



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



ISSN -1817 -2695

النماذج التجريبية و الحاسوبية في حساب طول التوغل الملحي في المصببات ، مصب شط العرب كمثال

علي عبدالرضا لفتة

مركز علوم البحار/ جامعة البصرة

alilifta@yahoo.com

الاستلام ٢٥-١١-٢٠١٣ ، القبول ٢٩-٦-٢٠١٤

الخلاصة

درست ظاهرة التوغل الملحي في مصب شط العرب باستخدام اربعة نماذج تجريبية و نموذج حاسوبي. عملية معايرة النموذج الحاسوبي تمت باستخدام القيم المقاسة للتصريف و الملوحة في محطة الفاو و عملية التحقق تمت باستخدام قيم التصريف والملوحة في محطة السبية. استخدم النموذج الحاسوبي في حساب طول التوغل الملحي و ذلك من خلال استخدام خمسة قيم مختلفة للتصريف هي (٢٥، ٥٠، ٧٥، ١٠٠، و ١٥٠) متر مكعب بالثانية اذ كان طول التوغل الملحي المقابل لها يصل الى (١١٢، ٦٩، ٦٠، ٥١، و ٤٢) كم على التوالي. أظهرت نتائج النماذج التجريبية بان نموذج (Van Der Burgh) كان اكثر ملائمة في حساب طول التوغل الملحي في مصب شط العرب.

الكلمات المفتاحية: طول التوغل الملحي، النموذج الحاسوبي، النماذج التجريبية، المصببات

١. المقدمة

على النظام الايكولوجي للمصببات واستخدامات تلك المياه.

يعرف التوغل الملحي (Salinity Intrusion) على انه ظاهرة تقدم المياه البحرية المالحة باتجاه أعالي الانهار ويعتبر من اهم المشاكل التي تعاني منها المصببات و التي تتطلب حلول ملائمة للحفاظ على النظام الايكولوجي والاستخدام الأمثل لتلك المياه. تخضع هذه الظاهرة الطبيعية للعديد من العوامل مثل الجريان النهري (River Inflow) وهو العامل الرئيسي للسيطرة على التوغل الملحي، مدى المد و الجزر (Tidal Range)، اختلاف

مصب النهر، هو جسم مائي شبه مغلق تلتقي فيه مياه البحر المالحة مع مياه النهر العذبة. تعد المصببات من اكثر النظم البيئية المنتجة على سطح الأرض لذلك كانت من اكثر المناطق اكتظاظا بالسكان اذ يعيش حوالي ٥٠ % من سكان العالم بالقرب منها. تعد مصبات الانهار نظام بيئي متكامل يختلف عن بيئة المياه العذبة وعن بيئة المياه المالحة لان مياه تكون قليلة الملوحة (مويحة). تستخدم مياه المصببات لاغراض عديدة ، لذا فان أي تغير في نوعيه مياهها لها اثار بيئية خطيرة

شمال مدينة البصرة، ونهر الكارون (Karun river) الذي يصب في شط العرب على بعد حوالي ٣٠ كم جنوب مدينة البصرة. يعتبر شط العرب و الذي لديه اتصال مباشر مع الخليج العربي المصدر الرئيسي للمياه لمحافظه البصرة في جنوب العراق.

يعاني شط العرب و منذ سنوات من انخفاض الواردات المائية المجهزة له نتيجة لاسباب عديدة منها بناء خزانات المياه و السدود داخل و خارج العراق على الانهار المغذية له، كذلك قيام الجانب الايراني بتحويل مجرى نهر الكارون و الذي كان يجهز شط العرب بحوالي ٥٢% من المياه الى قناة بهمن شير. تم في السنوات الاخيرة قطع نهر الفرات عن شط العرب من خلال بناء سدة على نهر الفرات و لذلك يعتمد شط العرب في الوقت الحالي على نهر دجلة كمصدر لمياهه و هذا أدى الى تغيرات كبيرة في الطبيعة الهيدرولوجية للنهر والنظام الايكولوجي فيه بسبب قلة الواردات المائية اليه (River Inflow) و زيادة طاقة المد القادمة من الخليج العربي و ارتفاع كبير في ملوحة مياهه[3].

توجد هناك بعض الدراسات التي تم فيها استخدام النماذج العددية و الحاسوبية اعتمادا على معادلات دي سان فينانت (de-saint-venant equations) لدراسة الوضع الهيدروديناميكي في شط العرب[5-3]، بينما يوجد عدد قليل من الدراسات التي اهتمت بدراسة التوغل الملحي في شط العرب باستخدام مثل تلك النماذج [6,7]. تهدف هذه الدراسة الى تطبيق نموذج ذو بعد واحد باستخدام برنامج MIKE11 لتحديد المسافة التي يصل لها التوغل الملحي (Salinity Intrusion Length) بافتراض قيم مختلفة للتصريف النهري (River Inflow or discharge) و كذلك تطبيق عدد من النماذج التجريبية لمصب شط العرب لإيجاد النموذج المناسب لهذا المصب.

الكثافة بين ماء البحر والماء العذب، باثمترية و طبوغرافية النهر (bathymetry and Topography) ،درجة الحرارة و انتقال الرواسب (sediment transport) . علاوة على ذلك، تعد النشاطات المدنية عامل مهم في زيادة التوغل الملحي. ان النظام الايكولوجي للمصببات حساس جدا للتغيرات في مستوى الملوحة، اذ ان مثل هذه التغيرات تؤدي الى تدهور كبير في النظام البيئي و مصادر المياه للمناطق المجاورة للمصببات في حالة تجاوز مستوى الملوحة الحد المسموح به للاستخدامات المختلفة. يمكن ايجاد الحلول المناسبة لهذه الظاهرة من خلال الفهم الجيد للآليات المهيمنة التي تتحكم بها [1].

