

تحديد خصائص الجريان ومناطقه خلف الحواجز العرضية المقامة على ضفاف الأنهار

عبد الكريم سعد الله شهاب *

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أبعاد الجريان ومناطقه التي يمكن أن تتشكل حول الحواجز العرضية المستخدمة لحماية الضفاف والسواحل من الانجراف . ويمكن الاستفادة من تحديد هذه المناطق وأبعادها . وذلك بهدف حماية المنطقة المعرضة للانجراف وكذلك الضفة المقابلة للمنطقة المقام عليها المنشأ . وتستنتج هذه الدراسة بعض المعادلات التجريبية المطورة الخاصة بحساب هذه الأبعاد والتي يمكن الاستفادة منها في حساب مناطق الاتساع والتخصر الناشئة من تأثير المنشآت وعلى المقاطع المركبة . وقد بينت الدراسة أن هنالك علاقة بين اتساع هذه المناطق وأطوال الحواجز وزواياها المشكلة مع الضفة المحمية وكذلك عرض الضفة وخصائص الجريان (رقمي رينولدز وفروود) .

المقدمة

عند استخدام الأنهار في أغراض الملاحة أو عند حماية الوديان من الانجراف في بعض المناطق المهمة ، لابد من الاهتمام بالضفة المقابلة وحمايتها من الانجراف هي الأخرى . ولغرض معرفة ذلك يجب تحديد أبعاد الجريان ومناطقه للتيارات المنضغطة والمتحصرة وكذلك سرعة الجريان المسموح بها لتلك التربة الموجودة في المنطقة المحمية من الانجراف .

* قسم الهندسة المدنية ، جامعة عمر المختار البيضاء ليبيا ص . ب 919 .

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

لذا فإن هذه الدراسة تبين الخصائص العامة التي تتصف بها مناطق الجريان حول الحواجز العرضية ، وكيفية تشكل هذه المناطق بالإضافة إلى أنها تعطي المعادلات التجريبية الخاصة بحساب أبعاد هذه المناطق ، والتي بنيت على دراسات مختبرية خاصة بالأفكار ذات المقاطع المركبة .

