متوفرة على الموقع http://www.basra-science-journal.org

ISSN –1817 –2695

أنموذج عددي يحاكي انتقال الرسوبيات في نهر شط العرب

عادل جاسم الفرطوسي* نوري حسين نور الهاشمي و سامر عدنان الطائي*

قسم الفيزياء/كلية التربية للعلوم الصرفة/جامعة البصرة/بصرة, العراق

**مركز علوم البحار, قسم الفيزياء البحرية/جامعة البصرة/بصرة، العراق*

الاستلام 22-9-2013 ، القبول 14-10-2013

الخلاصة

تم إعداد أنموذج رياضي عددي يحاكي انتقال الرسوبيات في نهر شط العرب المقاسة عمليا. لقد اختيرت ثلاث محطات للقياسات الحقلية الميدانية في الجزء الجنوبي للنهر لما له من اهميه اقتصاديه وبيئيه. لقد أستخدمت قيم ثابته للتصريف كشروط حدودية عند المقتربات العليا في نهر دجلة بينما تم إستخدام إرتفاعات المد والجزر كشروط حدودية عند المقتربات السفلى في منطقة رأس البيشه. لقد تمت المحاكاة على فترتين الاولى في شهر تشرين الاول سنة 2012 والثانية في شهر نيسان 2013 تتخللها الايام التي اجريت فيها القياسات الحقليه. قورنت نتائج تصريف الحمل العالق المقاسه حقلياً مع النموذج المعد قبل وبعد إدخال المتغيرات المناخيه فوجد ان هناك تطابقاً نوعياً وكمياً. تم محاكاة النموذج من جديد بإدخال المتغيرات الخاصة بنموذج نقل الرسوبيات فوجد ان هناك تطابق فيما بين القياسات الميدانية لتصريف الرسوبيات والنموذج بشكل جيد وبنسبة تصل إلى 80%. ويمكن القول إن هذا النموذج يعد وسيلة جيدة لفهم سلوك الرسوبيات المنقولة لنهر شط العرب.

المقدمه

تعد الرسوبيات المنقولة جزءاً من الكتلة المائية الجارية في الانهار ومن المحددات الاساسية لنوعية المياه, ولذلك تكتسب اهمية خاصة في الدراسات الفيزيائية والهيدرولوجية (Hydrology) وكذلك في الدراسات الجيمورفولوجية (Geomorphology) لعلاقتها بتكوين العديد من مظاهر سطح الارض. الرسوبيات المنقولة في نهر شط العرب حظيت باهتمام الباحثين والمؤسسات الحكومية, إذ اجريت العديد من الدراسات العلميه العددية التي عالجت الموضوع من زوايا مختلفة منها دراسة شركة (Polservies) البولونيه [1] إذ قامت باعداد نموذج رياضي للتنبأ بالظروف الهيدروليكيه لنهر شط العرب. حمدان [2] قدم دراسة نموذج عددي ثنائي البعد متغير مع الزمن يعتمد على معادلة حفظ الكتله

والزخم لدراسة البثق الطافي (الحموله النهريه) لشط العرب. أما خلف [3] فقد طور نموذج العناصر المحدده لتمثيل الجريان المدي في شط العرب. لقد استخدم الباحث Shahidi ومجموعته [4] النمذجة العددية للتنبؤ بمدى توغل الملوحة في مصب شط العرب. المحمود وجماعته [5] أستطاع محاكاة السلوك الهيدروديناميكي للجزء الشمالي من شط العرب. إن إقامة مشاريع السدود والخزانات كالسد المقام على نهر السويب والسد على نهر الفرات ادت الى تغير طبيعة النظام الهيدروديناميكي لشط العرب باستمرار, حيث اصبح مجرى النهر يعتمد على نهر دجله في تغذيته بالمياه اما بقية الانهار والجداول (السويب و الفرات و كرمة علي والكارون) فهي مغلقه [6]. لقد استخدم في الدراسة الحاليه نظام نمذجة القنوات والأنهار والذي يعتمد على حل المعادلات التفاضلية الجزئية الضمنية للجريان غير المستقر في الانهار والمصبات في بعد واحد وهي معادلات الاستمرارية والزخم و المعرفه بمعادلات ساينت فينانت. تهدف الدراسة الحاليه الى وضع نموذج رياضي يحاكي انتقال الرسوبيات في نهر شط العرب.

