

## تأثير تخشين مطغى الفيضان في القناة المركبة المتناظرة على مقاومة الجريان

د.موفق يونس محمد

استاذ مساعد

[Mwafaqyounes@gmail.com](mailto:Mwafaqyounes@gmail.com)

اوس يونس حامد

طالب ماجستير

[Aws.y@uomosul.edu.iq](mailto:Aws.y@uomosul.edu.iq)

قسم هندسة السدود والموارد المائية- كلية الهندسة- جامعة الموصل

قبل: 2019-1-24

استلم: 2018-11-19

### الملخص

يتناول هذا البحث دراسة مخبرية لدراسة تأثير تخشين مطغى الفيضان في قناة مركبة متناظرة (القناة الرئيسية 18 سم ومطغى الفيضان بعرض 29 سم من الجهتين) على مقاومة الجريان باستخدام حصى بأحجام مختلفة ( $D_{50}$ ) وهي (6.8, 16.8, 24, 47) ملم لتخشين المطغى كما تم دراسة مقاومة الجريان على المطغى الغير مخشن. اخذت خمسة تصاريح لكل حالة وتراوح التصريف بين (34, 27.8, 19.35, 12, 7.87) لتر/ثا.

قسمت القناة المركبة الى ثلاثة مقاطع عمودية على اتجاه الجريان وقسم كل مقطع منها الى سبعة مقاطع، اربع مقاطع في مطغى الفيضان وثلاث مقاطع في القناة الرئيسية، كما استخدمت انبوية بيتوتات لاساتينكية لقياس السرعة وكذلك تم قياس عمق جريان لمستوى سطح الماء وكذلك تم قياس درجة حرارة الماء، اتضح ان السرعة فوق المطغى المخشن تقل الى حدود 40-70% عن السرعة في حالة عدم تخشين المطغى، كما لوحظ من خلال قياسات السرعة في القناة الرئيسية زيادة ملحوظة فيها مما يدل على أن معادلة الاستمرارية تتحقق في الجريان، اشارت القياسات الى وجود اعاقه للجريان في القنوات المركبة وخاصة في المطغى وهذا بدوره يؤثر على عملية تصريف موجة الفيضان بالسرعة المطلوبة، تم استنباط معادلة وضعية تربط بين معامل الاعاقه مع المتغيرات الاخرى التي تؤثر على خواص الجريان.

### الكلمات الدالة :

القناة المركبة، الخشونة، توزيع السرعة، التصريف، رقم فرود

<https://rengj.mosuljournals.com>

Email: [alrafidain\\_engjournal@uomosul.edu.iq](mailto:alrafidain_engjournal@uomosul.edu.iq)

### 1. المقدمة

الأحيان تكون خشونة القناة الرئيسية أقل من خشونة مطغى الفيضان. إن تخمين التصريف يكون ضرورياً للتنبؤ وتتبع الفيضان ومعرفة مدى امتداد وتغطية جوانب النهر. كذلك ادارة وصيانة الانهر تتطلب دراسة الاعاقه لانها من الامور الرئيسية التي تساعد في معرفة البرامج التي يمكن وضعها لادارة الانهر وتتبع الفيضان كونها عامل مؤثر وكبير في حركة الماء. قام العديد من الباحثين بدراسة الجريان في القنوات المركبة المتناظرة وغير المتناظرة نظرياً وعملياً من خلال اجراء العديد من التجارب وفي بعض الابحاث تشمل تطبيق نماذج رياضية وحاسوبية اضافة الى النماذج الفيزيائية كذلك تمت العديد من الدراسات على واقع حال الانهار والقنوات الطبيعية و دراسة القنوات المركبة المخشنة اصطناعياً ايضاً سواء ذات مطغى فيضان من جهة واحدة أو جهتين مثلاً للباحثون [1-4] درسوا الجريان في القنوات المركبة بمطغى واحد وبعضهم بمطغيين وتمت الدراسات من خلال تخشين المطغى بخشونات مختلفة ودراسة تأثيرها على توزيع السرعة في المطغى والقناة الرئيسية وملاحظة طبيعة التداخل بين الجريان فوق المطغى والقناة المركبة و تحديد الاسلوب الامثل لحساب التصريف وذلك من خلال تقسيم القناة المركبة افقياً او عمودياً. اما الباحث [5] فقد قام بدراسة توزيع السرعة بالاتجاه الطولي في القناة المركبة ومقارنتها باستخدام اربع موديلات رياضية مختلفة ولاحظ الباحث أن هناك

تعرف القناة المركبة بأنها القناة التي تتكون من مقطع عميق يدعى القناة الرئيسية ويحاط هذا المقطع بمقطع ضحل من جانب واحد او من جانبيين يدعى بمطغى الفيضان. إن القناة الرئيسية تتميز بعمق كبير وخشونة قليلة إذا ما قورنت بمطغى الفيضان الذي يكون ذو عمق ضحل وخشونة عالية، ولهذا فإن سرعة الجريان في مطغى الفيضان تكون اقل من سرعة الجريان في القناة الرئيسية بسبب المقاومة العالية للجريان نتيجة العمق القليل والخشونة العالية، إن طبيعة الجريان في القنوات المفتوحة المركبة

يعتمد على مقاومه الجريان وخطوط الجريان والمتغيرات الهندسية والتداخل بين المطغى والقناة الرئيسية مما يجعل

الجريان معقد اذا ما قورن مع الجريان في القنوات المفتوحة ذات المقاطع البسيطة، فعندما يتجاوز عمق الجريان الكلي عمق القناة الرئيسية ويبدأ الجريان في مطغى الفيضان يكون هناك اختلاف ملحوظ بعمق الجريان بين القناة الرئيسية ومطغى الفيضان فضلاً عن ذلك هناك اختلاف بين خشونه مطغى الفيضان وخشونة القناة الرئيسية، في معظم

تطابق كبير بين القيم المخبرية والقيم المحسوبة من النماذج الرياضية باستثناء نموذج yang الرياضي الذي اعطى أكبر نسبة خطأ عند المستويات المختلفة لعمق الجريان ، بينما نموذج Ghoshal \$ Kundu أعطى أقل خطأ مقارنة مع بقية النماذج، الباحث [6] درس الجريان في القناة المركبة المتناظرة ذات المقطع المستطيل وعزز دراسته باستخدام المحاكاة الحاسوبية باستخدام برنامج الـ ANSYS ووجد أن هناك تطابق كبير بين مقاطع السرعة المرسومة من القيم المقاسة مع المستحصلة من البرنامج وبين أن السرعة النقطية العمودية تزداد من مقطع الى مقطع اخر باتجاه القناة الرئيسية ، ركز الباحث [7] على دراسة الجريان في القناة المركبة وحساب التصريف في حالتين الاولى اعتبر القناة المركبة وحدة واحدة وفي الثانية قسمها الى قناة رئيسية ومطغى وقارن بين التصريف المحسوب بالحالتين وكذلك وجد معامل ماننك المكافئ في الحالتين ايضا في المقسمة وغير المقسمة ، أما الباحث [8] درس الجريان في القناة المركبة عمليا ومحاكاة الجريان باستخدام النمذج الرياضي CFD (Computational Fluid Dynamic) أحد فروع برنامج ANSYS للتنبؤ بقيم السرعة والتصريف كما درس جهد القص بالاعتماد على نماذج الاضطراب K-ε و K-ε ، Earsm واستنتج أن الموديلات الرياضية أعطت تطابق مع القيم المخبرية فيما يخص توزيع السرعة وخصوصاً عندما يكون مطغى الفيضان عريض واعطت اقل توافقا بالنسبة لجهد القص ، أما اذا زاد التصريف بزيادة عمق الماء وعرض مطغى الفيضان فإن دقة النماذج الرياضية الثلاثة سوف تتحسن .

على الرغم من المحاولات الكثيرة التي اجريت من قبل العديد من الباحثين لدراسة الجريان وانتقال الزخم نظريا وعمليا وإعطاء حل رياضي لتحليل الجريان في القنوات المركبة ، تبقى الحاجة الى اجراء المزيد من الابحاث لمعرفة العوامل التي تؤثر بشكل مباشر على خواص الجريان في القنوات المركبة ، في هذا البحث درست هذه العوامل مختبرياً .

#### اجراء التجارب المختبرية

اجريت جميع التجارب المختبرية في مختبر الهيدروليك التابع لقسم السدود والموارد المائية في كلية الهندسة فيجامعة الموصل باستخدام قناة مستطيلة طولها 18 متر وعرضها 0.8 متر وعمقها 0.7 متر جوانبها زجاجية وقعرها من الحديد المغلون هياأت القناة المركبة في وسط قناة التجارب باستعمال الخشب المضغوط بسمك 12 ملم وبطول 7.2 متر حيث كان عرض مقطع القناة الرئيسية 18 سم وعرض مطغى الفيضان 29 سم من كل جانب، المخطط (1) يوضح المسقط العلوي والامامي للقناة المستخدمة والشكل (1) يوضح مقطع من القناة المركبة ، تم تثبيت انحدار القناة بميل (0.00347) حتى تحصل على الجريان المنتظم بمساعدة هدار ذبلي وضع في نهاية القناة، استخدمت أربعة احجام من الحصى بمعدل قطر (D50) (6.8,16.8,24,47) ملم فرشت هذه المواد على ضفتي القناة الرئيسية أي في مطغى الفيضان بسمك 5 سم حتى نضمن لا يكشف المطغى نتيجة حركة المواد جراء الجريان وخاصة المواد ذات الـ d50 القليل، الصورة (1) توضح الحصى المستخدم في التجارب ،تم قياس السرعة النقطية بعد تقسيم القناة الى ثلاث مقاطع طولياً وقسمت كل منها الى 7 مقاطع عرضياً ابتداءً من الخط المركزي للقناة الرئيسية الى الجدار باستخدام انبوبة بيتونالاستاتيكية ولخمس تصاريح كانت (34,27.8,19.35,12,7.87) لترتاً كذلك تم قياس منسوب سطح الماء ايضاً باستخدام المقياس النقطي (point gage) لملاحظة شكل سطح الماء اثناء الجريان والتأكد من أن الجريان منتظم ، كما اخذت درجات الحرارة للماء اثناء التجارب لحساب رقم رينولدز ، وتم حساب رقم فرود ايضاً ولكل تصريف .

#### الحسابات

تم تقسيم القناة الى ثلاث مقاطع عرضية وقسمت هذه المقاطع الى اربع مقاطع طولية في المطغى وثلاث مقاطع طولية في القناة الرئيسية كما موضح بالشكل (2).

- استخدمت معادلة هدار حسب المواصفات البريطانية القياسية ( British Standard No.3680:part 4A:1965) وضع مؤخر القناة لحساب التصريف [9]:

$$Q_b = 2.3594(0.0602 + 0.3092H)(H + 0.001)^{1.5} \dots (1)$$

حيث :

$$Q_b = \text{التصريف } m^3/\text{sec}$$

$$H = \text{ارتفاع الماء المقاس فوق حافة الهدار (m)}$$

- تم حساب قيم السرعة بعد اخذ قراءات فرق الضغط الكلي والسكن باستخدام انبوبة بيتوت من خلال المعادلة التالية:

$$V = \sqrt{2g\Delta H} \dots \dots \dots (2)$$

حيث:

- m/sec قيمة السرعة V:
- ΔH : الفرق بين قيمة الضغط الكلي والضغط الساكن
- m: التعجيل الارضي m/sec<sup>2</sup>.
- وباعتبار أن قيمة معدل السرعة على بعد 0.6 من سطح الماء .

$$V' = V_{0.6} \dots \dots \dots (3)$$

حيث:

- m/sec قيمة معدل السرعة V':
- V<sub>0.6</sub>: قيمة السرعة عند العمق 0.6 من سطح الماء
- وبعد ذلك تم حساب قيمة الخشونة من معادلة ماننغ :

$$n = \frac{1}{V'} R^{2/3} S^{0.5} \dots \dots \dots (4)$$

حيث :

- n معامل ماننك للخشونة
- m/sec قيمة معدل السرعة V':
- R : نصف القطر الهيدروليكي m
- حساب معدل الخشونة لمطغى الفيضان باستخدام المعادلة الموزونة وبالاعتماد على قيمة كل من المحيط المبتل والخشونة في كل مقطع.

$$n' = \frac{n_1 * P_1 + n_2 * P_2 + \dots + n_n * p_n}{P_1 + P_2 + \dots + p_n} \dots \dots (5)$$

- n<sub>n</sub>: قيم الخشونة في اي مقطع .
- P<sub>n</sub>: المحيط المبتل لذلك المقطع m.
- n': معدل الخشونة .

## النتائج

تم رسم قيم السرعة النقطية وكذلك معدل سرعة الجريان التي اخذت لكل الحالات ولعدة مقاطع طولية وعرضية في كل من القناة الرئيسية ومطغى الفيضان ، من خلال الاشكال (3,4) اتضح ان السرعة النقطية والمعدل يقل بشكل كبير كلما زاد ارتفاع الخشونة  $D_{50}$  في مطغى الفيضان بينما تزداد السرعة النقطية والمعدل في القناة الرئيسية والسبب هو لتحقيق معادلة الاستمرارية من خلال عمليات انتقال وتبادل الزخم بين المطغى والقناة الرئيسية.

يصل النقصان في السرعة من (40-70)% في حالة التخشين بالاحجام الكبيرة من مواد التخشين ، و لوحظ ان السرعة فوق المطغى تزداد كلما ابتعدنا عن جدار المطغى وتبدأ عملية تكوين الدوامات البسيطة وعملية انتقال الزخم بين المطغى والقناة الرئيسية كما في الشكل (4) ، ان معدل السرعة في القناة الرئيسية للتخشونات العالية ابر مما عليها في الخشونات القليلة وفي المطغى الخالي من الخشونة (الناعم) مما يدل على التسارع حتى يحقق معادلة الاستمرارية لتعويض النقص في السرعة عند المطغى وهذا يؤدي بدوره الى قابلية الجريان على النحر مما يغير من مورفولوجية النهر في الانهار الطبيعية ولهذا يكون الجريان فوق المطغى ذو تأثير كبير في تغيير مسار النهر والالتواء ، عند الاعماق (8 ، 7 ، 5.5) سم كانت قيم السرعة تتزايد بنسبة أكبر مما هو عليه في الاعماق القليلة لذلك كان منحنى السرعة في الاعماق المذكورة متسطحاً أكثر من الاعماق القليلة . في المقطع الاول من القناة الرئيسية ولجميع الارتفاعات يكون توزيع السرعة غير منتظماً نوعاً ما نتيجة الدوامات التي تحدث بين القناة الرئيسية والمطغى ثم تستقر السرعة تقريباً عند المقطع الثاني والثالث الشكل (5) يوضح العلاقة بين  $V'/VF'$  مع  $X/B$  حيث  $V'$  هو معدل السرعة لذلك المقطع و  $VF'$  معدل السرعة في المطغى ككل و  $b$  عرض مطغى الفيضان و  $x$  المسافة من جدار القناة الى المقطع الاول او الثاني نلاحظ زيادة في قيمة  $V'/VF'$  كلما ابتعدنا عن جدران القناة وتكون قيم  $V'/VF'$  عالية كلما قلت الخشونة .

