

زمن التفريغ لمياه شط العرب باستخدام طريقة موشور المد والجزر، جنوب العراق

الأستاذ صادق سالم عبد الله

الأستاذ المساعد الدكتور علي عبد الرضا لفته

مركز علوم البحار / جامعة البصرة

المستخلص

زمن التفريغ هو الزمن اللازم لاستبدال كتلة مائية موجودة في المصب او الخليج بكتلة مائية جديدة ، يعد شط العرب ومعه مصبه من المناطق الساحلية المائية الذي يتأثر بالمياه العذبة والمياه المالحة البحرية معا ، بسبب الانخفاض في كميات المياه العذبة في النهر نتيجة للنشاط الزراعي والبشري يؤدي ذلك الى تدهور نوعية مياهه بين الحين والآخر، يعتبر شط العرب الشريان الرئيسي للحياة في البصرة ، من اجل هذا يتطلب معرفة قابلية النهر على التخلص من الملوثات الناتجة من هذه الأنشطة وذلك بحساب زمن التفريغ للنهر. تم استخدام طريقة موشور المد والجزر لحساب زمن التفريغ من منطقة المعقل الى منطقة الفاو ، تتميز هذه الطريقة في التخلي عن قيم الملوحة في حساباتها. اظهرت النتائج بوجود اختلاف لقيم زمن التفريغ من مكان لآخر في النهر ، السبب الرئيسي في ذلك تأثير ظاهرة المد والجزر وبالإضافة الى باثيمترية وطوبوغرافية النهر ، يبلغ زمن التفريغ لمياه النهر في منطقة الدراسة 1.78 شهر .

الكلمات المفتاحية: شط العرب ، الخليج العربي، زمن التفريغ ، المد والجزر، موشور المد والجزر، المصب .

تاريخ القبول: ٢٠٢٥/٠٤/٢٧

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٥/٠٢/٠٩

Flushing Time of Shatt al-Arab water using the tidal prism method,southern Iraq.

Professor Sadiq Salem Abdullah

Assistant Professor Dr. Ali Abdul-Ridha Lafta

Marine Sciences Center, University of Basrah

Abstract

Flushing time refers to the duration required to replace an existing water mass in an estuary or gulf with a new one. The Shatt al-Arab and its estuary are coastal water areas influenced by both freshwater and marine saltwater. Due to reductions in freshwater flow caused by agricultural and human activities, the water quality of the river deteriorates periodically. As the main lifeline of Basra, understanding the river's ability to remove pollutants requires calculating its flushing time.

In this study, the tidal prism method was used to estimate discharge time from the Maqal area to the Faw area. This method is notable for not incorporating salinity values into its calculations. The results indicate variability in flushing time along different locations of the river, primarily influenced by tidal dynamics as well as the bathymetry and topography of the riverbed. The estimated flushing time for the Shatt al-Arab is 1.78 months.

Keywords: Shatt al-Arab, Arabian Gulf, flushing time, tide, tidal prism, estuary

Received: 09/02/2025

Accepted: 27/04/2025

المقدمة

يعرف زمن التفريغ هو الوقت المطلوب لاستبدال الكتلة المائية في نظام بيئي ساحلي مثل المصب أو الخليج بكتلة مائية جديدة. وكون منطقة دراستنا هي شط العرب والذي يعتبر في الوقت الحاضر جزءا من منطقة المصب، بسبب انخفاض كمية المياه العذبة المجهزة قليلة جدا تجعل المصب من النوع المختلط جيدا، وفقا لذلك يمكن الاعتماد على متوسط حجم المد والجزر ومتوسط حجم موشور المد والجزر في حساب زمن التفريغ. أن حساب ومعرفة زمن التفريغ لمياه المسطحات المائية الساحلية له الفائدة الكبيرة للمهتمين في إدارة هذه المسطحات، إذ يتمكنون من اخذ القرار المناسب بالتعامل مع أي ضرر بيئي أو تلوث يصيب المسطح المائي وفقا لمقدار زمن التفريغ لهذا المسطح. تختلف أزمنة التفريغ لمصب ما على مدار العام وفقا لتصريف المياه العذبة للنهر. زمن التفريغ يكون حرجا عندما يكون تصريف النهر منخفضا، الإدارات المسؤولة عن إدارة المياه تطمح في حساب أفضل خصائص التفريغ لمصب النهر. ولإعطاء صورة كاملة للمصب لابد ان تكون التقديرات لزمن التفريغ في كل فصول السنة وفقا للتباين في تصريف النهر، يتطلب التحري لزمن التفريغ عند التصريف المنخفض لأستخدامه في عمليات التخطيط الأولية للإدارة المائية في النهر. أن السياسات المائية حول العالم تؤكد على إدارة الأنظمة المائية الحكيمة من خلال استخدامها من المسطحات المائية، ويمكن استخدام مؤشر زمن التفريغ كمعيار جيد على نوعية المياه (Javier *et al*, 2012). زمن التفريغ حاله كحال بقية المقاييس الزمنية مثل مقياس العمر ومقياس زمن البقاء المطبقة في المصببات التي تخضع للاختلاف في العوامل الغير ثابتة مثل تصريف المياه العذبة الغير ثابت والتباين المكاني للأعماق وتأثير المد (Nancy *et al*, 2002)، ان زمن التفريغ المحسوب قد لا يشير الى ان الكتلة المائية قد خرجت بأكملها من النظام البيئي ونادرا ما يتحقق التنظيف ١٠٠% في أغلب الأحيان، ومثال على ذلك المفهوم يأتي الجواب من دراسة تدقيق النموذج الهيدروديناميكي (HDR/Hydroqual, 2013)، ووفقا لمصب خليج غريت باي. تبين الدراسة بأن زمن التفريغ هو الزمن لتقليل كمية المادة الخارجة وتبين نتائج كل من (Monsen *et al*, 2002; Li 2010;) ان نسبة ٦٣% قد خرجت من النظام، أظهرت دراسة (Shenguang *et al*, 2015) انخفاض في حجم موشور المد والجزر والذي بدوره يؤثر على زمن التفريغ، تشير دراسة (Qizhong *et al*, 2000) الى ان قيمة زمن التفريغ تقع ما بين طريقتي موشور المد و طريقة جزء الماء العذب، السيطرة على زمن التفريغ سببه التصريف النهري (Rebecca *et al*, 2021)، قارن (Shenguang *et al*, 2015) بين حالي الطور المحاق والطور الفيضي في احتساب زمن التفريغ بطريقة موشور المد والجزر فوجد اختلاف بين الحالتين. أهتم الباحثون لدراسة هذا الموضوع فيما يخص الخليج العربي وشط العرب، أذ أعتمد (Koske, 1972) على سرعة التيار القاعي الخارج من مضيق هرمز وقدره 0.1 م/ثا فوجد ان زمن التفريغ لمياه الخليج هو 3 سنوات، في حين كان زمن التفريغ 5.5 سنة في دراسة (Hughes and Hunter, 1979)، أوضح (Reynolds, 1993) بأن زمن التفريغ للخليج العربي يعتمد على المكان والزمان حيث يتراوح ١-٥ سنة، وجد (Sadrasab and Kampf, 2004) ان زمن التفريغ للخليج العربي ل لمياه الساحلية بالجانب الإيراني بحدود