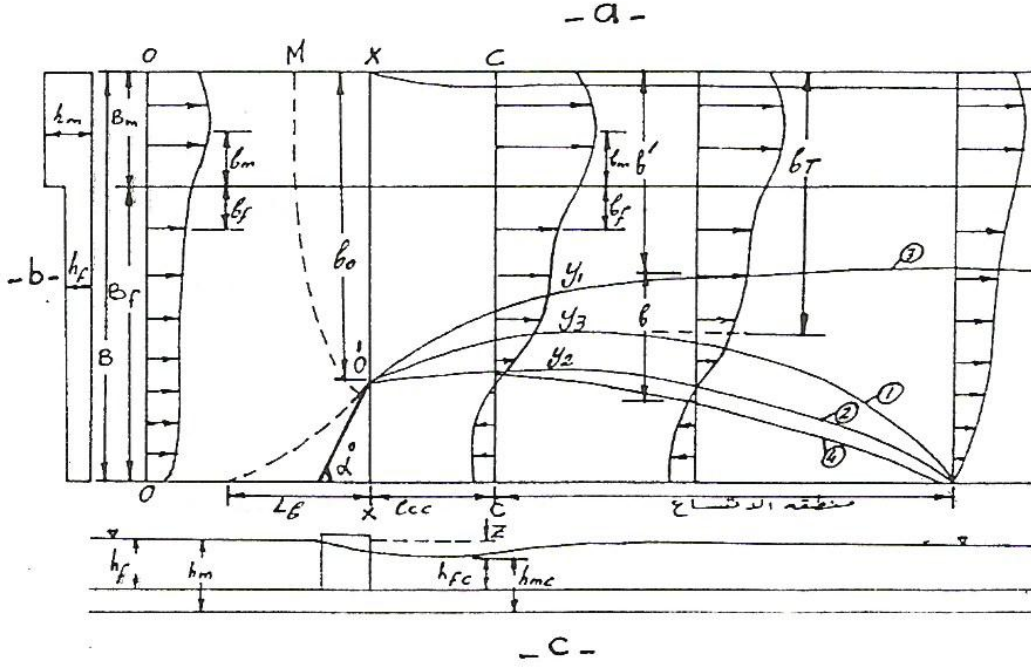
الدراسة العملية

لقد بنيت دراسات مناطق الجريان المتحصرة ، حدوث ظواهر هيدروليكية معقدة في منطقة تأثير الحواجز العرضية المستخدمة للحماية من الانجراف ، وبسبب قلة طرق حساب أبعاد هذه المنشآت وتصميمها فقد أجرينا بعض التجارب المختبرية الخاصة بهذه المنشآت وتحت ظروف نموذجية شبيهة بالظروف الطبيعية . حيث تم قياس خواص الجريان ووجد في جميع التجارب أن رقم رينولدز في المجري الرئيسي $Re_m > 10000$ وعلى الضفة التي تمثل السهول الفيضية $Re_f > 4000$ ورقم فرود على الضفة (F_{ff}) تراوح فيما بين (0.07 و 0.2) وقد تم تغيير زوايا ميلان الحواجز عن الضفة وكانت الزوايا هي ($45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$) كما استخدم نموذجان هيدروليكيان لأجل ذلك ، الأول ذو قاعدة صلبة من الخرسانة والثاني مكسي بالرمل الخشن الذي تراوح قطر حبيباته (ds) من 1.5 mm إلى 2.5 mm ، وتم قياس أعماق الجريان باستخدام المقياس المدبب ، وسرع جريان باستخدام مقياس السرع الالكتروني (Digital Electronic Currentmeter) .

تحليل نتائج الدراسة

بالاعتماد على نظرية التيارات المضطربة الحرة والمقترحة من العالم Abramovich (1960) ، يقسم التشوه الذي يحصل من أثر وضع المنشأ إلى مناطق عديدة ، وقد أمكن من خلال التجربة والاعتماد على درجة التخصر وطول المنشأ ، تمييز

مناطق الجريان عندما تكون درجة التخصر صغيرة (نقصد هنا بدرجة التخصر الصغير عندما لا يشغل طول المنشأ أكبر من ثلث طول الضفة) ماعدا منطقة أكبر فيض التي تقع قبل المنشأ والتي يقع عندها أكبر عمق للماء ويمكن تمييز هذه المناطق بسهولة على مخططات توزيع السرعة (شكل 1) .



شكل 1 : مخطط يوضح مناطق الجريان وتوزيع السرعة حول الحواجز العرضية .

a : مسقط أفقي يوضح توزيع السرعة . b : مقطع عرضي للمجري المائي .

c : مقطع طولي للمجري المائي موضح عليه الحاجز العرضي .

وقد لوحظ من خلال التجارب أنه ، يبدأ تغير سرعة التيار عن مقاديرها في الحالة الطبيعية قبل وضع المنشأ بعد المقطع 0-0 والذي يبعد عن المنشأ بمسافات تختلف حسب طول المنشأ والتصريف المار بالمنطقة وزوايا انحراف المنشأ عن الضفة .

أما بالنسبة لشكل سطح الماء الحر ، فإنه لا يتغير مباشرة عند هذا المقطع 0-0 بل يتغير شكل السطح الحر كلما اقتربنا من المنشأ حتى يأخذ أقصى معدلاته عند المقطع

O-M ، والذي تبدأ منه السرعة بالتغير بصورة متزايدة وملحوظة أكثر من ذي قبل وفي الاتجاهين الأفقي والعمودي . ولوحظ أيضا أنه بالاقتراب من موقع المنشأ تقل سرعة الجريان قرب الجانب الذي يتصل به المنشأ وعلى العكس من ذلك تزداد هذه السرعة في الجهة المقابلة للمنشأ ، ولوحظ أنه في حالة درجات التخصر القليلة لا يحدث تشوه للسرعة في المجري الرئيسي ولكن يحصل هذا التغير والتشوه في السرعة على ضفة المجري فقط .

أما عند الوصول إلى موقع المنشأ X-X فنلاحظ حصول زيادة شديدة في السرعة مرتبطة مع تكوين انحدارات كبيرة في شكل السطح الحر ، والذي بعد انفصاله عن رأس المنشأ يبدأ الانحدار بالتناقص ، ونتيجة لذلك فإن منحنيات توزيع السرعة عند موقع المنشأ تتغير بشكل حاد وتصبح السرعة المتوسطة بالاتجاه العمودي (العمق) في معدلها القصوى عند رأس المنشأ ، تبدأ منطقة جديدة بالتكون خلف المنشأ وتسمى هذه بمنطقة التيارات الدورانية الخلفية والتي تتصف بوجود منطقة مكثفة من التيارات الدورانية .

