Al-Khwarizmi Engineering Journal

Al-Khwarizmi Engineering Journal, Vol. 4, No. 4, PP122-129 (2008)

تأثير زوايا الانفراج لمنشآت تحويل المقطع على النحر الحاصل في مؤخر المنشأ

سوسن حسون محمد كريم خلف هادي

قسم هندسة البناء والانشاءات / الجامعة التكنولوجية

(Received 4 April 2007; accepted 13 April 2008)

الخلاصة

تعتبر منشآت تحويل المقطع (Transition Structures) احد اهم المنشآت الهيدروليكية استخداما للسيطرة على سرعة جريان الماء كما تساعد في تقليل عملية النحر في مؤخر المنشأ علماً ان هناك في المنشآت الهيدروليكية منشأ تحويل في المقدم وآخر في المؤخر. في البحث الحالي تم استخدام سبعة نماذج مختبرية لمنشآت تحويل المقطع وبزوايا انفراج مختلفة بين 10° و 90° ومن تحليل النتائج تبين ان لرقم فراود (Froud Number) تاثير واضح على عمق النحر الحاصل وان التصاريف العالية تساعد في زيادة نسبة طول النحر الى عمقه ، ولغرض اختيار افضل زاوية انفراج لمنشأ تحويل المقطع تبين ان زاوية 40° تحقق اقصى قدرة تصريف واقل طول للمنشأ وكذلك اقل عمق للنحر مع ثبات العوامل الاخرى المؤثرة على عملية النحر.

الكلمات المفتاحية: منشآت تحويل المقطع، رقم فراود، طول وعمق الانجراف، زاوية اجراف جوانب المنشأ.

١. المقدمة:

ان المشاكل المرتبطة بالتعرية والانجراف (Scour) باتت معروفة في المنشآت المائية ، فالتعرية هي انجراف جزيئات التربة من محيطها بواسطة تيار مائي وحدوث تغيرات مهمة في شكل وخواص ارضية الجريان بسبب عملية النحر وخاصة في مؤخرة منشأ تحويل المقطع (Outlet Structures) وقد تحصل هذه الظاهرة نتيجة خيارات تصميمية غير مناسبة منها زوايا انفراج جوانب المنشأ[5] .

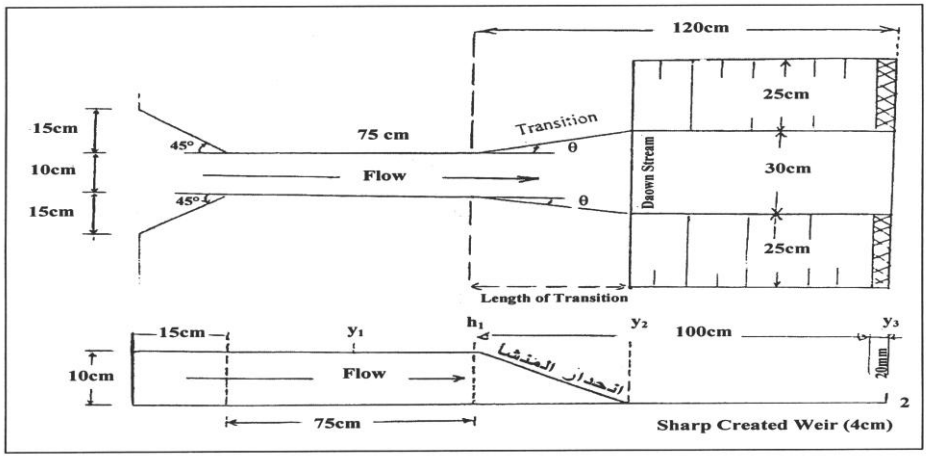
ولتفادي عملية النحر لابد من تحديد بعض المتغيرات الهيدروليكية منها سرعة الجريان وزوايا الانفراج لجوانب المنشآت وتقدير الزاوية المثلى التي تحقق اقل مساحة من النحر وتعطي اعلى تصريف للمياه بالاضافة الى عزم تغير المقطع ونوعية التربة المستخدمة[2] .

ومما لاشك فيه ان هنالك علاقة وثيقة بين كمية النحر الحاصلة في مخارج هذه المنشآت وبين الشكل الهندسي للمنشأ. وقد انصب اهتمام البحث الحالي على معرفة افضل زاوية انفراج لجوانب منشأ تحويل المقطع من مستطيل الى مقطع مستطيل بابعاد اخرى أقل والتي تحقق أقصى قدرة تصريفية وأقل طول للمنشأ وأقل عمق للنحر الحاصل في مؤخر هذه المنشآت.

