DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v5i1.560

حساب الفيض أمام الحواجز المقامة على الأنهار ذات المقاطع المركبة

عبد الكريم سعد الله شهاب *

الملخص

تبني منشآت حماية الضفاف على مقاطع الأنهار المركبة من أجل حمايتها من التعرية وذلك بسبب سرع الجريان الكبيرة أثناء الفيضان . إن وجود مثل هذه المنشآت سبب ارتفاع منسوب الماء أمامها ، وهو الذي بدوره يحدد ارتفاع هذه المنشآت . لذلك استهدف هذا البحث تقدير وحساب قيمة الفيض الذي يحصل نتيجة للتخصر الذي تسببه إقامة هذه المنشآت على الأنهار ذات مقاطع الجريان المركبة باستخدام معادلة حفظ الطاقة (معادلة برنوللي) مع وضع بعض الافتراضات المناسبة من جراء تطبيق هذه المعادلة فى مثل هذه الحالات .

المقدمة

إن التخصر الذي يحصل فى مقاطع الجريان فى القنوات والأنهار ذات المقاطع المركبة Compound Cross-Sections نتيجة لوضع منشآت حماية ضفاف الأنهار أو السواحل مثل الحواجز العرضية أو أثناء تحويل مجاري الأنهار فى مراحل إنشاء السدود ومحطات توليد الطاقة الكهرومائية أو الجسور والمنشآت الأخرى ، هذا التخصر يؤدي إلى توليد فيض أمام الحواجز العرضية ، ولغرض إيجاد الارتفاع لهذه الحواجز ، لابد من معرفة مقدار الفيض الناتج أمام هذه المنشآت .

* قسم الهندسة المدنية ، جامعة عمر المختار – البيضاء – ليبيا .

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

ومن خلال دراسة البحوث المتخصصة فى هذا المجال ، وجد أن معظم الباحثين لم يتطرقوا إلى المقاطع المركبة فى حساب الفيض ، بل استخدموا المقاطع المنتظمة والمستطيلة ، ففي أعمال Altunin (1962) قام بحساب ضاغط السرعة المتوسطة للجريان وتوصل إلى إيجاد معامل تجريبي يعتمد على درجة التخصر والمرحلة التي وصل إليها الانجراف القمعي (حيث يكون شكل الانجراف هنا عند رأس المنشأ شبيهاً بالقمع) عند نهاية الحواجز العرضية ، وكذلك اقترح الباحث Begam (1977) المعادلة البسيطة الممثلة بضاغط السرعة المتوسطة ،

$$Z = \frac{V^2}{2g} \text{,.....(1)}$$

لحساب الفيض أمام المنشآت الهيدروليكية .

وقد قدم الباحث Latishenkov (1965) (1960) للمقاطع المركبة ، المعادلة الخاصة فى حساب التخصر الناتج من مقتربات الجسور وأكتافها الناتجة من معادلة حفظ الزخم المستخدمة فى مقطعين لحجم الماء المحصور بين مقطع التخصر ومقطع الفيض الأقصي والمعادلة هي :

$$Z = D\frac{\alpha v_1^2}{2g} \text{,.....(2)}$$

حيث :

$$D = 2\delta(1 - \tau - \frac{\tau}{\alpha_0}) \text{.....(3)}$$

حيث :

