Salinity distribution in the Shatt Al-Arab River water

Researcher. Mohammed Kahtan Nima Al-Galibi (*)

Professor Dr. Safaa A. Al-Asadi (**)

The University of Basrah

Colleg of Education for Human Sciences, Dept. of Geograph

Abstract:

The present study aims to detect spatial and temporal variations of dissolved salts in the Shatt al-Arab River as well as salinity variations in the water column, for the purpose of detecting the extent of mixing and stratification processes and determining the downstream area. The results of field measurements during the experimental period in (2018-2019) showed a clear geographical variation in the concentrations of salts between the measuring stations, as salts rise southward downstream towards the peak at the FAO station. Moreover, salt rates have had an increased temporal variations during the summer as is noticeable most of the time with each measurement, whereas the salts decreased in the winter season. As for the vertical variation of salts in Basra, despite the seasonal variation of the salt concentrations, there was no obvious salt gradation between the surface of the river and its depth, which indicates the activity of mixing. The high salts in Basra during the summer and autumn seasons, and the absence of application, give a clear indication of the progress of the downstream area to this station.

Key words : ((Shatt Al-Arab _ Water quality _ Salt gradient _ Marine water intrusion _ Salt wedge _ Mixing and stratification _ Estuary))

* Email: Mohammed.9090@yahoo.com
** Email: alasadysafaa74@gmail.com

توزيع الأملاح في مياه شط العرب

الباحث. محمد قحطان نعمة الغالبي(*) أ.د. صفاء عبدالامير رشم الأسدي (**)
جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافية

المستخلص:

تهدف الدراسة إلى الكشف عن التباينات المكانية عمودياً وأفقياً في الماء، والزمانية للأملاح الذائبة في نهر شط العرب، فضلاً عن تباين الأملاح في عمود الماء، لغرض الكشف عن مدى عمليات الخلط والطباقية وتحديد منطقة المصب. لقد أظهرت نتائج القياسات الحقلية خلال السنة المائية (٢٠١٨- ٢٠١٩) وجود تباين جغرافي واضح في تراكيز الأملاح بين محطات القياس، إذ ترتفع الأملاح بالاتجاه جنوباً نحو المصب لتبلغ ذروتها في محطة الفاو، كما شهدت معدلات الأملاح تباينات زمانية كبيرة إذ ارتفعت في فصل الصيف ارتفاعاً حاداً في أغلب محطات القياس، في حين انخفضت الأملاح في موسم الشتاء، أما بالنسبة للتباين العمودي للأملاح في محطة البصرة فرغم التباين الموسمي لتراكيز الأملاح إلا أنه لم يلاحظ هناك تدرج ملحي واضح بين سطح مياه النهر وعمقه مما يدل على نشاط عمليات الخلط، كما أن ارتفاع الأملاح في محطة البصرة خلال موسمي الصيف والخريف وغياب التطابق يعطي مؤشراً واضحاً على تقدم منطقة المصب إلى هذه المحطة.

الكلمات المفتاحية : ((شط العرب – نوعية المياه – التدرج الملحي – توغل المياه البحرية– اللسان الملحي – المزج والطباقية – المصب))