الاساس الرياضي

ان جريان المياه خلال القنوات هو بمثابة عملية توزيع لان معدل الجريان يعتمد على التغير المكاني لكل من السرعة والعمق خلال القناة, باستخدام مجموعه من المعادلات التفاضلية الجزئية المعتمدة على الموقع والزمن والتي تعرف بحفظ الكتله و الزخم يمكن الحصول على تقديرات لمعدل الجريان او ارتفاع منسوب الماء عند مواقع معينه في نظام القناة. هذا النوع من المعادلات تسمى معادلات (Saint– Venant) [7] ويعتمد على حساب معدل الجريان وارتفاع منسوب الماء كداله للزمان والمكان ومن الناحية النظريه فان عملية الجريان الحقيقة في الانظمة النهريه تختلف في كل الاتجاهات الطوليه والعرضية والجانبية بالإضافة الى الزمن ولحل هذه المعادلات فإننا نحتاج للفرضيات التالية:

- ان الجريان احادي البعد اي ان سرعة الجريان وعمود الماء تتغير مع اتجاه الجريان فقط .

لذلك سرعة الجريان تكون ثابتة وسطح الماء يكون افقي خلال اي مقطع عمودي لاتجاه الجريان .

- تغير الجريان تدريجيا على طول القناة ولذلك يسود توزيع الضغط الهيدروستاتيكي مع إهمال التعجيل العمودي .
- ميل قاع القناة صغير .
- يكون قاع القناة ثابت بحيث لايكون هناك تغير في ارتفاع القناة مع الزمن .
- المائع غير قابل للانضغاط مع كثافة ثابتة خلال الجريان .

تستخدم معادلات مانينك وشيزي في فرضيات اشتقاق معادلات ساينت فينانت لتعريف معامل مقاومة القناة في ظروف الجريان المختلفة حيث يمكن التحكم بحدودها لتتلائم مع هيدروديناميكية منطقة الدراسة [8].

(1) conservation of mass

$$q = \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x}$$

(2) Conservation of momentum

$$\frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial \mathrm{t}} = gA\left(s_0 - s_f\right) - gA\frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\partial\left(\frac{\mathrm{aQ}^2}{\mathrm{A}}\right)}{\partial \mathrm{x}}$$

إذ أن:

t time, x distance, h depth, S_0 bed slope, S_f friction slope, a momentum coefficient, A wetted area (or reach volume per unit length), q lateral inflow per unit length, g acceleration dye to gravity, Q discharge.

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial\left(\frac{aQ^2}{A}\right)}{\partial x}+gA\frac{\partial h}{\partial x}-gh(s_0-s_f)=0\quad(Dynamic\ wave)\quad(3)$$

إن الموجة الديناميكية التي تستخدم معادلة الزخم كاملة والمتضمنة قوى التعجيل يمكن أن تقرأ بالشكل.

$$gA\frac{\partial h}{\partial x}-gA(s_0-s_f)=0\quad(Diffusion\ wave)\qquad(4)$$

أما موجة الانتشار التي تعتمد على احتكاك القاع وقوة الجاذبية وانحدار الضغط الهيدروستاتيكي في معادلة الزخم فإنها تقرأ بالشكل.

$$gA(s_0-s_f)=0\quad(Kinematic\ wave)\qquad(5)$$

إذ يتم حساب الجريان على افتراض وجود توازن بين الاحتكاك وقوى الجاذبية.

إن الحد (S_f) يمثل انحدار الاحتكاك ويمكن تقديره باستعمال علاقات تجريبية التي توصف اعتماداً على طريقة ما نتج [9] Manning's Method

$$S_f=\frac{Q|Q|}{K^2},\quad K=\frac{A}{nP^{2/3}}\qquad(6)$$

n عامل احتكاك مانت, P المحيط المبتل (water perimeter), K الاستيعاب (conveyance).

