

دراسة الحمولة العالقة في شط العرب بين القياس الحقلّي والتقدير الرياضي

فائق يونس المنصوري، صادق سالم عبد الله وأياد عبد الجليل المهدي
مركز علوم البحار، جامعة البصرة، العراق

المستخلص تبين الدراسة إمكانية تطبيق الصيغ الرياضية لحساب الحمولة العالقة في شط العرب من خلال مقارنتها مع الواقع الحالي للحمل العالق والطبيعة الترسيبية للمنطقة اعتماداً على القياسات الحقلية في الجزئين الشمالي والجنوبي من النهر. ظهر أن نظام الجريان في شط العرب عبارة عن جريان اضطرابي هادئ Turbulent and tranquil flow وذلك بسبب ازدياد قوى القصور الذاتي Inertial forces مقارنة مع قوى اللزوجة Viscous forces في حالة رقم رينولد وقوى الجذب الأرضي gravitational forces في حالة رقم فرود نتيجة ازدياد العمق وارتفاع سرعة الجريان وانخفاض الوسيط الحجمي للرواسب القاعية في القناة النهرية. تراوحت قيمة الحمولة العالقة الكلية الملاحظة في الجزء الشمالي من النهر بين 20.01 و 26.91 كغم/ثا في مقطعي أبي الخصيب والخورة على التوالي ويمكن أن يعزى انخفاض قيمة الحمل العالق في مقطع أبي الخصيب بسبب انخفاض تركيز المواد العالقة والذي يعزى بدوره إلى زيادة نسبة المواد الهيدروكاربونية والملوثات العضوية الأخرى في هذا المقطع. توصي الدراسة بأنه عند استخدام معادلة Yang (1986) فيجب حساب طاقة النهر Stream power اعتماداً على معادلة Bagnold (1980) لأنها أعطت قيمة أقرب للقيم المسجلة حقلياً مقارنةً مع حسابها بطريقة Bagnold (1966).

المقدمة

تعرف الحمولة العالقة بأنها كمية دقائق المواد العالقة التي تتحرك خارج الطبقة القاعية بواسطة التيار النهري خلال فترة زمنية معينة (Shen, 1971)، وتساهم التغيرات في شكل المسار النهري أو المصب في تغير نمط وتوزيع المواد العالقة. وتشكل معدلات الترسيب العالية تهديداً جدياً عاجلاً لعمليات النقل في الأنهار والمصببات، حيث يتم حفر وإزالة ملايين الأطنان سنوياً من الرواسب في هذه المناطق. وهناك مشكلة أخرى تسببها الحمولات النهرية العالقة للنظام النهري، ذلك أن التربة المحيطة بصفاف النهر قد تتعري نتيجة الحركة الكثيفة في النهر خصوصاً إذا كان هذا النهر يستخدم كممر مائي للمناطق الواقعة عند ضفافه.

لذلك كان من الضروري أن تتركز المراقبة الهيدرولوجية المستقبلية للنهر على توسيع مستوى المعرفة الحالية لأي تغير في النظام الهيدرولوجي للنهر. وقد تم استخدام العديد من الصيغ الرياضية لحساب الحمولة العالقة في مواقع مختلفة من العالم فقد بين العالم Yang (1986) بأن هذا الموضوع يبقى موضع تساؤل مستمر في البيئات البحرية والأنهار المدية، وتعد محاولته التي قام بها لإجراء بعض التغييرات على معادلة Bagnold (1966) محاولة للإجابة عن هذا التساؤل.

لقد كان اهتمام الباحثين خلال العقد الماضي منصباً على موضوع انتقال الرواسب وتصريفها في شط العرب ومعدل الحمولات النهريّة، فقد أبدت بعض الدراسات القديمة نسبياً ملاحظات حول الوصف الهيدرولوجي لنهر الكارون وشط العرب ومنها دراسة Binny (1950). كما قامت شركة (Nippon Keoi (1972 بدراسة الرواسب القاعية وسرع التيارات عند ميناء المعقل وقدمت (I.P.A. (1977 توضيحاً مبسطاً لتصريف الرواسب في مجرى شط العرب وأجرى (Mohammad (1982 دراسة مرجعية شاملة لسط العرب تناول في جزء منها مقدار مساهمة نهر الكارون في الرواسب المنقولة عبر شط العرب، كما حسب (Karim & Salman (1987 معدل الترسيب في مناطق مختارة من شط العرب وتصريف الرسوبيات باستخدام أربع صيغ رياضية متباينة.

أما الدراسات الحديثة نسبياً فمنها دراسة عبدالله (1990) والتي قدر فيها الحمولات الذائبة والعالقة القاعية في شط العرب عند مدينة البصرة، وتطرق (Hamdan (1994 إلى الحمولة العالقة في النهر من خلال دراسة مقدار حجم وشكل البثق الطافي Suspended plume في شط العرب. فيما قام المنصوري (1996) بدراسة انتقال الرواسب في الجزء الجنوبي من شط العرب حيث بين مصدر وكمية هذه الرواسب من خلال استخدام ستة صيغ رياضية لحساب الحمولة القاعية. وقام (Al-Manssory et al. (1998 بحساب تصريف راسب شط العرب جنوب التقاء نهر الكارون بشط العرب حيث قدروا الحمولة العالقة وحسبوا الحمولة القاعية باستخدام أربعة صيغ رياضية عند مدينة الفاو وفي أسفل مصب الكارون. كما درس (Salman et al. (1999 تصريف الرواسب في مناطق مختارة من شط العرب فقد قدروا مقدار الحمل العالق والقاعي اعتماداً على صيغة (Bagnold (1966.