* Email: Mohammed.9090@yahoo.com
** Email: alasadysafaa74@gmail.com

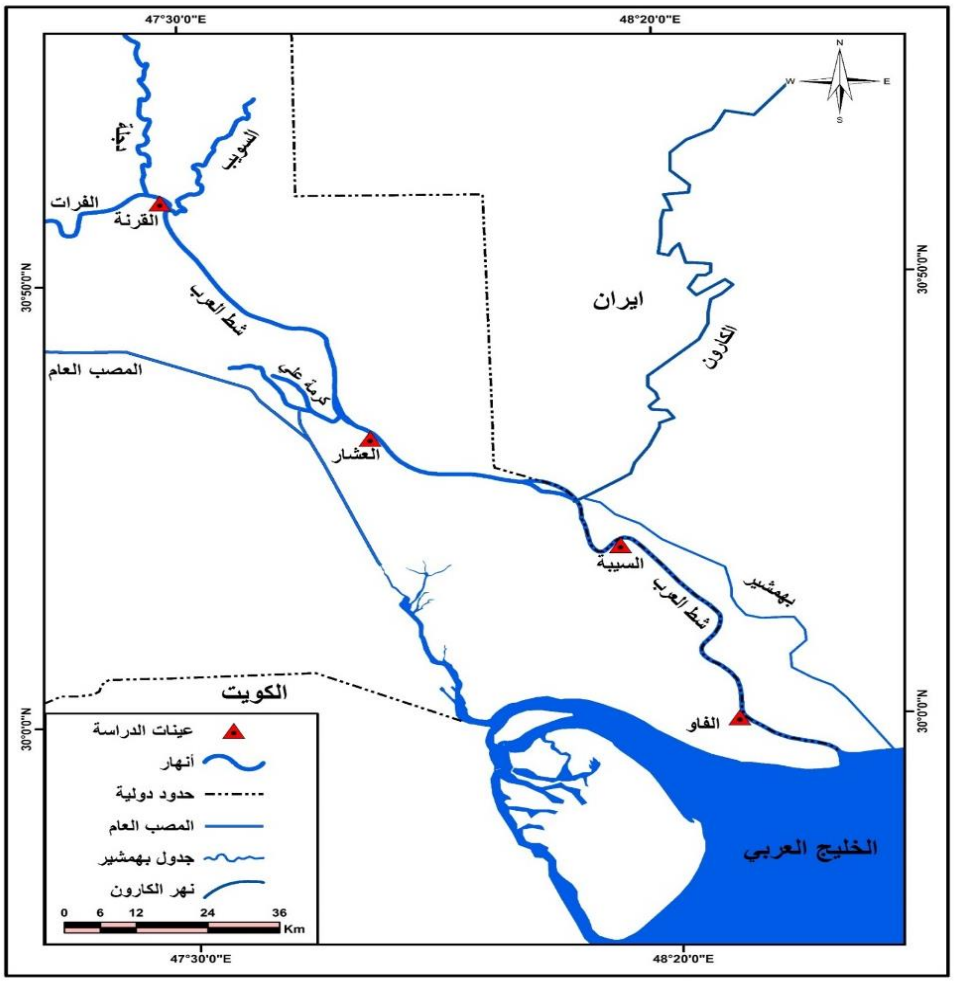
١. المقدمة:

تعد المياه العذبة من أهم المصادر الطبيعية لإدامة الحياة، كما تعد نوعية المياه من المسائل المهمة والحرجة في كثير من دول العالم ومن ضمنها العراق، لذا أصبحت برامج مراقبة نوعية المياه ضرورية لحماية مصادر المياه من التلوث (مويل، ٢٠١٠: ٨٣-٨٤). يمثل نهر شط العرب المصدر الوحيد للمياه العذبة في مدينة البصرة، فقد عانت المياه في مجرى شط العرب من ارتفاع في مستويات الملوحة حتى اقتربت من ملوحة المياه البحرية منذ عام ٢٠٠٩ ولاسيما في الأجزاء السفلى للمجرى (Al-Asadi, 2017: 35)، مما أثر سلباً على مجمل النظام البيئي للنهر، فقد اشتملت آثار ملوحة المياه وزيادة توغل المياه البحرية على حياة السكان وأنشطتهم الأخرى، كما أثرت على الأحياء المائية النباتية والحيوانية (الأسدي، ٢٠١٢: ١٢١).

