

## دراسة مختبرية لعمق النحر مؤخر الهدارات ذات الفتحات المختلفة

د.غنية عبد المجيد حياوي  
استاذ مساعد

مريم خضر محمد  
طالبة ماجستير  
[mariam19882017@gmail.com](mailto:mariam19882017@gmail.com)

قسم هندسة السدود والموارد المائية - كلية الهندسة - جامعة الموصل

قبل: 2019-1-24

استلم: 2018-10-22

### الملخص

تم اجراء دراسة مختبرية باستخدام هدارات ذو فتحات دائرية بعدد واقطار ومواقع مختلفة لتقييم عمق النحر في الارضيات الحجرية الحجر المكسر, فرشت ارضية الدراسة بالحجر المكسر بمعدل قطر (11.1) ملم و بسمك (22) سم وامتداد (4) متر, اجرى التجارب في واقع 95 تجربة 5 منها لهدار بدون فتحات والباقي لهدار ذو فتحات دائرية بقطر (1.6cm) و (2.3cm) و (3cm) وثبتت على ثلاثة ارتفاعات عن القعر (h/p=0,0.25,0.5) لفتحة واحدة و ثلاث فتحات وبذلك يكون العدد الكلي للنماذج الفيزيائية (18) تم امرار خمس تصاريح لكل نموذج, وبعدها تم قياس ابعاد حفرة النحر المتكونة وشكل سطح الماء . تبين من التحليل ان حفرة النحر تزداد بزيادة التصريف, عند مقارنة النتائج نجد انه استخدام الهدار ذو الفتحات الدائرية يكون اكثر كفاءه من الهدار بدون فتحات اذ يعطي عمق اقل للنحر لان الماء الخارج من الفتحات يرتطم بالماء الساقط من الهدار مسببا تشتت للطاقة الحركية, وان نسبة القطر (0.115) تعطي عمق للنحر اقل من نسبة القطر (0.08,0.15), اما بالنسبة الى الارتفاع فان نسبة الارتفاع (0.5) تعطي اقل عمق للنحر وذلك لان زيادة الارتفاع يزيد من قوة الارتطام فتتسبب الطاقة وتنتشر لذلك يقل النحر ..

الكلمات الداله :

النحر , رقم فرود , قطر الفتحات , نسبة ارتفاع الفتحات .

<https://rengj.mosuljournals.com>

Email: [alrafidain\\_engjournal@umosul.edu.iq](mailto:alrafidain_engjournal@umosul.edu.iq)

### 1. المقدمة

التخصر,3-النحر الناتج من البثق, 4-النحر الناتج من السقوط الحر (الهدار).

قام العديد من الباحثين بدراسة النحر لما لهذه الظاهرة من تأثير سلبي على المنشآت حيث درس الباحث حميد واخرون (Hamed,et al.,2009) النحر مؤخر الهدارات ذات التلمة المثلمة واستنتجوا بان ابعاد حفرة النحر تتناسب طرديا مع رقم فرود, ولا يوجد تأثير على ابعاد حفرة النحر عند الزوايا (30°,60°,90°) ومن الناحية الاخرى فان ابعاد النحر تقل بشكل واضح عند الزاوية (120°) ويزداد اقصى عمق وطول للنحر عند ازدياد زاوية انحراف الهدار اكثر من (15°). وتم استنتاج معادلات وضعية لحساب اقصى عمق وطول وحجم للنحر. اجرى الباحث ديهاجين واخرون (Dehghani,et al.,2010) دراسة على النحر خلف الهدارات في حالة استخدام المنافذ السفلية واشتملت الدراسة ثلاث مراحل وهي استخدام الهدار فقط , استخدام البوابة السفلية , استخدام الهدار و البوابة السفلية. من خلال ملاحظة النتائج التي توصل اليها الباحث وجد ان عمق النحر يقل في حالة استخدام المنافذ السفلية وعند استخدام الهدار فقط اعطى عمق اكبر للنحر بالإضافة الى احتجاز المواد العائمة.

يعتبر الماء مصدر مهم وحيوي لكنه مهدد بالخطر و يتعرض الى الكثير من المشاكل التي تؤثر بشكل سلبي عليه . لذلك برزت الحاجة الى اقامة المنشآت الهيدروليكية كالسدود والنواظم والهدارات من اجل السيطرة على المياه ورفع المنسوب والحد من خطر الفيضان بالرغم من الفائدة الايجابية لهذه المنشآت الهيدروليكية الا انها تتسبب في ظهور بعض المشاكل التي تؤثر وبشكل سلبي على المنشآت ومن هذه المشاكل مشكلة النحر .

