تأثير زاوية الحافة العليا للهدارات الجانبية على خواص الجريان

موفق يونس إنعام علي قاسم احمد يونس محمد

جامعة الموصل / كلية الهندسة / قسم هندسة الموارد المائية.

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة أداء الهدارات الجانبية بتغيير ميل حافة الهدار حيث استخدمت ثلاث زوايا لحافة الهدار (0^0،3^0،6^0) عكس اتجاه جريان الماء ، وقد تم التوصل إلى معادلة لحساب معامل التصريف للهدار الجانبي بالاعتماد على رقم فرود وزاوية ميل حافة الهدار الجانبي كما تم التوصل إلى أن الهدار المائل بزاوية (3^0) يساعد على انخفاض شحنة الماء فوقها بمقدار (8%) مقارنة بحافة الهدار الأفقية بينما بلغت قيمة الانخفاض بالشحنة (12%) للهدار المائل بزاوية (6^0)، أي يمكن زيادة التصريف المار عبر الهدار الجانبي بزيادة ميل حافة الهدار عكس الجريان وبذلك يستخدم الهدار الجانبي كمهرب جيد للتصاريف الزائدة فضلا عن الناحية الاقتصادية مقارنة بالهدار الجانبي بحافة أفقية. (لحالة لقناة مختبرية افقية وتصريف تحت الحرج)

المفتاح: الهدار الجانبي، معادلة التصريف، مخطط سطح الماء

Effect of Lip Slope For Side Weir on Flow Characteristics

Mwafaq Younis Inam Ali Kasem Ahmed Y. Mohammed

Mosul University/ College of Engineering/ Water Resources Dept.

Abstract

This paper studies the performance of side weirs by changing the end lip slope of this weir using three angles (0^0,3^0,6^0) opposite flow direction, depending on Froude number and slope of side weir end lip, an equation for the coefficient of discharge for the side weir has been defined. From the results it was found that the side weir inclined (3^0) decreases the water head above it by (8%), with respect to horizontal lip of side weir, while this value reach to (12%) when side weir lip inclined (6^0). This mean increasing the discharge pass over side weir by increasing slope of side weir end lip opposite flow direction, then this weir can be used as a good escape the surplus discharge as well as will be more economy when compared with the horizontal lip side weir. (for horizontal channel and subcritical flow).

أستلم في 2008/4/29 **قبل في 2009/6/3**

قائمة الرموز:

الرمز	الوحدة	المعنى
μ	$M/L.T$	اللزوجة الديناميكية
ρ	M/L^3	كثافة الماء
σ	M/T^2	الشد السطحي
b	L	عرض القناة المختبرية
b_2	L	عرض القناة الثانوية بعرض (18) سم
C_d	-	معامل التصريف
F	-	رقم فرود مقدم الهدار الجانبي
g	L/T^2	التعجيل الأرضي
h	L	عمق الماء فوق الهدار الجانبي
H	L	عمق الماء فوق الهدار القياسي
H_2	L	عمق الماء فوق الهدار القياسي للقناة بعرض (18) سم
L	L	طول الهدار الجانبي
Q	L^3/T	التصريف الكلي المار بالقناة الرئيسة
q	$L^3/T.L$	التصريف لوحدة العرض
Q_0^o	L^3/T	التصريف المار فوق الهدار المائل بزاوية (0^0)
Q_2	L^3/T	التصريف المار بالمعبر ذي العرض 18 سم
Q_3	L^3/T	التصريف المار بالمعبر ذي العرض 10 سم
Q_3^o	L^3/T	التصريف المار فوق الهدار المائل بزاوية (3^0)
Q_6^o	L^3/T	التصريف المار فوق الهدار المائل بزاوية (6^0)
Q_{act}	L^3/T	التصريف المقاس
Q_{the}	L^3/T	التصريف المحسوب
R	-	رقم رينولدز
S	L	ارتفاع الهدار الجانبي
W	-	رقم ويبر
θ	-	زاوية ميل الهدار الجانبي

مقدمة:

تعتبر الهدارات الجانبية أقدم وأسهل المنشآت الهيدروليكية التي تستخدم في قياس التصاريف وتنظيم عمق الجريان وكذلك تعمل كمبددات لطاقة الجريان، وعلى الرغم من أن تعريف الأنواع المختلفة من الهدارات بسيط و متشابه لكن التطبيق و السلوك الهيدروليكي لكل نوع مختلف تماماً.

إن الهدارات الجانبية والتي تسمى أيضا بالفرعية هي في الأساس تعمل كمطفح حر يثبت على جانب القناة الرئيسة لامرار جزء من الجريان فوقه عندما يرتفع منسوب الجريان في القناة الرئيسة فوق حافة الهدار الجانبي. استخدمت الهدارات الجانبية بشكل واسع في منظومات قنوات الري لامرار الماء إلى القناة الفرعية أو للتخلص من الماء الفائض إلى قنوات المهرب في أعمال الحماية من الفيضان.

إن الجريان فوق الهدارات الجانبية هو جريان متغير مكانيا (Specially Varied Flow) وقد اهتم عدد من الباحثين بدراسة أداء الهدارات الجانبية من عدة جوانب، فقد طبق دي ماوجي (1943) فكرة الطاقة النوعية الثابتة في دراسة مواصفات الهدارات الجانبية، وسيرامانيا واواستي (1972) ورانج راجو وآخرون (1979) وكومار وباثاك (1987) وجيونك (1991) اعتبروا أن معامل التصريف كدالة لرقم فرود مقدم الجريان.أما سميث (1973) فقد درس خصائص الجريان فوق الهدارات الجانبية المستطيلة المقطع باستخدام برنامج حاسوبي لإيجاد التصريف ومخطط سطح الماء على امتداد الهدار الجانبي فضلا عن دراسة خصائص الجريان عند الهدار الجانبي. كما استخدم رامامورثي وآخرون (1978) نموذج هيدروديناميكي (Hydrodynamic) لدراسة أداء الهدارات الجانبية ذات التصاريف المنتظمة، أما آرثر ونايت (1987) فقد قدما تصميماً لهدار جانبي كفوء، واثبت كيتر واخرون (1979) أن معادلة دي

مارجي للجريان فوق الهدارات الجانبية يمكن استخدامها لتخمين التصريف فوق الهدارات الجانبية ذات الحافة الحادة والعريضة.