٢. العمل المختبري:

في البحث الحالي تم استخدام قناة مختبرية وكما موضحة ابعادها بالشكل (1) مع نماذج لمنشأ تحويل المقطع المستطيل الى مقطع مستطيل بابعاد أخرى أقل ذات جوانب تتغير زوايا انفراجها من (10°) الى (90°) وبطول مقطع للقناة l(75سم) والذي يتاثر بمقدار وسرعة الجريان (flow) المار في هذه القناة المختبرية [1] . وقد استخدم الخشب المعاكس لعمل هذه النماذج المختبرية لهذا ألمنشأ وتم تبطين الارضية بالرمل الاحمر لقياس طول وعمق النحر الحاصل (L,D) فيها اثناء عملية الاختبار وبتصاريف مختلفة علما انه تم استخدام السد الغاطس الحاد (Sharp Crested Weir) في حساب التصاريف.

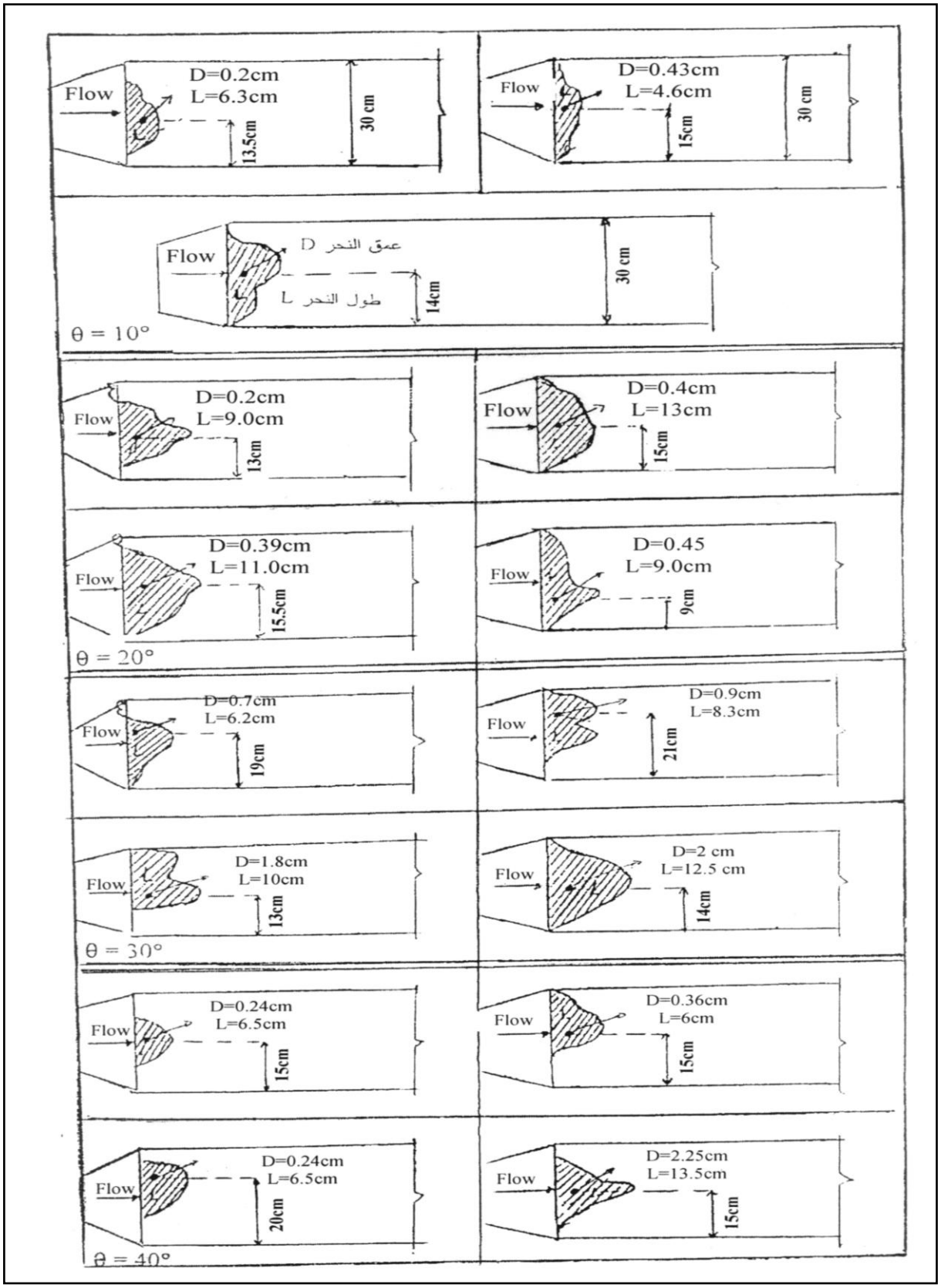
والجدول (1) يبين اعماق الجريان والتصاريف المرادفة لها لجميع الزوايا اما الجدول (2) فيوضح نسبة طول الانجراف الى عمقه (L/D) لكل زاوية ، والاشكال (2،3) تبين النتائج المختبرية لعمق وموقع النحر لكل حالة وذلك للزوايا من (10°) الى (90°) علما ان هناك تاثير واضح (scale effect) فيما لو كان المنشأ حقيقي وليس مختبري [7] .