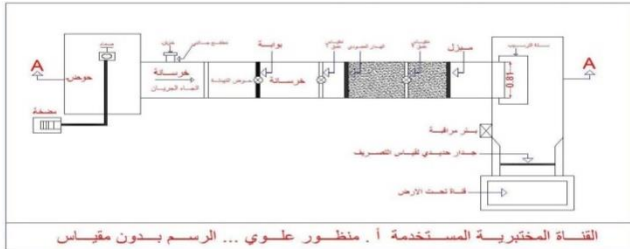
بعد النحر من الظواهر الطبيعية التي تحدث في قعر القنوات وجوانبها كما يحدث في الشواطئ نتيجة الامواج المارة , كما ان فترة حصول النحر تعتمد على المادة المكونة للقعر , فالقعر الرملي يحتاج الى ساعات لحصول النحر , في حين تحتاج الصخور الرملية والطينية الى ايام . يمكن تعريف النحر على انه ازالة مواد القعر بفعل طاقة الجريان و تحريكها الى ابعد مسافة والتي تؤثر سلبا على استقراره تلك المنشآت ويمكن تقسيم النحر الى اربع اقسام رئيسية (Simons and Senturk.,1992) 1-النحر الموضوعي,2-النحر بسبب

تصارييف لكل حالة وبعد استقرار مواد القعر اخذت مناسيب القعر المتكون بعمل تشبيك ثلاثي كل 5م طوليا وعرضيا كما في اللوحة (2).

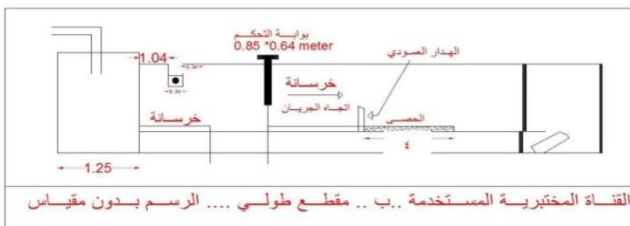
$$h = \text{ارتفاع الفتحة عن القعر}$$

$$P = \text{ارتفاع الهدار}$$

$$d_c = \text{قطر الفتحة}$$



الشكل (1 - أ) منظور علوي للقناة المختبرية



الشكل (1 - ب) مقطع طولى للقناة المختبرية



اللوحة (2) هدار ذو فتحة واحدة (d/c=0.115) و (Q=40l/sec) و (h/p=0.25)



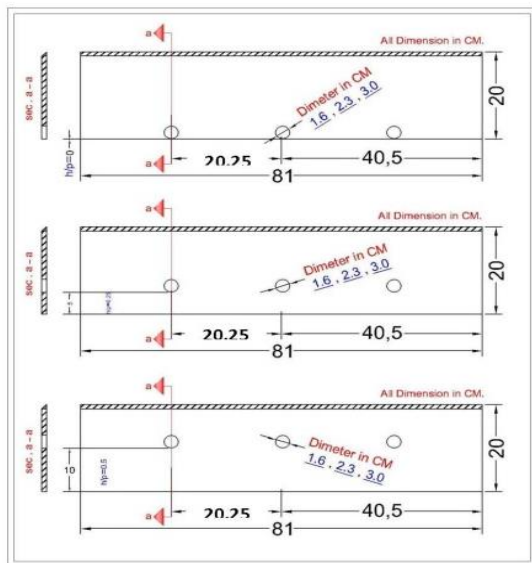
اللوحة (1) طريقة فرش الحصى المكسر مؤخره الهدار