وبين المنصوري والباهلي (2002) أهم المواقع المعرضة لعمليات التعرية والترسيب في الجزء الشمالي من شط العرب، وحسب (Albadran et al. (2002 نسب التعرية والترسيب في مسار شط العرب من شمال منطقة المعقل حتى الفاو. وقام (Al-Manssory (2002 بحساب كميات الرواسب الناتجة في حوض شط العرب باستخدام معادلة (Fournier (1960 ومعادلة (Dendy & Bolton (1976 واللّتين تعتمدان على البيانات المائية والمناخية في حسابهما.

لذلك تهدف هذه الدراسة إلى توضيح إمكانية تطبيق الصيغ الرياضية لحساب الحمولة العالقة في شط العرب من خلال مقارنتها مع الواقع الحالي للحمل العالق والطبيعة الترسيبية للمنطقة بالاعتماد على المتغيرات الهيدرولوجية.

منطقة الدراسة

يتكون شط العرب من التقاء نهري دجلة والفرات في مدينة القرنة ثم يسير النهر بالاتجاه الجنوبي الشرقي ليصب في الخليج العربي الجنوبي مدينة الفاو قاطعاً ما يقرب مسافة 204 كم ،

يزود شط العرب ثلاث روافد رئيسية هي نهر السويب والذي يساهم بمقدار 17.5 % من مياه شط العرب (I.P.A., 1977) ونهر كرمة علي ونهر الكارون الذي يساهم بنسبة 52 % من الإيراد الشهري لشط العرب (المنصوري، 1996). يتراوح عرض النهر ما بين 400 م عند مدينة البصرة إلى حوالي 1500 م عند مصبه بالقرب من رأس البيشة. يكون عمق القناة الملاحية في شط العرب متغيراً ويتراوح ما بين 7-14 م وقد تصل الأعماق في بعض المناطق إلى أكثر من ذلك كما هو الحال عند الضفة الشرقية لجزيرة السندباد والضفة الغربية للنهر مقابل نهر الكارون حيث بلغت الأعماق 27 و22 متراً على التوالي، ويتعرض النهر إلى موجتي فيضان الأولى تأتي من نهر الكارون خلال شهري شباط- آذار والتي تمتاز كثنتها المائية بانخفاض ملوحتها ودرجة حرارتها (المنصوري، 1996) أما الثانية فمصدرها نهري دجلة والفرات والتي تأتي خلال اشهر نيسان- حزيران (Sudgen, 1963)، الا ان هذه الموجة في سبيلها الى التلاشي بسبب التحكم العالي لمنظومة اعلى النهر. بلغ معدل التصريف الشهري لنهر شط العرب عند مدينة الفاو 1021 م³/ثا (Al-Mahdi & Salman, 1997) وازداد إلى 1576 م³/ثا خلال السنة المائية الرطبة 1994-1995 (المنصوري، 1996).

يتصف شط العرب بكونه نهراً مدياً يتأثر بظاهرة المد والجزر وبطاقتها القادمة من الخليج العربي (عبد الله، 1990)، ويكون نظام المد والجزر السائد فيه من النوع المختلط الذي يسوده المد والجزر النصف اليومي حيث يلاحظ عدم التساوي في سعة المقومات المدية (Abdullah, 2002). ويتراوح المدى المدي بين 1-3 م ويتأثر بطوري المد والجزر الفيضي والمحاقلي وربما باتجاه وسرعة الرياح السائدة.

تتراوح سرعة التيار في شط العرب ما بين 0.9 م/ثا خلال الجزر و0.7 م/ثا خلال المد إلا أن هذه السرعة قد انخفضت خلال السنوات الأخيرة خصوصاً بعد انخفاض تصريف انهار دجلة والفرات والكارون حيث بلغت سرعة تيار الجزر 0.65 م/ثا وتيار المد 0.52 م/ثا عند مدينة البصرة (مركز علوم البحار، 1998).

يعد شط العرب نهراً محملاً بالمواد العالقة أكثر من المواد القاعية وبالأخص في قسمه الجنوبي اسفل التقاءه بنهر الكارون، يصل هذا التركيز إلى 100 ملغم/لتر في المنطقة الواقعة بين القرنة والمعقل ويعد الحمل الرسوبي في هذه المنطقة غير مؤثر أو شبه معدوم تقريباً (I.P.A., 1977؛ عبد الله، 1990)، خصوصاً إذا أخذنا بنظر الاعتبار مقدار التصريف المائي الذي يبلغ حوالي 600 م³/ثا في منطقة المعقل (Piorewicz, 1980) ويبلغ معدل تركيز المواد العالقة في شط العرب حوالي 16 مرة اقل من تركيزه في نهر الكارون والذي يتراوح بين 700-930 ملغم/لتر ويتراوح معدل تصريف هذه الرواسب في الفاو بين 4740-5600 كغم/ثا خلال فصلي الخريف والشتاء على التوالي (المنصوري، 1996).

طريقة العمل

1- العمل الحقلي والمختبري

لقد تم تنفيذ عدد من القياسات الحقلية في مقطعي مصب الكارون والفاو في الجزء الجنوبي

من شط العرب خلال السنة المائية 1994-1995 كما أختير مقطعاً الخورة وأبي الخصيب في الجزء الشمالي من شط العرب خلال السنة المائية 1996-1997 ضمن مشروع المراقبة البيئية لشط العرب-مركز علوم البحار (شكل-1).

