تقييم حركة الرسوبيات في القنوات الإروائية الصغيرة
(تفرعات شط الحلة كحالة دراسية)

عصام عيسى عمران | محسن جاسم ناصر | امير هاشم حسين
جامعه الفرات الاوسط التقنية | *جامعه الفرات الاوسط التقنية* | *جامعه الفرات الاوسط التقنية*
alomranisam@yahoo.com | mohsinnasir644@yahoo.com | ameer.almashhadany@yahoo.com

الخلاصة

في هذا البحث، أنجزت دراسة حقلية ومختبرية لتقييم حركة الرسوبيات في القنوات الاروائية ذات التصاريف الصغيرة.اختيرت عشر قنوات (وزعت على مجموعتين أ، ب) متفرعه من القناة الرئيسه (شط الحلة)، والتي تميزت بمتغيرات هيدروليكية مختلفة، استمرت مدة البحث لمدة ١٢ شهرا بدءاً من 2014 / 8 / 1 . اوضحت النتائج، ان نسجة تربة مقاطع القنوات عند مقدم الجريان اكثر خشونة وتجانساً مقارنة بما هي عليه في مؤخر الجريان ، وازدادت نسبة الغرين بمقدار مرتين عند المؤخر، وبلغت الكثافة النسبية للتربة حوالي 2.68 . كذلك حدوث زيادة في تركيز الرسوبيات عند مؤخر الجريان بمعدل (41, 64 جزء بالمليون) لمجموعتي القنوات (أ ، ب) على التوالي، اضافة الى زيادة في نسبة التركيز بمقدار 50% صيفاً و 21% شتاءاً عند مؤخر الجريان مقارنة بمقدم تلك القنوات .

لقد بينت النتائج، ان نسبة النقصان في مقطع الجريان والعمق الهيدروليكي عند مؤخر الجريان للقنوات كانت حوالي 34% ، مما يعني تصنيف قنوات المجموعتين (أ ، ب) الى قنوات غيرمستقرة وغير متوازنة. واشار البحث، الى ان تطبيق معادلتي Van_Rijn و Engelund and Hansen هما الاقرب لنتيجة التصريف الحقلي للرسوبيات مقارنة بالمعادلات المدروسة الاخرى ، وبمعامل ارتباط لا يقل عن 97% للعلاقة اللوغاريتمية الطردية الخاصة بهم .

وذكرت نتائج البحث ايضاً، ان للتصريف المائي وانحدار كتف مقطع الجريان (Z :1) دوراً واضحا في التأثير على مقدار تصريف الرسوبيات، مع توضيح تأثير التصريف المائي على حسابات الحمل العالق وحمل القاع للرسوبيات، والعلاقة اللوغاريتمية الطردية الحاصلة بينهم ،اضافة لبيان العلاقة اللوغاريتمية الطردية بين التصريف الحقلي للرسوبيات وتلك الاحمال (العالق والقاع) . بلغت نسبة الحمل العالق الى حمل القاع حوالي 30 مرة عند مقدم الجريان، بينما كانت حوالي 110 مرة في مقاطع القنوات عند مؤخر الجريان .

الكلمات المفتاحية : رسوبيات، القنوات الصغيرة ، شط الحلة، الحمل العالق، حمل القاع

Abstract

In this research, a field and laboratory study have been conducted to evaluate the movement of sediment load in irrigation canals of small discharge. Ten irrigation canals (divided into two groups A & B) branching from the main canal (Shatt Al-Hillah) were selected, which characterized by different hydraulic parameters . The research started from the date of 1 / 8 / 2014 , and continued for a period of time about 14 months . The results showed that the soil texture at the upstream of canals section was more rough and homogeneous compared to the section of downstream, and the silt ratio increased by twice at the downstream section. The relative density of soil was about 2.68 . Sediment concentration at the downstream section of canals increased with the amount of (64, 41 ppm) for the two canal groups (A & B) respectively , besides the increasing of concentration ratio of 50% in summer and 21% in winter of the downstream section compared to the upstream section of canals.

The results proved that the decreasing rate in the flow section and hydraulic depth was about 34% at the downstream of canals, which means that the canals of groups (A & B) are classified as unstable and unbalanced canals . Also the search stated that the application of **Van_Rijn** , **Engelund and Hansen** equations is the closest to the result of a field discharge of sediments compared to the other studied equations , with correlation coefficient not less than 97% for their positive logarithmic relationships . Results indicated that the water discharge and the shoulder slope of canal cross – section have a clear role in determining the amount of sediment load .

The results showed that the water discharge effects on the calculations of suspended & bed sediment loads,and the relationship between them is a positive logarithmic. Also it stated the positive logarithmic relation between the field sediment discharge and these loads. The ratio of suspended to bed loads is about 30 times at the upstream section , while it was about 110 times in the downstream section of canals .

Key words: Sediment, Small Canals, Shatt Al-Hillah, Suspended &Bed Loads.

1.المقدمة :-

تعد عملية تشغيل وصيانة مشاريع الري من الامور الاساسيه التي تأخذ بها مختلف البلدان ضمن برامجها التنموية لمعالجة مشكلة اعمال توفير المياه للانتاج الزراعي. وقد اظهرت دراسات عديدة معاناة المشاريع الاروائية من مخاطر حركة الرسوبيات وتأثيرها على الخواص الهيدروليكيه للجريان في تلك القنوات.

تصنف القنوات الاروائية وفقاً الى حجم الرسوبيات المتولدة فيها الى قنوات مستقرة غير متأثرة بحمل الرسوبيات ، وقنوات متوازنة من حيث حفاظها على مقطع الجريان وتوازنها بأعمال الترسيب والتعرية الحاصلة فيها ، وقنوات غير مستقرة، وغير متوازنة تحدث فيها اعمال ترسيب كبيرة مما يؤدي الى تغيير في مساحة وشكل المقطع العرضي للجريان [Topping *et. al*.,2000 ; Liu,2001].

لقد اجريت دراسات علمية عديدة في العقود الاخيرة حول حركة وتوزيع الرسوبيات فـي الانهـار، واستخدمت معادلات مختلفة كان اغلبها معادلات تجريبيه في حساب حجم حمل الرسوبيات، واعطى تطبيـق المعادلات نتائج متباينه مقارنة بالتصريف الحقلي لهذا الحمـل[Topping *et. al*.,2000]. كـذلك انجـزت دراسات بحثية محلية عديدة من ابرزها، ما قام به الباحث الداوي واخرون [Al_Delewy *et. al*.,2004] في دراسة هيدرولوجية وهيدروليكية الجريان لشط الحلة وبيان ابرز العوامل المؤثرة على حركة الرسـوبيات فيها، ثم قام الباحث الداوي [Al_Delewy,2005] بتطوير نموذج رياضي لتمثيل مخطط شـيلدز الخـاص بحركة الرسوبيات.اما ما انجز على الصعيد الخارجي، مـا قـام بـه البـاحثون[Ahmed *et. al*.,2007; El_Kadi,2009; Choden,2009; Zadeh,2012] بدراسة تأثير العوامل الهيدرولوجية والهيدروليكيـة لانهار مختلفة على حركة وتوزيع الرسوبيات، مع بيان النتائج الحقلية لحمل الرسـوبيات ومقارنتهـا بنتـائج المعادلات التجريبية الخاصة بحساب الحمل المذكور، بينما استخدم بـاحثون اخـرون [Moussa *et. al*., 2007; McDonald *et. al*.,2010 ; Kwan *et. al*.,2010 ; Kiat *et. al*., 2011 ; Osman *et. al*., 2011; Van Rijn,2012; Kheder *et. al*., 2014] طرق النمذجة الرياضية ونظم المحاكاة في تحليـل وتوزيع الرسوبيات بواسطة تطبيق بعض معادلات حساب حمل الرسوبيات الرئيسة، فضلا عن ما انجز مـن دراسات[Topolska *et. al*.,2008; Kemper,2012] حول تأثير مورفولوجية القنـوات المائيـة علـى مقدار حمل الرسوبيات وعلاقته بالخواص الهيدروليكية للجريان .

تتميز اغلب المعادلات التجريبية المستخدمة في حساب حمل الرسوبيات للقنوات المائية، بأنها ذات نتائج متباينة عند مقارنتها بالتصريف الحقلي للرسوبيات، مما يجعل تعميم تطبيق هذه المعادلات غير ممكن بسبب مواصفات الجريان المتغيرة وطوبوغرافية الارضي المارة بها تلك القنوات [Fraley, 2004] .

اتجه هدف البحث نحو تقييم حركة الرسوبيات في القنوات الاروائية ذات التصاريف الصغيره نسبياً، لكونها الاكثر استخداماً من قبل المزارعين في العراق و تأثراً بحركة الرسوبيات مقارنة مع ما يحصل في القنوات المائية ذات التصاريف الكبيرة ، مع بيان اثر التغاير الموسمي على مواصفات الرسوبيات فيها. كذلك اتجه البحث نحو توضيح مدى كفاءة تطبيق بعض المعادلات التجريبية المتميزة باستخدامها من قبل الباحثين في حساب حمل الرسوبيات، وبيان التحليل الهيدروليكي والاحصائي لبعض المتغيرات المؤثرة على حجم الرسوبيات فيها. لقد استخدمت القنوات الاروائية المتفرعه من شط الحلة الذي يستلم مياهه من نهر الفرات، كحالة دراسية تطبيقية لهذا البحث.

2.التحليل النظري لطرق حساب حمل الرسوبيات :-

يشتمل الحمل الكلي للرسوبيات في القنوات الاروائية على نوعين رئيسين هما حمل القاع والحمل العالق، [Liu,200; Topping *et. al*.,2000]. يكون حمل القاع قريباً من سطح قاع القناة اوفي وضع تلامس معه، لذا يتأثر هذا الحمل بمقدار لجهاد القص المؤثر، وتختلف حركة حمل القاع من القفز أو الدحرجة الى الانزلاق على سطح القاع وفقاً لحالة الجريان الحاصل في القناة .

اما النوع الثاني الذي يسمى بالحمل العالق، فأنه يتحرك بعيداً عن قاع القناة بفعل الحركة الاضطرابية للجريان ، وتكون كثافة رسوبيات هذا الحمل اقل مقارنة بحمل القاع [Topping *et. al*.,2000] .

تشير بعض المصادر، الى نوع ثالث من حمل الرسوبيات يسمى بحمل الغسل (Wash load)، وتتميز جزيئات هذا النوع بقوام ناعم و وزن خفيف جداً، وتكون مواصفات جزيئاته قريبة من مواصفات الحمل العالق، لذا صنف هذا النوع ضمنياً كجزء من الحمل العالق، [Liu,2001;Topping *et. al*.,2000, Zadeh,2012].