اجرى الباحث صبحي (Sobeih, et al. 2012) دراسة مختبرية على النحر خلف الهدارات التي تحوي على فتحات واشتملت الدراسة على الترتيب الاتي: عمق النحر في حالة عدم وجود فتحات، وجود فتحة واحدة، ثلاث فتحات. استنتج الباحث انه في حالة الفتحة الواحدة و الثلاث فتحات فان زيادة نسبة الارتفاع (h/p) يقود الى نقصان في عمق النحر حتى نسبة الارتفاع (h/p=0.25) وبعدها يبدأ عمق النحر بالزيادة . تغير القطر النسبي لا يؤثر على عمق النحر في حالة الفتحة الواحدة وان قيمة القطر النسبي لا تؤثر على عمق النحر عند نسبة الارتفاع (h/p=0.5) وعند نسبة الارتفاع (h/p=0.25, h/p=0) وقيمة نسبة القطر تساوي (D/p=0.075) اعطت عمق نحر قليل لكل نسب الارتفاع عند وجود ثلاث فتحات. اجرى الباحثان باكلير و بلايرمو (Pagliara and Plalermo, 2013) سلسلة من التجارب في قناة مختبرية , حيث تم بناء نموذجين احدهما يحاكي منشآت السيطرة الصخرية والثاني باستخدام هدارات متموجة ذات سلاسل حصى من اجل دراسة النحر مؤخره تلك المنشآت , و لاحظ الباحثان ان الجريان فوق هذه المنشآت يؤثر بشده على عملية النحر . واستنتجا معادلتان لحساب اقصى عمق وطول للنحر. اجرى الباحث (الجوري, 2015) دراسة مختبرية لتقليل تكسد الرسوبيات مقدم السدود الغاطسة باستخدام المنافذ السفلية. النتائج التي توصل اليها الباحث تبين ان القعر يتغير في حالة وجود او عدم وجود الفتحات , لتغير التركيز تأثير واضح على شكل النحر ويتركز هذا التأثير في موقع الاضافة حيث يكون عمق التكدس قليل جدا في التراكيز القليلة ويزداد بزيادة التركيز اجرى الباحثين (نيفين واياهب, 2017) دراسة مختبرية حول خصائص الجريان في حالة استخدام هدار ذو فتحات سفلية دائرية واستنتج الباحثان ان وجود فتحة واحدة او عدة فتحات يؤثر على معامل التصريف وخواص القفزة الهيدروليكية وتوزيع السرعة في القنوات حيث وجدوا ان التقليل من نسبة قطر الفتحة السفلية الى ارتفاعها (D/Z) لنفس عدد الفتحات ونفس القطر يقلل من معامل التصريف (C<sub>d</sub>) اما عند اختلاف عدد الفتحات وثبتت القطر وجدوا بان معامل التصريف يزداد في حالة الفتحة الواحدة على عكس الثلاث فتحات وان اكبر توزيع للسرعة في حالة الثلاث فتحات يكون اقل من الفتحة الواحدة اما بالنسبة لطول القفزة الهيدروليكية ففي حالة الثلاث فتحات تكون اقل من الفتحة الواحدة .

من الواضح من المصادر العلمية المتوفرة ان استخدام المنشآت الهيدروليكية يغير من هيدروليكية الجريان في المجاري المائية . في هذا البحث تمت دراسة النحر مؤخره الهدارات ذات الفتحات السفلية بمواقع واحجام مختلفة .

## 2. العمل المختبري

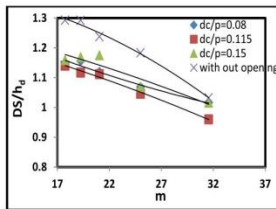
اجريت التجارب في مختبر الهيدروليك التابع لقسم هندسة السدود والموارد المائية بجامعة الموصل وذلك باستخدام قناة مختبرية مشيدة من الخرسانة ذات قعر ثابت بطول (24.65)م وعرض (0.81)م وعمق (0.76)م كما موضح في الشكل (1- أ) و (1- ب) . فرشت الارضية بالحجر المكسر المار من المنخل (12.7)ملم والمرتد من المنخل (9.525)ملم بسمك 22سم وامتداد 4م كما في اللوحة (1) . تم تصنيع نموذج السد الغاطس باستخدام مادة البلاستيك الشفاف بأبعاد (81×20)سم وكانت النماذج بدون فتحات وبتحفة واحدة وثلاث فتحات وعلى نسب ارتفاع (h/p=0, 0.25, 0.5) وبأقطار (d<sub>c</sub>=1.6, 2.3, 3) سم كما في الشكل (2) بواقع 95 تجربة المجموعة الاولى منها 5 تجارب بدون فتحات للمقارنة, المجموعة الثانية 30 تجربة بقطر 1.6 سم اما المجموعة الثالثة فكانت 30 تجربة بقطر 2.3 سم والمجموعة الرابعة 30 تجربة بقطر 3 سم وجميعها بحالتين فتحة واحدة وثلاث فتحات وعلى ثلاث ارتفاعات . تم امرار خمسة



