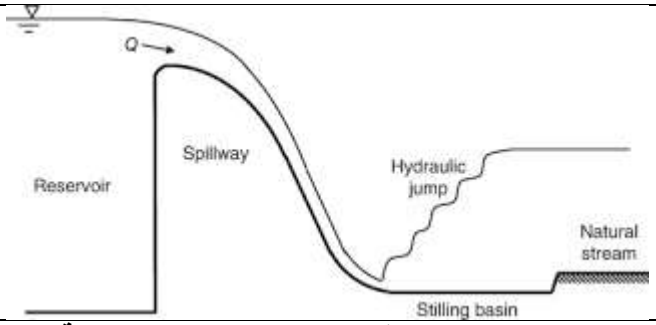
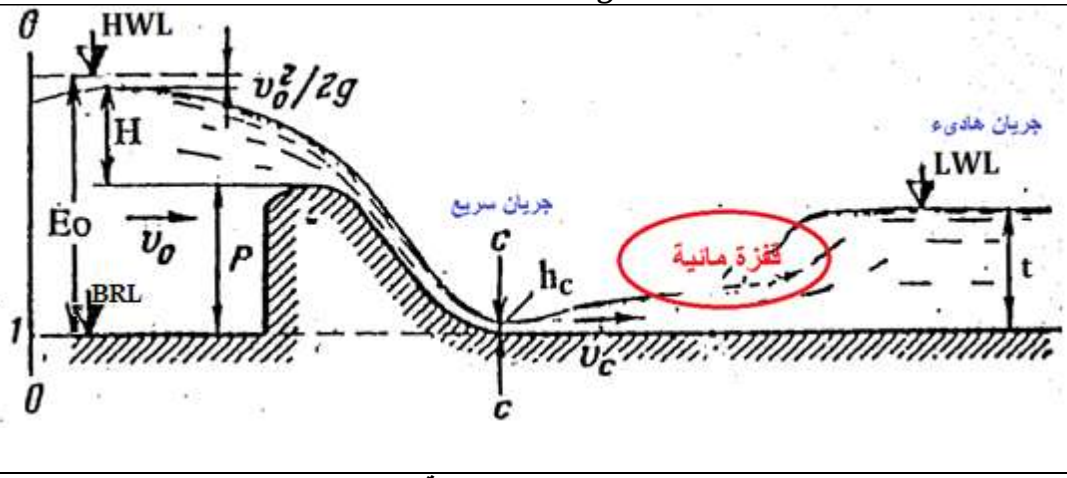
4. دراسة التحام المستويات المائية خلف المنشآة. يشمل ذلك دراسة القفزة المائية المتشكلة ونوعها وأبعادها.



الشكل(1): هدار نوع غرايغر وتشكل القفزة المائية خلفه

عندما يتحرك تيار المياه من أمام الهدار إلى الجزء الخلفي أو الجزء الآخر من القناة فإن السرعة تزداد تدريجياً ويقل العمق حتى تصل السرعة إلى أعظم قيمة لها عند قدم الهدار أي عند المقطع المضغوط وعندها يكون عمق التيار المائي أصغري كما هو موضح في الشكل(2).
فيتحول جزء من الطاقة الكامنة في الجزء الامامي من الهدار إلى طاقة حركية وتبلغ قيمتها العظمى عند المقطع المضغوط وتعطى بالعلاقة