وقد تضمنت القياسات الحقلية جمع نماذج المواد العالقة من شرق ووسط وغرب المقطع النهري المختار ولثلاثة أعماق من عمود الماء (عند السطح والوسط و 1 م عن قاع النهر) وقد استخدمت هذه النماذج المائية لإيجاد تركيز المواد العالقة حسب طريقة *Milliman et al.* (1983) وتم قياس سرعة تيار الماء في هذه المقاطع باستخدام جهاز *Current-meter Model CM-2* كما تم استخدام جهاز قياس الأعماق *Echo sounder Model PS-10E* لقياس شكل المقطع العرضي.

2- المعالجة الرياضية

استخدمت قياسات السرعة وشكل المقطع العرضي لحساب التصريف المائي ولتحديد المتغيرات الهيدروليكية للمقطع النهري، وتم حساب تصريف المواد العالقة الفعلي حسب *Gregory & Walling (1973)*. ولغرض حساب معدل انتقال المواد العالقة في الأنهار والمصببات فأن صيغة *Bagnold (1966)* تعد من أكثر الصيغ استخداماً وأقربها للواقع في هذا المجال:

$$q_s = \frac{\omega(es\bar{U}_s)(1 - e_b)}{W} \quad \text{----- (1)}$$

حيث:-

q_s معدل انتقال المواد العالقة (كغم/ثا/م)

ω قدرة الجريان (كغم/ثا/م)

e_s كفاءة الحمل العالق

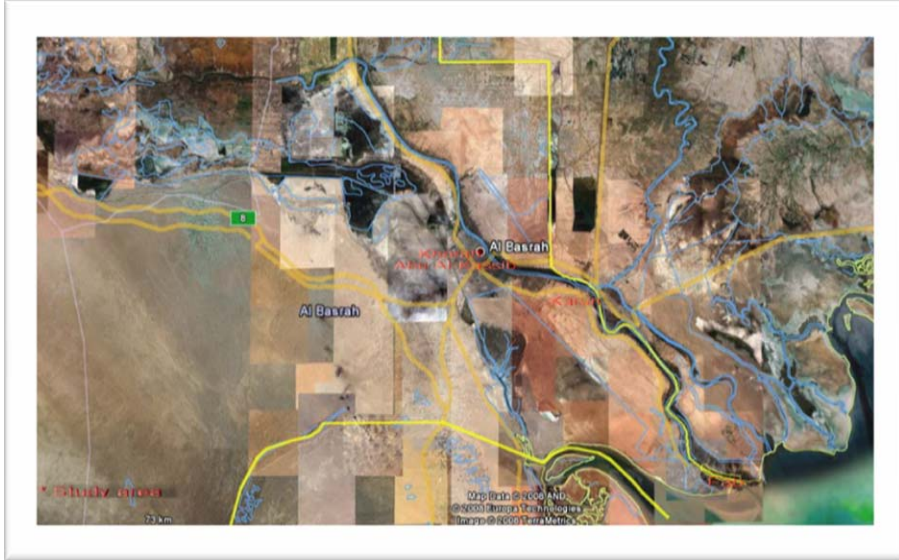
\bar{U}_s معدل سرعة جريان المواد العالقة (م/ثا)

e_b كفاءة الحمل القاعي

W سرعة هبوط المواد العالقة (م/ثا)

واعتماداً على تحليل *Pantin (1979)* لقدرة الجريان وباستخدام مبدأ حفظ الطاقة وجد أن الحد $(1 - e_b) = 0.01$ ، وقد استنبط *Yang (1986)* من تحليل *Pantin (1979)* علاقة الحمل العالق المحورة من معادلة *Bagnold (1966)* والتي تم فيها إهمال e_b وبالشكل الآتي:-

$$q_s = \frac{\omega(es\bar{U}_s)}{W} \quad \text{----- (2)}$$



شكل 1: خارطة توضح منطقة الدراسة.

والتي استخدمت في هذه الدراسة للتحليل وتقدير كمية تصريف المواد العالقة اعتماداً على وضع منطقة الدراسة. وتم حساب قدرة الجريان (ω) باستخدام الصيغتين التاليتين:

$$\omega = \tau_0 \bar{U} \quad (\text{Bagnold, 1966}) \quad \text{-----} \quad (3)$$

حيث:

τ_0 جهد القص (كغم/م²) الذي يولده تيار الماء والذي يساوي:

$$\tau_0 = \rho U^2 \quad \text{-----} \quad (4)$$

حيث:

ρ كثافة الماء (غم/سم³)

U^* سرعة القص (م/ثا)

أما الصيغة الثانية المستخدمة لإيجاد ω فهي:-

$$\omega = \frac{\rho Q S}{b} \quad (\text{Bagnold, 1980}) \quad \text{-----} \quad (5)$$

حيث:-

Q تصريف الماء (م³/ثا)

S الانحدار الهيدروليكي لسطح الماء (م/م)

b عرض النهر (م)

إن الصيغتين أعلاه والخاصتين بقدرة الجريان توحدهما سرعة التيار حيث تستخدم بشكل مباشر في الصيغة الأولى بينما في الصيغة الثانية يعد التصريف دالة لسرعة التيار. واستخدمت البيانات التجريبية (Officer, 1981) لتحديد سرع الهبوط للمواد العالقة. وأحتسب الحمل العالق الفعلي Observed suspended load من خلال تطبيق معادلة Gregory & Walling (1973):

$$q_s = \frac{C_s Q}{1000} \quad \text{---(6)}$$

حيث:-

q_s الحمولة العالقة (كغم/ثا)