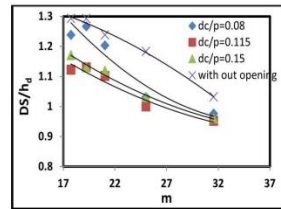
الشكل (2) نماذج الهدارات المستخدمة

بدون فتحات					
R <sup>2</sup>		a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	
0.9124		-0.0024	0.0214	5.7167	
فتحة واحدة					
dc/p	h/p	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
0.08	0	0.9154	0.001	-0.0706	2.2239
0.115		0.9413	0.0004	-0.0338	1.6150
0.15		0.9877	0.0005	-0.0376	1.6938
0.08	0.25	0.934	0.0004	-0.0412	1.8857
0.115		0.9811	-0.0001	-0.0046	1.2521
0.15		0.9894	0.0005	-0.0247	1.8355
0.08	0.5	0.9122	-0.0005	0.0024	1.3479
0.115		0.9958	-0.0001	-0.007	1.2647
0.15		0.9827	-0.0004	0.0004	1.2897
ثلاث فتحات					
dc/p	h/p	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
0.08	0	0.9675	0.0002	-0.0179	1.4281
0.115		0.9918	-0.0001	-0.0069	1.3026
0.15		0.8891	-0.0001	-0.0061	1.3234
0.08	0.25	0.9334	0.0005	-0.0417	1.8235
0.115		0.8995	0.0001	-0.019	1.4792
0.15		0.9211	0.0001	-0.0235	1.6266
0.08	0.5	0.9778	-0.0001	-0.0173	1.5242
0.115		0.9969	-0.0006	0.0036	1.2615
0.15		0.9836	0.0001	-0.0322	1.7643

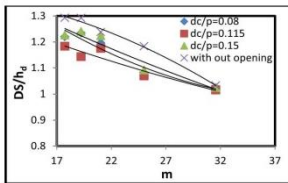
وتوضح الاشكال من (3) الى (8) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m)



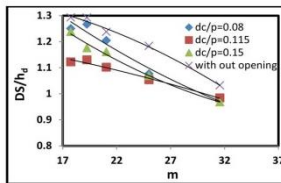
الشكل (4) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) عند (h/p=0) في حالة الثلاث فتحات



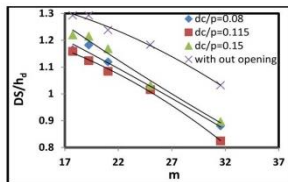
الشكل (3) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) عند (h/p=0) في حالة الفتحة الواحدة



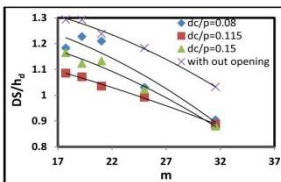
الشكل (6) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) عند (h/p=0.25) في حالة الثلاث فتحات



الشكل (5) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) عند (h/p=0.25) في حالة الفتحة الواحدة



الشكل (8) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) عند (h/p=0.5) في حالة الثلاث فتحات



الشكل (7) العلاقة بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) عند (h/p=0.5) في حالة الفتحة الواحدة

ان العوامل المؤثرة على خصائص حفرة النحر مؤخر الهدارات العمودية متعددة ويمكن صياغة العلاقة الخاصة بعمق النحر بالشكل الاتي :

$$Ds=f(h,h_0,P,dc,\Delta ps,g,h_d,qw,\mu) \quad (1)$$

اذ ان:

Ds=عمق حفرة النحر (L), h = ارتفاع الفتحة عن القعر (L), h<sub>0</sub> = ارتفاع الماء فوق الهدار (L), P = ارتفاع الهدار (L), dc = قطر الفتحات السفلية (L), Δps = الكثافة الكتلية لمواد القعر المغمورة (ML<sup>-3</sup>), g = التسجيل الارضي (LT<sup>-2</sup>), h<sub>d</sub> = ارتفاع الماء في المؤخرة (L), qw تصريف القناة (M<sup>2</sup>T<sup>-1</sup>), μ = اللزوجة الحركية (ML<sup>-1</sup>T<sup>-1</sup>).