وهنا يمكن تقسيم هذه المنطقة إلى ثلاثة أجزاء :

1- منطقة التيارات ضعيفة التشوه .

2- منطقة التيارات المضطربة المكثفة .

3- منطقة التيارات العكسية الدوارة .

وبالاعتماد على هذا التقسيم تم الحصول على مخطط الجريان (شكل 1) حول الحواجز العرضية والذي يمكن منه استنتاج مناطق التيارات المذكورة وحدودها حيث أن المنحني رقم (3) يمثل حد السرعة القصوى ، أما المنحني (2) في مثل الحد الذي تكون السرعة الواقعة عليه مساوية لصفر والمنحني (1) يمثل حد التيار الانتقالي والذي عنده تكون مساحة السرعة العكسية مساوية لمساحة السرعة الأصلية على مخطط توزيع السرعة ، والمنحني (4) هو الحد الخارجي لمنطقة التيارات المضطربة المكثفة . وبذلك فإن الحدود الخارجية لمنطقة التيارات ضعيفة التشوه واقعة على المنحني (3) .

أما منطقة التيارات المضطربة المكثفة فتقع بين المنحنيين (3) و (4) وتقع منطقة التيارات العكسية أسفل المنحني (4) . وتتميز منطقة التيارات المضطربة المكثفة بتزايد السرعة في القيمة والاتجاه ويصبح انحدار تغير السرعة في هذه المنطقة أقصى ما يمكن . أما في منطقة التيارات العكسية فإن توزيع السرعة المتوسطة يكون عادة منتظماً . أما توزيع السرعة المتوسطة في منطقة التيارات ضعيفة التشوه فإنه يعتبر عملياً منتظماً .

وفي منطقة التخصر والانضغاط المحصورة بين المقطعين O-O و C-C نلاحظ تغيرات كبيرة في السرعة في الاتجاهين الأفقي والعمودي للتيار ، ولذلك فإن عملية الحساب النظرية لغرض تحديد الأبعاد والحدود الفاصلة لهذه المناطق المختلفة للجريان تصبح معقدة .

ولغرض تسهيل حساب أبعاد مناطق الجريان المختلفة واستنتاجها والتي تبدأ من رأس المنشأ حتى عودة الجريان إلى العرض الأساسي للمجري ، فإنه لابد من تحديد أبعاد منطقة التخصر من أجل تحديد الحدود الفاصلة لمناطق الجريان المختلفة . لذلك فقد اعتمدنا على المعادلات التجريبية المقترحة من قبل Avrova (1971) (1969) ونظرية التيارات المضطربة الحرة (Abramovich , 1960) لأجل استنتاج معادلات تساعد في تحديد أبعاد تلك المناطق ، مستندين في ذلك على تحليل النتائج الخاصة بالتجارب المختبرية المصممة لهذا الغرض . وتم تقسيم مناطق الجريان بالصورة التالية :

- 1-منطقة التيارات ضعيفة التشوه وعرضها يساوي b^1 .
- 2-منطقة التيارات المضطربة المكثفة وعرضها يساوي b .
- 3-منطقة التيارات العكسية وعرضها يساوي $[B - (b^1 + b)]$.

المعادلات المقترحة لمناطق الجريان الثلاث

لغرض تحديد أبعاد هذه المناطق في المسقط الأفقي وبالاعتماد على تحليل التجارب المختبرية تم الحصول على العلاقات التالية لحدود هذه المناطق :

1- إنه ممكن كتابة المنحني الذي يمثل الحد الفاصل بين منطقة التيارات الضعيفة

التشوه ومنطقة التيارات المضطربة المكثفة بالصورة التالية :

$$\bar{Y}_1 = 1 - (1 - \varepsilon.k) (X/L_{cc})^{3/4} \dots\dots\dots (1)$$

2- أما معادلة المنحني الذي يمثل الحد الفاصل بين منطقة التيارات المضطربة

المكثفة ومنطقة التيارات العكسية فهي بالصورة التالية :

$$\bar{Y}_2 = 1 - 0.10 (1 - \varepsilon.k) (X/l_{cc})^{3/4} \dots\dots\dots (2)$$

3- أما معادلة المنحني الذي يمثل الحد الفاصل بين منطقة التيار الانتقالي ومنطقة

التيارات العكسية فيمكن كتابتها بالصورة التالية :

$$\bar{Y}_3 = 1 - (1 - \varepsilon) (X/l_{cc})^{3/4} \dots\dots\dots (3)$$

حيث أن :

X - المسافة الأفقية من نهاية المنشأ ، حتى المقطع المطلوب دراسته .