سنك وآخرون (1994) قاما بدراسة تجريبية لتأثير رقم فرود مقدم الجريان تحت الحرج وارتفاع الهدار على معامل التصريف للهدار الجانبي المستطيل. كما قام خير الله ويلسن (1998) بدراسة تجريبية للهدارات الجانبية في القنوات المنحنية. بورجي وآخرون (1999) درسوا معامل التصريف للهدارات الجانبية ذات الحافة الحادة في الجريان تحت الحرج وقد تطابقت النتائج مع فرضيات دي مارجي حول الطاقة النوعية الثابتة.بنهير وسيلفا (1999) قدما دراسة تجريبية لمعامل التصريف للهدارات الجانبية وكذلك تحليل مقارن للمعادلات المختلفة. راموورثي وآخرون (2006) درسوا نموذجا للهدار الجانبي نظريا وتوصلوا إلى معادلات لحساب معامل التصريف للهدار الجانبي واستنتجوا بأنه دالة لرقم فرود وطول وارتفاع الهدار الجانبي.

مما تقدم يتضح بأنه لم يتطرق احد من الباحثين إلى دراسة تأثير زاوية ميل الحافة العليا للهدار الجانبي على خواص الجريان فوقه. إن الهدف من هذا البحث هو دراسة أداء الهدارات الجانبية بتغيير ميل حافة الهدار عكس اتجاه الجريان، فضلا عن إيجاد معادلة معامل التصريف لحالات ميل حافة الهدار الجانبي وتأثير زاوية الميل على معامل التصريف.

القناة المختبرية وطريقة العمل:

أجريت التجارب المختبرية في مختبر الهيدروليك التابع لقسم هندسة الموارد المائية /جامعة الموصل.استخدمت قناة مختبرية طولها (10)م وعرضها (30)سم وعمقها (45)سم، المرتسم (1).

وضع النموذج في الجزء الأخير من القناة بحيث يقسم القناة الرئيسة الى معبرين احدهما بعرض (18)سم والأخر بعرض (10)سم ووضع الهدار الجانبي بينهما لإمرار الماء. صنع الهدار الجانبي من مادة البلاستيك (Plexglass) بطول (38) سم وارتفاع (20)سم من قعر القناة، والمرتسم(2) يمثل نموذج للهدار الجانبي. وقد استخدم هداران قياسيان حادا الحافة لقياس التصريف، الأول وضع مقدم الجريان في القناة وكان بارتفاع (32)سم وعرض (30)سم، أما الثاني فقد وضع في نهاية النموذج (نهاية المعبر 18 سم) وكان بارتفاع (15)سم وعرض (18)سم. قيست الأعماق باستخدام مقياس العمق (Point gauge). استخدمت ثلاث زوايا لميل الحافة العليا للهدار حيث تم قصها بثلاث زوايا مختلفة (0^0،3^0،6^0) عكس اتجاه الجريان، بحيث يكون ارتفاع حافة الهدار الجانبي عند بدايته منخفضة عنها عند نهايته وحسب الزوايا الموضحة، ولكل حالة سجل تغيير سطح الماء على طول الهدار وعلى طول النموذج. المرتسم (2). والمتغيرات التي اعتمدت في البحث موضحة بالجدول (1).

الجدول (1): أبعاد الهدار ومتغيرات الجريان في البحث

طول الهدار الجانبي	L	cm	38
ارتفاع الهدار الجانبي	S	cm	20
زاوية ميل الهدار الجانبي	θ	-	(6^0،3^0،0^0)
التصريف	Q	L^3/s	18.5-9.7
رقم فرود مقدم النموذج	F	-	0.616-0.612
عدد التجارب	11	تم قياس أعماق الماء في (85) مقطع مقدم الهدار الجانبي وفوقه ومؤخره	

