

تطوير مقياس للجريان المشترك خلال بوابة الكسح
وفوق سد غاطس مقلصين
فاضل حسن أحمد
قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة
جامعة عمر المختار

الملخص

استخدمت بوابة الكسح والسد الغاطس لوحدهما للسيطرة وقياس تصريف جريان القنوات المفتوحة لعقود عديدة. ولما كان لكل من هذين المقياسين مساوية معروفة فإن اشتراك هذين المقياسين معاً يزيل مساوئهما المتعلقة بتجمع المواد الطافية وترسب الغرين في مقدم كل منهما على التوالي.

ثبتت ستة نماذج في قناة مفتوحة مختبرية عرضها 50 سم، وتم تغيير التصريف بثمانية أشواط لكل نموذج. وفي النماذج الثلاثة الأولى تم تغيير عرض فتحة المنشأ (b) في كل نموذج. بينما في النماذج الثلاثة الأخرى تم تغيير المسافة العمودية بين الحافة السفلى للسد الغاطس والحافة العليا لبوابة الكسح (y) لكل نموذج أمكن تقريب العلاقة العملية بالمعادلة المشتقة من العلاقة الدالية كما يلي:

$$\frac{Q}{\sqrt{2g} \, b d^{3/2}} = C \left(\frac{h}{d} \right)^n$$

تراوحت قيم C بين 1.34 و 1.55 وقيم n بين 0.10 و 0.49. عموماً لم تتغير معدلات معاملات التصريف C_h إذ تراوحت بين 0.58 و 0.600 بمعدل 0.595 لكافة النماذج ومعدلات الانحراف بين 0.29 و 1.08.

المقدمة

استخدمت السدود الغاطسة منذ أكثر من قرن ونصف لقياس تصريف المياه في القنوات المفتوحة. أما بوابات الكسح فاستخدمت منذ بداية القرن الحالي للسيطرة وقياس تصريف المياه في الأعمال المائية المختلفة كقنوات الري ومنشآت السيطرة كالسدود وغيرها.

من فوائد استخدام السدود الغاطسة دقتها وبساطتها وسهولة إنشائها، وعدم إعاقتها للمواد الطافية. ومن مساوئها صعوبة استخدامها في القنوات ذات الميول القليلة جداً (شبه المستوية) وتجمع الحصى والرمل والغرين مما يؤدي إلى عدم دقة القياس ومشاكل فنية أخرى خاصة في السداد. أما فوائد استخدام بوابات الكسح فيعود إلى عدم تجمع الرمل والغرين في مقدمتها علاوة على إمكانية استخدامها لقياس التصريف في القنوات ذات الميول الطولية القليلة جداً (شبه المستوية)، ومن مساوئها تجمع المواد الطافية. إن المشاكل الناتجة من المساوئ للنوعين من منشآت قياس التصريف شغل بال المهندسين فترة من الزمن. لذلك فإن استخدام المنشأ الذي يمر الماء فوقه وتحتة في آن واحد هو الحل الأمثل للتغلب على تلك المشاكل والاستفادة في نفس الوقت من المحاسن التي يتمتع بها كل واحد منهما.

هناك استخدامات كثيرة لهذه الأداة المزدوجة الجريان منها: -

- 1 - قياس تصريف المياه في قنوات الري والبزل ومياه الفضلات المنزلية والصناعية بدلاً من السد الغاطس أو بوابة الكسح لوحدهما للتخلص من مساوئهما.
- 2 - رفع منسوب المياه للسيطرة والتوزيع بدون تجميع الغرين كما يحدث عند استخدام السد الغاطس.
- 3 - رفع منسوب مياه الفضلات في مشاريع تصفية المياه المنزلية والصناعية بدون تجميع الترسبات المتعفنة.

- 4 - استخدامها بشكل متعاقب بدلاً من المصدات لتفتيت الطاقة الهيدروليكية أسفل السدود أو السداد.
- 5 - استخدامها لغرض تهوية الفضلات السائلة وخاصة عندما تكون متعاقبة على التوالي.
- 6 - استخدامها في فصل السائل الكثيف عن السائل الأقل كثافة عند جريانها معاً وخاصة في المراحل الصناعية.
- 7 - استخدامات مختلفة في محطات تصفية المياه كأحواض الترسيب والترشيح.

نشر الباحث بحثاً سابقاً⁽¹⁾ حول الجريان المشترك خلال بوابة كسح وفوق سد غاطس غير مقلصين. وبما أن السدود الغاطسة المقلصة يفضل استخدامها للتصريف الواطئة⁽²⁾ لذلك استمر الباحث بإجراء تجارب حول تطوير مقياس بديل عن السدود الغاطسة الحادة الحافة المقلصة وجعل الجريان مزدوجاً مع بوابة كسح بنفس عرض السد الغاطس المقلص.

يكون لبوابة الكسح مقطع مستطيل ويجري الحث الصادر منها على الأرض وتستعمل في القنوات والنواظم للسيطرة على التصريف. ويفضل استخدامها في القنوات ذات الانحدارات القليلة جداً. وتستخدم بوابات الكسح بشكل واسع في العراق وهي أكثر استخداماً من السدود الغاطسة.

بين فرانسيس عام 1852 أن معدل معامل التصريف للسدود الغاطسة يبلغ 0.62 درس السدود الغاطسة من الناحية النظرية عام 1856⁽³⁾. ودرس سمث عام 1886 تأثير حمولة السرعة على السدود الغاطسة⁽⁴⁾. وأجرى بازن عام 1886 عدة تجارب حول السدود الغاطسة المستطيلة الشكل⁽⁵⁾. ودرس سجودر⁽⁶⁾ تأثير سمك السدود الغاطسة. وأكد هارسون أن رقم فرود له تأثير على معامل تصريف السدود الغاطسة⁽⁷⁾. والدراسات الحديثة حول السدود الغاطسة قامت بها منظمة التفتيش

الدولية⁽⁸⁾ ومنظمة الأنواء الجوية العالمية⁽⁹⁾ ودائرة التفتيش الأمريكية⁽¹⁰⁾.