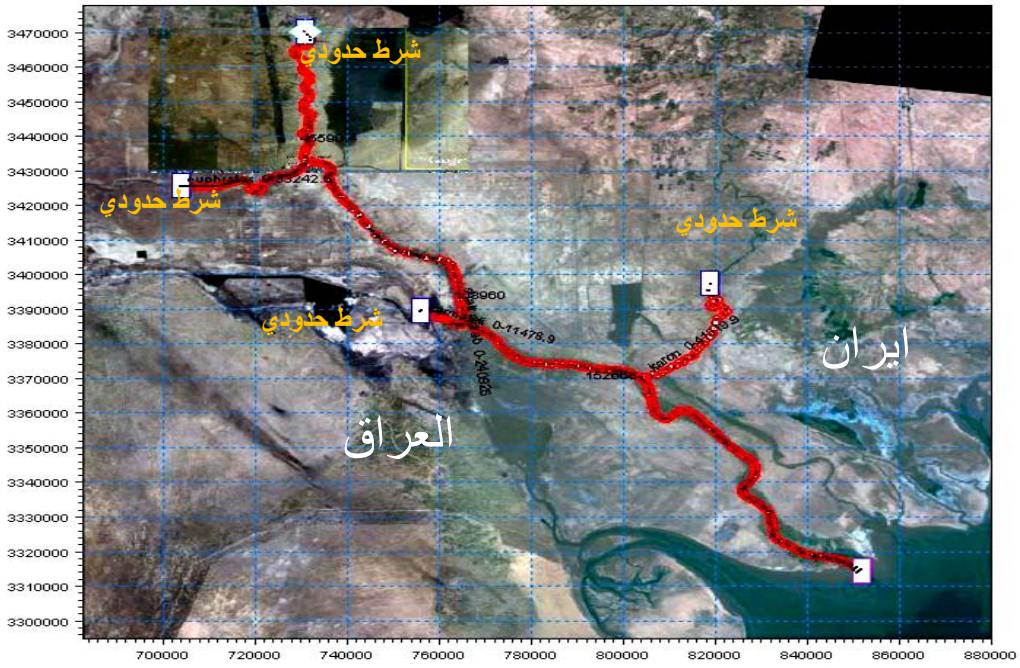
وقد تم حساب معامل مانتك من المعادلة التالية:

$$n=\frac{H^{1/6}}{19.4[\ln(0.9H)]}\qquad(7)$$

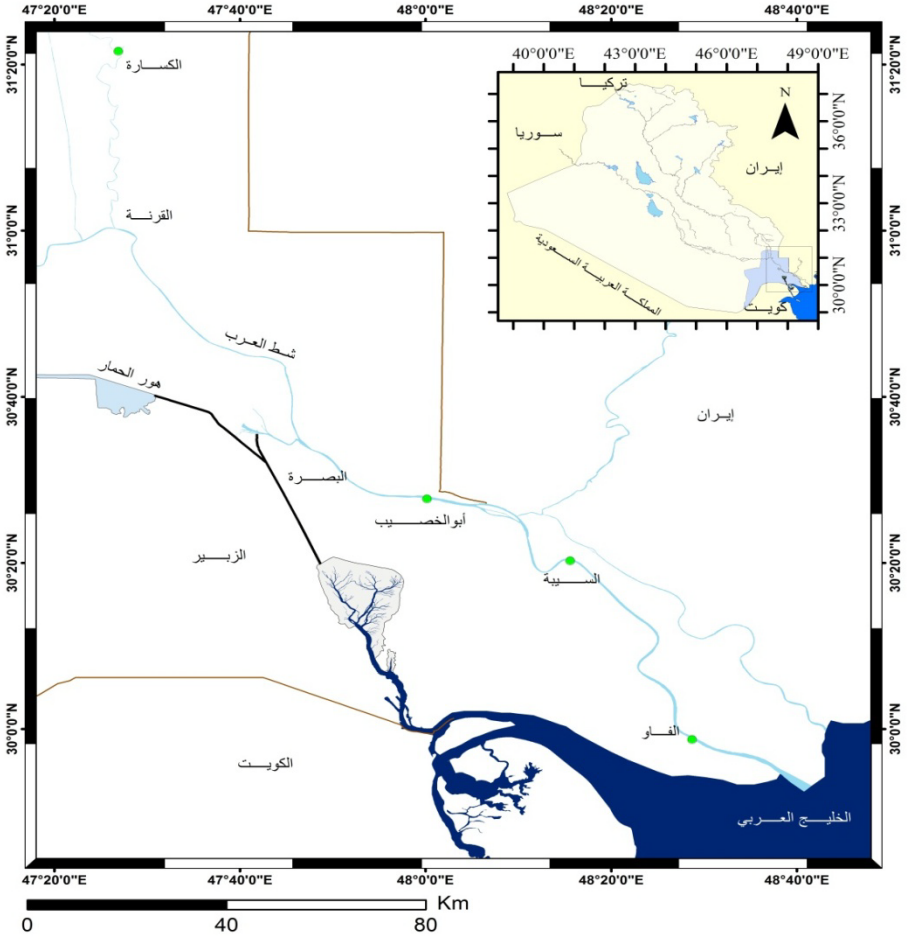
H عمق الجريان الكلي(المسافة العمودية من سطح الماء لغاية القاع) ويساوي h +b, h منسوب سطح الماء نسبة الى مستوى سطح البحر, b منسوب قاع المجرى المائي [9].

