مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 15/العدد1/آذار 2008 (14 -27)

تأثير ميل وخشونة سطح دعامات الجسور على أبعاد النحر

د. مؤيد سعد الله خليل
استاذ مساعد

إنعام علي قاسم جمعة
مدرس

نشوان إبراهيم حمو
مدرس

قسم هندسة الموارد المائية
جامعة الموصل

الخلاصـــــة

في هذا البحث تم مختبرياً دراسة تأثير خشونة سطح الدعامات وميلها على حفرة النحر المتكونة نتيجة جريـــان الماء. أجريت 54 تجربة باستخدام ثلاثة نماذج للدعامات بقياسات مختلفة تثبت في قناة رملية القعر، بحيـــث يكـــون محور الدعامة مواز للجريان في الحالة الأولى وينحرف عليه بزاوية °30 في الحالة الثانية ومن ثم ينحرف بزاويـــة °45 في الحالة الثالثة . تم إمرار ثلاثة تصاريف مختلفة لكل دعامة ولفترة لا تقل عن ساعتين . في نهاية كل تجربة تم قياس إبعاد حفرة النحر الحاصلة حول الدعامة، وقد أعيدت نفس التجارب بعد تخشين سطح الدعامات بالحـــصى الناعم بقطر (2) ملم وتم أيضا قياس أبعاد حفرة النحر بعد عملية التخشين. أشارت نتائج البحث إلى نقصان في إبعاد حفرة النحر بعد التخشين، حيث انخفض عمق النحر بنسبة تراوحت بين 2% و 61% وطول النحر بـــين 2.5 % و 22% وعرض النحر بين 3% و 19.7 % . وبينت نتائج التجارب إلى إن زيادة ميل محور الدعامة عن الجريـــان يؤدي إلى زيادة في إبعاد حفرة النحر. وأخيرا أظهرت التحليلات الرياضية للنتائج انه يمكن صياغة علاقة رياضـــية خطية بين التصريف وإبعاد النحر وبمعامل تحديد لم يقل عن 0.94 .

الكلمات الدالة: الدعامات ، النحر، الخشونة.

المقدمة

يحدث النحر حـــول دعامـــات الجـــسور والمنـــشأت الهيدروليكية وضـــفاف وقعـــر الأنهـــار والقنـــوات الرسوبية ويعرف بأنه التآكل الذي يحصل في مـــادة القعر والضفاف نتيجة سرعة المـــاء، أمـــا النحـــر الموضعي فيمكن تعريفه بأنه انجراف مـــادة القعـــر حول دعامات وأكتـــاف الجـــسور نتيجـــة للجريـــان المضطرب الذي يؤدي بدوره إلى تكوين ما يـــسمى بحفرة النحر. إن النحر بدوره يؤثر على ثبات أســـس الدعامات وربما يؤدي إلى انهيار المنشأ [1].

اهتم عدد من الباحثين بدراسة ظاهرة النحـــر الموضعي تجريبياً ونظرياً باستخدام دعامات عمودية أو مائلة مع الأخذ بنظر الاعتبار عدد من المحددات. حيث اهتمت بعض البحوث بدراسة التأثيرات الجانبية المحيطة بالدعامة على عمق وشكل النحر، مثل عمق الجريان أو نوع التربة حول الدعامة أو شكل الدعامة نفسها، من هذه الدراسات: الدراسة التي أجريت فـــي

من قبل رواد كيفي وايتما [2]، وهي عبارة عن دراسة منهجية حول تأثير التوزيع الجيبي الحجمي للتربة على عمق النحر، وكذلك البحوث التي قام بها كل من جي[3] وجو [4] والتي تناولت موضوع العلاقة بين عمق الجريان وعمق وشكل النحر. كما درس روادكيفي [5] التعرية حول الدعامات في الجريان فوق الحرج وعلاقته بالجريان ومحددات الرسوبيات. كما قام كل من جيو وميفيللي [6] ببحث تجريبي لدراسة النحر الموضعي حول الدعامات الاسطوانية في الرسابات المنتظمة غير المتماسكة وتوصلا إلى علاقات تربط عمق النحر المتوازن مع سرعة الاقتراب وحجم الرسابات وعمق الجريان. وقد لخص غالاي وآخرون[7] ، استخدام حجر الاكساء على شكل طبقة أو فرشة في قعر النهر لغرض الحماية من النحر وكذلك في بعض المنشات الهيدروليكية مثل دعامات الجسور. واستخدم كل من بروس وهادفيلد [8] ركائز فدائية (scarifies piles) للتقليل من النحر الموضعي وذلك عن طريق تغيير اتجاه الجريان . ميلفيلي وجيو [9] درسا التقدم الزمني للنحر الموضعي تحت ظروف الماء الصافي للدعامات الاسطوانية لأرضية تتكون من الرمل المنتظم، كما قام الباحثان لم وجيو [10] بإعداد دراسة مختبرية محددة عن فشل طبقة الحماية الحجرية حول دعامات الجسر الاسطوانية الشكل لمواد قعر منتظمة، كما استخدم أيضا الباحثون اودغارد [11] وكذلك سينها وماريلوس [12] موجهات ايوا، وهي عبارة عن منشأت صغيرة غاطسة تستخدم في تهذيب ضفاف الأنهار عن طريق السيطرة على الترسبات وعلى سرعة الجريان . كما قام الباحثان بوزكوس ويلدز [13] بدراسة تأثير ميل دعامات الجسور الاسطوانية على عمق النحر وأستنتج من الدراسة إن زاوية ميل الدعامة يزيد من النحر الموضعي، وأجرى الباحث الصفار [14] دراسة مختبرية لدراسة تأثير تدرج الحماية الحجرية حول دعامات الجسور على النحر الموضعي، وقام الباحث حمو [15] بدراسة تأثير خشونة مقدم الدعامات الاسطوانية للجسور على عمق وشكل النحر الموضعي حيث توصل إلى إن هناك تأثير واضح لخشونة سطح الدعامة المواجهة للجريان على خواص النحر حول الدعامة وشكله وعمقه.

مما تقدم، يلاحظ بأنه لا توجد هناك دراسة حول تأثير ميل الدعامة وخشونة مقدم سطح الدعامات المستطيلة المقطع الدائرية الحافة على عمق وشكل النحر الموضعي، ولهذا فقد تم اختيار هذا الموضوع لاستكمال الدراسات والبحوث السابقة حيث تم أجراء عدد من التجارب باستخدام ثلاث نماذج لدعامات مستطيلة المقطع دائرية الحافة بوضعها الطبيعي ثم مائلة عن اتجاه الجريان وكذلك أعيدت نفس التجارب بعد تخشين الدعامة.

القناة المستخدمة وطريقة العمل

أجريت جميع التجارب في مختبر الهيدروليك التابع لقسم هندسة الموارد المائية في جامعة الموصل. والقناة المستخدمة في أجراء التجارب عبارة عن وحدة متكاملة مصنوعة من الألمنيوم والزجاج . إبعادها الإجمالية (8.05*1.55*2.25)م طولا وعرضا وارتفاعا على التوالي.

إما ابعاد القناة التي يحدث بها الجريان فهي (5.85)م طولا(1.22)م عرضاً و (0.50)م عمقاً. هيكل القناة مصنوع من الألمنيوم بجوانب زجاجية، قعرها جزء من الخزان الأول الذي يزود المضخة بالماء . في أعلى القناة يوجد خزان ثاني للمياه جوانبه زجاجية ومقدمته عبارة عن سد غاطس ذو ثلمة مثلثة استخدمت لقياس التصريف بعد أجراء

المعايرة الحجمية له.في مؤخر القناة مضخة تدار بمحرك كهربائي وتأخذ المياه من الخزان الأول بتصريف تصميمي يبلغ (28.25) لتر/ ثا. المضخة مزودة بمنظومة من الصمامات تساعد على التحكم بكمية المياه الخارجة والداخلة منها واليها. وعلى طول جانبي القناة تمتد سكة تتحرك عليها عربة استخدمت كقاعدة لقياس الأعماق (point gauge). ولتهدئة الجريان فقد جهزت القناة بسلة في مقدمتها إبعادها (0.6 0.8 0.9)م طولاً وعرضاً وارتفاعاً على التوالي، ووضعت تحت مسقط الجريان. ولمنع دخول الرسابات إلى المضخة فقد جهزت القناة بمصيدة للرسابات (Sediment trap) وضعت في المؤخرة وتم وضع حاجزين من الخشب المضغوط المسافة بينهما (4.10)م وبطول (1.22)م وبارتفاع (0.15)م وسمك (0.015)م حيث شكلا مع جانبي القناة الزجاجية حوضا يحتوي على الرمل الذي يكون قعر القناة . الشكل (1) يوضح المسقط الامامي والراسي للقناة.تم تصنيع ثلاث نماذج من الدعامات وبمقاطع شبه دائرية (مستطيلة المقطع وبنهايتين نصف دائريتين) بعرض (60,140,90) ملم وبطول (280,180,120) ملم على التوالي ، وبارتفاع (450) ملم أيضا جميع النماذج صقلت وطليت بطلاء دهني لإعطائها خشونة سطح متساوية وحمايتها من الماء.

أجريت التجارب على مرحلتين رئيستين، في المرحلة الأولى تم استخدام نماذج الدعامات المذكورة سابقاً الشكل (2) بسطحها الصقيل، أما في المرحلة الثانية فقد تم تخشين سطح النماذج بالحصى الناعم (2) ملم بواسطة مادة لاصقة.

في بداية كل تجربة تتم تسوية سطح التربة داخل القناة، ويوضع نموذج الدعامة عمودياً داخل التربة. بحيث يكون محوره باتجاه الجريان اولاً الشكل (3-a) ويمرر الماء بتصريف معين (5 لتر/ثا في التجربة الأولى) ولمدة ساعتين، بعدها يترك الماء لينضح ومن ثم تقاس ابعاد النحر الموضعي المتكون في التربة حول النموذج وبالاتجاهات الثلاثة (X,Y,Z) ويرسم شكل النحر الشكل(3-a). وتعاد التجربة باستخدام تصريفين مختلفين (12) لتر/ثا و (17.5) لتر/ثا ولنفس الاتجاه.

بعد ذلك يتم تغيير اتجاه محور النموذج بحيث يكون مائلا بزاوية °30 و°45 عن اتجاه الجريان الشكل (3-b) ، وفي كل مرة تعاد نفس الخطوات المتبعة في التجربة الأولى . وكذا الحال بالنسبة للنموذجين المتبقيين.

وبذلك يكون عدد التجارب 27 تجربة قبل تخشين سطح النماذج و27 تجربة بعد التخشين. وقد تم تسجيل جميع القياسات في الجدول (1).

تأثير الخشونة على خصائص النحر

1- تأثير الخشونة على عمق النحر

لمعرفة تأثير الخشونة على النحرتم رسم قيم اكبر عمق للنحر مع التصريف للدعامات الثلاثة كل على حدى، كما في الإشكال (4),(5),(6) ولحالتي الدعامة قبل وبعد التخشين وللأوضاع الثلاثة للدعامة (محور الدعامة بأتجاه الجريان، ومائل بزاوية °30 و°45 عن الجريان). حيث يلاحظ من هذه الإشكال وبشكل عام زيادة عمق النحر مع زيادة التصريف، وعند نفس التصريف والدعامة فان عمق النحر يقل بعد تخشين الدعامة عنه قبل ذلك ولكافة التجارب دون استثناء.

لقد وجد من خلال تحليل البيانات بواسطة برنامج Excel أن أفضل علاقة بين عمق النحر والتصريف يمكن تمثيلها بخط مستقيم كما يأتي :

$$Q = a_1 + b_1 D \quad \text{.....(1)}$$

إذ إن: -

Q = التصريف لتر / ثا

D = اكبر عمق للنحر سم

a1,b1 = معاملات المعادلة

وقد وضعت قيم المعاملات b1,a1 في الجدول (2) مع معامل الارتباط R2 والذي تراوحت قيمته بين 0.9807 0.9998.

2. تأثير الخشونة على طول النحر

لوحظ من خلال نتائج التجارب إن طول النحر يقل بعد تخشين الدعامات، ولتوضيح ذلك فقد رسمت قيم طول النحر للدعامات الثلاثة مع التصريف وكما في الإشكال (7), (8) , (9) قبل وبعد التخشين وللأوضاع الثلاثة للدعامات المذكورة سابقاً. حيث تشير الإشكال إلى تغير طول النحر طردياً مع التصريف، وان طول النحر يقل بعد تخشين الدعامة عنه قبل التخشين وذلك عند نفس التصريف ولنفس الدعامة. إما نتائج التحليلات الإحصائية باستخدام البرنامج Excel فقد أشارت إلى إن أفضل علاقة بين طول النحر والتصريف هي المعادلة الخطية وكما يأتي :

$$Q = a_2 + b_2 L \quad \text{.....(2)}$$

إذ إن L تمثل طول النحر بالسنتمتر . لقد تم إيجاد قيم المعاملات b2,a2 ومعامل الارتباط R2 للمعادلة أعلاه ووضعت في الجدول (3) حيث تتراوح معامل الارتباط بين 0.935 0.987.

3. تأثير الخشونة على عرض النحر

لتحديد تأثير الخشونة على عرض النحر فقد تم رسم الإشكال (10) , (11) , (12) التي تبين العلاقة بين عرض النحر والتصريف ولكافة الدعامات بأوضاعها الثلاثة قبل وبعد التخشين. حيث يلاحظ من ذلك العلاقة الطردية بين التصريف وعرض النحر. كما إن عملية التخشين ولكافة التجارب تقلل من عرض النحر عند نفس التصريف. وقد بينت التحليلات الإحصائية باستخدام البرنامج Excel أن أفضل علاقة بين عرض النحر والتصريف هي العلاقة الخطية وكما يأتي:

$$Q = a_3 + b_3 W \quad \text{..... (3)}$$

إذ إن W تمثل اكبر عرض للنحر بالسنتمتر. إما قيم المعاملات b3,a3 ومعامل الارتباط R2 لهذه العلاقة فقد حسبت ووضعت في الجدول (4) حيث تراوح معامل الارتباط بين 0.9568 0.9999 .

مدى تأثير الخشونة على خصائص النحر

تم حساب النسبة المئوية للنقصان في عمق وطول وعرض النحر عند الدعامات الثلاثة ولكافة التجارب نتيجة عملية التخشين وذلك لتحديد مدى هذا التأثير، وقد وضعت كافة الحسابات في الجداول (5) , (6) , (7) للدعامة الأولى والثانية والثالثة على التوالي.

يلاحظ من الجداول السابقة إن اكبر نقصان قد حدث في عمق النحر حيث تراوحت نسبته بين 2.22% إلى 61.54 % في كافة تجارب البحث، أما بالنسبة لطول النحر فقد تراوحت نسبة النقصان بين

2.58 % إلى 22.15% في حين تراوحت نسبة النقصان في عرض النحر بين3.15 % إلى 19.72%. إما نتائج الباحث حمو [15] فقد بينت ان نسبة النقصان في أبعاد حفرة النحر تراوحت بين 25% و 77 % وهي نسبة عالية وجيدة جدا مقارنة مع نسب هذه الدراسة، والسبب في ارتفاع هذه النسب يعود إلى ان الباحث استخدم دعامات دائرية المقطع حيث ظهر تأثير الخشونة واضحاً فيها على عكس الدعامات المستطيلة المقطع المستخدمة هنا.

أيضا يلاحظ من الجداول (5و6و7) إن نسب النقصان في أبعاد النحر متذبذبة بشكل عام، حيث إن هذه الأبعاد تقل دائما بعد تخشين الدعامات، إلا إن نسبة النقصان لا تتغير بشكل منتظم مع المتغيرات الأخرى كالتصريف أو طول الدعامة أو زاوية الانحراف عن اتجاه الجريان. إن هذا التذبذب في نسب النقصان يعدو إلى عدة أسباب أهمها :

- قلة عدد التصاريف المعتمدة في التجارب (ثلاثة فقط) ، حيث يتطلب الأمر زيادة عدد التصاريف وقيمتها للحصول على صورة أوضح لتغير إبعاد النحر مع التصاريف العالية.
- أن إبعاد النحر وخاصة العمق صغيرة نسبياً وأي تغيير فيها ولو كان طفيفاً يعطي نسبة للنقصان كبيرة، إضافة إلى إن الخطأ في القياسات المختبرية يكون تأثيره كبيراً في هذه الحالة، إن زيادة التصريف عن 17.5 لتر/ثا قد يؤدي إلى التقليل من أخطاء القياسات المختبرية.
- قلة عدد زوايا الميل بالنسبة للدعامات ويفضل تغيير الميل ل 10 درجات للحصول على تأثير واضح لميل الدعامة على إبعاد النحر.

تأثير عرض الدعامات على خصائص النحر

لتوضيح تأثير عرض الدعامة على طول وعرض وعمق النحر، فقد تم رسم العلاقة بين عرض الدعامات الثلاثة مع خصائص النحر للتصاريف الثلاثة المستخدمة في التجارب وحسب ميل الدعامة مع اتجاه الجريان. وكنموذج لهذه الرسومات فان الشكل (13) يمثل العلاقة بين عرض الدعامة وعمق النحر عندما يكون ميل محور الدعامة باتجاه الجريان ، والشكل(14) يمثل العلاقة بين عرض الدعاية وطول النحر عندما يكون محور الدعامة مائل بزاوية °30 عن اتجاه الجريان، وأخيرا الشكل (15) يمثل العلاقة بين عرض الدعامة وعرض النحر عندما تكون الدعامة مائل بزاوية °45 عن اتجاه الجريان. وقد تعذر وضع بقية الإشكال لكثرة عددها وحيث أنها لا تختلف كثيراً عن النماذج أعلاه. من الإشكال السابقة يلاحظ إن العلاقة تكون طردية بين عرض الدعامة وأبعاد النحر، وعندما يتضاعف عرض الدعامة فان إبعاد النحر تزداد أيضا بنسبة الضعف أو أكثر من ذلك.

تأثير زاوية ميل الدعامة على خصائص النحر

تم رسم العلاقة بين زاوية ميل الدعامة وإبعاد النحر للتصاريف الثلاثة ولكل عرض للدعامة، حيث الشكل (17) يمثل العلاقة بين ميل الدعامة وعمق النحر عندما يكون عرض الدعامة 6 سم، والشكل (17) يمثل العلاقة بين ميل الدعامة وطول النحر عندما يكون عرض الدعامة 9 سم، وأخيراً الشكل (18) الذي يمثل العلاقة بين ميل الدعامة وعرض النحر عندما يكون عرض الدعامة 14 سم . ولم توضع بقية الإشكال لكثرة عددها ولكونها مماثلة للأشكال السابقة. من الإشكال الأخيرة يلاحظ إن

العلاقة تكون طردية بين زاوية ميل الدعامة وإبعاد النحر وفي بعض الحالات يكون تأثير الميل قليلا جدا على أبعاد النحر خاصة في التصاريف القليلة.

الاستنتاجات

أجريت في البحث سبعة وعشرون تجربة موزعة على ثلاثة دعامات بثلاثة اتجاهات لكل دعامة مع اتجاه الجريان وبثلاثة تصاريف للدعامة الواحدة وذلك قبل تخشين سطح الدعامة، وأعيدت نفس التجارب بالتفاصيل نفسها بعد تخشين سطح الدعامة بحبات الرمل الناعمة، وتم في كل تجربة أجراء قياسات دقيقة لأبعاد حفرة النحر المتكونة حول الدعامة. وعلى ضوء نتائج هذه التجارب وضمن المحددات الهيدروليكية والهندسية للجريان والدعامات يمكن استنتاج ما يأتي:

1- إن عملية تخشين سطح الدعامة تساعد كثيراً على تشتيت الطاقة والاضطراب الناتج عن الجريان وتقلل بالتالي من تأثيرها.

2- تراوحت نسبة النقصان في أبعاد حفرة النحر نتيجة عملية التخشين بين 2.22% إلى 61.56 % لعمق النحر، وبين 2.56% إلى 22.15 % لطول النحر، وبين 3.15 % إلى 19.72 % لعرض النحر.

3- ان لمقطع الدعامة تأثير واضح على فاعلية الخشونة المستخدمة حيث يزداد تأثيرها في المقاطع الدائرية أكثر مما هو عليه في المقاطع المستطيلة.

4- للحصول على نتائج أكثر شمولية يفضل زيادة التصاريف لمديات أوسع وتغيير حجم المواد المستخدمة في التخشين إلى إحجام اكبر.

المصادر

1. Chiew Y.M., "Mechanics of Riprap Failure of Bridge Piers", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 121, No. 9, pp. 635-643, 1995.
2. Raudkivi, A.J. and Ettema R.," Clear Water Scour at Cylindrical Piers", Journal of Hydraulic Division. ASCE, Vol. 109, No.10, pp 33 8 – 350, 1983.
3. Chee, R.K.W. ," Live – bed Scour of Bridge Piers", Report No. 290, University of Auckland, school of Engineering, Auckland, New Zealand, 1984.
4. Chiew, Y.M., "Local Scour of Bridge Piers", Report No. 355, University of Auckland, school of Engineering. Auckland, New Zealand, 1984.
5. Raudkivi, A.J., "Functional Trends of Scour of Bridge Piers", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 112, NO.1, pp 1-13, 1986.
6. Chiew, Y.M.and Melville, B.W., "Local scour around Bridge Piers", Journal of Hydraulic Research, Vol. 25, No.1, 1987.
7. Galay, V.j., Yaremko, E.K., and Quazi, M.E. "River Bed Scour and Construction of Stone Riprap Protection", Sediment Transport in Gravel – bed Rivers, C.R.Thorne, J.C. Bathurst. And R.D.Hey, John Wiley and Sons.inc., New York, N.Y, pp 355-383, 1987.
8. Bruce, W.M. and Hadfield, A.C., "Use of Sacrificial Piles as Pier Scour, Countermeasures," Journal of Hydraulic Engineering, ASCE,

Vol. 125, No.11, pp1221- 1224, 1999.
9. Melville, B.W.and chiew, Y.M." Time Scale for Local Scour at Bridge Piers", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 125, No.1, 59-65, 1999.
10. Lim, F.H., and Chiew, Y.M.," Parametric Study of Riprap Failure around Bridge Piers", Journal of Hydraulic Research, ASCE, IAHR, Vol. 39, No.1, pp 61-72, 2001.
11. Odgaard, A.J., "Iowa Vanes-An Inexpensive Sediment Management Strategy", IIHR-Hydroscience & Engineering, College of Engineering, The university of Iowa, 2003.
12. Sinha, S.K. and Marelius, F.,"Enharced Training and Control of Natural River. ", IIHR-Hydroscience & Engineering, College of Engineering, The university of Iowa, 2003.
13. Bozkus, z.and Yildiz, U." Effects of Inclination of Bridge Piers on Scouring Depth", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 130, No. 8, 827- 832, 2004.

14-الصفار ، منار سفر"، تأثير تدرج الحماية الحجرية حول دعامات الجسور على النحر الموضعي" رسالة ماجستير، جامعة الموصل، كلية الهندسة، 2005 .

15 - حمو، نشوان ابراهيم "تأثير خشونة مقدم لدعامات الاسطوانية على عمق وشكل النحر الموضعي" مجلة هندسة الرافدين، المجلد 13، العدد 3 2005.

قائمة الرموزالمستخدمة

a_1-a_n و b_1-b_n= معاملات المعادلات

b= عرض الدعامة

D= اكبر عمق للنحر

L= اكبر طول للنحر

Q= التصريف

W= اكبر عرض للنحر

جدول(1) البيانات المختبرية للنماذج المستخدمة

الدعامة الأولى b=6cm							
بعد التخشين			قبل التخشين			θ	Q(l/s)
عرض النحر (cm)	طول النحر (cm)	عمق النحر (cm)	عرض النحر (cm)	طول النحر (cm)	عمق النحر (cm)		
8	15	0.5	9	17.5	1.3	0°	5
14	24	2.5	15	26.5	3		12
22	39	4	23	41	4.5		17.5
14.3	16.4	0.8	12.2	17.9	1.5	30°	5
17.2	30.6	2.8	18.5	32.3	3.5		12
21.5	37.9	5	24	39.4	5.5		17.5
11.2	17.2	1	12.7	18.6	1.5	45°	5
18	31.4	3	19.3	32.7	3.5		12
21.6	38	5.3	23	39.9	5.6		17.5
الدعامة الثانية b= 9cm							
14	23.5	0.8	15	26	1	0°	5
24	38	3.5	24	39.5	3.8		12
32	60	5	32	65	5.5		17.5
14	21.1	1	17.5	27.1	1.4	30°	5
22.5	35.6	3.8	24.3	41.6	4		12
28.5	57.6	6.3	35.5	68.6	7		17.5
21.7	26.6	1.2	23	27.8	1.5	45°	5
28.9	41.6	4	30.5	42.6	4.2		12
40	68.6	6.5	41.5	72.1	7.2		17.5
الدعامة الثالثة b= 14cm							
21	37.5	1.5	22	39	2	0°	5
30	51.8	4.5	31	53	4.5		12
36	75	6	38	78.5	6.5		17.5
24.3	36.6	1.8	25.5	38.45	2.2	30°	5
32.5	54.8	4.5	34.5	57.25	5		12
42.5	80.25	7.5	46	83.75	9		17.5
25	37.25	2	26.2	38.95	2.5	45°	5
35	56.35	4.8	36.5	60.25	5.5		12
44.5	82.25	8.5	47.3	85.05	10		17.5

الجدول (2) قيم المعاملات b_1,a_1 ومعامل الارتباط R^2 للمعادلة (1)

طول الدعامة (سم)	قبل التخشين			بعد التخشين		
	a_1	b_1	R^2	a_1	b_1	R^2
محور الدعامة باتجاه الجريان						
6	0.028	3.911	0.997	3.176	3.567	0.998
9	2.028	2.750	0.995	2.416	2.930	0.9981
14	- 0.056	2.607	0.998	0.656	2.734	0.9908
محور الدعامة يميل بزاوية 30°						
6	0.560	3.125	0.9905	2.991	2.968	0.9907
9	2.316	2.222	0.9789	2.763	2.361	.09978
14	1.745	1.806	0.9711	1.442	2.107	0.9901
محور الدعامة يميل بزاوية 45°						
6	0.740	3.045	0.9931	2.528	2.894	0.9881
9	2.099	2.186	0.9901	2.291	2.361	0.9987
14	1.710	1.636	0.9665	1.809	1.900	0.978

الجدول (3) قيم المعاملات b_2, a_2 ومعامل الارتباط R^2 للمعادلة (2)

طول الدعامة (سم)	قبل التخشين			بعد التخشين		
	a_2	b_2	R^2	a_2	b_2	R^2
محور الدعامة باتجاه الجريان						
6	-3.162	0.517	0.959	-1.633	0.505	0.9555
9	- 1.928	0.308	0.945	-2.065	0.335	0.9653
14	- 5.787	0.304	0.9455	-6.243	0.325	0.958
محور الدعامة يميل بزاوية 30°						
6	- 5.44	0.567	0.9486	- 4.607	0.5629	0.9871
9	- 1.716	0.289	0.9429	- 1.257	0.335	0.9653
14	- 4.737	0.271	0.9724	- 4.597	0.282	0.9729
محور الدعامة يميل بزاوية 45°						
6	- 5.956	0.574	0.986	- 5.374	0.584	0.9808
9	-1.254	0.269	0.9347	- 1.502	0.286	0.9464
14	- 5.07	0.27	0.9873	- 4.542	0.274	0.975

الجدول (4) قيم المعاملات b_3, a_3 ومعامل الارتباط R^2 للمعادلة (3)

طول الدعامة (سم)	قبل التخشين			بعد التخشين		
	a_3	b_3	R^2	a_3	b_3	R^2
محور الدعامة باتجاه الجريان						
6	- 2.314	0.882	0.9772	- 1.434	0.882	0.9772
9	- 5.923	0.736	0.998	- 7.527	0.892	0.9998
14	- 12.193	0.978	1.0	- 12.54	0.829	0.9972
محور الدعامة يميل بزاوية 30°						
6	- 7.84	1.061	0.9991	- 6.574	1.066	0.9959
9	- 5.873	0.674	0.9568	- 7.122	0.86	0.9901
14	- 9.834	0.604	0.9807	- 11.07	0.682	0.9842
محور الدعامة يميل بزاوية 45°						
6	- 10.421	1.196	0.9961	- 8.473	1.18	0.9887
9	- 9.70	0.671	0.9704	- 8.648	0.667	0.9637
14	- 10.57	0.592	0.9932	- 10.487	0.642	0.997

الجدول (5) النسبة المئوية للنقصان في إبعاد النحر بعد تخشين الدعامة الأولى

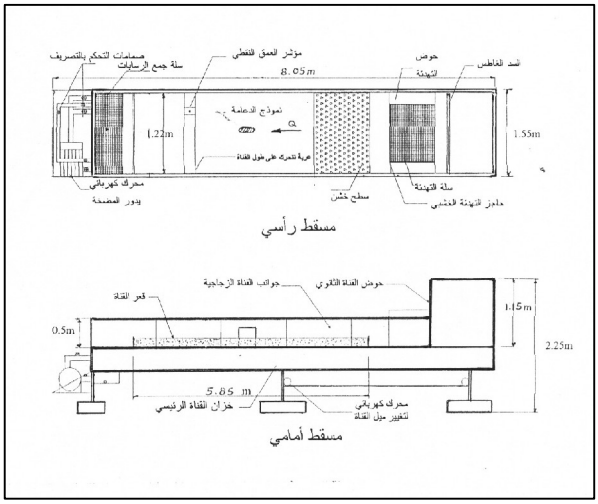
التصريف(لتر/ثا)	زاوية الميل	نسبة النقصان في عمق النحر (%)		
		الطول	العرض	العمق
5	مع الجريان	14.28	11.11	61.54
	30	8.32	15.57	46.67
	45	7.53	11.81	33.33
12	مع الجريان	9.43	6.67	16.67
	30	5.26	7.03	20.0
	45	3.97	6.73	14.28
17.5	مع الجريان	4.88	4.35	11.11
	30	3.81	10.42	9.09
	45	4.76	6.09	5.36

الجدول (6) النسبة المئوية للنقصان في إبعاد النحر بعد تخشين الدعامة الثانية

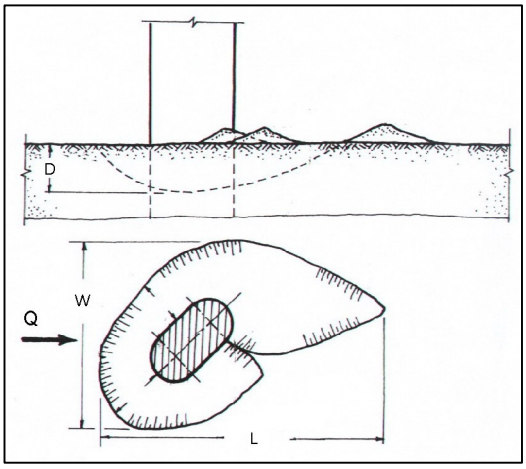
التصريف(لتر/ثا)	زاوية الميل	نسبة النقصان في طول النحر (%)		
		الطول	العرض	العمق
5	مع الجريان	9.61	6.67	20.0
	30	22.15	20.0	28.57
	45	4.68	5.65	20.0
12	مع الجريان	4.52	8.33	7.89
	30	14.43	7.41	5.0
	45	2.58	5.24	4.76
17.5	مع الجريان	7.69	12.5	9.09
	30	16.04	19.72	10.0
	45	4.86	3.15	9.72

الجدول (7) النسبة المئوية للنقصان في إبعاد النحر بعد تخشين الدعامة الثالثة

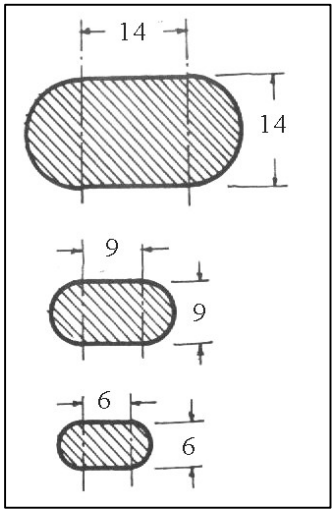
التصريف(لتر/ثا)	زاوية الميل	نسبة النقصان في عرض النحر (%)		
		الطول	العرض	العمق
5	مع الجريان	3.83	4.54	25
	30	4.94	4.76	18.18
	45	4.36	4.58	20
12	مع الجريان	2.26	3.22	2.22
	30	4.37	5.79	10.0
	45	6.64	4.11	2.73
17.5	مع الجريان	4.46	5.26	11.76
	30	4.18	7.61	16.76
	45	3.29	5.92	15.0



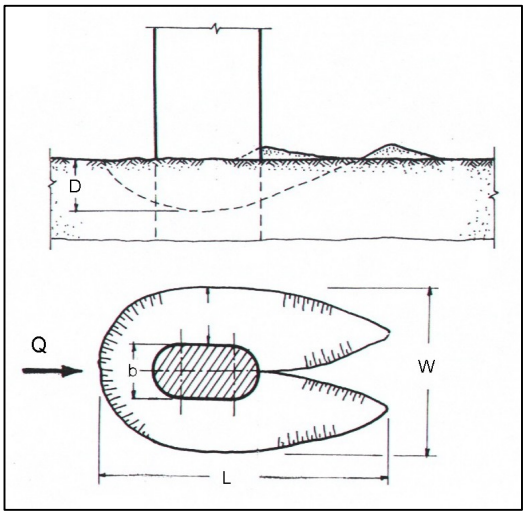
الشكل (1) : القناة المختبرية المستخدمة



(a)المسقط الأفقي

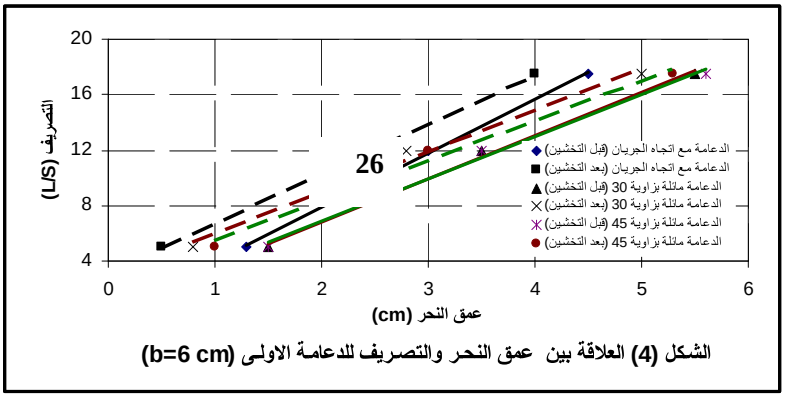


الشكل (2) : مقاطع عرضية لنماذج الدعامات المستخدمة.