يهدف البحث إلى معرفة التباينات المكانية والزمانية لتراكيز الأملاح الذائبة في نهر شط العرب، فضلاً عن تحديد مستويات الملوحة العمودية في مجرى النهر، والكشف عن مدى الخلط والطباقية ، إضافة إلى معرفة مدى توغل المياه البحرية إلى أعالي مجرى نهر شط العرب وتحديد موقع المصب بحسب المعايير الكيميائية. لقد اشتملت الدراسة أربع محطات امتدت على طول المجرى النهري من الشمال إلى الجنوب (القرنة – العشار- السيبة – الفاو) (خريطة١) ، أما الحدود الزمانية فقد اشتملت الدراسة على أربع مواسم وهي الصيف والخريف من عام ٢٠١٨ والشتاء والربيع من عام ٢٠١٩.تم اختيار مؤشر الملوحة TDS وهو يمثل مجموع الأملاح الذائبة في الماء مقاساً بوحدة ملغم/لتر لتحديد نوعية المياه. تنطلق الدراسة من فرضية مفادها أن لتراكيز الأملاح تباينات مكانية في محطات القياس وتباينات زمانية لمواسم الدراسة، وتباينات عمودية من السطح إلى القاع. أما طريقة العمل لقد تم إجراء قياسات حقلية للمياه السطحية لكل محطة خلال المواسم الأربعة. لقد اعتمد موقع العشار كمحطة لقياس التدرج الملحي لعمود النهر وذلك لسهولة

الوصول لهذه المنطقة واحتوائها على جسر ، كما إنها تمثل مركز محافظة البصرة وما يرتبط به من ثقل سكاني،وهذا الموقع يمثل تقريباً منتصف مجرى شط العرب،وقد استغرقت مدة قياس التباين العمودي للأملاح بحدود (١٣) ساعة لكل قياس حتى اشتملت على حالتي المد والجزر. إذ تم سحب العينات من سطح النهر وعمق (٢م) و (٤م) و (٦م) و (٨م) و (١٠م) وحتى (١٢م) على التـــــوالي خلال المواسم الأربعة وسجلت ٣٠ عينة وأكثر في عمود النهر خـــــلال الموســـــم الواحـــــد تـــم فيـــــــها استخدام قنينة جمـــــع العينات المائية نـــــوع LaMotte Water Sampling Bottle وقد تم فحص العينات ميدانياً بأستخدام جهاز قياس الأملاح الحقلي نوع 200 (Lovibond Con) . وجهاز Meter CC– 411 Water Proof ELMeTRoN (Conductiaity).

خريطة (١) محطات القياس في مجرى نهر شط العرب



المصدر: اعتماداً على:

١. وزارة الموارد المائية، الهيأة العامة للمساحة، خريطة محافظة البصرة الادارية، بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ ، قسم الترسيم، مطبعة الهيأة، بغداد، ٢٠١٦ .

٢. الدراسة الميدانية بأستخدام جهاز GPS.

هيدرولوجية نهر شط العرب: Hydrology of Shatt Al-Arab River

يتكون مجرى نهر شط العرب من إلتقاء نهري دجلة والفرات في مدينة القرنة الواقعة شمال مدينة البصرة بحدود ٩٠ كم، ويجري نحو الجنوب الشرقي ليصب في الخليج العربي بعد ان يقطع مسافة مقدارها ٢٠٠كم،ويتراوح عرض مجرى النهر ما بين٣٣٠ م في القرنة إلى ١٢٥٠م في منطقة المصب، ويتباين عمقه من٨.٥ م إلى ٢٤م(Al-asadi, 2016:1)، فضلاً عن نهري دجلة والفرات هناك العديد من الروافد الفرعية التي تنتهي بنهر شط العرب وأهمها نهري السويب والكارون. أذ يساهم نهر السويب الواقع على الضفة الشرقية من نهر شط العرب على بعد ٥ كم جنوباً من ملتقى دجلة والفرات في القرنة، في تغذية مجرى شط العرب. ينضم نهر الكارون من الضفة الشرقية لنهر شط العرب وعلى بعد حوالي٧٢ كم شمال الخليج العربي. يتأثر شط العرب بظاهرة المد والجزر التي تحدث مرتين في اليوم الواحد والتي يمتد تأثيرها لمسافة ٢٧١ كم من المصب (الفاو) باتجاه شمال مجرى نهر شط العرب(Al-asadi & Alhello: 2019: 1-4) .

