

دراسة حساب رسوبيات القاع لقنوات ري مختارة وسط العراق

إيمان مهدي الموسوي

جامعة بابل - كلية الهندسة

الخلاصة:

تضمنت الدراسة تقييم ثلاث طرق رياضية لحساب كمية الرسوبيات وتصاريدها في جزء من نهر الفرات وفروعه خلف سدة الهندية ومقارنتها مع التصاريح الميدانية وبيان ملائمتها لقنوات الري في محافظة بابل. تم اخذ التصاريح وأشكال المقاطع العرضية والمعلومات الناتجة من الأعمال الحقلية والفحوصات المختبرية لنهر الفرات وفروعه من خلال الدراسات السابقة. تبين أن طريقة اينشتاين- براون ملائمة لمعظم قنوات الري المأخوذة في هذا البحث وكذلك طريقة شيلدز حيث أعطت طريقة اينشتاين- براون قيم اقرب إلى القيم الميدانية بعكس طريقة انكلز- ليسبي فكانت نتائجها بعيدة عن التصاريح الميدانية. الكلمات الدالة: حمل القاع: نقل الرسوبيات: التآكل: قنوات الري: ضفاف الأنهار

STUDY OF THE EXPENSE OF BOTTOM SEDIMENTS OF SELECTED IRRIGATION CANALS IN CENTRAL IRAQ

EMAN MEHDI AL-MUSAWI
College of Engineering – University of Babylon

ABSTRACT

Sediment amounts and discharges in several of irrigation canals branched from Euphrates river downstream Al-hindyia barrage. the discharges ,cross section ,field measurements and laboratory tests all are taken from previous works. The results shown that the Einstein-Brown and Shields were more convenient and suitable but Einstein-Brown methods gave more close value to the field measurements than the other methods

الرموز المستخدمة :

الرمز	التسمية	الوحدات
A	مساحة مقطع القناة	م ^٢
B	عرض قعر القناة	م
d	قطر حبة التربة	م
d ₅₀	القطر المتوسط لحبات التربة	م
D	عمق الماء في القناة	م
D ₆₅	قطر الحبة التي تقابل نسبة ٦٥% انعم من الوزن	م
D ₃₅	قطر الحبة التي تقابل نسبة ٣٥% انعم من الوزن	م
g	التعجيل الأرضي	م/ثا ^٢
G _s	الكثافة النسبية للتربة	
P	طول المحيط المبلول	م
Q	التصريف المائي الميداني	م ^٣ /ثا
Q _{ca}	التصريف المائي المحسوب	م ^٣ /ثا
G _s	تصريف الرسوبيات في القناة	كغم/ثا
Rh	نصف القطر الهيدروليكي للقناة	م
Rh'	نصف القطر الهيدروليكي بالنسبة للحبات	م
Rh''	نصف القطر الهيدروليكي من عدم انتظامية القناة	م
S	انحدار القناة	م
τ_0	إجهاد القص المتأخم	كغم/م ^٢
τ_c	إجهاد القص الحرج	كغم/م ^٢
U*	السرعة القصية	م/ثا

U*'	السرعة القصية للحبة	م/ثا
U*''	السرعة القصية من عدم انتظام القناة	م/ثا
V	معدل السرعة في القناة	م/ثا
W	سرعة الرسوب	م/ثا
X	المسافة المميزة	م
Z _n	انحدار جوانب القناة	
γ_s ، ρ_s	(الكثافة الكتلية، الكثافة الوزنية) للتربة	غرام/سم ^٣
γ ، ρ	(الكثافة الكتلية، الكثافة الوزنية) للماء	غرام/سم ^٣
ν	اللزوجة الكينماتيكية	م ^٢ /ثا
Δ	قطر الخشونة الظاهري	م
Ψ_{35}	شدة القص على الجزيئة الممثلة	

المقدمة :-

لحركة الرسوبيات ونقلها في الماء أهمية كبيرة بسبب الأضرار والفوائد التي تنتج عنها، فالحبيبات الصغيرة منها تعمل على إدامة خصوبة التربة، أما الكبيرة فتترسب في قاع القنوات فتقل مساحة المقطع العرضي للقناة وبالتالي تقل التصريف المارة خلالها. وتتولد الرسوبيات نتيجة مرور الماء خلال طبقات التربة الضعيفة فيدفع الجريان حبيبات التربة الى الجداول الكبيرة والقنوات. كما وتنشأ نتيجة تعرية جوانب وقعر القناة نفسها نتيجة انهيارات التربة على جانبي القناة ومن زحف التربة في موسم الفيضانات والأمطار حيث خلالها تزداد قابلية القناة على التعرية. ومن المصادر الأخرى النمو الانشائي على جانبي القناة كانشاء الطرق العادية وطرق سكك الحديد كما وان رمي الفضلات من المعامل والمناجم ومياه الصرف تشكل رسوبيات إضافية تجد طريقها الى القنوات (Graft, W.H., (1971)).

خواص الرسوبيات وكيفية انتقالها :-

إن تعامل الماء مع الرسوبيات ونقلها وترسيبها يعتمد على خواص تلك الرسوبيات بشكل اكبر من اعتمادها على الخواص الهيدروليكية للجريان في القناة (Rouse, (1964))، إضافة إلى إن عملية التداخل بين

السائل الحامل والرسوبيات تتأثر بخواص تلك الرسوبيات بدرجة كبيرة وقياس هذا التداخل ليس بالأمر السهل، ويمكن تقسيم الرسوبيات إلى قسمين (Raudkivi, 1976):-

a - الرسوبيات المتماسكة (Cohesive sediments): تتكون من جزيئات صغيرة الحجم تترابط فيما بينها بأصرة التماسك ومقاومتها لعوامل التعرية تعتمد على قوة هذه الأصرة.

b- الرسوبيات غير المتماسكة (Non-cohesive sediments): تتكون من جزيئات أكبر من سابقتها ومنفصلة عن بعضها وحركتها في الماء تعتمد على الخواص الفيزيائية للجزيئية الواحدة كالحجم والشكل والكثافة (Asawa., 2005).