أجرى جيبسون⁽¹¹⁾ تجارب حول معاملات التصريف لبوابة الكسح عام 1920. أوجد هنري أن قيم معاملات التصريف خلال بوابة الكسح تتراوح بين 0.5 و 0.6⁽¹²⁾ وأجرت محطة التجارب المائية الأمريكية دراسات حقلية حول بوابات الكسح الشاقولية⁽¹³⁾. وأجرى راجاراتنام عام 1977 تجارب حول بوابات شاقولية عديدة⁽¹⁴⁾.

توجد دراسات قليلة ومحددة حول الجريان المزدوج فوق سد غاطس وخلال بوابة كسح وإن كانت موجودة فهي غير منشورة لأنها تخص شركات مستفيدة⁽¹⁵⁾. وذكر مصدر⁽¹⁶⁾ فوائد المقياس المزدوج. ودرس هيوكس تأثير التهوية على الجريان فوق سد غاطس وخلال فتحة وهي لبوابة فوق سد⁽¹⁷⁾. وأجرى جاكير تجارب حول تأثير جريان الماء فوق وتحت المنشأ على الحت في مؤخر المنشأ⁽¹⁸⁾. وأجرى جارلس عام 1956⁽¹⁹⁾ تجارب على المقياس المزدوج المستطيل المقطع غير المقلص واستنتج معادلة وضعية يمكن الاستفادة منها ضمن حدود معينة.

التحليل النظري

يمثل الشكل (1) مخططاً للجريان خلال المقياس المزدوج المقلص. التصريف المار خلال المقياس (Q) هو مجموع التصريف خلال بوابة الكسح (Q_L) والتصريف فوق سد غاطس (Q_4).

$$Q = Q_L + Q_4 \dots \dots \dots (1)$$

وعند إهمال سرعة الاقتراب فإن:

$$Q = db \sqrt{2gy_1} + \frac{2}{3} b \sqrt{2g} h^{3/2} \dots \dots \dots (2)$$

حيث:

$$Y_1 = h + y + d \dots\dots\dots (3)$$

= b = عرض بوابة الكسح = عرض السد الغاطس المقلص، d = عمق البوابة، g = التعجيل الجاذبي، h = عمق الجريان فوق الحافة الحادة للسد الغاطس، y = العمق بين مستوى حافة بوابة الكسح ومستوى حافة السد الغاطس، وبالتعويض عن y_1 فإن المعادلة () تصبح:

$$Q = \sqrt{2g} \ b \ (d \sqrt{h+y+d} + \frac{2}{3} h^{3/2}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\frac{Q}{\sqrt{2g} \ b d^{3/2}} = \left(\frac{h}{d} + \frac{y}{d} + 1 \right)^{1/2} + \frac{2}{3} \left(\frac{h}{d} \right)^{3/2} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{Q}{\sqrt{2g} \ b d^{3/2}} = f \left(\frac{h}{d}, \frac{y}{d} \right) \dots\dots\dots (6)$$

وبعد الحصول على التصريف النظري (Q_{th}) من المعادلة (4) فإن التصريف الفعلي (Q_{act}) يمكن الحصول عليه من المعادلة التالية:

$$C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}} \dots\dots\dots (7)$$

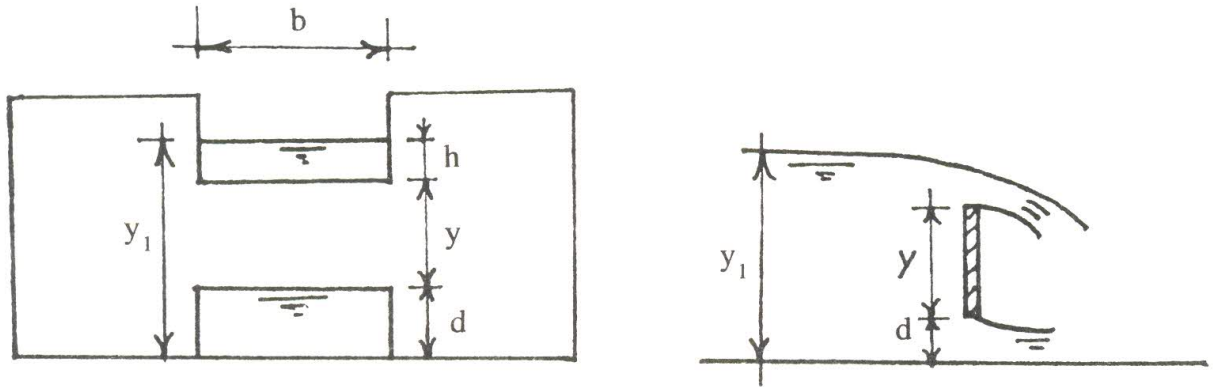
حيث C_d = معامل التصريف الذي يمكن إيجاده مختبرياً.