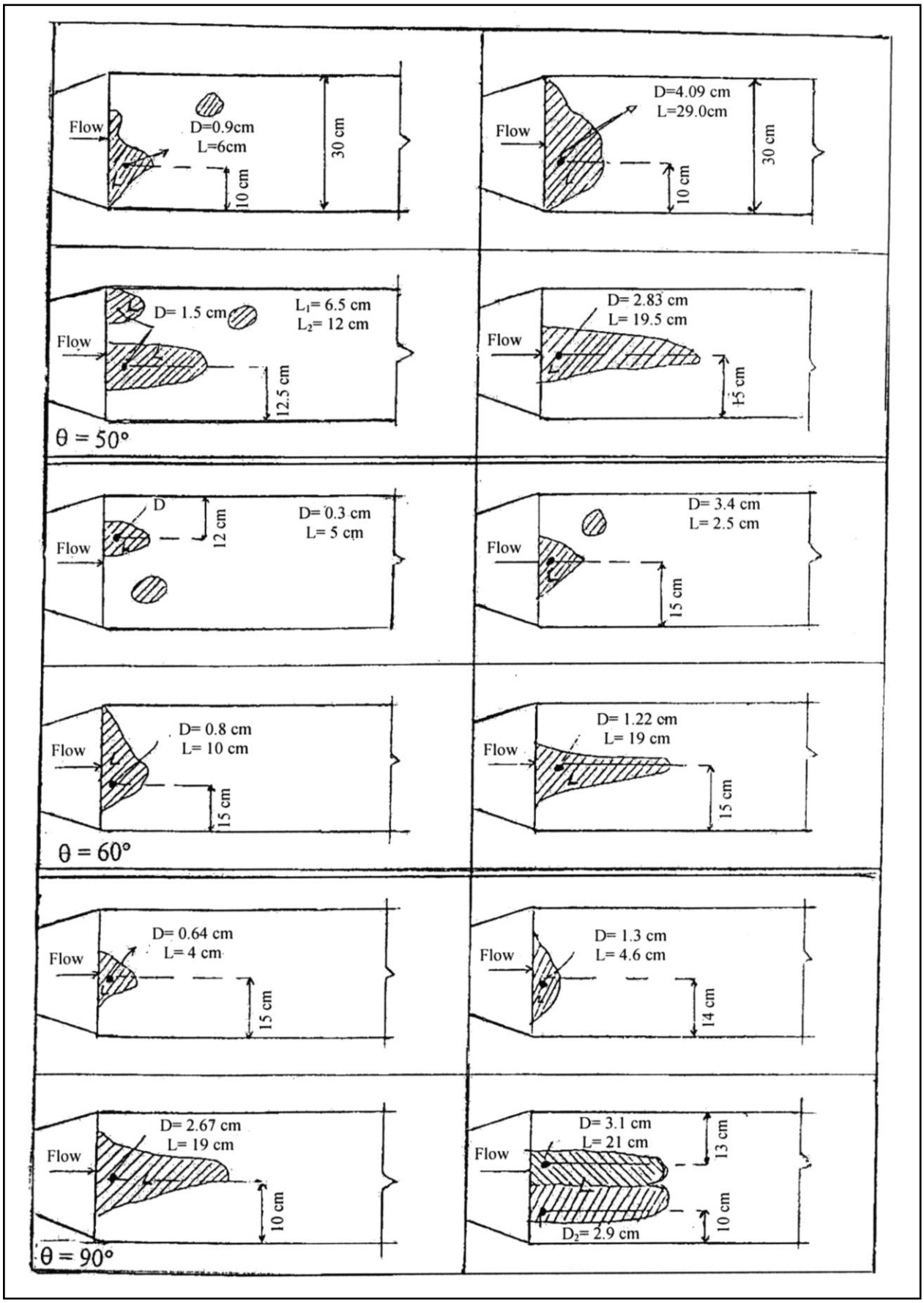
شكل - 1- مقاطع افقية وطولية للقناة المختبرية