ثلاث سنوات ويزداد في الجانب العربي الى خمسة سنوات وقد وجد (Alosairi et al.,2011) أن فترة الإقامة المائية تزيد على 3 سنوات على طول الساحل العربي، ولكنها أقصر على طول الساحل الإيراني ، قدر (Alosairi and Pokavanich, 2017) زمن البقاء (Residence Time) لشط العرب ٦٠ يوم في حال التصارييف المنخفضة للمياه العذبة ، حسب (Albadran et al,2001) زمن التفريغ وفقاً لطريقة مبسطة زمن التفريغ $T=V/Q$ ، حيث T = زمن التفريغ ، V = الحجم متر مكعب ، Q = التصريف م³/ثا) لمياه شط العرب و وجدته يقدر 3.64 يوم عندما كان التصريف يتجاوز 800 م³/ثا ، بينما استخدم (Abdullah,et al.,2016) طريقة جزء الماء العذب لحساب زمن التفريغ لمياه شط العرب وهو 2.4 شهراً . في الدراسة الحالية تم اختيار طريقة موشور المدو الجزر لحساب زمن التفريغ لمياه شط العرب من المعقل حتى الفاو كون هذه المنطقة الجزء الأكثر تلوثاً بسبب كثافة السكان القاطنين على ضفتي النهر بالإضافة الى ذلك ان الطريقة تتجاوز في حساباتها الملوحة التي تغيير باستمرار في هذا الجزء من النهر وهذه الطريقة تستخدم لأول مرة في منطقة الدراسة .

منطقة الدراسة :

يعد نهر شط العرب النهر الساحلي الوحيد في العراق ، إذ يتكون من ألتقاء نهري دجلة والفرات عند مدينة القرنة 70 كم شمال البصرة ، يجري النهر بعد ذلك جنوباً لمسافة 204 كم ليصب مياهه في شمال غرب الخليج العربي خريطة (1) ، شط العرب هو المصدر الرئيسي للمياه في البصرة ولشقى الاستخدامات البشرية والزراعية والصناعية ، يسود البصرة المناخ شبه المداري (الياسري، 2023) الذي يكون صيفاً حار جاف و شتاء معتدل ممطر ، في الوقت الحاضر كما هو معروف للجميع بأن الكرة الأرضية تتعرض للتغير المناخي ومن نتائجه قل التساقط المطري في حوض شط العرب إذ يعاني شط العرب بانخفاض حاد في كمية المياه العذبة الواردة له ، تتفاوت أعماق النهر من مكان لآخر وذلك بسبب حركة التيارات المائية وعلمييات الترسيب والتعرية ، اذا تتراوح الأعماق بين 8-20 متر ومعدل عرض النهر 400 متر ، تجعل هذه الابعاد شكل النهر مختلفاً طبوغرافياً وبائيمترياً من مكان الى اخر من النهر .

الخريطة (1) منطقة الدراسة (عبدالله ولفته، 2024)



يصب نهر شط العرب مياهه في شمال غرب الخليج العربي مكونا مصبا يسمى مصب شط العرب ، وبسبب هذا الارتباط المباشر مع الخليج فإنه يتأثر بظاهرة المد والجزر القادمة من الخليج والتي مصدرها المحيط الهندي والواصلة للخليج عن طريق مضيق هرمز . يصل التأثير الفيزيائي لظاهرة المد والجزر في شط العرب الى أبعد من مدينة القرنة ، ومنها يعد شط العرب نهرا مديا (عبدالله، 1990) ، نوع المد هو من النوع المختلط السائد النصف اليومي (Abdullah, 2002) ، تختلف مديات المد والجزر من مكان الى اخر في النهر وفقا لقربه من الخليج ، حيث يبلغ مدى المد والجزر 1.72 في الفاو متر وفي البصرة 0.72 متر (عبدالله، 2014) يصل اعلى مستوى 3.1 متر في المد العالي و 0 متر في الجزر الواطئ .