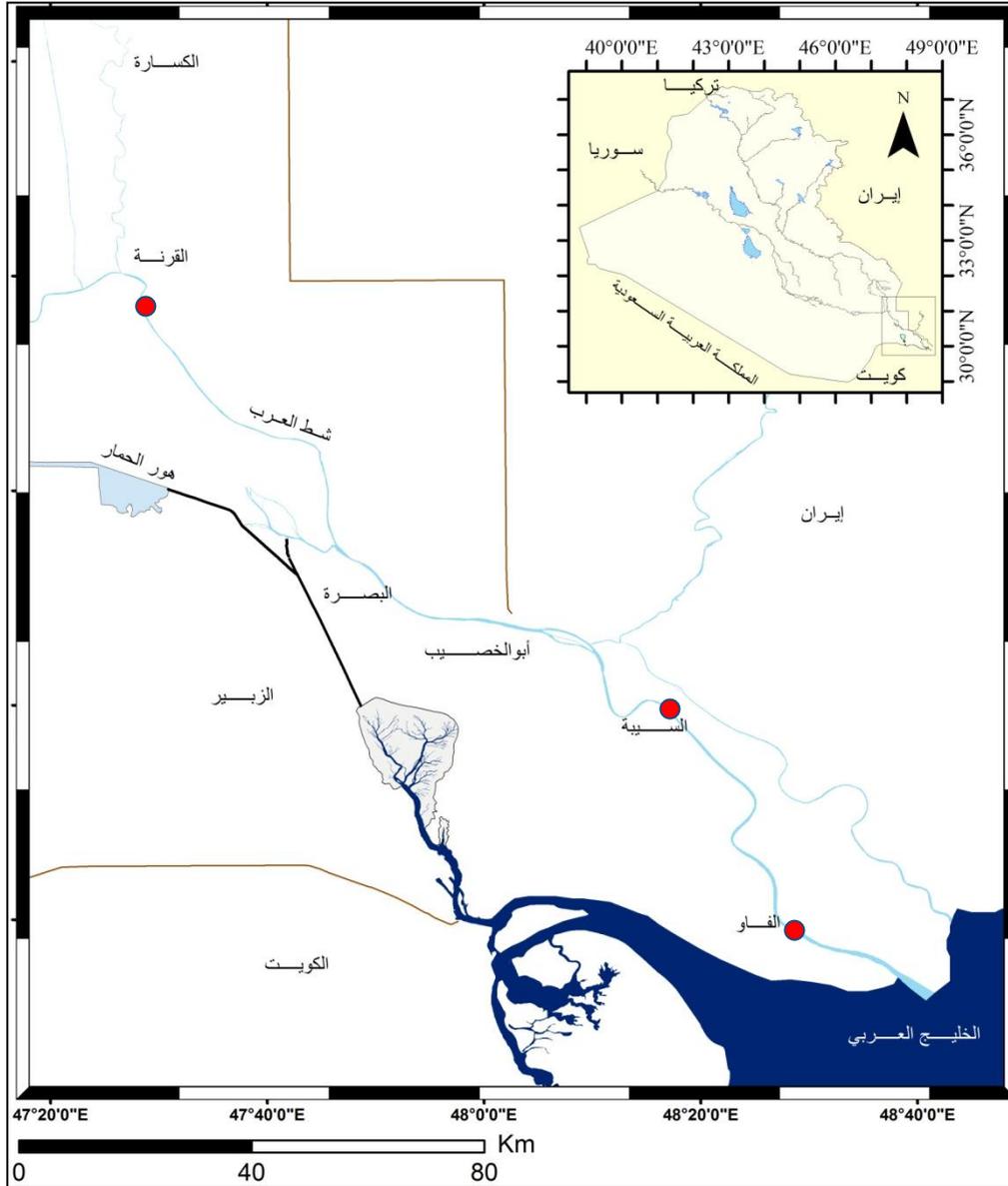
تعتبر النمذجة (Modeling) من اكثر الطرق التي تستعمل في ادارة الموارد المائية، و ذلك من خلال تنظيم كل المعلومات المتوفرة و استخدامها بأسلوب منظم و موضوعي يؤدي الى ايجاد الاسباب الحقيقية المؤثرة في التغيرات الحاصلة في نوعية مصادر تلك المياه [2]. تعتبر النمذجة العددية (Numerical Modeling) للتوغل الملحي في المصببات مكلفة جدا و تستغرق الكثير من الوقت لذلك يميل الكثير من المهتمين بادارة الموارد المائية الى استخدام أدوات اسهل و اقل كلفة لدراسة هذه الظاهرة مثل النماذج الحاسوبية (Computer Models) او النماذج التجريبية (Empirical Models). هذا البحث يتعامل مع مثل هذه المسألة لمصب شط العرب في جنوب العراق.

يمثل شط العرب المرحلة الاخيرة من نظام نهري دجلة و الفرات بطول يبلغ حوالي ٢٠٠ كم من نقطة التقاء نهري دجلة والفرات الى الخليج العربي (شكل ١). يتكون شط العرب من التقاء ثلاثة انهار، و هي انهار دجلة و الفرات (Tigris and Euphrates rivers) الذين يلتقيان في مدينة القرنة و التي تقع على بعد ٧٠ كم

٢. منطقة الدراسة

الذي يتميز بالنظام المدي نصف اليومي. يصل مدى المد و الجزر في مصب شط العرب الى ٢.٥ متر تقريبا في حالة المد الفيضي (Spring Tide) و يتناقص تدريجيا كلما اتجهنا بعيدا باتجاه راس المصب ليصل الى ١.٤ متر عند منطقة السيبة [8].

يقع مصب شط العرب في جنوب شرق العراق بمعدل عمق يتغير من ١٢ الى ١٥ متر في حالة اعلى مد و بمتوسط عرض يصل الى ٥٥٠ متر عند ميناء الفاو [8]. ان نظام المد و الجزر في المصب مماثل الى النظام المدي في منطقة شمال غرب الخليج العربي و



شكل (١): خارطة توضح منطقة الدراسة

٣. وصف النماذج

A. النموذج الحاسوبي MIKE 11 SOFTWARE

الواحد (Hydrodynamic Module) حل معادلات دي سانت فينانت (de-saint-venante equations) للجريان غير المستقر عددياً باستخدام طريقة الفروقات المحددة في الانهار و المصببات و التي تمثل معادلات الكتلة و الزخم (Mass and momentum) و الانتشار (advection-dispersion) [10].

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

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{n^2 Q |Q|}{AR^{4/3}} = 0$$

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -A\lambda C + C_2$$

Mike 11 هو برنامج حاسوبي طور من قبل المعهد الهيدروليكي الدنماركي (DHI) لمحاكاة الخواص الهيدروديناميكية كالتدفق (Inflow) و ارتفاع مستوى الماء (Water level) و نوعية المياه (Water Quality) و انتقال الرواسب (Sediment Transport) في الانهار و المصببات و قنوات الري و خزانات المياه [9]. يتم في النموذج الهيدروديناميكي ذو البعد

$$(1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

المسافة الأفقية، t الزمن، C التركيز، D معامل التشتت (dispersion coefficient)، λ معامل الانحلال الخطي (linear decay coefficient) و C2 تركيز المصدر (source concentration).