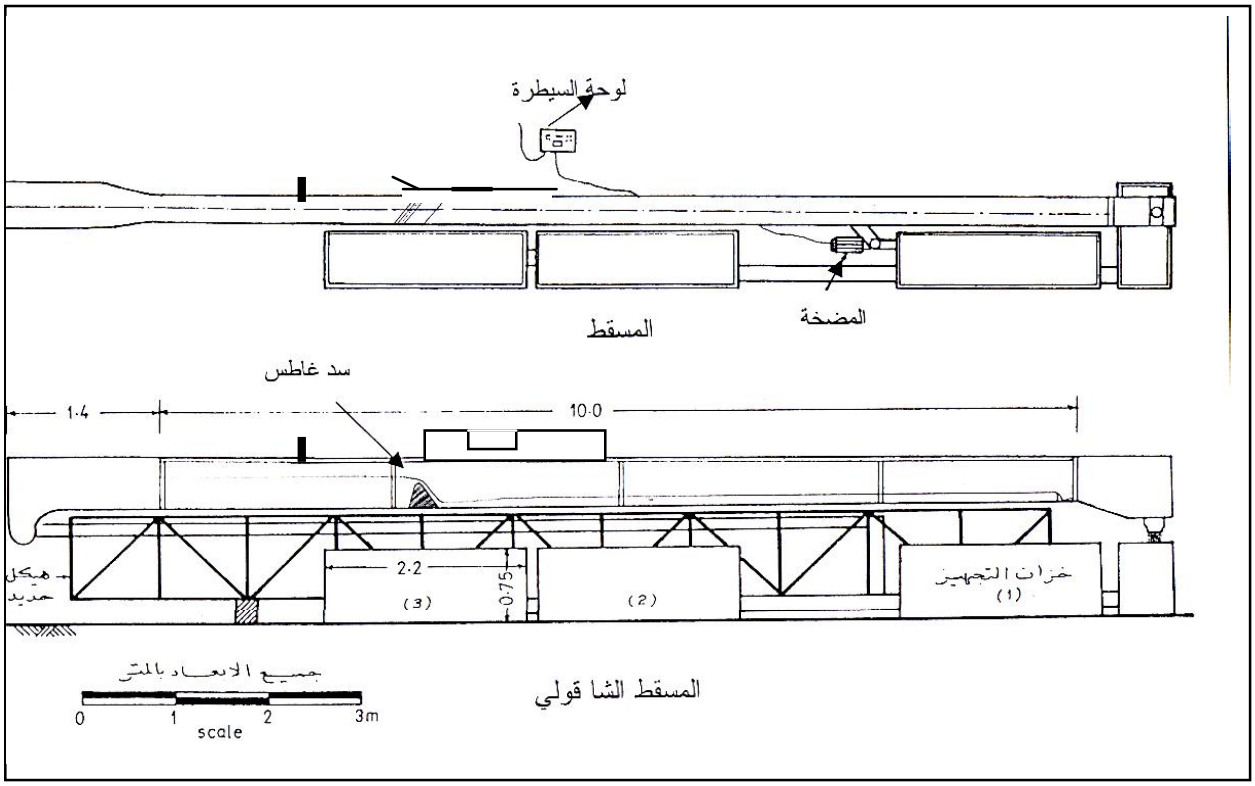
التحليل البعدي:

من خلال معرفة المتغيرات الداخلة والمؤثرة في حساب التصريف المار فوق الهدار الجانبي للقنوات المفتوحة مستطيلة المقطع تم التوصل الى العلاقة (1)

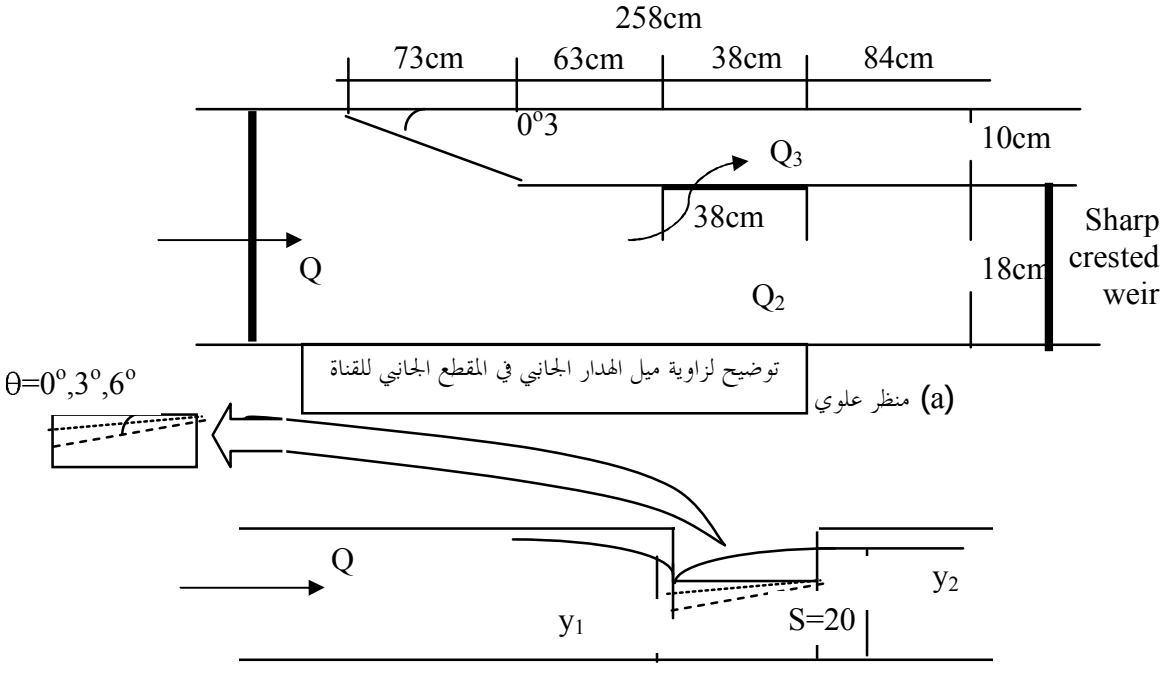
$C_d=f(Q, b, H, S, L, h, g, \sigma, \rho, \mu, \theta)$ ....(1)

إذ أن:

C_d : معامل التصريف للهدار الجانبي، f : دالة العلاقة، Q : التصريف الكلي المار بالقناة L^3/T، b : عرض القناة L، H : عمق الماء فوق الهدار القياسي L ، S : ارتفاع الهدار الجانبي من قعر القناة L، L : طول الهدار الجانبي L، h : منسوب الماء فوق الهدار الجانبي L، g : التعجيل الأرضي L/T^2 ، σ : الشد السطحي M/T^2، ρ : كثافة الماء M/L^3، μ : اللزوجة الديناميكية M/L.T، θ : زاوية ميل الهدار الجانبي.