باستخدام طريقة التحليل البعدي للمتغيرات في المعادلة (1) تم التوصل الى العلاقة اللابعديّة الاتية:

$$\frac{Ds}{h_d} = F\left(\frac{h}{h_d}, \frac{h_0}{h_d}, \frac{P}{h_d}, \frac{dc}{h_d}, \frac{g h_d^3}{q w^2}, \frac{\mu}{\Delta p s}\right) \quad (2)$$

$$\frac{Ds}{h_d} = F\left(\frac{h}{h_d}, \frac{h_0}{h_d}, \frac{P}{h_d}, \frac{dc}{h_d}, \frac{1}{Fr^2}, \frac{1}{Re}\right) \quad (3)$$

ويمكن صياغتها بالشكل الاتي:

$$\frac{Ds}{h_d} = F\left(\frac{h}{P}, \frac{h_0}{P}, \frac{dc}{P}, \frac{1}{Fr^2}, \frac{1}{Re}\right) \quad (4)$$

ان رقم (Re) يصف تأثير لزوجة الجريان وعندما يكون رقم رينولدز عالي فان الجريان يصل الى حالة الاضطراب الكامل وعندها يضمحل تأثير اللزوجة في القنوات المفتوحة ولذلك يمكن إهماله.

### 3. تأثير المعامل (m=1/fr<sup>2</sup>) على عمق النحر

من اجل معرفة اداء الفتحات السفلية وتأثيرها على النحر تم رسم العلاقة بين نسبة عمق النحر الى ارتفاع الماء نهاية القناة (Ds/h<sub>d</sub>) و (m=1/fr<sup>2</sup>) باستخدام برنامج (Excel) وذلك بثبوت الارتفاع و القطر وعدد الفتحات السفلية وجد بان العلاقة متعددة الحدود هي من افضل العلاقات بين (Ds/h<sub>d</sub>) و (m) حيث تعطي اعلى معامل تحديد R<sup>2</sup>.

$$\frac{Ds}{h_d} = a_1 m^2 + b_1 m + c_1 \quad (5)$$

اذ ان :

$$معاملات = a_1, b_1, c_1$$

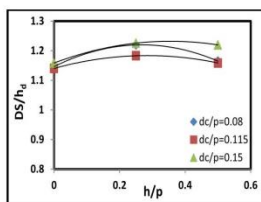
$$Ds/h_d = \text{نسبة عمق النحر الى ارتفاع الماء نهاية}$$

القناة

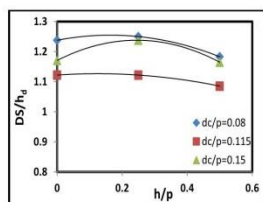
$$m = \frac{1}{Fr^2}$$

$$Fr = \text{رقم فرود}$$

والجدول (1) يبين قيم المعاملات a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>1</sub> ومعامل التحديد R<sup>2</sup> للمعادلة اعلاه



الشكل (18) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=17.7)$  في حالة الثلاث فتحات



الشكل (17) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=17.7)$  في حالة الفتحة الواحدة

من ملاحظة الأشكال من (9) الى (18) تبين ان عمق النحر يزداد بزيادة الارتفاع الى  $(h/p=0.25)$  بعدها يبدأ عمق النحر بالتناقص وان اقل عمق لحفرة النحر عند  $(h/p=0.5)$  وذلك لان زيادة الارتفاع يزيد من قوة ارتطام الماء فتتكرر الطاقة وتتلاشى لذلك يقل النحر.

#### 5. تأثير قطر الفتحات السفلية على عمق النحر

لغرض معرفة المناسب للفتحات السفلية تم رسم العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  باستخدام برنامج (Excel) بثبوت التصريف والارتفاع ووجد بان العلاقة متعددة الحدود هي من افضل العلاقات بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$ .

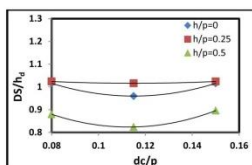
$$\frac{DS}{hd} = a_3(dc/p)^2 + b_3(dc/p) + c_3 \quad (7)$$

اذ ان :

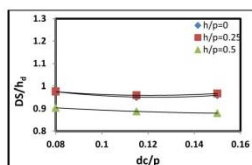
$$معاملات = a_3, b_3, c_3$$

$$dc/p = \text{نسبة قطر الفتحات}$$

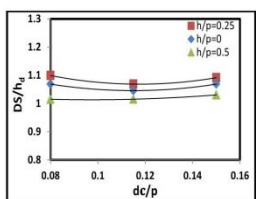
و توضح الاشكال من (19) الى (28) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$