و تقسم الرسوبيات التي تنتقل بواسطة الأنهر والقنوات إلى :-

a- الحمل العالق (Suspend load) : يمثل رسوبيات خفيفة القوام تكون عالقة مع تيار الماء.

b- حمل القاع (Bed load): تتكون من رسوبيات أثقل من حمل العالق ويشكل الجزء الأكبر من حمل الرسوبيات الكلي وتسير بالقرب من القاع وبثلاث أنواع من الحركة وهي:-

1- القفز . 2- الدحرجة. 3- الانزلاق.

وهناك تقسيم آخر للرسوبيات (Graft, 1971) وهو:-

a- حمل مادة القاع (Bed material load) حيث يحوي حبات الرسوبيات القابلة للترسب في القناة أو النهر ويشكل هذا النوع الجزء الأكبر من حمل الرسوبيات الكلي.

b - حمل الغسل (Wash load) فانه يحوي الحبات الصغيرة الحجم والأنعم الموجودة في تربة القعر وتبقى عالقة في الماء ولا تترسب وتشكل الجزء الأصغر من الحمل الكلي للرسوبيات.

ومن العوامل المؤثرة على حركة الرسوبيات (Hey et al, 1982) :

1- حجم الحبة. 2- شكل الحبة. 3- الكثافة. 4- سرعة السقوط. 5- خواص التربة.

الأعمال الحقلية:-

١- قنوات الري التي تمت الدراسة عليها:-

تمت الدراسة لعدد من قنوات الري التي تأخذ مياهها من نهر الفرات مباشرة أمام سدة الهندية مع عدد من القنوات التي تأخذ مياهها من شط الحلة مباشرة وقد روعي تدرج القنوات والهدف من ذلك هو معرفة موقع النتائج العملية للرسوبيات من النظرية لها لمختلف القنوات والتصارييف وأدناه أسماء ومواقع القنوات التي تمت دراستها في البحث:-

(١) نهر الفرات و يبلغ طوله ضمن حدود محافظة بابل (١٢١) كم ويعرض (٧١)م حيث تم رصد التصريف بعد سدة الهندية حيث كان الماء موجها الى القنوات الواقعة أمام سدة الهندية واخذ التصريف مرة أخرى في نفس الموقع في فترة توجيه المياه إليه.

- (٢) قناة المحاويل ويبلغ طولها (٢٠٠.٦) كم وعرضها (٧) م وتأخذ المياه من أيسر شط الحلة واخذ التصريف المائي لها خلال فترة التصريف العالي للقناة.
- (3) قناة شط الحلة ويبلغ طولها ضمن حدود محافظة بابل (١٠١) كم وعرض (٧٧) م وتأخذ المياه من أيسر نهر الفرات أمام سدة الهندية وقد أخذت البيانات من نهر الفرات خلال فترة التصريف العالي.
- (4) قناة مشروع المسيب الكبير وتقع على الجهة اليسرى من نهر الفرات حيث يبلغ طولها (٤٩.٥) كم ويعرض (٢٠.٢) م وتأخذ مياهها من أمام سدة الهندية وأخذت البيانات من نهر الفرات خلال فترة التصريف العالي.
- (5) قناة الحسينية القديمة وتقع على الجهة اليمنى لنهر الفرات أمام سدة الهندية ويعرض (١٩) م وهذه قناة لا تتبع نظام المناوبة أي أن تصريفها ثابت تقريبا خلال السنة.
- (6) قناة بني حسن :تأخذ المياه من نهر الفرات وتقع على الضفة اليمنى أمام سدة الهندية ويعرض (١٤.٤) م وتمتد داخل محافظة بابل بطول (١٢) كم حيث أخذت البيانات من نهر الفرات لمرتين الأولى خلال فترة التصريف العالي والأخرى خلال التصريف الواطئ. (مديرية ري محافظة بابل، (٢٠٠٠))، (فرج، (١٩٨٣)) والشكل (1) يوضح نهر الفرات وبعض الفروع قيد الدراسة.

المواد المستخدمة و الموديل الرياضي:-

تم استخدام جهاز عداد التيار لقياس التصاريف المائية للقنوات كما تم استخدام جهازين لأخذ نماذج المياه من أعماق مختلفة لقياس التركيز، (الأول) معتمد ضمن دقة المختبرات الموجودة في مديرية صيانة وتشغيل مشاريع الري حيث يستخدم لأخذ نماذج المياه لقياس التراكيز المختلفة للأملاح والطيني الموجود في القنوات والأنهار العراقية الكبيرة وهو عبارة عن قفص حديدي توضع في داخله قنينة زجاجية مثل قنينة الحليب وتثبت من الجوانب بواسطة كلابان حديدية، تغلق القنينة من الأعلى بواسطة سدادة تتصل بنابض حلزوني وتتصل بحبل من الجهة الأخرى يتحكم به الشخص الذي يقوم بأخذ النماذج، يعلق في أسفل ثقل مقداره (20 كغم) ويبلغ طوله حوالي (30سم) يساعد في تثبيت الجهاز في الماء فعندما يراد اخذ نماذج من عمق معين تحسب المسافة اعتبارا من الفتحة العليا للقنينة وتؤشر المسافات على الحبل الذي يستخدم لرفع الجهاز وعند الوصول إلى العمق المطلوب يثبت هذا الحبل ويشد الحبل الثاني الذي يتصل بالسدادة التي تغلق القنينة من الأعلى وعندما سترفع السدادة ويدخل الماء إلى القنينة يكون النموذج قد اخذ.

