IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol.24, No.1, October 2019, pp. 31-38
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

تأثير تخشين مطغى الفيضان في القناة المركبة المتناظرة على مقاومة الجريان

اوس يونس حامد
طالب ماجستير
Aws.y@uomosul.edu.iq

د.موفق يونس محمد
استاذ مساعد
Mwafaqyounes@gmail.com

قسم هندسة السدود والموارد المائية- كلية الهندسة- جامعة الموصل

استلم: 19 -2018-11 قبل: 24-1-2019

الملخص

يتناول هذا البحث دراسة مختبرية لدراسة تأثير تخشين مطغى الفيضان في قناة مركبة متناظرة (القناة الرئيسة 18سم ومطغى الفيضان بعرض 29سم من الجهتين) على مقاومة الجريان باستخدام حصى بأحجام مختلفة (D_{50}) وهي (6.8,16.8,24,47)ململتخشين المطغى كما تم دراسة مقاقمة الجريان على المطغى الغير مخشن. اخذت خمسة تصاريف لكل حالة وتراوح التصريف بين (34,27.8,19.35,12,7.87) لترا\ثا.

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

الكلمات الداله :

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

https://rengj.mosuljournals.com
Email: alrafidain_engjournal@umosul.edu.iq

==========

1. المقدمة

تعرف القناة المركبة بأنها القناة التي تتكون من مقطع عميق يدعى القناة الرئيسة ويحاط هذا المقطع بمقطع ضحل من جانب واحد او من جانبين يدعى بمطغى الفيضان.إن القناة الرئيسة تتميز بعمق كبير وخشونة قليله 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 الرئيسة 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 الرئيسة مما يجعل

الجريان معقد اذا ما قورن مع الجريان في القنوات المفتوحة ذات المقاطع البسيطه، فعندما يتجاوز عمق الجريان الكلي عمق القناه الرئيسة ويبدأ الجريان في مطغى الفيضان يكون هناك اختلاف ملحوظ بعمق الجريان بين القناة الرئيسة ومطغىالفيضان وفضلا عن ذلك هناك اختلاف بين خشونه مطغى الفيضان وخشونة القناة الرئيسة، في معظم الأحيان تكون خشونة القناة الرئيسة 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 الاعاقة 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 سواءاً ذات مطغى فيضان من جهة واحدة أو جهتين مثلافالباحثون[1-4] درسوا الجريان في القنوات المركبة بمطغى واحد وبعضهمبمطغيين وتمت الدراسات من خلال تخشين المطغىبخشونات مختلفة ودراسة تأثيرها على توزيع السرعةفي المطغىوفي القناة الرئيسة وملاحظة طبيعة التداخل بين الجريان فوق المطغى والقناة المركبة و تحديد الاسلوب الامثل لحساب التصريف وذلك من خلال تقسيم القناة المركبة افقياً اوعمودياً. اما الباحث[5] فقد قام بدراسة توزيع السرع بالاتجاه الطولي في القناة المركبة ومقارنتها باستخدام اربع موديلات رياضية مختلفة ولاحظ الباحث أن هناك

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تطابق كبير بين القيم المختبرية والقيم المحسوبة من النماذج الرياضية بإستثناء نموذج yang الرياضي الذي اعطىأكبر نسبة خطأ عند المستويات المختلفة لعمق الجريان ، بينما نموذج Ghoshal $ Kunduأعطى أقل خطأ مقارنة مع بقية النماذج، الباحث[6] درس الجريان في القناة المركبة المتناظرة ذات المقطع المستطيل وعزز دراسته بإستخدام المحاكاة الحاسوبية بإستخدام برنامج الـ ANSYS ووجد أن هناك تطابق كبير بين مقاطع السرعةالمرسومة من القيم المقاسة مع المستحصلة من البرنامج وبين أن السرعة النقطية العمودية تزداد من مقطع الى مقطع اخر بإتجاه القناة الرئيسة ، ركز الباحث [7] على دراسة الجريان في القناة المركبة وحساب التصريف في حالتين الاولى اعتبر القناة المركبة وحدة واحدة وفي الثانية قسمها الى قناة رئيسة ومطغى وقارن بين التصريف المحسوب بالحالتين وكذلك وجد معامل مانتك المكافئ في الحالتين ايضاً اي المقسمة وغير المقسمة ، أما الباحث [8] درس الجريان في القناة المركبة عملياً ومحاكاة الجريانبإستخدامالنموذج الرياضي CFD (Computational Fluid Dynamic) أحد فروع برنامج ANSYS للتنبؤ بقيم السرع والتصريف كما درس جهد القص بالاعتمادعلى نماذج الاضطراب K-∈ وK-∈ Earsm , واستنتج أن الموديلات الرياضية أعطت تطابق مع القيم المختبرية فيما يخص توزيع السرع وخصوصاً عندما يكون مطغى الفيضان عريض واعطت اقل توافقاً 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 نظرياً وعملياً 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 0.7مترجوانبها زجاجية وقعرها من الحديد المغلون هيأت القناة المركبة في وسط قناة التجارب باستعمال الخشب المضغوط بسمك 12 ملم وبطول7.2 متر حيث كان عرض مقطع القناة الرئيسة18 سم وعرض مطغى الفيضان29سم 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 نحصل على الجريان المنتظم بمساعدة هدار ذيلي وضع في نهاية القناة، استخدمتأربعةاحجاممن الحصى بمعدل قطر (D_{50}) (6.8,16.8,24,47) ملم فُرشت هذه المواد على ضفتي القناة الرئيسة أي في مطغى الفيضان بسمك 5 سم حتى نضمن لا يكشف المطغى نتيجة حركة المواد جراء الجريان وخاصة المواد ذات الd_{50} 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 ابتداءاً من الخط المركزي للقناة الرئيسة الى الجدار بإستخدام انبوبة بيتوتالاستاتيكية ولخمس تصاريف كانت (34,27.8,19.35,12,7.87) لتر\ثا كذلك تم قياس منسوب سطح الماء ايضاً بإستخدام 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 الرئيسة كما موضح بالشكل (2).

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

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

حيث :

Qb = التصريف m^3/sec

H= ارتفاع الماء المقاس فوق حافة الهدار (m)

- تم حساب قيم السرع بعد اخذ قراءات فرق الضغط الكلي والساكن بإستخدام انبوبة بيتوت من خلال المعادلة التالية:

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

حيث:

V : قيمة السرعة m/sec

ΔH : الفرق بين قيمة الضغط الكلي والضغط الساكن

g: التعجيل الارضي m/sec^2 .

- وبإعتبار أن قيمة معدل السرعة على بعد 0.6 من سطح الماء .

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

حيث:

V' : قيمة معدل السرعة m/sec

$V_{0.6}$: قيمة السرعة عند العمق 0.6 من سطح الماء

- وبعد ذلك تم حساب قيمة الخشونة من معادلة مانغ :

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

حيث :

n : معامل مانتك للخشونة

V' : قيمة معدل السرعة m/sec

R : نصف القطر الهيدروليكي m .

- حساب معدل الخشونة لمطغى الفيضان بأستخدام المعادلة الموزونة وبالاعتماد على قيمة كل من المحيط المبتل والخشونة في كل مقطع.

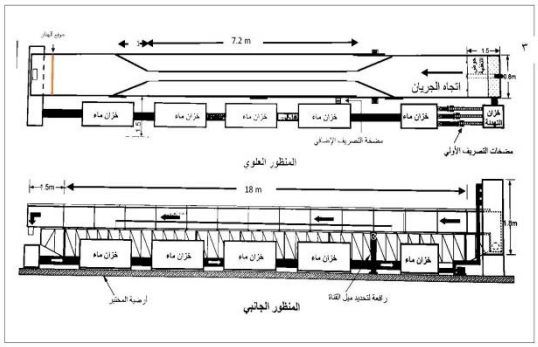
$$n' = \frac{n1 * P1 + n2 * P2 + \dots + n_n * p_n}{P1 + P2 + \dots + p_n} \dots\dots \quad (5)$$

n_n: قيم الخشونة في اي مقطع .

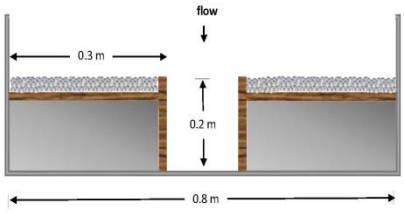
P_n: المحيط المبتل لذلك المقطع m.

n': معدل الخشونة .

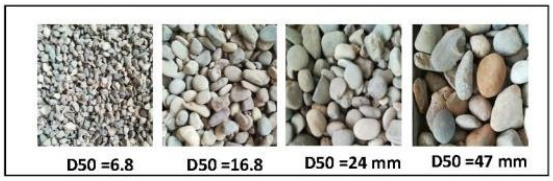
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



المخطط (١) المسقط العلوي والامامي للقناة المستخدمة



الشكل (١) مقطع عرضي للقناة المركبة مع مواد التخشين



الصورة (1) مواد القعر المستخدمة في التخشين

تم حساب التصريف من معادلة مانينك:

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

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 :

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

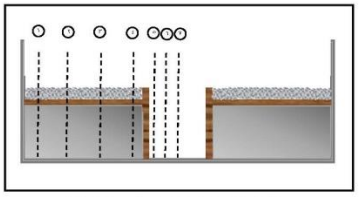
حيث :

Fr : رقم فرود .

V': قيمة معدل السرعة m/sec

g : التعجيل الارضي m/sec^2 .

y : عمق الجريان عند كل مقطع عمودي m .



الشكل (٢) مقاطع قياسات السرعة النقطية

النتائج

تم رسم قيم السرعة النقطية وكذلك معدل سرعة الجريان التي اخذت لكل الحالات ولعدة مقاطع طولية وعرضية في كل من القناة الرئيسة 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 الرئيسة والسبب هو لتحقيق معادلة الاستمرارية من خلال عمليات انتقال وتبادل الزخم بين المطغى والقناة الرئيسة.

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 الرئيسة كما في الشكل (4) ، إن معدل السرعة في القناة الرئيسة للخشونات العالية اكبر 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 علية في الاعماق القليلة لذلك كان منحني السرعة في الاعماق المذكورة متسطحاً اكثر من الاعماق القليلة . في المقطع الاول من القناة الرئيسة ولجميع الارتفاعات يكون توزيع السرعة غير منتظما نوعاً ما نتيجة الدوامات التي تحدث بين القناة الرئيسة 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 وVF' 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 مانينك ورقم فرود ولخمسة اعماق (3,4,5.5,7,8) سم فوق المطغى حيث نلاحظ أن زيادة العمق يقلل من اعاقة الجريان وبالتالي يقلل معامل مانينك والعكس صحيح.

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

$$n = (D_{50})^{\frac{1}{6}} * \frac{\left[Fr * \left(\frac{x}{b}\right) * \left(\frac{h}{h_0}\right)\right]^{0.364}}{Re^{0.349}} + \frac{0.011}{Fr^{0.76}} \quad \ldots(8)$$

حيث :

n: معامل مانينك 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/Qt اتضح أن قيمة Q/Qt تزداد بنسبة (13-25)% للسطح الاملس

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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 surferبرنامج 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 متر\ثامحصور في منطقة ضيقة جداً وفي الزاوية عند التقاء جدار القناة مع المطغى مما يدل على ان الاعاقة ضعيفة جداً.ويلاحظ كذلك أن توزيع السرع في القناة الرئيسة 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 الرئيسة محصورة في منطقة ضيقة جدا وتكون في زاوية التقاء جدار القناة الرئيسة مع قعر القناة . أما عندما وضعت مواد تخشين بقطر لوحظ أناللون الازرق محصوراً في حيز ضيق مع امتداد بسيط فوق المطغوبأتجاه القناة الرئيسية مما يدل على أن الاعاقة أصبحت اكبر في المطغى وتسارع في القناة الرئيسية حيث اختفى اللون الازرق من القناة الرئيسة، كذلك أن توزيع السرعة في القناة الرئيسة لأعلى قيمة للسرعة بدأت تقترب من السطح وتنفرج بإتجاه منطقة الاتصال بين القناة الرئيسة والمطغى ويصبح توزيع السرع في القناة الرئيسة 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 0.32متر\ثا (اللون الاخضر) في حين ينحسر اللون الاخضر تقريباً في القناة الرئيسة ولا يلاحظ الا في حيز محدود جداً في زوايا القناة الرئيسة اي عند التقاء الجدران مع قعر القناة.

الأستنتاجات

- تزداد قيمة السرعة مع زيادة العمق ولكن تقل السرعة بزيادة الخشونة حيث وصل نقصان السرعة في المطغىالمخشن من(40-70)%مقارنة مع السرعة في المطغى الناعم.
- قيم السرعة تزداد في القناة الرئيسة كلما زادت خشونة المطغي 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 السرع في القناة الرئيسة كلما زاد العمق ولخشونة مختلفةلأن تأثير الخشونة يقل مع زيادة العمق.
- قل مقدار التصريف فوق مطغى الفيضان بمقدار يتراوح بين (13-25)%للاسطحالمخشنة مقارنة بالسطح الناعم.
- تم استنباط معادلة وضعية تربط قيمة ماننك بدلالة المتغيرات (Re , Fr , X/b , h/ho , 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 MajidRahimpour"Streamwisevelocity distribution in irregular shaped channels having composite bed roughness " Flow Measurement and Instrumentation 17 (2006) 237–245.

2- Charles &Darrien" Study of Flow ina Non-SymmetricalCompoundChannel with Rough FloodPlain" Journal - The Institution of Engineers, Malaysia (Vol. 69, No.2, June 2008).

3- Jason W. Kean ،etal , "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- NeginBinesh and HosseinBonakdari"Longitudinal Velocity Distribution in Compound Open Channels: Comparison of Different Mathematical Models" Vol, 8 (9): 1149-1157 (2014) .

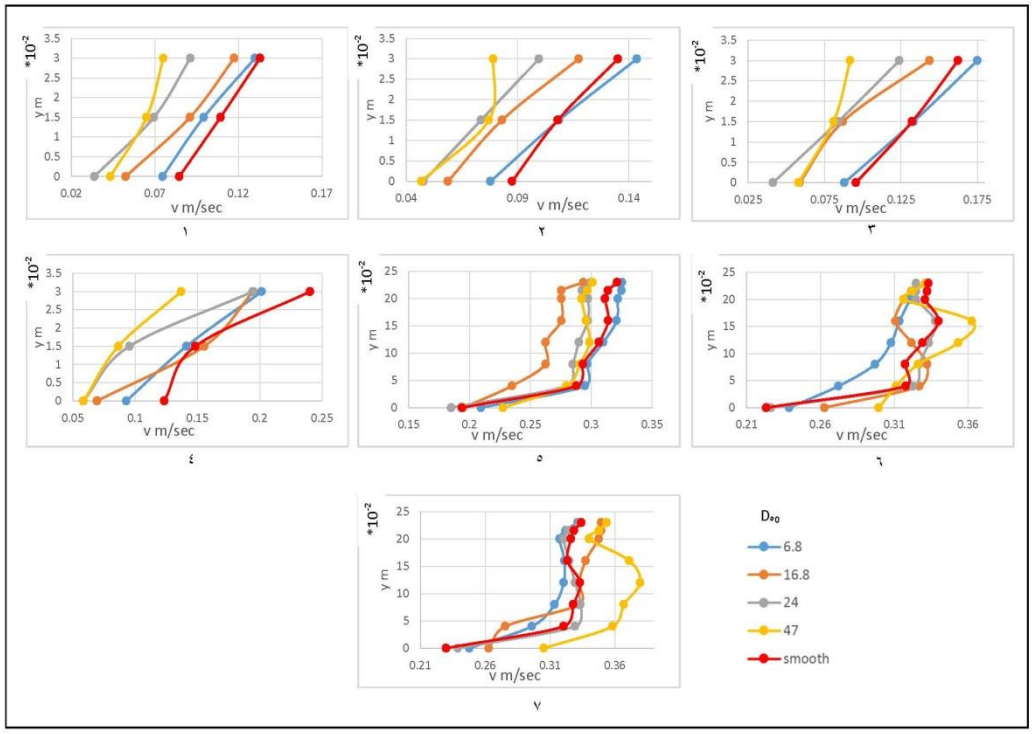
6- Rahul Sahoo, "Study of velocity profile of a converging compound channel using Ansys" BSc. thesis pp. 8-27 (2014).

7- Abbas parsaie et al.,"Flow discharge estimation in compound open channel using theoretical approches" Springer (2016).

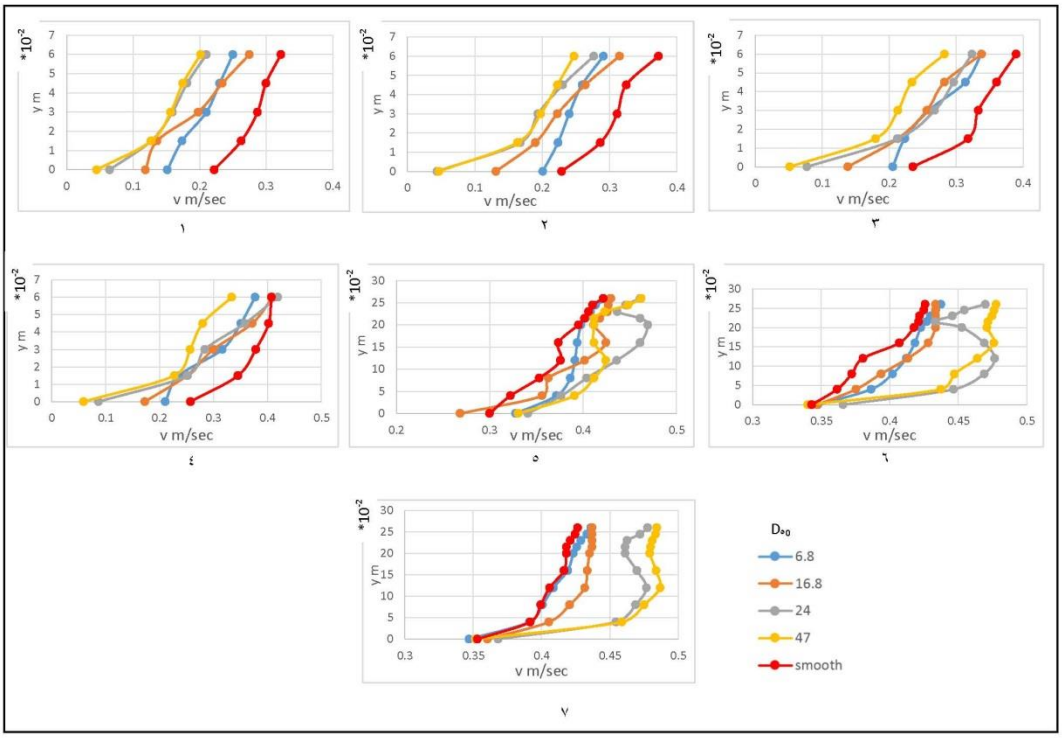
8- BahramRezaei and AlirezaSafarzade "Numerical modeling of flow field in prismatic compound channels with different floodplain widths " Journal of Applied Research in Water and Wastewater, 3 (2), 2016, 260-270.

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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

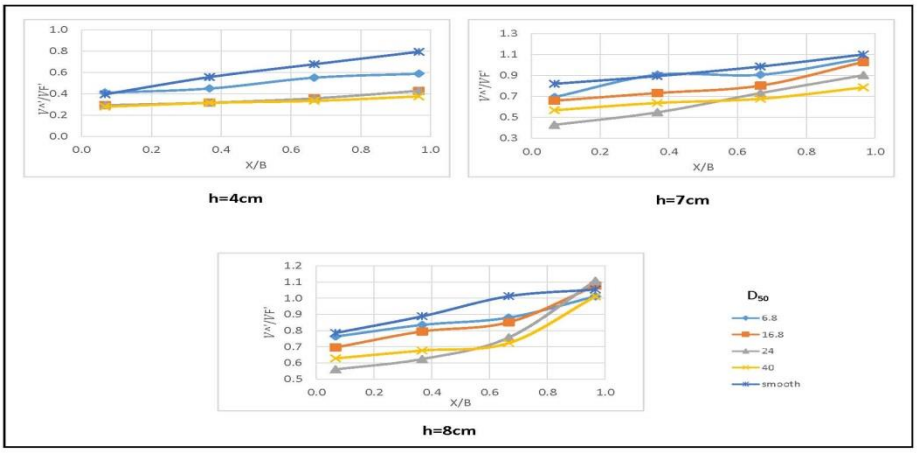


الشكل (3) العلاقة بين السرعة مع العمق لسبعة مقاطع لعمق ٤ سم وبخشونات مختلفة

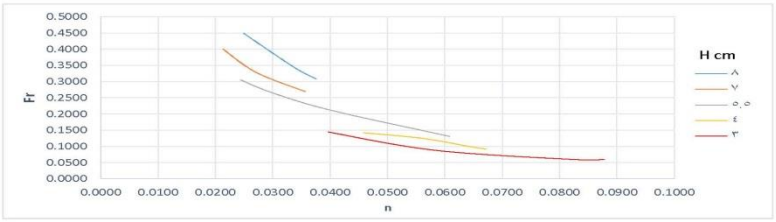


الشكل (4) العلاقة بين السرعة مع العمق لسبعة مقاطع لعمق ٧ سم وبخشونات مختلفة

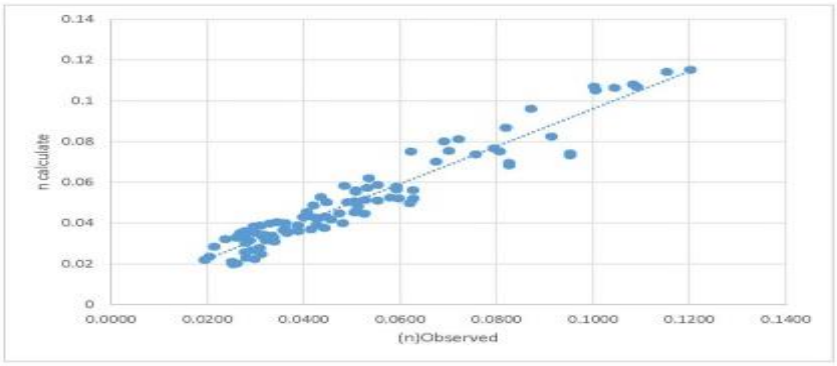
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



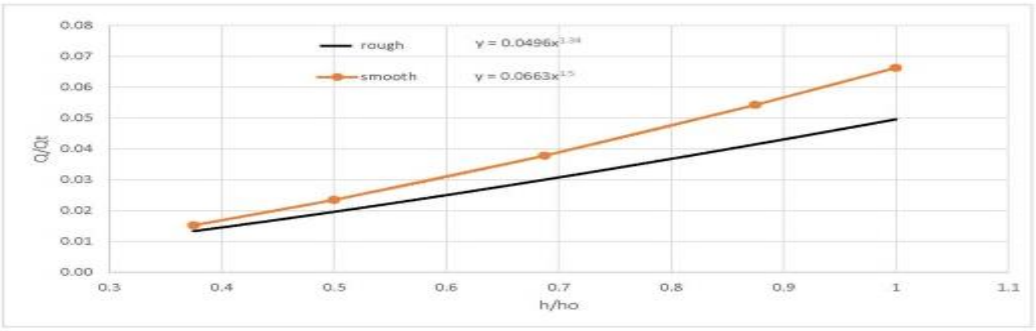
الشكل (٥) العلاقة بين V'/VF' مع X/B لخشونة مختلفة



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

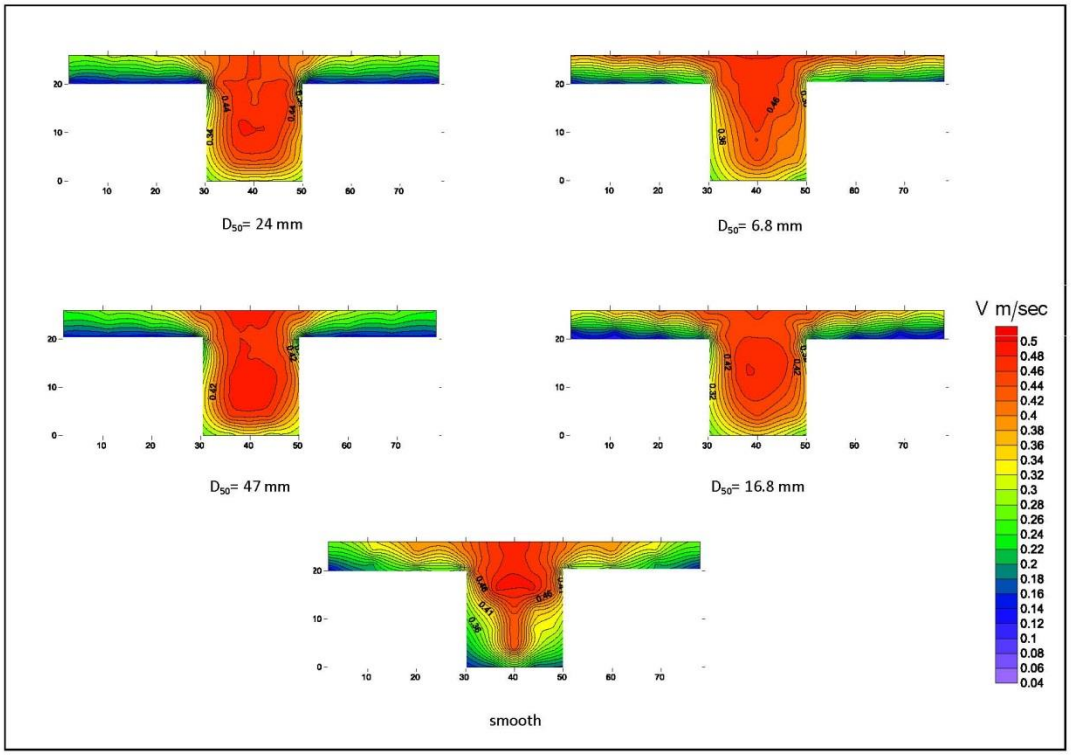


الشكل (٧) العلاقة بين قيم معامل مانينك المقاسة مع قيم مانينك المحسوبة



الشكل (٨) العلاقة بين نسبة Q/Qt مع h/ho

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (٩) خطوط تساوي السرع لعمق ٨ سم ولخشونة مختلفة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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

AwsYounesHamed
M Sc student
Aws.y@uomosul.edu.iq

Dr. MwafaqYounesMhammad
Assistant Professor
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

www.manaraa.com