الحد المطلوب. وينصح عادةً أن يقع محورها على عمق من واحد متر إلى متر ونصف تحت

مستوى المنسوب الميت. أما فتحة المخرج فيكون محورها متوافقاً مع منسوب الماء في الحوز السفلي، وذلك عند إمرار التصريف الأعظمي Q_{max} في المفرغ، ويتحدد هذا المنسوب من المنحني البياني $V_{dol}=F(Q)$.

2. **تحديد قيمة التصريف التصميمي للمفرغ:** (2 درجتان)

يتحدد التصريف التصميمي للمفرغ من شرط تأمين تفريغ بحيرة السد حتى المنسوب المطلوب، وخلال زمنٍ محدد. كما يجب الأخذ بعين الاعتبار ضرورة إمرار التصريف السطحي (التصريف المطلوب للاستثمار في الحوز السفلي)، أو التصريف الإنشائي (خلال فترة إنشاء السد)، وعند تعدد وظائف المفرغ يتم التصميم وفق التصريف الأكبر.

3. **تحديد شكل وأبعاد المقطع العرضي للمفرغ:** (2 درجتان)

يتم اختيار شكل المقطع العرضي للمفرغ إما إنبوبياً (المقطع دائري)، أو صندوقياً (بمقطعٍ مستطيل)، وذلك تبعاً لمادة الإنشاء وظروف التنفيذ، أما أبعاد المقطع العرضي فتُحدد من العلاقة العامة للأنابيب المضغوطة التي تضع بالحسبان الحالات الحسابية المختلفة، بالإضافة إلى ظروف الجريان في الحوز السفلي، ثم يتم الاختيار النهائي بحيث يناسب جميع هذه الحالات، وبعد تحديد أبعاد المقطع العرضي للمفرغ يتم حساب زمن تفريغ بحيرة السد.

د. يوسف مرعي