يتغذى نهر شط العرب بالمياه من أربع روافد رئيسة هي كل من دجلة والفرات والكارون والكرخة، إذ يسهم نهر دجلة بحوالي ١٤.٣ كم^3/ سنة من إجمالي تصريف شط العرب البالغ ٣٧.٥ كم^3/سنة لسنة ١٩٧٧-١٩٧٨، فيما بلغت تغذية نهر الفرات بحدود ١١.٤ كم^3/ سنة، في حين يغذي نهر الكارون بحوالي٨.٥ كم^3/سنة، أما نهر الكرخة فقد بلغت نسبة تصريفه إلى نهر شط العرب من خلال نهر السويب بحدود ٣.٣ كم^3/سنة (Ministry of Irrigation, 1979). لقد أدت المشاريع المائية في دول حوض شط العرب إلى أحداث تغير كبير في النظام الهيدرولوجي للنهر. إذ تم قطع أغلب الروافد التي تصب في شط العرب، فبعد عام ٢٠٠٩ قامت ايرن باغلاق مصب نهر الكارون وتحويل مجراه إلى قناة بهمشير. فضلاً عن قطع نهر الكرخة، كما أغلق نهر الفرات قبل التقائه بشط العرب من خلال سدة الجبايش. لذلك أصبح مجرى شط العرب يتغذى بالمياه من نهر دجلة فقط من خلال الاطلاقات المائية من سدة ناظم قلعة صالح في ميسان(الاسدي،٢٠١٥:

٢٩٠) لقد أنخفضت التصاريف المائية في نهر شط العرب من ٩٠٣ م^3/ثا عام ١٩٧٨ إلى حوالي ٤٥ م^3/ثا عام ٢٠١٠ بسبب قطع أغلب روافد النهر، فيما سجلت التصاريف لمياه شط العرب ارتفاعاً نسبياً إذ بلغ حوالي ٣٠٩ م^3/ثا عام ٢٠١٩ (جدول ١) وذلك بسبب الفيضانات التي شهدتها منطقة الحوض.

جدول(١) تصريف المياه العذبة لنهر شط العرب في مدينة البصرة (م^3/ثا) لسنوات مختارة.

شهر / سنة	ت١	ت٢	ك١	ك٢	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	المعدل السنوي
١٩٧٧-١٩٧٨	٢٣٠	٣١٧	٤٩٥	٧٩٧	٩١٦	١٠٨٢	١١٩١	١٣١٣	١٥٠٦	١٤٦٣	٩٦٣	٥٦٣	٩٠٣
٢٠١٠-٢٠١١	٣٩	٢٨	٣٥	٥٢	٤٢	٥٠	٦٢	٦١	٤٣	٤٠	٤٧	٤٢	٤٥
٢٠١٨-٢٠١٩	٨٢	٩٨	١٢٠	١١٢	١٢٠	٢٢٠	٧٧٠	١٠٨٤	٥٩٥	٢٢٣	١٤٨	١٣٤	٣٠٩
المعدل العام	١١٧	١٤٨	٢١٧	٣٢٠	٣٥٩	٤٥١	٦٧٤	٨١٩	٧١٥	٥٧٥	٣٨٦	٢٤٦	٤١٩

المصدر: 1-(Ministry of Irrigation, 1979)

٢- (مديرية الموارد المائية في محافظة البصرة، ٢٠١٩).

٢- التباين المكاني لتراكيز الأملاح: Spatial Variation of salinity

يمكن تعريف الأملاح الذائبة الكلية (TDS) بأنها جميع المواد الصلبة الذائبة في الماء، والتي لا تتضمن المواد العالقة والغازات الذائبة، وتقاس عادة بوحدة الملغم في اللتر (mg/L) أو جزء من المليون (ppm)،وهي تكتسب أهمية كبيرة في الدراسات الكيميائية كونها تحدد مدى صلاحية استخدام المياه للأغراض المختلفة، فضلاً عن أهميتها في حياة الكائنات المائية جميعها وتحديداً ملاءمة الوسط المائي للأحياء(الموسوي، ٢٠١٦: ٦٩). لقد