C_s تركيز المواد العالقة (ملغم/لتر)

Q تصريف الماء (م³/ثا)

ولغرض بيان نمط الجريان في شط العرب فيما إذا كان انسيابياً أو Laminar flow أو اضطرابياً Turbulent flow تم تحديد نوع الجريان اعتماداً على رقم رينولد Reynolds number (R_e):

$$Re = \frac{\text{Inertia force}}{\text{viscous force}} \frac{\text{unit area}}{\text{unit area}}$$

$$Re = \frac{\rho V d}{\mu} \quad \text{---(7)}$$

حيث:-

P كثافة السائل (غم/سم³)

V: سرعة الجريان (م/ثا)

d: عمق الجريان (متر)

μ: اللزوجة الديناميكية (Pa.s)

حسبت اللزوجة الديناميكية (μ) dynamic viscosity من خلال المعادلة المقترحة من Baver (1976) مع الأخذ بنظر الاعتبار درجة حرارة الماء أثناء فترة إجراء قياسات السرعة. ولإكمال دراسة الظروف الهيدروديناميكية تم حساب رقم فرود (F_r) Froude Number.

النتائج والمناقشة

1. الظروف الهيدروديناميكية

لقد قدم Dupuit (1865) عن Assad (1978) أول موديل فيزيائي لتوضيح قابلية المياه الجارية على حمل دقائق الرواسب بصورة عالقة، فقد اقترح إن قابلية التعلق suspension Ability of تتحدد بظروف معينة لتركيز السائل والصلب والتي تصبح أكبر ما يمكن عند زيادة السرعة. وهذا يبدو واضحاً من خلال مراجعة الجدول (1) الذي يظهر زيادة نسب المواد العالقة في الجزء الجنوبي من شط العرب في مقطعي الكارون والفاو مقارنة مع مقطعي الجزء الشمالي في المعقل وأبي الخصيب وذلك بسبب زيادة سرعة التيارات في الجزء الجنوبي من النهر.

يعد رقم رينولد Reynolds Number ذا أهمية أولوية في مسائل ميكانيك الموائع وبالأخص بالنسبة للجريان في القنوات المفتوحة والجريان حول الأجسام المغمورة. فعندما يكون الجريان طباقياً Laminar Flow يكون رقم رينولد صغيراً نسبياً وذلك لسيطرة قوى اللزوجة على جريان المائع. أما إذا كان الجريان الاضطرابي Turbulent Flow سائداً فتكون قوى اللزوجة أقل تأثيراً وتعتمد على طبيعة الطبقة شبه الصفيحية Laminar sub-layer فعندما يكون الجريان اضطرابياً بصورة تامة ستتحطم هذه الطبقة ولا تبقى قوى اللزوجة مؤثرة وعاملة (Albertson et al., 1965). ومن شروط تطبيق معادلة Yang (1986) إن يكون الجريان اضطرابياً.

ولبيان إمكانية تطبيق هذه المعادلة (المعادلة رقم 2)، على الحمل الرسوبي العالق في شط العرب كان لا بد من تحديد طبيعة الجريان في شط العرب وذلك من خلال حساب رقم رينولد (المعادلة رقم 7)، فظهر أن نمط الجريان يكون اضطرابياً في الجزء الشمالي حيث تراوحت قيمة رينولد بين 22400 – 23770 في مقطعي الخورة وأبي الخصيب على التوالي، وكذلك كان الحال في الجزء الجنوبي من النهر فقد تراوحت قيمته بين 1350 – 3583 في مقطعي مصب الكارون والفاو على التوالي.

يلاحظ إن هناك ارتباطاً عكسياً ما بين الوسيط الحجمي Median لدقائق الرواسب القاعية وبين قيمة R_e ، فبزيادة قيمة الوسيط الحجمي قلت قيمة رقم R_e وذلك بسبب ازدياد قيمة معامل خشونة القاع وهذا ينطبق على كلا جزئي النهر الشمالي والجنوبي، فقد كانت قيمة R_e في مقطع الخورة أقل من قيمتها في مقطع أبي الخصيب بسبب صغر الوسيط الحجمي لدقائق هذا المقطع (جدول 1). أما في الجزء الجنوبي فقد كان الفرق واضحاً جداً بين مقطعي الكارون والفاو حيث كانت قيمة R_e أقل بثلاث مرات تقريباً من قيمته في مقطع الفاو بسبب كبر الوسيط الحجمي لدقائق رواسب مقطع الكارون (جدول 1)، رغم زيادة عمق وسرعة الجريان في هذا المقطع وذلك لأنه عند ازدياد سرعة الجريان وتذبذب سرعته فانه سيولد زخماً كافياً للاحتفاظ بمقدار كبير معلق من الرواسب بين سطح الماء وقعر القناة كما هو الحال في مقطعي الكارون والفاو.

إن هذا الارتفاع الكبير في تركيز المواد العالقة في مقطعي الكارون والفاو أدى لأن تكون قيمة R_e أصغر في هذين المقطعين مقارنة مع مقطعي الخورة وأبي الخصيب وذلك لأن قيم

اللزوجة تكون هي المسيطرة على جريان المائع (تركيز المواد العالقة اكبر وبالتالي تكون لزوجة السائل أعلى) وهذا يتضح بوضوح اكبر في مقطع الكارون (جدول 1).