النتائج والمناقشة

هندسة منطقة الدراسة انشأت في بعد واحد في نموذج الشبكه حيث تم التعامل مع شبكة بيانات حقيقية بإدخال نقاط التشريق والتشميل لمنطقة الدراسة, شكل (1) يوضح استخدام صوره فضائيه لمنطقة الدراسة إذ ابتدأت عملية التشبيك في نهر دجله من ناظم الكسارة ذو الاحداثيات 47° 26' E, 31° 21'N وعلى طول نهر شط العرب من الملتقى الى راس البيشه ذي الاحداثيات 48° 48' E , 24° 44'N كذلك تم ربط تشبيك نهر الفرات من السده المقامه على النهر والى الملتقى و ربط تشبيك نهر كرمة علي بشط العرب وأخيرا تم ربط تشبيك نهر الكارون مع شط العرب, شكل(2) يبين منطقة الدراسة.



شكل (1) تشبيك منطقة الدراسة

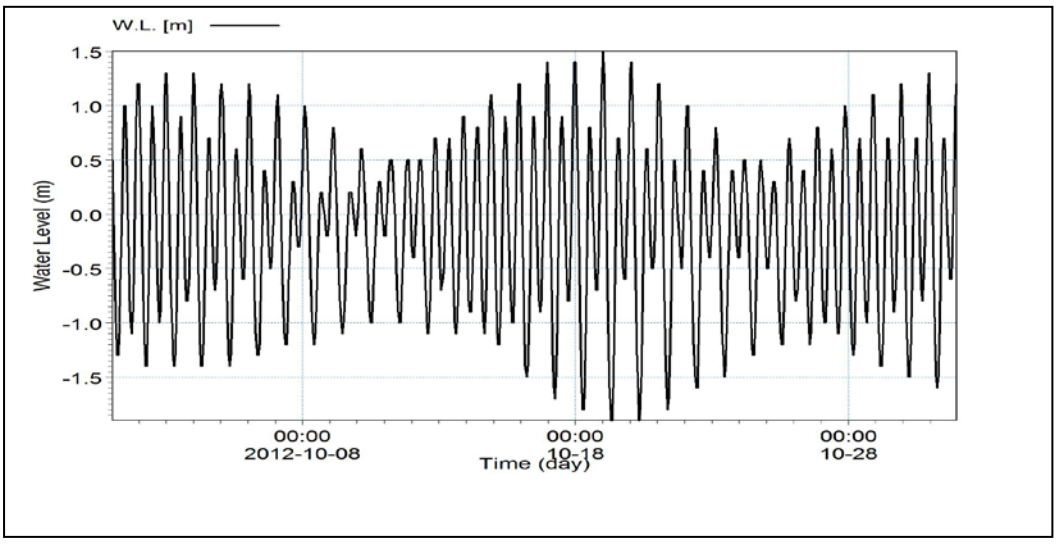


شكل(2) يبين منطقة الدراسة

لقد تم توزيع المقاطع العرضية على طول منطقة الدراسة لغرض اعداد النموذج الباثمتري (Bathymetric) وتقدير التغيرات الهيدروليكية لكل (500 متر) إعتماداً على بيانات المسح الحقلية . ادخلت في الدراسة الحاليه مقاطع عرضيه كل (1كم) إذ تم إدخال (45) مقطعاً عرضياً على نهر دجله ومن ناظم الكسارة المقام على النهر الى الملتقى و(33) مقطع على نهر الفرات وتحديداً من السدة المقامه حاليا على النهر والى الملتقى و(195) مقطعاً عرضياً على طول نهر شط العرب بدا من ملتقى (دجله مع الفرات) والى راس البيشه , كذلك (45) مقطعاً عرضياً على نهر الكارون و(11) مقطعاً على نهر كرمة علي. وقد اعتمدت في هذه الدراسة