جدول - 1 -
اعماق الجريان والتصاريف لجميع الزوايا

θ deg	B cm	L cm	Q m^3/s	Y1 cm	Y2 cm	Y3 cm	h1 cm	h2 cm	h3 cm	h4 cm	h5 cm	h6 cm	h7 cm
10°	28	56.7	0.03	3.36	3.98	4.15	3.58	3.69	3.78	3.86	3.93	4.02	4.15
			0.354	4.08	4.67	4.8	4.15	4.28	4.47	4.55	4.62	4.69	4.8
			0.556	4.21	4.89	5.08	4.43	4.49	4.6	4.64	4.98	5.03	5.08
			0.957	4.4	5.34	5.55	4.68	4.99	5.13	5.22	5.3	5.38	5.55
20°	28	27.5	0.094	3.55	3.98	4.33	3.8	3.86	3.93	3.98	4.16	4.23	4.33
			0.564	4.28	4.81	5.09	4.52	4.63	4.71	4.81	4.03	5.04	5.09
			1.42	4.64	5.23	5.54	5.00	4.90	5.11	5.17	5.39	5.50	5.54
			1.844	5.3	5.77	6.4	6.64	5.0	6.16	5.77	6.03	6.26	6.4
30°	25.5	17.5	0.18	3.8	4.09	4.47	3.95	4.04	4.10	4.10	4.16	4.37	4.47
			0.586	4.07	4.84	5.12	4.7	4.9	4.82	4.95	5.06	5.15	5.11
			0.651	3.65	3.87	5.2	3.76	3.82	3.86	3.98	4.02	4.91	5.2
			2.33	5.45	6.12	6.8	5.85	6.15	6.17	6.16	6.28	6.43	6.79
40°	25.5	12	0.012	3.32	3.67	4.08	3.56	3.6	3.64	3.67	3.87	3.96	4.07
			0.28	3.97	4.31	4.73	4.22	4.31	4.42	4.53	4.6	4.67	4.72
			0.66	4.08	4.94	5.21	4.8	4.87	4.9	4.98	5.11	5.19	5.21
			2.116	5.01	5.7	6.63	6.1	6.18	5.75	5.7	6.03	6.37	6.63
50°	25.5	8.5	0.253	3.85	4.18	4.64	4.1	4.15	4.24	4.37	4.46	4.52	4.64
			1.18	5.2	5.49	5.8	5.35	5.5	5.61	5.66	5.78	5.79	5.8
			1.24	5.44	5.76	6.02	5.77	5.56	5.7	5.75	5.96	6.13	6.22
			2.00	5.73	5.96	6.15	5.94	5.97	6.2	5.99	6.15	6.3	6.51
60°	25.5	5.8	0.06	3.49	3.79	4.25	3.71	3.76	3.9	4.1	4.2	4.22	4.25
			0.87	4.88	5.12	5.54	5.1	5.1	5.1	5.2	5.4	5.51	5.54
			1.2	5.18	5.5	5.92	5.4	5.51	5.42	5.7	5.81	5.89	5.92
			1.67	5.51	5.67	6.4	5.9	5.61	5.96	6.0	6.2	6.3	6.4
90°	25.5	0.0	0.2	4.67	4.93	5.47	4.91	5.1	5.21	5.38	5.40	5.44	5.47
			0.585	3.9	4.14	4.7	4.11	4.26	4.35	4.54	4.6	4.66	4.7
			1.828	5.07	5.4	5.98	5.6	5.71	5.89	5.98	5.94	5.95	5.98
			2.466	6.0	5.95	7.1	5.9	6.82	6.7	6.9	6.99	7.0	7.1



شكل -2- طول وعمق الانجراف للزوايا (10°، 20°، 30°، 40°)



