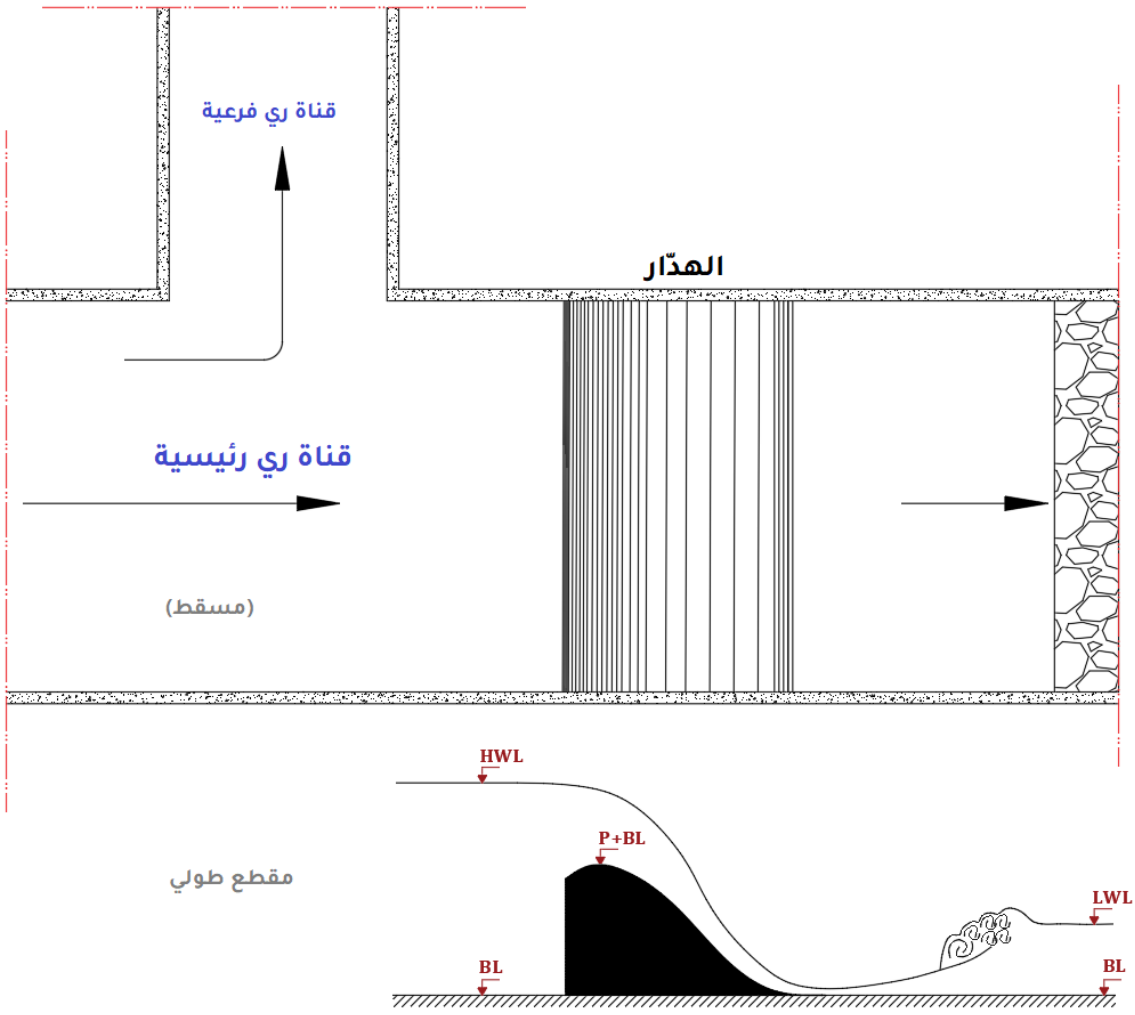
المشروع الأوّل

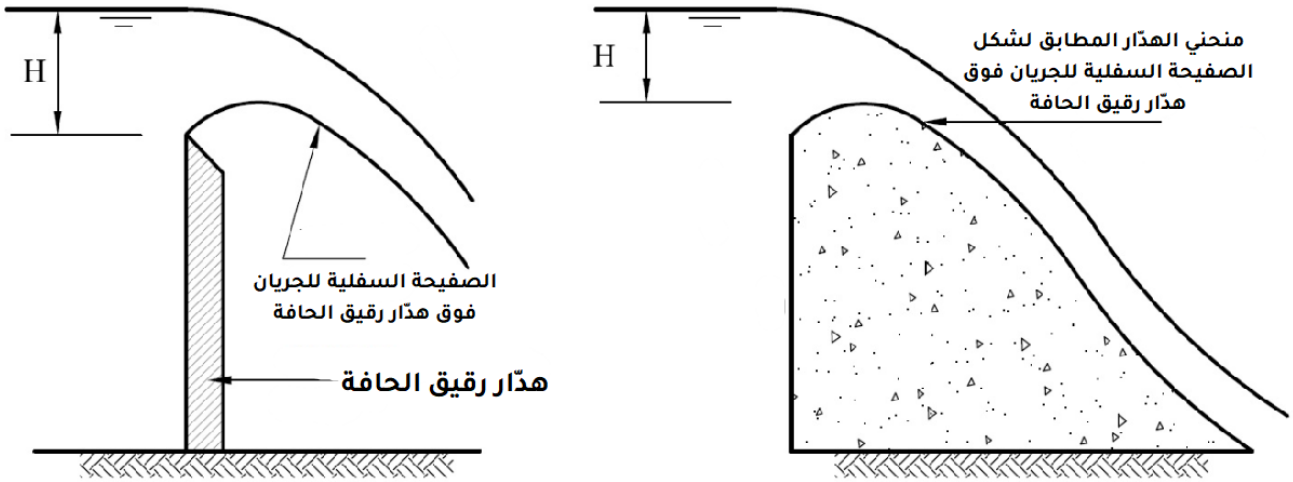
تصميم منشآة هدّار على قناة ري

تصميم منشآة هدّار على قناة ري- حساب أبعاد المنشآة

التعريف بالمنشآة: منشآة هدّار على قناة ري رئيسية، تعمل على رفع منسوب الماء بهدف تحويلها إلى قناة ري فرعية بهدف تسهيل عملية الري بالإسالة. يتراوح ارتفاع مثل هذه المنشآة عادةً بين 2 حتى 5 متر.



نوع المنشآة: منشأة **هدّار ذو تصريف سطحي، نوع Ogee**، حيث يتوافق شكل الصفيحة السفلية للجريان مع شكل الجريان فوق هدّار رقيق الحافة، وتمتلك مثل هذه الهدارات قدرة تصريفية عالية لذلك نجدها في العديد من المنشآت المائية.



إجراءات التصميم: بافتراض لدينا **الغزارة التصميمية** Q_{max}، والتي نحصل عليها من الدراسة الهيدرولوجية أو من تصميم قناة الرّي، تتم عملية التصميم "الهيدروليكية بدايةً" وفق الآتي:

- تُفرض قيمة **التصريف النوعي للقناة** q وفقاً لنوع تربة الأساس (وهي قيمة معطاة في المشروع)

Table 2. Allowable Maximum Flood Concentration for Various Foundation Material

Character of Foundation Material	Allowable Maximum Flood Concentration ($m^3/s/m$)
Fine sand	5
Coarse sand	10
Sand and gravel	15
Sandy clay	20
Clay	25
Rock	50

ADOPTED FROM: Design of Concrete Gravity Dams on Pervious Foundation

- تحديد **عرض الهدّار**، يتم بتقسيم Q_{max} على q:

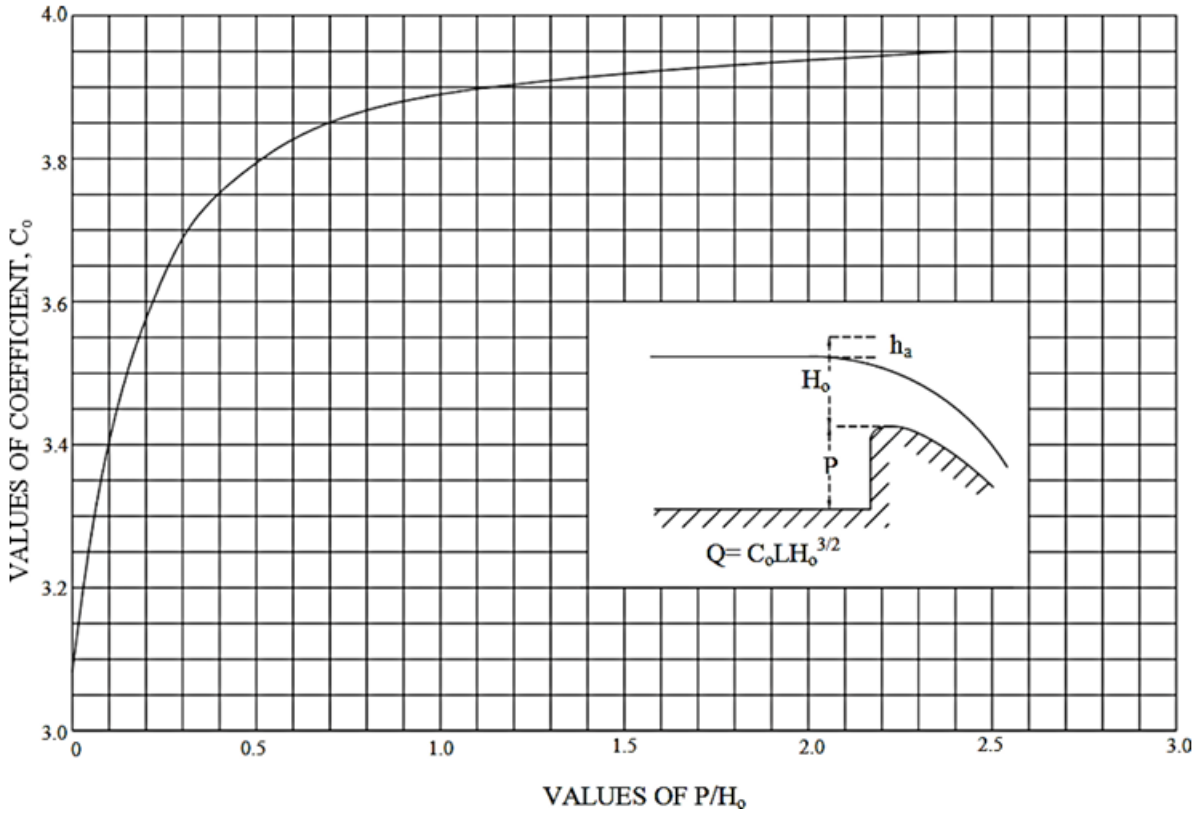
$$L = \frac{Q_{max}}{q} \dots . (m)$$

- تُعطى الغزارة في حساب الهدّارات ذات النوع Ogee بالعلاقة الآتية (للإطلاع فقط):

$$Q = C . L . H_0^{\frac{3}{2}}$$

حيث: C معامل التصريف (ويشمل تأثير عدّة معاملات)، L عرض جبهة الهدّار، H_0 ضاغط الهدّار (مع الطاقة الحركية $H_0 = H + \frac{V_0^2}{2g}$).

ويُبين الشكل أدناه (للإطلاع) تحديد المعامل C تجريبياً بمعرفة النسبة P/H_0 التي تمثل نسبة ارتفاع جسم الهدّار من الأمام إلى قيمة ضاغطه الكلي.



ويمكن تعديل شكل علاقة الغزارة لهدّار Ogee لتصبح بالشكل (**المعتمدة في المشروع**):

$$\boldsymbol{Q = m.\varepsilon.\sigma\,.L.\sqrt{2g}\,.H_0^{\frac{3}{2}}}$$

m. معامل التصريف، قيمته $0.48 - 0.49$. (تُؤخذ في المشروع 0.49).

- يُحسب **ضاغط الهدّار الكلي** (مع الطاقة الحركية الناتجة عن سرعة الاقتراب) من العلاقة:

$$\boldsymbol{H_0 = \left(\frac{Q_{max}}{m.\varepsilon.\sigma.L.\sqrt{2g}}\right)^{\frac{2}{3}}}$$

حيث:

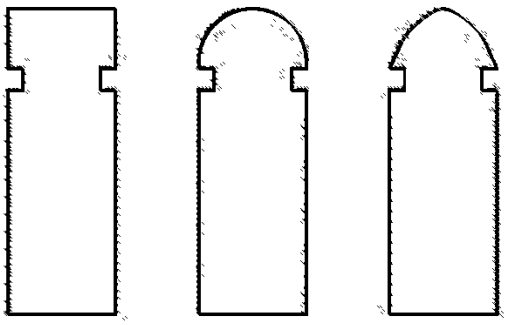
m : معامل التصريف كما ذكرنا آنفاً.

ε : معامل الانضغاط الجانبي (في حالة المشروع الانضغاط الجانبي تسببه الأكتاف فقط في حال عرض جبهة الهدّار L أقل من عرض القناة B' ، وذلك لعدم اعتبار وجود ركائز)، وفي حالة $L = B'$ تكون $\varepsilon = 1$.