حيث إن، Q التصريف، A مساحة المقطع العرضي للنهر، h ارتفاع مستوى الماء، n معامل الخشونة (Manning's coefficient of roughness) R ، نصف القطر الهيدروليكي، g التعجيل الأرضي، x

B. النماذج التجريبية Empirical Models

عند ادني مستوى ماء او اقل مسافة تصل إليها الأملاح خلال دورة المد والجزر (Low water Slack , L^{LWS}) ، كذلك قدم الباحث Van Der Burgh [14] نموذج تجريبي لحساب طول التوغل الملحي اعتماداً على البيانات الحقيقية (Observed Data) لبعض المصببات في العالم و يعرف بطول التوغل لمعدل المد و الجزر (Tidally Average intrusion period, L^{TA}). قدم الباحث Rigter [11] علاقة لحساب طول التوغل الملحي (Salinity Intrusion Length) و كما يأتي:

$$L^{LWS} = 1.5\pi \frac{h_0}{f} (F_d^{-1} N^{-1}) \approx 4.7 \frac{h_0}{f} F_d^{-1} N^{-1}$$

خشونة دارسي-ويسباك (Darcy-Weisbach's roughness) ، N يمثل النسبة بين كمية المياه العذبة

تم تطوير النماذج التجريبية باعتبارها أدوات سهلة الاستخدام للتنبؤ بالمسافة التي تصل لها الأملاح (Salinity Intrusion Length) والتي تعرف بطول التوغل الملحي و يرمز لها بالحرف L. يمكن تعريف هذا المعامل على انه المسافة من فم المصب (نقطة التقاء النهر مع البحر) الى النقطة التي تكون فيها الملوحة اكبر من ملوحة النهر بمقدار واحد جزء بالالف (1PPT). قدم العديد من الباحثين و بالاعتماد على النتائج المخبرية [11-13] نماذج تجريبية لحساب طول التوغل الملحي

$$(4)$$

حيث إن: h₀ معدل عمق المقطع العرضي عند فم المصب (نقطة التقاء النهر مع البحر)، f يسمى معامل

الجزر و يعرف بعدد كانتر-كريمير (Canter)
بحيث (Cremer's estuary number):

$$N = \frac{Q_f T}{P_i} = \frac{-Q_f T}{A_0 E_0} = \frac{\pi - Q_f}{1.08 A_0 v_0} = \frac{\pi - u_0}{1.08 v_0} \quad (5)$$

التي يصل إليها تأثير المد و الجزر E_0 (Tidal
Excursion) عند فم المصب ($E_0 = \frac{1.08 v_0 T}{\pi}$) إذ
تمثل v_0 سرعة المد و الجزر عند فم المصب. يعرف
 F_d بعدد فراود (Froude number) و يمكن تمثيله
بالعلاقة الآتية:

$$F_d = \frac{\rho v_0}{\Delta \rho g h_0} = \frac{\rho}{\Delta \rho} F$$

Ficher [12] العلاقة الآتية لحساب طول التوغل
الملحي:

$$L^{LWS} = 17.7 \frac{h_0}{f} F_d^{-0.75} N^{-0.25} \quad (7)$$

كذلك قام الباحثان Van Os and Abraham [13] بتقديم علاقة رياضية لحساب طول التوغل الملحي وكما في العلاقة
الآتية:

$$L^{LWS} = 4.4 \frac{h_0}{f} F_d^{-1} N^{-1} \quad (8)$$

أما العلاقة المقدمة من قبل الباحث Van Der Burgh [14] فتعطي كالاتي:

$$L^{TA} = 24\pi \frac{h_0}{K} F^{-0.5} N^{-0.5} \quad (9)$$

الخاصة بالمصبات و له قيمة محصورة بين الصفر و
الواحد.

قام فريق
علمي من مركز علوم البحار بإجراء القياسات الحقلية
الخاصة بالمتغيرات الفيزيائية في المحطات أعلاه خلال
شهر ايار من العام ٢٠١٢ ولفترتي الطور المحاقي
(Neap Tide) والطور الفيضي (Spring Tide).

الداخلة إلى المصب خلال دورة المد و الجزر إلى كمية
المياه المالحة الداخلة إلى المصب خلال فترة المد و

إذ ان Q_f يمثل تصريف المياه العذبة الداخلة للنهر
 $u_0 = \frac{Q_f}{A_0}$ تمثل سرعة المياه العذبة عند فم المصب، A_0
تمثل مساحة المقطع العرضي عند فم المصب و T هي
فترة المد و الجزر (Tidal Period). بين الباحث
Savenije [15] بان كمية المد (Flood Volume)
يمكن الحصول عليها من خلال ضرب A_0 مع المسافة

إذ أن $(F = \frac{v_0^2}{gh})$ ، ρ هي كثافة المياه العذبة و $\Delta \rho$
تمثل الفرق بين كثافة ماء النهر و ماء البحر. بالاعتماد
على نتائج علاقة الباحث Rigter [11] قدم الباحث

حيث ان K يعرف بمعامل فان در بيرك (coefficient
Van Der Burgh's) وهو من الخصائص الهيدروليكية

٤. المواد وطرق العمل

لمعايرة نتائج النموذج و معرفة دقتها و لمعرفة
المسافة التي تصل إليها المياه المالحة القادمة من الخليج
العربي باتجاه اعلى شط العرب تم اختيار ثلاثة محطات
لتمثيل شط العرب في الدراسة الحالية وهي القرنة عند
الاحداثيات (30°56'38.88"N, 47°28'37.94"E) ،
السبية (E) 30°20'11.84"N 48°16'8.46"E والفاو)

(Acoustic Doppler Current Profile) ADCP
موديل Rio Grand ١٢٠٠ kHz الحقلي لقياس
التصاريف وسرع التيارات واتجاهاتها .