شكل -3- طول وعمق الانجراف للزوايا (50°، 60°، 90°)

٣. التحليل النظري:

لغرض قياس التصاريف المستخدمة مختبريا تم استخدام معادلة السد الغاطس التالية (3) :

$$Q = Cd\frac{2}{3}\sqrt{2g}BH^{3/2} \qquad ...(1)$$

حيث ان

Q = التصريف ($م^3$/ثا)

B =عرض السد الغاطس (سم) H = عمق الماء الفعّال (متر)

Cd = معامل التصريف والذي تم ايجاد قيمته مختبريا ويساوي (0.6)

وتم استخدام المعادلة التالية لرقم فراود (Froud Number) وبالصيغة التالية :

$$Fr = V/\sqrt{gy_1} \qquad ...(2)$$

حيث ان

Fr= رقم فراود

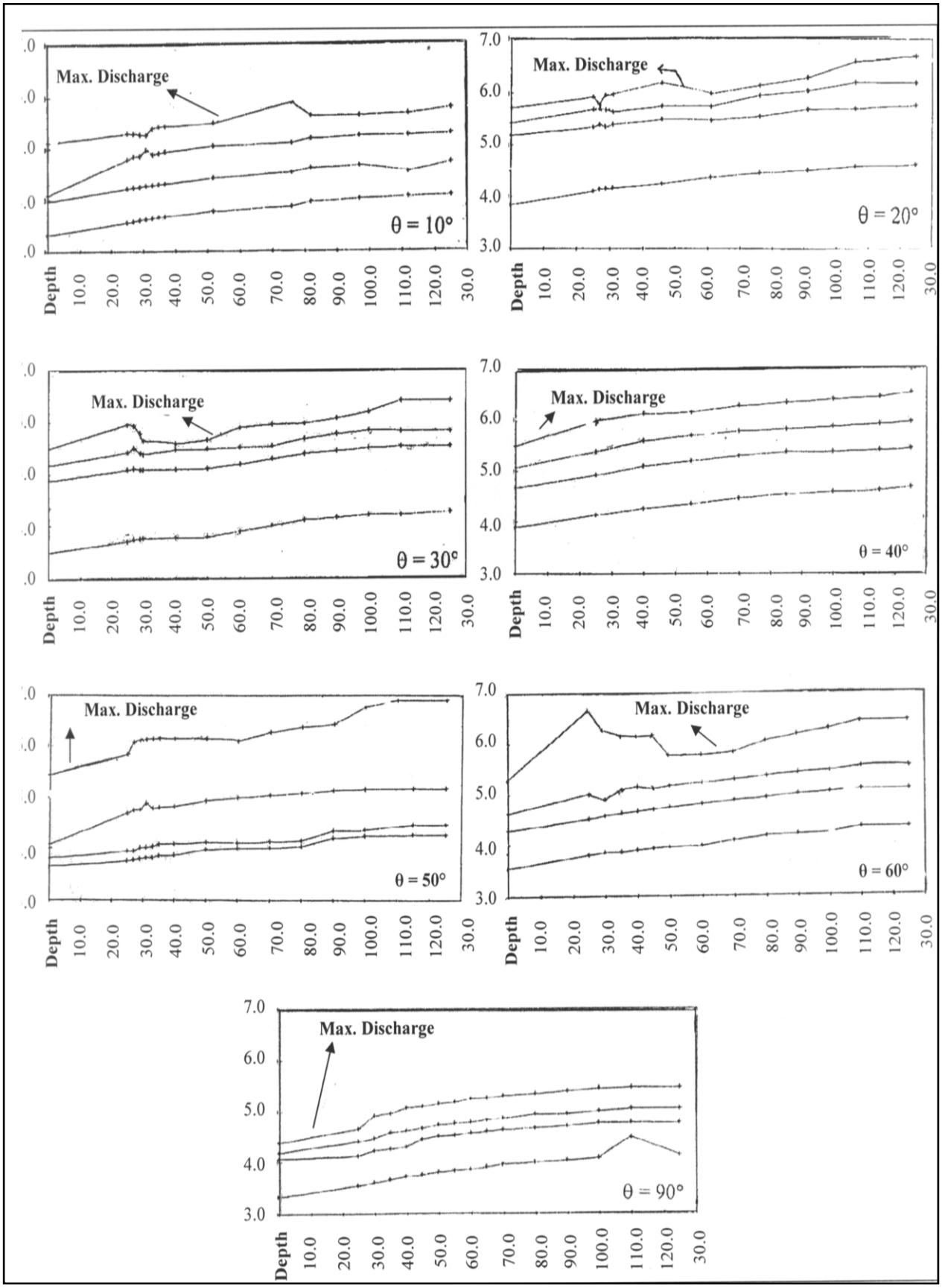
V1 = معدل السرعة (م/ثا)

Y1 = عمق الماء على بعد (25 سم) قبل منشأ تحوثل المقطع .