لقد اقترح بعض الباحثين مثل Einstein الفصل بين الحمل العالق وحمل القاع ، واعتمد المقدار $2d_{50}$ (القطر المتوسط لجزيئات الرسوبيات d_{50}) كارتفاع لطبقة الجريان الخاصة بحمل القاع، بينما رأى الباحث Bijker ان المقترح السابق يتعارض مع الواقع الفعلي لقاع القنوات الاروائية، لذا عدل المقترح المذكور الى اعتماد ارتفاع معدل خشونة القاع كفاصل بين طبقة حمل القاع والحمل العالق، [Topping *et. al*., 2000]

لقد وضعت معادلات عديدة في العقود الماضية من قبل الباحثين Kalinske Frijlink وMeyer_Peter و Einstein_Brown لحساب حمل القاع تميزت بنتائجها المتباينة عند مقارنتها بالتصريف الحقلي لحمل القاع [Topping *et. al*.,2000] .

كذلك وضح الباحث Einstein بوضع معادلة لحساب الحمل العالق، باستخدام نظرية براندل (Prandtl's Theory) في حساب التوزيع العمودي لجزيئات رسوبيات هذا الحمل [Liu,2001;Topping *et. al*.,2000]. ثم طورها الباحث Bijker لتكون بالصيغة التالية :

$$q_{sus} = 1.83 * q_B * \left(I_1 * \ln\left(\frac{h}{0.033 * K_s}\right) + I_2 \right) \qquad ...(1)$$

حيث تمثل q_{sus} كمية الحمل العالق ، q_B كمية حمل القاع ، I_1 &I_2 معاملات انشتاين ، h مقدار عمق الماء في القناة ، K_s معدل خشونة القاع .

لقد رأى بعض الباحثين [Liu,2001,Ahmed *et. al*.,2007,El_Kadi,2009 ,Zadeh,2012] ان تعريف الرسوبيات بمقدار حملها الكلي يعد كافياً لاعطاء فكرة مناسبة عن مقدار الرسوبيات واثرها على خواص الجريان في القنوات الاروائية ، بينما رأى البعض الاخر [Topping *et. al*.,2000 Choden,2009 ; McDonald *et. al*.,2010; Van Rijn,2012] ضرورة دراسة الحمل العالق وحمل القاع لتحديد الحمل الكلي. لذا اتجه البحث نحو دراسة تلك المعادلات بنوعيها، ولختيار المعادلات الاكثر استخداماً ورصانة وتقاربا في قيمها مع النتائج الحقلية لحمل الرسوبيات. تصنف المعادلات التالية على انها معادلات تجريبية، بنيت على اساس التجارب المختبرية والفحوصات الحقلية لمواقع مختلفة من مقاطع

الجريان للفنوات الاروائية، [Liu,2001; Topping *et. al*.,2000 ; Ahmed *et. al*.,2007, Zadeh,2012; Van Rijn,2012] .

1. معادلة Engelund and Hansen Formula (1967)

$$q_s = \frac{0.05 * V^5}{(s-1)^2 * \sqrt{g} * d_{50} * C^3} \qquad ...(2)$$

$$C = \frac{V}{\sqrt{h * S_o}} \qquad ...(3)$$

حيث تمثل q_s الحمل الكلي للرسوبيات م^2 / ثا، V معدل سرعة الجريان م / ثا، C معامل شيزي م$^{0.5}$/ثا، s الكثافة النسبية، S_o انحدار قاع الفناة، h معدل عمق الماء في الفناة متر، d_{50} القطر المتوسط للجزيئة م، g التعجيل الجاذبي م/ثا^2.

2. معادلة Ackers and White Formula (1973)

$$q_s = G_{gr} * s * d_{35} * \left(\frac{V}{U_*}\right)^n \qquad ...(4)$$

حيث تحسب متغيرات المعادلة (4) بالشكل الاتي :

$$G_{gr} = c * \left(\frac{F_{gr}}{A} - 1\right)^m \qquad ...(5)$$

$$A = \frac{0.23}{\sqrt{D_*}} + 0.14 \qquad ...(6)$$

$$m = \frac{9.66}{D_*} + 1.334 \qquad ...(7)$$

$$D_* = \left[\frac{(s-1) * g}{v^2}\right]^{\frac{1}{3}} * d_{35} \qquad ...(8)$$

$$F_{gr} = \frac{U_*^n}{\sqrt{g * d_{35} * (s-1)}} \left[\frac{V}{\sqrt{32} \log\left(\frac{10\,h}{d_{35}}\right)}\right]^{1-n} \qquad ...(9)$$

$$n = 1 - 0.56 \log D_* \qquad ...(10)$$

$$\log c = 2.86 * \log D_* - (\log D_*)^2 - 3.53 \qquad ...(11)$$

حيث تمثل D_* المعامل اللابعدي لجزيئة الرسوبيات، s الكثافة النسبية، d_{35} قطر جزيئة الرسوبيات (35% انعم) متر، h معدل عمق الماء في الفناة متر، v اللزوجة الكينماتية للماء م^2/ ثا، F_{gr} المعامل اللابعدي لحركة الجزيئة ، A مقدار F_{gr} عند بداية حركة الجزيئة، G_{gr} المعامل اللابعدي لنقل الجزيئة ، C ثابت يتعلق بمعامل النقل اللابعدي، m & n ثوابت، U_* مقدار سرعة القص للجريان م/ثا ($U_* = \sqrt{g * R * S}$) ، V معدل سرعة الجريان م/ثا ، q_s الحمل الكلي للرسوبيات نسبة الى عرض الفناة م^2 / ثا .

3. معادلة Yang Formula (1973)

$$\log C_t = I + J \log\left(\frac{V * S_o - V_{cr} * S_o}{V_s}\right) \qquad ...(12)$$

حيث تحسب متغيرات المعادلة (12) بالشكل التالي :

$$I = 5.435 - 0.286 * \log\left(\frac{V_s * d_{50}}{v}\right) - 0.457 * \log\left(\frac{U_*}{V_s}\right) \qquad ...(13)$$

$$J = 1.799 - 0.409 * \log\left(\frac{V_s * d_{50}}{v}\right) - 0.314 * \log\left(\frac{U_*}{V_s}\right) \qquad ...(14)$$

$$V_{cr} = 2.05 * V_s \qquad ...(15)$$

$$q_s = 0.001 * C_t * V * h \qquad ...(16)$$

حيث تمثل q_s الحمل الكلي للرسوبيات كغم/ ثا ، C_t حمل الرسوبيات بوحدة جزء بالمليون، V معدل سرعة الجريان م/ ثا، V_{cr} معدل السرعه الحرجة عند بداية حركة الجزيئة م/ ثا، h معدل عمق الماء م، S_o انحدار قاع القناة، I & J معاملات Yang، V_s سرعة الترسيب م/ ثا، d_{50} القطر المتوسط للجزيئة م ، U_* سرعة القص م / ثا، ν اللزوجة الكينماتية للماء م٢/ثا .

4. معادلة Brownlie Formula (1981)

$$q_s = 727.6 * C_f * (F_g - F_{gcr})^{1.978} * S_o^{0.6601} * \left(\frac{R}{d_{50}} \right)^{-0.3301} \qquad ...(17)$$

حيث تحسب متغيرات المعادلة (17) بالشكل التالي :

$$F_g = \frac{V}{\sqrt{((s-1) * g * d_{50})}} \qquad ...(18)$$

$$F_{gcr} = 4.596 * \mathcal{T}_{*o}^{0.5293} * S^{-0.1405} * \sigma_s^{-0.1696} \qquad ...(19)$$

$$\mathcal{T}_{*o} = 0.22 * Y + 0.06 * (10)^{-7.7\,Y} \qquad ...(20)$$

$$Y = (\sqrt{s-1} * R_g)^{-0.6} \qquad ...(21)$$

$$R_g = \frac{(g * d_{50}^3)^{0.5}}{31620 * \upsilon} \qquad ...(22)$$

حيث تمثل C_f معامل نسبة نقل الجزيئات (C_f = 1.0) للفحص المختبري وC_f = 1.268 للفحص الحقلي)، F_g رقم فرود للجزيئة، F_{gcr} رقم فرود الحرج للجزيئة، اجهاد القص الحرج اللابعدي، انحراف تدرج جزيئة الرسوبيات، S_o انحدار قاع القناة، d_{50} القطر المتوسط للجزيئة م، s الكثافة النسبية، R_g رقم رينولدز للجزيئة، R نصف القطر الهيدروليكي م، ν اللزوجة الكينماتية م^2 / ثا، g التعجيل الجاذبي م/ ثا^2، q_s الحمل الكلي للرسوبيات م٢/ثا .

5. معادلة Van Rijn Formula (1984 , 2004)

تميزت معادلة Van Rijn عن المعادلات السابقة بأن حسابها لكمية الحمل الكلي للرسوبيات اعتمد على ايجاد حمل القاع والحمل العالق ثم جمعهما لبيان الحمل الكلي للرسوبيات، وتصنف على انها من احدث المعادلات في هذا المجال .

5 – 1 : حساب حمل القاع

$$q_b = U_b * S_b * C_b \qquad ...(23)$$

حيث يتم حساب متغيرات المعادلة (23) بالشكل التالي :

$$U_b = 1.5 * T^{0.6} * [(s-1) * g * d_{50}]^{0.5} \qquad ...(24)$$

$$S_b = 0.3 * D_*^{0.7} * T^{0.5} * d_{50} \qquad ...(25)$$

$$C_b = 0.18 * C_o * \frac{T}{D_*} \qquad ...(26)$$

$$T = \frac{(\bar{U}*)^2 - (U_{*cr})^2}{(U_{*cr})^2} \qquad ...(27)$$

$$\bar{U}_* = \frac{\sqrt{g} * V}{\bar{C}} \qquad ...(28)$$

$$D_* = [\frac{(s-1) * g}{\upsilon^2}]^{1/3} * d_{50} \qquad ...(29)$$

وبذلك تصبح المعادلة (23) بالشكل التالي :

$$q_b = 0.053 * (s-1)^{0.5} * g^{0.5} * d_{50}^{1.5} * D_*^{-0.3} * T^{2.1} \qquad ...(30)$$

ولحساب المتغير U_{*cr} ، نستخدم المعادلات التاليه :

$$U_{*cr} = \sqrt{\theta_{cr} * (s-1) * g * d_{50}} \qquad ...(31)$$

$$\theta_{cr} = 0.24 * D_*^{-1} \qquad 1 < D_* \leq 4 \qquad ...(32)$$

$$\theta_{cr} = 0.14 * D_*^{-0.64} \qquad 4 < D_* \leq 10 \qquad ...(33)$$

$$\theta_{cr} = 0.04 * D_*^{-0.1} \qquad 10 < D_* \leq 20 \qquad ...(34)$$

ولحساب المتغير $\bar{C}$ نستخدم المعادلة الاتية :

$$\bar{C} = 18 * \log\left(\frac{12 * h}{3 * d_{90}}\right) \qquad ...(35)$$

حيث تمثل q_b حمل القاع نسبة الى وحدة العرض م^2/ ثا، U_b معدل سرعة حركة الجزيئة م/ ثا، C_b تركيز حمل القاع، C_o اعظم تركيز حجمي للجزيئة (يستخدم المقدار 0.65)، T معامل لاجهاد القص للقاع، D_* المعامل اللابعدي للجزيئة، $\bar{U}*$ مقدار سرعة القص للقاع الخاص بالجزيئة م/ثا، $\bar{C}$ معامل جيزي للجزيئة م$^{0.5}$ / ثا، S_b مقدار ارتفاع قفز الجزيئة م، s الكثافة النسبية، d_{50} القطر المتوسط للجزيئة م، g التعجيل الجاذبي م / ثا^2.