الشروط الحدودية الموضحة في جدول (1). إذ تم إدخال قيمة ثابته للتصريف عند نقطة بداية النهر في المقتربات العليا upstream والتي تساوي (60م^3\ثا) في (chainage 0.0m) اي في ناظم الكسارة المقام على نهر دجله الذي يعد المغذي الوحيد لنهر شط العرب الان , اما عند نهاية النهر في المقتربات السفلى down stream في (chainage 240000m) فقد ادخل ملف السلسلة الزمنيه لبيانات المد والجزر اي في منطقة راس البيشه, الشكل (3) يبين بيانات الارتفاعات والانخفاضات في مستوى الماء. اما فروع نهر شط العرب الاخرى (الفرات, السويب, كرمة علي) فقد كانت مغلقة في اثناء فترة الدراسة وبالنسبة لنهر الكارون فقد استخدم الشرط الحدودي نوع مفتوح. كلمة chainage تعني المسافة بالمتر من النقطة المرجعيه (اول مقطع لكل فرع).

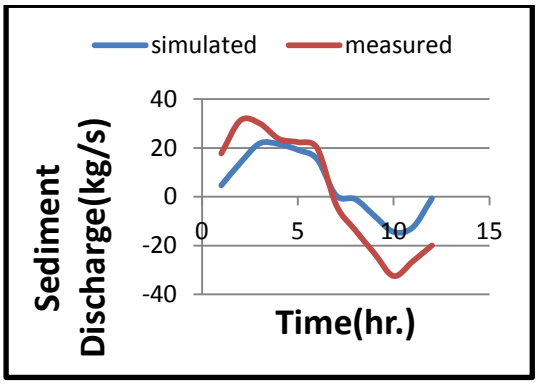
جدول(1) الشروط الحدودية في منطقة الدراسة

	الشرط الحدودي	نوع الشرط	اسم الفرع	Chainage(m)
1	open	Water flow	Shatt alarab	240000.
2	open	inflow	Tigris	0.0
3	closed	closed	Euphrates	0.0
4	open	inflow	karon	0.0
5	closed	closed	Karmat ali	0.0
6	open	Bottom level=0.2	Tigris	0.0
7	open	Bottom level=0.1	Shatt alarab	240000
8	open	Sediment Supply	karon	0.0

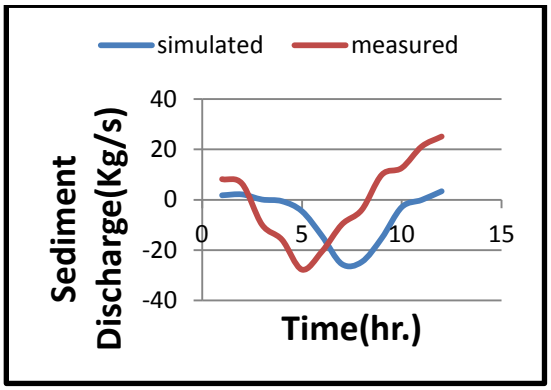


شكل (3) السلسله الزمنيه للمد والجزر في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسه خلال فترة المحاكاة الاولى