العمل المختبري

تم إجراء التجارب على قناة Flume مستطيلة المقطع بطول 15 م وعرض 0.5 م وعمق 0.7 م، تحتوي على حوض تسكين Stilling في مقدم القناة لجعل الجريان

أكثر انتظاماً في القناة واستخدم المقياس المدبب Point لقياس عمق الجريان. واستخدم سد غاطس مثلث المقطع عند حوض التسكين لحساب التصريف الفعلي وذلك بقياس عمق الجريان في مقدم هذا السد الغاطس بواسطة المقياس الخطاف Hook وباستخدام منحنى المعايرة Rating Curve يحسب التصريف الفعلي بدقة $\pm 1\%$ تم أخذ حوالى ثمانية قراءات لعمق الجريان بمقدم المقياس المزدوج وأخرى مماثلة لحساب التصريف لكل نموذج Model. ثبتت النماذج في منتصف القناة.

استخدمت ستة نماذج، النماذج الثلاثة الأولى تم تغيير عرض فتحة السد الغاطس وبوابة الكسح المقلصين (b) بثبوت المسافة العمودية بين الحافة السفلى للسد الغاطس والحافة العليا لبوابة الكسح ($y = 20$ سم) وحسب قيم (b) التالية: 10 سم (نموذج 1). 15 سم (نموذج 2)، 20 سم (نموذج 3). وفي النماذج الثلاثة الأخرى تم تثبيت عرض فتحة السد الغاطس وبوابة الكسح المقلصين ($b = 15$ سم) وتغيير المسافة (y) وكما يلي: 25 سم (نموذج 4)، 15 سم (نموذج 5)، 10 سم (نموذج 6) وأن عمق البوابة (d) لكل النموذج هو 10 سم. وكانت حافتا بوابة الكسح



الشكل (1) تخطيط تعريفي للمتغيرات النظرية للجريان خلال المقياس المزدوج المقلص.

والسد الغاطس حادثين بزاوية مقدارها حوالي 45°. وعملت لوحة النماذج من الخشب الناعم وتثبتت بحلقة حديدية في جانبي وقعر القناة. تراوحت قيم الأبعاد والحدود الهيدروليكية لكافة القياسات كما يلي: h (0.49 - 13.51 سم)، Q_{act} (15.85 - 36.16 لتر/ثا) ورقم فرود للجريان خلال مقدم المقياس (Fr_1) (0.23 - 0.39).

النتائج والمناقشة

تبين الجداول (1 - 6) تغير عمق مقدم الجريان مع التصريف الفعلي (العملي) ومعامل التصريف لكل شوط للجريان خلال كل نموذج من النماذج الستة. يلاحظ من هذه الجداول أن التغيير في قيمة C_d عملياً ضئيل بحيث يمكن أخذ المعدل عند تطبيق النتائج حقيقياً بشكل أمين. تراوح مدى قيم h بين 0.49 و 13.51 سم وقيم Q بين 15.85 و 36.16 لتر/ثا وقيم C_d بين 0.573 و 0.604 لكل الأشواط. بعد رسم النتائج على الورقة اللوغاريتمية، أمكن ربطها بخط مستقيم كما في الشكلين (2) و (3).

$$\frac{Q}{\sqrt{2g bd^{3/2}}} = C \left(\frac{h}{d}\right)^n \dots\dots\dots (8)$$

حيث أن C هو معامل فعلي و n هو أساس فعلي والمعادلة (8) تشبه المعادلة

الدالية (6) للنماذج الثلاثة الأولى حيث تكون $\frac{y}{d}$ ثابتة. تراوح مدى قيم $\frac{Q}{\sqrt{2g bd^{3/2}}}$ بين 1.00 و 1.72 وقيم $\frac{h}{d}$ بين 0.05 و 1.35 الشكلان (4) و (5) يوضحان تغير قيم C و n مع $\frac{y}{d}$ و $\frac{b}{d}$.

تم حساب معامل التصريف لكل شوط Run. وحُسب معدل هذه المعاملات للجريان خلال كل نموذج. يوضح الجدول (7) معدل معامل التصريف (C_d) وقيمتي C و n .

تراوحت قيم C بين 1.34 و 1.55 وقيم n بين 0.10 و 0.49، وقيم $\frac{y}{d}$ بين 1.0 و 2.5. بينما تراوحت قيم معدلات C_d بين 0.588 و 0.600. وقيم معدلات اختلاف C_d عن المعدل 0.29 و 1.08% وهذا يدل أن الاختلاف ليس ذا قيمة كبيرة. إن قيم معدلات C_d للنماذج الستة لا تتغير كثيراً إلا بمقدار قليل جداً حيث تراوحت بين 0.588 و 0.600 ويمكن أخذ القيمة 0.595 بشكل أمين عند التطبيق العملي. بينما تتغير معدلات C_d في نماذج المقياس المزدوج غير المقلص بشكل ملحوظ (1)، وعموماً إن قيم C_d في حالة المقياس المزدوج المقلص هي أعلى من مثيلاتها في المقياس غير المقلص (1). من الدراسات السابقة يفضل جعل الأساس لمعادلة الخط المستقيم

الجدول (1)

المعلومات والنتائج المختبرية للنموذج الأول

$$d = 100 \text{ ملم، } b = 100 \text{ ملم، } y = 200 \text{ ملم}$$

معامل التصريف $C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}}$	التصريف Q_{act} (لتر/ثا)	عمق الماء فوق الحافة العليا h (ملم)
0.593	15.85	27.6
0.599	16.57	35.7
0.597	17.28	45.8
0.604	18.46	57.3
0.602	18.70	60.9
0.605	18.94	62.3
0.599	19.54	71.1
0.603	20.23	77.2

الجدول (2)
المعلومات والنتائج المختبرية للنموذج الثاني

100 = d ملم، 150 = b ملم، 200 = y ملم

معامل التصريف $C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}}$	التصريف Q_{act} (لتر/ثا)	عمق الماء فوق الحافة العليا h (ملم)
0.593	23.34	22.8
0.593	25.41	42.5
0.594	27.72	61.0
0.594	29.60	74.8
0.595	30.44	80.5
0.596	18.26	85.8
0.600	32.68	93.8

