

## دراسة النحر حول مجموعة من دعامات الجسور الاسطوانية ذات الفتحات الدائرية

مينا احمد الصواف  
m.alsawaf@uomosul.edu.iq

غنية عبد المجيد حياوي  
dr.ghania.1956@gmail.com

ميس ابراهيم السعيد  
mays.Ibrahim.alsaidi@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ القبول: 10/7/2020

تاريخ الاستلام: 29/3/2020

### المخلص

لتقليل النحر الموضعي حول دعامات الجسور وضمان سلامتها تم اجراء دراسة مختبرية لمعرفة تأثير فتحات دائرية انبوبية في دعامات اسطوانية مرصوفة بشكل متتالي وبعدد ثلاثة، كحل لمرور المياه وتقليل الزخم الناتج من اصطدام الجريان بها. تم استخدام مجموعتين من الدعامات الاسطوانية بواقع ثلاث نماذج لكل مجموعة: الأولى باستخدام دعامات ذات اقطار 16, 11, 5 سم وفتحات دائرية انبوبية موازية لاتجاه الجريان قطرها 20% من قطر الدعامة وتقع عند ارتفاع يساوي نصف عمق الجريان. والمجموعة الثانية نفس اقطار الدعامات لكنها بدون فتحات لغرض المقارنة. وتم تغيير المسافات بين هذه الدعامات لتكون 50, 40, 30 سم لكل مجموعة وكذلك التصريف وباستخدام رمل نهري خشن غير منتظم معدل اقطار حبيباته يساوي 0.5 ملم. اظهرت النتائج ان وجود الفتحات يقلل عمق النحر الموضعي عند الدعامة ويزداد التأثير كلما ازداد قطر الفتحة، حيث تصل اعلى نسبة تقليل الى 55.56% و53.33% و10% للأقطار 16 و11 و5 سم على التوالي. وان عمق النحر يزداد بزيادة قطر الدعامة وقلة المسافة بين الدعامات المتتالية.

### الكلمات الدالة:

النحر الموضعي، دعامات الجسور الاسطوانية، دعامات الجسور ذات الفتحات، دعامات جسور متتالية، انتقال الرسوبيات

<https://rengj.mosuljournals.com>

Email: [alrafidain\\_engjournal1@uomosul.edu.iq](mailto:alrafidain_engjournal1@uomosul.edu.iq)

نظرا لتطور اساليب وطرق البناء الحديثة للمنشآت الحيوية، أصبح من الممكن اضافة تعديلات على الاشكال التقليدية لها لخدمة اغراض اخرى ولتقليل نفقات الصيانة والادامة. ومن أكثر المنشآت الحيوية في حياة الانسان والمتعلقة بالأنهار هي الجسور، التي تقام مستندة على دعامات تعترض جريان المياه وتحدث تغييرا في خواص الجريان بالأنهار الرسوبية مما يؤدي الى نحر مادة القاع عند الدعامة، وقد تنهار إذا تعدى عمق النحر اسس الدعامات حيث تضررت العديد من الجسور في أنحاء مختلفة من العالم وفشلت نتيجة لذلك. فقد ذكر [15] أن نحر أسس الجسور هو السبب الأول لانهايار الجسور في الولايات المتحدة، وفشل 600 جسر بسبب مشاكل النحر خلال ثلاثين عاما. يحدث النحر الموضعي نتيجة لتداخل عدة عوامل منها عمق وشدة الجريان وخواص مادة القعر وزاوية ميل الدعامة باتجاه الجريان إضافة إلى شكل مقطع دعامة الجسر [10]. فقد درس [2] و[5] و[16] تأثير تغيير قطر الدعامة الاسطوانية على عمق النحر باختبار عدة اقطار للدعامة وأظهرت النتائج ان النحر يزداد بزيادة قطر الدعامة وبنقصان معدل اقطار حبيبات التربة. كما أجرى [18] تجارب باستخدام تربة حبيبة للنهر (حبيبات التربة المستخدمة غير منتظمة) وقد اختبر عدة سرع للجريان وأظهرت النتائج ان عمق النحر يزداد بزيادة السرعة وكذلك بزيادة عمق الجريان وان معدل حدوث النحر يقل عندما تبقى الحبيبات الخشنة للتربة في الحفرة المتكونة حول الدعامة حيث تكون

### قائمة الرموز

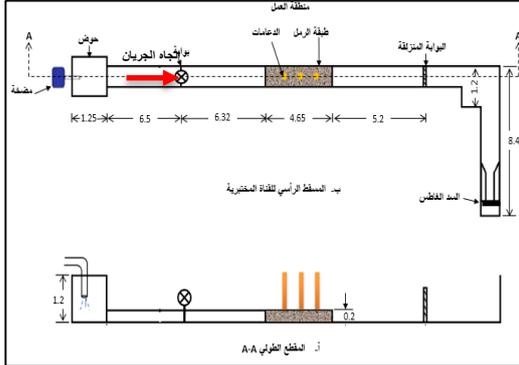
B	عرض القناة (L)
D	قطر الدعامة (L)
d	قطر الفتحة (L)
d <sub>50</sub>	معدل اقطار حبيبات التربة (L)
d <sub>s</sub>	اقصى عمق النحر (L)
Fr	رقم فرود
g	التعجيل الأرضي (L.T <sup>-2</sup> )
h	ارتفاع الماء في القناة (L)
h <sub>d</sub>	ارتفاع فتحة الدعامة (L)
Q	التصريف (L <sup>3</sup> .T <sup>-1</sup> )
Re	رقم رينولدز
S	المسافة بين الدعامات (L)
V	سرعة جريان الماء في القناة (L.T <sup>-1</sup> )
V <sub>c</sub>	السرعة الحرجة للماء (L.T <sup>-1</sup> )
V <sub>cs</sub>	السرعة الحرجة للجزيئة (L.T <sup>-1</sup> )
μ	اللزوجة الديناميكية للماء (M.L <sup>-1</sup> . T <sup>-1</sup> )
ρ	كثافة الماء (M.L <sup>-3</sup> )

1- المقدمة

التصارييف المارة مع اعماق الجريان كمتغيرات هيدروليكية وباستخدام ارضية قابلة للنحر.

## 2- العمل المختبري:

أجريت التجارب في مختبر الهيدروليك التابع لقسم هندسة السدود والموارد المائية في جامعة الموصل. باستخدام قناة مختبرية خرسانية طولها 24.65م وعرضها 0.81م وبعمق 0.76م. اما منطقة الدراسة فطولها 4.65م وعمقها 20 سم وفي نهايتها يوجد بوابة منزلقة للتحكم بمقدار عمق الجريان المطلوب لكل تجربة. ويوجد في نهاية القناة سد غاطس لقياس التصريف، كما موضح في الشكل (1). وتم استخدام رمل نهري خشن غير منتظم وبمعدل اقطار  $(d_{50})$  0.5 ملم وقيمة الانحراف المعياري الهندسي لحجم الحبيبات  $(\sigma g)$  يساوي 1.76.



الشكل (1) مخطط للقناة المختبرية المستخدمة في التجارب

وتم استخدام نماذج من دعامة الجسور الاسطوانية مصنوعة من البلاستيك ذات سطح أملس ومقسمة الى مجموعتين: الأولى باستخدام دعامة ذات قطر 16,11,5 سم بدون فتحة والمجموعة الثانية دعامة بنفس الأقطار لكنها تحتوي على فتحة قطرها 20% من قطر الدعامة، كما في الشكل (2).



الشكل (2) نموذج للدعامة المستخدمة بقطر 16سم

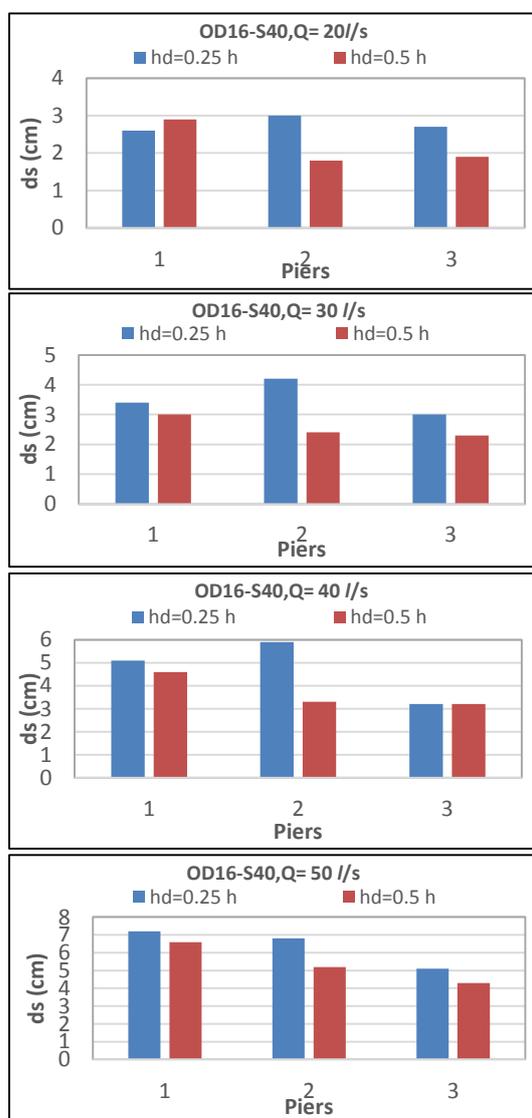
ويستخدم لكل تجربة ثلاث دعامة متتالية وبنفس القطر. واما المسافات بين هذه الدعامة فتم تغييرها ثلاث مرات 50,40,30 سم بحيث تكون المسافات بين الدعامة للتجربة الواحدة ثابتة، ويتم وضعها في وسط القناة بحيث تكون بنفس الاستقامة وعلى نفس الخط العمودي لوسط القناة. ويمرر أربعة تصارييف للجريان بعد تثبيت الدعامة والمسافة بينها، والتجارب أجريت بظروف الجريان تحت الحرج وباستخدام الماء الصافي. وتم اعتماد قطر الفتحة يساوي 20% من قطر الدعامة استنادا الى نتائج الباحثة [3] كأفضل نسبة يتحقق عندها

كطبقة حامية للتربة من النحر. اختبر الباحثان [1] و [6] تأثير وضع دعامة مساعدة مقدم دعامة الجسر ودراسة تأثير تغيير اقطار الدعامة المساعدة كنسبة من قطر دعامة الجسر وتأثير تغيير المسافة بينهما على عمق النحر. حيث وجد ان عمق النحر يقل بوجود الدعامة المساعدة وبزيادة قطرها ويصل أكبر تأثير عندما يتساوى قطر الدعامة المساعدة مع قطر دعامة الجسر. اما عن حدوث النحر الموضعي حول الدعامة المتتالية للجسر فقد استخدم [17] دعامتين متتاليتين وتم تغيير المسافة بين الدعامة كنسبة من قطر الدعامة وتمت مقارنتها مع دعامة مفردة، واستنتج ان عمق النحر للدعامة الامامية مساوي لعمق النحر في حالة استخدام الدعامة الواحدة، وهو أكبر دائما من عمق النحر حول الدعامة الثانية.

من أحد الطرق المستحدثة لمعالجة مشاكل النحر هي انشاء فتحات او شقوق في جسم الدعامة بما لا يؤثر على النواحي الانشائية و تثبيت التسليح لغرض امرار جزء من التيار من المقدمة الى الجوانب او الخلف وتقليل طاقة اصطدام المياه بالدعامة والذي ينتج بالغالب تشكل دوامات تسبب النحر الموضعي. وعليه أجرى [4] تجارب على دعامة ذات مقطع دائري بدون فتحات ومقارنتها بدعامة ذات فتحة واحدة مواجهة للجريان وبدعامة ذات ثلاث فتحات موزعة على الدعامة بحيث تكون الفتحة الواحدة مواجهة للجريان والفتحتين الأخرين موزعة على جانبي الدعامة والتوصيل بين الفتحات باستخدام انابيب تلتقي في مركز مقطع الدعامة. ووجد ان أقل قيمة لعمق النحر وأصغر حجم للحفرة تحدث عند الدعامة ذات الثلاث فتحات وبتثبيت باقي المتغيرات حيث بلغ مقدار الانخفاض في عمق النحر 28% وفي حجم حفرة النحر 56% وان عمق النحر يتناسب عكسيا مع قطر الفتحات الموجودة في جسم الدعامة وطرديا مع رقم فرود للجريان. كما اختبرت [3] ثلاث اشكال للدعامة وهي الدائرية والمربعة والمستطيلة والتي تحوي فتحات يكون مقطعها بشكل حرف (T) بحيث تكون الفتحة الواحدة مواجهة للجريان والفتحتين الأخرين موزعة على جانبي الدعامة. كما اختبرت ثلاثة اقطار للفتحة بحيث يساوي نسبة 10,15,20% من عرض الدعامة وبواقع ثلاث فتحات موزعة عموديا على الوجه الواحد للدعامة وباختبار ثلاث مسافات عمودية بين الفتحة والاخرى بحيث تساوي نسبة 0.5,1,1.5% من عرض الدعامة. أثبتت الدراسة ان أقل عمق للنحر قد تحقق بوجود الفتحات حيث قل بنسبة 45% وكمية الرسوبيات المنقولة قلت بنسبة 64% عندما يكون قطر الفتحة 20% من قطر الدعامة والمسافة العمودية بين الفتحات تساوي عرض الدعامة. وقد حقق المقطع الدائري للدعامة أقل عمق للنحر بعكس المقطع المستطيل الذي حدث فيه أكبر عمق للنحر. كما قيم [7] و [14] أداء الفتحات التي تكون بهيئة شقوق تخترق جسم الدعامة عرضيا. فقد استخدم [7] ثلاث اشكال للشقوق، حيث يكون مقطعها على شكل حرف T و Y وشق مستقيم. وكانت اعلى نسبة في تقليل النحر باستخدام الشق المستقيم حيث بلغت 38% لأنه أكثر كفاءة في تقليل الجريان العمودي نحو الأسفل الناتج عن الاصطدام بمقدم الدعامة، بينما اختبر [14] أداء الشق المستقيم فقط وباختبار خمسة اطوال للشق وهي 3,3.5,4,4.5,5 سم بحيث نصف طول الشق يغور في التربة، بينما عرض الشق مساوي لربع قطر الدعامة. وقد اثبتت التجارب فعالية الشقوق الموجودة في جسم الدعامة في الحد من النحر حيث ازدادت نسبة التقليل من النحر من 31%-49% بزيادة ارتفاع الشق.

تم في هذه الدراسة اجراء مقارنات وتحليل للعمل المختبري لثلاث دعامة اسطوانية موضوعة بصورة متتالية وتحتوي جميعها على فتحات دائرية مستقيمة لغرض تقليل قوة الدوامات التي تحدث نتيجة لاصطدام الماء بالدعامة مع دعامة لا تحتوي على معالجات. وقد تم تغيير اقطار الفتحات والدعامة والمسافات بين الدعامة كمتغيرات هندسية وتغيير قيم

عرفه [12] على انه الزمن الذي يكون فيه نسبة التغيير في عمق النحر لحفرة النحر المتكونة لا يتجاوز نسبة 5% من قطر الدعامة، فقد تم اعتماده كزمن لتجربة مدتها 6 ساعات ولوحظ ان 96.82% من عمق النحر قد حصل عند الزمن 180 دقيقة. ولغرض تحديد الموقع الأفضل للفتحة في جسم الدعامة والذي يعطي اقل قيمة للنحر، فقد تم اختبار موقعين للفتحة: الأول على ارتفاع يساوي نصف عمق الجريان والثاني على ارتفاع يساوي ربع عمق الجريان في القناة. ولكل قيم التصريف المعتمدة في التجارب ولمسافة 40 سم بين الدعامة ذات القطر 16 سم. وقد أظهرت النتائج تفوق الفتحة في موقعها عند نصف عمق الجريان في تقليل عمق النحر مقارنة بالموقع الآخر وكما موضح في الشكل (3)، وذلك لكون سرعة الجريان تزداد بالابتعاد عن القعر وعليه يندفع الماء أكثر خلال الفتحة الواقعة على ارتفاع يساوي نصف عمق الجريان ويمتد لمسافة افقية أكبر بعكس الفتحة الواقعة على ارتفاع يساوي ربع عمق الجريان فان الماء الخارج يمتد لمسافة قريبة ويسقط أقرب للقعر فيسبب نحر أكبر.



الشكل (3) اختبار موقع الفتحة على جسم الدعامة وتأثيره على عمق النحر

### 3- النتائج والتحليل 3-1- الية حدوث النحر

اقل عمق للنحر. وتم تقسيم مجاميع الدعامة حسب قطر الدعامة ووجود او عدم وجود الفتحة فيها والمسافة بين الدعامة. والجدول (1) يوضح ترميز كل تجربة مع تفاصيلها.

الجدول (1) مواصفات مجاميع الدعامة

النموذج	الحالة	d سم	D سم	S سم	hd سم
D5-S30	بدون فتحة		5	30	13
OD5-S30	مع الفتحة	1	5	30	13
D5-S40	بدون فتحة		5	40	13
OD5-S40	مع الفتحة	1	5	40	13
D5-S50	بدون فتحة		5	50	13
OD5-S50	مع الفتحة	1	5	50	13
D11-S30	بدون فتحة		11	30	13
OD11-S30	مع الفتحة	2.2	11	30	13
D11-S40	بدون فتحة		11	40	13
OD11-S40	مع الفتحة	2.2	11	40	13
D11-S50	بدون فتحة		11	50	13
OD11-S50	مع الفتحة	2.2	11	50	13
D16-S30	بدون فتحة		16	30	13
OD16-S30	مع الفتحة	3.2	16	30	13
D16-S40	بدون فتحة		16	40	13
OD16-S40	مع الفتحة	3.2	16	40	13
OD16-S40	مع الفتحة	3.2	16	40	6.5
D16-S50	بدون فتحة		16	50	13
OD16-S50	مع الفتحة	3.2	16	50	13

ولكل نموذج تم امرار أربعة تصاريح بأربعة أعماق للجريان موضحة في الجدول (2)، وكذلك السرعة المستخدمة ورقم فرود بالإضافة الى قيمة شدة الجريان ( $V/V_{cs}$ ) التي تحدد حدوث النحر حول الدعامة من عدم حدوثه. فاذا كانت قيمة شدة الجريان أكبر من 0.5 فان النحر سيحدث حسب [13].

الجدول (2) شروط التجارب الهيدروليكية

Fr	$\frac{V}{V_{cs}}$	$V_{cs}$ م/ثا	V م/ثا	h م	Q م <sup>3</sup> /ثا
0.149	0.76	0.311	0.24	0.26	0.05
0.134	0.67	0.307	0.21	0.24	0.04
0.132	0.62	0.298	0.19	0.2	0.03
0.112	0.50	0.29	0.15	0.17	0.02

اما زمن الاستقرار والذي يمثل يتوقف عمق النحر عن التغيير او عندما يصبح التغيير في عمق النحر قليل جدا والذي

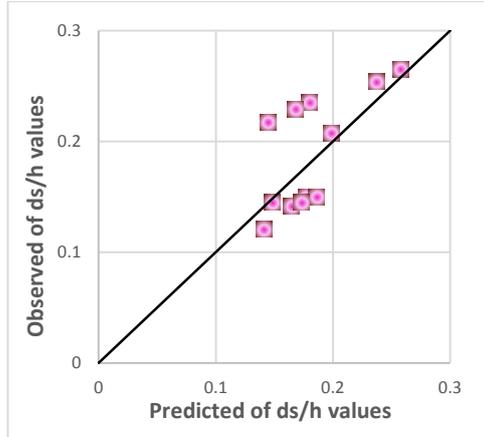
وبما ان عرض القناة (B) ثابت ونوع مادة القعر ( $d_{50}$ ) المستخدمة في التجارب هي قيمة واحدة وارتفاع الفتحة في جسم الدعامة ( $h_d$ ) تم تحديده مسبقاً وان رقم رينولدز كبير فان المائع يتصرف وفق نظرية انعدام اللزوجة [11] أي ان تأثير اللزوجة يهمل. فالمعادلة تصبح كالتالي:

$$\frac{d_s}{h} = f_3\left(\frac{D}{h}, Fr, \frac{S}{h}, \frac{d}{h}\right) \dots\dots\dots 3$$

تم ادخال ثلثي البيانات المتضمنة عمق النحر الى ارتفاع الماء بالقناة في البرنامج الاحصائي وتم الحصول على معادلة وضعية بدلالة المتغيرات المذكورة في العلاقة (3) وهي:

$$\frac{d_s}{h} = \left(\frac{D}{h}\right)^{0.266} - 0.713 (Fr)^{-0.227} \left(\frac{S}{h}\right)^{0.173} \left(\frac{d}{h}\right)^{0.284} \dots\dots\dots 4$$

وبمعامل تحديد  $R^2$  مقداره 0.802، وتم استخدام ثلث البيانات المتبقية للمعايرة ومنها إيجاد قيم  $\frac{d_s}{h}$  والشكل (6) يوضح مدى ترابط قيم البيانات المحسوبة من المعادلة (4) مع البيانات المقاسة مختبرياً وتقاربها من خط التوافق الأمثل بما لا يزيد او يقل الخطأ عن 3%.

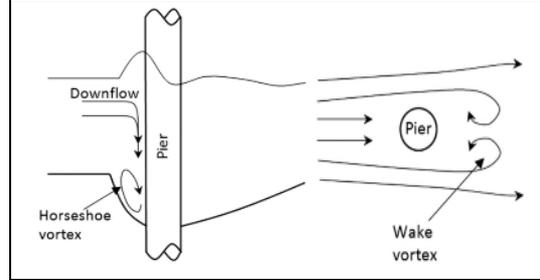


الشكل (6) يوضح العلاقة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة من المعادلة الوضعية

### 2-3- تأثير تغيير التصاريف واعماق الجريان على عمق النحر

بما ان سرعة الجريان وعمقه وما يمثلها من رقم فرود هي من العوامل المهمة في تحديد قيم النحر العظمى عند الدعامة، رسمت العلاقة بين عمق النحر ورقم فرود في الشكل (7)، ونلاحظ انه بزيادة رقم فرود فان عمق النحر يزداد أي انه بزيادة عمق وسرعة الجريان فان عمق النحر يزداد، وذلك بسبب الزخم الناتج من دفع كتلة أكبر من الماء باتجاه الدعامة وهذا يتفق مع [12] حيث وجد انه بتقليل عمق الجريان فان تأثير الدوامات المتكونة على سطح الماء امام الدعامة يكون أكبر من دوامات حدوة الحصان المسببة لحدوث النحر والتي تحدث عند قاعدة الدعامة. وان عمق النحر يكون اقل في حالة الدعامات ذات الفتحات مقارنة بالدعامات بدون الفتحات وذلك لان الفتحات تقوم بتحويل جزء من التدفق من خلالها وبالتالي تقليل مقدار عمق النحر الموضعي الحاصل حول الدعامات وبالتالي تحقق الهدف من انشاءها.

عند وجود الدعامة او أي عائق في المجرى المائي فان اتجاه الجريان يتغير من احادي الاتجاه الى ثلاثي الابعاد حيث ان الماء عند اصطدامه بمقدمة الدعامة فانه يتجمع امامها وينتشر بسرعة حول جانبيها، لان حدوث الاصطدام يسبب انخفاض بالضغط لذا فان الجريان يتجه نحو الأسفل مما يسبب تكوين دوامات على شكل حدوة الحصان حول قاعدة الدعامة، والتي تؤدي الى رفع البعض من حبيبات التربة حسب قوة الدوامة مما يعبر عنه بحدوث النحر حول الدعامة وانتقال الرسوبيات وتؤدي الى تكون دوامات ضعيفة مؤخر الدعامة والتي تتكون نتيجة لوجود طبقات القص الغير مستقرة عند السطح [8] كما موضحة في الشكل (4).



الشكل (4) مخطط يوضح الية حدوث النحر الموضعي حول دعامات الجسور [9]

وان نوع مادة القعر المستخدمة في التجارب هي تربة نهريّة طبيعية وهي خليط من احجام مختلفة من المواد فعند حدوث الجريان يحصل غسل للمواد الدقيقة او الناعمة أولاً وبمرور الوقت تبقى الحبيبات الخشنة في حفرة النحر مما يشكل طبقة تدرج كحماية للتربة تؤدي الى حصول ثبات او تغيير قليل في عمق النحر، وكما موضوح في الشكل (5) وهذا يتفق مع [18].



الشكل (5) يوضح تجمع الحبيبات الاخشن للتربة بعد مرور زمن الاستقرار

ولأهمية نواتج حركة الدوامات المسببة للنحر الموضعي الذي يعتبر تقليل قيمته عامل امان لسلامة الدعامة ولاستنباط قيم النحر الموضعي لحالات اخرى تحت نفس محددات الدراسة تم تحديد المتغيرات الداخلة في حساب عمق النحر وهي:

$$d_s = f_1(D, \rho, g, \mu, d_{50}, V, h, B, S, d, h_d) \dots\dots\dots 1$$

وباستخدام طريقة التحليل اللابيدي للمتغيرات في المعادلة (1) تم التوصل الى العلاقة الآتية:

$$\frac{d_s}{h} = f_2\left(\frac{D}{h}, Fr, Re, \frac{d_{50}}{h}, \frac{B}{h}, \frac{S}{h}, \frac{d}{h}, \frac{h_d}{h}\right) \dots\dots\dots 2$$

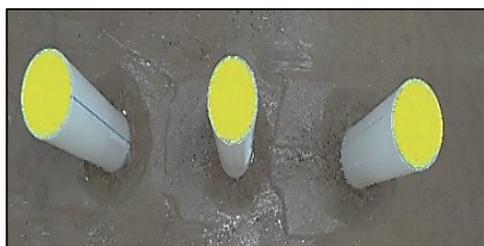
الدعامات له تأثير في الحد من عمق النحر، وان النسبة الأعلى التي قل فيها عمق النحر وصلت الى 55.56% و 53.33% و 10% عند الدعامات الأولى وللأقطار 16 و 11 و 5 سم على التوالي. وعند مقارنة نسبة تقليل النحر حسب الأقطار نلاحظ انه كلما كانت الفتحة أكبر كلما كانت نسبة تقليل النحر أكبر وذات تأثير ملحوظ، لان كمية التدفق التي يتم تحويلها الى مؤخر الدعامة من خلال الفتحة يكون أكبر.

### 3-5- تأثير المسافات بين الدعامات

تبين نتائج التجارب الموضحة في الشكل (8) انه كلما قلت المسافة بين الدعامات فان عمق النحر يزداد ولجميع الأقطار للدعامات بدون فتحات وذات الفتحات حيث انه كلما قلت المسافة فان تأثير الفتحة في تقليل النحر يكاد يكون غير مؤثر، وذلك لأنه في المسافات القريبة تتصرف مجموعة الدعامات المتتالية كدعامة واحدة كبيرة وبالتالي تسبب ازدياد النحر مقارنة بالمسافات الكبيرة حيث يكون تأثير الدعامات المتتالية على بعضها اقل. وهذا يتفق مع [5] حيث وجد ان عمق النحر يزداد عند المسافات القليلة لان الدوامات المتكونة حول الدعامات ستتداخل مع بعضها والجريان الناتج حول الدعامة التي تسبقها يكون كيثق يؤدي الى انتقال كميات كبيرة من الرسوبيات. وقد تحقق أكبر عمق للنحر لجميع الأقطار عند التصريف 50 لتر/ثانية ولمسافة 30 سم التي ازاد عمق النحر عندها مقارنة بمسافة 50 سم بنسبة 5.5% و 13.4% و 27.78% للأقطار 16 و 11 و 5 سم على التوالي. وفي التجارب لم يحدث أي تداخل بحفر النحر حول الدعامات المتتالية، وكما موضح في الشكل (9).



أ- تجربة النموذج D16-S30-Q50

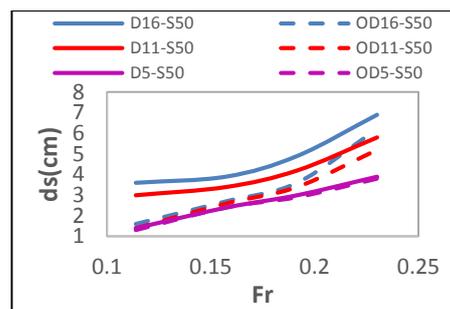


ب- تجربة النموذج D11-S30-Q50

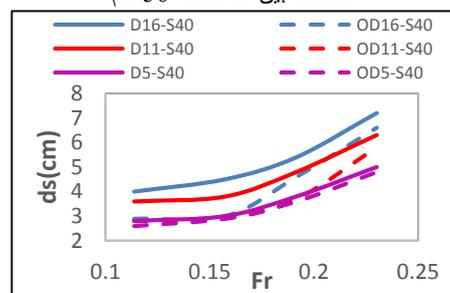


ج- تجربة النموذج D5-S30-Q50

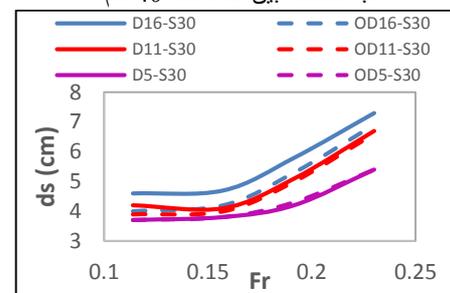
الشكل (9) يوضح مجموعة من التجارب لمسافة 30 سم



أ- المسافة بين الدعامات 50 سم



ب- المسافة بين الدعامات 40 سم



ج- المسافة بين الدعامات 30 سم

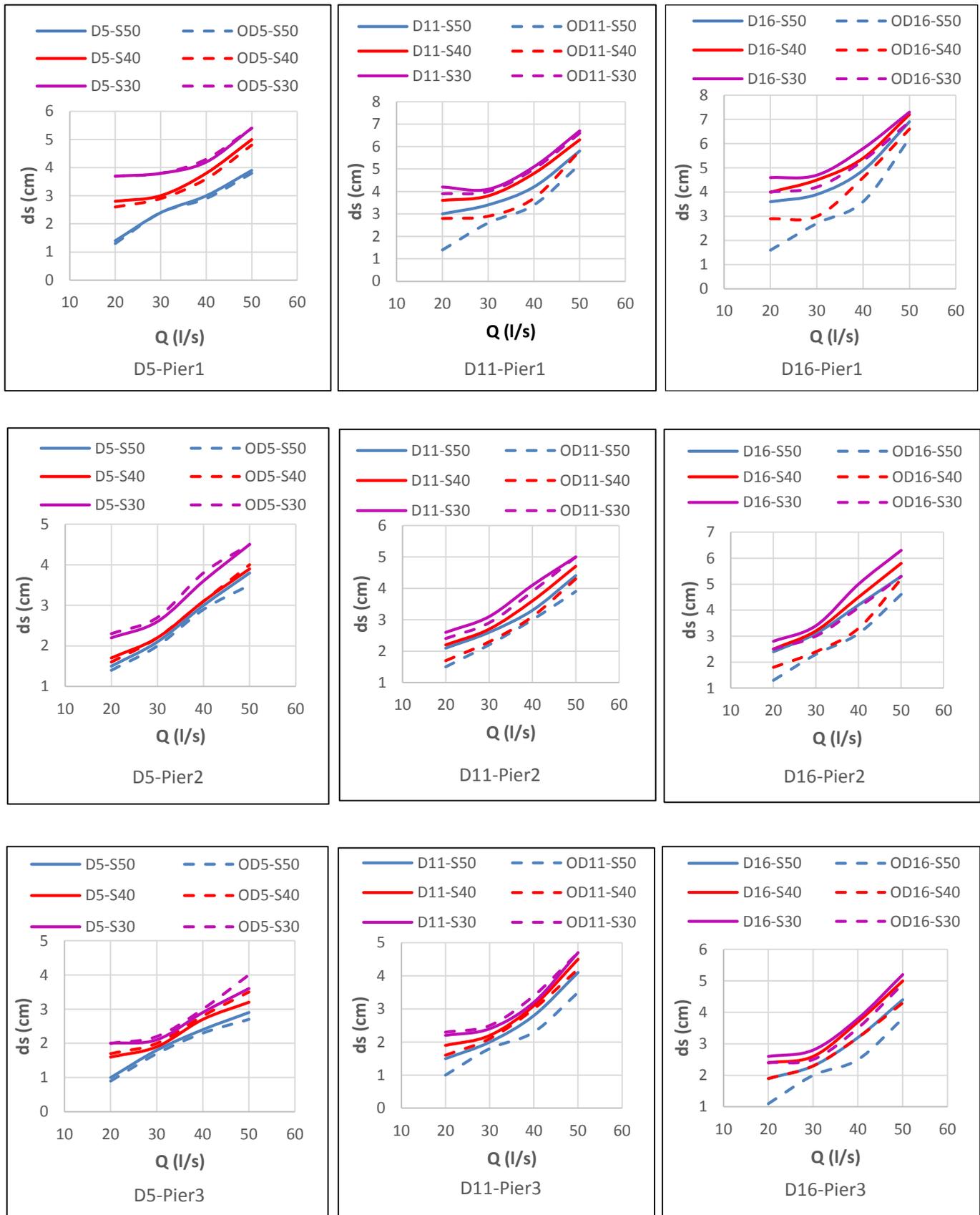
الشكل (7) العلاقة بين رقم فرود وعمق النحر للدعامة الأولى ولجميع الأقطار وجميع المسافات

### 3-3- تأثير تغيير أقطار الدعامات

نظرا لأهمية زيادة قطر الدعامة كمحدد انشائي لتحمل الأوزان الى انه يزيد من مخاطر حدوث النحر وهذا ما يبينه الشكل (8) ان عمق النحر يزداد بزيادة قطر الدعامات ولجميع المسافات وذلك لان قوة دوامة حدوة الحصان المتكونة عند قاعدة الدعامة والتي تسبب انجراف التربة تتناسب مع قطر الدعامة [9]، فكلما كان القطر أكبر ازادت قوتها لازدياد عرض الجريان المشتت وبالتالي زيادة في النحر الحاصل حول الدعامات. حيث ازاد عمق النحر للقطر 16 سم مقارنة بالقطر 11 و 5 سم بنسبة 8% و 26% على التوالي عند التجارب التي تحقق فيها أكبر عمق للنحر عند مسافة 30 سم وبإمرار تصريف 50 لتر/ثانية. كما ان عمق النحر للدعامة الخلفية يكون اقل مقارنة بالدعامة الامامية التي تحميها، فقد كان عمق النحر للدعامة الأولى أكبر بنسبة 13.7% و 28.7% مقارنة بالدعامة الثانية والثالثة في التجربة التي حصل فيها أكبر عمق للنحر للدعامات ذات القطر 16 سم ولمسافة 30 سم وبإمرار تصريف مقداره 50 لتر/ثانية.

### 3-4- تأثير الفتحات

بعد اجراء 12 تجربة لكل قطر من الأقطار 16, 11, 5 سم والتي كانت بدون فتحة ومقارنتها بنفس الدعامات التي تحتوي على فتحات والتي كانت بنسبة 20% من قطر الدعامة، أظهرت النتائج الموضحة في الشكل (8) ان وجود الفتحات في



الشكل (8) يوضح تأثير تغيير الأقطار لجميع الدعامات على عمق النحر ولجميع المسافات

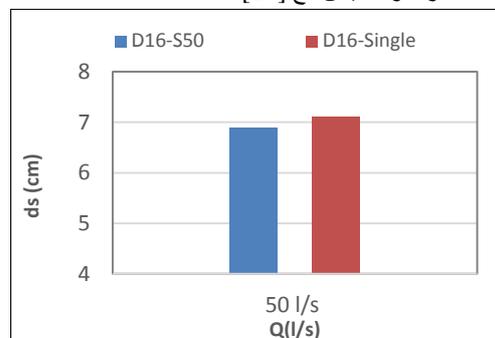
- 6- ان أكبر قيمة للنحر تحدث عند الدعامات الأولى المواجهة للجريان ويكون اقل في الدعامات الثانية والثالثة لأنها محمية بوجود الدعامات التي قبلها.
- 7- ان عمق النحر يكون تقريبا متساوي في حالة الدعامات الواحدة مقارنة بالدعامات الأولى لمجموعة من الدعامات المتتالية في حالة وجود وعدم وجود الفتحة.

#### المصادر

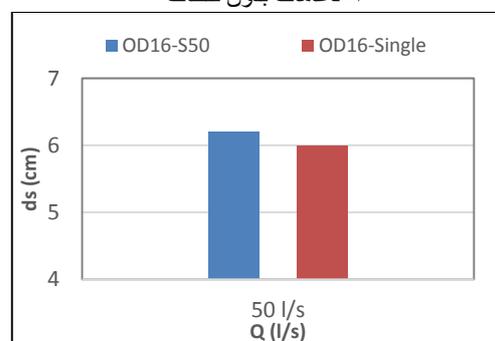
- 1- Azam, N., & Ghomeshi, M. (2012). "Effect of Protecting Piles on Scour Reduction Around Bridge Piers". Archives Des Sciences, Vol.65, No.7, pp.39-46.
- 2- Deshmukh, A. R., & Raikar, R. V. (2014). "A clear-water scour around a circular bridge pier under steady flow for different opening ratios". International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol.3, No.1, pp.158-162.
- 3- EL-Ghorab, E. A. (2013). "Reduction of scour around bridge piers using a modified method for vortex reduction". Alexandria Engineering Journal, Vol.52, No.3, pp. 467-478.
- 4- El-Razek, M., El-Motaleb, M. A., & Bayoumy, M. (2003). "Scour reduction around bridge piers using internal openings through the pier". Alexandria Engineering Journal, Vol. 42, No.2, pp. 241-248.
- 5- Ezzeldin, M. M., Moharram, S. H., Sarhan, T. E., & Elhamrawy, A. M. S. (2006). "Scour around pile group of small bridge". In Proceedings of the 10th International Water Technology Conference, Alexandria, Egypt (pp. 985-1002).
- 6- Fouli, H., & Shabayek, S. (2017). " Using a Subsidiary Pillar for Local Scour Mitigation at Bridge Piers". IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, Vol.14, No.6, pp. 38-49.
- 7- Hajikandi, H., & Golnabi, M. (2017). "Y-shaped and T-shaped slots in river bridge piers as scour countermeasures". In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management, Vol. 171, No. 5, pp. 253-263. Thomas Telford Ltd.
- 8- Khan, M. K., Muzzammil, M., and Alam, J. (2016). "Bridge Pier Scour: A review of Mechanism, Causes and Geotechnical Aspects". AGE-2016, A.M.U Aligarh, pp. 317-321.
- 9- Khassaf, S. I., & Abdulwhab, A. Q. (2016). "Modeling of local scour depth around bridge piers using artificial neural network". Advances in Natural and Applied Sciences, Vol.10, No.11, pp.71-79.
- 10- Khassaf, S.I (2008). "Evaluation of Local Scour around the Mid Pier of Al-Kufa