2 – 5 : حساب الحمل العالق

$$q_{sus} = F * V * h * C_a \qquad ...(36)$$

$$F = \frac{(\frac{a}{h})^{\bar{z}} - (\frac{a}{h})^{1.2}}{(1-\frac{a}{h})^{\bar{z}} * (1.2 - \bar{z})} \qquad ...(37)$$

حيث تحسب المتغيرات الوارده في المعادلة (36) بالشكل الاتي :

$$Z = \frac{V_s}{\beta * K * U_*} \qquad ...(38)$$

$$\bar{Z} = Z + \psi \qquad ...(39)$$

$$C_a = \frac{0.015 * d_{50} * T^{1.5}}{a * D_*^{0.3}} \qquad ...(40)$$

$$\beta = 1 + 2 * \left(\frac{V_s}{U_*}\right)^2 \quad ...(41)$$

$$\psi = 2.5 * \left(\frac{V_s}{U_*}\right)^{0.8} * \left(\frac{C_a}{C_o}\right)^{0.4} \quad ...(42)$$

حيث تمثل F معامل شكل الجزيئة، V معدل سرعة الجريان م/ ثا، U_* مقدار سرعة القص م/ ثا، C_a التركيز (المرجع)، h معدل عمق الماء م، D_* المعامل اللابعدي للجزيئة، Z رقم العالق، $\bar{Z}$ الرقم المعدل للعالق، β معامل مزيج الجزيئة بالمحاول، ψ معامل تصحيح التقسيم الى حملين، K ثابت فان كامن= 0.4 σ_s الانحراف المعياري، d_{50} القطر المتوسط للجزيئة م، V_s معدل سرعة الترسيب م/ ثا، T معامل اجهاد القص للقاع، ($a = K_s = 200 * d_{50}$)، K_s معدل ارتفاع خشونة القاع م، U_{*cr} سرعة القص الحرجة للقاع، q_{sus} حمل العالق نسبة لوحدة العرض م^2/ ثا .

6. معادلة Bijker Formula (1992)

اعتمد بناء معادلة Bijker على استخدام معادلات Meyer – Peter وEinstein وتطويرهما. اذ استخدمت صيغ جديدة في حساب ارتفاع خشونة القاع ومرجعية تركيز الرسوبيات (Reference Sediment Conc.) وادخالهما في معادلات حساب حمل القاع وحمل العالق، وكالاتي :

$$q_B = \emptyset_B * d_{50} * \sqrt{(s-1) * g * d_{50}} \quad ...(43)$$

$$\emptyset_B = 8 * (\theta - \theta_c)^{1.5} \quad ...(44)$$

$$\theta = \frac{\bar{\tau}_b / \rho}{(s-1) * g * d_{50}} \quad ...(45)$$

$$\bar{\tau}_b = \frac{\rho}{2} * \left(\frac{0.06}{\left(\log\left(12h/_{2.5 * d_{50}}\right)\right)^2}\right) * V^2 \quad ...(46)$$

حيث تمثل q_B حمل رسوبيات القاع م^2/ثا ، $\bar{\tau}_b$ اجهاد القص المؤثر ، θ معامل شيلدز المؤثر (effective shields parameter)، θ_c معامل شيلدز الحرج .

لمعرفة مقدار المعامل θ_c من خلال مخطط شيلدز، يحسب اولا معامل SF (Fluid _Sediment Parameter)، ثم بتسقيط قيمة SF على المخطط ، يتم الحصول على قيمة θ_c.

يحسب المعامل SF من تطبيق المعادلة التالية :

$$SF = \frac{d_{50} * \sqrt{(s-1) * g * d_{50}}}{4 * \upsilon} \quad ...(47)$$

اما لحساب الحمل العالق ، فقد اقترح Bijker المعادلة التالية :

$$q_{sus} = 1.83 * q_B * \left(I_1 * \ln\left(\frac{h}{0.033 * K_s}\right) + I_2\right) \quad ...(48)$$

ويتم حساب عناصر معادلة Bijker من العلاقات ادناه :

$$I_1 = 0.216 * \frac{A^{(z_*-1)}}{(1-A)^{z_*}} \int_A^1 \left(\frac{1-x}{x}\right)^{z_*} . dx \quad ...(49)$$

$$I_2 = 0.216 * \frac{A^{(Z_*-1)}}{(1-A)^{Z_*}} \int_A^1 \left(\frac{1-x}{x}\right)^{Z_*} * \ln x . dx \qquad ...(50)$$

$$Z_* = \frac{V_s}{K * U_*} \qquad ...(51)$$

$$V_s = \frac{\sqrt{\left(\frac{36*\upsilon}{d_{50}}\right)^2 + 7.5*(s-1)*g*d_{50}} - \frac{36*\upsilon}{d_{50}}}{2.8} \qquad ...(52)$$

$$U_* = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}} \qquad ...(53)$$

$$\tau_b = \frac{\rho}{2} * \left(\frac{0.06}{\left(\log\left(12h/_{100*d_{50}}\right)\right)^2}\right) * V^2 \qquad ...(54)$$

حيث تمثل q_b و q_{sus} حمل القاع وحمل العالق على الترتيب م^٢^/ثا، h معدل عمق الماء م، K_s معدل ارتفاع الخشونة ($K_S = 100*d_{50}$)، I_1 و I_2 معاملات Bijker ، U_* سرعة القص م/ ثا، SF معامل المائع الرسوبي، K معامل فان– كارمن ($K = 0.4$)، τ_b لجهاد القص عند قاع القناة نيوتن/ م^٢^، V_s سرعة الترسيب م/ ثا، d_{50} القطر المتوسط لجزيئة الرسوبيات م، ($A = \frac{k_s}{h}$) .

3.العمل الحقلي والمختبري :-

اختير عشر قنوات اروائية متفرعه من شط الحلة، الشكل رقم (1). تتميز بتباين خواص بياناتها الهيدروليكيه واعطاء صورة مناسبة عن مواصفات تلك القنوات واثرها على حجم الرسوبيات.

ابتدأت مدة الفحص الحقلي والمختبري من شهر اب 2014 واستمرت لمدة 12 شهر، مستوفية التغاير الموسمي في تلك المدة .

3-1 التصريف المائي للقنوات الاروائية

اختير موقعان على كل قناة لقياس التصريف، احدهما عند بداية القناة، والاخر عند نهايتها. لقد استخدم جهاز عداد التيار(Current Meter) لقياس الجريان. اعتمدت طريقة القياس على تقسيم المقطع العرضي للجريان عند كل موقع الى عدة شرائح عمودية بعرض 1 متر لكل منها، وعمق يوازي عمق الماء عند تلك الشريحة لغرض الحصول على نتائج دقيقة في حساب كمية التصريف.

حسبت كمية التصريف لكل شريحة من ضرب معدل سرعة الجريان عند كل شريحة في مساحتها. ان جمع تصريف تلك الشرائح يؤدي الى تحديد التصريف الكلي لكل قناة .

ان البيانات الهيدروليكية قسم مستقاة منها من مديرية الموارد المائية لمحافظة بابل [Personal Communications, 2014-2015]، والقسم الاخر من الفحص الموقعي للجريان في تلك القنوات، كما موضح في الجدول (1).

3-2 تحليل توزيع جزيئات تربة مقاطع القنوات

اخذت نماذج التربة من قاع تلك القنوات عند منتصف المقطع العرضي لها وبعيدا عن جوانب المقطع لغرض الحصول على توزيع دقيق لجزيئات الرسوبيات فيها. بلغ عدد نماذج الفحص نموذجين لكل قناة

(بداية ونهاية القناة). واجريت اعمال التحليل المختبري لتوزيع جزيئات التربة وفقا للتصنيف المعتمد على حجم جزيئات التربة، وتحديد المواصفات المطلوبة لحساب حجم الرسوبيات.

3-3 تركيز الرسوبيات في مياه القنوات

اخذت نماذج عديدة من مياه تلك القنوات لغرض تحديد تركيز الرسوبيات باستخدام جهاز (Bottle type) المخصص لذلك. لقد اعتمدت الطريقة القياسية(تقسيم مقطع القناة الى شرائح، واخذ نماذج من ارتفاعات مختلفة عند عمق المياه) لاخذ نماذج الفحص وبمعدل نموذج واحد لكل كمية تصريف، يبلغ عدد نماذج الفحص أربعة نماذج لكل قناة (نموذج واحد لكل من موقعي بداية ونهاية القناة) مقسمة على مدة التغاير الموسمي (موسمي الصيف والشتاء) على امتداد مدة العمل.

تم حساب معدل تركيز الرسوبيات للنموذج عند كل موقع فحص، بأخذ معدل القراءات لكل شريحة مضروبة في مساحتها، ثم يجمع تصريف تلك الشرائح للحصول على التركيز الكلي، وبعدها يقسم ما ورد سابقا على المساحة الكلية للمقطع العرضي للحصول على معدل تركيز الرسوبيات في كل كمية تصريف للموقع الواحد عند كل قناة، وتكون وحدة قياس معدل التركيز جزء بالمليون ppm، الجدول (2) يوضح معدل تركيز الرسوبيات في مياه تلك القنوات.

4. تحليل النتائج والمناقشات :-

4-1: مواصفات تربة قاع القنوات الاروائية.