الجدول (3)

المعلومات والنتائج المختبرية للنموذج الثالث

$$d = 100 \text{ ملم، } b = 200 \text{ ملم، } y = 200 \text{ ملم}$$

معامل التصريف $C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}}$	التصريف Q_{act} (لتر/ثا)	عمق الماء فوق الحافة العليا h (ملم)
0.573	29.56	18.9
0.586	30.44	22.3
0.586	31.44	28.6
0.592	33.09	37.8
0.590	33.32	40.3
0.593	34.61	47.3
0.593	35.42	52.5
0.596	36.16	56.0

الجدول (4)
المعلومات والنتائج المختبرية للنموذج الرابع

100 = d ملم، 150 = b ملم، 250 = y ملم

معامل التصريف $C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}}$	التصريف Q_{act} (لتر/ثا)	عمق الماء فوق الحافة العليا h (ملم)
0.593	23.58	4.9
0.585	23.92	14.7
0.598	25.25	23.7
0.597	25.41	25.9
0.602	25.89	28.4
0.589	26.37	38.3
0.602	27.00	39.2
0.603	27.37	41.9

الجدول (5)

المعلومات والنتائج المختبرية للنموذج الخامس

100 = d ملم، 150 = b ملم، 150 = y ملم

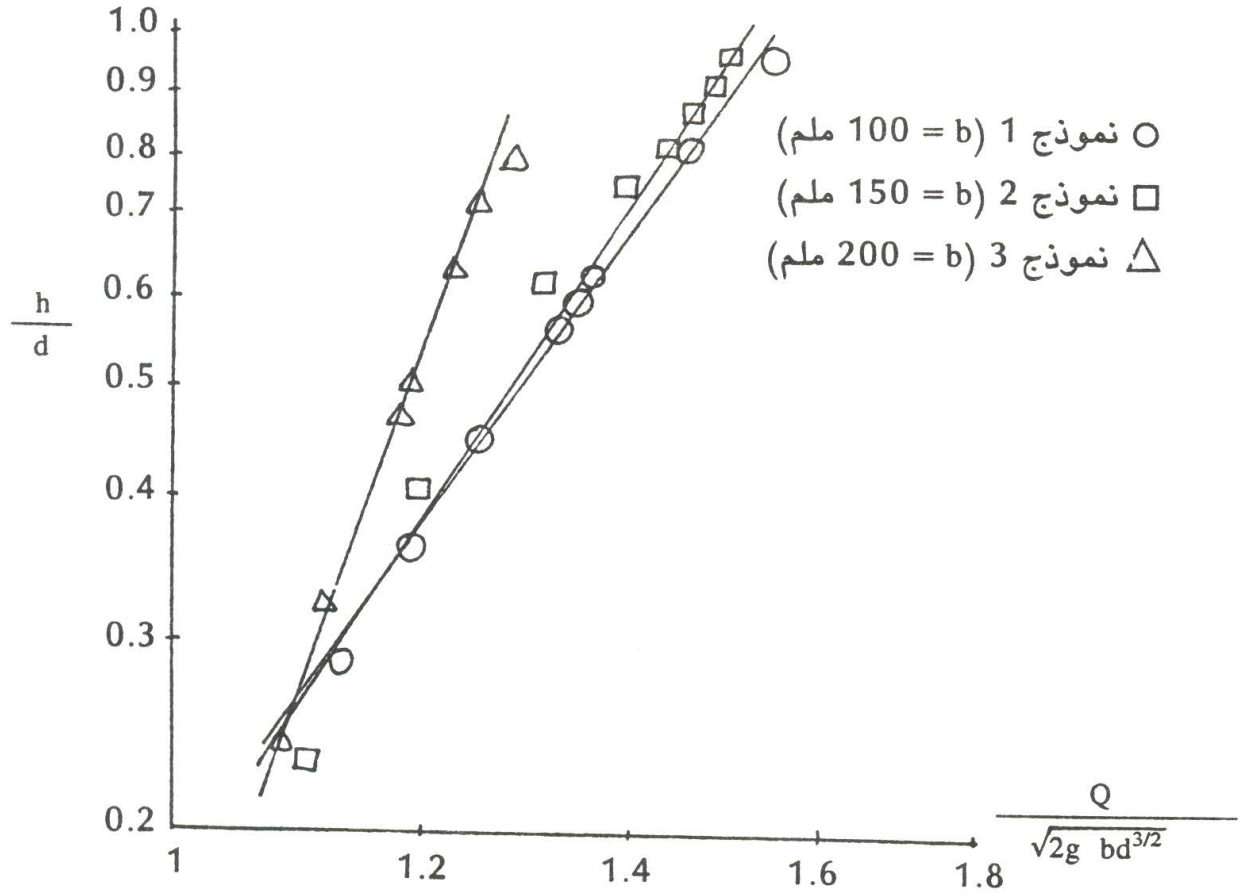
معامل التصريف $C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th1}}$	التصريف Q_{act} (لتر/ثا)	عمق الماء فوق الحافة العليا h (ملم)
0.582	21.14	23.3
0.593	24.00	45.6
0.597	26.00	60.1
0.598	28.56	78.4
0.596	29.94	88.0
0.598	30.94	94.0
0.599	32.90	106.0