أما (الثاني) (جهاز عصا المساحة) يستخدم للقنوات ذات التصاريف الواطئة والأعماق القليلة. يتكون الجهاز من عصا مساحة بطول (4) متر ومن قنينة معدنية على شكل اسطوانة ارتفاعها (12) انج وقطرها (4) انج وفي الجزء الأسفل منها توجد فتحة بقطر انج واحد لدخول الماء وفتحة أخرى قطر (1/4) انج لخروج الهواء بطرف أنبوب معدني على شكل حرف (U) بطول (20سم) وقطر (1/4) انج ويتصل الطرف الأخر من الأنبوب بأنبوب

مطاطي قطر (1/4) انج يمك الطرف الآخر منه الشخص الذي يستخدم الجهاز للتحكم بالهواء الداخل والخارج من القنينة.

أخذت النماذج من تربة القعر في كل موقع تم فيه رصد المقطع العرضي للقناة وقياس التصريف حيث الماء جاريا بسرعة واضحة وتجنب المناطق التي تتباطأ فيها السرعة أو تصل إلى الصفر على جوانب القناة لان ذلك يسبب ترسيب الحمل العالق للماء ويزيد من نسبة الطين في تربة القعر مما يبعدها عن نمط تربة القناة، أما فحص النماذج فقد تم في المختبر لمعرفة الكثافة النسبية والتحليل الحجمي لكل نموذج لغرض تطبيق طرق حساب حمل مادة القاع (فرج، (١٩٨٣)).

وتتضمن القياسات فحوصات التربة وتتمثل بما يلي:-

١- الكثافة النسبية:- تعرف بأنها كثافة الجزيئات الصلبة للتربة (γ_s) مقسومة على كثافة الماء (γ) عند درجة حرارة (4^0) مئوية كما مبين في الجدول (1).

٢- التحليل الحجمي للنماذج: اجري هذا الفحص لنماذج تربة القعر للقنوات موضوع البحث ورسمت منحنيات التوزيع الحجمي التي تبين العلاقة بين قطر الحبة والنسبة المئوية بالوزن للحبات التي يقل حجمها عن هذا القطر.

٣- التصريف الميداني للرسوبيات:- تم الحصول على قيم التصريف الميداني للرسوبيات من خلال ضرب معدل التركيز في التصريف المائي وكما مبين في جدول رقم (1).

أهم الطرق الهندسية والرياضية لحساب تصريف الرسوبيات:-

١- طريقة اينشتاين - براون (Einstein-Brown formula (Yadav and Samtani:(2010))

وضعت هذه المعادلة نتيجة لتطوير معادلة اينشتاين وتتمثل في العلاقة الرياضية :-

$$\phi = f \frac{1}{\psi} \quad (1)$$

$$\phi = \frac{g_s}{\gamma_s F_1 \sqrt{g (\gamma_s / \gamma - 1) d_s^3}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\psi} = \frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} = \tau_0 \quad (3)$$

$$F_1 = \sqrt{\frac{3}{2} + \frac{36\nu^2}{gd^3_s (\gamma_s / \gamma - 1)}} - \sqrt{\frac{36\nu^2}{gd_s (\gamma_s / \gamma - 1)}} \quad (4)$$

وقد وضع الشكل (2) يربط بين (ϕ) و (τ_0) والذي من خلاله يتم استخراج (g_s)

2- طريقة شيلدرز Shields: تعتمد على معرفة إجهاد القص الحرج (Turowski et al., 2009) وإجهاد القص المتناخم وبموجب المعادلة التالية:-

$$g_s = 10 qS \frac{(\tau_0 - \tau_c)}{(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1) d_{50}} \quad (5)$$

حيث:- (τ_0) : إجهاد القص المتناخم. (τ_c) : أجهاد القص الحرج. (γ_s) : الكثافة الوزنية للماء. و (d_{50}) : القطر المتوسط للرسوبيات.

إن المعادلة أعلاه متجانسة من ناحية الأبعاد لذا يمكن تطبيقها في أي وحدات وتستخرج (τ_c) من الشكل الموضح (3).

٤- طريقة انكلز- ليسي (Vanoni, 1977) Inglis – Lacey :- أدخلت قيمة سرعة الرسوب لحبة حجمها يعادل متوسط حجم الحبات وهي بالصيغة أدناه:-

$$g_s = 0.562 \frac{(vg)^{1/3}}{W} \frac{V^2}{gd_{50}} \frac{\gamma V^3}{g} \quad (6)$$

(W) : تمثل سرعة الرسوب لحبة بحجم (d_{50}) ولكون المعادلة متجانسة يمكن استخدامها بأي وحدات.

(١) المتطلبات المشتركة للطرق الرياضية المستخدمة:-

أخذت بيانات التصريف الميداني والكثافة النسبية وانحدار القناة والخاصة بالطرق الرياضية من خلال الأعمال الحقلية والمختبرية في جدول (1)، أما التوزيع الحجمي لتربة القناة فقد تم الحصول على $(d_{65}$ ، d_{50} ، d_{35}) من خلال منحنيات التوزيع الحجمي والشكل (4) يوضح نموذج لمنحنيات التوزيع الحجمي لتربة إحدى القنوات (رواء، ١٩٨٥). أما بالنسبة لمقاطع القناة فقد تم الحصول على المعلومات (B, Z_n) من خلال بيانات وزارة الموارد المائية (مديرية ري محافظة بابل، ٢٠٠٠) وكما موضح في جدول (2) والشكل (5) يوضح نموذج لمقطع عرضي عام لإحدى القنوات.