جدول 1: بعض المتغيرات الهيدروليكية والهيدرولوجية لشط العرب

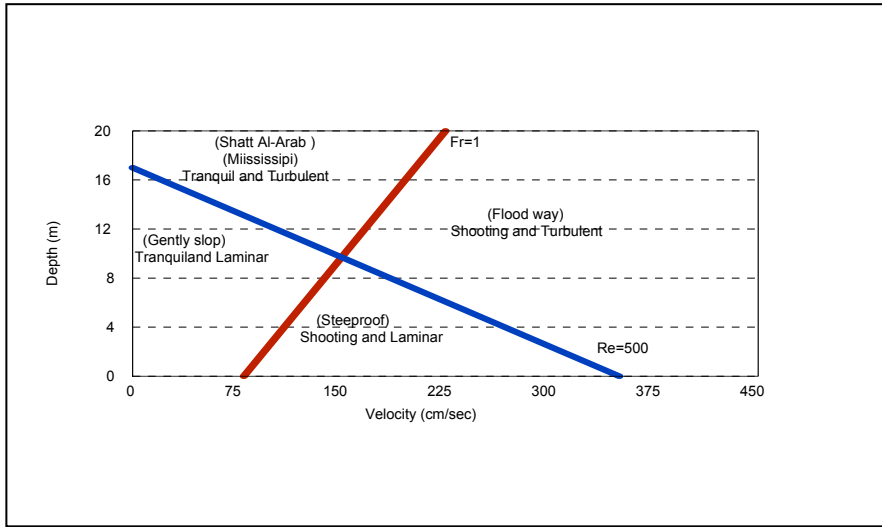
| الجزء الجنوبي | | الجزء الشمالي | | الوحدات | الرمز | المتغير |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------|-------------|-------------------------------------|
| الفاو | الكارون | ابو الخصيب | الخورة | | | |
| 600 | 320 | 450 | 400 | م | \bar{b} | العرض |
| .010 | .013 | 9.0 | 12.5 | م | \bar{d} | العمق |
| .001 | 1.15 | 0.45 | 0.41 | م/ثا | \bar{U} | سرعة جريان الماء |
| | | 2.65 | | م/ثا | S | انحدار سطح الماء $\times 10^{-5}$ |
| 1200 | 1200 | 690 | 690 | م/ثا | Q | تصريف الماء |
| | | 0.016 | | - | e_s | كفاءة الحمل العالق |
| 1.520 | 1.560 | 0.380 | 1.696 | سم/ثا | W | سرعة ترسيب الدقائق $\times 10^{-3}$ |
| 1.073 | 1.033 | 0.180 | 0.180 | كغم / م | τ_0 | جهد القص القاعي |
| 100 | 120 | 29 | 39 | ملغم/لتر | C_s | تركيز المواد العالقة |
| 0.004 | 0.125 | 0.002 | 0.005 | ملم | d_{so} | الوسيط الحجمي للدقائق |
| 0.48 | 0.52 | 0.11 | 0.08 | م/ثا | \bar{U}_s | معدل سرعة جريان المواد العالقة |
| 3.583×10^3 | 1.354×10^3 | 2.377×10^4 | 2.24×10^4 | - | Re | رقم رينولدز |
| 0.027 | 0.027 | 0.031 | 0.020 | - | Fr | رقم فرود |

ولغرض مقارنة الطبيعة الهيدروديناميكية لشط العرب مع باقي انهار العالم تم إسقاطه على الشكل الذي يوضح العلاقة بين رقمي رينولد وفروود (شكل 2) فظهر أن نظام الجريان في شط العرب مشابه لنظام نهر المسيسيبي من حيث كونه جرياناً اضطرابياً هادئاً Tranquil and Turbulent flow وذلك بسبب ازدياد قوى القصور الذاتي Inertia forces مقارنة مع قوى اللزوجة Viscous forces في حالة رقم رينولد وقوى الجذب الأرضي Inertia forces مقارنة مع قوى اللزوجة Viscous forces في حالة رقم فروود نتيجة ازدياد العمق وارتفاع سرعة الجريان وانخفاض الوسيط الحجمي للرواسب القاعية في القناة النهرية.

2. القيمة الفعلية والمحسوبة للحمولة العالقة

تراوحت قيمة الحمولة العالقة الكلية الملاحظة Observed في الجزء الشمالي من النهر بين 20.01 - 26.91 كغم/ثا في مقطعي أبي الخصيب والخورة على التوالي (جدول 2)، ويمكن أن يعزى انخفاض قيمة الحمل العالق في مقطع أبي الخصيب بسبب انخفاض تركيز المواد العالقة والذي يعزى بدوره إلى زيادة نسبة المواد الهيدروكاربونية والملوثات العضوية الأخرى

في هذا المقطع (Al-Manssory et al., 2004) مما يؤدي لان تعمل كنواة تتلبد حولها الدقائق العالقة مؤدية لترسيبها. كما يمكن أن يعزى زيادة الحمل العالق قي مقطع الخورة إلى النشاط الهيدروديناميكي للنهر في هذا المقطع نتيجة كون المنطقة نقطة التقاء لمصبي الخورة من الضفة الغربية لشط العرب ونهر الصالحية من الضفة الشرقية له مؤدية لحدوث دوامات قاعيه تقوم بحفر قاع النهر ورفع رواسبه كحمل عالق وهذا ما يؤيده زيادة العمق في الخورة مقارنة مع أبي الخصب، وكذلك بسبب النشاط الملاحي الذي يؤدي الى زيادة الحمل العالق الانبي (جدول 1). كما تعمل خشونة دقائق القاع في مقطع الخورة على زيادة نحت قاع القناة وجوانبها حيث تبلغ قيمة الوسيط الحجمي للدقائق 0.005 ملم والتي تتكون من الغرين الذي يعد من الدقائق غير المتماسكة والقابلة للحركة عند حدوث أي اضطراب للتيار. بينما يكون الوسيط الحجمي لدقائق



شكل 2: العلاقة بين سرعة الجريان (سم/ثا) وعمق الجريان (م) وعلاقته برقمي رينولد وفرويد.

