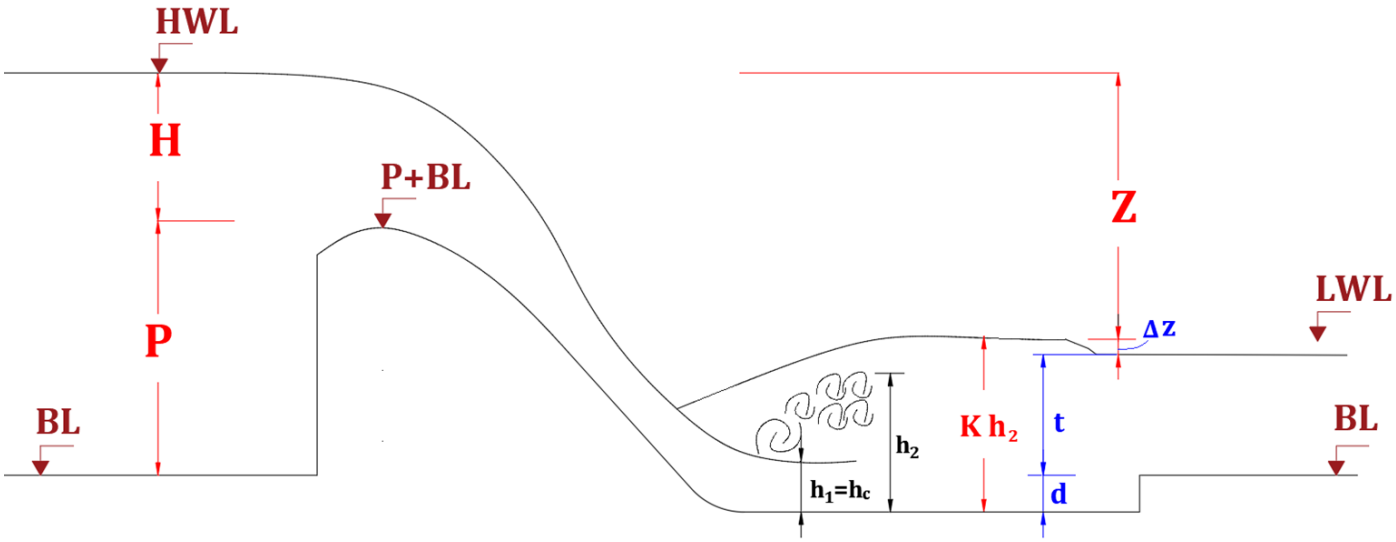
المشروع الأوّل

تصميم منشآة هدّار على قناة ري

تصميم حوض التهدئة لتخميد القفزة المائية

مبدأ عمل حوض التهدئة

عند تحديد نوع القفزة المائية، فرضنا أنّ العمق المرافق الأوّل للقفزة h_1 يساوي h_c، والغرض هو تقريب h_1 لتصبح تساوي أو أدنى من h_c في حال نتج لدينا قفزة مدفوعة، بحيث تُغمر القفزة، لكن هذا سيؤدي إلى زيادة قيمة العمق المرافق الثاني h_2، هذا الفرق في العمق بين قيمة h_2 العمق المرافق الثاني للقفزة وt عمق الماء الطبيعي في القناة، هو قيمة عمق حوض التهدئة (d) الذي ستتحول ضمنه القفزة إلى مغمورة.



تحديد عمق حوض التهدئة d

لزيادة الفرق بين h_2 وt يمكن تصعيد قيمة h_2 بضربها بـ k وهو معامل الغمر للقفزة، وتتراوح قيمته في المجال $(1.1 \rightarrow 1.05)$.

ويكون عمق الحوض d:

$$d = k\,h_2 - t - \Delta Z$$

ΔZ هي قيمة الانخفاض في مستوى الجريان عند خروجه من حوض التهدئة، ويُحسب من تطبيق معادلة الطاقة (برنولي) بين مقطع يقع ضمن الحوض ومقطع يقع بعد الحوض، بحيث تنتج العلاقة الآتية:

$$\Delta Z = \frac{\alpha . q^2}{2g . \varphi^2 . t^2} - \frac{\alpha . q^2}{2g . (k\, h_2)^2}$$

حيث: q الغزارة النوعية للقناة التي أقيم عليها الهدّار. و α معامل عدم انتظام السرعة ويمكن اعتماده 1.