لقد اشارت بيانات التحليل الحجمي لتربة قاع القنوات الى تقارب وتشابه فيما، وعلى اساسه قسمت القنوات الى مجموعتين وفقاً لذلك، هما المجموعة(أ) وتشمل على قنوات المحاويل والامير والجربوعية والظلمية، بينما تمثل المجموعة (ب) بقية القنوات المبينة في الجدول رقم (1). يوضح الشكل (2) التحليل الحجمي للتربة عند مقدم ومؤخر الجريان لكلا المجموعتين .

لقد اوضح تصنيف تربة القنوات لكلا المجموعتين بأنها تربة رملية غرينية مع نسبة قليلة جدا من الطين، وتراوح مقدار الكثافة النسبية لتربة قاع جميع القنوات بين 2.665 – 2.690، لذا تم اقتراح المقدار 2.68 لتربة جميع القنوات .

واوضحت بيانات التحليل الحجمي، أن تربة مقدم الجريان عند جميع القنوات كانت اكثر خشونة مما هي عليه عند المؤخر، اذ بلغ قطر جزيائتهـا (d_{65} = 0.210 , d_{50} = 0.115 , d_{35} = 0.078) للمجموعـة (أ) و(d_{65} = 0.091 , d_{50} = 0.069 , d_{35} = 0.046) للمجموعة(ب)عند مقدم الجريان مقارنة بـ (d_{65} = 0.195 , d_{50} = 0.100 , d_{35} = 0.069) للمجموعـة(أ) و(d_{65} = 0.075 , d_{50} = 0.051 , d_{35} = 0.031) للمجموعة(ب) عند المؤخر . وكانت تربة قاع جميع القنوات اكثر تجانساً عند مقدم الجريان ممـا هي عليه في مؤخرها، اذ ازدادت نسبة الغرين (Silt) مع ظهور نسبة قليلة من الطين في نماذج الفحص عند مؤخر الجريان. لقد لوحظ زيادة نسبة الغرين من معدل 35% في مقدم الجريان الى 60% عند مـؤخر كـلا المجموعتين، ويعزى عادة سبب ذلك الى نقصان التصريف المائي عند مؤخر القنوات، والذي يؤدي بـدوره الى ترسب الحمل العالق وتقليل مساحة مقطع الجريان معرضاً ذنائب القنوات (مؤخر الجريان) الى الطمر في حالة عدم ازالة الرسوبيات منها .

4-2: تركيز الرسوبيات في مياه القنوات الاروائية.

تراوحت قيم تركيز الرسوبيات بين 144 – 262 جزء بالمليون لمجموعة القنوات (أ)، بينما كانت بين 78– 204 جزء بالمليون لمجموعة القنوات (ب)، مع ملاحظة ازدياد معدل التركيز بنسب متفاوتة عند مؤخر الجريان مقارنة بمقدم القناة .

لقد بلغ مقدار زيادة تركيز الرسوبيات عند مؤخر الجريان بين 51 – 81 جزء بالمليون وبمعدل 64 جزء بالمليون لمجموعة القنوات (أ)، بينما تراوحت قيم الزيادة بين 22 –58 جزء بالمليون وبمعدل 41 جزء بالمليون لمجموعة القنوات (ب). وبذلك كان معدل نسبة زيادة التركيز لجميع القنوات حوالي 50% مقارنة بمعدل تركيز الرسوبيات عند مقدم الجريان في القناة .

كذلك تم دراسة اثر التغاير الموسمي على تركيز الرسوبيات في القنوات الاروائية (موضوع البحث) وذلك باخذ نماذج فحص اضافية من المياه في شهر كانون الاول 2014 (موسم الشتاء)، وبمعدل نموذج فحص واحد لكل من مقدم ومؤخر الجريان للقناة ، وبمجموع 20 نموذج فحص لجميع القنوات . ومقارنة ذلك بنماذج الفحص (موضوع البحث) المأخوذة في شهر نيسان 2015 (موسم الفيضان (بداية موسم الصيف)).

لقد وجد ان معدل نسبة الزيادة في تركيز الرسوبيات عند مؤخر الجريان بلغ 21% لجميع القنوات في مدة الفحص الشتوي . لذا فأن التغاير الموسمي (الموسم الصيفي) كان له تأثير واضح في زيادة التركيز حوالي 29% مقارنة بالموسم الشتوي. وقد يرجع سبب ذلك الى عوامل عديدة منها الظروف المناخية وتأثير موسم الفيضان وما يحمله من مواد رملية وغرينية، فضلا عن الاستهلاك الكبير للمياه في موسم الصيف للاغراض الاروائية ، وتأثير تذبذب كمية مياه شط الحلة (النهر المغذي للقنوات) في ايام السنة .

4-3: توازن المقطع الهيدروليكي للقنوات الاروائية .

توضح البيانات الهيدروليكية لمقاطع الجريان العائدة للقنوات الاروائية المبينة في الجدول (1)، حصول نقصان في مساحة المقطع العرضي وعمقها الهيدروليكي لمؤخر الجريان بنسبة تتراوح بين 29 – 43 % لقنوات المجموعة (أ)، و30 – 41 % لقنوات المجموعه (ب) مقارنة بمقطع مقدم الجريان، وكان المعدل العام للنقصان في مساحة المقطع والعمق الهيدروليكي للقنوات كافة حوالي 34% عند مؤخر الجريان. لذا وفقا لذلك النقصان، تصنف جميع القنوات الاروائية (موضوع البحث) الى قنوات غير مستقرة وغير متوازنة، اذ تكون نواتج عملية الترسيب اكثر مما هي عليه في عملية التعرية، وهذا يفسر مدى الحاجة الفعلية الى اعمال الكري المستمرة لتلك القنوات ضمن برنامج مراقبة دورية لتلافي حدوث دفن وانطمار بعض اجزاء تلك القنوات، لا سيما عند ذنائبها .

4-4: استخدام المعادلات النظرية في حساب تصريف الرسوبيات .

تتأثر ظاهرة نقل الرسوبيات في القنوات الاروائية بمجموعة من العوامل الفيزياوية والهيدروليكيه والهيدرولوجية لحالة الجريان في تلك القنوات، مما يجعل من الصعوبة تحديد نتائج نظرية دقيقة لكمية الرسوبيات المنقولة .

لقد بنيت نماذج رياضية ومعادلات تجريبية عديدة لحساب تصريف الرسوبيات، تميزت بأختلاف فرضياتها التي قامت عليها، مما نتج حصول تباين واضح في نتائجها مقارنة بنواتج الفحص الحقلي لها .

يوضح الجدول (2) نتائج الفحص الحقلي لتركيز الرسوبيات ومقدار تصريفها لجميع القنوات (المجموعتين أ، ب)، مع بيان نتائج التطبيق لمعادلات (E&H, A&W, Yang, Brownlie, Van Rijn, Bijker formulas) المشار لها سابقا ، وكان الهدف الرئيس من تلك المقارنة هو الوصول الى المعادلة الاكثر قربا وتطابقا بقيمها

مع التصريف الحقلي. لقد لوحظ ان معادلتي (E&H, Van Rijn) قد حققت ذلك، بنسبة فرق للتصريفين الحقلي والنظري اقل مقارنة بنتائج المعادلات الاخرى ، كما موضح في الجدول (3) .

ان عدم تطابق نتائج التصريف النظري مع التصريف الحقلي ، هو ما اجتمعت عليه جميع البحوث العلمية العاملة في هذا المجال ، لذا كان اتجاه البحوث الخاصة بظاهرة الرسوبيات هو اختيار المعادلة الاقرب في تحقيق التطابق، ويلاحظ من بيانات الجدول (3) ان معادلة (Van Rijn) قد حققت افضل نتيجة (± 13%) في التطابق لمجموعة القنوات (أ)، بينما حققت معادلة (E&H) النتيجة(27 ±) لمجموعة القنوات (ب) .

يمكن القول وبصورة عامة، ان معادلتي (E&H) و(Van Rijn) هما الاكثر ملاءمة في حساب التصريف النظري للرسوبيات في القنوات الاروائية ذات التصاريف الصغيرة .

اما سبب ملاءمة تطبيق معادلة (Van Rijn) لمجموعة القنوات (أ) اكثر من تطبيق معادلة (E&H)، قد يعزى الى ما تميزت تلك القنوات من زيادة في كمية التصريف المائي (7.29 – 10.64 م^3 / ثا) ومعدل عمق الماء فيها (1.30 – 1.78 م)،وخشونة مادة الرسوبيات عند مقدم الجريان ومؤخرها (d_{65} = 0.091 – 0.210 , d_{50} = 0.069 – 0.115 , d_{35} = 0.046 – 0.078) مقارنة بمواصفات مجموعه القنوات (ب) الاقل نسبيا. يوضح الشكل (3) علاقة التصريف الحقلي للرسوبيات بالتصريف النظري المحسوب من تطبيق المعادلات التجريبية، اذ تميزت بانها علاقة لوغاريتمية طردية بمعامل ارتباط لا يقل عن 65% (معادلة yang)، ويصل الى 97% (معادلتي Van Rijn , E & H) وبخطأ معياري قليل نسبيا للمعادلات كافة .

4-5: تأثير انحدار كتف القناة الاروائية على حمل الرسوبيات .

لقد اوضح التحليل الرياضي لنماذج المعادلات التجريبيه الخاصه بحساب حمل الرسوبيات ، تأثير مجموعة من العوامل على حساب ذلك الحمل، كما مبين في الدالة الرياضية الاتية :

$$q_s = f\ (d_{50} ,V ,h ,S_0 ,s)$$

ومن الدراسة الحقلية لحساب تركيز الرسوبيات ومقدار تصريفها في القنوات الاروائية (موضوع البحث)، لوحظ ان قناة الجربوعية الواقعه ضمن المجموعة (أ)، تميزت بأنحدار كتف مقطعها العرضي (1: 1.5) عن بقية قنوات المجموعة (1 :1) ، وتقاربت معها بمواصفاتها الهيدروليكية وتحليل التربة. لقد بلغ تركيز الرسوبيات عند مقدم قناة الجربوعية 144 جزء بالمليون، و 206 جزء بالمليون عند مؤخرها، بينما بلغ معدل تركيز الرسوبيات لبقية قنوات المجموعة (183 جزء بالمليون عند مقدمها، و 248 جزء بالمليون عند مؤخر تلك القنوات)، جدول (2) .

لذا يمكن القول ان لانحدار كتف القناة (Z : 1) دورا واضحا في تحديد مقدار حمل الرسوبيات، لمـا له من تأثير على معدل عمق الجريان ومقطع توزيع السرعه، فضلا عن تـأثير ذلـك علـى زخـم القـوى الهيدروليكية المنتقلة بين جوانب ومنتصف القناة .