أظهرت نتائج القياس الحقلي لنماذج مياه شط العرب أن معدلات تراكيز الأملاح الذائبة (TDS) قد تباينت بين١٤٨٢ –٢٣٤١٦ ملغم/لتر خلال السنة ٢٠١٨–٢٠١٩ (جدول٢)(شكل ١)، وهي بذلك قد تجاوزت المعايير المسموح بها للشرب والأغراض المنزلية والتي تتباين من ٥٠٠–١٥٠٠ ملغم/لتر(WHO, 2002). كما إن هناك تبايناً جغرافياً واضحاً في تراكيز الأملاح بين مواقع الدراسة الحالية إذ بلغ المعدل السنوي في محطة القرنة ١٤٨٢ ملغم/لتر، ويرتفع في محطة العشار إلى ١١٧٣٢ ملغم/لتر،ويزداد المعدل السنوي لتركيز الأملاح الذائبة (TDS) إرتفاعاً ليصل إلى ٢٠٤٥١ ملغم/لتر و٢٣٤١٦ ملغم/لتر في كل من السيبة والفاو على التوالي. إن معدلات تراكيز الأملاح الذائبة في مياه النهر في جميع محطات القياس تظهر ارتفاع ملوحة المياه ومنها أعالي النهر(محطة القرنة) مما يعني تملح مياه المصدر المتمثل بمياه نهر دجلة وهذا يعد مؤشراً قوياً على وجود مصادر للتلوث المائي خارج حدود مدينة البصرة .

إن نمط التوزيع المكاني لتراكيز الأملاح الذائبة في مياه النهر يزداد من الشمال إلى الجنوب وبشكل واضح وعلى طول مجرى النهر، اذ يرتفع معامل الاختلاف CV إلى ١٢٦.٢٥. ان السبب الرئيس في زيادة تركيز الأملاح نحو الجنوب يرجع إلى زيادة تأثر المياه البحرية جراء توغلها خلال ظاهرة المد.

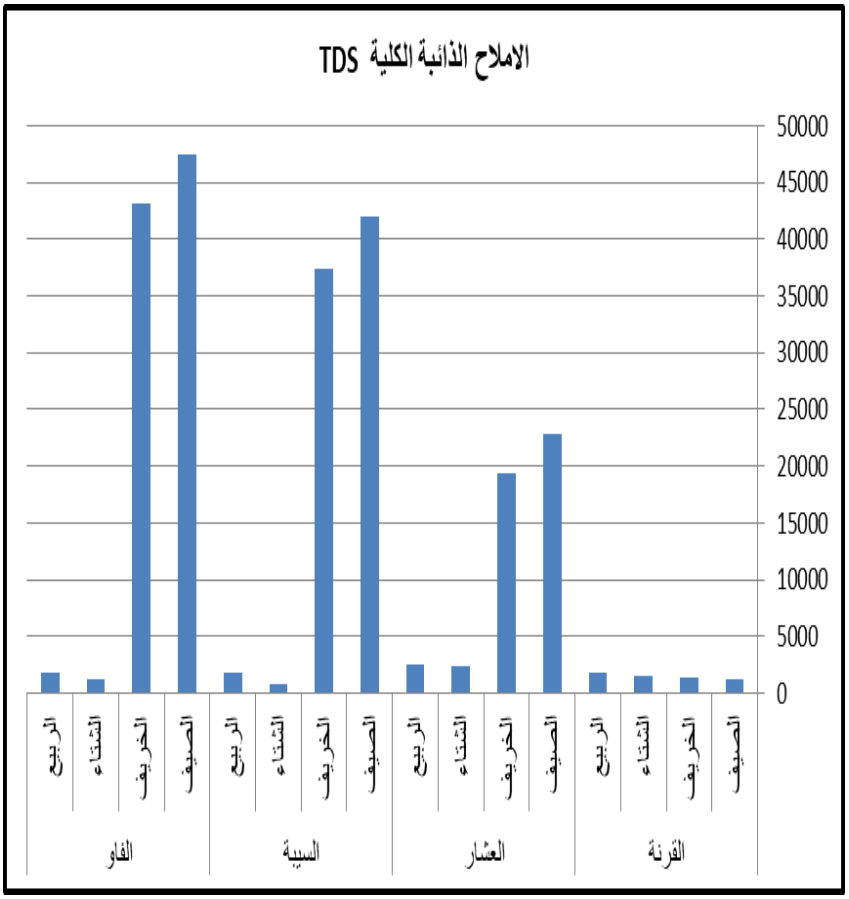
جدول٢ التباين المكاني لتراكيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS)

ملغم/لتر في مياه شط العرب.