تغيرت الظروف الهيدرولوجية للنهر في الوقت الحاضر عما كانت عليه في العقود الأخيرة من القرن الماضي ، والتي تمثلت بانخفاض كمية تصريف المياه العذبة اذ تصل في بعض الأحيان دون 50 م³/ثا ، جاء هذا بسبب عدم وصول كميات المياه العذبة الكافية من الدول المجاورة الى نهري دجلة والفرات ، نتيجة لتحكم تلك الدول ببناء السدود وتغيير مجاري الأنهار هناك والسبب الثاني قلة التساقط المطري ناتج عن التغير المناخي ، حيث ستخفض كميات الأمطار في المنطقة نسبة 20 % في السنوات القادمة (يوسف، 2024) حيث يؤدي ذلك الى وضع هيدرولوجي للنهر أكثر سوءا ، إضافة لذلك هناك تغير في مصادر التجهيز المباشرة والمتوسطة بغلق نهر الفرات وكذلك غلق نهر الكارون من الجانب الإيراني والذي يفتح في بعض الأحيان وبالتالي فالمصدر الوحيد هو نهر دجلة في الوقت الحاضر ، ان قلة المياه العذبة الواصلة للنهر يسبب الى توغل الاملاح البحرية الى أعلى النهر . وفقا لانتقال الاملاح من الخليج العربي الى أعلى النهر أعطى النهر صفة المصب الممتزج كليا (Al-Taei et al. 2014) .

طريقة العمل:

تم استخدام طريقة موشور المد والجزر المعدلة (Dyar, 1973) في هذه الدراسة ، لتنفيذ طريقة موشور المد والجزر هناك أربعة خطوات وعلى النحو التالي :

1- يقسم المصب الى قطع وطول كل قطعة يعتمد على المسافة التي يقطعها جسيم الماء خلال دورة مد وجزر واحدة . ويجب ان يكون المقطع الاعمق من المصب له حجم موشور يجهز من تصريف النهر بالكامل ، أي

$$P_0 = R$$

حيث

$$P_0 = \text{حجم الموشور (حجم المد والجزر intertidal volume) للقطعة (.)}$$

$$R = \text{تصريف النهر خلال دورة مد وجزر واحدة (اعتمد التصريف في هذه الدراسة وقدره ٥٠ م}^3\text{/ثا في بداية النهر أي منطقة المعقل وفقا للبيانات الصادرة من وزارة الموارد المائية خلال هذه السنوات)}$$

$$V_0 = \text{حجم المد المنخفض في هذه القطعة والذي يقع تحت الحجم } P_0$$

يكون حجم المد المنخفض للقطعة التالية الواقعة باتجاه البحر هو V_I

$$V_I = P_0 + V_0$$

ويكون P_I هو حجم موشور المد في هذه القطعة ، وبالتالي تستخدم المعادلة ادناه للقطع التالية وفقا لرقمها

$$V_i = P_{i-1} + V_{i-1}$$

وهذا يعني كل قطعة في حالة المد العالي تحتوي على حجم مياه يساوي حجم المياه الذي احتوته القطعة التالية الواقعة باتجاه البحر في حالة الجزر الواطئ

2- حساب نسبة التبادل (r) وهونسبة التبادل بجزء من المياه بين قطعتين متجاورتين خلال دورة المد والجزر

$$r_i = p_i / (p_i + v_i)$$

3 - حساب زمن التفريغ للقطعة الواحدة وفقا للمعادلة ادناه

$$T_i = 1 / r_i$$

حيث T_i = زمن التفريغ للقطعة i مقاسًا بدورات المد والجزر.

4- حساب زمن التفريغ للمصب ككل T_f و وفقا ما يلي

$$T_f = \sum T_i \quad \text{حيث } i = 1, 2, 3, \dots, n \text{ و } n \text{ عدد قطع المصب .}$$

البيانات الحقلية :

أعتمدت الدراسة على بيانات المسح الطبوغرافي والبايثمري لشط العرب التي اجريت من قبل فرق مركز علوم البحار – جامعة البصرة عامي 1998 و ٢٠٠٥ الخاصة بالأعماق والمقاطع العرضية لمقاطع النهر ، بالإضافة الى استخدام بيانات المد والجزر الصادرة من قبل الأدميرالية البريطانية التي تصدر سنويا لمحيطات وبحار العالم جميعها والتي منها تخص عدة محطات منتشرة في شط العرب .

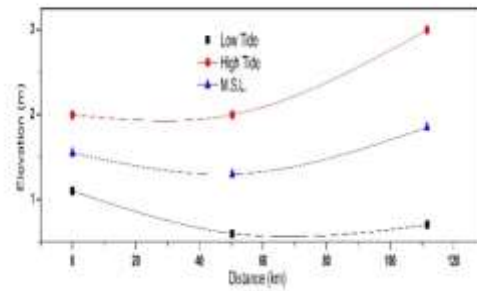
النتائج والمناقشة

المد والجزر:

الشكل (1) ادناه يبين تغيرات مستوى المياه في منطقة الدراسة أثناء حالي المد العالي (أعلى مد) والجزر الواطئ (أدنى جزر) مع منسوب سطح البحر ، تتراوح التغيرات في مستوى المياه بمقدار 2-3 متر في المد العالي في منطقتي المعقل والفاو على التوالي ، و تسجل القيم في مستوى المياه بقيمة 1.5 الى 0.65 متر في حالة ادنى جزر في منطقتي المعقل والفاو على التوالي ، هذا يعكس النمط المدي ، حيث سرعة التيارات المديّة العالية التي تصل 1.13 م/ثا (Al-Mahdi and Abdullah, 1999) في محطة الفاو تعمل على دخول كميات كبيرة من المياه الى اعلى النهر وخروجها بنفس السرعة كون المحطة في هذا المكان قريبة من مصدر طاقة المد والجزر ، وفقا لطبيعة النهر الهيدرولوجية والطوبوغرافية و الباثيمترية انعكس ذلك على مستوى المياه في بعض الاماكن ، حيث اقل مستوى للمياه في ادنى الجزر بمقدار 0.45 متر في مكان يبعد 68 كم شمال محطة الفاو . يبين الشكل (1) كذلك منسوب سطح البحر في منطقة الدراسة وهو معدل مستوى المياه للمد العالي والجزر الواطئ

(جداول الاديمايرالية البريطانية)، تختلف قيم منسوب سطح البحر من مكان لأخر ، تقدر قيمته في محطة الفاو 1.75 متر وتنخفض قيمته في محطة المعقل لتصل الى 1.6 متر، تنخفض قيم المنسوب من محطة المعقل حتى النقطة التي تبعد 68 كم شمال محط الفاو بقيمة قدرها 1.25 متر، بعد هذه المنطقة ترتفع قيم المنسوب كلما اتجهنا الى محطة الفاو لتصل الى 1.75 متر هناك .