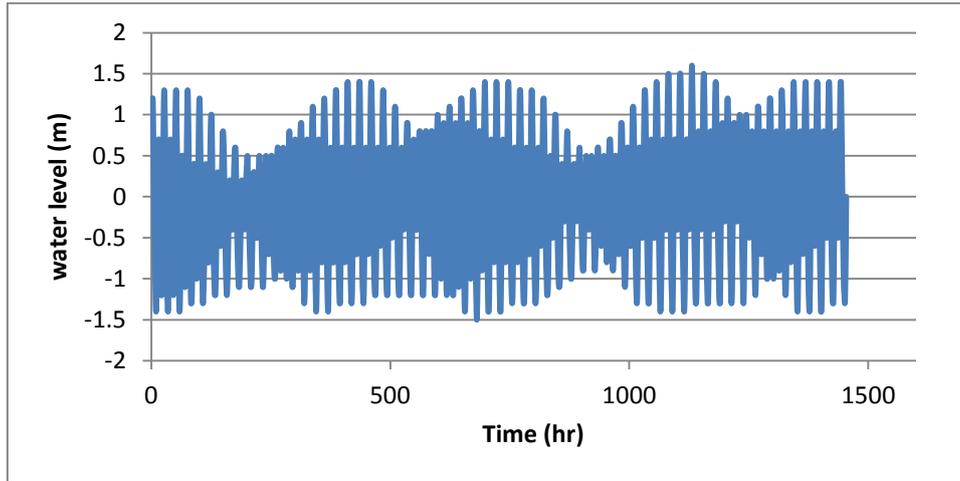
جمعت عينات الماء باستخدام جامع العينات القلاب
Reversing Water Sampler ثم وضعت في قناني
بلاستيكية لغرض نقلها الى المختبر لقياس ملوحة الماء
فيها باستخدام جهاز قياس الملوحة المختبري موديل
Digital Salinometer E 202 . تم استخدم جهاز

٥. النتائج

A-النموذج الحاسوبي

استخدام الشروط الحدودية من النوع المفتوح عند نهايتي
النهر ، اذ استخدمت قيمة ثابتة للتصريف عند اعلى
النهر والتي كانت تساوي ٦٠ متر مكعب بالثانية و
السلسلة الزمنية Time series لقيم ارتفاعات و
انخفاضات المياه بسبب المد و الجزر في اسفل
النهر(كما في الشكل ٢) و بخطوة زمن مقدارها $\Delta t=60$
sec و خطوة مسافة $\Delta x=500m$.

تم تطبيق النموذج الهيدروديناميكي لشط العرب بطول
٢٠٠ كم من نقطة النقاء نهري دجلة والفرات في مدينة
القرنة عند 0 chainage (تشير الكلمة chainage
الى المسافة من اول نقطة عند اعلى النهر Upstream
الى أي نقطة على طول النهر بوحدة المتر) الى نقطة
النقاء النهر بالخليج العربي Downstream عند
200000 chainage و لمدة ستة اشهر (١/ كانون
الثاني / ٢٠١٢ الى ٣٠ / حزيران ٢٠١٢) . حيث تم



شكل رقم ٢: السلسلة الزمنية للمد و الجزر في اسفل النهر المستخدمة في البرنامج.

تم استخدام جذر متوسط مربع الخطأ (Root Mean
Square Errors) والذي يرمز له **RMSE** بحيث:

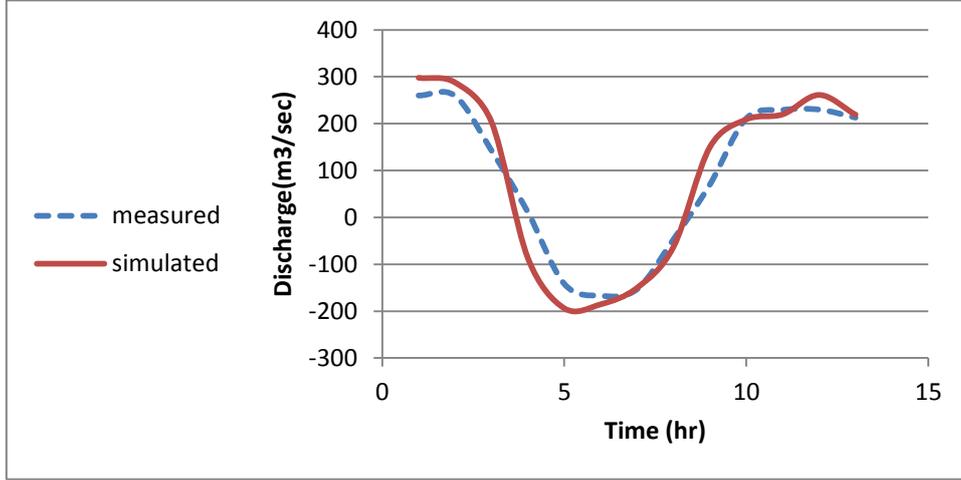
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (M_i - C_i)^2}{N}}$$

اذ ان: M_i تمثل مجموع القيم المقاسة عمليا و C_i مجموع
القيم المحسوبة بواسطة النموذج و N عدد القياسات.
يوضح الشكل(٣) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة
للتصريف في محطة القرنة ، بقيمة **RMSE** تساوي

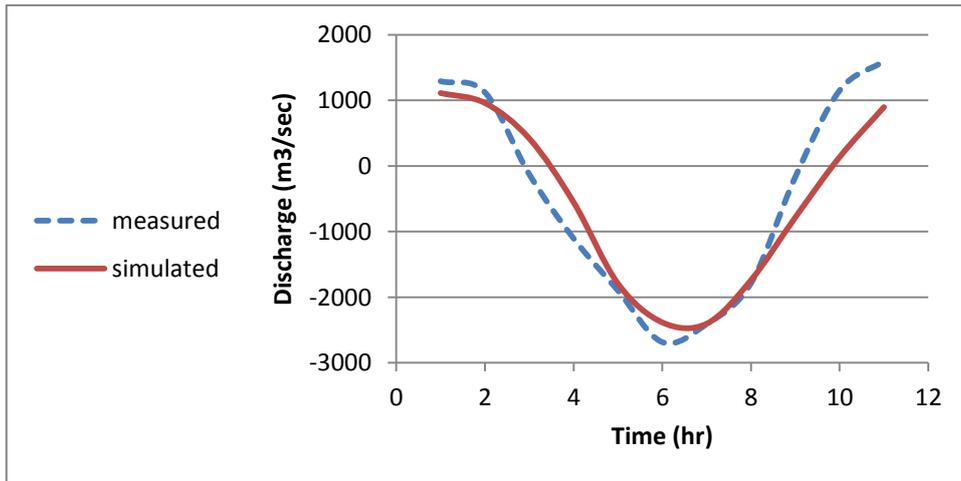
تمت عملية معايرة النموذج (Calibration) باستخدام
بيانات التصريف في محطة القرنة للطور المحاقي(٢٨ /
ايار / ٢٠١٢) و محطة الفاو و لفترتي المد الفيضي
(١٠ / ايار / ٢٠١٢) و المحاقي (٣٠ / ايار / ٢٠١٢).
وللحصول على افضل تطابق بين القيم المقاسة عمليا
(Measured) و المحسوبة او المحاكاة (Simulated)
تم استخدام قيمة معامل الخشونة او معامل ماننك
(Manning Coefficient) لتكون ٠.٠٢١ . و لتقييم دقة
تطابق النتائج المحسوبة بواسطة النموذج و المقاسة عمليا

القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة الفاو ولكن للطور الفيضي ، بقيمة **RMSE** تساوي ١٣.٥ متر مكعب بالثانية.