والجدول (2) يوضح قيم فرواد Fr ونسبة طول موقع الانجراف الى عمقه (L/D) لزوايا انفراج مختلفة لجوانب ألمنشأ اما الشكل (4) يبين اعماق الجريان على طول المنشأ ولجميع التصاريف والزوايا التي اعتمدت في البحث.

جدول – 2-
قيم رقم فراود ونسبة طول الانجراف الى عمقه لجميع الزواي

θ الزاوية (deg)	H عمق المياه (m)	A مساحة المقطع A=B.H (m^2)	Q التصريف (m^3/s)	معدل السرعة V=Q/A (m/s)	Fr رقم فرود	L طول النحر (cm)	D عمق النحر (cm)	L/D
10°	1.54	0.431	0.03	0.07	0.122	6.3	0.2	31.5
	8.00	2.24	0.354	0.158	0.25	4.6	0.43	10.7
	10.8	3.024	0.556	0.183	0.28	10.0	0.54	18.5
	15.5	4.34	0.957	0.220	0.335	8.0	0.6	13.3
20°	3.302	0.924	0.094	0.101	0.171	9.0	0.2	45
	10.902	3.052	0.564	0.184	0.284	11.0	0.35	31.43
	15.4	4.312	1.42	0.329	0.487	9	0.45	20
	24.014	6.724	1.844	0.27	0.380	13.0	0.4	32.5
30°	4.7	1.198	0.18	0.150	0.245	8.3	0.9	9.22
	11.2	2.856	0.586	0.205	0.324	10.0	1.8	5.5
	12.0	3.06	0.651	0.213	0.356	6.2	0.7	8.9
	28.0	7.14	2.33	0.326	0.446	12.5	2.0	6.25
40°	0.8	0.204	0.012	0.050	0.107	6.5	0.24	27.1
	7.3	1.8615	0.28	0.150	0.240	6.0	0.36	16.6
	12.1	3.085	0.66	0.213	0.336	8.5	1.2	7.1
	26.32	6.711	2.116	0.315	0.449	13.0	2.25	5.7
50°	6.4	1.632	0.253	0.155	0.252	6.0	0.9	6.6
	18.0	4.59	1.18	0.257	0.36	12.0	1.5	8.0
	22.2	5.166	1.24	0.219	0.30	19.5	2.83	6.9
	25.3	6.451	2.00	0.31	0.413	29.0	4.09	7.1
60°	2.5	0.637	0.06	0.094	0.16	5.0	0.3	16.7
	15.4	3.927	0.87	0.22	0.32	10.0	0.8	12.5
	19.2	4.896	1.2	0.245	0.343	19.0	1.22	15.5
	24.0	6.12	1.67	0.273	0.37	25.0	3.4	7.35
90°	4.7	1.198	0.2	0.167	0.246	4.6	1.3	3.53
	7.0	1.785	0.585	0.328	0.53	4.0	0.64	6.25
	19.8	5.05	1.828	0.362	0.38	19.0	2.67	7.11
	31.0	7.905	2.466	0.312	0.406	21	3.1	6.77



شكل – 4- اعماق الجريان على طول المنشأ ولجميع التصاريف

٤. النتائج والمناقشة:

من تحليل نتائج الانجراف والحاصل في مؤخرة منشأ تحويل المقطع ولزوايا انفراج مختلفة تم تحديد الحالة التصميمية المفضّلة والتي تعطي اقل مساحة ممكنة من الانجراف لاكبر تصريف واطول فترة تشغيل قبل الوصول الى اعظم انجراف ثابت.

وبعبارة اخرى فان التصاريف العالية تسبب في تقليل قيم عمق الجريان قبل بداية المنشأ بعكس التصاريف القليلة. ويظهر من النتائج انه كلما زاد انفراج زاوية جوانب المنشأ للنموذج المختبري يلاحظ زيادة في حجم النحر طولا وعمقا حيث بلغ اقصى طول له في زاوية (90°) هو (27سم) وبعمق (4.7سم).