$\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \bar{Y}_3$ - المسافات العرضية اللا بعدية والتي تمثل النسبة بين عرض المنطقة إلى

عرض المجري المائي المتخصر ، وتمثل بالشكل التالي :

$$\bar{Y}_1 = \frac{Y_1}{b_0} ; \bar{Y}_2 = \frac{Y_2}{b_0} ; \bar{Y}_3 = \frac{Y_3}{b_0}$$

b_0 - عرض المنطقة المتخصرة من التيار .

ومن المعادلات (1) ، (2) و (3) يمكن حساب عرض أي منطقة من المناطق وذلك

ب طرح كل معادلتين من بعضهما ، وبذلك يصبح عرض المنطقة المحصورة بين التيارات

المضطربة المكثفة هو :

$$\bar{b} = \bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 0.9 (1 - k) (X/l_{cc})^{3/4} \dots\dots\dots (4)$$

علماً بأن \bar{b} يمثل عرض المنطقة اللا بعدي ، وهو عبارة عن النسبة بين عرض المنطقة

المضطربة إلى عرض المجري المائي عند التخصر ، أي إن : $\bar{b} = \frac{b}{b_0}$

أما l_{cc} فهو بعد موقع أقصى تخصر عمودي على الجريان عندما يكون فيه عمق الجريان أقل ما يمكن ، وتصبح فيه أسرع أكبر ما يمكن ، وقد تمكنا من الحصول على المعادلة التجريبية التالية من العلاقات البيانية بعد استخدام طريقة التريبعات الصغرى ولأطوال وزوايا مختلفة للمنشأ مع ملاحظة تغيير خصائص الجريان لكل حالة من الحالات المدروسة :

$$\frac{l_{cc}}{b_0} = 10.9\theta_K \dots\dots\dots(5)$$

كما اتضح من التجارب أن معامل التخصر ε له علاقة مباشرة بعرض منطقة التيار الانتقالي b_T وعرض المجري المائي عند التخصر b_0 حيث يمكن تمثيله بالمعادلة :

$$\varepsilon = \frac{b_T}{b_0} \dots\dots\dots(6)$$

أما قيمة العامل K في المعادلات أعلاه ، فقد لوحظ أنها مرتبطة بصورة مباشرة بمعامل التخصر في كمية الجريان θ_K الذي اقترحه العالم Lebedev (1957) .

وقد قمنا بتحويل هذا المعامل إلى ظروف التجارب التي أجريناها على المقاطع المركبة وباستخدام زوايا وأطوال مختلفة للمنشأ في هذا البحث ، وتمكنا من كتابته بالصورة التالية :

$$\theta_K = \frac{\theta_q^2}{\theta_a} \text{Sin}\alpha \dots\dots\dots(7)$$

حيث أن :

θ_q, θ_a - على التوالي معاملات التخصر بمقدار التصريف والمساحة ، حيث أن :

$$\theta_q = \frac{Q_n}{Q} \dots\dots\dots(8)$$

$$\theta_a = \frac{W_n}{a} \dots\dots\dots(9)$$

حيث أن :

Q_n - التصريف المار بقدر طول المنشأ (أي من المنطقة المشغولة بالمنشأ) .

Q - التصريف الكلي للمقطع .

a - المساحة الكلية لمقطع الجريان .