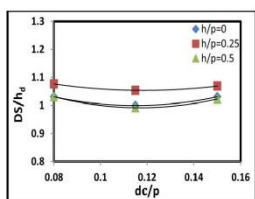
الشكل (20) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  عند  $(m=31.56)$  في حالة الثلاث فتحات



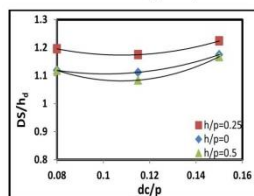
الشكل (19) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  عند  $(m=31.56)$  في حالة الفتحة الواحدة



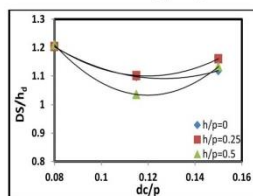
الشكل (22) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  عند  $(m=25)$  في حالة الثلاث فتحات



الشكل (21) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  عند  $(m=25)$  في حالة الفتحة الواحدة



الشكل (24) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  عند  $(m=21.04)$  في حالة الثلاث فتحات



الشكل (23) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(dc/p)$  عند  $(m=21.04)$  في حالة الفتحة الواحدة

تبين في الاشكال من (3) الى (8) بان هنالك علاقة عكسية بين  $(DS/h_d)$  و  $(m)$  حيث زيادة المعامل  $(m)$  يؤدي الى النقصان من عمق النحر، وهذا يعني ان زيادة رقم فرود يؤدي الى زيادة النحر وذلك بسبب زيادة التصريف المار في القناة  $(qw)$  (زيادة السرعة العمودية للماء الساقط)، وعند مقارنة النتائج بوجود الفتحات السفلية وعدم وجود الفتحات نلاحظ انه في حالة وجود الفتحات نحصل على اقل عمق للنحر وذلك لان الماء الخارج من الفتحات يرتطم بالماء الساقط من الهدار مسببا تشتت في الطاقة الحركية.

#### 4. تأثير ارتفاع الفتحات السفلية على عمق النحر

لغرض معرفة الارتفاع المناسب للفتحات السفلية تم رسم العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  باستخدام برنامج (Excel) وذلك بثبوت التصريف والقطر وعدد

الفتحات ووجد بان العلاقة متعددة الحدود هي من افضل العلاقات بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$ .

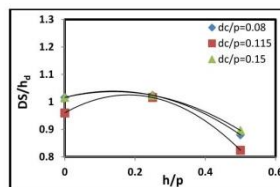
$$\frac{DS}{hd} = a_2(h/p)^2 + b_2(h/p) + c_2 \quad (6)$$

اذ ان :

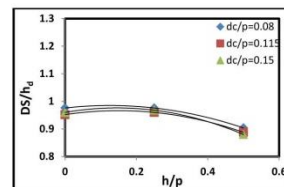
$$معاملات = a_2, b_2, c_2$$

$$h/p = \text{نسبة ارتفاع الفتحات}$$

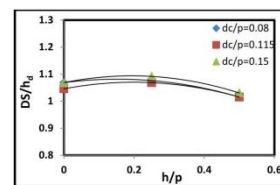
وتوضح الاشكال من (9) الى (18) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$



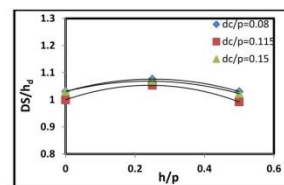
الشكل (10) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=31.56)$  في حالة الثلاث فتحات



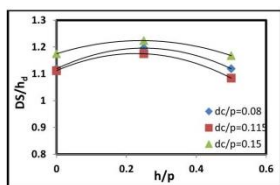
الشكل (9) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=31.56)$  في حالة الفتحة الواحدة



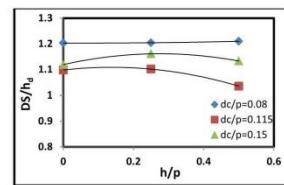
الشكل (12) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=25)$  في حالة الثلاث فتحات



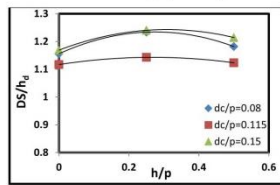
الشكل (11) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=25)$  في حالة الفتحة الواحدة



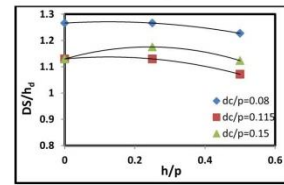
الشكل (14) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=21.04)$  في حالة الثلاث فتحات



الشكل (13) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=21.04)$  في حالة الفتحة الواحدة



الشكل (16) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=19.23)$  في حالة الثلاث فتحات



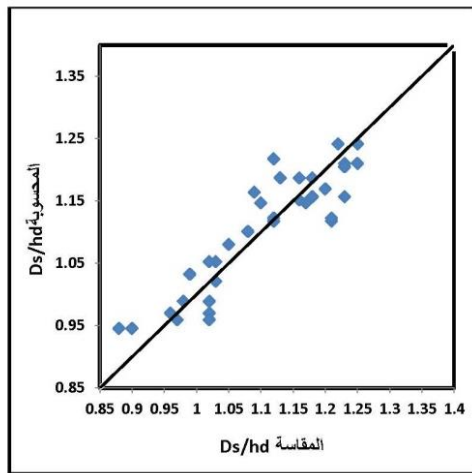
الشكل (15) العلاقة بين  $(DS/h_d)$  و  $(h/p)$  عند  $(m=19.23)$  في حالة الفتحة الواحدة



مختبريا وكما موضح في الشكل (30) والذي يبين مدى الترابط بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة وتقاربها من خط التوافق الامثل .

### 7. الاستنتاجات

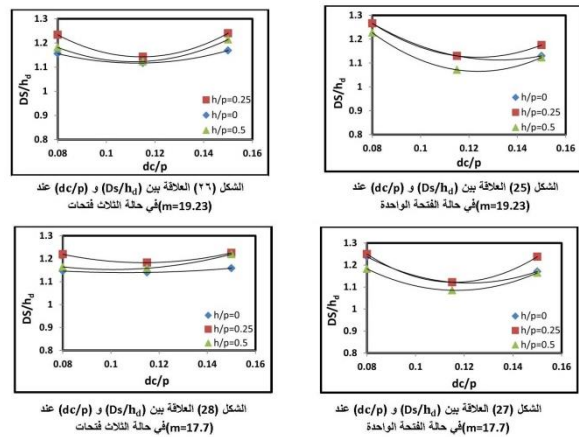
- 1- ان وجود الفتحات يقلل من عمق النحر وذلك لان الماء الخارج من هذه الفتحات يرتطم بالماء الساقط من الهدار مسببا تشتيت في الطاقة الحركية وبالتالي يقل النحر .
- 2- القطر  $dc/p=0.115$  يعطي اقل عمق للنحر .
- 3- الارتفاع  $h/p=0.5$  يعطي اقل عمق للنحر وذلك لان زيادة الارتفاع يؤدي الى تشتيت الطاقة وتلاشيها . عدد الفتحات لا يؤثر بشكل كبير على عمق النحر



شكل (30) العلاقة بين (Ds/hd) المحسوبة و المقاسة من المعادلة (٧)

المصادر

- 1- Dehghani, A. A., Bashiri, H., &Dehghani, N. (2010). Downstream scour of combined flow over weirs and below gates. *River Flow-Dittrich, Koll, Aberle&Geisenhainer (eds)*.
- 2- Hamed, Y. A., El-Kiki, M. H., &Miridan, A. M. (2009, March). Scour downstream oblique V-notch weir. In *Thirteenth International Water Technology Conference, IWTC (Vol. 13, pp. 853-872)*.
- 3- MoayadS.andAkramKh.,(2015).”Laboratory Study For Estimating The Removing Sediment From Upstream Weirs Using Bottom Outlets”. *Al-Rafidain Engineering (Vol.23, No.1, pp. 62-72)*.
- 4- NeveenY.Saad and EhabM.Fattouh.,(2017).”Hydraulic characteristics of flow over weirs with circular openings”. *Ain shams Engineering Journal(No.8, pp.515-522)*.
- 5- Simon, D. B. and Senturk, F. (1992), “Sedimen Transport Technology” , A.K. Turner and R. L. Schuter editors, Water Resources Publication, Littleton Colorado USA.
- 6- Sobeih M.F,Helal,E.Y.,Nassralla,T.H.,Abdelaziz,A.A.(2012). “Scour depth downstream weir with openings” *International Journal of Civil and Structural Engineering.(Vol.13, No1, pp. 259-270)*. Pagliara, S. and Palermo, M.,(2013) “Rock Grade Control



نتبين الاشكال من (19) الى (28) بان اقل عمق لحفرة النحر عند  $dc/p=0.115$  لكلا الحالتين .