والنموذج الاكفأ هو الذي يتحقق عند الزاوية (40°) ويظهر فيها عند الاختبار ان طول النحر الحاصل هو (8.5سم) وعمقه (1.2 سم) عند طاقة تصريفية تبلغ (6.3 لتر/ثا) وهذه هي افضل النتائج المتحققة مقارنة مع نتائج الزوايا الاخرى كما ان نسبة طول النحر الى عمقه (L/D) يقل مع زيادة رقم فراود Fr لمرحلة معينة من التصاريف بعدها يثبت بشكل تقريبي وهذا واضح في الجدول (2).

5. الاستنتاجات:

من تحليل ومناقشة النتائج المختبرية لحالات الانجراف التي تحصل عادة في ارضية القنوات الترابية وذلك في مؤخرة منشأ تحويل المقطع ولزاويا انفراج متغيرة لجوانب المنشأ تم التوصل الى الاستنتاجات التالية :-

١. ان افضل زاوية انفراج لجوانب ألمنشأ هي الزاوية (40°) حيث حققت اقل طول واقل عمق للانجراف في مؤخرة المنشأ وبقيم مختبرية بلغت (8.5 سم) و(1.2سم) على التوالي وتحت تصريف مقداره (6.3 لتر/ثا).
٢. ان مقدار نسبة طول الانجراف الى عمقه (L/D) تتغير بشكل عام بعلاقة عكسية مع قيم فراود ولجميع الحالات إلا ان مقدار شدة التغير يزداد طرديا مع قيمة زاوية الانفراج.

6. قائمة الرموز:

التصريف	م^3 / ثا	Q
عمق الماء في القناة	سم	h
عمق الماء فوق الحافة الحادة للسد الغاطس	م	H
عمق الماء على بعد (25سم) قبل المنشأ	سم	Y_1
عمق الماء في نهاية المنشأ	سم	Y_2
عمق الماء على بعد (20سم) قبل حافة السد الغاطس	سم	Y_3
عمق النحر	سم	D
طول النحر	سم	L
زاوية الانفراج لجدران المنشأ	درجة	θ
عرض السد الغاطس	سم	B
طول منشأ تحويل المقطع	سم	l
معامل التصريف	–	Cd
معدل السرعة	م / ثا	V
مساحة مقطع القناة	سم^2	A
رقم فراود	–	Fr

7. المصادر:

[1] A .J . Aisenbrey , Jr. , 1978 , " Design of Small Canal Structure", United States , Department of the Interior , Bureau of Reclamation .

[2] Doddial , D. , 1967 , " Scour Below Submerged Solid Bucket – Type Energy Dissipators " , proceedings 12th Congress International Association for Hydraulic Research , Fort Collins , U . S . A . , Vol. 3 , paper No. C13 , PP. 105 – 116 .

[3] RANald V . Giles , 1976 , " Fluid Mechanics and Hydraulics " . , Mc Graw – Hill Book Company .

[4] RAID S . I . AL – Naqar , 1996 , "Local Scour Downstream of Chute Structures " . , University of Technology , Iraq .

[5] Vanoni , V . A . , (Editor) , 1977 , "Sedimentation Engineering " , ASCE , Manual and Reports on Engineering Practice – No . 25 , New York , U . S . A . .

[6] John A. Robeson,M Hanif chaudhry and John J. cassidy, 1995," Hydraulic Engineering ", chapter 7, U.S.A.

[7] P.NOVAK, A.I.B. Moffat, C.Nalluri and R.Narayanan,2003,3rd ed ition, chapter 8, U.S.A.

Effect of Flaring Angle of Transition Structure On the Scouring of outlet structure

Sawsan H. Muhammed and Karem Khalaf Hadi
Department of Building and Construction Engineering/ University of Technology

Abstract

The transition structure is considered as the most important hydraulic structure controlling the w/s transtion, morever it decrease the scouring of outlet structure.
seven experiment samples for transition structure was used in this research at different angles (10° - 90°).

It was shown that froud number has a clear effect on the depth of the scouring, morever the high discharge rates cause an increase of the ratio between the length of the scour and its depth.

In order to select the best flaring angle it was shown that the angle of 40° has the most discharge rate, least structure length and least angle scour depth, with the firmly of the other factors affecting the scouring of outlet structure.