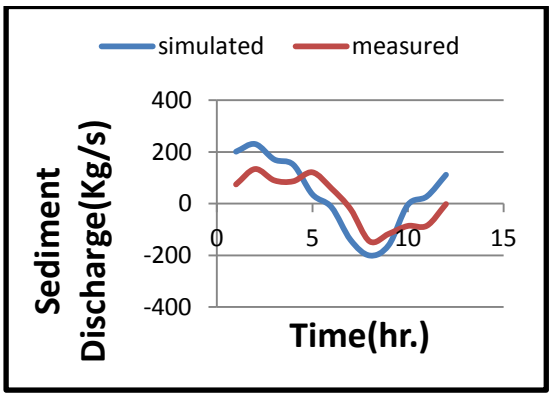
تم قياس تركيز الحمل العالق بطريقة (الترشيح) [10,11], لكل محطة ولدورة مدية كاملة (13ساعة) إذ كانت عدد العينات (442عينة) موزعه على محطات القياس, كذلك تم جمع عينات الرواسب القاعية السطحية (25عينة) موزعة على المحطات المذكورة وإجراء عمليات التحليل الحجمي لمعرفة احجام الرواسب والانحراف المعياري اذ يتطلبها البرنامج إذ استخدمت طريقة (Folk) [12]. لقد تم تنفيذ المحاكاة على فترتين التي تتخللها القياسات الحقلية, الفتره الاولى من1-2012\10\31 تتضمنها ايام القياسات الميدانية 15-17-18\10\2012 لمحطات القياس (الفاو- ابي الخصيب- السيبه) على التوالي ,اما فترة المحاكاة الثانيه بدأت من 10-2013\04\20 تتضمنها ايام القياس الحقلي 15-16-2013\04\17 للمحطات المذكورة اجريت عدة اختبارات على النموذج Hydrodynamic (HD) المعد الذي يعد العمود الفقري والركيزه الاساس لنموذج Sediment Transport(ST) للتأكد من السلوك الهيدروديناميكي لحركة الكتل المائية والمقارنة بين القياسات الميدانيه للتصاريف مع النموذج لغرض المعايرة والتحقق ,اذ اظهرت النتائج ان هناك تطابق كمياً ونوعياً [13]، ثم ادخل تأثير العوامل المناخية (عامل احتكاك الرياح) وعند تنفيذ المحاكاة وجد أن التطابق فيما بين القياسات الحقلية والنموذج كان بشكل اكثر واقعيه وملائمة مقارنه مع النتائج الاولى [14]. اجريت المقارنة بين قياسات تصريف الرسوبيات العالقه في المحطات الثلاث مع نتائج المحاكاة حيث كان هناك تطابق نوعي كما تظهره الاشكال (4) و(5) و(6)و(7) و8) و(9) إذ تبين هذه الأشكال المحطة المقاس فيها وتاريخ القياس.



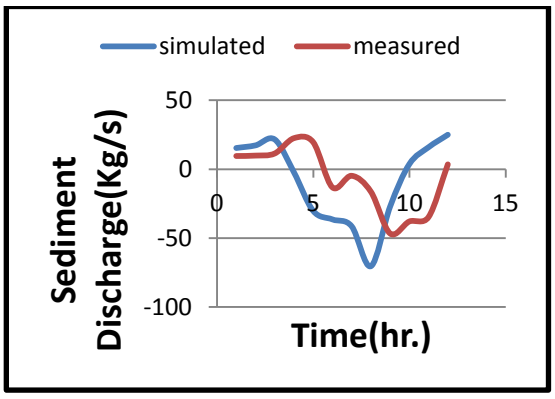
الشكل (4) ابي الخصيب 2012\10\17



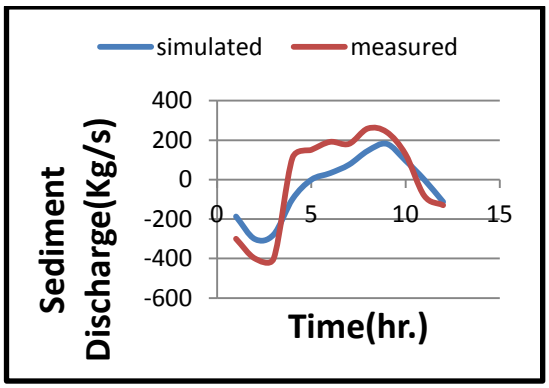
الشكل (5) ابي الخصيب 2013\4\15



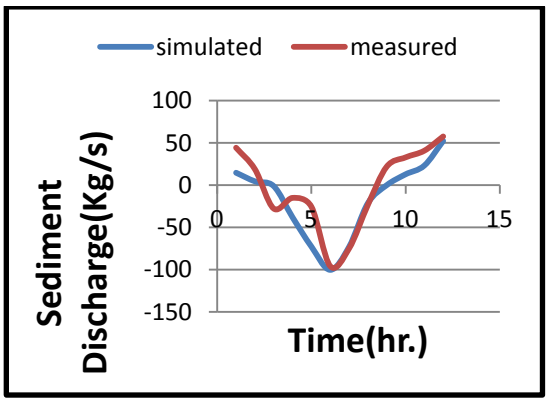
الشكل (6) السيبه 2012\10\18



الشكل (7) السيبه 2013\4\17



الشكل (8) الفاو 2012\10\15



الشكل (9) الفاو 2014\4\16

وكانت نسبة التطابق 80% وهي نتيجة جيده اذ لايمكن نقل كافة المتغيرات البيئية الى النموذج العددي ,بالإضافة الى ذلك

كانت القياسات الحقلية في الجزء الجنوبي تبدأ من الضفة العراقية الى منتصف النهر ولا يمكن الوصول الى الضفة الاخرى حيث الجانب الايراني. إن النموذج العددي المعد لأول مرة يعد وسيلة جيدة لفهم سلوك الرسوبيات المنقولة لنهر شط العرب.

ألاستنتاجات

1- كمية تصريف مياه شط العرب تؤثر على عملية نقل الحمولة العالقة.

2- زيادة التصاريف او قلتها لا تؤثر على الرسوبيات المنقولة في ابي الخصيب, بينما في السيبه والفاو تؤدي قلة التصريف الى دخول الرسوبيات من البحر بسبب قوة المد.

3-النموذج العددي المعد يحاكي هيدروديناميكية الكتل المائيه وانتقال الرسوبيات ولأي فتره زمنيه بعد ادخال بيانات المد والجزر لتلك الفتره.

المصـــــادر

[1] General Establishments for Studies and Design-Iraq and Polservice - Poland in Joint Vonture (1981) Shatt Al-Arab Project Feasibility Report , Basra - Iraq.

[2] حمدان، احمد ناصح (1994) "النمذجة العددية للبثق الطافي لنهرشط العرب", رسالة ماجستير،كلية الهندسة – جامعة البصرة.

[3] خلف،وسام عبد علي (2003) "نموذج العناصر المحددة لتمثيل الجريان المدي في نهر شط العرب" رسالة ماجستير, كلية الهندسة – جامعة البصرة.

[4] Shahidi, A E; Fatemah Z. and Ebrahim J.; (2008) "Modeling of salinity intrusion under different hydrological conditions in the Arvand River Estuary"; Can. J. Civ. Eng.; Vol. 35; pp 1476-1480.

[5] المحمود، حسن خليل و السياب، حازم عبد الحافظ والمياحي، داود سلمان ومحمود، علي باسل ومطشر، وسام رزاق (2011) "النمذجة الهيدروليكية لبرنامج Mike11 في بعد واحد لمحاكاة السلوك الهيدروليكي للجزء الشمالي من نهر شط العرب". مجلة البصرة للعلوم. العدد (281) ص1-14.

[6] وزارة الموارد المائية (2011) جيمورفولوجية مجرى شط العرب , مجلة عطاء الرافدين , بغداد.

[7] B.de Saint Venant.(1871).Theorie du movement non-permanent des eaux avec application aux crues des rivi eres at al introduction des mar ´ees dans lrur lit.Acad.Sci. Comptes Rendus Paris,73:147-154.

[8] Chow, V. T., Maidment, D. R. and Mays, L.W.(1988) Applied Hydrology. McGraw – Hill Inc., New York.

[9] Taylor, C and Davis, J.M. ;(1975) "Tidal Propagation and Dispersion in Estuaries" , J of Finite Element in Fluds, Vol.1, pp.95-118.

[10] Drake, D.E.; (1974); "Distribution and transport of suspended particulate matter in submarine canyons of southern California" . In: Gibbs, R.J. (ed.); suspended solids in water. Plenum press, New York, 133-153.

[11] Milliman, J.D.; Zuo sheng, Y. and Meade, R.H; (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.

[12] Folk, R.L.; (1974); "Petrology of sedimentary rocks"; Austin. Texas, Hemphill Publishing. 182 P.

[13] Al-Fartusi A. J., Al-Hashimi N. H. N. and Al-taei S. A.; (2013) "Hydrodynamic simulation Model of the Shatt Al-Arab River"; International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences; 4(3), March-May; pp289-293.

[14] Al-Fartusi A. J., Al-Hashimi N. H. N. and Al-taei S. A.; (2013) "Climatic Factors and their Impact on the Stability of the Hydrodynamic Model of the Shatt Al-Arab River"; American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering &Mathematics; 3(1) june-aug., pp 41-45