ويمكن وصفه متغيراً هيدروليكياً اخر يضاف الى مجموعة العوامل الموضحة في الدالة الرياضية المذكورة سابقا. لذا نوصي بتوسيع دراسة تأثير انحدار كتف القناة لاجل الوصول الى بيان دوره الواضح في تحديد مقدار حمل الرسوبيات وحركتها .

4-6: التحليل الهيدروليكي والاحصائي لتأثير التصريف المائي وتطبيق معادلة Van Rijn .

يعد التصريف المائي حصيلة هيدروليكية لتأثير مجموعة من العوامل الهندسية والزراعية والادارية للموارد المائية في القنوات الاروائية، وله دور متميز في تحديد حركة وحمل الرسوبيات. لذا درست في هذه الفقرة ، العلاقة بين التصريف المائي في القنوات والتصريف الحقلي للرسوبيات فيها .

يبين الشكل (4) العلاقة اللوغارتمية الطردية بين التصريف المائي والتصريف الحقلي للرسوبيات، والتي تميزت بمعامل ارتباط 99% وخطأ معياري لا يتجاوز $10^{-3} * 4.6$ ومعامل تغير حوالي 0.7 مما يدل على قلة التغير نسبة الى قيمة المعدل ، ورصانة التخمين للعلاقة اللوغارتيمية ومعامل الترابط .

لقد لوحظ في حالة اعتماد ثبات التصريف المائي (كمية التصريف) نظريا عند مقدم ومؤخر الجريان في القنوات، سيزداد التصريف الحقلي للرسوبيات بمعدل 250% عند المؤخر مقارنة بمقدم الجريان. اما التطبيق الحقلي (العملي) يشير الى حصول نقصان في التصريف المائي عند ذنائب القنوات (مؤخر الجريان) مما يؤدي الى نقصان التصريف الحقلي للرسوبيات بمعدل 30% مقارنة بمقدم الجريان وبمعامل ارتباط 99% وخطأ معياري ومعامل تغير بسيط لا يذكر ، الشكل (5) .

كما ذكر سابقا، ان نتائج تطبيق معادلة Van Rijn كانت الاقرب لاغلب قيم التصريف الحقلي للرسوبيات، لذا اتجه البحث ضمن هذه الفقرة ايضا الى بيان علاقة كل من الحمل (التصريف) الكلي، والحمل العالق، وحمل القاع للرسوبيات الناتج من هذا التطبيق من جهة والتصريف المائي والتصريف الحقلي للرسوبيات من جهة اخرى .

يوضح الشكل (6) العلاقة اللوغاريتيميه الطردية بين نتائج تطبيق معادلة Van Rijn والتصريف المائي في القنوات، وكانت بمعامل ارتباط لا يقل عن 91% وخطأ معياري لا يتجاوز $10^{-5} * 4.9$ ومعامل تغير 0.76 لجميع احمال الرسوبيات، مما يعطي ثقة عالية للعلاقة اللوغاريتمية وقوة لتخمين معامل الارتباط. وقد لوحظ تطابق قيم الحمل الكلي والحمل العالق للرسوبيات في الشكل المذكور، بسبب حجم (تصريف) الحمل العالق الكبير مقارنة بصغر حجم حمل القاع .

يبين الشكل (7) العلاقة اللوغاريتمية الطردية لكل من الحمل الكلي والحمل العالق وحمل القاع مع التصريف الحقلي للرسوبيات، وكانت بمعامل ارتباط لا يقل عن 95% لكلا الحملين الكلي والعالق و90% لحمل القاع وبخطأ معياري ومعامل تغير قليل عديم الاهمية . وبلغت نسبة الحمل العالق الى التصريف الحقلي للرسوبيات حوالي 98% بينما كانت بحدود 2% لنسبة حمل القاع .

لقد بلغ معدل نسبة الحمل العالق الى حمل القاع حوالي حوالي 30 مرة عند مقدم الجريان مقارنة بـ 110 مرة عند مؤخرها، وبمعامل ارتباط 99% وخطأ معياري ومعامل تغير قليل لا يذكر، الشكل (8) .

مما سبق ذكره، يعد من الضروري اعطاء الاهمية لدراسة الحمل العالق لكونه يمثل الجزء الرئيس للحمل الكلي للرسوبيات مقارنة بقيم حمل القاع، وعدم الاكتفاء بدراسة الحمل الكلي ممثلا بفحص رسوبيات قاع القنوات الاروائية. كذلك ان التباين الحاصل في نتائج تطبيق كثير من المعادلات التجريبية عند مقارنتها بالتصريف الحقلي للرسوبيات، قد يعزى في احد اسبابه الى استخدام معادلة واحدة وثابتة لكلا الحملين (العالق والقاع) مما ينعكس سلباً على المطابقة مع التصريف الحقلي، بينما الافضل وفقاً لما تم بيانه سابقاً اعتماد الفصل بين معادلات الحملين المذكورين ، كما هو الحال في تطبيق معادلة Van Rijn .

5. الاستنتاجات :-

أستند هذا البحث على محاور عديدة، منها بيان مواصفات حمل الرسوبيات ومقدار تصريفها الحقلي، وتحديد المعادلة النظرية الملائمة لحساب ذلك التصريف، فضلا عن تحديد تأثير ذلك مع مقاطع الجريان وتصنيف القنوات. كذلك تمت دراسة نوعي حمل الرسوبيات (الحمل العالق وحمل القاع) ومقدار تصريفهما وتأثرهم بمواصفات مقطع الجريان، وادناه ابرز النتائج المستحصلة من ذلك .

1. تميزت نسجة تربة مقاطع القنوات عند مقدم الجريان بأنها اكثر خشونة وتجانس مقارنة بمؤخر الجريان، وازدادت نسبة الغرين بمقدار مرتين عند المؤخر، وبلغت الكثافة النسبية لتربة القنوات حوالي 2.68 .

2. زيادة تركيز الرسوبيات عند مؤخر الجريان بمعدل (64 ,41 جزء بالمليون) لمجموعتي القنوات (أ، ب) على التوالي، مع ازدياد نسبة التركيز بمقدار 50% صيفاً و 21% شتاءاً عند المؤخر مقارنة بمقدم الجريان لمقاطع تلك القنوات .

3. يمكن تصنيف القنوات (موضوع البحث) بأنها قنوات غير مستقرة وغير متوازنة، بسبب نقصان مقطع الجريان فيها حوالي 34% عند مؤخر الجريان لمقاطع تلك القنوات .

4. اعطى تطبيق معادلتي Van Rijn، E&H نتائج قريبة من نتيجة التصريف الحقلي للرسوبيات، مقارنة بنتائج المعادلات الاخرى (Bijker, Brownlie, Yang, A&W)، وبمعامل ارتباط لا يقل عن 97% وخطأ معياري ومعامل تغير قليل عديم التأثير .

5. اظهرت النتائج، الدور الواضح لتأثير التصريف المائي، وانحدار كتف مقطع الجريان للقنوات على تحديد مقدار تصريف الرسوبيات .

6. تميزت العلاقة الرياضية بين قيم الحمل العالق وحمل القاع مع التصريف الحقلي للرسوبيات بأنها علاقة لوغاريتمية طردية بمعامل ارتباط 95% للحمل العالق و 90% لحمل القاع وخطأ معياري ومعامل تغير قليل لا يذكر .

7. بلغت نسبة الحمل العالق الى حمل القاع حوالي 30 مرة عند مقدم الجريان و 110 مرة عند مؤخر الجريان لمقاطع تلك القنوات .

6. التوصيات :-

1. تبين نتائج البحث، مدى حاجة القنوات الاروائية ذات التصاريف الصغيرة الى اعمال التطهير والكري لازالة الرسوبيات والمحافظة على مقاطعها الهيدروليكية ، مما يستدعي وضع برنامج دوري لتلك الاعمال .

2. استخدام بوابات سيطرة عند مقدم الجريان لتلك القنوات ونقاط التفرع لغرض التحكم بكمية التصريف المائي وحسب الحاجة له، مع الاستعانة بتنفيذ مكامن (قناة جانبية للعزل) للرسوبيات على امتداد القناة الرئيسية (شط الحلة) لمعالجة مشكلة الرسوبيات .

3. توسيع الدراسة الحقلية لمشكلة الرسوبيات لكافة القنوات الاروائية المتفرعة من نهر الفرات والواقعه ضمن منطقة الفرات الاوسط، لغرض وضع برنامج متكامل لمعالجة المشكلة وتأثيراتها على شحة التصريف المائي في المنطقة .

المصادر References

Liu, Z.; .2000 ," *Sediment Transport* ", Aalborg University press , Denmark , 2001.

Topping, D.J., Rubin, D.M. & Vierra, L.E.;" Colorado River Sediment Transport ", *Water Resources Research Journal* , Vol.36, No.2 , pp.512_542 , Feb.

Al_Delewy, A. -H. A., A. I. Y. Mohammed, and R. K. Al_Masudi; 2004, " Hydraulic control of Shatt Al – Hilla City", *Journal of Engineering and Development*, Vol. 8, No. 1, April , Al_Mustansiriya University , Baghdad, Iraq .

Al_Delewy , A.-H.A., 2005 , " The (d_{50}) criterion in Estimating the Bed Load in Earthen Channels " , *Journal of Engineering and Development*, Vol. 9, No. 2 , June, Al_Mustansiriya University , Baghdad , Iraq .

Ahmed, A.,Vanaker, V., Ismael, U. & Al_Weshah, R. , 2007,"Overview of Sediment Problems in Nile Basin", *Proceeding of the Friend/ Nile Project*, UNESCO.

El_Kadi, K.A.; . 2009 ," Bed Load Sediment Transport", *Proceeding of RCEM , EDF, Argentina*, Sept.

Choden, S.; 2009." Sediment Transport Studies in Punatsangchu River, Bhutan", *ISRN LUTVDG/TVVR_09/5005, Lund University Press*, Sweden.

Zadeh, Y.H.; 2012, " Hydraulics of Sediment Transport, Hydrodynamics Theory and Model" , *ISBN: 978_935_51_013_7* , http://www.intechopen.com.

Moussa, A. & Aziz, M.; 2007, " Nile River Sediment Transport Simulation ", *Proceeding of the 11th International Water Technology Conference*, Sharm_ El_Sheikh, Egypt, pp. 423_435.

McDonald, R. , Nelson, J. & Barton, G.; .2010, " Modeling the Effect of Flow and Sediment Transport on White Sturgeon Spawing Habitat in the Kootenai River, Idaho ", *Journal of Hydraulic Engineering , ASCE*, Vol.136 , No.12 , Dec.