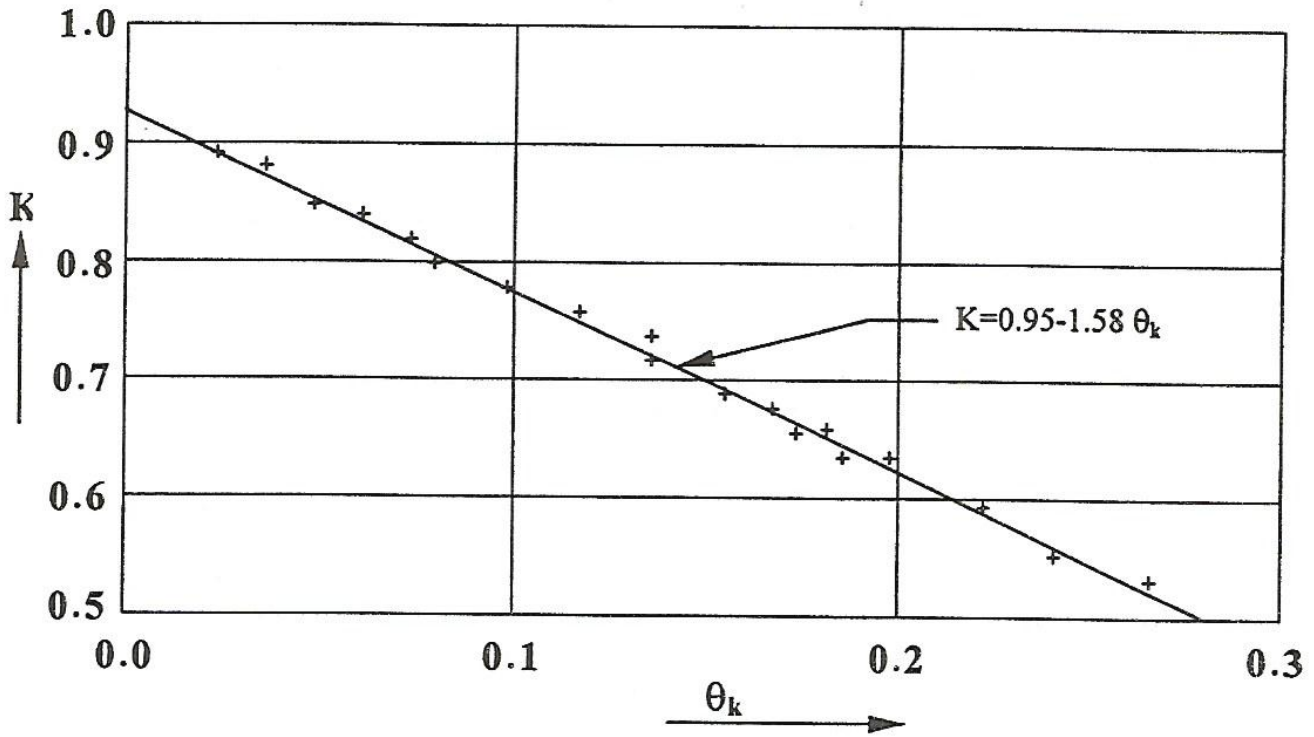
W_n - المساحة المشغولة من قبل المنشأ .

كما لوحظ من خلال الدراسة أن قيم العامل K ، تنخفض بزيادة قيمة معامل

التخضر θ_K كما في الشكل (2) . وبعد استخدام طريقة التريعات الصغرى تمكنا من كتابة

قيمة K بالشكل التالي :

$$K = 0.95 - 1.58 \theta_K \dots\dots\dots (10)$$



شكل 2 : العلاقة بين K و θ_K

**Evaluation of characteristics and zones
of flow around spur-dikes constructed
on rivers with a wide flood-plains**

Abdulkareem S. Shehab *

Abstract

This study was carried out to evaluate the characteristics and dimensions of different zones of flow , which are formed around spur-dikes due to contraction , which are used to defend riverbanks and coasts . The evaluation of these dimensions will help the designers to protect the opposite bank from scouring .

The study indicates that there is a relationship between those dimensions and the length of the structure , angle of construction of the structure , width of flood plain and the flow characteristics (Reynold's and Froude's Numbers) . The author introduced some empirical formulas to calculate those dimensions which are useful to calculate the dimensions of expansion and contraction zones for spur-dikes constructed on rivers with a compound cross-sections .

*
Department of Civil Engineering Omar Al- Mukhtar University Libya – Baida

المراجع

- Abramovich G. N. 1960 . Theory of Turbulent Flow . (Physmatgiz) ,
Moscow. pp : 716 .
- Avrova T. F. 1971. Hydraulics of flow in contraction and expansion
zones around cofferdams. Journal of (LPI) , No. 312 . pp : 15 - 20
- Avrova T. F. 1969 . Hydraulics of rivers after contraction
by cofferdams. Ph.D. dissertation. Sant Petersburg. pp: 362 .
- Lebedev I. V. 1957 . The contraction of stream flow by
cofferdams during construction of hydraulic complex. Journal
of hydraulic structures. No. 3. P : 40 – 43 .
- Lebedev I. V. 1957 . Hydraulic calculation of the contraction and
expansion of stream flow . Moscow. pp : 67 .