(٢) الحسابات الهيدروليكية:-

- نفرض قيمة نصف القطر الهيدروليكي بالنسبة للحبة (R'_h) .
- نحسب قيمة السرعة القصية بالنسبة للحبة من خلال القانون

$$u_*' = \sqrt{gR'_h S}$$

حيث (g) تمثل التعجيل الأرضي ومقداره (9,81 m²/s). (S) انحدار القناة.

- يحسب سمك الطبقة الطباقيّة التحتيّة (γ) من القانون

$$\gamma = \frac{11.6 \nu}{u_*'}$$

- تحسب قيمة (x) الذي يمثل عامل التصحيح في السرعة اللوغاريتمية بموجب العلاقة بين (x) والنسبة (K_s) الموضحة بالشكل (6) حيث (K_s) يساوي (d₆₅).
- تحسب قيمة قطر الخشونة الظاهري (Δ) بالمتر والتي تساوي (d₆₅/x).
- تحسب قيمة معدل السرعة (V) بالمتر/ثا من المعادلة:-

$$V = u_*' * 5.75 \log \frac{30.2(0.35x)}{\Delta}$$

- تحسب قيمة شدة القص على الجريئة (ψ₃₅) من العلاقة:-

$$\Psi_{35} = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \frac{d_{35}}{R_h' S}$$

- تحسب قيمة (u^{*}"/V) من الشكل (7) حيث تمثل (u^{*}"/V) السرعة القصية بالنسبة إلى عدم انتظامية القناة.

- من معرفة النسبة (u^{*}"/V) تحسب قيمة (u^{*}").

- تحسب قيمة نصف القطر الهيدروليكي من عدم انتظامية القناة (R^h"/) من المعادلة التالية:

$$u_*'' = \sqrt{g R_h'' S}$$

- تحسب قيمة نصف القطر الهيدروليكي للقناة من المعادلة :-

$$R_h = R_h' + R_h''$$

- تحسب قيمة السرعة القصية (u^{*}) من

$$u_* = \sqrt{g R_h S}$$

- يحسب عمق الماء في القناة (D) من المعادلة:-

$$R_h = \frac{(B + Z_n D) D}{B + 2 D \sqrt{Z_n^2 + 1^2}}$$

- تحسب مساحة المقطع العرضي للقناة (A) بالمتري المربع من المعادلة:-

$$A = D (B + Z_n D)$$

- يحسب طول المحيط المبتل (ρ) من المعادلة:-

$$\rho = B + 2 D \sqrt{Z_n^2 + 1^2}$$

- تحسب قيمة التصريف المائي (Q_{ca}) بالمتري المكعب/ثا من

$$Q_{ca} = A * V$$

ويشير جدول رقم (٣) إلى النتائج الهيدروليكية المحسوبة لهذه القنوات.

تحليل النتائج:-

بعد تطبيق الطرق الرياضية على بيانات لقنوات وتصاريقها المختلفة والجدول (4) يمثل نتائج الحسابات للبيانات مع قيم تصريف الرسوبيات الميداني لكل منها.

يلاحظ إن كل طريقة أعطت نتائج تصاريق للرسوبيات في القاع تختلف عن الطريقة الأخرى ولنفس التصريف المائي والظروف الهيدروليكية واختلفت كذلك في اقترابها من الحالة الميدانية.

١- تحليل نتائج اينشتين- براون:- طبقت هذه الطريقة على مختلف القنوات والتصاريق وقد اختلفت نتائجها من قناة لأخرى إلا أنها أكثر الطرق مقاربة للواقع، فمثلا في نهر الفرات خلف سدة الهندية ولتصريف مائي واطئ قدره (151.74) م³/ثا كان تصريف الرسوبيات للقاع المحسوب بطريقة اينشتين براون (25.681) كغم/ثا في حين كان التصريف الميداني للرسوبيات (18.5) كغم/ثا ولنفس الظروف الهيدروليكية وكما مبين في الجدول اللاحق، وعموما تتقارب القيم المحسوبة بهذه الطريقة من القيم الميدانية في قناة مشروع المسيب الكبير حيث كان التصريف الميداني (6.6) كغم/ثا بينما التصريف المحسوب (4.45) كغم/ثا. أما قناة بني حسن في حالة التصاريق العالية والواطنة نلاحظ زيادة باتجاه الأقرب حيث كانت القيم المحسوبة (1.2623) كغم/ثا و (0.17173) كغم/ثا ولتصريف ميداني للرسوبيات (2.9) كغم/ثا و (0.4) كغم/ثا، بينما في شط الحلة نلاحظ العكس حيث ابتعدت القيمة عن القيمة الميدانية لتصريف الرسوبيات (40) كغم/ثا حيث كانت بطريقة اينشتين- براون (17.23) كغم/ثا.

2- تحليل نتائج طريقة شيلدز:- أعطت نتائج نوعا ما مقارنة للتصارييف الميدانية بعد طريقة اينشتين- براون فمثلا نجد أن نهر الفرات عند التصريف الواطئ يعطي قيمة بعيدة عن الواقع حيث التصريف الميداني الرسوبيات (18.5)كغم/ثا بينما تصريف شيلدز (72.072)كغم/ثا، أما في قناة مشروع المسيب الكبير وقناة بني حسن في حالة التصريف العالي نلاحظ زيادة هذه القيمة المحسوبة عن القيمة الميدانية في حين تقارب قناة بني حسن في حالة التصريف الواطئ وبصورة واضحة مع التصريف الميداني الرسوبيات وكذلك في قناتي المحاويل والسينية القديمة، في حين كانت القيمة المحسوبة لقناة شط الحلة (116.77)كغم/ثا بعيدة جدا عن القيمة الميدانية للرسوبيات وهي (40)كغم/ثا.