الشكل (6) يوضح العلاقة بين معامل ماننك ورقم فرود ولخمس اعماق (3,4,5,5,7,8) سم فوق المطغى حيث نلاحظ أن زيادة العمق يقلل من اعاقه الجريان وبالتالي يقلل معامل ماننك والعكس صحيح.

يبين الشكل (7) العلاقة بين قيمة معامل ماننك المقاسة مع قيمة ماننك المحسوبة من (Solver) الذي هو احد تطبيقات برنامج (Excel) و تم استنباط معادلة وضعية تربط قيمة ماننك بدلالة المتغيرات ( $Re$  ,  $Fr$  ,  $X/b$  ,  $h/h_0$  ,  $D_{50}$ ) وبمعامل تحديد  $R^2$  مقدار ه 0.9269 وكانت المعادلة كالتالي :

$$n = (D_{50})^{\frac{1}{6}} \cdot \left[ \frac{Fr \cdot \left(\frac{x}{b}\right) \cdot \left(\frac{h}{h_0}\right)^{0.304}}{Re^{0.349}} + \frac{0.011}{Fr^{0.76}} \right] \dots (8)$$

حيث :

$n$  : معامل ماننك للخشونة

$D_{50}$  : معدل قطر الحبيبات

$Fr$  : رقم فرود

$Re$  : رقم رينولدز

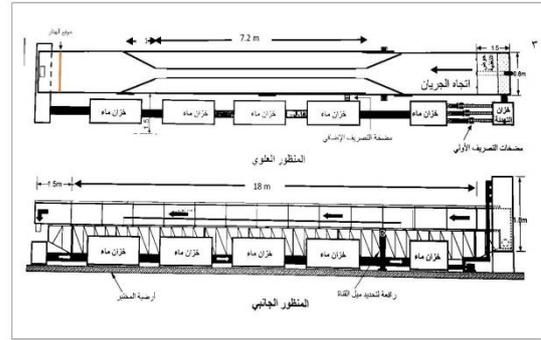
$(x/b)$  : نسبة المسافة من جدار القناة الى عرض

المطغى.

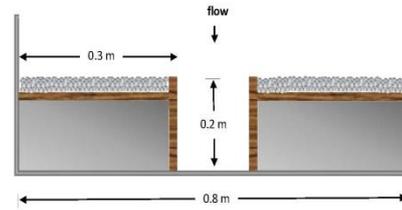
$(h/h_0)$  : نسبة عمق الجريان الى العمق الكلي

للجريان.

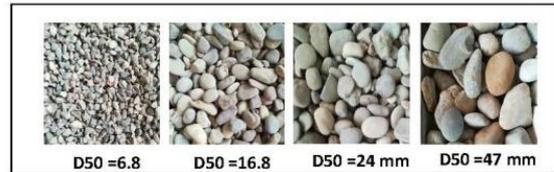
يوضح الشكل (8) العلاقة بين نسبة  $h/h_0$  و  $Q/Q_t$  اتضح أن قيمة  $Q/Q_t$  تزداد بنسبة (13-25)% للسطح الاملس



المخطط (١) المسقط الطولي والامامي للقناة المستخدمة



الشكل (٢) مقطع عرضي للقناة المركبة مع مواد التخشين



الصورة (٣) مواد القعر المستخدمة في التخشين

تم حساب التصريف من معادلة ماننك:

$$Q = \frac{1}{n'} A R^{2/3} S^{0.5} \dots (6)$$

حيث:

$Q$  : التصريف  $m^3/sec$

$A$  : مساحة المقطع  $m^2$

$R$  : نصف القطر الهيدروليكي  $m$

$S$  : ميل القناة .

$n'$  : معدل الخشونة

تم حساب رقم فرود من المعادلة التالية :

$$Fr = \frac{V'}{\sqrt{gy}} \dots (7)$$

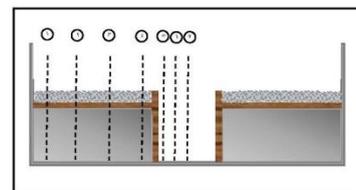
حيث :

$Fr$  : رقم فرود .

$m/sec$  : قيمة معدل السرعة  $V'$  .

$g$  : التجهيل الارضي  $m/sec^2$  .

$y$  : عمق الجريان عند كل مقطع عمودي  $m$  .



الشكل (٤) مقاطع قياسات السرعة النقطية

- 2- Charles & Darrien" Study of Flow in a Non-Symmetrical Compound Channel with Rough Flood Plain" Journal - The Institution of Engineers, Malaysia (Vol. 69, No.2, June 2008).
- 3- Jason W. Kean et al , "Test of a Method to Calculate Near-Bank Velocity and Boundary Shear Stress" Journal of Hydraulic Engineering ASCE / JULY (2009).
- 4- K.Shiono.etal "The effect of floodplain roughness on flow structures, bedforms and sediment transport rates in meandering channels with over bank flows :part I" j.H.Reasearch (2013) .
- 5- Negin Binesh and Hossein Bonakdari "Longitudinal Velocity Distribution in Compound Open Channels: Comparison of Different Mathematical Models" Vol, 8 (9): 1149-1157 (2014) .
- 6- Rahul Sahoo, "Study of velocity profile of a converging compound channel using Ansys" BSc. thesis pp. 8-27 (2014).
- 7- Abbas parsaeie et al., "Flow discharge estimation in compound open channel using theoretical approaches" Springer (2016).
- 8- Bahram Rezaei and Alireza Safarzade "Numerical modeling of flow field in prismatic compound channels with different floodplain widths " Journal of Applied Research in Water and Wastewater, 3 (2), 2016, 260-270.

9- حيدر، علي محسن " دراسة مختبرية للجريان الموضعي المتغير في القنوات المفتوحة " رسالة ماجستير جامعة الموصل قسم السدود والموارد المائية (2009) .

مقارنة مع السطح الخشن وتم ايجاد علاقة بين نسبة التصريف ونسبة العمق للسطح الاملس والخشن .

الشكل (9) يبين رسم خطوط توزيع السرعة في

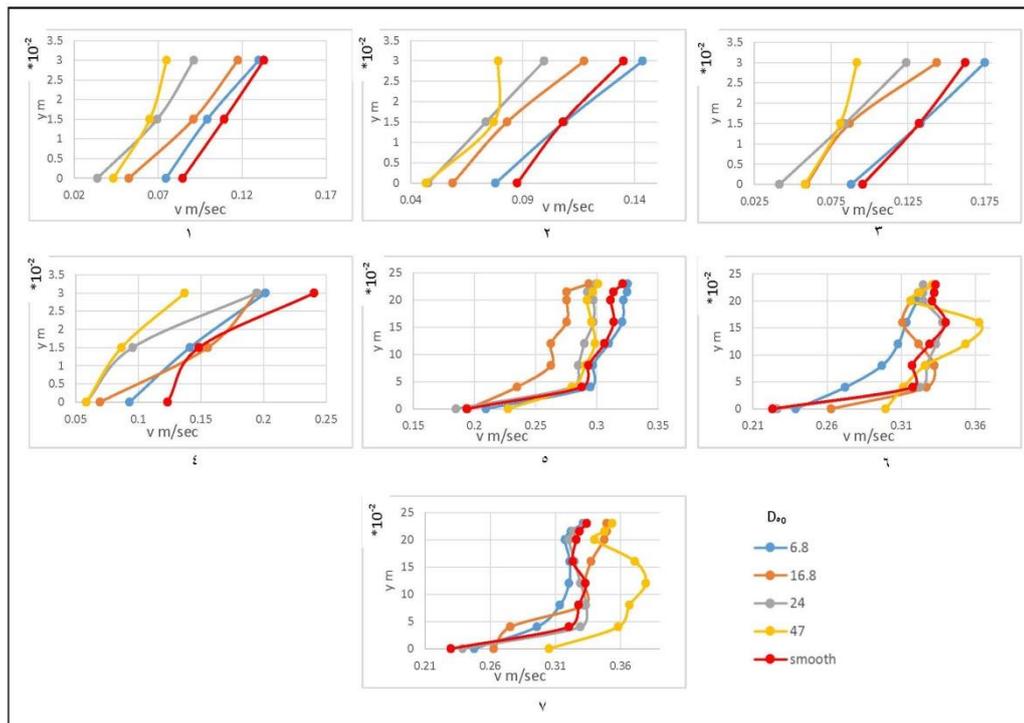
أن شكل خطوط كفاف السرعة عندما يكون surfer برنامج عمق الجريان 8 سم فوق مطغى الفيضان في حالة المطغى غير المخشن (السطح الناعم) يكون اللون الازرق والذي تتراوح فيه قيمة السرعة من 0.21 الى 0.29 مترًا محصور في منطقة ضيقة جداً وفي الزاوية عند التقاء جدار القناة مع المطغى مما يدل على ان الاعاقة ضعيفة جداً. ويلاحظ كذلك أن توزيع السرعة في القناة الرئيسية يكون منتظم وأن السرعة القصوى تكون في المنتصف وتحت سطح الماء على شكل خلية مغلقة ويلاحظ كذلك أن حدود السرعة القليلة (اللون الازرق) في القناة الرئيسية محصورة في منطقة ضيقة جداً وتكون في زاوية التقاء جدار القناة الرئيسية مع قعر القناة . أما عندما وضعت مواد تخشين بقطر لوحظ أن اللون الازرق محصوراً في حيز ضيق مع امتداد بسيط فوق المطغى باتجاه القناة الرئيسية مما يدل على أن الاعاقة أصبحت اكبر في المطغى وتسارع في القناة الرئيسية حيث اختفى اللون الازرق من القناة الرئيسية، كذلك أن توزيع السرعة في القناة الرئيسية لأعلى قيمة للسرعة بدأت تقترب من السطح وتفرج باتجاه منطقة الاتصال بين القناة الرئيسية والمطغى ويصبح توزيع السرعة في القناة الرئيسية أكثر انتظاماً مما هو عليه في المطغى. يلاحظ كذلك من الاشكال أنه كلما زاد حجم مواد التخشين كلما قلت السرعة فوق المطغى وأن التدرج اللوني يوضح ذلك حيث يظهر اللون الاخضر على الجزء المتبقي من خطوط الكفاف للسرعة حيث أن السرعة فوق المطغى لا تتجاوز 0.32 مترًا (اللون الاخضر) في حين ينحسر اللون الاخضر تقريباً في القناة الرئيسية ولا يلاحظ الا في حيز محدود جداً في زوايا القناة الرئيسية اي عند التقاء الجدران مع قعر القناة.

#### الاستنتاجات

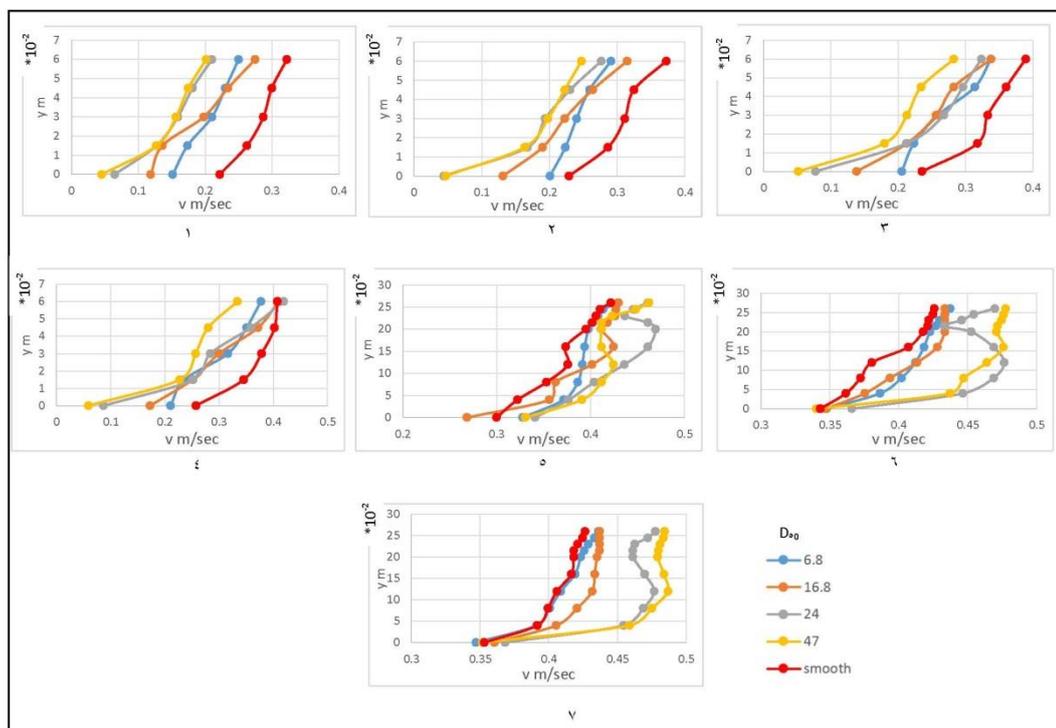
- تزداد قيمة السرعة مع زيادة العمق ولكن تقل السرعة بزيادة الخشونة حيث وصل نقصان السرعة في المطغى المخشن من (40-70)% مقارنة مع السرعة في المطغى الناعم.
- قيم السرعة تزداد في القناة الرئيسية كلما زادت خشونة المطغى لتحقيق معادلة الاستمرارية.
- تزداد قيم السرعة بنسبة (35-40)% في الاعماق القليلة (3،4) سم بينما تزداد بنسبة (75) % للاعماق الكبيرة (7،8) سم ولنفس الخشونة.
- يتقارب نمط توزيع السرعة في القناة الرئيسية كلما زاد العمق ولخشونة مختلفة لأن تأثير الخشونة يقل مع زيادة العمق.
- قل مقدار التصريف فوق مطغى الفيضان بمقدار يتراوح بين (13-25)% للسطح المخشن مقارنة بالسطح الناعم.
- تم استنباط معادلة وضعية تربط قيمة ماننك بدلالة المتغيرات ( $Re$  ,  $Fr$  ,  $X/b$  ,  $h/h_0$  ,  $D_{50}$ ) وبمعامل تحديد مقداره 0.9269 .
- كما لوحظ أن قيمة معامل ماننك تتناسب عكسياً مع رقم فرود الذي يمثل عزم القصور الذاتي لجريان مقروناً بقوة الجاذبية مما يدل على زيادة الاعاقة مع تخشين المطغى.

#### المصادر

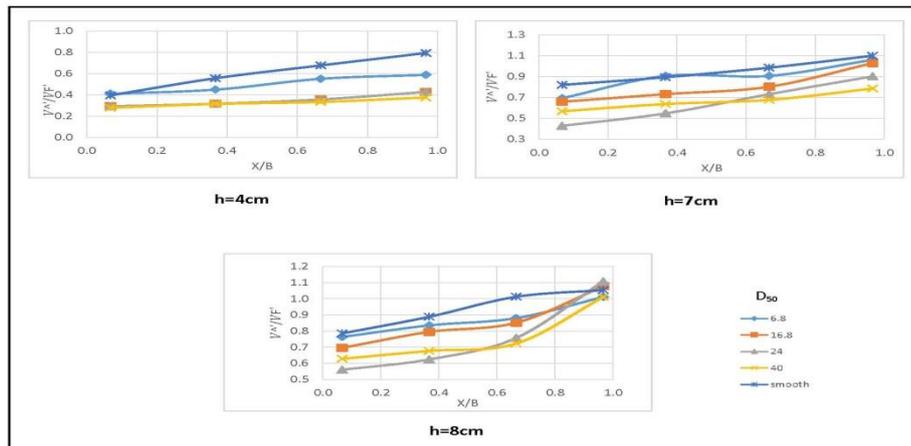
- 1- Mahmoud F. Maghrebi and Majid Rahimpour "Streamwise velocity distribution in irregular shaped channels having composite bed roughness " Flow Measurement and Instrumentation 17 (2006) 237-245.



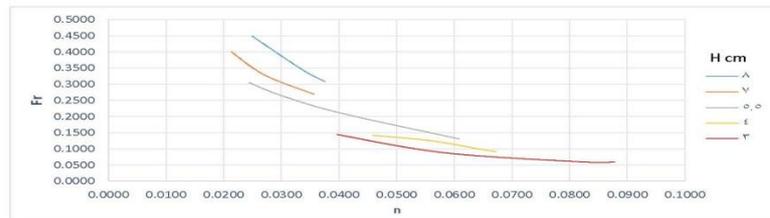
الشكل (3) العلاقة بين السرعة مع العمق لسبعة مقاطع لعمق 4 سم وبخشونات مختلفة



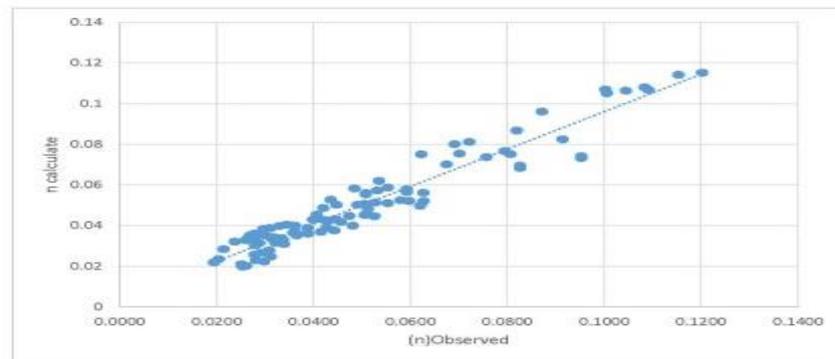
الشكل (4) العلاقة بين السرعة مع العمق لسبعة مقاطع لعمق 7 سم وبخشونات مختلفة



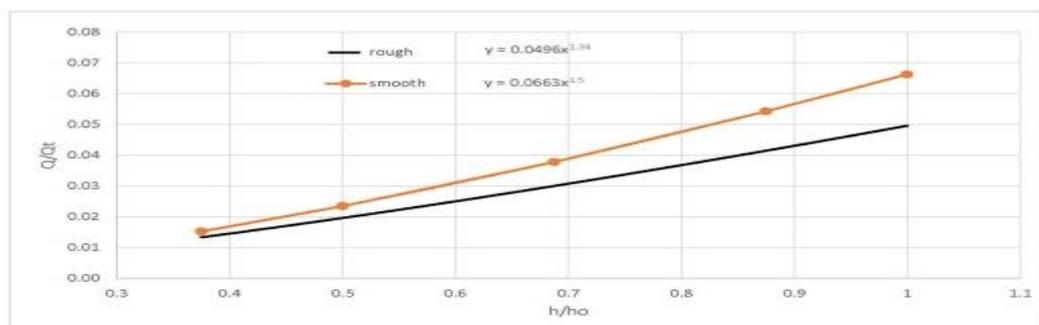
الشكل (٥) العلاقة بين  $V'/VF'$  مع  $X/B$  لخشونة مختلفة