$$E_c = h_c + \frac{{v_c}^2}{2g}$$

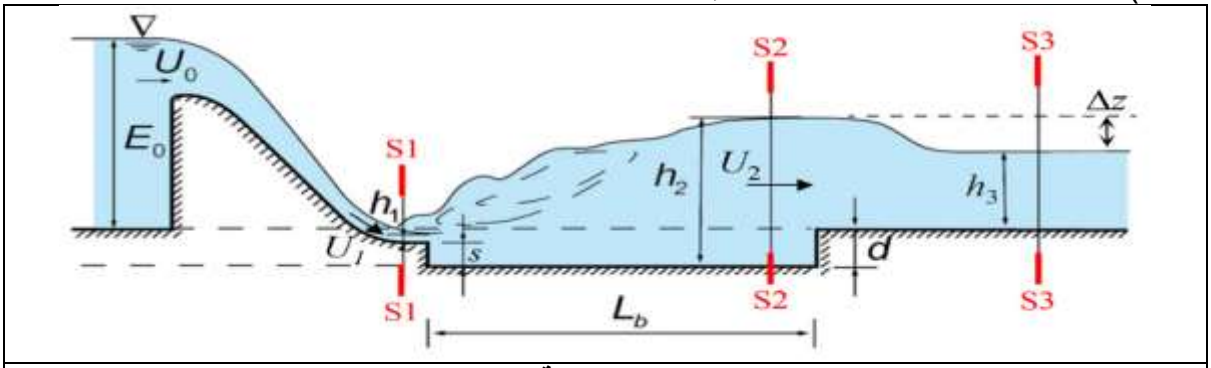


الشكل(2):تشكل القفزة المائية خلف الهدار

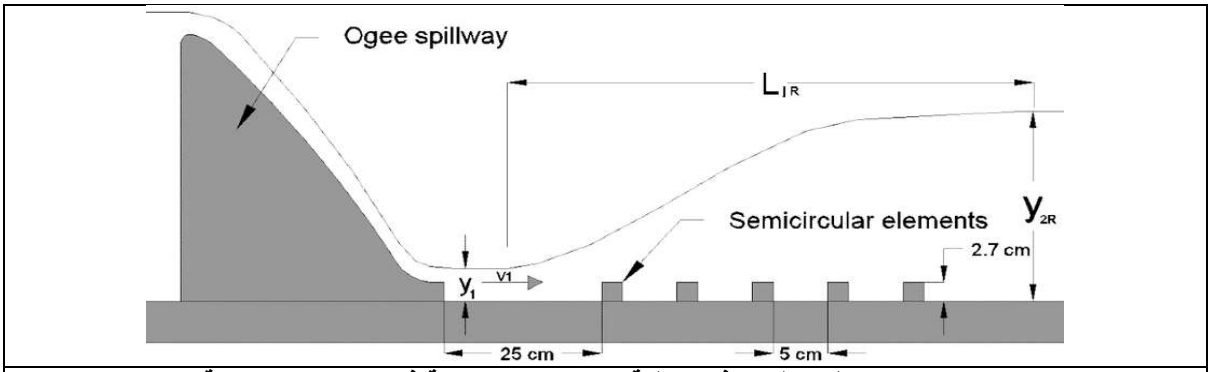
ثم يعود جزء من الطاقة الحركية المتشكلة ويتحول إلى طاقة كامنة بسبب الارتفاع التدريجي للماء في الجزء الخلفي من القناة وجزء آخر للتغلب على ضياعات الاحتكاك وقسم يعمل على تخريب قاع القناة لذلك لابد من اتخاذ التدابير اللازمة لإخماد الطاقة الحركية الكبيرة وحماية قاع المجرى من الانجراف او التخريب وذلك ضمن عدة إجراءات تتعلق بشكل أساسي بنوع المجري (نوع التربة، الكلفة، سهولة النفيذ..... الخ)
من هذه الحلول نذكر:

1) حوض التهدئة يستخدم في حال سهولة الحفر في التربة كما في الشكل (3).
2) جدار بيتوني يعترض المجرى (يستخدم في حال التربة الصخرية)
3) مخمدات بيتونية (كتل بيتونية مختلفة الأشكال، ذات توزع شطرنجي)

4) يمكن أن يتم دمج أكثر من حل في نفس الحالة المدروسة، فمثلاً يمكن تنفيذ حوض تهدئة مع الجدار البيتوني أو يمكن تنفيذ حوض تهدئة يحتوي على مخمِّدات بيتونية.
5) هناك العديد من الحلول الانشائية لإخماد الطاقة الحركية خلف الهدار.



الشكل(3): حوض تهدئة خلف الهدار.



الشكل(4): المقطع الطولي في منطقة القفزة الهيدروليكية فوق مخمدات بيتونية

<u>تحديد نوع القفزة المائية المتشكلة:</u>

تحدث القفزة المائية عند الانتقال من جريان سريع (عند قدم الهدار) إلى جريان هادئ في مجرى الماء الطبيعي ضمن القناة وفق العلاقات التالية

جريان سريع	$h_c < h_{cr}$	h_c:العمق المضغوط h_{cr}:العمق الحرج t:العمق الطبيعي للماء ضمن القناة
جريان هادئ	$t > h_{cr}$	

يحدد العمق الحرج في المجرى تبعاً لمقطع المجري من العلاقة التالية:

$$\frac{A_{cr}{}^3}{B_{cr}} = \frac{\alpha . Q^2}{g}$$

على فرض أن مقطع المجرى مستطيل فيكون العمق الحرج:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha . q^2}{g}}$$

حيث α: معامل يأخذ بعين الاعتبار التوزع غير المنتظم للسرعة ضمن مقطع المجرى (α=1⟶1.1)

حيث q :الغزارة النوعية في واحدة العرض النظري للمجرى (ضمن معطيات المشروع)

لتحديد نوع القفزة المائية يتم حساب العمق المضغوط من خلال تطبيق معادلة برنولي بين المقطع (0_0) أمام منشأة الهدار والمقطع (C_ C) عند قدم الهدار كما هو موضح في الشكل (4) نستنتج العلاقة:

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

q_c : الغزارة النوعية في واحدة العرض المضغوط

$$q_c = \frac{Q}{B_c} = \frac{Q}{\varepsilon . B}$$

φ : عامل السرعة $\varphi = 0.9 - 0.98$

نعتمد h_c هو العمق المرافق الأوَّل للقفزة المائية، أي $h_1 = h_c$ ، ونوجد العمق المرافق الثاني للقفزة من العلاقة :

$$h_2 = \frac{h_1}{2}\left[\sqrt{1 + 8\left(\frac{h_{cr}}{h_1}\right)^3} - 1\right]$$

نقارن قيمة h_2 مع عمق المياه الطبيعي في القناة t لتحديد نوع القفزة المائية:

$h_2 > t$	**قفزة مائية مدفوعة**
$h_2 < t$	**قفزة مائية مغمورة**
$h_2 = t$	**قفزة مائية حرجة**

ولا يسمح أبداً بتشكل القفزة المائية المدفوعة أو الحرجة، لابد من غمرها وسنتبع في مقررنا تشكيل حوض تهدئة لغمر القفزة.