3- تحليل نتائج انكلز- ليسي:- تم تطبيق هذه الطريقة لحساب حمل مادة القاع على قنوات مختلفة ولمختلف التصارييف وقد لوحظ اختلاف في النتائج من قناة لأخرى من حيث اقترابها من التصارييف الميدانية للرسوبيات حيث نجد قيمة واحدة مقارنة عند قناة الحسينية القديمة وبقية تصريف ميداني للرسوبيات (1.2) كغم/ثا بينما كان تصريف الرسوبيات بطريقة انكلز ليسي (1.28)كغم/ثا، أما بالنسبة للقنوات الأخرى نجد ارتفاع لقيم تصارييف الرسوبيات وبشكل ملحوظ جدا ما عدا في قناة السينية القديمة نلاحظ نقصان في قيمة تصريف الرسوبيات وعموما في هذه الطريقة تم الحصول على قيمة واحدة مقارنة للواقع.

تم حساب قيم (R) من خلال معرفة تصارييف الرسوبيات الميدانية والمحسوبة وبمعادلات رياضية حيث أعطت طريقة اينشتين- براون قيم تشير من خلالها بأنها الأقرب إلى القيم الميدانية ومن ثم تم إيجاد معادلة جديدة تمثل جميع قنوات الدراسة والجدول (٥) و(٦) يمثل النتائج المحسوبة.

الاستنتاجات:-

من خلال القياسات الميدانية للرسوبيات تميزت حبات تربة القعر بخشونتها في القنوات الكبيرة وتنخفض في القنوات الصغيرة، كما إن حبات التربة كانت اخشن في مقدمة القناة منها في الذنائب، وقد لوحظ إن حبات التربة تكون متجانسة كلما ازدادت خشونتها وغير متجانسة عند انخفاض هذه الخشونة كما تم تقريب المقطع العرضي الميداني الى مقطع شبه منحرف وبموجب المعلومات المتوفرة استخدمت الطرق المذكورة سابقا حيث تم الاعتماد على القياسات الميدانية المرصودة والتي تتمثل في رصد المقطع العرضي للقناة وكذلك قياس التصريف الميداني للرسوبيات وقد استخدمت عدة أجهزة لقياس الرسوبيات بعدها تم اخذ النماذج وتحليلها مختبريا كإجراء فحص التحليل الحجمي والكثافة (فرج، ١٩٨٣)) وكانت ضمن دقة المختبرات الموجودة. وقد جاءت نتائج حسابات حمل مادة القاع متباينة باستخدام تلك الطرق كما حصل تباين عند مقارنة نتائج أي من هذه الطرق مع حمل الرسوبيات الميداني وقد كان من أسباب هذا التباين هو بعض التحديدات والفرضيات التي استخدمت من خلال تطبيق هذه الطرق، في الإمكان ذكر الاستنتاجات التالية :-

- (١) أعطى تطبيق الطرق الرياضية نتائج متباينة في حساب حمل مادة القاع لنفس الظروف الهيدروليكية قد يصل هذا الاختلاف الى نسبة عالية جدا من الفروقات.
- (٢) إن كمية الرسوبيات التي تجري في قنوات الري قد تكون اكبر أو اصغر من تصريف الرسوبيات المحسوب في أي من الطرق المستخدمة في هذا البحث.
- (٣) تزداد معقولية استخدام طريقة اينشتاين - براون في بعض القنوات الكبيرة لكنها تكون قريبة جدا في القنوات المتوسطة حيث كانت قيمتها ضمن الحدود المعقولة بالنسبة لغيرها من الطرق.

التوصيات:-

يمكن توجيه التوصيات التالية:-

- (١) لاختلاف كفاءة النتائج التي تعطيها أي من الطرق الرياضية لحساب مادة القاع باختلاف قيم التصريف المائي، يمكن استخدام أكثر من طريقة للقناة التي يسير فيها الماء بتصريف مختلفة للخروج بالطرق الرياضية الملائمة.
- (٢) إجراء الدراسات والبحوث على قنوات عديدة متشابهة من حيث الحجم ومعدل السرعة وكمية لرسوبيات المنقولة لتثبيت طريقة رياضية معينة للقناة التي يجري فيها الماء بظروف هيدروليكية معينة تحدد هذه الخواص.

المصادر

- مديرية ري محافظة بابل، (٢٠٠٠) : " الري في محافظة بابل " وزارة الري - جمهورية العراق.
- فرج، فرات احمد، (١٩٨٣) " خواص بعض جداول الري العراقية ونظام توازنها "، رسالة مقدمة إلى جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في موضوع الهايدروليك.
- رواء إسماعيل محمد، (١٩٨٥) " حركة الرسوبيات في قسم من قنوات الري في وسط العراق "، رسالة مقدمة إلى قسم البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في هندسة البناء والإنشاءات .
- Asawa, G. L.,(2005) " Irrigation and Water Resources Engineering " book from Indian Institute of Technology Roorkee ,India .
- Graft, W.H.,(1971), "Hydraulics of Sediment Transport", McGraw -Hill Book Company, first Edition.