الجدول (6)
المعلومات والنتائج المختبرية للنموذج السادس

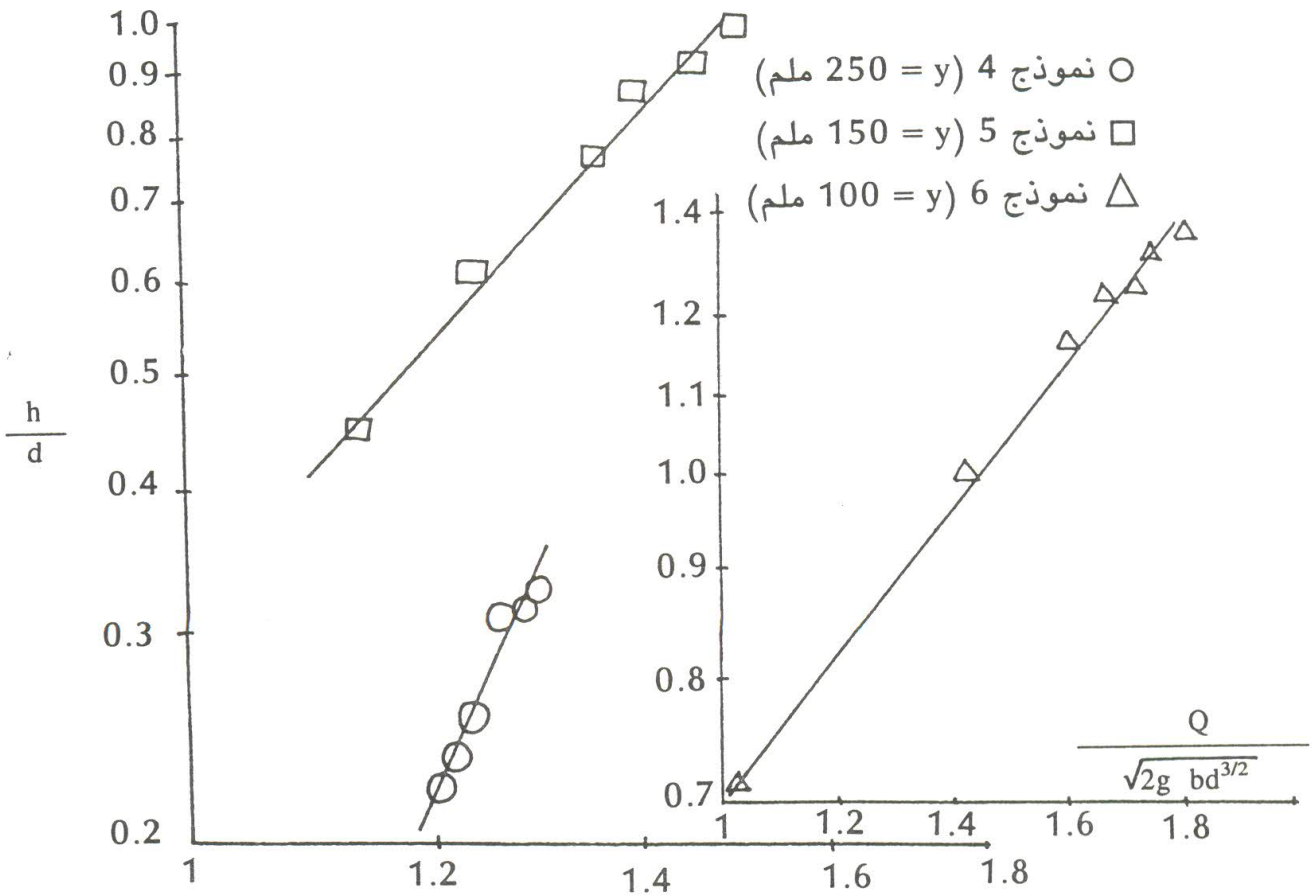
$d = 100$ ملم، $b = 150$ ملم، $y = 100$ ملم

معامل التصريف $C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}}$	التصريف Q_{act} (لتر/ثا)	عمق الماء فوق الحافة العليا h (ملم)
0.580	23.70	57.3
0.587	25.49	72.9
0.576	30.08	105.8
0.595	33.26	119.6
0.591	34.19	126.2
0.598	34.84	127.8
0.597	35.44	135.0
0.596	36.04	135.9