المحطات	مواسم السنة	الأملاح الذائبة TDS
القرنة	الصيف (اب)	١٢٠٠
	الخريف (تشرين الاول)	١٣٢٤
	الشتاء (كانون الثاني	١٥٦١
	الربيع (مايس)	١٨٤٣
	المعدل	١٤٨٢
العشار	الصيف (اب)	٢٢٨٠٠
	الخريف (تشرين االاول)	١٩٣٢٨
	الشتاء (كانون الثاني)	٢٣٣٦
	الربيع (مايس)	٢٤٦٤
	المعدل	١١٧٣٢
السيبة	الصيف (اب)	٤١٩٨٤
	الخريف (تشرين الاول)	٣٧٣١٢
	الشتاء (كانون الثاني)	٧٦٨
	الربيع (مايس)	١٧٤٠
	المعدل	٢٠٤٥١
الفاو	الصيف (اب)	٤٧٤٨٨
	الخريف (تشرين الاول)	٤٣١٣٦
	الشتاء (كانون الثاني)	١٢٤١
	الربيع (مايس)	١٧٩٨
	المعدل	٢٣٤١٦
المعدل العام	١١٥٢١.٣٥	
S D	١٤٥٤٦.٢٠	
CV	١٢٦.٢٥	

المصدر: (الدراسة الميدانية ٢٠١٨-٢٠١٩).

شكل(١) التباين المكاني لتراكيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS) ملغم/لتر في نهر شط العرب



المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على (جدول 2).

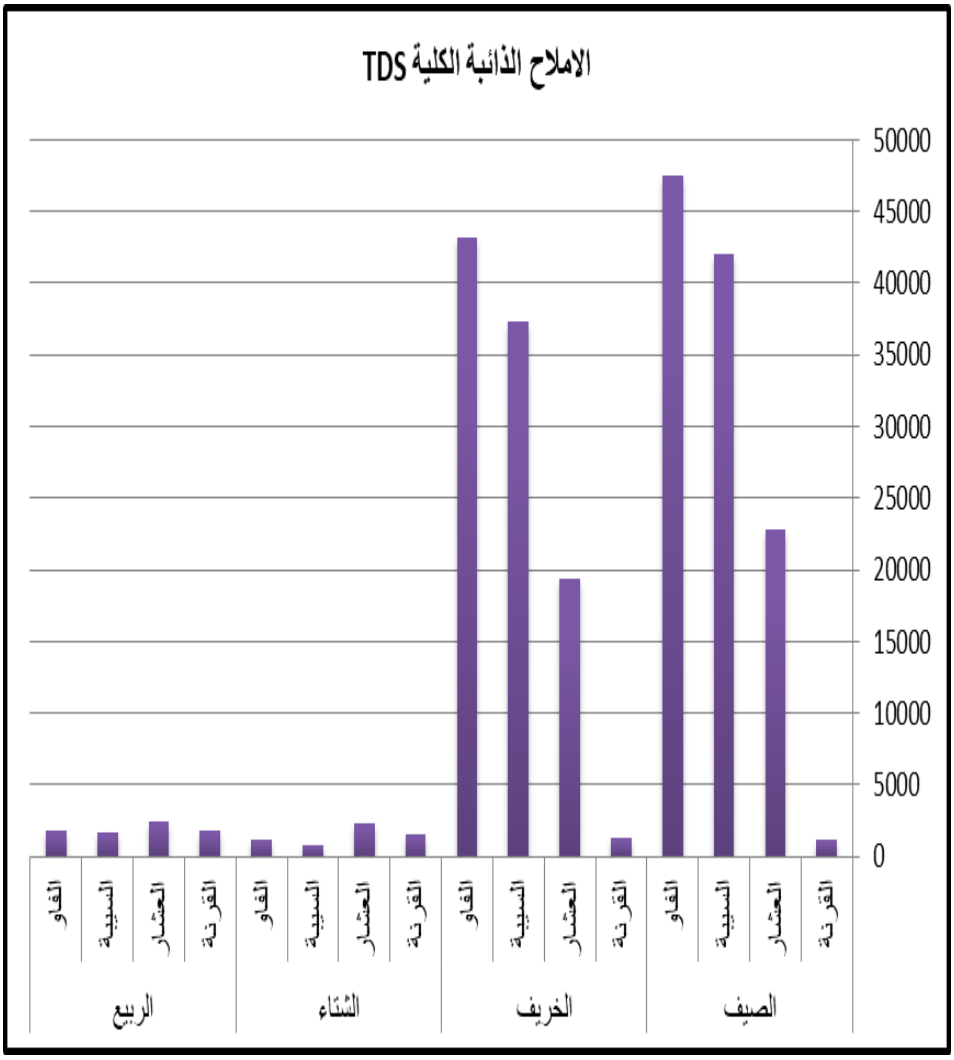
٣- التباين الزماني لتراكيز الأملاح: Temporal variation of salinity