- Hey, R.D., Bathurst , J.C and Thorne, C.R., (1982)" Gravel Bed River ",John Wiley and Sons ,first edition.
- Raudkivi, A.J.,(1976), "Loose Boundary Hydraulics", Program Press, 2nd Edition, Auckland.
- Rouse,(1964)," Engineering Hydraulics" John Wiley and Sons.
- Shields, A., (1936), "Application of Similarity principles and Turbulence Research to Bed-load Movement Mitteilung der Preussischen Versuchsanstalt for Wasserbau and Schiffbau, 26, pp. 5-24.
- Turowski, Jens, M., Yager, Elowyn, M., Badoux Alexandre, Rickenmann Dieter and Molnar, p., (2009) "The impact of Exceptional Events on Erosion, Bed load Transport and Channel Stability in a Step-pool Channel" Earth Surface Process and Landforms 34, 1661-1673.
- Vanoni , Vito A., Editor,(1977), "Sedimentation Engineering" ASCE –Manuals and Reports on Engineering Practice –No. 54, Reprinted .
- Yadav ,S. M., and Samtani ,B.K.,(2010), " Evaluation and Improvement of Bed Load Formula Using Tapi River Data, India " Journal of Water Resource and Protection ,Vol.2 ,pp.(245-250).

جدول (1) يوضح التصريف المائي الميداني ،الكثافة النسبية وانحدار القناة.

انحدار القناة (S)	التصريف المائي الميداني(م ³ /ثا)	الكثافة النسبية (γ_s)	الموقع	اسم القناة أو النهر
0.0001	151.74	2.66	خلف سدة الهندية	نهر الفرات
0.0001	540.73	2.66	خلف سدة الهندية	نهر الفرات
0.000075	10.7	2.7	شط الحلة	قناة المحاويل
0.000075	250	2.69	نهر الفرات	قناة شط الحلة
0.000081	70	2.7	نهر الفرات	مشروع المسيب الكبير
0.00008	7.93	2.72	نهر الفرات	قناة الحسينية القديمة
0.000075	4.44	2.68	نهر الفرات	قناة بني حسن
0.000075	26.9	2.68	نهر الفرات	قناة بني حسن

جدول (2) نتائج حساب متطلبات الطرق الرياضية.

اسم القناة أو النهر	الموقع	الكثافة النسبية (γ_s)	عرض القناة (B) متر	انحدار الأكتاف Z_n	القطر 65% انعم بالوزن (متر) D_{65}	القطر 35% انعم بالوزن (متر) D_{35}	القطر 50% انعم بالوزن (متر) D_{50}
نهر الفرات	خلف سدة الهندية	2.66	71.0	7.0	0.00015	0.000133	0.000015
نهر الفرات	خلف سدة الهندية	2.66	72.0	9.0	0.00015	0.000133	0.000015
قناة المحاويل	شط الحلة	2.7	7.0	1.5	0.0001	0.00004	0.000008
قناة شط الحلة	نهر الفرات	2.69	77.0	1.5	0.00012	0.000096	0.0000105
قناة مشروع المسيب الكبير	نهر الفرات	2.7	20.2	1.0	0.00012	0.0001	0.00011
قناة الحسينية القديمة	نهر الفرات	2.72	19.0	1.6	0.00011	0.000096	0.00001
قناة بني حسن	نهر الفرات	2.68	14.4	2.0	0.00011	0.000076	0.0000098
قناة بني حسن	نهر الفرات	2.68	14.4	1.75	0.0001	0.000076	0.0000098

جدول (٣) النتائج الهيدروليكية المحسوبة

اسم القناة أو النهر	الموقع	الكثافة النسبية (%)	عمق الماء MD	نصف القطر الهيدروليكي (hR) m	نصف القطر الهيدروليكي (hR) m	انحدار القناة (S)	معدل السرعة (V) m/s	المتصرفي $h(Q)$ الميداني
نهر الفرات	خلف سدة الهندية	2.66	3.388	2.6983	0.311	0.0001	0.4732	151.74
نهر الفرات	خلف سدة الهندية	2.66	4.3045	3.1787	1.503	0.0001	1.134	540.73
قناة المحاويل	شط الحلة	2.7	1.4855	1.1095	0.48	0.000075	0.4963	10.7
قناة شط الحلة	نهر الفرات	2.69	3.209	2.964	1.245	0.000075	0.8745	20.0
قناة مشروع المسيب الكبير	نهر الفرات	2.7	3.495	2.748	0.435	0.000081	0.5	70
قناة الحسينية القديمة	نهر الفرات	2.72	1.662	1.426	0.135	0.00008	0.2204	7.93
قناة بني حسن	نهر الفرات	2.68	1.32	1.1066	0.1271	0.000075	0.1965	4.43
قناة بني حسن	نهر الفرات	2.68	2.4805	2.8405	0.457	0.000075	0.4815	26.899

جدول (٤): النتائج المحسوبة في الطرق الرياضية النظرية.