المرتسم (1): القناة المختبرية



(b) منظر جانبي

المرتسم (2): نموذج الهدار الجانبي

وبعد إجراء التحليل البعدي تم التوصل الى العلاقة التالية

$$Cd = f\left(\frac{S}{H},\frac{b}{H},\frac{L}{H},\frac{h}{H},\frac{Q}{H^2\sqrt{gH}},\frac{\mu}{\rho h\sqrt{gH}},\frac{\sigma}{\rho gH^2},\theta\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

إذ أن:

$$\text{رقم فرود F} = \frac{Q}{H^2\sqrt{gH}}$$

$$\text{رقم ويبر W} = \frac{\sigma}{\rho gH^2}$$

$$\text{رقم رينولدز R} = \frac{\mu}{\rho H\sqrt{gH}}$$

وبذلك يمكن اختزال العلاقة (2) الى الشكل التالي:

$$Cd = f\left(\frac{S}{H},\frac{b}{H},\frac{L}{H},\frac{h}{H},F,R,W,\theta\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

معامل التصريف للهدار الجانبي:

من خلال قياس التصريف الكلي المار بالقناة الرئيسة باستخدام هدار القياس الموضوع مقدم القناة، وقياس التصريف المار بالمعبر (18)سم باستخدام هدار اخر موضوع مؤخر النموذج (مؤخر المعبر (18)سم)، تم ايجاد التصريف المار بالمعبر (10)سم من المعادلة (4).

$$Q_3 = Q - Q_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

إذ أن:

Q_3 : التصريف المار بالمعبر 10 سم (تصريف الهدار الجانبي)

Q : التصريف المار بالقناة الرئيسة

Q_2 : التصريف المار بالمعبر 18 سم

ومنها تم إيجاد معامل التصريف (C_d) للهدار الجانبي من المعادلة (5).

$$C_d = Q_{3act} / Q_{3the} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

إذ أن:

Q_{3the} : التصريف النظري المار بالمعبر (10)سم، ويحسب من المعادلة:

$$Q_{3the} = Q_{the} - Q_{2the} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

وان (Q_{the}) يحسب من المعادلة:

$$Q_{the} = 2/3\sqrt{2g}H^{3/2}b \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

H: عمق الماء فوق الهدار القياسي للقناة الرئيسة

b: عرض القناة الرئيسة

وان (Q_{2the}) يحسب من المعادلة:

$$Q_{2the} = 2/3\sqrt{2g}H_2^{3/2}b \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

H_2: عمق الماء فوق الهدار للقناة بعرض (18) سم

ومن خلال نموذج البيانات المختبرية المدونة في الجدول 2، وباستخدام التحليل الإحصائي لها بواسطة برنامج (spss,v10) تم استنباط علاقة رياضية لحساب معامل التصريف (C_d) من رقم فرود وقيمة الزاوية للهدار الجانبي وكما في المعادلة(9).

الجدول (2) يمثل نموذج من القياسات المختبرية (التشبيك المستخدم لرسم مخطط سطح الماء مقدم ومؤخر وعلى امتداد الهدار الجانبي، كما موضح في المرتسم (7و8))

θ=3°		
H = 9.3 cm	H_2=5.5 cm	Qact= 6 L^3/s

u.s at 5 cm			s.w (L=38 cm) at 4 cm						d.s at 5 cm		
Distance from wall (cm)			Distance from wall (cm)						Distance from wall (cm)		
	6	12		6	10	14	18	20		6	12
5	24.8	24.8	4	24.8	24.7	24.4	22.9	20.2	5	25	25.2
10	24.2	24.8	8	24.8	24.7	24.5	23.3	21.6	10	25.1	25.2
15	24.25	24.8	12	24.8	24.7	24.6	24	22.4	15	25.1	25.2
20	25	24.8	16	24.8	24.7	24.6	24	22.7	20	25.1	25.2
25	25.15	24.8	20	25	24.7	24.6	24.1	22.7			
30	25.6	24.8	24	25	24.8	24.7	24.1	22.7			
			28	25	24.8	24.7	24.1	22.5			
			32	25	24.8	24.7	24.1	22.5			
			36	25	24.8	24.8	24.1	22.5			
			39	25	24.8	24.8	24.1	22.5			

الجدول (3) نموذج من الحسابات

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H (cm)	H_2 (cm)	b (cm)	b_2 (cm)	Q_{the} (l/s)	Q_{2the} (l/s)	Q_{3the} (l/s)	Q_{act} (l/s)	C_d	Q_{act2} (l/s)	Q_{act3} (l/s)	F
9.47	7.25	0.3	0.18	25.494	10.219	15.275	17.077	0.663	9.067	8.010	0.931
9.15	7.14	0.3	0.18	24.199	9.984	14.215	16.219	0.668	8.820	7.399	0.931
8.45	6.69	0.3	0.18	21.446	9.042	12.404	14.394	0.693	7.844	6.550	0.930
7.22	6.05	0.3	0.18	16.887	7.757	9.129	11.369	0.730	6.556	4.812	0.927
6.73	5.45	0.3	0.18	15.174	6.614	8.560	10.231	0.771	5.453	4.778	0.925
6.03	4.49	0.3	0.18	12.835	4.916	7.919	8.677	0.831	3.896	4.781	0.923
5.2	3.75	0.3	0.18	10.237	3.727	6.510	6.949	0.879	2.866	4.082	0.919
4.48	3.29	0.3	0.18	8.148	3.045	5.102	5.557	0.917	2.301	3.256	0.915
3.51	2.59	0.3	0.18	5.597	2.100	3.497	3.854	0.976	1.549	2.305	0.906
2.88	2	0.3	0.18	4.120	1.400	2.720	2.864	1.020	1.018	1.846	0.898
2.46	1.45	0.3	0.18	3.222	0.838	2.384	2.261	1.048	0.609	1.652	0.889