إن نتائج القياس الحقلي لملوحة مياه النهر قد أظهرت تباينات زمانية كبيرة في معدلات تركيز الأملاح الذائبة، اذ تباينت المعدلات خلال مواسم السنة الأربعة بين ١٩٦١.٣ و٢٨٣٦٨ ملغم/لتر. بصورة عامة أرتفعت تراكيز الأملاح خلال فصل الصيف في جميع المحطات وبمعدل مقداره ٢٨٣٦٨ ملغم/لتر، وتزداد تركيز الأملاح في محطة الفاو وبمقدار ٤٧٤٨٨ ملغم/لتر(جدول ٣)(شكل ٢). إن الارتفاع الحاد لتراكيز الأملاح خلال

موسم الصيف من العام ٢٠١٨ ربما يرجع إلى الانخفاض الكبير للأطلاقات المائية من ناظم قلعة صالح إلى نهر شط العرب ، إذ انخفض التصريف المائي إلى٣٠ م^{3}/ثا خلال وقت القياس مما أدى إلى زيادة توغل المياه البحرية على طول مجرى شط العرب حتى وصلت إلى شمال مدينة البصرة، في حين سجل موسم الشتاء من عام٢٠١٩ أدنى معدلات الملوحة في أغلب محطات القياس إذ بلغ معدل تركيز الأملاح ١٤٧٦ ملغم/لتر، ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة الاطلاقات المائية من ناظم قلعة صالح وبمقدار ٩٢ م^{3}/ثا مما ساهم في تخفيض ملوحة المياه والحد من توغل المياه البحرية في مجرى النهر، وقد شهدت محطة السيبة انخفاضا ملحوظاً لتراكيز الأملاح وبمقدار ٧٦٨ ملغم/لتر لتمثل أدنى التراكيز المسجلة خلال مواسم السنة وفي جميع المحطات، ويرجع السبب في ذلك إلى قيام الجانب الايراني بفتح نهر الكارون وبتصريف مقداره ٨٠-١٠٠ م^{3}/ثا (مديرية المورد المائية، ٢٠١٩). إذ يعمل مصب الكارون ما يشبه السد المائي الذي يعرقل توغل المياه البحرية إلى أعالي مجرى شط العرب، كما تسهم المياه العذبة لنهر الكارون بتخفيف تراكيز الأملاح الذائبة في مياه شط العرب ولاسيما في منطقة مصب الكارون والتي تمثلها محطة السيبة.

ومما ينبغي الإشارة اليه في هذا الصدد إن موسم الربيع لسنة ٢٠١٩ قد شهد زيادة كبيرة بتصاريف المياه العذبة في مجرى شط العرب سواء من أعالي النهر من خلال نهر دجلة والسويب وبمقدار زاد على ١٠٠٠ م^{3}/ثا أو من خلال تصريف مصب الكارون بمقدار ٦٠٠ م^{3}/ثا (مديرية الموارد المائية في البصرة، ٢٠١٩)، غير إن ملوحة المياه في مجرى شط العرب قد شهدت ارتفاعاً طفيفاً عن القيم المسجلة خلال موسم الشتاء، وربما يعود سبب ذلك إلى زيادة ملوحة مياه المصدر(نهر دجلة والسويب والكارون) بفعل الفيضانات التي شهدتها مناطق الاحواض ودورها في غسل الترب والأراضي الزراعية واختلاطها بمياه الأهوار مما أدى إلى رفع ملوحتها مما انعكس على ملوحة مياه شط العرب .