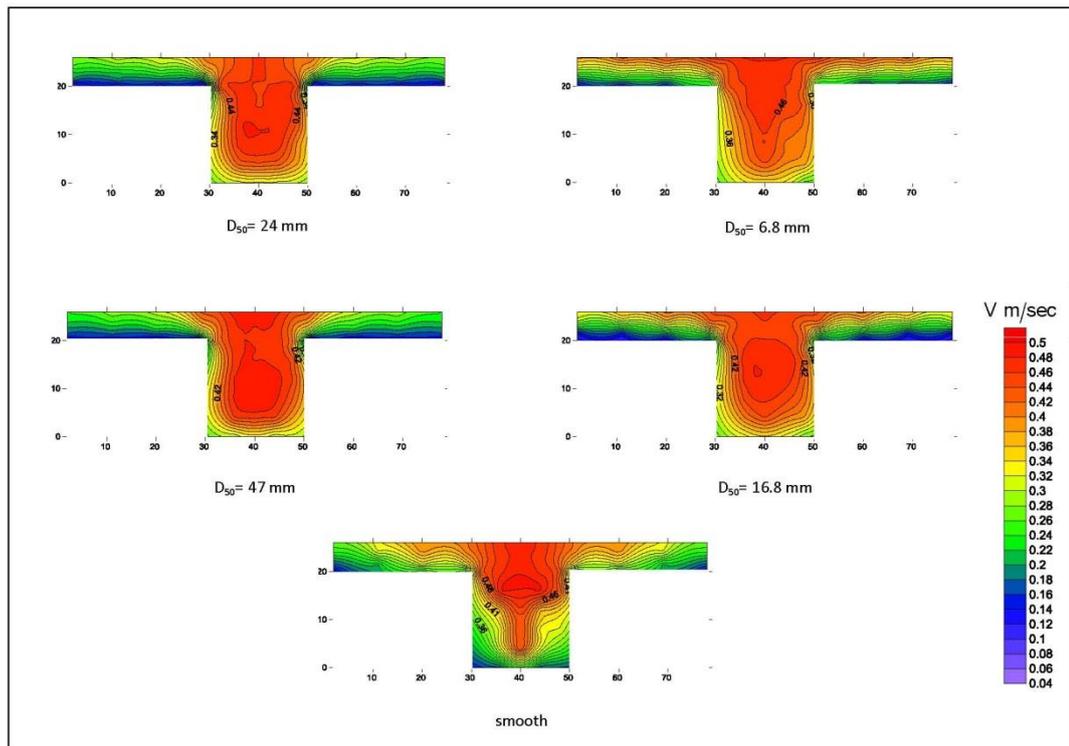
الشكل (٦) العلاقة بين رقم فرود ومعامل ماننك ولخمس تصاريف



الشكل (٧) العلاقة بين قيم معامل ماننك المقاسة مع قيم ماننك المحسوبة



الشكل (٨) العلاقة بين نسبة  $Q/Q_c$  مع  $h/h_o$



الشكل (٩) خطوط تساوي السرعة لععمق ٨ سم ولخشونة مختلفة

## Effect of Roughened Flood Plain of Symmetrical Compound Channel on the Resistance of Flow

AwsYounesHamed

M Sc student

[Aws.y@uomosul.edu.iq](mailto:Aws.y@uomosul.edu.iq)

Dr. MwafaqYounesMhammad

Assistant Professor

[Mwafaqyounes@gmail.com](mailto:Mwafaqyounes@gmail.com)

Department of Dams and water resources Engineering, University of Mosul

### **Abstract**

*This research deals with the experimental study of the effect of roughened the flood plain of symmetrical compound channel (having 18 cm main channel and 29 cm flood plain width from both sides) on the resistance of flow using different size of gravel roughness ( $D_{50}=6.8, 16.8, 24, 47$ ) mm, as well as the flood plain is smooth.*

*Five discharges (34,27.8,19.35,12,7.87)L/sec were carried out for each case, The compound channel was divided to 3 sections perpendicular to the direction of flow and each of them divided to 7 sections , 4 in flood plain and 3 in main channel . Pitot static tube used for velocity measurements and point gage for water surfacelevel measurement as well as the temperature of water was measurement, From the measurements it can be concluded that the velocity over the flood plain was reduced clearly up to 40 – 70 % when the flood plain roughened by course roughness compare with that of smooth one , while the velocity in the main channel increased to satisfy the continuity equation . Empirical equations were developed to combine the resistance coefficient  $n$  with other variables include the flow and geometry characteristics*

### **Keywords:**

*compound channel , roughness , velocity distribution , discharge , Froude number*