العمود 1: عمق الماء فوق الهدار القياسي للقناة الرئيسة

العمود 2: عمق الماء فوق الهدار في المعبر (18)سم

العمود 3: عرض القناة الرئيسة

العمود 4: عرض القناة عند المعبر (18)سم

العمود 5: حسب من المعادلة $2/3bH^{3/2}\sqrt{2g}$

العمود 6: حسب من المعادلة $2/3b_2H_2^{3/2}\sqrt{2g}$

العمود 7: حسب من العمود 5- العمود 6

العمود 8: حسب من المعادلة $0.586*H^{3/2}$

العمود 9: معامل التصريف

العمود 10: حسب من المعادلة Q_{2the}*ce حيث ان ce معامل التصريف لمعادلة ريبوك ($ce=0.602+0.75(H_2/20)$)

العمود 11: حسب من العمود 8- العمود 10

العمود 12: رقم فرود

$C_d = C_1+C_2 F^2 + C_3 \theta$ .....(9)

إذ أن:

C_3 ,C_2,C_1 : ثوابت المعادلة

θ : زاوية ميل الهدار الجانبي

F : رقم فرود مقدم النموذج، ويحسب من المعادلة:

$F = Q / bh\sqrt{gh}$ .....(10)

وبذلك المعادلة (9) تصبح كما يلي:

$C_d = 4.02 - 9.09 F^2 + 0.0048 \theta$ .....(11)

$R^2=0.932$

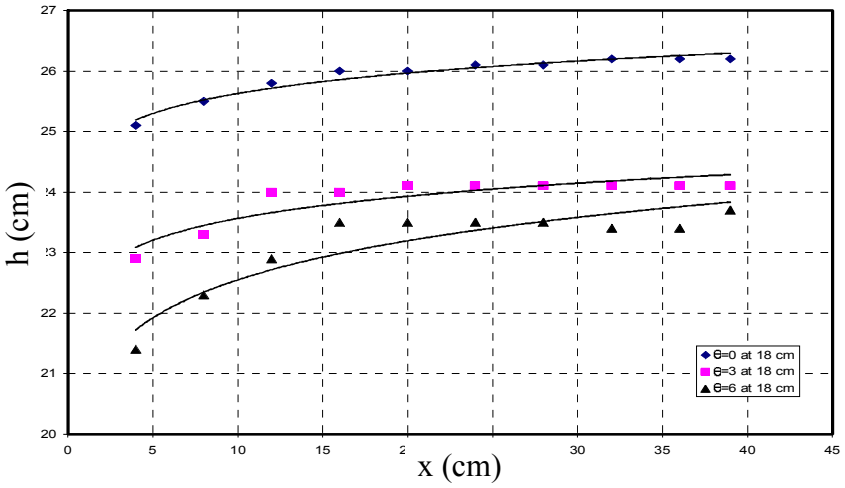
حيث ان قيمة رقم فرود اكبر من صفر ($F > 0$)

مخطط سطح الماء للهدار الجانبي:

بعد إجراء التحليل البعدي للمتغيرات المؤثرة على الهدار الجانبي ومن خلال القياسات المختبرية المأخوذة، تم ربط المتغيرات مع بعضها في مرتسمات حتى توضح الفكرة جيداً وتكون دليلاً على فائدة استخدام هذا النوع من الهدارات كصمام أمان فضلاً عن ما ذكر في المقدمة من فوائد هذا النوع من الهدارات.

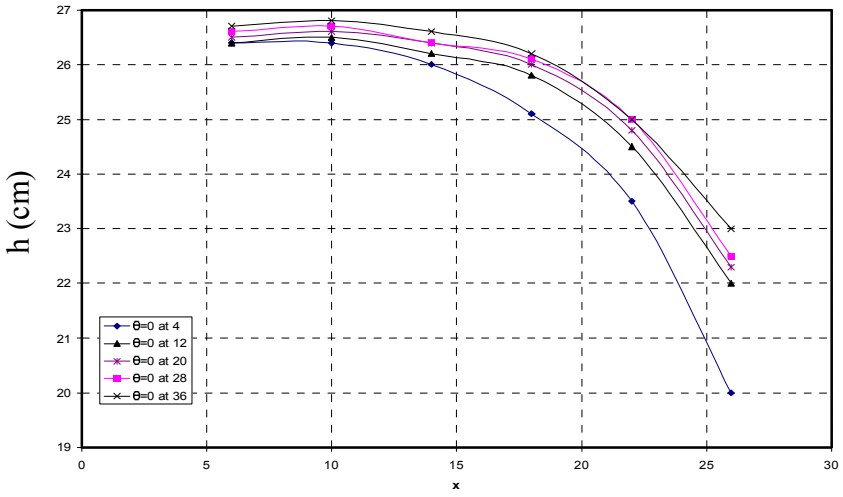
من المرتسم (3) والذي يمثل ارتفاع الشحنة (h) فوق الهدارات ذوات الزوايا (6^0،3^0،0^0) على التوالي والمسافة الأفقية (x) على طول حافة الهدار حيث تم قياس ارتفاعات الماء فوق الهدار مباشرة (على مسافة (18)سم من جدار القناة) وعلى امتداد طول الهدار (x=38cm) فكانت البيانات كما موضحة بالمرتسم. إن الشحنة تكون اكبر عندما تكون حافة الهدار أفقية أي موازية لسطح الماء في القناة في حين تنخفض هذه الشحنة في الهدارات التي تميل حافتها بزوايا (6^0،3^0) بالاتجاه المعاكس للجريان حيث بلغ الانخفاض في الشحنة عن الحالة الأفقية مع الزاوية (3^0) حوالي (8%) وعند الزاوية (6^0) بحدود (12%)، عند نفس التصريف لكل الزوايا، وهذا يدل على ان هذه الهدارات بإمكانها تمرير تصاريف أعلى من الحالة الاعتيادية وعندها ستكون مفضلة عندما تعمل كمهرب للتصاريف الزائدة والتي لا يراد لها أن تعبر نقطة معينة في القنوات.