يُحسب معامل الانضغاط الجانبي من العلاقة:

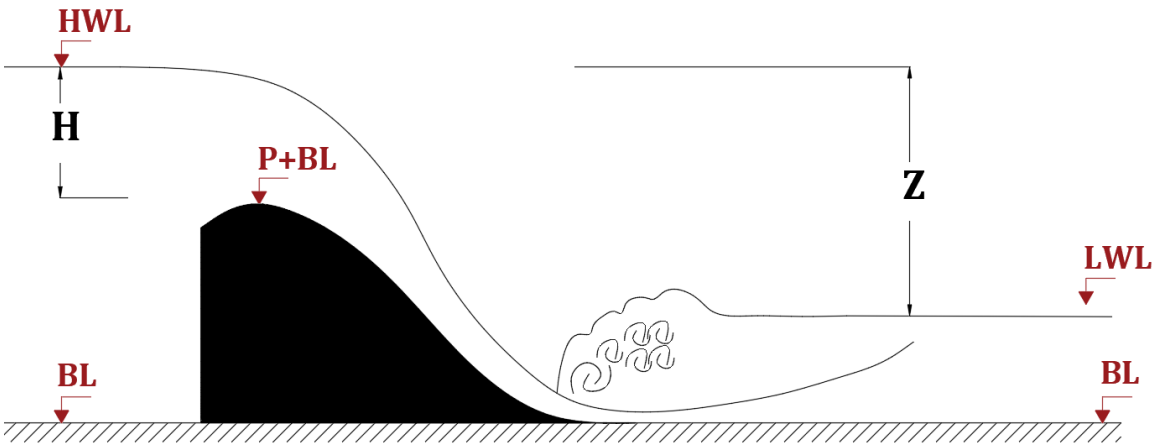
$$\boldsymbol{\varepsilon = 1 - 0.1 \times 2 \times 2\xi_0 \times \frac{H_0}{L}}$$

طبعاً العلاقة السابقة تعتبر وجود الانضغاط عند أكتاف المنشآة فقط، حيث ξ_0 معامل شكل رأس الكتف، ويُحدد وفقاً لشكل رأس الكتف إن كان مستطيلاً أو نصف دائرة أو سهمياً.



سهمي	نصف دائرة	مستطيل
$\xi_0 = 0.4$	$\xi_0 = 0.7$	$\xi_0 = 1$

σ : معامل الغمر (يؤخذ بالحساب عندما يكون الهدّار مغموراً فقط، أي $Z < H$، باعتبار Z تمثل فرق منسوب الماء أمام وخلف الهدّار، وفي حالة عدم وجود غمر يكون $\sigma = 1$).



- بعد حساب الضاغط الكلي للهدّار H_0، يمكن عندئذٍ **حساب الضاغط المائي**، من العلاقة الآتية:

$$H = H_0 - \frac{\alpha\, v_0^2}{2g}$$

α : معامل عدم انتظام السرعة (معامل الطاقة الحركية)، ويمكن اعتباره 1، كون المقطع موشوري.

وتُحسب سرعة الاقتراب من العلاقة (باعتبار مقطع القناة قبل الهدّار مستطيل الشكل):

$$v_0 = \frac{Q_{max}}{B' \,.\, H_1}$$

H_1 ارتفاع الماء من جهة الحوز العلوي (أمام الهدّار)، بينما B' عرض القناة أمام الهدّار، حيث تُحسب سرعة الاقتراب على بعد معين أمام الهدّار تكون المساحة المائية عندها $B'.H_1$ (أي باعتبار مقطع القناة مستطيل الشكل).