### 6-3- تأثير وجود دعامات واحدة مقارنة بوجود مجموعة من الدعامات

نلاحظ من مقارنة نتائج تجربة استخدام دعامات واحدة مع تجربة استخدام ثلاث دعامات متتالية للقطر 16 سم ولتصريف 50 لتر/ثانية في حالة وجود الفتحة وبدونها كما في الشكل (10) ان تأثير الدعامات الأولى في حالة استخدام مجموعة من الدعامات على عمق النحر تقريبا يساوي تأثيرها في حالة استخدام دعامات واحدة منفردة وهذا يتفق مع [17].



أ- دعامات بدون فتحات



ب- دعامات ذات فتحات

الشكل (10) عمق النحر مع التصريف 50 لتر/ثانية باستخدام دعامات واحدة مقارنة باستخدام مجموعة من الدعامات

### 4- الاستنتاجات

تم دراسة مشكلة حدوث النحر الموضعي حول دعامات الجسور الاسطوانية الشكل مختبريا. ومعرفة تأثير وجود الفتحات الانبوبية فيها على عمق النحر الموضعي وتحت ظروف الجريان تحت الحرج. واعتمادا على هذه الدراسة نستنتج ما يلي:

- 1- نسبة لزيادة رقم فرود فان عمق النحر يزداد.
- 2- ان عمق النحر يزداد بزيادة قطر الدعامات أيا كانت المسافة وفي حالة وجود وعدم وجود الفتحات في الدعامات.
- 3- ان لوجود الفتحات في الدعامات تأثير في الحد من عمق النحر مقارنة بالدعامات بدون الفتحات، حيث وصلت اعلى نسبة في تقليل عمق النحر الى 55.56% للقطر 16 سم. وان نسبة الحد من النحر تزداد كلما كان قطر الفتحة أكبر.
- 4- ان موقع الفتحة على ارتفاع يساوي نصف عمق الجريان أفضل في الحد من النحر مقارنة بموقعها على ارتفاع يساوي ربع عمق الجريان.
- 5- كلما قلت المسافة بين الدعامات فان عمق النحر يزداد ولجميع الأقطار للدعامات بدون فتحات او ذات الفتحات فيتقليل المسافة تكاد تكون الفتحة غير مؤثرة في تقليل النحر.

- Bridge". Kufa Journal of Engineering, Vol.12, No.3, pp.13-23.
- 11-Knauss, J. (Ed.). (1987). "Swirling flow problems at intakes. IAHR Hydraulic Structures Design Manual, Balkema, Rotterdam
  - 12-Melville, B. W., & Chiew, Y. M. (1999). "Time scale for local scour at bridge piers". Journal of Hydraulic Engineering, Vol.125, No.1, pp. 59-65.
  - 13-Melville, B. W., & Sutherland, A. J. (1988). "Design method for local scour at bridge piers". Journal of Hydraulic Engineering, Vol.114, No.10, pp.1210-1226.
  - 14-Obied, N. A., & Khassaf, S. I. (2019). "Experimental Study for Protection of Piers Against Local Scour Using Slots". International Journal of Engineering, Vol.32, No.2, pp. 217-222.
  - 15-Prendergast, L. J., & Gavin, K. (2014). "A review of bridge scour monitoring techniques". Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol.6, No.2, pp. 138-149.
  - 16-Shukri, M. T. (2017). "Experimental Study of Local Scour Depth around Cylindrical Bridge Pier". International Journal of Civil and Environmental Engineering, Vol.11, No.1, pp.31-36.
  - 17-Wang, H., Tang, H., Liu, Q., & Wang, Y. (2016). "Local scouring around twin bridge piers in open-channel flows". Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 142, No.9, pp. 06016008-1 - 06016008-8.
  - 18-Yadav, A., & Setia, B. (2018). "Armouring and Its Effects on Local Scour around a Bridge Pier in Non-uniform Sediments". International Journal of Engineering and Technology, Vol.10, No.6, pp.468-474.

## Study of Scour Around Cylindrical Bridge Piers with Circular Openings

Mays Ibrahim Alsaidi  
mays.Ibrahim.alsaidi@uomosul.edu.iq

Ghania Abd Al-Majeed Hayawi  
dr.ghania.1956@gmail.com

Mena Ahmed Alsawaf  
m.alsawaf@uomosul.edu.iq

Dams and Water Resources Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

### ABSTRACT

*To reduce the local scour around bridge piers and ensure their safety, an experimental study was conducted to examine the effect of a single tubular hole that faces the flow direction through three successive cylindrical bridge piers. In order to reduce the local scour, occurred because of the collision of the flux. Two groups of successive piers were used, both had diameters of 5, 11, 16 cm. First group of piers with internal tubular opening which had 20% diameter of the pier and located at half the water depth. The second group just solid pier for comparison. The spacing between them was varied to be 30, 40 or 50 cm for each group. As well as the discharge was varied. The used moveable bed material classified as non-uniform coarse sand, which had 0.5 mm mean diameter. The results showed that the presence of the openings helps effectively to reduce the depth of scour and its effect increases as the diameter of the opening increases, as the highest reduction reaches 55.56%, 53.33% and 10% for diameters 16, 11 and 5 cm, respectively. The scour depth increases when the diameter of the pier the increase of and the short distance between the successive piers.*

### Keywords

*Local scour, Cylindrical bridge piers, Bridge piers with opening, Successive bridge piers, Sediment transport.*