أي إن المقدار (h+0.08h) يمثل الزيادة في شحنة الماء فوق الهدار في حالة الهدار المائل بزاوية (3^o) عنها في حالة الهدار الأفقي، والمقدار (h+0.12h) يمثل الزيادة في شحنة الماء فوق الهدار في حالة الهدار المائل بزاوية (6^o) عنها في حالة الهدار الأفقي. وقد تكون الحالة معكوسة أي عندما نثبت الشحنة فوق الهدارات فان الهدارات التي تميل حافتها سوف تمرر تصاريف أعلى من الهدار ذو الحافة الأفقية ،أما من الناحية الاقتصادية فان هذا الهدار يكون اقل كلفة من الهدار الاعتيادي لان أبعاد هذا النوع من الهدارات ستكون اقل.



المرتسم (3): علاقة عمق الماء فوق حافة الهدار الجانبي والمسافة الأفقية على امتداده لتصريف (18.5) لتر/ثا

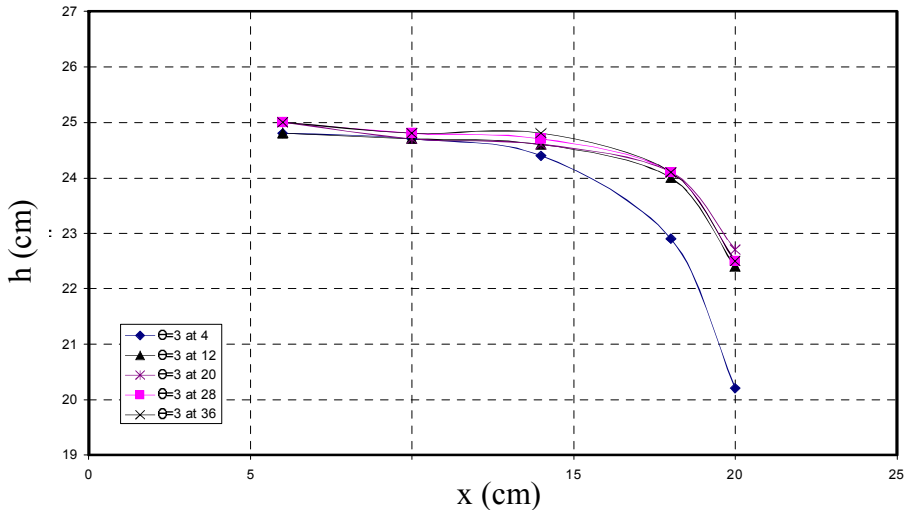
المرتسم (4) يمثل شكل سطح الماء قرب وفوق الهدار الجانبي في حالته الاعتيادية (الزاوية 0^0)، تم عمل تشبيك الاول بأخذ خمسة مقاطع بفاصلة مقدارها (8)سم على امتداد الهدار الجانبي والاخر بالاتجاه العمودي على حافة الهدار الجانبي على امتداد عرض القناة، اتضح أن سطح الماء يهبط بشكل كبير عند المقطع الأول ويكاد يصل إلى حافة الهدار الجانبي أي بانخفاض يصل إلى (5)سم في مقدم الهدار الجانبي ويصل الى (3.5)سم في المقطع الذي يليه ولنفس التصريف مقارنة مع الهدار ذو الزاوية (0^o).



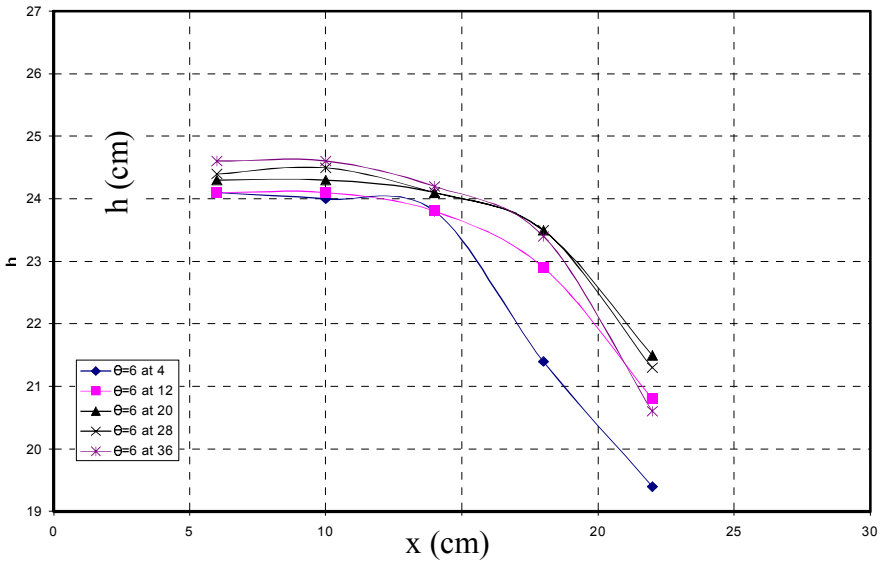
المرتسم (4): علاقة عمق الماء فوق حافة الهدار الجانبي بميل (0^0) والمسافة الأفقية على امتداد عرض القناة وتصريف (18.5) لتر/ثا