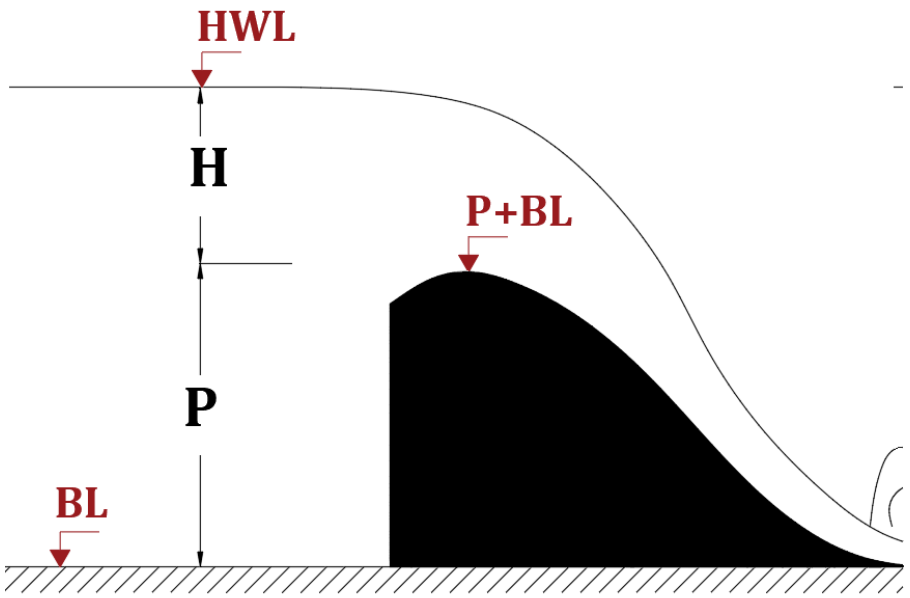
ويمكن إيجاد H_1، كون معلوم لدينا القيمة التي يجب رفع منسوب الماء إليها أمام الهدّار وكذلك منسوب سرير القناة في موقع إنشاء الهدّار:

$$H_1 = HWL - BL$$

منسوب الماء لأعلى من الأمام — منسوب سرير القناة

بعد تحديد H ضاغط الهدّار المائي، يمكن تحديد ارتفاع الهدّار من الأمام P

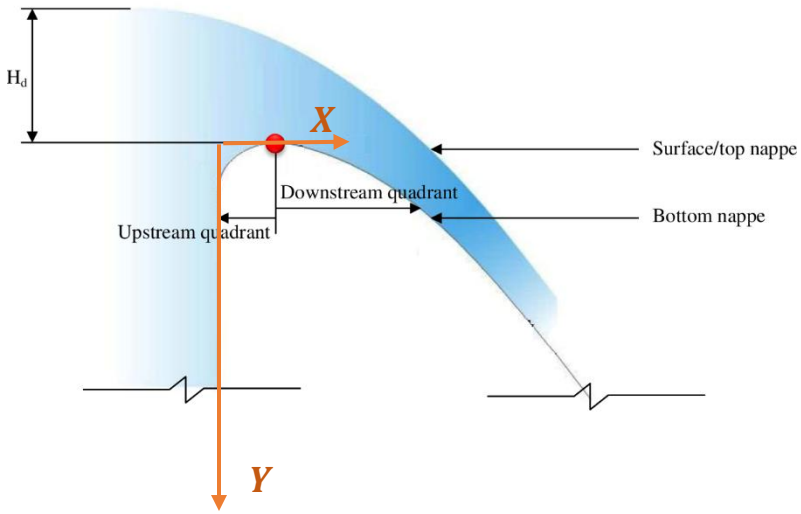
$$P = H_1 - H$$



رسم منحني الهدّار

كما علمنا آنفاً، فإنّ الهدّار من نوع $Ogee$ الذي له منحني يطابق شكل الصفيحة السفلية للجريان فوق هدّار رقيق الحافة. يمكن الحصول على إحداثيات شكل السطح الخارجي للسد الهدار (Ogee)، بدلالة ضاغط الهدّار المائي H من الجدول أدناه، والذي يبين إحداثيات غرايغر من أجل ضاغط مائي قدره $H = 1\ m$.

H=1 m			
x	y	x	y
0.000	0.126	2.100	1.456
0.100	0.036	2.200	1.609
0.200	0.007	2.300	1.769
0.300	0.000	2.400	1.936
0.400	0.007	2.500	2.111
0.500	0.027	2.600	2.293
0.600	0.063	2.700	2.482
0.700	0.103	2.800	2.679
0.800	0.153	2.900	2.883
0.900	0.206	3.000	3.094
1.000	0.267	3.100	3.313
1.100	0.355	3.200	3.539
1.200	0.410	3.300	3.772
1.300	0.497	3.400	4.013
1.400	0.591	3.500	4.261
1.500	0.693	3.600	4.516
1.600	0.800	3.700	4.779
1.700	0.918	3.800	4.990
1.800	1.041	3.900	5.326
1.900	1.172	4.000	5.610
2.000	1.310	4.500	7.150



$$X_{(H)} = x_{(H=1m)} \times H$$

$$Y_{(H)} = y_{(H=1m)} \times H$$

H الضاغط المائي للهدّار