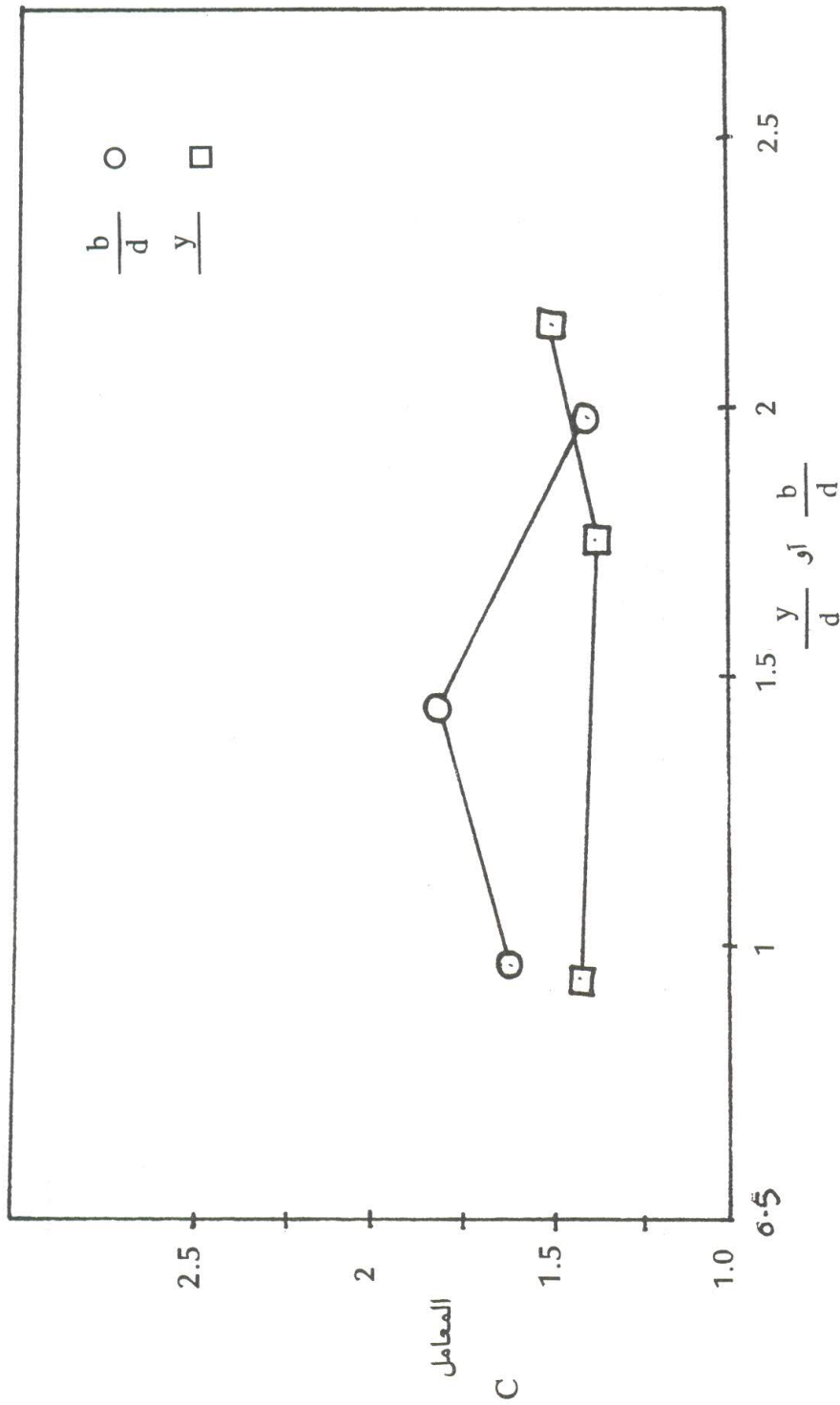
تطوير مقياس للجريان المشترك خلال بوابة الكسح وفوق سد غاطس مقلصين



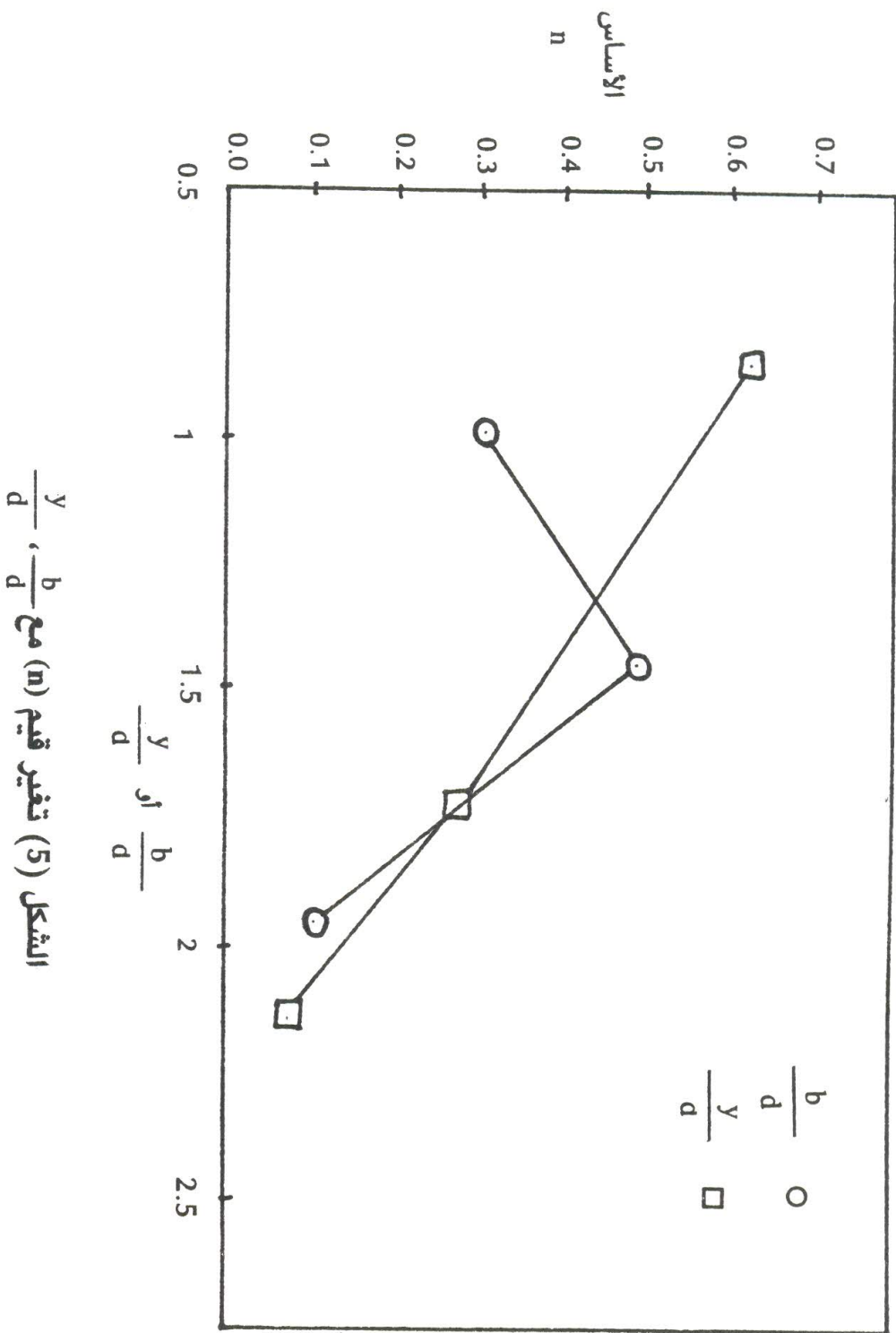
الشكل (2) تغير القيم لـ $\frac{Q}{\sqrt{2g} b d^{3/2}}$ مع $\frac{h}{d}$ للنماذج 1 - 3 (y = 200 ملم)