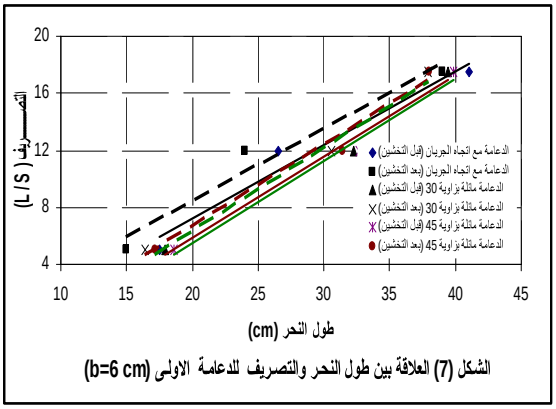


(b)المسقط الأفقي

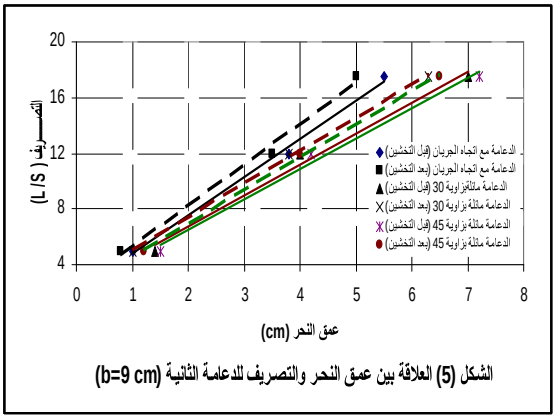
الشكل (3) : مخطط يوضح ميل الدعامة بالنسبة لاتجاه الجريان، (a) المحور يوازي اتجاه الجريان، (b) المحور مائل عن اتجاه الجريان.



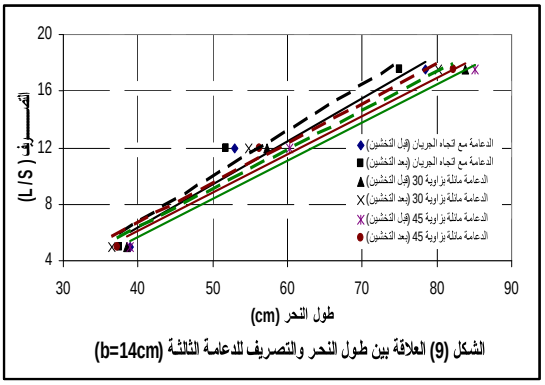
الشكل (4) العلاقة بين عمق النحر والتصريف للدعامة الاولى (b=6 cm)



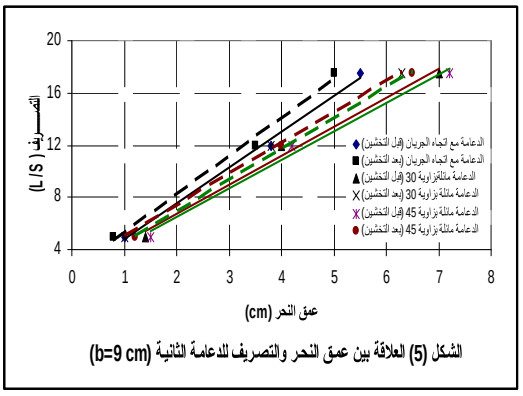
الشكل (7) العلاقة بين طول النحر والتصريف للدعامة الاولى (b=6 cm)



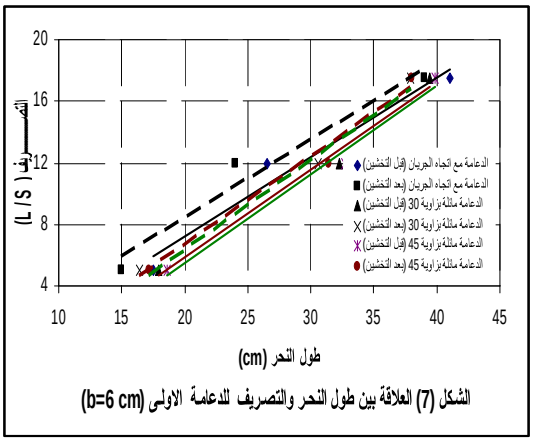
الشكل (5) العلاقة بين عمق النحر والتصريف للدعامة الثانية (b=9 cm)



الشكل (9) العلاقة بين طول النحر والتصريف للدعامة الثالثة (b=14cm)



الشكل (5) العلاقة بين عمق النحر والتصريف للدعامة الثانية (b=9 cm)



الشكل (7) العلاقة بين طول النحر والتصريف للدعامة الاولى (b=6 cm)

EFFECT OF BRIDGE PIERS INCLINATION AND ROUGHNESS ON SCOUR PIT DIMENSIONS

Dr. Moayad S. Khaleel **Inaam A.Juma** **Nashwan I.Hammo**

Assistant Professor **Lecturer** **Lecturer**

Water Resources Eng. Dept.

University of Mosul

ABSTRACT

In this paper a laboratory work was performed to study the effect of bridge piers inclination and surface roughness on scour pit dimensions. Fifty four experiments were conducted using three different sizes and inclinations Pier models fixed in a sandy bed channel. First, the axis of the pier was parallel to the flow, then it was inclined by 30° and finally by 45°. Each model was tested under three different flow discharges for a period not less than two hours and at the end of each experiment the dimensions of the scour pit were measured. The same experiments were repeated after roughening the surface of each pier by fine gravel of 2mm in diameter to increase its roughness.

The results of the experiment showed a clear reduction in scour pit dimensions after increasing pier roughness, the percentage of decreases in scour depth was between 2 % and 61%, while the scour length decreased between 2.5% and 22%, and finally the width of scour decreases was between 3% and 19.7%. The results also showed that the inclination of pier's axis produced an increase in scour pit dimensions. Finally, the empirical relationships of the results showed that it's possible to explain the relation between the flow discharge and each of scour pit dimensions by a simple linear equation, where the determination coefficient were more than 0.94 for all relations.

KEYWORDS: Piers, scour, roughness

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.