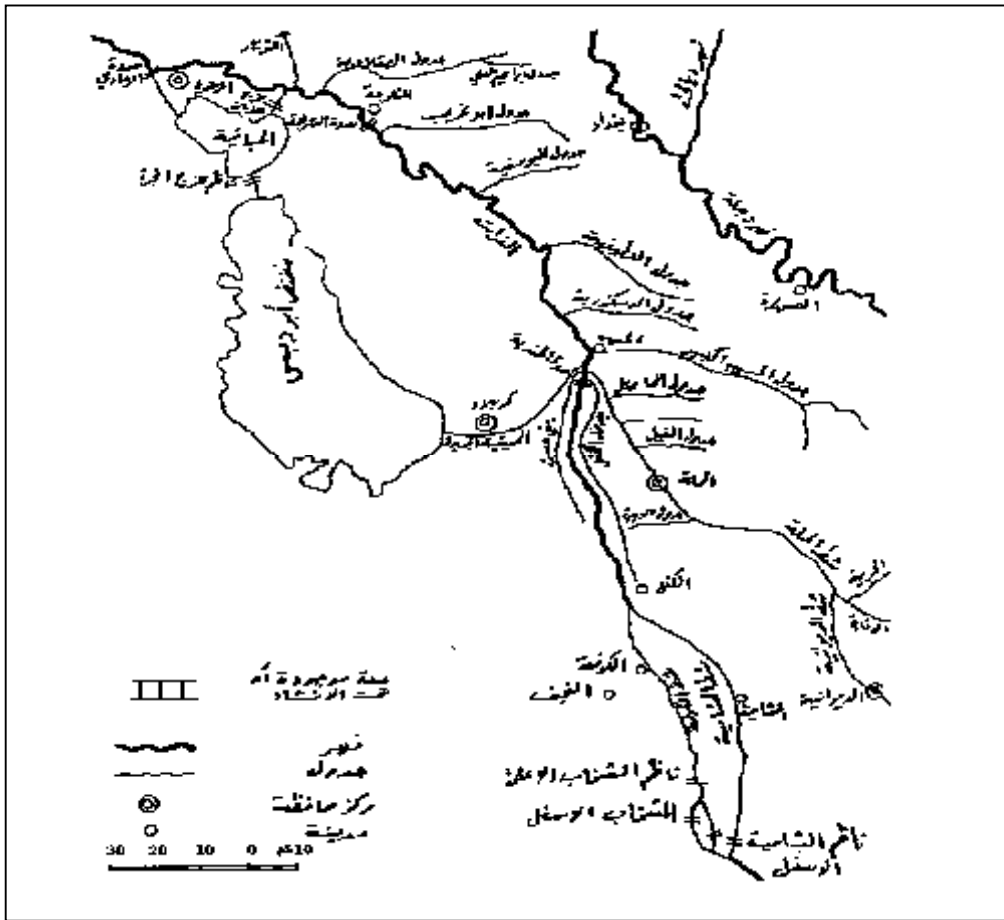
تصريف الرسوبيات (G _s)....(kg/s)				القطر المتوسط d ₅₀ *10 ⁻⁴ m	العمق (D) m	سرعة الجريان V (m/s)	التصريف المائي الميداني (Q) m ³ /s	اسم القناة أو النهر
انكلز - ليسي	شيلدز	اينشتين - براون	الميداني					
136.387	72.072	25.681	18.5	1.5	3.388	10	151.74	نهر الفرات
6140.45	263.34	42.588	162.3	1.5	4.3045	10	540.73	نهر الفرات
51.9242	1.274	0.2135	2.1	0.8	1.4855	7.5	10.7	قناة المحاويل
4526.83	116.77	17.23	40	1.05	3.209	7.5	250	قناة شط الحلة
63.525	19.453	4.45	6.6	1.1	3.495	8.1	70	قناة مشروع المسيب الكبير
١.٢٨	٢٠.١٧٦	٠.٥٦٦٤	١.٢	١.٠	1.662	٨	٧.٩٣	قناة الحسينية القديمة
5.8	0.7632	0.17173	0.4	0.98	1.32	7.5	4.44	قناة بني حسن
41.03	8.3937	1.2623	2.9	0.98	2.4805	7.5	26.9	قناة بني حسن

جدول (٥) تصريف الرسوبيات الميدانية والمحسوبة وقيمة (R) لجميع قنوات الدراسة.

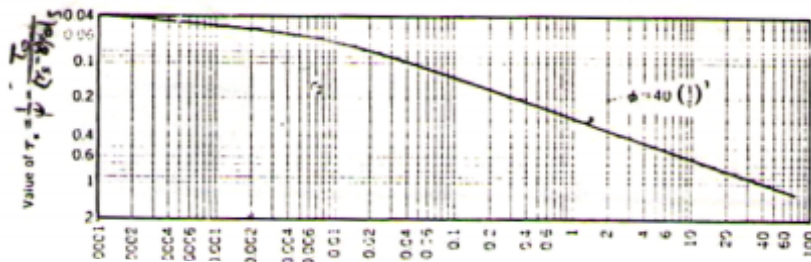
انكلز - ليسبي		شيلدز		اينشتين-براون		تصريف الرسوبيات الميداني (G _s) kg/s	اسم القناة أو النهر
R	انكلز - ليسبي (kg/s)	R	شيلدز (kg/s)	R	اينشتين-براون kg/s		
-637.2	136.387	-28.95	72.072	-38.81	25.681	18.5	نهر الفرات
-3683.39	6140.45	62.25	263.34	73.79	42.588	162.3	نهر الفرات
-2372.5	51.9242	39.33	1.274	89.83	0.2135	2.1	قناة المحاويل
-11217	4526.83	١٩١.٩٢	116.77	56.92	17.23	40	قناة شط الحلة
-862.5	63.525	١٩٤.٧٤	19.453	٣٢.٥٧	4.45	6.6	قناة مشروع المسيب الكبير
-6.66	١.٢٨	68.1	٢.٠١٧٦	52.8	٠.٥٦٦٤	١.٢	قناة الحسينية القديمة
1350	5.8	90.8	0.7632	٥٧.٠٦	0.17173	0.4	قناة بني حسن
-1314.8	41.03	١٨٩.٤٣	8.3937	٥٦.٤٧	1.2623	2.9	قناة بني حسن

جدول (٦): المعادلة مع النتائج بين التصريف الميداني والمحسوب .