الشكل (3) تغير القيم لـ $\frac{Q}{\sqrt{2g} b d^{3/2}}$ مع $\frac{h}{d}$ للنماذج 4 - 6 (b = 150 ملم)



الشكل (4) تغير قيم C مع $\frac{y}{d}$ ، $\frac{b}{d}$



الشكل (5) تغير قيم (n) مع $\frac{b}{d}$ ، $\frac{y}{d}$

المرسومة على الخطوط اللوغاريتمية لا يتغير كثيراً بتغير المتغيرات المؤثرة على المعادلة في حالي السد الغاطس أو بوابة الكسح لوحدهما، فهو يساوي $\frac{3}{2}$ في حالة السد الغاطس (19.8). والأساس يساوي $\frac{1}{2}$ في حالة بوابة الكسح (15) أما في حالة التصريف خلال المقياس المزدوج المقلص فإن قيم الأساس n تتغير بشكل كبير كما في حالة المقياس غير المقلص (1). وتقل n . بزيادة عرض الفتحة b وزيادة العمق y كما في الجدول (7).

الجدول (7)

خلاصة نتائج البحث (عمق بوابة الكسح = 10 سم)

رقم النموذج	عرض الفتحة (سم)	العمق (y) (سم)	معدل معامل التصريف C_d	معدل اختلاف (C_d) عن المعدل (%)	المعامل الفعلي (C)	الأس الفعلي (n)
1	10	20	0.600	0.54	1.55	0.26
2	15	20	0.595	0.29	1.52	0.24
3	20	20	0.588	1.06	1.41	0.18
4	15	25	0.596	0.90	1.34	0.10
5	15	15	0.595	0.67	1.48	0.30
6	15	10	0.590	1.08	1.43	0.49

مثال تطبيقي

في هذا المثال سيتم توضيح حساب الأبعاد التصميمية للمقياس المزدوج استناداً لأعظم منسوب وتصريف مسموحين. المطلوب حساب العرض (b) والارتفاع (d) بحيث أن $1.5 = \frac{b}{d}$ وأن $y = 0.20$ م وأعلى تصريف هو 0.44 م³/ثا وأعلى منسوب مسموح في مقدم المقياس هو 0.60 م.

الحل الأول: -

إن قيمة C_d المستنتجة من البحث هي 0.595 .

من المعادلة (3):

$$y_1 = h + d + y = 0.60$$

ومن المعادلتين (4) و(7):

$$Q_{act} = C_d \sqrt{2g} b (d \sqrt{y_1} + \frac{2}{3} h^{3/2})$$

$$0.44 = 0.595 \sqrt{2 \times 9.81} \times 1.5 d [d \sqrt{0.6} + \frac{2}{3} (0.4 - d)^{3/2}]$$

$$0.76 = b \text{ م} , \quad 0.38 = d \text{ م}$$

الحل الثاني: من الشكلين (4) و (5) $1.52 = C$ ، $0.24 = n$

ومن المعادلة (8):

$$\frac{0.44}{\sqrt{2 \times 9.81} \times 1.5 d \times d^{3/2}} = 1.52 \left(\frac{0.4}{d} - 1 \right)^{0.24}$$

$$d = 0.38 \text{ م} , \quad b = 0.76 \text{ م}$$

إن الحل الأول يعتمد على معدل قيمة C_d بينما الحل الثاني يعتمد على قيمتي C

و n.

الاستنتاجات

يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية عند استخدام المقياس المزدوج المقلص للسد الغاطس وبوابة الكسح وحسب الحدود المذكورة في متن البحث:

1 - لم تتغير قيم C_d للنماذج المفحوصة إلا بمقدار ضئيل جداً ويمكن أخذ قيمة C_d (0.595) بشكل أمين.

2 - عموماً إن قيم C_d في حالة المقياس المزدوج المقلص هي أعلى من مثيلاتها في المقياس المزدوج غير المقلص (1)، مع ثبوت قيم C_d في حالة المقياس المزدوج المقلص وتغير قيمها في حالة المقياس المزدوج غير المقلص (1).

3 - تراوحت قيم C بين 1.34 و 1.55 وقيم n بين 0.10 و 0.49.

قائمة الرموز

- b = عرض فتحة المنشأ،
 C = معامل فعلي، المعادلة (8)،
 C_d = معامل التصريف للجريان خلال المنشأ،
 d = عمق البوابة،
 Fr_1 = رقم فرود للجريان خلال مقدم المقياس،
 g = التعجيل الجاذبي،
 h = عمق الجريان فوق الحافة الحادة للسد الغاطس،
 n = أساس فعلي، المعادلة (8)،
 Q = التصريف الكلي،
 Q_{act} = التصريف الفعلي،
 Q_L = التصريف خلال بوابة الكسح،
 Q_{th} = التصريف النظري،
 Q_n = التصريف فوق السد الغاطس،
 y = العمق بين مستوى حافة بوابة الكسح ومستوى حافة السد الغاطس،
 y_1 = العمق بين مستوى قعر مقدم المنشأ ومستوى السطح الطليق.