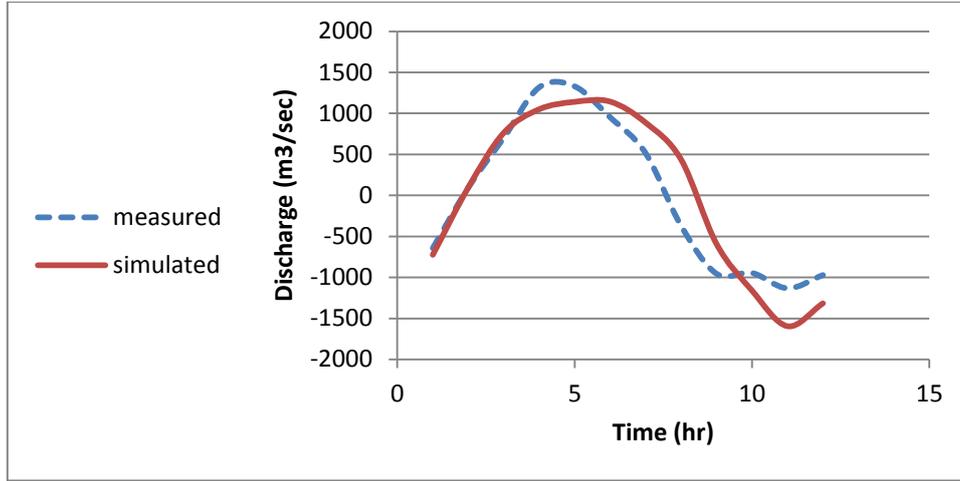
١٤.٤ متر مكعب بالثانية. الشكل(٤) يوضح المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة الفاو و للطور المحاقي ، بقيمة **RMSE** تساوي ٢٢.٩ متر مكعب بالثانية. كذلك يوضح الشكل (٥) المقارنة بين



الشكل(٣) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة القرنة للطور المحاقي (٢٨ / ايار / ٢٠١٢).

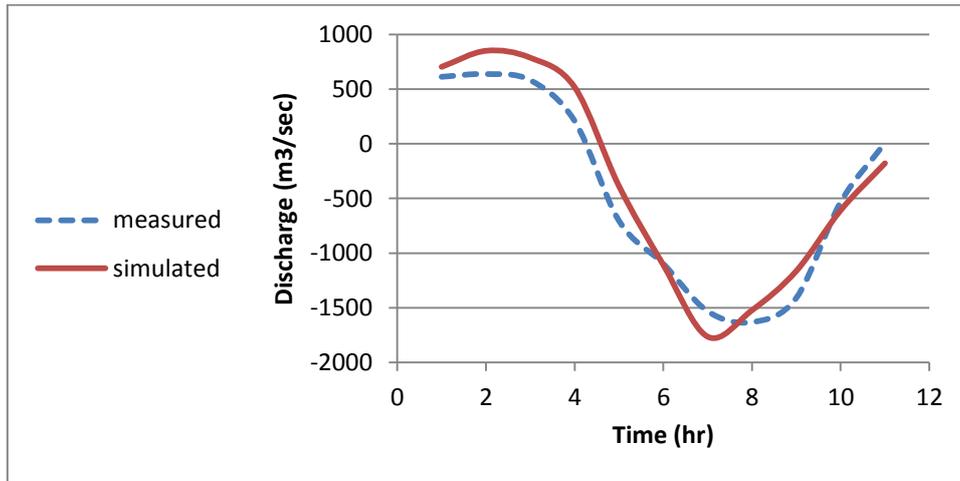


الشكل(٤) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة الفاو للطور الفيضي (١٠ / ايار / ٢٠١٢).

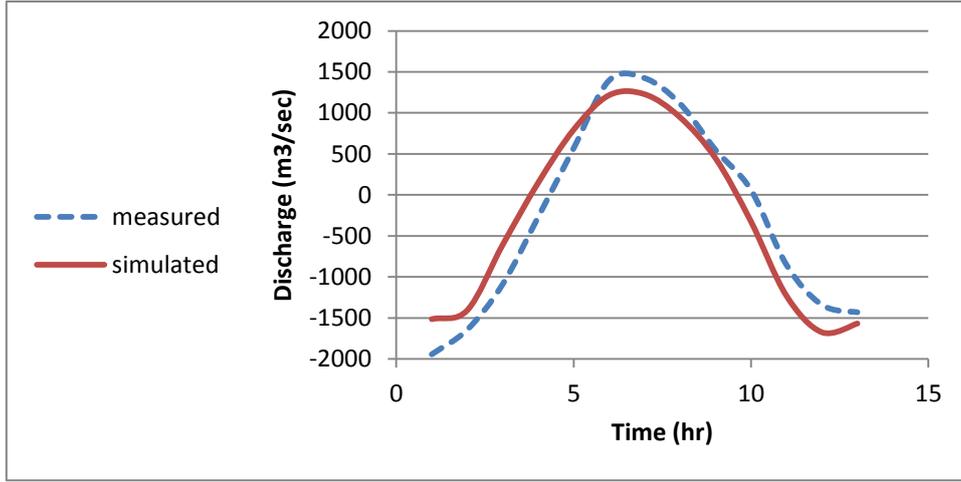


الشكل (٥) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة الفاو للطور المحاقى(٣٠ / أيار / ٢٠١٢).

للقيام بعملية التحقق (Verification) للنموذج ، تم محاكاة النموذج في محطة السبية و للطورين المحاقى و الفيضى ايضا. يبين الشكلين (٦ و ٧) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة و للطورين الفيضى (٩ / أيار / ٢٠١٢) و المحاقى (٢٩ / أيار / ٢٠١٢) و بقيمة **RMSE** تساوي ٢٩.٧ و ٢٤ متر مكعب بالثانية على التوالي.