من المرتسمات (5 و6) والتي تمثل ايضاً شكل سطح الماء في حالة الهدار الجانبي الذي يميل بزاوية (3^0 و6^0) على التوالي بالاتجاه المعاكس للجريان اتضح أن سطح الجريان عند مقدم الهدار أي في المقطع الأول انخفض بحدود (4.8)سم بينما في المقاطع الأخرى التي تلت المقطع الأول كان مقدار الانخفاض يتراوح بين (2-2.5)سم فإذا ما قارنا هذه الحالة مع الزاوية (0^0) فان الفرق في الانخفاض يكون بين (30%-40%) .أما إذا أخذنا الزاوية الأخرى (6^0) ايضاً بالاتجاه المعاكس للجريان نجد أن مقدار الانخفاض عند المقطع الأول يكون بحدود (5)سم بينما وصل الانخفاض في المقاطع الأخرى إلى (3)سم. وهذا يعطي نسبة انخفاض اكبر من النسبة السابقة للزاوية (3^o)

من خلال ما ذكرناه أعلاه نرى أن الانخفاض في سطح الماء أي نقصان العمق عند المقاطع التي تلي المقطع الأول لا تتأثر كثيراً بزيادة الزاوية لان معظم الجريان يبدأ بالتسارع عند مقدم الهدار الجانبي ،مما يجعل الكمية الكبيرة من الجريان الجانبي تمر من المقاطع القريبة من مقدم الهدار.



المرتسم (5): علاقة عمق الماء فوق حافة الهدار الجانبي بميل (3^0) والمسافة الأفقية على امتداد عرض القناة وتصريف (18.5) لتر/ثا



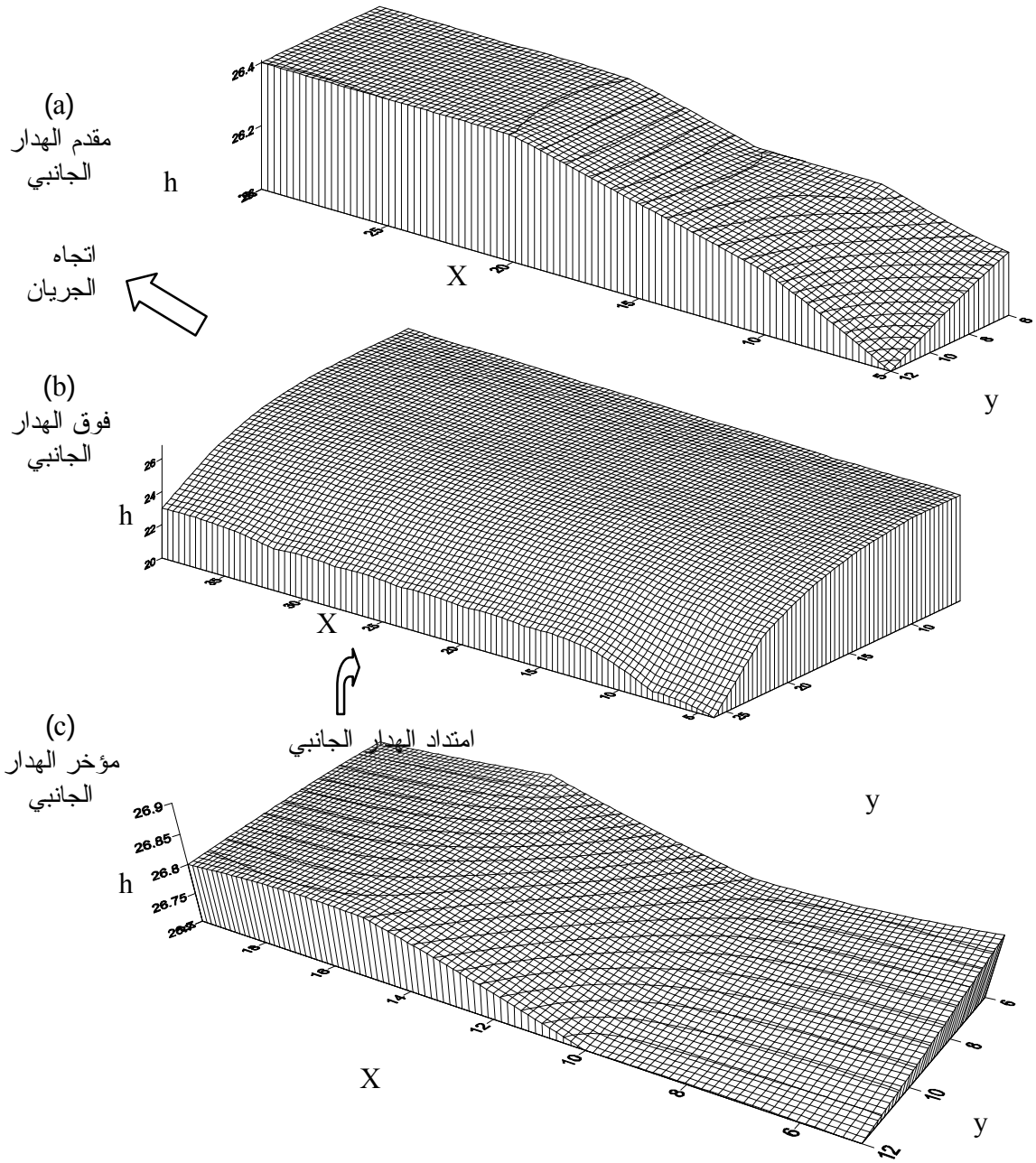
المرتسم (6): علاقة عمق الماء فوق حافة الهدار الجانبي بميل (6^0) والمسافة الأفقية على امتداد عرض القناة وتصريف (18.5) لتر/ثا

من المرتسم (7) والذي يوضح مخطط سطح الماء في مواقع مختلفة من الهدار الجانبي، مقدم، فوقه مباشرة ومؤخره. يلاحظ بداية الانخفاض في مخطط سطح الماء يحدث مقدم الهدار الجانبي بمسافة تتراوح بمقدار 20 سم. من الهدار ابتداء من (6.4) سم ويستمر الانخفاض حتى يصل (2) سم عند بداية الهدار الجانبي، المرتسم (7a). اما في مخطط سطح الماء فوق الهدار الجانبي مباشرة، المرتسم (7b) يلاحظ الانخفاض مقدم الهدار أعلى منه عند نهاية الهدار الجانبي ابتداء من (2 إلى 3) سم، بسبب زاوية ميل الهدار الجانبي في مقدم النموذج.