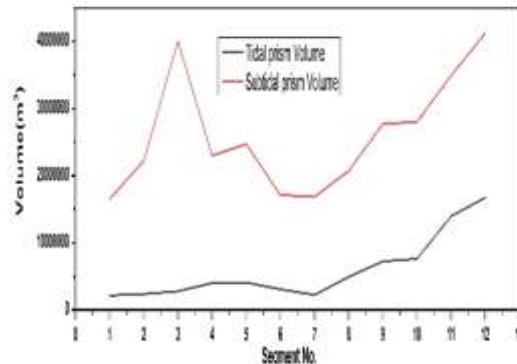
الشكل (1) مستوى الماء في المد العالي (High Water)والجزر الواطئ (Low Water) مع مستوى البحر (M.S.L) في منطقة الدراسة.



تجزئة منطقة الدراسة:

تم تقسيم منطقة الدراسة الممتدة من المعقل الى الفاو الى مجموعة من القطع وفقا لما تتطلبه طريقة الحساب لزمن التفريغ ، حيث تم اعتماد دراسة (Lafta, 2021) في حساب المسافة التي يقطعها جزيء الماء خلال دورة مد وجزر واحدة وهي تمثل طول القطعة ، الشكل (2) اطوال القطع ، تم رسم جميع الأشكال في هذه الدراسة بأستخدام برنامج Origin Pro 8.5 ، حيث تم ترقيم القطع من 1 الى 12 بدلا من 0 الى 11 وذلك لأغراض الرسم على المحاور السيني في الاشكال وبالتالي لا يؤثر على عدد القطع وهي 12 قطعة ، أطول القطع هي القطعة رقم 12 والتي تقع في نهاية منطقة الدراسة ويقدر طولها 14.24 كم ، بينما اقل القطع طولها هي القطعة رقم 1 والتي في بداية منطقة الدراسة ويقدر طولها 5 كم ، ان الاختلاف في قيم اطوال القطع يخضع بالدرجة الأولى لتأثير ظاهرة المد وانعكس ذلك على القطعة رقم 12 كونها الأقرب الى مصدر طاقة المد.

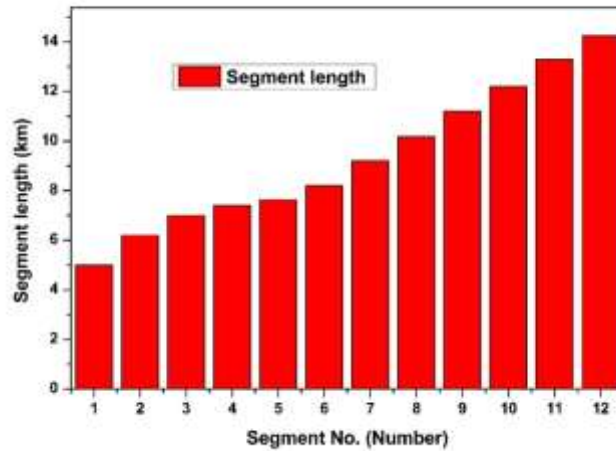
الشكل (2) أطوال القطع (Segment Length) كم .



حجم مشور المد والجزر:

هو عبارة عن حجم المياه الداخلة الى المصب او جزء منه خلال فترة المد وخروج هذه الكمية اثناء فترة الجزر، بمعنى اخر انه عبارة عن الفرق بين اعلى منسوب وأوطئ منسوب للمياه خلال فترتي المد والجزر ، اما ماتبقى من المياه من اسفل ادنى منسوب للمياه الى قاع النهر يسمى بحجم اسفل مشور المد .يبين الشكل (3) حسابات قيم كل من حجم مشور المد والجزر وحجم اسفل المشور لكل قطعة ، حيث سجلت أعلى قيمة لحجم مشور المد في القطعة رقم 12 وكان 167288576 م³ وأقل قيمة كانت 1588576 م³ في القطعة 1. اما فيما يخص قيم الحجوم أسفل المشور تعد قيم عالية مقارنة مع حجم مشور المد والجزر ، اذ كانت أعلى قيمة هي للقطعة 12 هي 41192760 م³ وأقل قيمة هي 16535600 م³ في القطعة الأولى .يلاحظ من النتائج بان قيم حجم المشور وحجم اسفل المشور ليس بالزيادة المتسلسلة من القطعة 1 الى القطعة 12 أو من القطعة 12 الى القطعة 1 وانما تختلف القيم اعتمادا على موقع القطعة، حيث قيمة حجم المشور في القطعة 7 هي 2226100 م³ هي اقل من القيم في القطع التي سبقتها ، كذلك الحال لقيم حجم اسفل المشور ومثالنا للقطعة 7 كانت 16826950 م³ والتي هي اقل من قيم حجوم اسفل المشور للقطع التي سبقتها ، يبين الشكل(3) منحني قيم حجوم اسفل المشور بأنها متغيرة وفقا لمقطع كل قطعة من النهر

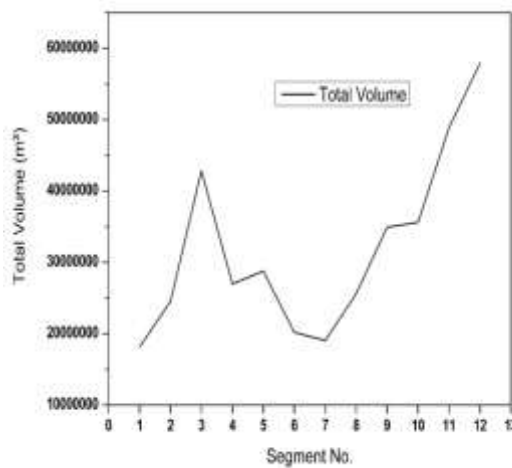
الشكل (3) حجم مشور المد (Tidal Prism Volume) وحجم اسفل مشور المد (Subtidal Prism Volume) في قطع النهر.



مقارنة مع قيم حجم مشور المد والتي تكون اقل تغيرا مع مسار القطع ، يعزى هذا التصرف كون أعماق النهر تختلف من مكان الى اخر أي منحني النهر لا يحكمه نمط الانحدار الطبيعي للقاع في الانهار ، ذلك بسبب هيدروديناميكية التيارات المائية و عمليات التعرية و الترسيب في شط العرب .

حجم القطع الكلي :

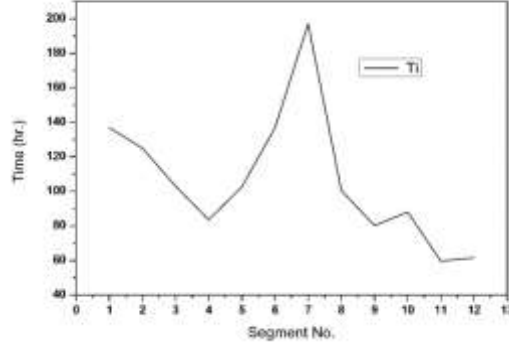
تم الاعتماد على المسوحات الطبوغرافية والباثيمترية التي أجريت من قبل مركز علوم البحار - جامعة البصرة لسنتي 1998 و 2005 في حساب حجوم قطع النهر، حيث تم حساب معدل العمق ومعدل العرض لكل قطعة واما طول فحسابه في الفقرة السابقة وهذا الشكل يمكن إيجاد حجوم القطع، يبين الشكل (4) حجوم القطع والتي اكبرها حجما هي القطعة رقم 12 وبحجم قدره 58 مليون م³ تقريبا وأصغر القطع حجما كان للقطعة رقم 1 ويحدود 18 مليون م³.

الشكل (4) الحجم الكلي للقطع (Total Volume) م³

نسبة التبادل :

نسبة التبادل هي عملية تبادل بجزء من الماء بين قطعتين متجاورتين بحيث ان التداخل بين القطعتين المتجاورتين وفقا لانتقال المياه بينهما يؤثر على حجم موشور المد ، وبالتالي تنعكس قيم كل من حجم موشور المد وحجم المنخفض أسفل الموشور على قيمة نسبة التبادل. سجلت اعلى قيم لنسبة التبادل في القطعتين 4 و 10 وبقية 0.11369 و 0.11363 على التوالي ، بينما سجلت اقل القيم في القطعتين 1 و 6 بقيمة 0.0073 و 0.007304 على التوالي ، الشكل (5) يبين قيم نسبة التبادل في قطع منطقة الدراسة ، وباقي القطع لاتتجاوز فيها قيم نسبة التبادل 0.01684 .

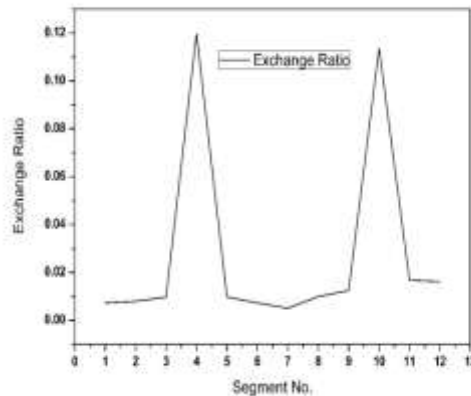
الشكل (5) نسبة التبادل (Exchange Ratio) للقطع



زمن التفريغ للقطع :

بعد حساب قيم المتغيرات الداخلة في معادلة زمن التفريغ للقطعة الواحدة (T_i)، أظهر الشكل (6) نتائج قيم زمن التفريغ لكل القطع في منطقة الدراسة ، بشكل عام ان قيم زمن التفريغ للقطع غير متساوية ولكل قطعة زمن تفريغ خاص بها وذلك لأختلاف قيم المتغيرات بين قطعة و أخرى . أن أعلى زمن تفريغ تحتاجه القطعة رقم 7 ويقدر 197.13 ساعة وأقل زمن للتفريغ تحتاجه القطعة رقم 11 وقدره 59.68 ساعة ، زمن التفريغ يكون بشكل تصاعدي وعلى النحو التالي للقطع 11، 12، 9، 4، 10، 8، 5، 3، 2، 1، 6، 7. تحتاج القطع الواقعة في أعلى و منتصف النهر ماعدا القطعة رقم 4 الى زمن تفريغ اكبر من القطع الواقعة أسفل النهر (9-12) ، حيث لم يظهر تأثير تصريف المياه العذبة هنا بسبب قلة كمياته ، أذ يسيطر تصريف المياه العذبة يستنتج من ذلك بأن لموشور المد والجزر الناتج من تأثير ظاهرة المد له فعالية كبيرة في تقليل زمن التفريغ كون هذه القطع الأخيرة قريبة من مصدر طاقة المد (Shenguan et al., 2012) ، بينما في القطع أعلى النهر يكون تأثير المد اقل ، ما يخص القطعة رقم 4 فأن للحجم هنا دور حيث حجمها اقل بكثير من حجم القطعة التي سبقتها وهي القطعة 3 أدى ذلك الى أنخفاض في زمن التفريغ لها .

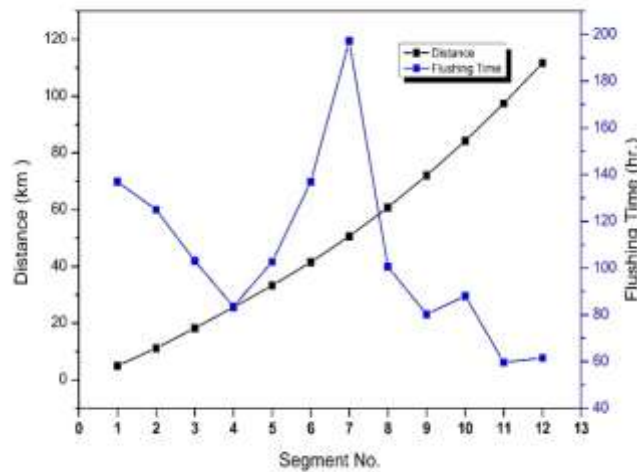
الشكل (6) زمن التفريغ (Time) ساعة لقطع منطقة الدراسة



العلاقة بين زمن التفريغ والبعد المصب

تم تقطيع مجرى النهر الى مجموعة من القطع وترتبت هذه القطع في اطوالها وبعدها عن مصدر دخول المياه من اسفل النهر عن طريق تأثير طاقة المد ، بمعنى هي مقدار المسافة التي يقطعها جزئ الماء باتجاه أعلى النهر خلال دورة مدية واحدة ، يبين الشكل (١٧) بعد القطع عن مدخل النهر من جهة البحر، تختلف قيم زمن التفريغ وفقا لبعدها من البحر، ينخفض زمن التفريغ من القطعة ١ الى القطعة ٤ كلما اقتربنا باتجاه البحر ، لكن هناك تغير من القطعة ٥ الى القطعة ٧ وهو زيادة في قيمة زمن التفريغ تدريجيا ، بعد ذلك ينخفض الزمن تدريجيا من القطعة ٨ الى القطعة ١٢، ي12ستنتج من ذلك بأن أغلب القطع تحتاج الى زمن تفريغ اقل من القطعة التي سبقتها كلما أتجهنا الى البحر ماعدا في ثلاثة قطع هي ٥ و ٦ و ٧ وذلك للارتباط بحجم موشور المد وهذا يوافق رأي (Shenguan et al., 2012). تم رسم العلاقة بين زمن التفريغ للقطع مع المسافة التي تبعد بها عن بداية النهر (المقل) الشكل (٧ب)، أقل القطع تحتاج الى زمن تفريغ هي القطعة ١١ التي تبعد عن المقل ٩٧ كم وعن الفاو ١١.٢ كم ، بينما القطعة رقم ٧ والتي تبعد عن المقل ٥٠ كم وعن الفاو ٤١.٤٤ كم ، هذه النتيجة التي تخص القطعة رقم ٧ والواقعة في مكان من النهر يعكس طبيعة النهر المدية والمتمثلة بانخفاض في مناسيب المد .

الشكل (١٧) العلاقة بين زمن التفريغ (Flushing Time) ساعة والبعد (Distance) كم عن المصب (الفاو)

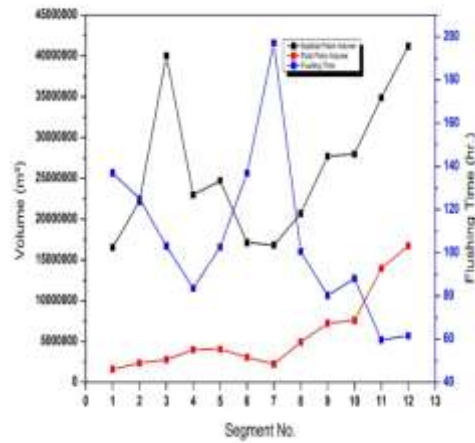


العلاقة بين زمن التفريغ وحجوم القطع :

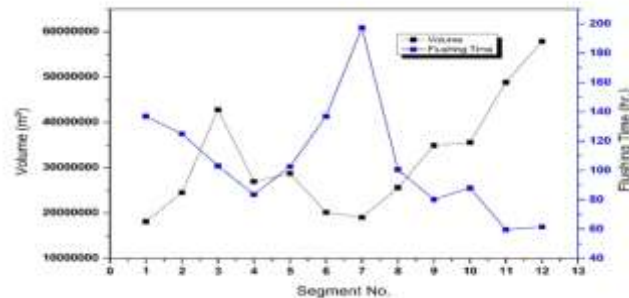
الحجم الكلي للقطعة هو عبارة عن مجموع حجمي موشور المد وحجم اسفل موشور المد في كل قطعة ، يبين الشكل (٨) العلاقة بين زمن التفريغ مع حجمي الموشور واسفل الموشور، الشكل (٩) العلاقة بين الحجم الكلي للقطعة مع زمن التفريغ ، تختلف القطع في قيم حجومها ، اكبر القطع حجما هي القطعة رقم ١٢ وقدره ١٧٧٠٠ ٥٧٩ ٣ م^٣ بينما أقل القطع حجما هي القطعة رقم ١ وقدره ١٨١٢٤١٨٠ ٣ م^٣ ، زمن التفريغ هو ٦١.٥٤٩-١٣٦.٩٠٩ ساعة في القطعتين ١٢ و ١ على التوالي ، أن