$$\delta = \frac{Q_c}{Q} ; \tau = \frac{Q_m}{Q} ; \alpha_0 = \frac{V_f}{V_m}$$

Q_c , Q_m , Q - هي على التوالي التصريف الكلي للمقطع ، التصريف فى المجري الرئيسي

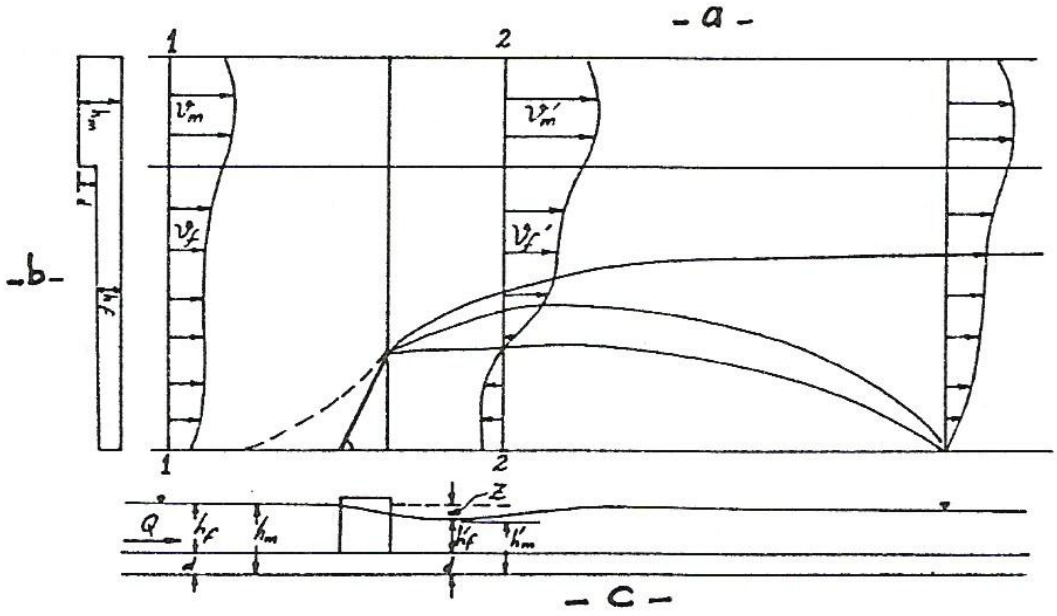
والتصريف المار من عرض الجزء المتخصر فقط ، ويحسب على أساس جريان فى الظروف الطبيعية أي قبل وضع المنشأ .

V_m , V_f , V_l - سرع الجريان على التوالي فى الظروف الطبيعية قبل الإنشاء ، فى ضفة المقطع وفي المجري الرئيسي ،

α - معامل تصحيح الطاقة الحركية والمساوي إلى (1.05) .

استنتاج معادلة الفيض

وفي خلال الدراسة هذه نقترح طريقة سريعة لحساب الفيض الناتج أمام هذه الأنواع من المنشآت المقامة على المقاطع المركبة وباستخدام معادلة حفظ الطاقة المقترحة من العالم برنوللي . إن التخصر فى مقطع الجريان يسبب فيضاً أمام هذه المنشآت ، وتقدير قيمة هذا الفيض مهمة فى معرفة ارتفاع الماء فى المجاري المائية ، وأمكن ذلك بالاستناد إلى الشكل 1 وتطبيق معادلة الطاقة بين المقطعين (1 – 1) و (2 – 2) واستخدام الفرضيات التالية :



شكل 1 : مخطط حسابي لاستنتاج معادلة الفيض .

a : توزيع السرع على المسقط الأفقي . b : مقطع عرضي للمجري المائي . c : مقطع طولي فى المجري المائي

1- عادة يكون الميل الطولي للأنهار بسيطاً في المناطق السهلية وشبه الجبلية وما له من تأثير على قوي الجاذبية ، ولقصر المسافة بين المقطعين يمكن اعتباره مساوياً إلى صفر (I = 0)،

2-حركة الماء في المقطعين (1-1) و (2-2) تعتبر متغيرة بصورة متجانسة وتوزيع الضغط يخضع لقانون الضغط المائي الساكن ،

3-الانحدار العرضي لسطح الماء في المقطعين (1-1) و (2-2) ، يهمل بسبب صغر قيمته ،

4-فقدان خاصية الاضطراب بسبب حركة الماء وتكوين مناطق الدوامات (دوران الماء العكسي) ، يمكن تمثيلها بالشكل التالي في منطقة التخصر وحسب Chow (1983) :

$$h_T = K_T . \frac{V_m^{'2}}{2g} \quad \text{.....(4)}$$

حيث :

K_T – معامل الاضطراب والمساوي إلى (0.5) في المقاطع المركبة ،

5- α_1 و α_2 معاملات الطاقة في المقاطع (1 -1) و (2 – 2) على التوالي حيث :

α_1 =1 و α_2 يؤخذ إلى حد (1.6) في المقاطع المركبة وحسب Chow (1983)

6- $\acute{\alpha}_1$ و $\acute{\alpha}_2$ هي معاملات الضغط الساكن للماء في المقطعين (1-1) و (2-2) على التوالي حيث :

$\acute{\alpha}_1 = \acute{\alpha}_2 = 1.0$ والانحراف عن الضغط الساكن في مقطع التخصر (2-2) ممكن تمثيله (Chow , 1983) بالشكل التالي :

$$\acute{\alpha}_2 \acute{h}_m = K_p \left(\frac{\bar{V}_m^2}{2g} \right) + \acute{h}_m \text{.....(5)}$$