Kwan, S., Vasquez, J. Millar, R. & Steffer, P.; 2010," A Two Dimensional Finite Element Hydrodynamic River Morphology and Gravel Transport Model ", Proceeding of the 2nd Joint Federal Interagency Conference , Las Vegas, USA , June .

Kiat, C., Chang & Aminuddin, Ghani, A.;" Sediment Transport in Kulim River , Kedah , Malaysia " , *ISBN : 978_307_189_3,* http://www.intechopen.com , 2011.

Osman, I., Schultz, B. & Suryadi, F.; 2011" Improving the operation and Maintenance for Better Sediment and Water Management in Gezira Scheme, Sudan " *Proceeding of the 21st international Congress on Irrigation and Drainage*, Tehran, pp.51_62.

Van Rijn, L.C.; 2012 " Simple General Formula for Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Waters ", http://www.leovanrijin_sediment.com.

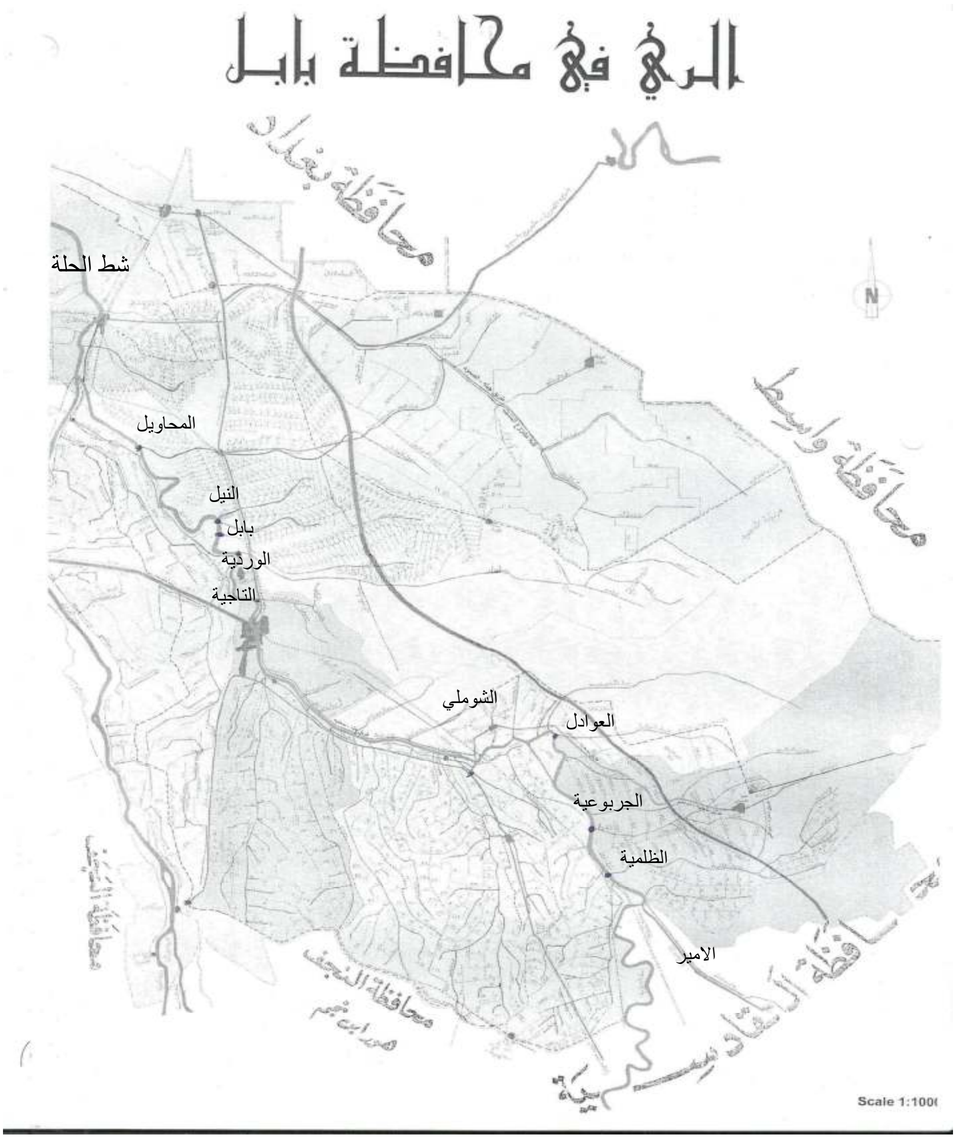
Kheder, K., Ahmed, A., Ghumman, A., Hashmi, H.N. & Ashraf, M.; .2014 "Sediment Transport Investigations Using Three Dimensional Numerical Modeling in a large Canal ", International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.5, Issue 3 , Mar.

Topolska, J. & Klucovska, J.; 2008," River Morphology", http://www.gabcikovo.gov.sk/doc/blue/04kap.htm.

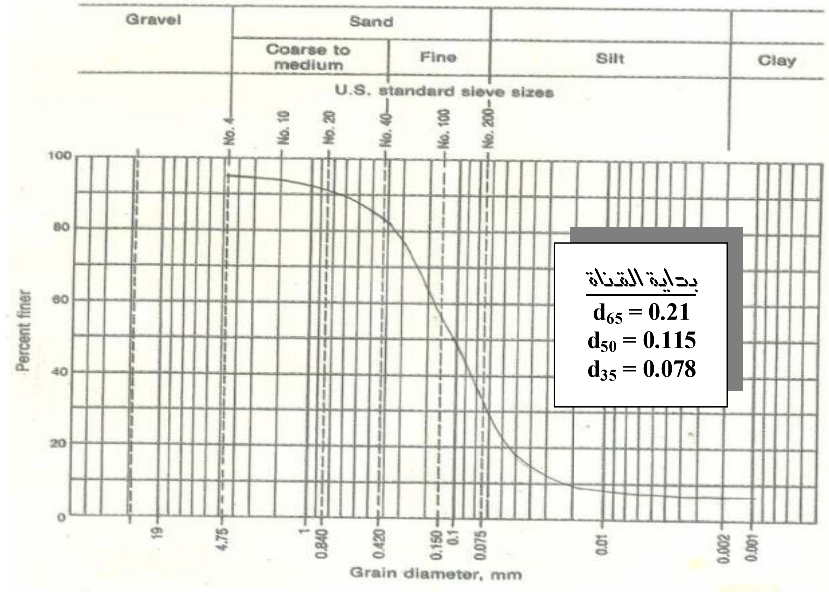
Kemper, J.;2012," The Effect of Sand Content on Sediment Transport , Deposition and Bar Morphology ", *GEOL394H* , Apr.

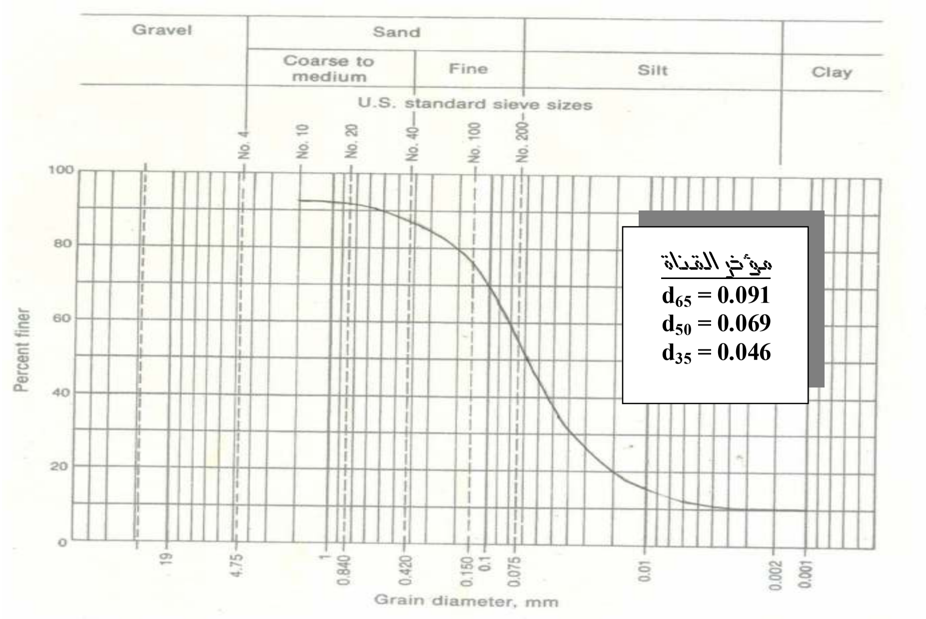
Fraley, L.; .2004," Methods of Measuring Fluvial Sediment " Proceeding of the Technology Research Center 102 , Maryland University Press , USA , Jan.

Personal Communications (2014-2015) with Directorate of Irrigation in the Province of Babylon about the Hydraulic Data of the Irrigation Canals.