قائمة المصطلحات

Barrages =	سداد
Combined flow =	جريان مشترك
Contracted sluice gate =	بوابة كسح مقلصة
Contracted weir =	سد غاطس مقلص
Contraction =	تقلص
Discharge =	تصريف
Discharge coefficient =	معامل التصريف
Energy dissipation =	تفتيت الطاقة
Flow =	جريان
Flume =	قناة مختبرية
Froude number =	رقم فرود
Functional equation =	معادلة دالية
Head =	حمولة
Hook gauge =	مقياس خطاف
Model =	نموذج
Open channel =	قناة مفتوحة
Point gauge =	مقياس مدبب
Rating curve =	منحني المعايرة
Regulator =	ناظم
Run =	شوط
Sluice gate =	بوابة كسح
Stilling tank =	حوض تسكين
Velocity head =	حمولة السرعة
Weir =	سد غاطس

المصادر

- 1 - الدكتور فاضل حسن أحمد «خصائص التصريف للجريان المشترك خلال بوابة الكسح وفوق سد غاطس» الهندسة والتكنولوجيا. المجلد 3 العدد 2. 1985. ص 49 - 63.
- 2 - رينالدف، جايلز «نظريات ومسائل في ميكانيكا الموائع والهيدروليك» سلسلة ملخصات شوم. ترجمة الدكتور عمر محمود صبري باز. دار ماكجروهيل للنشر. الولايات المتحدة 1976. ص 71.
- 3 - Ackers P, and white W.R. «Weirs and flumes for flow Measurement» John Wiley and Sons, Inc. USA, 1980.
- 4 - Smith, H. «Hydraulics», John Willey and Sons, New York, USA, 1886.
- 5 - Modi, P.N. «Flow over notches and weirs», standard Book House, Naisarak. Delhi, 1973.
- 6 - Kindsvatar, C.E. and carter, R.W. «Discharge characteristics of rectangular thin plate weirs» Proc. ASCE, 83, (HY6), December 1957. Paper 1453.
- 7 - Harrison A.J.M. «Some problems concerning fiow measurement in steep rivers» J. Inst. Wat. Engrs. 19, NO. 6, August 1965, P. 469-474.
- Discussion, 2, No. 1, February 1966, P. 10-14.
- 8 - British Standards Institution «Methods of measurement of Liquid flow in open channels» BS 3680, BSI, London: P. 4 A: weirs and flumes: Thin plate weirs and yenturi flumes, 1965.
- 9 - World meteorological organization «Use of weirs and flumes in Stream gauging» WMO, Geneva, Switzerland, 1971.
- 10 - Kulin, G. and Compton, P.R., «A Guide to methods and standards for the measurement of water flow», National Bureau of Standards Special Publication 421, US Department of Commerce, Washington, May 1975.
- 11 - Gibson, A.H., «Experiments on the coefficient of discharge under

- rectangular sluice - gates», Minutes of Proc. of the Inst. C.E., 1920, P. 427-434.
- 12 - Henry, H.R., «Discussion of diffusion of submerged jets» Transactions ASCE, Vol. 115, P. 687-696, 1950.
 - 13 - U.S. Army engineer water ways experiment station, «Discharge rates on spillway crests», by R.H. Multer. Miscellaneous paper NO. 2-606, Vicksburg, Miss, October 1963.
 - 14 - Rajarantnam N., «Free flow immediatly below sluice gates» Journal of the hydraulics division. Vol. 103, April 1977, P. 345-351.
 - 15 - Ben Te Chow: Open - channel hydraulics, Mcgraw-Hill Book Company. P. 507.
 - 16 - Dary, B.S. and Fuat, «Sediment transport technology», Water Resources Publications, Colorado, USA, 1977.
 - 17 - Hickox, G.H. «Aeration of spillways» Transactions ASCE, Vol. 109, 1944. P. 537-556.
 - 18 - Hansen, Israelsen and Stringham «Irrigation principles and practices» Forth edition. John Wiley and Sons, Inc. USA. 1979. P. 326.
 - 19 - Charles, J., «Engineering fluid mechanics» Giasgow, 1956, P. 156-157.

DEVELOPMENT OF A METER FOR THE COMBINED FLOW THROUGH CONTRACTED SLUICE GATE AND WEIR

Fadhil H. Ahmed
Department of civil Engineering
College of Engineering
University of Omar Al Muktar
Beida - Libya

ABSTRACT

The sluice gate and weir are used to control and to measure the discharge for the flow through the open channels for many years. Both of

these meters have certain disadvantages, there fore a combination of these meters will remove the disadvantages concerning the floating material collection and silt deposition at the upstream.

Six models were installed in a flume of 50 cm width. Eight runs were tested for each model. In the first three models, with of the meter opening (b) was changed. While in the other three models, the vertical distance (y) was changed. The experimental relation between $\frac{Q}{\sqrt{2g} bd^{3/2}}$ and $\frac{h}{d}$ may be approximated by an equation of the dimensionless form:

$$\frac{Q}{\sqrt{2g} bd^{3/2}} = C \left(\frac{h}{d} \right)^n$$

The results indicated that values were ranged between 1.35-1.55, and n values were ranged between 0.10-0.49. The mean discharge coefficients (C_d) were not changed significantly, they were ranged between 0.588-0.600 with a mean value of 0.595 for all models, and mean deviations were ranged between 0.29-1.08.