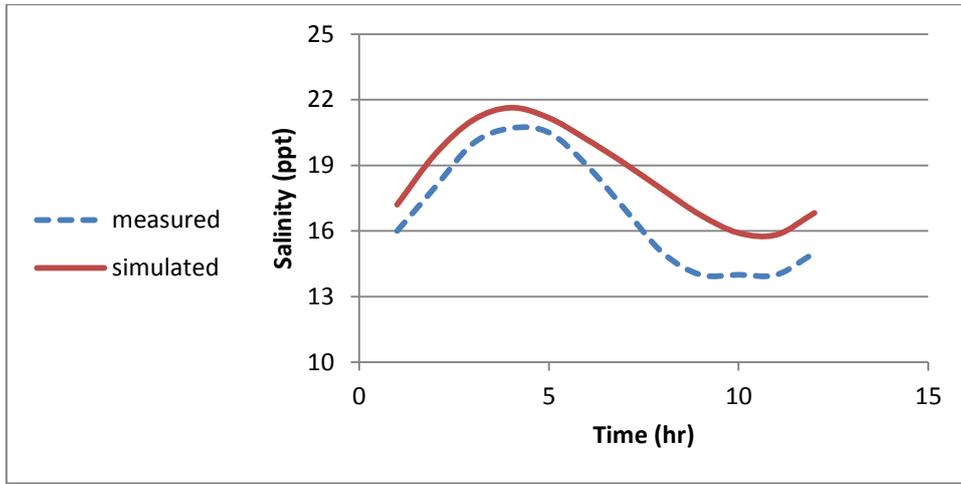
الشكل (٦) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة السبية للطور الفيضى (٩ / أيار / ٢٠١٢).



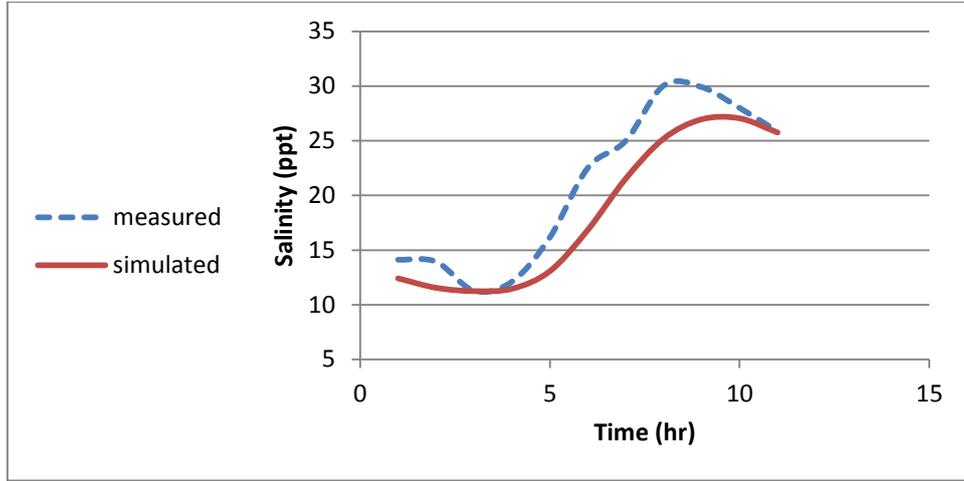
الشكل (٧) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للتصريف في محطة السببة للطور المحاقي (٢٩ / أيار / ٢٠١٢).

تساوي ٣٩ جزء بالالف. عملية معايرة النموذج تمت باستخدام البيانات المقاسة في محطة الفاو. يوضح الشكلين (٨ و ٩) المقارنة بين القيم المقاسة والمحسوبة في محطة الفاو للطورين المحاقي و الفيضي و بقيمة **RMSE** تساوي ٥ و ٢.٥ جزء بالالف على التوالي.

اما في حالة الملوحة ، وبالاعتماد على القياسات العملية فقد تم استخدام قيمة الملوحة مساوية الى ١ جزء بالالف (1ppt) في اعلى النهر Upstream وعند اسفل النهر Downstream فان قيمة الملوحة المستخدمة كانت مساوية الى قيمة ملوحة مياه الخليج العربي والتي

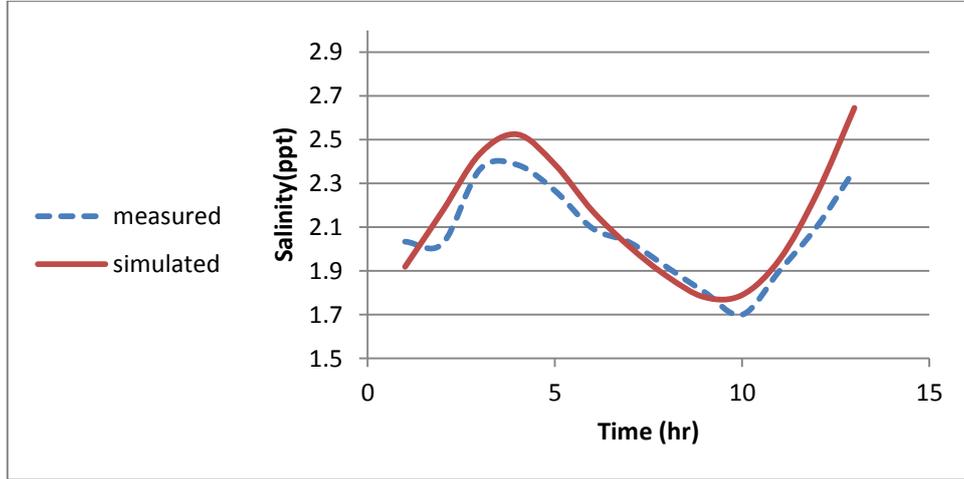


الشكل (٨) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للملوحة في محطة الفاو للطور المحاقي (٣٠ / أيار / ٢٠١٢).



الشكل (٩) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للملوحة في محطة الفاو للطور الفيضي (١٠/ أيار/ ٢٠١٢).

تمت عملية التحقق من النموذج باستخدام البيانات المقاسة في محطة السببية و كما موضح بالشكل (١٠)، ان قيمة **RMSE** بين القيم المقاسة و المحسوبة تساوي ٠.٢٦ جزء بالألف .