حيث :

K_p – معامل الانحراف عن توزيع الضغط الهيدروليكي الساكن والمساوي إلى (1) ،

وبذلك ممكن كتابة معادلة برنوللي للمقطعين (1-1) و (2 – 2) فى المجـــري الرئيســـي بالشكل التالي :

$$\alpha_1 . \frac{V_m^{\ 2}}{2g} + \acute{\alpha}_1 h_m = \alpha_2 . \frac{V_m^{\acute{2}}}{2g} + \acute{\alpha}_2 h_m + h_f \text{,.....(6)}$$

حيث :

V_m , $V_m^{\acute{}}$ – متوسطات السرعة على التـــوالي فى المجـــــري الرئيسي فى المقطعـين (1 -1) و (2 – 2) ، .

h_m , $h_m^{\acute{}}$ – متوسطات الأعماق على التوالي للجريان فى المجـــري الرئيسي فى المقطعـــــين (1-1) و (2-2) .

h_f – فاقد الاحتكاك (قوي القص) بين المقطعين (1 – 1) و (2 – 2) ، وبسبب صغر قيمته فإنه من الممكن إهماله واعتباره مساوياً لصفر .

وبحل المعادلتين (5) و (6) نحصل على :

$$\Delta h_m = (\alpha_2 + K_p + K_T) . \frac{V_m^{\acute{}2}}{2g} - \alpha_1 \frac{V_m^{\ 2}}{2g} \text{,.....(7)}$$

وقد أعطي الباحث Latishenkov (1965) (1960) للمقاطع المركبة :

$$V_m^{\acute{}} = \beta_m V_m \text{,.....(8)}$$

حيث :

β_m معامل تزايد السرع فى المجري الرئيسي بين المقطعين (1 -1) و (2 – 2) والذي تمكن مـــن حسابه بالمعادلة التالية والمعتمدة على زوايا تحصر مقدارها 90^0 فقط :

$$\beta_m = 1 + \frac{Q_c}{Q} . \frac{W_m}{\frac{W_m}{2} + \varepsilon\left(\frac{W_m}{2} + W_f\right)} \text{,.....(9)}$$

ε – معامل التخصر فى منطقة الانضغاط للماء والذي يمثل العلاقة بين مساحة مقطع الجريان فى منطقة التخصر ومنطقة موقع المنشأ ،

W_f , W_m – على التوالي يمثلان عرض المجري وعرض الضفة .

ومن خلال التجارب المختبرية ، تمكنا من التوصل إلى معامل التخصر ε إلى نسبة التصريف $\frac{Q_\varepsilon}{Q}$ فى الشكل 2 ، ولزوايا ميلان مختلفة للمنشأ منها العمودية حيث يمكن حساب β_m فى معادلة (Latishenkov) ، وبعد التعويض عن قيمة ε لزوايا مختلفة للمنشأ .

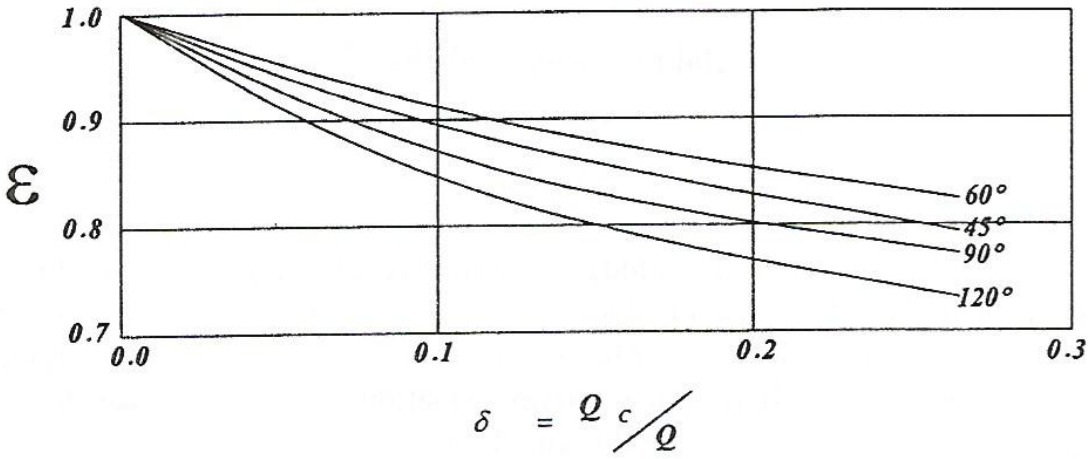
كما تمكنا من التوصل إلى إيجاد علاقة بيانية لمعامل تزايد السرع فى المجري الرئيسي β_m إلى نسبة التصريف $\frac{Q_\varepsilon}{Q}$ فى الشكل 3 ولزوايا ميلان مختلفة للمنشأ . وقد تطابقت القيم الناتجة من العلاقة البيانية الأخيرة مع القيم الناتجة من المعادلة (9) .

وبحل المعادلتين (7) و (8) والتبسيط نحصل على الشكل النهائي لمعادلة حساب مقدار الفيض الحاصل أمام منشآت حماية الضفاف :

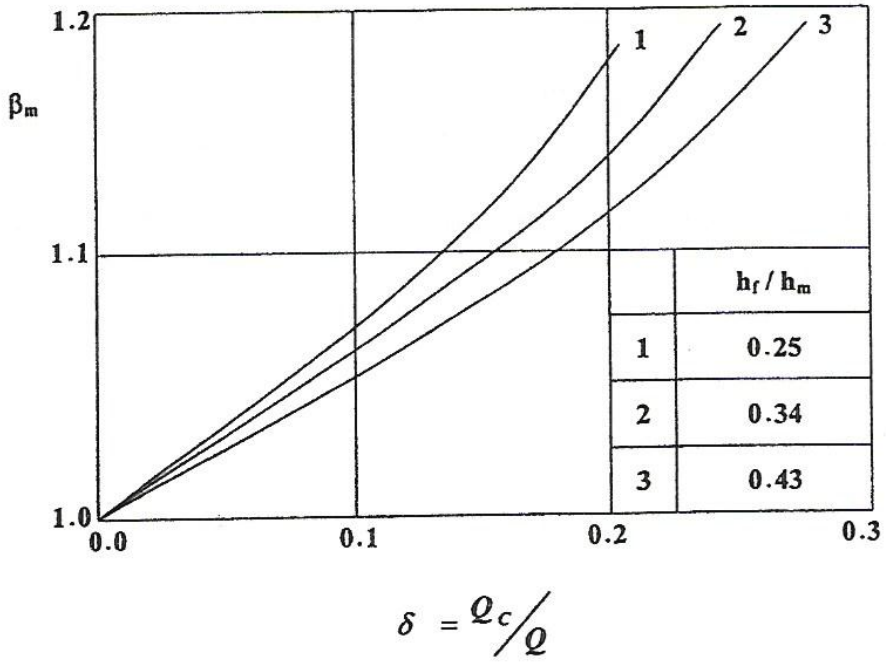
$$\Delta h_m = Z = (K\beta_m - 1)\frac{V_m^2}{2g} \quad \text{.....(10)}$$

حيث K تمثل بالمعادلة التالية :

$$K = \alpha_2 + K_p + K_T \quad \text{.....(11)}$$



شكل 2 : منحنيات معامل التخصر بالاعتماد على زوايا الميلان عن الضفة .



شكل 3 : المنحنيات الحسابية للعلاقة $\beta_m = f(\delta)$

Calculation of afflux around spur-dikes constructed on rivers with a compound cross-sections

Abdulkareem S. Shehab *

Abstract

The purpose of this study is , to derive a formula for calculating the quantity of afflux. Which occurs due to contraction after constructing spur-dikes which , are used to defect river banks and coasts from scouring on compound cross-sections using Bernoulli's energy equation , with some assumptions which can be applied while using this equation .

المراجـــــــــــع

Altunin S. T. 1962 . " Streamflow Regulation" Moscow , pp : 352

Begam L. G. & others. 1977 , " Streamflow Regulation During Road Construction " Moscow . pp : 304 .

Latishenkov A. M. 1960 , Questions on the hydraulics of Streamflow contractions. Moscow. pp: 214

Latishenkov A. M. 1965 , Comparative study of the quantity of afflux under bridges using the equations of other authors.of VNII-Journal of VNII - VODGEO , Vol. 1, p : 290 – 295 .

Chow V 1983 . Open Channel Hydraulics. McGraw Hill Book Co. pp: 680

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