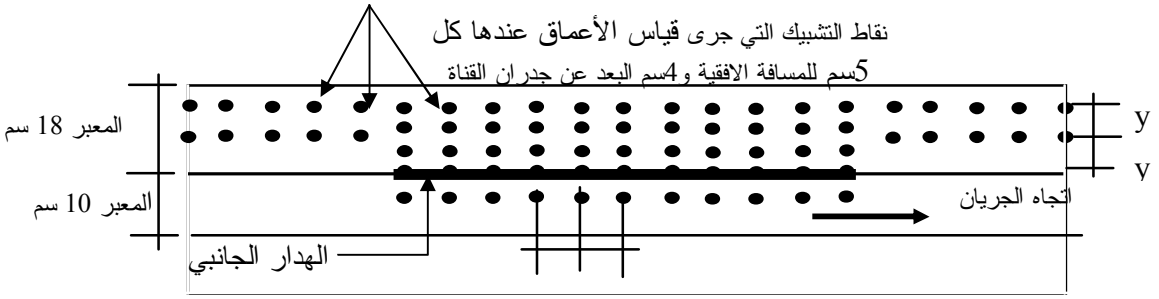
الحالة الأخرى شكل مخطط سطح الماء عند مؤخر الهدار الجانبي، المرتسم (7c) يلاحظ استمرار الانخفاض في سطح الماء لمسافة (10) سم بعدها يأخذ سطح الماء بالرجوع إلى الحالة الاعتيادية ليصل ارتفاع الماء إلى (6.8) سم.

الاستنتاجات:

تم في هذا البحث دراسة أداء الهدارات الجانبية بتغيير ميل حافة الهدار حيث استخدمت ثلاث زوايا لحافة الهدار (0^0،3^0،6^0) عكس اتجاه جريان الماء ، وقد تم التوصل إلى المعادلة (7) لحساب معامل التصريف للهدار الجانبي بالاعتماد على رقم فرود وزاوية ميل حافة الهدار الجانبي. كما تم التوصل إلى أن الهدار المائل بزاوية (3^0) يساعد على انخفاض شحنة الماء فوقها بمقدار (8%) مقارنة بحافة الهدار الأفقية بينما بلغت قيمة الانخفاض بالشحنة (12%) للهدار المائل (6^0)، وتم التوصل إلى المعادلات (9 و 10) لحساب التصريف المار عبر الهدار المائل بزاوية (3^0 ، 6^0) على التوالي. كما تم التوصل إلى إمكانية زيادة التصريف المار عبر الهدار الجانبي بزيادة ميل حافة الهدار عكس الجريان وبذلك يستخدم الهدار الجانبي كمهرب للتصاريف الزائدة فضلا عن الناحية الاقتصادية مقارنة بالهدار الجانبي بحافة أفقية،(لقناة مختبرية افقية وتصريف تحت الحرج).



المرتسم (7): مخطط سطح الماء (a) مقدم الهدار الجانبي (b) فوق حافة الهدار الجانبي (c) مؤخر الهدار الجانبي



المرتسم (8): مخطط يوضح التشبيك المتبع لرسم مخطط سطح الماء مقدم الهدار الجانبي وعنده ومؤخره

المصادر:

1. Borghei S.M., Jalili M.R. and Ghodsian M. (1999). " Discharge Coefficient for Sharp-Crested Side Weir in Subcritical Flow." Jou. of Hydr. Eng., ASCE, 125(10),1051-1056.
2. Chang H. (1991). " Discharge Coefficient of Lateral Diversion From Trapezoidal Channel." Jou. of Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 117(4), 461-475.
3. Hayrullah A. and Yalcin Y. (1998). " Side -Weir Flow in Curved Channels" Jou. of Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 124(3),163-167.
4. Kumar C. and Pathak S. (1987). " Triangular Side Weirs." Jou. of Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 113(1), 98-106.
5. Pinheiro A. and Silva I. (1999). " Discharge Coefficient of Side Weirs Experimental Study and Comparative Analysis of Different Formulas." Proceeding of IAHR.,1-8.
6. Ramamurthy A.S., Qu J. and Vo D. (2006). " Nonlinear PLS Method for Side Weir Flows." Jou. of Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 132(5), 486-489.
7. Ramamurthy A.S., Subramanya K. and Carballada L. (1978). " Uniform Discharge Lateral Weirs." Jou. of Irrig. And Drain. Dev., ASCE, 104(IR4), 399-412.
8. Ranga R., Prasad B. and Gupta K. (1979). " Side Weir in Rectangular Channel." Jou. of Hydr. Dev., ASCE, 105(HY5),547-554.
9. Singh R., Manivanna D. and Satyanarayana T. (1994). " Discharge Coefficient of Rectangular Side Weirs.", Jou. of Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 120(4), 812-819.
10. Smith K.V.H. (1973). " Computer Programming for Flow Over Side Weirs." Jou. of Hydr. Dev., ASCE, 99(HY3),495-507.
11. Subramanya K. and Awasthy S. (1972). " Spatially Varied Flow Over Side Weirs." Jou. of Hydr. Dev., ASCE, 98(1),1-10.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل