Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (39), (March, 2026)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد (10) العدد 39 مارس 2026
ردمد: 3014-6266

تحليل معامل التصريف للهدار المثلث والمستطيل ذو القمة الحادة

ناجي شكشم[1]، مجيد خترش [2]
[1 2]كلية الهندسة، جامعة صبراته، صبراته، ليبيا
naji.shaksham@sabu.edu.ly

Analysis the discharge coefficient of the triangular and rectangular weir with a sharp crested

Naji shaksham [1*], Majid kheetresh[2]
[1 2]Department of civil Engineering, College of engineering/University of Subrath, Libya

تاريخ الاستلام:2026/01/02 –تاريخ المراجعة: 2026/01/20– تاريخ القبول: 2026/01/29– تاريخ للنشر :2026 /02/21

الخلاصة:

ترجع اهمية الهدار(Weir) بانه اداة لقياس التصرفات المائية Q ($L^3/$) المنسابة عبر القنوات المكشوفة، وتعتبر الهدارات من الادوات السهلة الاستخدام والاقتصادية. استخدامات الهدارات في مجاري الانهار والوديان ومحطات معالجة الصرف الصحي ومشاريع السدود كما تستخدم الهدارت في معامل الهيدروليك والموائع كنماذج لقياس التصرفات في القنوات المائية، وتوجد انواع عدة من الهدارات ذات اشكال هندسية ووظائف مختلفة. يتناول هذا البحث دراسة معملية لتحليل واستنباط معادلات معامل التصرف (C_d) لنموذجين من الهدارت ذات الحواف الحادة، وهما الهدار مثلث الشكل بزاوية ($\theta=60^o$)، والهدار مستطيل الشكل. من خلاصة التجارب المعملية والنظرية لهذه النماذج استنتاج معادلتين تربط العلاقات بين المتغيرات المستقلة ومعامل التصريف لكلا الهدارين كما وجدت علاقة قوية وتوافق بين معامل التصريف المقاس(Cd_{me}) والتقديري ($Cd_{Pre.}$) حيث كان معامل الارتباط للهدار المثلث ($R^2=0.98$)، والهدار المستطيل($R^2=1$).

المفتاحية: الهدار ، القنوات المكشوفة ، معامل الهيدروليك ، معامل التصريف ، الهدار المثلث ، الهدار المستطيل

Abstract :

The weir is important because it is a tool for measuring the water discharges (Q (L3 / T) flowing through the exposed channels, weir is an easy-to-use, economical tool. Uses of weirs in riverbeds, valleys, sewage treatment plants and dam projects, as well as used in hydraulic and fluid laboratories as models to measure the discharge of water channels. There are several types of weirs with different geometric shapes and

functions. This research deals with a laboratory study to derive the behaviour coefficient equations (Cd) for two models of sharp-crested for v-notch weir (θ= 60o) and rectangular weir. From the summary of the laboratory and theoretical experiments of these models. Two equations were concluded that link the relationships between the independent variables, and the discharge coefficient for both weirs. A strong relationship and agreement were found between the measured discharge coefficient (Cd me) and the estimated (Cd Pre) where the correlation coefficient for v-notch weir was(R2=0.98)and the rectangular notch weir (R2 = 1.(

Key words: weir, open channels, hydraulic lab. , discharge coefficient, v-**notch weir,** rectangular weir

1. المقدمة:

إن القنوات المكشوفة ومجاري الانهار والوديان تعتبر جزء اساسي في المنشأت الهيدروليكية، وأهتم الانسان منذ القدم في عمل القنوات المائية وصيانتها لأجل الاستفادة في نقل المياه، وفي وقتنا هذا ازدادت اهمية القنوات في عدة ميادين وأهمها مشاريع السدود ومحطات الصرف الصحي ومحطات تنقية المياه الشرب [1].لأجل هذا انتشرت البحوث على مجال واسع في القرنيين التاسع عشر والعشرين [2] في مجال قياسات التصرفات(Q) في القنوات المائية، وأهم الادوات لذلك ما يُعرف بالهدار(Weir) وهو شكل هندسي منتظم يوضع في المجاري المائية في الاتجاه العمودي لمسار المياه بحيث يحدث جريان في قمته[3]. تعمل الهدارات على تكوين جريان حرج عند قمته (Critical flow) Fr=1[4]، ويمكن من خلاله ايجاد علاقة بين عمق الماء (H) والتصرف (Q)[2]. تصنف انواع الهدارات اعتماداً على شكل قمة الهدار (Crest)[5] ، ومن الأمثلة هدارات ذات الحافة الحادة (Sharp crested) ، وهدارات لها شكل الحافة العريضة (Broad crested)، والهدارات ذات المنحني البيضاوي (Ogee weir). في هذه الدراسة سيكون البحث عن الهدارات ذات الحافة الحادة وهي اكثر استخداما وتأخذ اشكال هندسية مختلفة واهمها هدارات على شكل مثلث بزوايا مختلفة (V-notch)، وذات الشكل المستطيل (Rectangular sharp weirs). في هذه الدراسة تم عمل وتجهيز نموذج لهدار (V-notch) بزاوية ($\theta=60^o$) والنموذج الثاني هدار ذو فتحة حادة مستطيلة الشكل . كلا النموذجين عبارة عن صفيحتين من البلاستيك الشفاف المقوى بسمك (3 mm)، حيث أجريت التجارب المطلوبة في مختبر الموائع بكلية الهندسة بجامعة صبراته.

الرموز المستخدمة:							
ة الهدار	$B\ (m)$	معامل التصرف المقاس	$Cd_{me.}$	ارتفاع الهدار	$P(m)$		
رف النظري	$\mathrm{Cd}_{th.}$	معامل التصرف التقديري	$Cd_{Pre.}$	ة زاوية المثلث	$\theta(\mathrm{Degree})$		
بعدي	We	التصرف النظري	$Q_{th}\left(\frac{m^3}{s}\right)$	العجلة	$\mathrm{g}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s2}}\right)$		
لابعدي	Re	التصرف المقاس	$Q_{me}\left(\frac{\forall}{t}\right)$	الكثافة	$\rho\left(\frac{kg}{m3}\right)$		
		عمق الماء فوق قمة الهدار	$\mathrm{H(m)}$	السرعة	$\mathrm{v}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$		

1.1 اهداف البحث:

– تحليل استنباط معادلات رياضية تجريبية لقياس التصرفات المائية المنسابة في القنوات المكشوفة.

– استنتاج العلاقة بين معمل التدفق (C_d) وباقي المتغيرات (H , P) لكلا الهدار المثلث والمستطيل.

1.2 الدراسات السابقة:

– قام العالم (Rehbock,1945)[5] بإجراء تجارب على هدار مستطيل ذو حافة حادة وتهدف التجربة لإيجاد العلاقة بين معامل التصرف (C_d) ومتغيرين (H,P) لمجموعة من نماذج هدارات، واستنبط معادلة تجريبية خطية تنص على $C_d=0.602+0.083(H/P)$ كلاً من H(ft) , P(ft)

– قدم (انيس واخرون،2013)[6] بحث عملي من جامعة بابل تحت عنوان " تقييم معامل التصريف (C_d) لهدار نصف دائري". قام البحاث بعمل نماذج ثلاثة هدارات على شكل نصف دائرة بحواف حادة ذات انصاف اقطار (6 , 8 , 10 cm) بالإضافة لهدار(V–notch) بزاوية (90^o) وهدار مستطيل الشكل ذو قمة حادة، وتهدف التجارب لمعرفة افضل النماذج بمقارنة قيم معامل التصرفات (C_d) لكل نوع. أجريت التجارب لكل نموذج من الهدارات بعد تثبيتها في القناة المكشوفة (Open channel) في المعمل وامرار المياه في القناة وقياس التصرفات المقاسة (Q_{me})، وحساب التصرفات النظرية (Q_{th}) لكل نموذج من الهدارات، وحساب قيم متوسط معامل التصرف لكل نوع من النماذج:

$C_d(\text{Rectangular})=0.722$, $C_d(\text{V–notch})=0.816$, $C_d(\text{Semi–circular})=0.90$

خلصت النتائج بان الهدار نصف دائرة بقطر (10 cm) أفضل انواع النماذج المستخدمة معمليا لما له اكبر قيم معامل تصرف وهي($C_d=0.90$).

– وجد (Robert, et,al.1985)[7] من التجارب الهيدروليكية والخبرة في المجال أن معامل التصرف

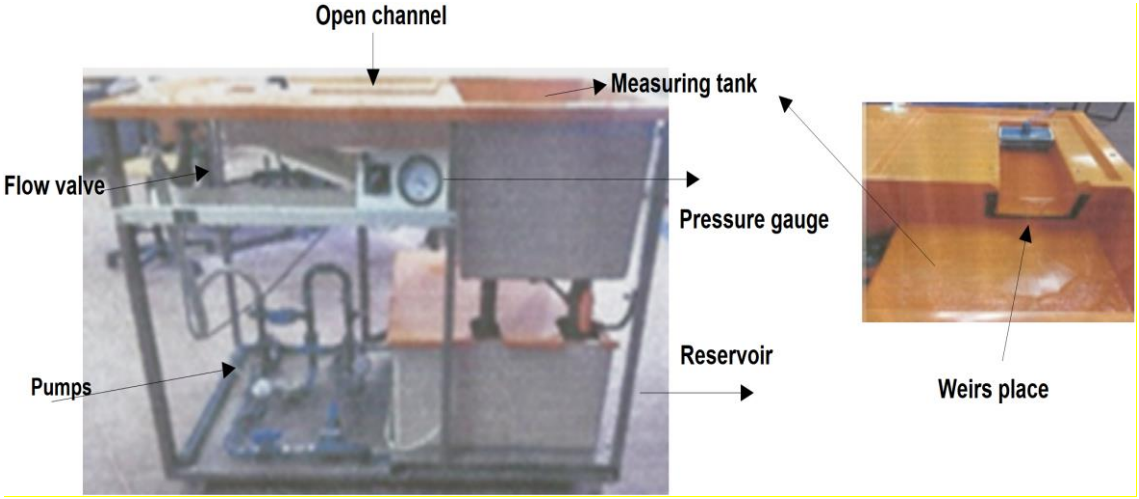
للهدار مستطيل الشكل تتراوح قيمته (0.62–0.75) ، كما استنتج معادلة التصرف التالية $Q=1.84\ L\ H^{1.5}$ اعطت افضل النتائج عند (H/P< 0.4)، كما لوحظ هبوط الماء عند مروره من قمة الهدار يساوي تقريبا (0.15H) وهذا يدل على هبوط عمق الماء في القناة الى (15%) عند وصوله الى حافة الهدار.

1.3 المواد وطرق العمل:

اشتمل البحث على الجزء العملي بأجراء التجارب على هدار مثلث بزاوية (60^{o}) وهدار مستطيل وكليهما ذو قمة حادة مصنوع من مادة البلاستيك المقوى الشفاف، واجريت التجارب باستخدام الطاولة الهيدروليكية شكل (1) للنموذجين بغية الحصول على معامل التصرفات (Cd_{me}) المقاسة (الحقيقية). اما الجزء الاخر من البحث نظري وأُستخدم في هذا الجانب الأدوات الاحصائية في برنامج (EXCEL) بهدف استنباط معادلات رياضية تربط العلاقة بين المتغيرات المستقلة والتابع التي استخدمت في التجارب العملية. وايضا روجعت بعض التجارب السابقة لعدد من البُحاث في هذا المجال بواسطة المراجع العلمية والشبكة الإلكترونية.

2. التجارب المعملية:

أُستخدمت الطاولة الهيدروليكية (Hydraulic bench) شكل(1) لإجراء التجارب الهيدروليكية المطلوبة



شكل(1): الطاولة الهيدروليكية وادوات القياس

، كما زودت الطاولة بخزان مياه ومضخة طاردة مركزية وانابيب بلاستيك لتوصيل المياه وقناة مكشوفة (Open channel)، مزود بموضع لتركيب نموذج الهدار لقياس التدفقات، كما زودت الطاولة بصمام تشغيل المضخة وصمام للتحكم في تصرفات وارتفاع مناسيب المياه في القناة. قبل البدء في اجراء

التجارب يُثبت نموذج الهدار المطلوب في التجربة في مجرى القناة بواسطة البراغي شكل (1).

– تشغيل المضخة لسحب المياه من الخزان الى القناة المكشوفة.

– بواسطة صمام التحكم في التصرفات والمسطرة المدرجة تسجل بيانات عمق الماء فوق الهدار(H)، وتسجل قيم المتغيرين (v , t) حساب الزمن بساعة ايقاف حتى الوصول الى حجم معين من المياه المارة فوق الهدار ، وتتم هذه الخطوة بواسطة انبوب مدرج بوحدة اللتر مثبت بجوار خزان المياه السفلي. لقياس حجوم المياه المتصرفة

فوق الهدار ويقاس الزمن بالثانية(.Sec). تكرر الخطوات السابقة عند كل تجربة ويقاس عمق الماء فوق الهدار (H)، بواسطة صمام تصرف الماء يمكن التحكم في عمق المياه فوق قمة الهدار، وتكون خطوات حساب التصرفات المقاسة للتجربة على النحو:

عمق الماء فوق الهدار $H\ (m)$ الزمن $t\ (sec.)$

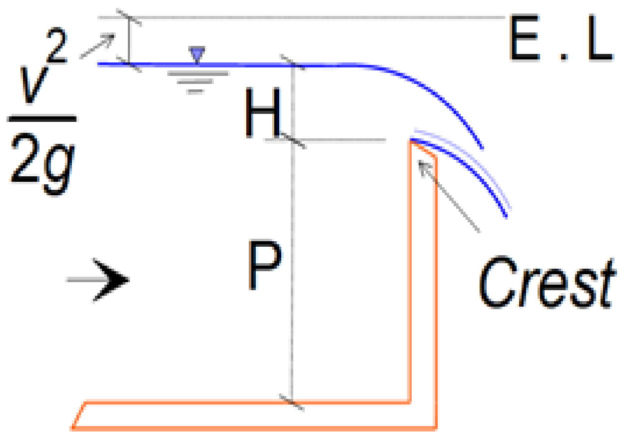
حجم الماء $\forall\ (m^3)$ التصرف المار فوق قمة الهدار $Q_{me.} = \frac{\forall}{t}\left(\frac{m^3}{s}\right)$

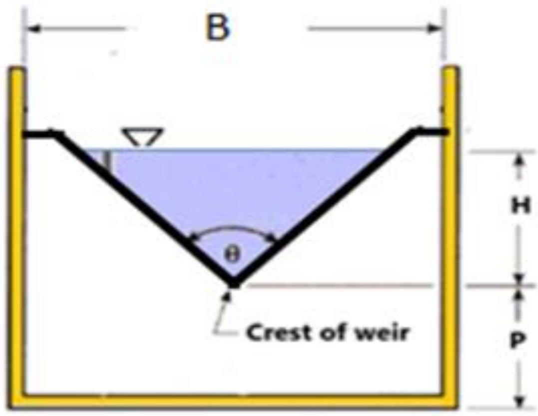
3. المعادلات الرياضية:

1- الهدار المثلث: V-notch

هذا النوع يعتبر إحدى الادوات الهيدروليكية لقياس التصرفات في المجاري المكشوفة شكل (2) وله عدة نماذج وفق الزاوية المحصورة (حاد، قائم، منفرج). استنبط الخبير (lenz, 1943)[4] القانون العام للتصرفات المارة فوق قمة الهدار المثلث (V-notch) على النحو التالي:

تطبيق معادلة الطاقة لبرنولي عند نقطة على سطح الماء بالقناة ونقطة عند سطح الماء المار فوق الهدار كما مبين في الشكل التالي:





شكل(2): هدار حاد الحافة ومقطع لقناة

من معادلة (برنوللي للطاقة) نجد أن:

سرعة الماء فوق الهدار $v = \sqrt{2gh}$

التصرف خلال الشريحة الافقية $dQ = v\ b\ dh$

b عرض الشريحة　　　　dh سمك الشريحة

$B = 2(H-h)tan\theta$　←　$B\&H$ العلاقة بين

$h = H \quad , \quad h = 0$　　بالتكامل الحدود من

$$Q = 2\sqrt{2g}\, tan\theta \int_0^H (Hh^{0.5} - h^{1.5})dh$$

$$Q = \frac{8}{15}\sqrt{2g}\ tan\frac{\theta}{2}\ H^{\frac{5}{2}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

يمكن كتابة المعادلة (1) بالشكل العام　　$Q = K\ H^{\frac{5}{2}}$

(K) ثابت ويعتمد على الشكل الهندسي للهدار.

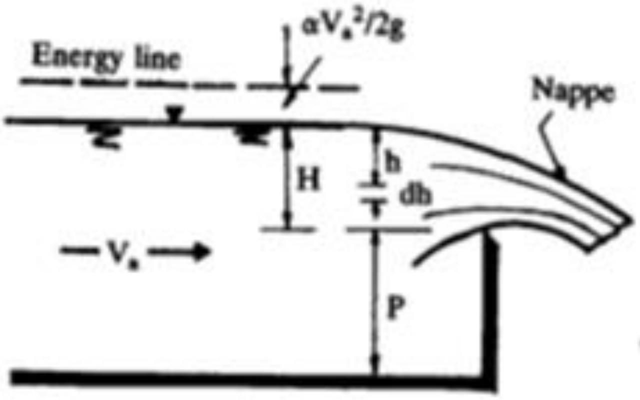
المعادلة (1) من اشهر المعادلات في الاوساط البحثية والعملية، ويطلق عليها معادلة التصريف النظري ($Q_{th.}$) بينما يطلق على التصريف الحقيقي او التصرف المقاس بالرمز ($Q_{me.}$) ويظهر من النتائج بان

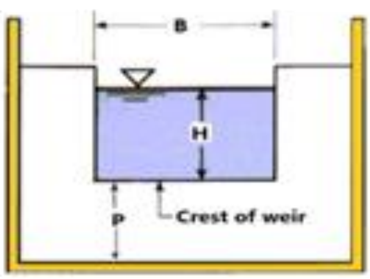
التصرفات ($Q_{th.} > Q_{me.}$) بسبب وجود فواقد عند قياس التصرف المقاس، ولذا ادرج معامل التصريف (Cd) في المعادلة($Q_{me.}$) للتطابق نتائج المقاس والنظري، بحيث تصبح العلاقة على الصورة.

او كما بالمعادلة الاتية $Q_{act.}=C_d\ Q_{th.}$　　$Q_{act} = \frac{8}{15}\ C_d\sqrt{2g}\ tan\frac{\theta}{2}\ H^{\frac{5}{2}} \quad \dots\dots (2)$

2- الهدار مستطيل الشكل Rectangular Weir

بنفس الخطوات التي أجريت على الهدار المثلث يمكن تطبيقها على الشكل المستطيل للهدار لتؤول الى للمعادلات التالية:





شكل(3): هدار مستطيل الشكل ذو حافة حادة

$$Q_{th.} = \frac{2}{3}\sqrt{2g}\ B\ H^{\frac{3}{2}} = \mathrm{K}H^{\frac{3}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$Q_{me.} = \frac{2}{3} Cd\ \sqrt{2g}\ B\ H^{\frac{3}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

العلاقة الرابطة بين التصرف التجريبي والنظري على النحو التالي $Q_{me.} = C_d\ Q_{th.}$ (5) ومنها يمكن معرفة قيم معامل التصرف ($C_d = Q_{me.} / Q_{th.}$)

4. النتائج والمناقشة:

4.1 التحليل البعدي Dimensional analysis

التحليل البعدي تقنية في علم ميكانيكا الموائع، يربط العلاقة بين النتائج المعملية والنتائج التجريبية [8] ، لكي تخضع العلاقات الدالية لمبدأ التحليل البعدي والذي له ثلاثة انواع من الكميات[8] :

– متغيرات بعدية وهي التي تميز السريان للموائع مثل السرعة والكثافة (v,$\mathcal{P}$,....) وتكون هذه المتغيرات مستقلة أو تابعة. – الثوابت البعدية لها قيم ثابتة مثل العجلة (L/T^2) g . – الثوابت اللابعدية وهي ثوابت رقمية. هذا البحث سيتعامل مع تقنية التحليل البعدي للوصول الى العلاقات التجريبية الرابطة بين عامل التصرف (Cd) والمتغيرات الاخرى المستقلة لكلا النموذجين (الهدار المثلث والمستطيل).

4.2 نموذج الهدار المثلث حاد الحافة: V–notch

إن الكميات الفيزيائية والهيدروليكية المؤثرة على قيم معامل التصرف(Cd) لسريان الماء فوق الهدار يمكن حصرها كعلاقة دالية للمتغيرات في الصورة:$f(P, H, H^{0.5}, \theta, Re, W)$ عدد رينولد(Re)،عدد ويبر(W)

يستثنى المتغيرين (Re , W) من العلاقة لقيمتهما الكبيرة ما يؤثر على لزوجة المائع والشد السطحي للماء. يمكن ترتيب العلاقة من جديد $Cd = f(P, H, H^{0.5}, \theta)$ .....(6)

للحصول على علاقة تربط بين هذه المتغيرات يمكن أن تستخدم نظرية باي ($\prod$–Theorem)[9] ، والتي تنص على إنه في أي ظاهرة فيزيائية ولها كميات يمكن التعبير عنها كعلاقة دالية كما في العلاقة(6)،

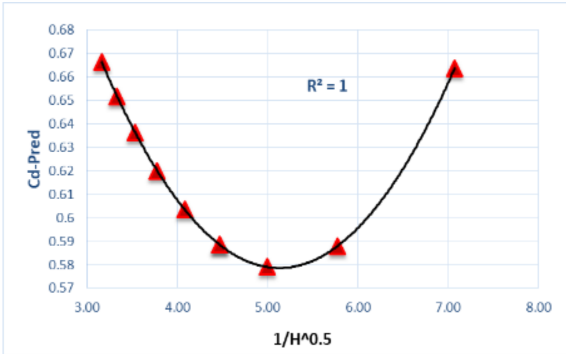
كما يمكن التعبير عن العلاقة الدالية على صورة مجموعات لا بعدية، من هذا المفهوم يمكن إجراء خطوات نظرية باي على العلاقة (6) للوصول الى العلاقة اللابعدية التالية:

$$Cd = f\left(\frac{P}{H}, \frac{1}{\sqrt{H}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

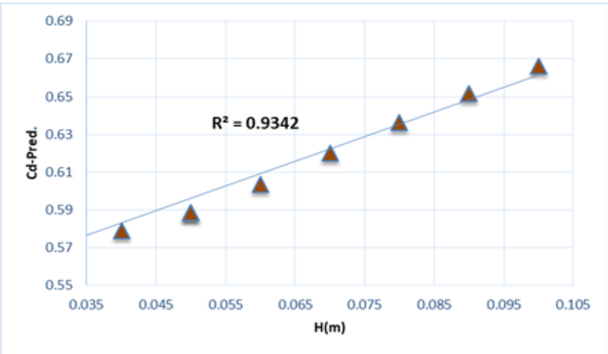
– تم الاستعانة بالأداة الاحصائية (تحليل الانحدار الثنائي)[10] Multiple–Regression analysis أحد ادوات برنامج (EXCEL) للمساعدة على ايجاد معادلة رياضية تربط العلاقة بين مجموعة من المتغيرات، وأظهرت نتائج تحليل (ANOVA) المعادلة التالية:

$$Cd_{pre.} = 1.174 + 0.452\,\frac{P}{H} - \frac{0.232}{\sqrt{H}} \quad ...(8)$$

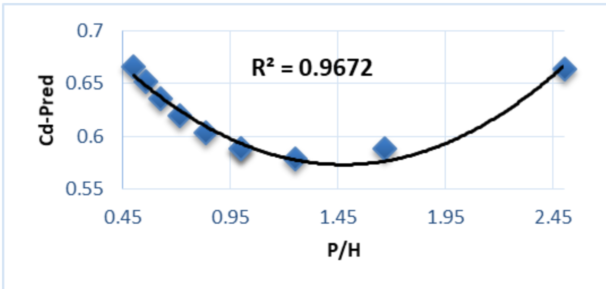
تحوي المتغيرات التابعة (H) عمق الماء فوق الهدار وارتفاع الهدار(P) والتي لهما تأثير قوي على معامل التصرف (Cd)، وهي تجريبية لها قوة ارتباط تام بين المتغيرات ($R^2=1$)، كما يمكن استخدام المعادلة في التنبؤ بقيم (Cd) عند الاعماق المختلفة للماء فوق قمة الهدار ، ويرمز له في هذه الحالة ($Cd_{pre.}$). المخططات التالية تبين العلاقات بين المتغيرات اللابعدية بالمعادلة (8):



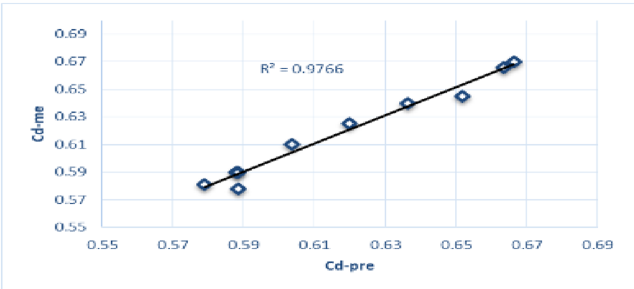
الشكل(4): العلاقة بين ($Cd_{pre.}$,$1/H^{0.5}$)



الشكل(5): العلاقة بين(H , $Cd_{pre.}$)



الشكل (6): العلاقة بين (P/H , $Cd_{pre.}$)



الشكل (7): العلاقة بين ($Cd_{Pre.}$,$Cd_{me.}$)

من الشكل (4) يتبين ان العلاقة بين المتغيرات تشكل منحني من الدرجة الثانية وقيم معامل التصرف التقديري ($Cd_{Pred.}$) يختلف باختلاف قيم الكسر ($\frac{1}{H^{0.5}}$) . ويكون المدى ($0.58 \le Cd_{Pred.} \le 0.665$). العلاقة (5) لها قوة ارتباط قوية ($R^2=0.93$) ذات علاقة خطية طردية بين قيم معامل التصرف التقديري

وعمق الماء فوق الهدار (H). العلاقة (6) تشابه العلاقة (4) لكونه منحني من الدرجة الثانية بقوة ارتباط ($R^2=0.97$)، ومدى القيم تكون على النحو ($0.57 \le Cd_{Pred.} \le 0.67$).

وعلى ضوء التحقق من دقة المعادلة (7) رُسمت علاقة بين التصرف المقاس عملياً والتصرف المقدر ($Cd_{me.}$ & $Cd_{Pre.}$) ويتضح من المخطط(7) أثبات التطابق بين قيم معامل التصرف المحسوب ($Cd_{me.}$) وقيم المعادلة التقديرية (Cd pre.) بارتباط ($R^2=0.98$). لذا على ضوء ذلك يمكن القول بقبول واعتماد المعادلة (7) لايجاد قيم معامل التصرف معمليا بمعلومية ارتفاع قمة المثلث عن قاع القناة (P) وارتفاع الماء(H) فوق قمة الهدار المثلث ($\theta=60^o$) V–notch .

4.3 الهدار المستطيل الشكل ذو الحافة الحادة: Rectangular weir sharp crest

يعتبر نموذج الهدار مستطيل الشكل ذو الحافة الحادة من اشهر انواع الهدارات ملائمة في المجاري المائية المكشوفة، لكونه لا يحتاج الى مهارة كبيرة في تنفيذه واستخدامه. لاستنباط معادلة رياضية تربط المتغيرات الفيزيائية للهدار المستطيل. يمكن اجراء الخطوات الرياضية والاحصائية التالية وهي مشابهة للخطوات السابقة (الهدار المثلث).

4.3.1 التحليل البعدي Dimensional analysis

– الكميات الفيزيائية والهيدروليكية المؤثرة على قيم معامل التصرف(C_d) لسريان الماء فوق الهدار يمكن حصرها كعلاقة دالية للمتغيرات في الصورة : f(P, H, , B)

– يكون ترتيب العلاقة الدالية على النحو: $C_d = f (P , H, B)$

– تطبيق نظرية باي ($\prod$–Theorem):

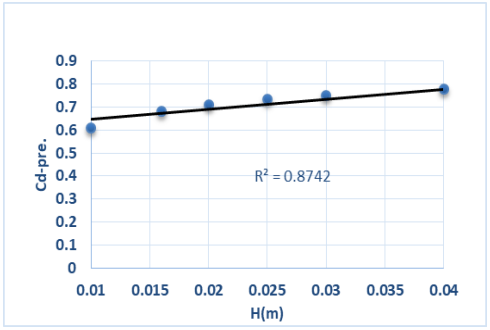
العلاقة النهائية للمجموعة اللابعدي:

$$Cd = f\left(\frac{P}{H}, H\right) \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

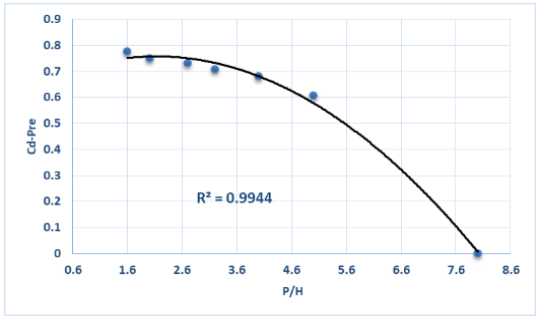
– نتائج (تحليل الانحدار الثنائي) [10] Multiple–Regression analysis

$$Cd_{Pre.} = 0.78 - 0.022\,\frac{P}{H} + 1.17H \quad \ldots(10)$$

صيغة المعادلة(10) تتكون من المتغيرات المستقلة (H , P) والتابع (Cd). وجود علاقة قوية وتامة بين المتغيرات (R^2=1)، ومن المخططات التالية سوف ندرس علاقة المتغيرات اللابعدية في المعادلة



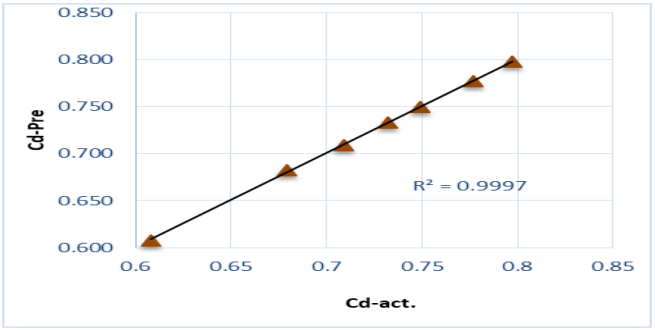
الشكل (8):العلاقة بين($Cd_{Pre.}$, H)



الشكل (9):العلاقة بين (P/H , $Cd_{Pre.}$)

– العلاقة في الشكل (8) لها دلالة على علاقة خطية قوية (R^2=0.87) بين معامل التصرف ($Cd_{Pre.}$) وارتفاع الماء فوق قمة الهدار(H)، ويشير المخطط بان مدى قيم التصرف (0.62 – 0.68) كما يشير المخطط على زيادة قيم معامل التصرف تدريجي مع زيادة قيم ارتفاع الماء فوق قمة الهدار(H).

– تاخذ العلاقة في الشكل (9) علاقة اسية من الدرجة الثانية وقوية (R^2=0.99) بين معامل التصرف ($Cd_{Pre.}$) و الكسر (P/H)، كما يبين الشكل وجود علاقة عكسية بحيث تتناقص قيم معامل التصرف بزايدة قيم الكسر (P/H).



الشكل (10): العلاقة بين ($Cd_{me.}$,Cd

(·Pre.

– الشكل (10) له دلاله قوية تامة (R^2=1) على وجود تطابق بين معاملي التصرف التقديري والمقاس، ومن هذه الاشارات يمكن القول بان معادلة التصرف التقديرية ($Cd_{Pre.}$) يمكن الاعتماد عليها في حساب قيم معامل التصرف المتدفق للماء فوق الهدار مستطيل الشكل ذو الحافة الحادة (موضوع الدراسة).

الخلاصة:

خلصت نتائج البحث الى استنباط معادلتين لإيجاد معامل تصرف الماء لنموذجين من الهدارات.

– المعادلة الاولى رقم (8) وتخص نموذج الهدار مثلث حاد القمة(v–notch) ، وتمثل العلاقة بين عمق الماء فوق الهدار(H) ومعامل التصرف التقديري ($Cd_{Pre.}$) علاقة خطية شكل(5) ولها معامل ارتباط قوي (R^2=0.93)، وتراوحت قيم معامل التصرف (0.66 – 0.58) كما تم التحقق من تطابق معامل التصرف المقاس ($Cd_{me.}$) والتصرف التقديري ($Cd_{Pre.}$) شكل(7) بعلاقة ارتباط قوية(0.98).

– معادلة النموذج الثاني للهدار مستطيل الشكل ذو الحافة الحادة (9)، العلاقة خطية وقوية مبين بالشكل (8) بين معامل التصرف($Cd_{Pre.}$) وعمق الماء فوق الهدار (H)، وتراوحت قيم معامل التصرف(0.8 – 0.6)كما تطابقت قيم معامل التصرف المقاس والتقديري بارتباط تام (R^2=0.87).

المراجع:

1. نشوان العمري ، مؤيد خليل ،دراسة مختبرية لتأثير زاوية التفرع وانحدار القناة الفرعية على الجريان . مجلة الرافدين الهندسية ، العدد 5 ،الاصدار 20 ، 2012

2. عبد الستار الدباغ ، انعام جمعة ، قياس التصرفات في القنوات المستطيلة باستخدام موشور منقول. مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، المجلد 25 ، ملحق العدد 2007

3. M.G. Bos (Ed.), Discharge measurement structures. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI) Publication 20, Wageningen, The Netherlands, 1989.

4. Frank. M. white, Fluid mechanics . Mc craw- hill series in Mechanical engineering , fourth edition

5. C.nalluri,R.E,1995,Civil engineering hydraulics. fourth edition, Oxford and Northampton.

6. Aness.k,et,2013"Evaluating the discharge coefficient of semi-circular weier"Jornal of Babylon university.Engineering science,No 5,Vol. 21

7. Robert L,J.E,1985 ,Fluid mechanics with engineering application . MC GRAW-HILL BOOK COPANY.

9. Victor L . streeter, Fluid mechanics.Mcgraw-Hill book company ,inc. third edition

10. G.keller ,Statisics for management and economics.seventh edition,Thomson , Brooks/cole.