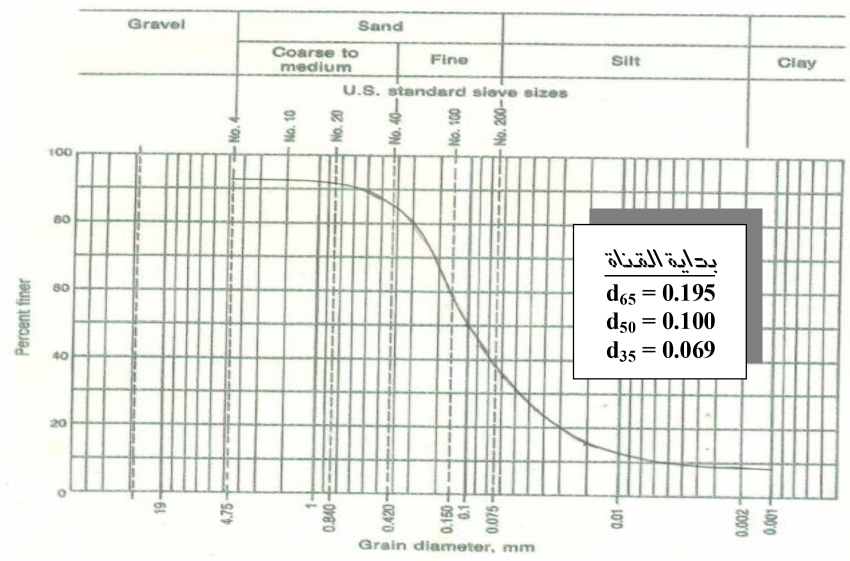


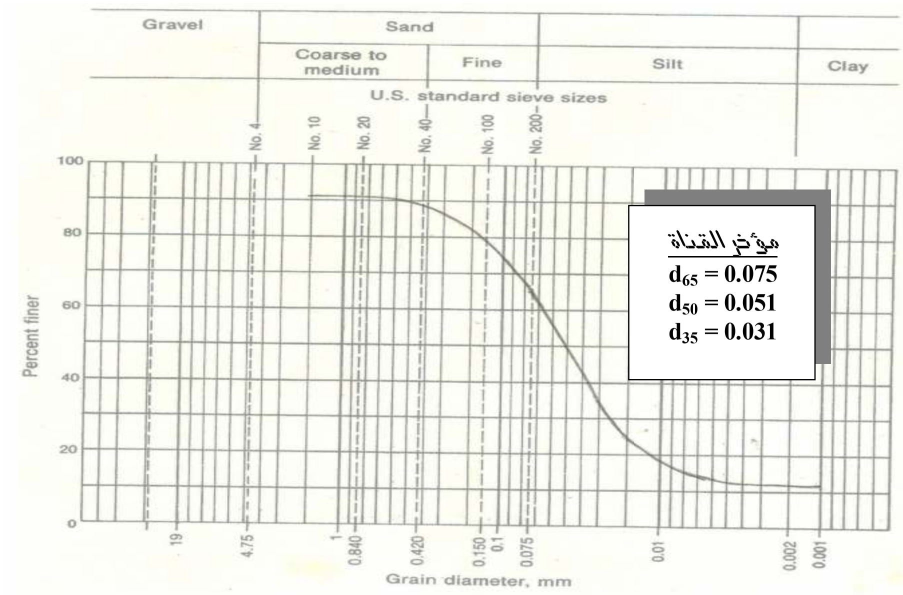
شكل (1) : مخطط موقعي للقنوات الاروائية المتفرعة من قناة شط الحلة





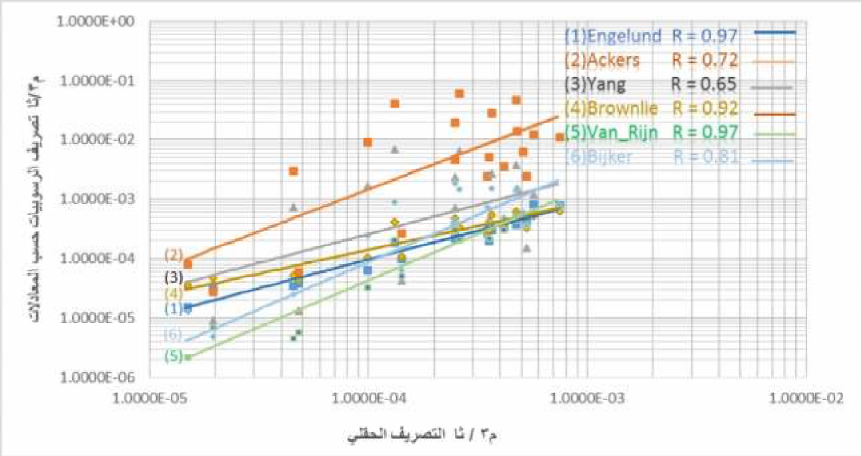
أ . مجموعة القنوات الاروائية (المحاويل ، الجربوعية ، الظلمية ، الامير)



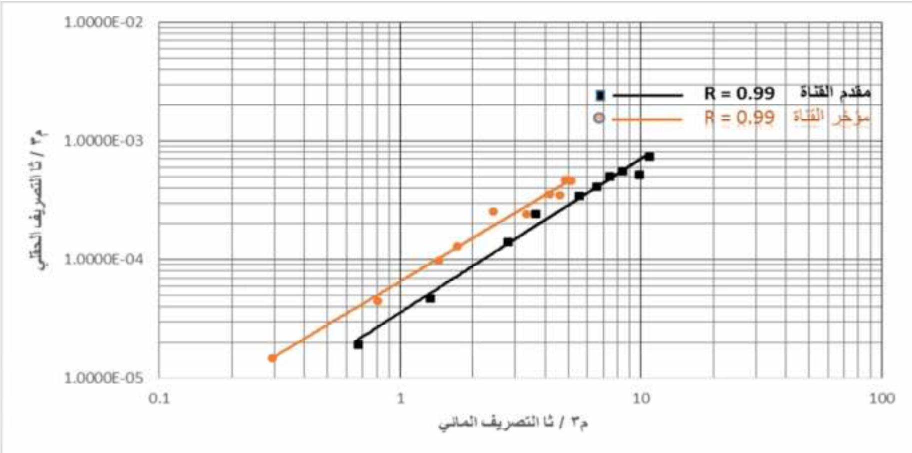


ب . مجموعة القنوات الاروائية (الشوملي ، بابل ، النيل ، العوادل ، التاجية ، الوردية)

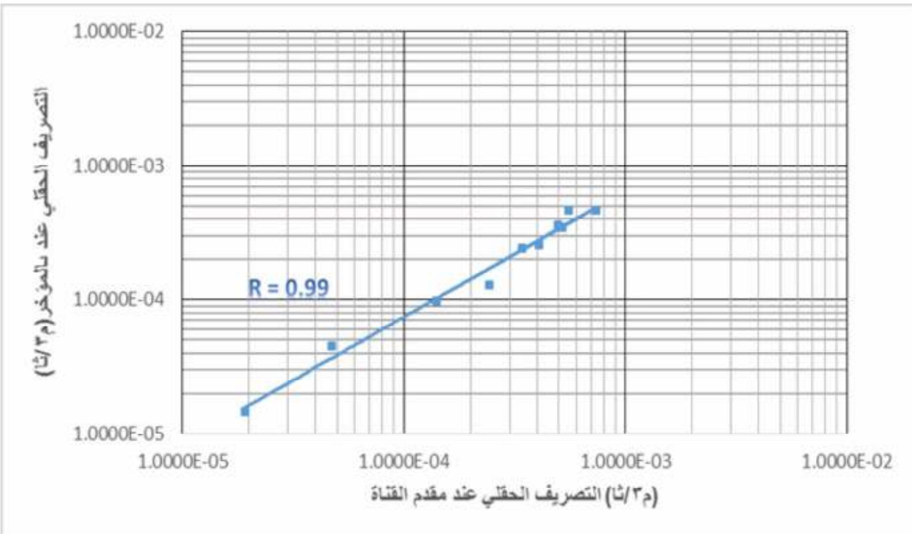
شكل (2) : التحليل الحجمي لتربة القنوات الاروائية



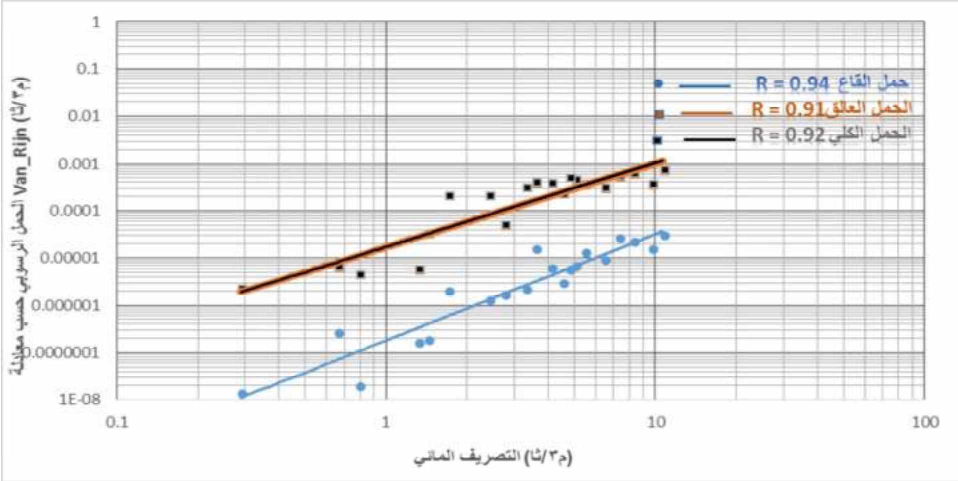
شكل (3) : العلاقة بين التصريفين الحقلي والنظري للرسوبيات في القنوات الاروائية



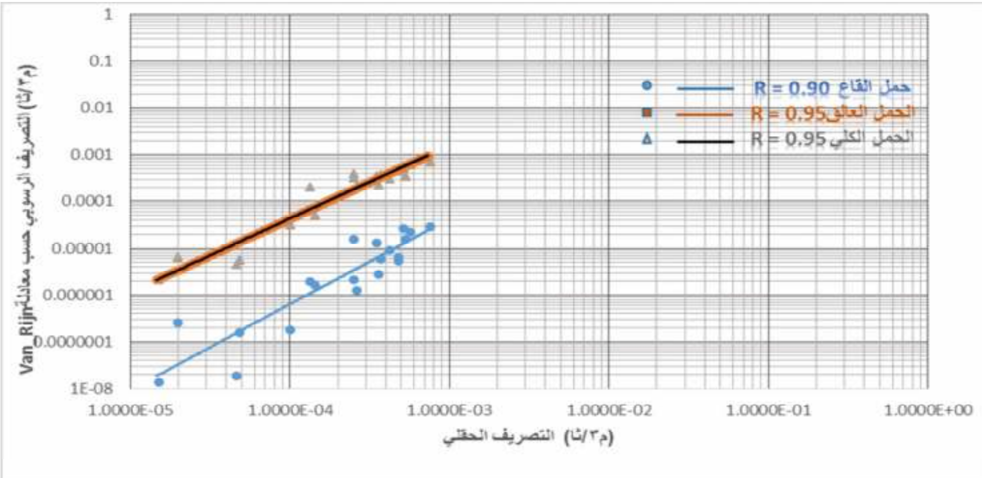
شكل (4) : العلاقة بين التصريف المائي والتصريف الحقلي للرسوبيات في القنوات الاروائية



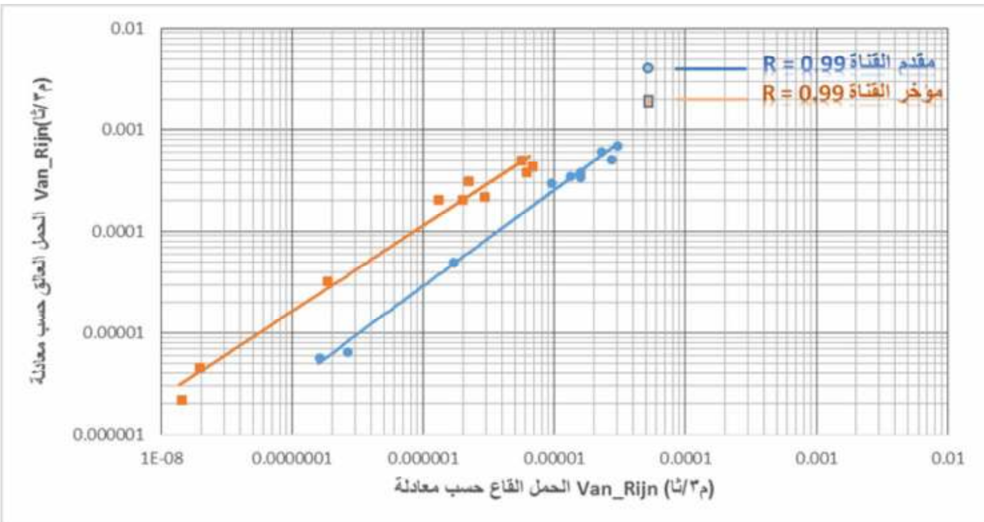
شكل (5) : تأثير مقدم و مؤخر الجريان في القنوات على مقدار التصريف الحقلي للرسوبيات