الشكل (١٠) المقارنة بين القيم المقاسة و المحسوبة للملوحة في محطة السببية للطور المحاقي (٢٩/ أيار/ ٢٠١٢).

بعد اجراء عملية التحقق من النموذج، تم استخدام مجموعة من السيناريوهات بافتراض قيم مختلفة للتصريف الاتي: لحساب المدى الذي تصل اليه الاملاح وكما في الجدول

جدول (١): طول التوغل الملحي باستخدام النموذج الحاسوبي و لقيم تصريف مختلفة

ت	التصريف (م ^٣ /ثا)	طول التوغل الملحي(كم)
١	٢٥	١١٢
٢	٥٠	٦٩
٣	٧٥	٦٠
٤	١٠٠	٥١
٥	١٥٠	٤٢

B - النماذج التجريبية

معدل عمق المقطع العرضي عند فم المصب $h_0 = 8 \text{ m}$.

معامل خشونة دارسي-ويسباك $f = 0.024$.

كثافة المياه العذبة $\rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3$.

كثافة المياه البحرية $\rho_s = 1025 \text{ kg/m}^3$.

و باستخدام العلاقات (من ٤ الى ٩) تم حساب طول التوغل الملحي في مصب شط العرب وكما موضح في الجدول رقم (٢).

يتطلب استخدام هكذا نوع من النماذج معلومات حول بائتمرية المصب والتي تتضمن معلومات حول التصريف النهري، مدى المد و الجزر، معدل عمق النهر في المقطع العرضي عند فم المصب و مساحة المقطع العرضي عند فم المصب [15]. تم استخدام القيم التالية في حساب طول التوغل الملحي L :

معدل التصريف النهري $Q_f = 50$ متر مكعب بالثانية.

مساحة المقطع العرضي عند فم المصب

$$A_0 = 7200 \text{ m}^2$$

جدول (٢): طول التوغل الملحي باستخدام النماذج التجريبية

ت	النموذج	طول التوغل الملحي (كم)
١	Rigter[11]	٥٢.٢
٢	Ficher[12]	٧.١
٣	Van Os and Abraham[13]	٤٨.٨
٤	Van Der Burgh[14]	69.2

٦. المناقشة

كما مبين بالجدول رقم (١)، لذلك تم التركيز في هذه الدراسة على بيان تأثير التذبذبات التي تحصل في معدلات التصريف خلال السنة و ذلك من خلال افتراض قيم مختلفة للتصريف كما مبين في الجدول رقم (١)، إذ يصل تأثير الأملاح لمسافة ١١٢ كم عن فم المصب) أي الى مدينة البصرة) بعد ثلاثة اشهر تقريبا عندما يكون التصريف النهري بحدود ٢٥ متر مكعب بالثانية لتكون قيم الملوحة بحدود ٣ جزء بالالف في مدينة البصرة اذ تنتقل الاملاح بطريقة الانتشار (diffusion) و تستمر

تم دراسة ظاهرة التوغل الملحي في مصب شط العرب باستخدام نموذج حاسوبي و مجموعة من النماذج التجريبية. من خلال ملاحظة الإشكال (من ٣ إلى ١٠) ، يمكن ملاحظة وجود تطابق جيد بين القيم المقاسة و القيم المحسوبة بواسطة النموذج الحاسوبي (Mike11) لكل من التصريف و الملوحة في محطات الدراسة و لكلا الطرفين الفيزي و المحاقي. توجد هناك علاقة عكسية بين طول التوغل الملحي و التصريف، أي انه كلما ازدادت قيمة التصريف قلت قيمة طول التوغل الملحي

٢٠ جزء بالألف في محطة الفاو خلال فترة المد المحاقي بينما تتجاوز الملوحة ٣٠ جزء بالإلف خلال الطور الفيضي في نفس المحطة وهذا يتفق مع ما توصل اليه الباحثين [16]Shaha and Cho عند دراستهما للتوغل الملحي في مصب نهر Sumjin في كوريا و كذلك مع نتائج الباحثين [17]Uncles and Stephens في دراستهما لمصب Tweed Estuary في المملكة المتحدة.

كانت نتائج نموذج Van Der Burgh [14]معقولة و مقارنة للواقع اكثر من نتائج النماذج الاخرى (Rigter, Ficher & Van Os and Abraham) [11-13]، يمكن ان يعزى هذا الى ان النماذج الثلاثة وضعت بالاعتماد على نتائج مختبرية للقنوات ذات المقاطع العرضية الثابتة بينما نموذج (Van Der Burgh) [14]وضع بالاعتماد على بيانات لمصببات حقيقية تتضمن مصب Schelde و مصب Haringvliet و مصب Waterway [16] Rotterdam. تبين من خلال الحسابات بان هناك تأثيرا كبير لعدد كانتر- كريمر N في حساب طول التوغل الملحي لانه يزداد بزيادة التصريف و بالتالي يؤدي الى نقصان طول التوغل الملحي. كذلك فان نتائج نموذج Rigter [11] ونتائج نموذج Van Os and Abraham [13] كانت متقاربة لأنهما استخدمتا علاقيتين متماثلتين تقريبا.

نموذج Van Der Burgh كان اكثر ملائمة في حساب طول التوغل الملحي في مصب شط العرب. توجد هناك علاقة عكسية بين التصريف وبين طول التوغل الملحي، بينما يزداد طول التوغل الملحي بزيادة سعة المد و الجزر.

المختبرية. كما اتقدم بالشكر الجزيل الى وكالة التنمية الدولية الدانماركية (DANIDA) لتزويدنا ببرنامج Mike11.