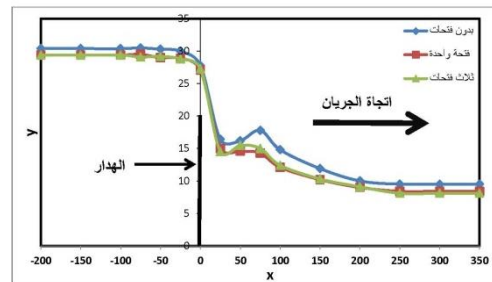
### 6. تأثير عدد الفتحات السفلية على عمق النحر

عند مقارنة النتائج نجد بانه لا يوجد تأثير كبير لعدد الفتحات على عمق النحر حيث كانت النتائج متقاربة لكن الفتحة الواحدة اعطت اقل عمق للنحر عند اغلب النقاط .

### مخطط سطح الماء

تم دراسة مخطط سطح الماء على طول مقدم ومؤخر الهدار وفي كل تجربة تم قياس ارتفاع سطح الماء مقدم الهدار بمسافة (200) سم ولغاية انتهاء الحجر المكسر الى ان يصبح سطح الماء افقيا باتجاه الجريان .

تم رسم مخطط سطح الماء للهدار بدون فتحات وفتحة واحدة و ثلاث فتحات ومن الشكل تبين بان سطح الماء يأخذ بالنزول عند سقوطه من الهدار ومن ثم يأخذ بالارتفاع ويكون الجريان مضطربا حيث تتشكل قفزة هيدروليكية بسيطة ثم يستقر نتيجة لتشتت الطاقة .



شكل (29) سطح الماء عند  $dc/p=0.115$  و  $h/p=0.25$  و  $Q=40l/sec$

### علاقة وضعية لحساب نسبة عمق النحر الى ارتفاع الماء نهاية القناة $(Ds/h_d)$

تم ادخال ثلثي البيانات المتضمنة عمق النحر مؤخر الهدارات في البرنامج الاحصائي (spss statistics) للحصول على علاقة وضعية لحساب نسبة عمق النحر الى ارتفاع الماء نهاية القناة  $(Ds/h_d)$  بدلالة المتغيرات اللابعدية المذكورة في المعادلة (4) وكما يأتي

$$\frac{Ds}{h_d} = 4.691 * \left(\frac{1}{Fr^2}\right)^{-0.609} * \left(\frac{h}{p}\right)^{-0.065} * \left(\frac{dc}{p}\right)^{-0.048} * \left(\frac{h_c}{p}\right)^{-0.293} \quad (8)$$

( من  $\frac{Ds}{h_d}$  وتم حساب قيم (0.817) يساوي  $R^2$  وبمعامل تحديد ثلث البيانات المتقي ورسمت مع البيانات المقاسة 8 المعادلة)

## Experimental Study of the Scour Depth at Downstream Weirs Has Different Holes

Mariam Khder Mohammad Alhealy  
M.Sc student  
[mariam19882017@gmail.com](mailto:mariam19882017@gmail.com)

Dr. Ghania Abd Al Majeed Hayaw  
Assistant Professor

Department of Dams and Water Resources Engineering, University of Mosul.

### Abstract

*An experimental study was carried out to deal with using a weir with circular holes to control the scour occurs behind it. The holes are located near the bed of the channel, their geometric details had been changed in its size, number and their distance from the bed of the channel. The channel bed was lined by crushed gravel with average diameter 11.1 cm. The thickness of the crushed gravel layer was 22 cm and its length was 4 m. There is 18 cases were conducted. Which the diameter of the holes were 1.6, 2.3, 3 cm, and for each size of them, the distance of the holes was 0, 0.25 or 0.5 cm, their number was one or three. These cases were compared with the case of using weir with no hole. The main hydraulic variable was the discharge, which five different discharges were flowed for each case. The total number of the experiments was 95. The dimensions of the scour hole behind the weir was measured as well as the water surface elevation in the upstream of the weir.*

*The analysis indicated that the discharge plays the main role to increase the size of the scour hole. Using the weir with holes helps to decrease the scour occurs behind it, because the flow from holes interrupted the flow fallen from over the weir then some of its energy was dissipated. The diameter of the weir's hole that caused the smallest scour was 0.115 cm, while the most effective distance of this hole to cause the same effect was 0.5 cm, among all the studied cases. Due to its height increases the dissipation of the energy of the falling flow.*

### Keywords:

scour, Frod no. Fr, opening Diameter (dc), opening height ratio (h/p).