ويمكن في المشروع إهمال قيمة ΔZ للأمان (بحيث تزداد قيمة d عمق حوض التهدئة).

تعتبر القيمة أعلاه لـ d قيمة مبدأية، يتم على أساسها إعادة حساب h_c العمق المضغوط من العلاقة:

$$h_c = \frac{q_c}{\varphi . \sqrt{2g\,(E_0 - h_c)}}$$

ولكن هذه المرة تصبح قيمة E_0: $E_0 = H_1 + \frac{\alpha\, v_0^2}{2g} + d$

ونعتبر من جديد $h_c = h_1$ العمق المرافق الأوّل، ومنه يُحسب العمق المرافق الثاني (من علاقة الأعماق المترافقة في المحاضرة السابقة)، ومن ثمّ إعادة حساب d من جديد. وتُكرر هذه الخطوات حتى ثبات قيمة d.

ويمكن ترتيب حساب d عمق حوض التهدئة في الجدول الآتي:

	d	$h_1 = h_c$	h_2	$d = k\, h_2 - t - \Delta Z$
التقريب الأوّل	0	$\frac{q_c}{\varphi . \sqrt{2g\,(E_0 - h_c)}}$ $E_0 = H_1 + \frac{\alpha\, v_0^2}{2g} + d$	$\frac{h_1}{2}\left[\sqrt{1 + 8\left(\frac{h_{cr}}{h_1}\right)^3} - 1\right]$	*
التقريب الثّاني	*	$\frac{q_c}{\varphi . \sqrt{2g\,(E_0 - h_c)}}$	$\frac{h_1}{2}\left[\sqrt{1 + 8\left(\frac{h_{cr}}{h_1}\right)^3} - 1\right]$	**
التقريب الثالث	**	$\frac{q_c}{\varphi . \sqrt{2g\,(E_0 - h_c)}}$	$\frac{h_1}{2}\left[\sqrt{1 + 8\left(\frac{h_{cr}}{h_1}\right)^3} - 1\right]$	***

إذا كان ***=** في الجدول السابق، إذا تكون قيمة d قد أصبحت ثابتة

تحديد طول حوض التهدئة L_k

يتعلق طول حوض التهدئة بشدة القفزة المائية (أي بنموذجها، وكما نذكر من مقرر هيدروليك الجريان الحر في الأقنية المكشوفة أنّ القفزة تصّنف إلى خمس نماذج وذلك وفقاً لعدد فراود المحسوب عند العمق المرافق الأوّل للقفزة). أي يمكن القول أنّ طول الحوض يتعلق بعدد فراود Fr_1 عند العمق المرافق الأول h_1.

وبما أنّ القناة مستطيلة الشكل، فإنّ عدد فراود يُحسب من العلاقة:

$$Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g \cdot h_1}}$$

حيث: h_1 حيث القيمة المحسوبة ضمن آخر سطر في جدول حساب d عمق الحوض، و v_1 هي سرعة الجريان عند العمق h_1 (ويمكن القول عند العمق المضغوط $v_1 = v_c$). حيث $v_c = q_c/h_1$

وحسب المجال الذي سيقع ضمنه Fr_1 يتم تحديد طول الحوض (من علاقات تجريبية أو بيانياً من المخططات ذات الصلة الواردة في المراجع الأكاديمية):

$Fr_1 > 9$	$Fr_1 \in]4.5, 9]$	$Fr_1 \in]2.5, 4.5]$	$Fr_1 \in]1.7, 2.5]$	$Fr_1 \in]1, 1.7]$
قفزة قوية	قفزة مستقرة	قفزة متذبذبة	قفزة ضعيفة	قفزة متموجة

ويوجد أربع أنواع لحوض التهدئة وفقاً لعدد فراود Fr_1 (وهي الأنواع I, II, III, IV)، حيث يكون استخدمها وفق Fr_1 كالآتي:

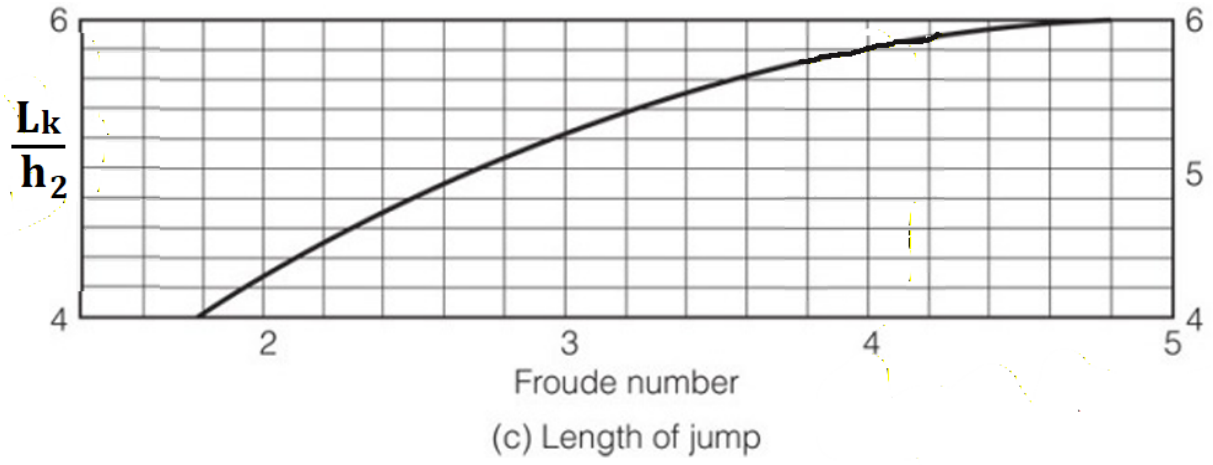
التطبيق	$Type$	Fr_1
بسيط	$Type\ I$	$1.7 \rightarrow 2.5$
قنوات الري (حالة المشروع)	$Type\ IV$	$2.5 \rightarrow 4.5$
سدود صغيرة (سرعات منخفضة)	$Type\ III$	$Fr_1 > 4.5$ & $V_1 < 18\ m/s$
سدود عالية	$Type\ II$	$Fr_1 > 4.5$ & $V_1 > 18\ m/s$

- **النوع I ($Fr_1 = 1.7 \rightarrow 2.5$):**

تكون القفزة ضعيفة، ولا حاجة لأي ملحقات

- **النوع IV ($Fr_1 = 2.5 \rightarrow 4.5$):**

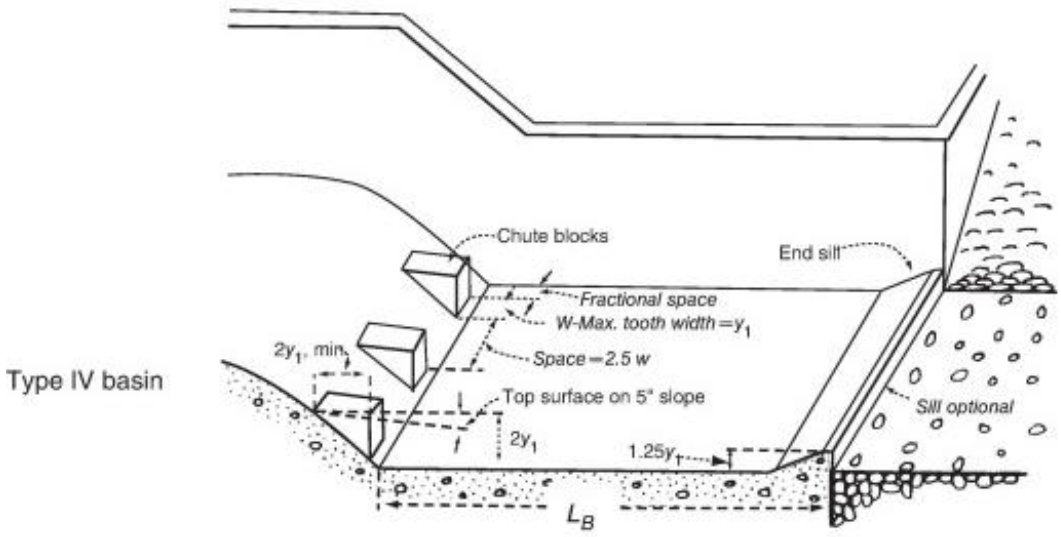
تكون القفزة غير مستقرة (متذبذبة)، ويُحسب طول الحوض من المخطط أدناه:



(c) Length of jump

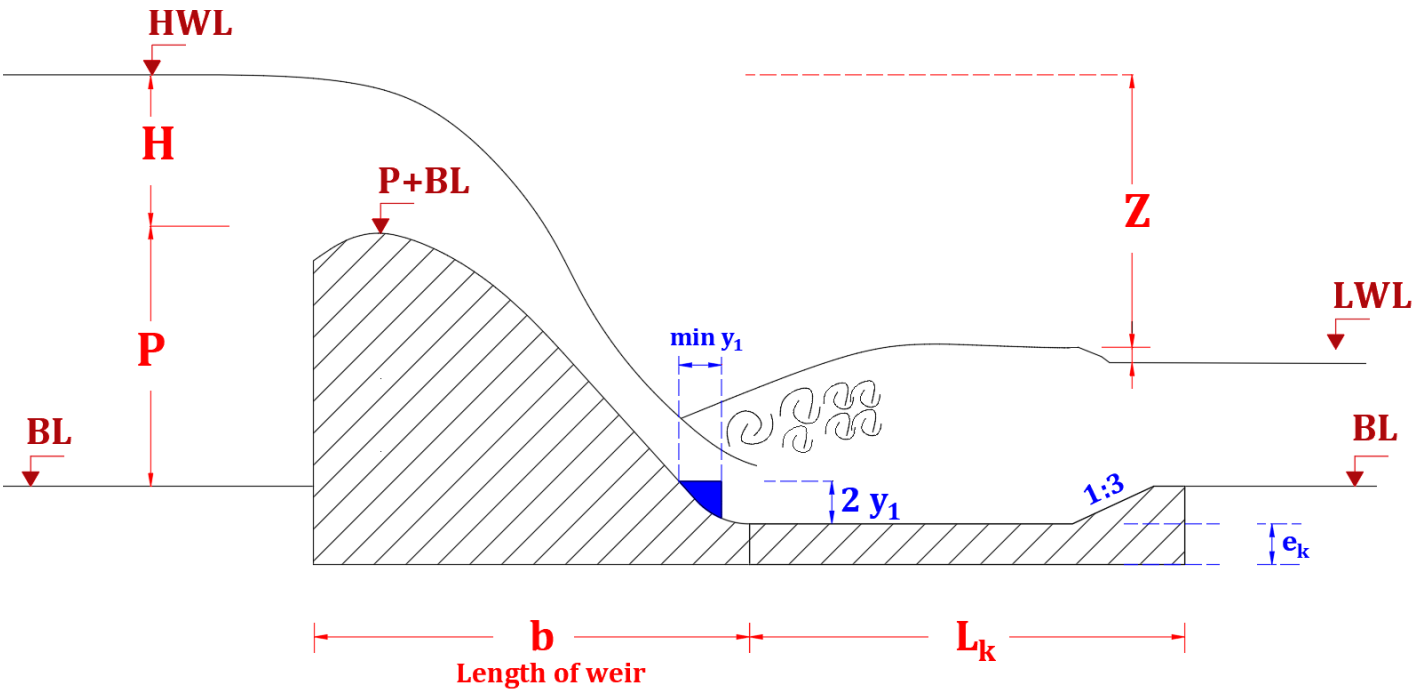
يُزّود الحوض ببلوكات بيتونية (***Baffle Blocks***) في بدايته كما في الشكل جانباً

كما ينتهي الحوض بعتبة مائلة



شكل الحوض في المقطع الطولي للنوع *IV*:

شكل الحوض كمنظور هو كما في الشكل أعلاه، أمّا في المقطع الطولي، فهو كما في الشكل أدناه:



حوض التهدئة في المشروع، سيكون تصميمه وفق النوع *IV*، بما أنّ Fr_1 **ينتمي للمجال** $[4.5 \longrightarrow 2.5]$

بالنسبة للنوعين الآخرين، **يمكن الإطلاع عليها في المراجع، حيث أنّها يُحدد طولها وفقاً لعدد فراود وتكون إضافة البلوكات وشكل الحوض عند نهايته بما يتوافق مع النوع**.