المعادلة بين التصريف الميداني والمحسوب			
$Y = a*x^6+b*x^5+c*x^4+d*x^3+e*x^2+f*x+g$			
StdError	R ²	Variable	Value
1.228	0.999	a	2.6E-005
		b	-0.002
		c	0.071
		d	-0.809
		e	2.976
		f	-1.389
		g	1.341

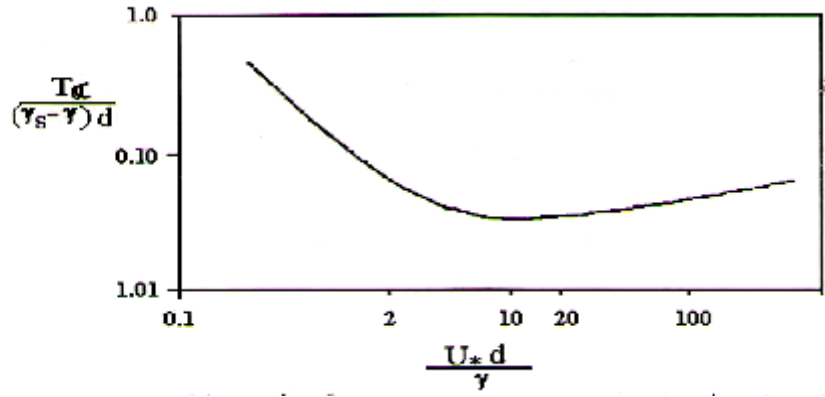


الشكل (1): مواقع الجداول موضوعة البحث

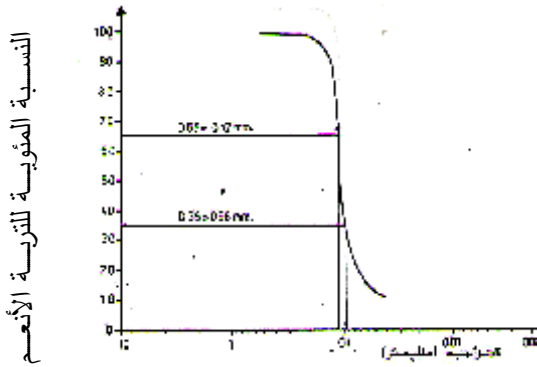


$$\phi = \frac{\gamma_s}{\gamma_s F_1 \sqrt{g(\gamma_s/\gamma - 1)d_s^3}}$$

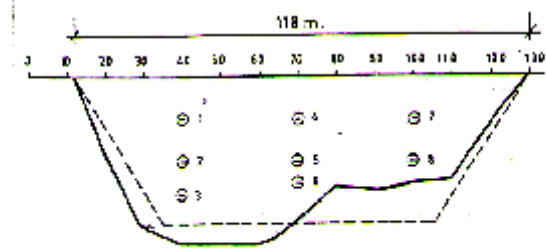
الشكل (٢) : Function $\phi = f(1/\Psi)$ for Einstein –Brown (Vanoni , 1977)



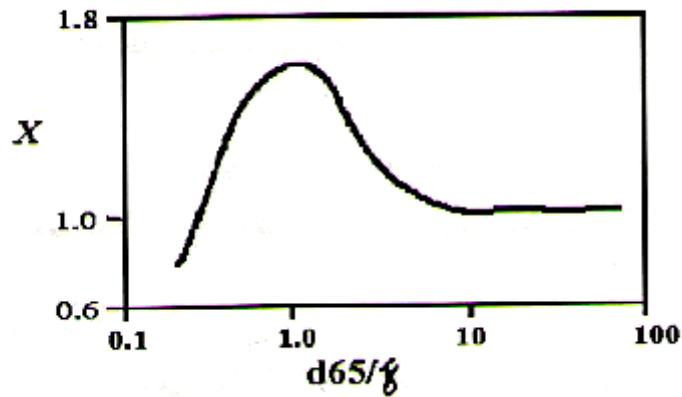
الشكل (٣) العلاقة بين رقم رينولدز للقص وإجهاد القص اللابيدي، (١٩٣٦ ،
(Shields)



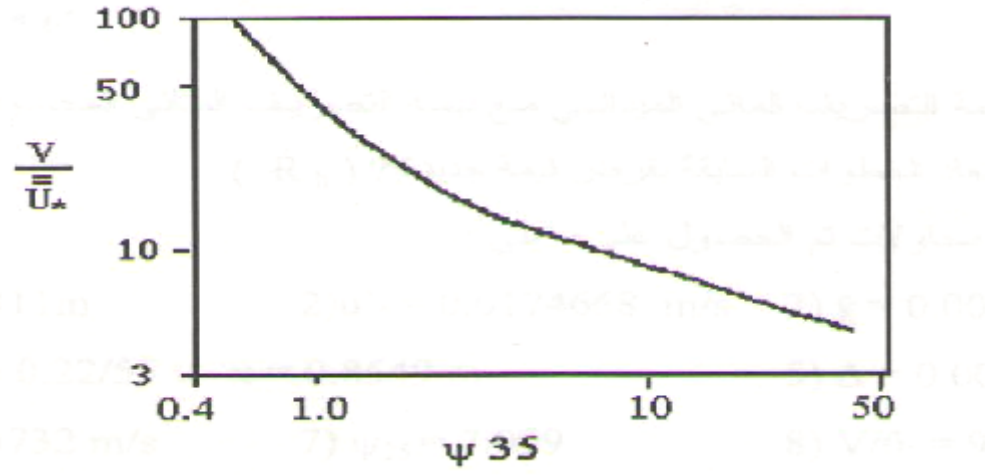
الشكل (٤): منحنى التوزيع الحجمي لتربة القناة



الشكل (٥): مقطع عرضي ومنتظم لإحدى القنوات



الشكل (٦): العلاقة بين عامل تصحيح السرعة اللوغاريتمية X والنسبة (d65).



الشكل (٧): العلاقة بين شدة القص Ψ_{35} على نموذج الجريئة والنسبة $u''*/V$. (رواء، ١٩٨٥).