القطعة رقم 1 تحتاج الى اكبر زمن لتفريغها وهو 136.9 ساعة تقريبا بينما القطعة رقم 11 تحتاج أقل زمنا لتفريغها وهو 59.7 ساعة تقريبا ، من تحليل قيم حجوم القطع وزمن التفريغ الذي تحتاجه بأنه لا توجد علاقة واضحة بينهما اذا تم اخذ القطع ككل ، ولكن عندما تجزأ القطع الى مجموعات ستظهر بعض العلاقة بينهما ، بالرغم من الزيادة التدريجية لحجوم القطع من 8 الى 12 لكن يقابل ذلك انخفاض في زمن التفريغ لها تدريجيا ، اذ للعمق تأثير على الحجم وبدوره يؤثر على زمن التفريغ (Nancy et al. 2002) ، وبشكل عام من القطعة 1 الى القطعة 3 يزداد الحجم تدريجيا يقابله انخفاض تدريجي في زمن التفريغ ، اما في القطع من 4 الى 6 ، القطعة ٤ لها حالة خاصة لصغر حجمها وبالتحديد حجم اسفل الموشور ، اما القطعتين 5 و 6 يوجد انخفاض تدريجي بالحجم يقابله ارتفاع تدريجي في زمن التفريغ الشكل (9) ، اذن يمكن الاستنتاج بأن موقع القطع له دور في تحديد العلاقة بين حجوما وزمن التفريغ لها ، حيث أكد (Reynolds,1993) ان للمكان دور في تحديد قيمة زمن التفريغ .

الشكل (8) العلاقة بين زمن التفريغ وحجمي الموشور (Tidal Prism Volume) م³ وأسفل الموشور (Subtidal Prism Volume) م³.



الشكل (9) العلاقة بين زمن التفريغ (Flushing Time) ساعة والحجم الكلي (Volume) م³ للقطعة .



زمن التفريغ للنهر:

يبين الشكل (6) أعلاه قيم زمن التفريغ للقطع الممثلة لمنطقة الدراسة (1-12) ان لكل قطعة زمنها الخاص ، العوامل المؤثرة في زمن التفريغ والمتمثلة بحجم موشور وحجم اسفل الموشور واللذان تحدد قيمتهما وفقا للموقع الجغرافي والطبيعة الطبوغرافية للمكان و طول القطعة والذي هو انعكاس لتأثير ظاهرة المد ، حيث القطعة رقم 7 تحتاج الى زمن اكبر مقارنة مع بقية القطع ويقدر ب 197 ساعة تقريبا (8.21 يوما) . تقع هذه القطعة على بعد 50 كم من محطة المعقل وتبعد بحدود 60 كم عن نهاية منطقة الدراسة وهي محطة الفاو ، بينما اقل القطع احتياجا لزمن تفريغ هي القطعة رقم 11 ويقدر الزمن 59.68 (2.48 يوما) ساعة وهي تقع بجوار القطعة الأخيرة القريبة من محطة الفاو . بلغ مجموع أزمان القطع الاثني عشر 53.65 يوم تقريبا أي ما يعادل 1.78 شهر ، هذه القيمة تختلف عن القيمة في دراسة (Abdullah et al., 2014) وهي 2.4 شهر لنفس المنطقة ولكن بطريقة جزء الماء العذب ، في دراسة (Qizhong et al, 2000) كانت قيمة زمن التفريغ هي معدل لطريقي موشور المد وجزء الماء العذب ، وكذلك هذا الاختلاف يحدث كما هو الحال في دراساتي (Hughes and Hunter, 1979) و (Koske, 1972) للخليج العربي ولكن بنتائج مختلفة .

الاستنتاجات :

- 1- تساهم كمية تصريف المياه العذبة والتي تمثل حجم الموشور للقطعة الأولى في قيمة زمن التفريغ ، اذ تتناسب كمية التصريف عكسيا مع زمن التفريغ .
- 2- الاختلاط الكامل بين حجم الموشور وحجم اسفل الموشور يعطي نتائج جيدة أي تقليل زمن التفريغ .
- 3- تعتمد حجوم الموشور على طاقة المد .
- 4- حجوم أسفل الموشور تعتمد بالدرجة الأساس على باثيمتريه وطوبوغرافية النهر .
- 5- طول القطعة يحدد وفقا لتأثير المد والجزر ، اما عرض وعمق القطعة ناتجة من شكل المقطع العرضي للنهر الذي هو أنعكاس لعمليات التعرية والترسيب .
- 6- زمن التفريغ يختلف من منطقة الى أخرى حيث عامل البعد عن مصدر طاقة المد له تأثير واضح .
- 7- تعد طريقة موشور المد والجزر من الطرق السهلة والتي تتجاوز حساباتها التغيرات في الملوحة .
- 8- يحتاج النهر من المعقل الى الفاو زمن قدره 1.78 شهر لتفريغ مياهه وفقا لتصريف الحالي والشبه الثابت على مدار السنة وهو ٥٠ م³/ثا.
- 9- طريقة موشور المد والجزر أعطت نتائج أفضل من طريقة جزء الماء العذب المطبقة سابقا في النهر .

المصادر

- الياسري ، حسين قاسم (2023) تأثير التغيرات المناخية على الخصائص الهيدرولوجية في نهر شط العرب ، مجلة مداد الاداب ، المجلد 13 عدد خاص بمؤتمر قسم الجغرافية ، 927-958.
- عبدالله ، صادق سالم (1990) دراسة في الحمولة النهرية في شط العرب في مدينة البصرة . رسالة ماجستير ، جامعة البصرة ، 126 صفحة .
- عبدالله ، صادق سالم (2014) ظاهرة المد والجزر في شط العرب ، جنوب العراق . مجلة الخليج العربي ، المجلد 42 العدد 3-4.
- عبدالله ، صادق سالم و لفته ، علي عبدالرضا (2024) التباين الجغرافي للخصائص الفيزيائية للمياه والهواء لشط العرب في البصرة . مجلة آداب ذي قار ، المجلد 9 ، العدد 47 ، الصفحة 117-139.
- مركز علوم البحار ، مكتب الاستشارات البحرية (1998) التقرير النهائي لمشروع المسح الطبوغرافي والبايثميري لشط العرب من المعقل إلى رأس البيشة ، عقد عمل لصالح وزارة الري / مركز الفرات للدراسات وتصميم مشاريع الري (دراسة غير منشورة).
- مركز علوم البحار ، مكتب الاستشارات البحرية (2005) التقرير النهائي لمشروع المسح الطبوغرافي والبايثميري لشط العرب من القرنة إلى جزيرة أم الرصاص ، عقد عمل لصالح المعهد العراقي - بغداد (دراسة غير منشورة).
- يوسف ، فادية يعكوب (2024) أزمة المياه في العراق وأبعادها السياسية والاقتصادية والاجتماعية . مجلة الخليج العربي ، المجلد 52 العدد 3 (2024)
- Abdullah, Sadiq Salim .2002 .Analysis of tide wave in Shatt Al Arab Estuary ,South of Iraq .Marina Mesopotamica . Marine Science Centre , Basrah Uni. ,17(2):305-315.
- Abdullah, S.S.; Lafta, A.A.; Al-Taei, S.A. and Al-Kaabi, A.H. 2016. Flushing Time of Shatt Al-Arab River, South of Iraq, Mesopot. J. Mar. Sci., 2016, 31(1): 61 – 74.
- Albadran, B.; Al-Mahdi, A.A. and Abdullah, S.S. 2001. Progression of tidal wave in the Shatt Al-Arab River, South of Iraq. Marina Mesopotamica, 16(1): 89-100.
- Ali Abdulridha Lafta.2021. Estimation of tidal excursion length along the Shatt Al-Arab Estuary, southern Iraq. Vietnam Journal of Science and Technology 59 (1) (2021) 79-89.
- Al-Mahdi ,A.A. and Abdullah,S.S. 1999. some aspect of the tidal currents in the Shatt Al-Arab estuary .Marina Mesopotamica , 14 (3) ,323-337.
- Alosairi, Y.; Imberger, J. and Falconer, R.A. 2011 .Mixing and Flushing in the Persian Gulf (Arabian Gulf). Journal of Geophysical Research: Oceans, 116, C03029
- Alosairi Yousef and Pokavanich Tanuspong .2017. Residence and transport time scales associated with Shatt Al-Arab discharges under various hydrological conditions estimated using a numerical model, Marine Pollution Bulletin(2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.039>
- Al-Taei, S.A.; Abdullah, S.S. and Lafta, A.A. 2014. Longitudinal intrusion pattern of salinity in Shatt Al-Arab estuary and reasons. Journal of King Abdulaziz University: Marine Sciences; Jeddah, 25(2): 205-221. <http://dx.doi.org/10.4197/Mar.25-2.10>.
- Dyer, K. 1973. Estuaries: A Physical Introduction. London: John Wiley and Sons, London, 140 p.

- HDR|HydroQual. 2013. Technical Memorandum: Calibration of Great Bay Estuary Hydrodynamic Model and Incremental Nitrogen Estimation. 11 Nov. 2013. <https://scholars.unh.edu/prep/411>
- Hughes ,p. and J.R. Hunter.1979 .Physical oceanography of numerical modelling of the Kuwait Actin Plan region ,UNESCO ,division of Marine Science report MARINE/278
- Javier F. Bárcena ;Andrés García ;Aina G. Gómez; César Álvarez; José A. Juanes and José A. Revilla .2012.Spatial and temporal flushing time approach in estuaries influenced by river and tide. An application in Suances Estuary (Northern Spain) Estuarine, Coastal and Shelf Science 112 (2012) 40e51 .
- Koske,P.H. 1972.Hydrographic conditions in the Persian Gulf on the basis of observations aboard R. V.(Meteor) in spring 1965, (Meteor) Forschungsergebnisse ,Series A,No.11 ,pp: 59-79 .
- Nancy, E.; Monsen James, Cloern Lisa E. and Lucas,V. .2002. A comment on the use of flushing time, residence time, and age as transport time scales, American Society of Limnology and Oceanography, Inc Limnology. Oceanography., 47(5), 2002, 1545–1553 , 2002.
- Sadrinasab Masoud and Jochen Kampf .2004. Three-dimensional flushing times of the Persian Gulf, Geophysical Research Letters, Vol. 31, L24301, doi:10.1029/2004GL020425, 2004
- Shenguang Fang, Yufeng Xie and Liqin Cui .2015. Analysis of Tidal Prism Evolution and Characteristics of the Lingdingyang Bay at Pearl River Estuary .MATEC Web of Conferences ,25,01006, DOI:10.1051/matec conf/20152501006 published by EDP Sciences, 2015.
- Monsen NE, Cloern JE, Lucas LV and Monismith SG. 2002. A comment on the use of flushing time, residence time, and age as transport time scales. Limnology and Oceanography. 47(5): 1545– 1553.
- Qizhong Guo ; Member, ASCE and GeorgeP.Lordi .2000 .Method for quantifying freshwater input and flushing time in estuaries , Journal of Environmental engineering, Journal of Environmental Engineering,126(7):675-683.DOI: [10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2000\)126:7\(675\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2000)126:7(675))
- Rebecca D. Huggett ; Duncan A. Purdie and Ivan D. Haigh .2021.Modelling the Influence of Riverine Inputs on the Circulation and Flushing Times of Small Shallow Estuaries, Estuaries and Coasts , 44:54–69, doi.org/10.1007/s12237-020-00776-
- Reynolds ,R. Michael .1993 .Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman—Results from the *Mt Mitchell* expedition, Marine Pollution Bulletin ,Volume 27, 1993, Pages 35-59.
- The Hydrographer of the Navy .2023. Admiralty tide table and tidal stream table ,volume 2.