شكل (6) :العلاقة بين الحمل الرسوبي(العالق والقاع) لمعادلة Van Rijn والتصريف المائي للقنوات الاروائية



شكل (7) :العلاقة بين حمل الرسوبيات لمعادلة Van Rijn والتصريف الحقلي للرسوبيات



شكل (8) : تأثير مقدم ومؤخر الجريان على مقدار حمل الرسوبيات(العالق والقاع) لمعادلة Van Rijn

الجدول (1) : البيانات الهيدروليكية للقنوات الاروائية ذات التصاريف الصغيرة (موضوع البحث)

اسم القناة	موقع الفحص	العرض السفلي لمقطع القناة م	معدل عمق الماء م	مساحة المقطع العرضي م^2	نصف القطر الهيدروليكي م	معدل سرعة الجريان م/ثا	انحدار القناة سم/كم	معامل الخشونة	كمية التصريف م^3/ثا
المحاويل	عند الكيلو 1	10.50	1.55	18.677	1.255	0.570	15	0.025	10.645
	عند الكيلو 18.5		0.92	10.506	0.801	0.480	15	0.022	5.043
النيل	عند الكيلو 1	4.50	1.10	6.160	0.809	0.582	18	0.020	3.585
	عند الكيلو 16.5		0.70	3.640	0.561	0.467	17	0.019	1.700
بابل	عند الكيلو 1	6.40	1.30	10.010	0.993	0.545	12	0.020	5.455
	عند الكيلو 36.5		0.96	7.065	0.775	0.466	11	0.019	3.292
الوردية	عند الكيلو 1	2.50	1.10	3.960	0.705	0.332	11	0.025	1.314
	عند الكيلو 3		0.79	2.599	0.549	0.306	11	0.023	0.795
التاجية	عند الكيلو 1	1.00	0.95	1.825	0.502	0.356	14	0.021	0.659
	عند الكيلو 8		0.60	0.960	0.356	0.301	13	0.019	0.289
الامير	عند الكيلو 1	6.70	1.70	14.280	1.240	0.578	17	0.026	8.253
	عند الكيلو 30.5		1.20	9.480	0.939	0.505	16	0.024	4.787
الجربوعيه	عند الكيلو 1	7.75	1.78	18.547	1.309	0.520	10	0.023	9.644
	عند الكيلو 27.5		1.10	10.340	0.882	0.438	10	0.021	4.529
العوادل	عند الكيلو 1	3.50	1.35	6.547	0.894	0.421	10	0.022	2.756
	عند الكيلو 14		0.90	3.960	0.655	0.359	10	0.021	1.422
الشوملي	عند الكيلو 1	7.50	1.42	12.666	1.099	0.507	12	0.023	6.421
	عند الكيلو 8		0.95	8.027	0.787	0.424	12	0.022	2.403
الظلمية	عند الكيلو 1	8.60	1.30	12.870	1.048	0.567	16	0.023	7.297
	عند الكيلو 16.5		0.89	8.446	0.759	0.485	15	0.021	4.096

الجدول (2) : قيم التصريفين الحقلي والنظري للرسوبيات في القنوات الاروائية

اسم القناة	موقع الفحص	التصريف الحقلي للرسوبيات		التصريف النظري للرسوبيات م³/ ثا					
		تركيز الرسوبيات ppm	الحمل الرسوبي الحقلي م³/ ثا	معادلة Engelund	معادلة Ackers	معادلة Yang	معادلة Brownlie	معادلة Van_Rijn	معادلة Bijker
المحاويل	عند الكيلو 1	185	73.482E-05	77.045E-05	111.3E-04	81.79E-05	61.57E-05	72.56E-05	80.69E-05
	عند الكيلو18.5	246	46.290E-05	37.782E-05	466.4E-04	377.9E-05	61.85E-05	44.53E-05	141.1E-05
النيل	عند الكيلو 1	182	24.345E-05	35.763E-05	46.87E-04	70.02E-05	48.15E-05	39.92E-05	43.66E-05
	عند الكيلو16.5	204	12.940E-05	18.525E-05	407.0E-04	684.4E-05	41.23E-05	20.53E-05	88.39E-05
بابل	عند الكيلو 1	168	34.195E-05	29.460E-05	24.06E-04	26.69E-05	37.35E-05	35.88E-05	72.42E-05
	عند الكيلو36.5	198	24.321E-05	21.744E-05	197.9E-04	237.9E-05	37.04E-05	31.05E-05	189.9E-05
الوردية	عند الكيلو 1	96	4.7068E-05	3.9000E-05	0.591E-04	1.30E-05	4.393E-05	0.577E-05	0.047E-05
	عند الكيلو3	151	4.479E-05	3.4323E-05	29.65E-04	72.66E-05	5.291E-05	0.452E-05	2.513E-05
التاجية	عند الكيلو 1	78	1.918E-05	3.1885E-05	0.273E-04	0.89E-05	4.769E-05	0.672E-05	0.487E-05
	عند الكيلو8	136	1.466E-05	1.5228E-05	0.792E-04	3.59E-05	3.600E-05	0.218E-05	1.283E-05
الامير	عند الكيلو 1	181	55.738E-05	81.535E-05	121.7E-04	120.5E-05	52.40E-05	62.30E-05	61.18E-05
	عند الكيلو30.5	262	46.798E-05	50.611E-05	139.2E-04	152.9E-05	52.21E-05	50.16E-05	151.7E-05
الجربوعيه	عند الكيلو 1	144	51.818E-05	41.342E-05	24.62E-04	14.97E-05	33.13E-05	35.71E-05	369.7E-05
	عند الكيلو27.5	206	34.812E-05	20.048E-05	51.05E-04	46.20E-05	30.13E-05	22.26E-05	67.65E-05
العوادل	عند الكيلو 1	136	13.985E-05	9.7493E-05	02.64E-04	4.30E-05	10.92E-05	5.043E-05	6.262E-05
	عند الكيلو14	184	9.762E-05	6.4681E-05	89.30E-04	168.5E-05	10.41E-05	3.234E-05	23.92E-05
الشوملي	عند الكيلو 1	171	40.969E-05	33.439E-05	35.04E-04	33.89E-05	33.99E-05	30.52E-05	48.72E-05
	عند الكيلو8	201	25.522E-05	22.812E-05	612.9E-04	652.0E-05	33.91E-05	20.59E-05	149.9E-05
الظلمية	عند الكيلو 1	183	49.826E-05	53.125E-05	63.10E-04	56.29E-05	55.72E-05	53.57E-05	59.63E-05
	عند الكيلو16.5	234	35.763E-05	30.753E-05	285.2E-04	274.7E-05	54.28E-05	38.34E-05	154.9E-05

الجدول (3) : معدل نسبة الفرق بين التصريفين الحقلي والنظري للرسوبيات

اسم القناة	موقع الفحص	التصريف الحقلي للرسوبيات		الفرق في التصريفين الحقلي والنظري للرسوبيات (%)					
		تركيز الرسوبيات ppm	الحمل الرسوبي الحقلي م³/ثا	معادلة Engelund	معادلة Ackers	معادلة Yang	معادلة Brownlie	معادلة Van_Rijn	معادلة Bijker
المحاويل	عند الكيلو 1	185	73.482E-05	4.85%	1415%	11.31%	-16.22%	-1.25%	9.81%
	عند الكيلو 18.5	246	46.290E-05	-18.38%	9975%	716.27%	33.62%	-3.80%	204.83%
النيل	عند الكيلو 1	182	24.345E-05	46.90%	1825%	187.59%	97.79%	63.98%	79.33%
	عند الكيلو 16.5	204	12.940E-05	43.16%	31350%	5189.03%	218.59%	58.63%	583.11%
بابل	عند الكيلو 1	168	34.195E-05	-13.85%	604%	-21.94%	9.22%	4.92%	111.79%
	عند الكيلو 36.5	198	24.321E-05	-10.60%	8038%	878.04%	52.30%	27.66%	680.72%
الوردية	عند الكيلو 1	96	4.7068E-05	-17.14%	26%	-72.39%	-6.68%	-87.74%	-99.00%
	عند الكيلو 3	151	4.479E-05	-23.37%	6519%	1522.34%	18.14%	-89.91%	-43.89%
التاجية	عند الكيلو 1	78	1.918E-05	66.24%	43%	-53.08%	148.65%	-64.96%	-74.60%
	عند الكيلو 8	136	1.466E-05	3.87%	441%	145.51%	145.59%	-85.14%	-12.51%
الامير	عند الكيلو 1	181	55.738E-05	46.28%	2083%	116.18%	-6.00%	11.77%	9.76%
	عند الكيلو 30.5	262	46.798E-05	8.15%	2874%	226.68%	11.56%	7.17%	224.23%
الجربوعيه	عند الكيلو 1	144	51.818E-05	-20.22%	375%	-71.11%	-36.06%	-31.09%	-28.66%
	عند الكيلو 27.5	206	34.812E-05	-42.41%	1366%	32.71%	-13.44%	-36.05%	94.32%
العوادل	عند الكيلو 1	136	13.985E-05	-30.29%	89%	-69.25%	-21.90%	-63.94%	-55.22%
	عند الكيلو 14	184	9.762E-05	-33.75%	9048%	1625.84%	6.66%	-66.87%	145.01%
الشوملي	عند الكيلو 1	171	40.969E-05	-18.38%	755%	-17.27%	-17.04%	-25.51%	18.92%
	عند الكيلو 8	201	25.522E-05	-10.62%	23916%	2454.60%	32.88%	-19.31%	487.34%
الظلمية	عند الكيلو 1	183	49.826E-05	6.62%	1166%	12.98%	11.83%	7.51%	19.67%
	عند الكيلو 16.5	234	35.763E-05	-14.01%	7876%	668.21%	51.78%	7.21%	333.11%