بالتقدم باتجاه اعلى النهر في حالة استمرار انخفاض التصريف و تظهر هذه الحالة عادتا في موسم الجفاف ، عند زيادة التصريف ليكون بحدود ٥٠ متر مكعب بالثانية فان تاثير الاملاح يصل لمسافة ٦٩ كم عن فم المصب و تحافظ قيم الملوحة على قيمة بحدود ٢.٥ جزء بالالف في منطقة السبية، بينما تكون قيم الملوحة بحدود ١.٥ جزء بالالف في مدينة البصرة و يقل طول التوغل الملحي بشكل كبير عندما تزداد قيمة التصريف ليصل الى ٤٢ كم عندما يكون التصريف بحدود ١٥٠ متر مكعب بالثانية. نلاحظ من خلال الجدول رقم ١، عندما يزداد التصريف فوق ٥٠ متر مكعب بالثانية انه لا توجد فروقات كبيرة في طول التوغل الملحي عنه في حالة استخدام قيمة التصريف مساوية الى ٧٥ متر مكعب بالثانية او في حالة استخدامه (١٠٠ او ١٥٠) متر مكعب بالثانية وهذا يعزى الى طاقة المد الكبيرة القادمة من الخليج العربي و التي يظهر تأثيرها بشكل كبير في الجزء الجنوبي لسط العرب (المنطقة الممتدة من السبية والتي تبعد بحدود ٦٦ كم عن فم المصب الى نقطة النقاء شط العرب بالخليج العربي)، التغلب على طاقة المد هذه يتطلب قيم تصريف عالية جدا للحفاظ على نوعية مياه جيدة في اسفل النهر . كذلك يزداد طول التوغل الملحي بزيادة سعة المد والجزر (Tidal Amplitude) أي انه يزداد في حالة المد الفيضي و ينخفض في المد المحاقي، كما موضح بالشكلين (٨ و ٩) إذ لا تتجاوز قيم الملوحة

٧.٧ الاستنتاجات

بينت نتائج الدراسة بان هناك تطابق جيد بين القيم المقاسة و القيم المحسوبة بواسطة الموديل الحاسوبي و معرفة المسافة التي تصل اليها الاملاح البحرية باتجاه اعلى شط العرب. اذ تصل الاملاح البحرية في حالة استخدام تصريف مساوي الى ٥٠ متر مكعب بالثانية لمسافة ٦٩ كم. اتضح من خلال نتائج الدراسة بان

الشكر

لا يسعني و انا اضع للامسات الاخيرة على هذا البحث الا ان اتقدم بالشكر الجزيل الى الفريق العلمي في مركز علوم البحار الذي قام بأجراء القياسات الحقلية و

المصادر

- [1] H., Lindeboom. (2002). The coastal zone: An ecosystem under pressure, in Field, J. G., Hempel, G., Summerhayes, C. (Eds.), Oceans 2020: Science, trends, and the challenge of sustainability. Island Press, Washington.
- [2] D. Weerak Kody .(2012). Salinity Intrusion into the Maha Oya Estuary and Associated Coastal . Master's Thesis, Lund University.
- [3] A.J. Al-Fartusi , N.H. Al Hashimi and S. A. Al-Taie .(2013). Hydrodynamic simulation model of the Shatt al-Arab River 30.5N"; International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences, 4(3), pp.289- 293 .
- [4] H.H. Al-Mahmoud ,H.A. Al-Sayaab ,D.S. Al-Miahi ,A.B. Al-Mahmoud and W.R. Mutasher. (2011). One dimensional model to study hydrodynamics properties for north part of Shatt Al Arab River (south Iraq) , journal of Basra. Vol. 281, PP 1-14.
- [5] A.J. Al-Fartusi , N.H. Al Hashimi and S. A. Al-Taie .(2013). Climatic Factors and their Impact on the Stability of the Hydro-Dynamics Model of the Shatt Al-Arab River 30.50 N, International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences, pp.41- 45.
- [6] General Establishments for studies and Design and Polservice –Poland in joint venture(1981) Shatt Al-Arab Project Feasibility Report, Basrah-Iraq.
- [7] F. Zahed, A.E. Shahidi and K. Ebrahim.(2008). "Modeling of Salinity intrusion under different hydrological conditions in the Arvand River Estuary.can.J.civ.Eng.vol.35,pp.1476 -1480.
- [8] A.A. Al-Mahdi.(2001). Some considerations of mixing , stratification and circulation during low and high discharges in Shatt Al-Arab estuary, south of Iraq. Marine Mesopotamica, 16 (1) , 21-36.
- [9] E. H., Andersen, B. Kronvang, E. Soren, C. Larsen,H. Christian, S.J. Torben, and K.R.Erik. (2006).Climate-change impacts on hydrology and nutrients in a Danish lowland river basin. Total Science Environment, 365 [1-3]: 223 - 237.
- [10] DHI,(2007). Mike 11 a modeling system for rivers & channels ,user guide ,DHI software ,p.p. 15-17.

- [11] B.P., Rigter. (1973). Minimum length of salt intrusion in estuaries. Journal of Hydraulic Division Proceedings, ASCE, 99, 1475–1496.
- [12] H.B., Flischer.(1974). Discussion of 'Minimum length of salt intrusion in estuaries' by B. P. Rigter, 1973. Journal of Hydraulic Division Proceedings, ASCE, 100, 708–712.
- [13] A.G. Van Os, and , G., Abraham. (1990). Density Currents and Salt Intrusion. Lecture Note for the Hydraulic Engineering Course at IHE–Delft Hydraulics, Delft, Netherlands.
- [14] P. Vander Der Burgh. (1972). Ontwikkeling van een Methods Voor het Voorspellen van Zoutverdelingen in Estuaria, Kanalen en Zeeën. Rijkswaterstaat Rapport, pp. 10–72.
- [15] H.H.G., Savenije, (1993). Predictive model for Salt Intrusion in Estuaries. Journal of Hydrology, 148, 203–218.
- [16] D. C. Shaha and Y.–K. Cho,(2009). Comparison of empirical models with intensively observed data for prediction of salt intrusion in the Sumjin River estuary, Korea. Journal of Hydrology and Earth System Sciences, 13, 923–933.
- [17] R. J. Uncles, and , J. A. Stephens.(1996). Salt intrusion in the Tweed estuary, Estuar. Coast. Shelf S., 43, 271–293.

computer model and empirical models for prediction of salinity intrusion in estuaries, shatt Al-Arab estuary as a case study

A. A. Lafta

University of Basrah/ Marine Science Center

[E-mail:alilifta@yahoo.com](mailto:alilifta@yahoo.com)

Abstract

Salinity intrusion phenomenon for Shatt Al-Arab estuary has been studied by using four empirical models and computer model. The calibration of the computer model achieved by using the measured values of discharge and salinity in Al-Fao station. The verification of the model achieved by using the values of discharges and salinity at Al-Siba station. While, the verification model was used to calculate the salinity intrusion length by assuming five scenarios for discharges, which they are (25, 50, 75, 100, 150) cubic meters per second, with corresponding salinity intrusion length which they are (112, 69, 60, 51 and 42) km respectively. Results of the Van Der Burgh model showed that this model was much more appropriate to calculate the salinity intrusion length for Shatt Al-Arab estuary.

Key Words: Salinity Intrusion Length, Computer Model, Empirical Models, Estuaries.