مقطع أبي الخصب 0.002 ملم بحجم الطين وتعد من الدقائق المتماسكة نتيجة ازدياد مساحتها السطحية ووجود الشحنة السالبة على سطوحها وتعمل كوسيلة ربط مع المركبات العضوية أو مع الأيونات الموجبة عند ارتفاع تركيزها في المياه (رغم ان بعض البحوث تعد الحد الفاصل بين احجام الغرين والطين هو 5 مايكرون في مناطق الرواسب المصبية والرواسب البحرية). هذه العوامل مجتمعة أدت لان يكون تركيز المواد العالقة أعلى وبالتالي يكون الحمل العالق أكثر كذلك في مقطع الخورة مقارنة مع مقطع أبي الخصب في الجزء الشمالي من النهر.

جدول 2: القيمة الملاحظة والمحسوبة لمعدل تصريف الحمولة العالقة (كغم/ثا) في شط العرب.

| القيمة المحسوبة للحمولة العالقة حسب معادلة Yang (1981) لطاقة الجريان | | القيمة الملاحظة للحمولة العالقة محسوبة طبقاً لمعادلة Gregory and Walling (1973) | | | المحطة | جزء النهر |
|--|--|---|---------------------------------|------------------------------|------------|-----------|
| Bagnold (1980) تصريف الحمولة العالقة (كغم /ثا) | Bagnold (1966) تصريف الحمولة العالقة (كغم /ثا) | تصريف الحمولة العالقة (كغم /ثا) | تركيز المواد العالقة (ملغم/لتر) | التصريف (م ³ /ثا) | | |
| 37.811 | 33.347 | 26.910 | 39 | 690 | الخورة | الشمالي |
| 22.278 | 18.480 | 20.010 | 29 | 690 | أبو الخصيب | |
| 64.580 | 53.000 | 144,000 | 120 | 1200 | الكارون | الجنوبي |
| 62.737 | 54.215 | 120,000 | 100 | 1200 | الفاو | |

أما في الجزء الجنوبي من النهر فقد تراوحت الحمولة العالقة الفعلية أو الملاحظة بين 120-144 كغم/ثا في مقطعي الفاو والكارون على التوالي، ويعزى ارتفاع الحمولة العالقة في مقطع مصب الكارون نتيجة الحمل الرسوبي العالي الذي يجلبه نهر الكارون من أعالي مجراه في الهضبة الإيرانية بسبب سرعة تياره وشدة انحداره (المنصوري، 1996) أما انخفاض هذا الحمل في مقطع الفاو فيحدث بسبب ترسب جزء كبير منه في المسار الذي يتميز بكثرة الجزر والالتواءات النهرية الممتدة ما بين مصب الكارون في شط العرب والفاو، فقد قدر معدل الترسيب Sedimentation rate في هذه المنطقة بحوالي 14سم/سناً، *Albadran et al., (2002)*. كذلك انخفضت الحمولة العالقة في الفاو نتيجة انخفاض تركيز المواد العالقة في منطقة الفاو التي تعتبر منطقة مصب لشط العرب نتيجة اختلاط المياه النهرية العذبة مع المياه البحرية المالحة المشبعة بأيونات الصوديوم التي تعمل على تلبد المواد العالقة وبالتالي ترسيبها مما ينعكس على الحمل الرسوبي للنهر.

يبدو إن المتغيرات الهيدروليكية تعد من العوامل المؤثرة في مقدار الحمولة العالقة كما يبدو من النتائج وبالأخص عرض المقطع النهرية، حيث ظهر إن أعلى قيمة للحمولة العالقة قد حسبت في مقطعي الخورة في الجزء الشمالي من النهر والكارون في جزئه الجنوبي وبكلتا طريقتي الحساب لطاقة الجريان Stream power (جدول 2)، فقد بدا أن هناك تناسباً عكسياً بين مقدار الحمولة العالقة وعرض المقطع النهرية، ويمكن أن يعزى سبب ذلك إلى ازدياد سرعة الجريان مع ازدياد ضيق المقطع النهرية وبذلك تزداد قابلية التيار على رفع كمية أكبر من الدقائق العالقة كما يلاحظ ذلك بالأخص في مقطع الكارون (جدول 1). كما ظهر أن لمعدل حجم الدقائق تأثيراً إضافياً على حساب الحمل العالق حيث ازداد هذا الحمل مع ارتفاع قيمة الوسيط الحجمي Median للرواسب القاعية، وذلك لأنه كلما ازداد حجم الدقائق كلما أصبحت هذه الدقائق أقل تماسكاً وبذلك تصبح أكثر عرضة للنقل والتعرية مقارنة مع الدقائق المتماسكة.

كما يبدو إن جهد القص القاعي Bed shear stress غير مؤثر في مقدار الحمولة العالقة رغم انه يعد نظرياً العامل المؤثر في تهيج الرواسب القاعية وجعلها عالقة (Chow, 1959). أظهرت النتائج أن هناك اختلافاً بين القيم المحسوبة Calculated والملاحظة Observed للحمولة العالقة في القسم الجنوبي من النهر, ويمكن أن يعزى ذلك إلى طبيعة الطرق المستخدمة. ان مجمل طرق الحساب لا تأخذ بنظر الاعتبار كمية المواد العضوية التي تشكل جزءاً مهماً من تركيز المواد العالقة وبالأخص في المناطق الملوثة والغنية بالغطاء الخضري كما هو الحال في الجزء الجنوبي من شط العرب حيث سيؤدي ذلك لانخفاض قيمة الحمل العالق المحسوب، فضلاً عن أن الحمولة العالقة الملاحظة اعتمدت في حسابها على سرعة التيار النهري بينما اعتمدت نتائج حساب الحمولة العالقة المحسوبة على سرعة جريان المواد العالقة المنقولة في المقطع النهري مما سبب بالتالي فرقا بين هاتين القيمتين. لذلك فإنه عند حساب الحمولة العالقة في نهر مثل شط العرب ذو طبيعة حمل عالق حاو على نسبة معينة من المواد العضوية فان الكثافة الحقيقية للرواسب يجب أن لا تؤخذ مساوية لكثافة الكوارتز (2.65 غم/سم³) بل يجب أن تتراوح بين 2.0-1.3 غم/سم³ والتي ستعطي عند تطبيقها نتائج مقاربة للقيم الحقلية.

وعند مقارنة نتائج الدراسة مع النتائج التي حصل عليها Karim and Salman (1987) اللذين استخدموا كثافة خليط الماء والرواسب مساوية لـ 2.0 غم/سم³ ستتنخفض قيمة الحمل العالق بمقدار الثلث تقريباً. تتكون المواد العالقة بصورة عامة من جزأين معدني وعضوي وتعزى زيادة تركيز المواد العالقة إلى ارتفاع تركيز المواد العضوية العالقة حيث يعد شط العرب من المناطق الملوثة بيئياً وذو كثافة غطاء خضري عالية وهذه كلها ستساهم في زيادة محتواه من المواد العضوية العالقة، وبما أن الطرق الحسابية تأخذ بنظر الاعتبار الجزء المعدني فقط دون أخذ الجزء العضوي لذلك ظهر هذا الاختلاف بين القيمة الملاحظة والمحسوبة خصوصاً في الجزء الجنوبي من النهر.

لقد أظهرت الدراسة أن القيم المحسوبة في الجزء الشمالي من النهر تكاد تكون متوافقة مع القيم المرصودة وبكلتا طريقتي الحساب لطاقة النهر، بينما ظهر أن هناك اختلافاً بمقدار النصف تقريباً عند القيمة الملاحظة في الجزء الجنوبي من النهر ويمكن أن يعزى ذلك إلى الطبيعة المورفولوجية للمسار النهري وتوزيع الجزر والمناطق الضحلة في هذا الجزء مقارنة مع الجزء الشمالي مما أدى لخلق ظروف هيدروديناميكية متغيرة على طول هذا المسار بل وضمن المقطع النهري نفسه.

الاستنتاجات:

- 1- ضرورة الأخذ بنظر الاعتبار عند حساب الحمولة العالقة رياضياً كثافة المواد العالقة (خليط الماء والراسب) والتي يقترح أن تتراوح بين 1.30 - 2.00 غم/سم³ لمناطق مثل منطقة الدراسة.

- 3- توصي الدراسة بأنه عند استخدام معادلة (1986) Yang يجب حساب طاقة النهر Stream power اعتماداً على معادلة (1980) Bagnold لأنها أعطت قيمة أقرب للقيم المسجلة حقلياً مقارنةً مع حسابها بطريقة (1966) Bagnold.
- 4- من الضروري عند قياس تركيز المواد العالقة في مناطق ملوثة بيئياً كشط العرب، ان يتم فصل المواد العالقة العضوية عن المعدنية عند تقدير كمية هذه العوالق.

المصادر

- المنصوري، فائق يونس 1996. دراسة انتقال الرواسب في الجزء الجنوبي في شط العرب. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة، 119.
- المنصوري، فائق يونس والباهلي، ناجي خير الله 2002. تقدير مدى قابلية رواسب الجزء الشمالي من شط العرب للتعرية. مجلة وادي الرافدين، 17(2): 518-505.
- عبد الله، صادق سالم 1990. دراسة في الحمولة النهريّة لشط العرب في مدينة البصرة. رسالة ماجستير، مركز علوم البحار، جامعة البصرة، 115.
- مركز علوم البحار 1998. المراقبة البيئية لشط العرب للفترة من 1997-1998. تقرير مقدم إلى مجلس حماية البيئة في محافظة البصرة.

- Abdullah, S.S. 2002. Analysis of tide wave in Shatt Al-Arab Estuary, South of Iraq. Marina Mesopotamica, 17(2): 305-315.
- Albadran, B., Al-Manssory, F.Y, and Al-Bahily, N.K. 2002. Erosion and sedimentation processes in Shatt Al-Arab River, South of Iraq. Marina Mesopotamia, 17(2): 285-292.
- Albertson, M.L., Barton, J.R. and Simons, D.B. 1965. fluid mechanics for Engineers. 5th edition. Prentice Hall, Inc., 561 pp.
- Al-Mahdi, A.A. and Salman, H. H. 1997. Some hydrological characteristic of Shatt Al-Arab River. Marina Mesopotamica, 12(1): 163-174.
- Al-Manssory, F.Y. 2002. Sediment yield of Shatt Al-Arab drainage basin. Basrah Journal of Agricultural Sciences, 15(4): 63-78.
- Al-Manssory, F.Y., Salman, H.H. and Faraj, M.H. 1998. Sediment discharge in Shatt Al-Arab River down-stream Karun confluence. Marina Mesopotamica, 13(2): 251-262.
- Al-Manssory, F.Y., Abdul Kareem, M.A. and Yassen, M. M. 2004. An assessment of environmental pollution by some trace metals in the Northern part of Shatt Al-Arab River sediment, Southern IRAQ. Iraqi Journal Earth Science, 4(2): 11-22.
- Assad, N.M. 1978. Sediments and sediment discharge in the Diyalah River-Unpubl. MSc. Thesis. Univ. of Baghdad. College of Science, 157 pp. (In Arabic).
- Bagnold, R.A. 1966. An approach to the sediment transport problem from general physics. U.S.Geol.Surv.Prof.Papers, 422-1: 11-137.

- Bagnold, R.A. 1980. An empirical correlation of bed load transport rates in flumes and natural rivers. Proc. Roy. Soc., London, 377: 453-473.
- Baver, L.D., Gardner, W.H. and Gardner, W.R. 1972. Soil physics, Fourth edition, John Wiley and sons., Inc. New York, 498 p.
- Binney, G.M. 1950. Some notes on Karun River and the Shatt Al-Arab. J. of the Instit. Civil. Engin., 33-1950S, PP:204-252.
- Chow, V.T. 1959. Open - channel hydraulics. Mc Graw-Hill Company. N. Y., 680 pp.
- Dendy, F.E. and Bolton, G.C. 1976. Sediment yield- runoff - drainage area relationship in the United States. J. Soil and water conserve, 31(5): 261-266.
- Fournier, F. 1960. Debit Solide des course deau, Essai d' estimaten Della perte on terre subie par l'ensemble du globe terrestre. Inter. Assoc. Sci. Hyd. Publ., 53: 19-22. (In French).
- Gragory. K.J. and Walling, D.E. 1973. Drainage basin form and processes, a geomorphologic approach, Edward Arnold, Great Britian, 458pp.
- Hamdan, A.N.A. 1994. Numerical modeling of the Shatt Al-Arab River plume. MSc. thesis, Coll. Eng., Univ. of basrah, 82pp.
- Karim, H.H. and Salman, H.H. 1987. Estimation of sediment discharge, sedimentation rate and the rate of hydrocarbon residues of Shatt Al-Arab sediment, North west Arabian Gulf Marina Mesopotamica, 2(1): 103-115.
- Milliman, J.D., Zuo Shang, Y. and Mead, R. 1983. Flux of suspended sediment in the Changjiang Estuary. Symposium on sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea. China Ocean press. Beijing, pp: 382-399.
- Mohammad, L.A. 1982. A desk study of Shatt Al-Arab Estuary. MSc. thesis. Univ. Strathclyde, Glasgow, 180p.
- Nippon Koei 1972. Study report on the Shatt Al-Arab project. A report submitted to the Ministry of Agrarian Reform. Government of Iraq, 75pp.
- Iraqi Port Administration (I.P.A.). Shatt Al-Arab project, Interim report, 1977. Directorate General of Studies and Designs and Polservices, Joint Venture.
- Officer, C.B. 1981. Physical dynamics of estuarine suspended sediments. Marine geology, 40: 1-40.
- Pantin, H.M. 1979. Interaction between velocity and effective density in turbidity flow: phase plane analysis, with criteria for autosuspension. Mar. Geol., 31: 59-99.
- Piorewicz, J. 1980. Hydrological investigations of Shatt Al-Arab. Second Inter. Conf. of Inland Waterways Transportation and Harbour Engin., Univ. of Basrah, Coll. of Engineering.
- Salman, H.H., Abdullah, S.S. and Al-Mahdi, A.A. 1999. Sediment discharge in Shatt Al-Arba River, South Iraq. Marina Mesopotamica, 14(2): 351-363.
- Shen, H.W. 1971. Wash load and bed load, In: Shen, H.W. (ed.). River mechanics, Chapter, 11.
- Sudgen, W. 1963. The hydrology of the Persian Gulf and its significance in respect to evaporates deposition. Am. J.Sc., 261: 741-755.
- Yang, Chang-Shu 1986. On Bagnolds sediment transport equation in tidal Marine environments and the practical definition at bed load. Sedimentology, 33(4): 465-486.

Estimation of suspended load of Shatt Al-Arab river with reference to field measurements

F.Y. Al-Manssory¹, S.S. Abdullah² and A.A. Al-Mahdi²

¹ *Marine Geology Dept.*, ² *Marine Physics Dept., Marine Science Centre
University of Basrah, Basrah-Iraq*

ABSTRACT This study shows the possibility to determine the Shatt Al-Arab suspended load through applying mathematical formulas and field measurements of suspended load. According to a hydrological characteristic of the river course, field measurements were accomplished by two main segments, the Northern and the Southern part of Shatt Al-Arab River. The results show that the flow regime of Shatt Al-Arab is a tranquil and turbulent flow due to increasing of inertial forces in relation to viscous and gravitational forces, as a result of increasing flow depth and velocity in addition to decreasing of median grain size of bed sediments. The observed total suspended load in the Northern part was ranging between 20.01-26.91 Kg/Sec at Abu Al-Kasseb and Al-Khorah sections, respectively. While its range in the Southern part between 120-144 Kg/Sec at Al-Fao and Karun confluence, respectively. The present study recommends the use of Yang's (1980) equation to calculate the stream power according to Bagnold (1980) formula because it gives much closer results to the measured data, in contrary to that calculated by Bagnold (1960) formula.