شكل(٢)التباين الزماني لتراكيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS) ملغم/لتر
في محطات الدراسة حسب مواسم السنة.



المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على (جدول 3).

جدول ٣ التباين الزماني لتراكيز الأملاح الذائبة الكلية(TDS) ملغم/ لتر في محطات الدراسة حسب مواسم السنة.

المواسم	المحطات	الأملاح الذائبة TDS
الصيف	القرنة	١٢٠٠
	العشار	٢٢٨٠٠
	السيبة	٤١٩٨٤
	الفاو	٤٧٤٨٨
	المعدل	٢٨٣٦٨
الخريف	القرنة	١٣٢٤
	العشار	١٩٣٢٨
	السيبة	٣٧٣١٢
	الفاو	٤٣١٣٦
	المعدل	٢٥٢٧٥
الشتاء	القرنة	١٥٦١
	العشار	٢٣٣٦
	السيبة	٧٦٨
	الفاو	١٢٤١
	المعدل	١٤٧٦.٥
الربيع	القرنة	١٨٤٣
	العشار	٢٤٦٤
	السيبة	١٧٤٠
	الفاو	١٧٩٨
	المعدل	١٩٦١.٣

المصدر: (الدراسة الميدانية ٢٠١٨-٢٠١٩).

٤- التباين العمودي لتراكيز الأملاح: Vertical Variation of salinity

في الأنهار المدية لا يتوقف تباين التركيز الملحي للمياه على التباين الأفقي (المكاني) والتباين الموسمي (الزمني) وإنما يمتد إلى بعد ثالث وهو البعد العمودي . إذ يمكن أن يشهد التركيز الملحي للمياه في الموقع الواحد وفي نفس وقت القياس تبايناً عمودياً كبيراً وذلك بفعل تباين حالة النهر واتجاه الجريان خلال ظاهرة المد والجزر. يمكن أن تنفع دراسة التوزيع العمودي لتركيز الأملاح الذائبة في مياه الأنهار في تحديد الأعماق الملائمة لسحب المياه لغرض استثمارها في الاستخدامات البشرية المختلفة، وكذلك يمكن اعتماد التباين العمودي لتركيز الأملاح في معرفة درجة الاختلاط والمزج بين المياه البحرية المالحة والمياه النهرية العذبة، كما يمكن من خلال التدرج العمودي للأملاح معرفة مدى توغل المياه البحرية في المجرى النهري وما لذلك من علاقة في تحديد موقع المصب النهري.

لقد تم اعتماد موقع واحد فقط لدراسة التباين العمودي لتراكيز الأملاح إذ اختيرت محطة العشار لدراسة هذا التباين، ويرجع السبب في ذلك لكون هذا الموقع يمثل مركز محافظة البصرة وما يرتبط به من ثقل سكاني، كما إن هذا الموقع يمثل تقريبا منتصف مجرى شط العرب، وكذلك سهولة الوصول والقياس في هذا الموقع. يتضح من خلال جدول التدرج الملحي أن التركيز الملحي في عمود مياه النهر بشكل عام تزداد خلال ظاهرة المد وتنخفض نسبيا خلال ظاهرة الجزر، ويلاحظ أيضاً أن التراكيز الملحية في عمود ماء النهر تزداد بزيادة الأعماق، إذ تباين مقدار الفرق بين ملوحة مياه السطح ومياه الأعماق بين ١ و ١.٢١ (جدول ٤-٧) (شكل ٣-٦) ويمكن إرجاع السبب في ذلك إلى توغل المياه البحرية القادمة من الخليج العربي إلى أعالي مجرى نهر شط العرب مما يسهم في زيادة التركيز الملحي خلال ظاهرة المد في حين تسهم المياه النهرية العذبة خلال حالة الجزر إلى تقليل نسب الأملاح في مياه النهر، كما ويعود السبب في زيادة ملوحة المياه مع العمق إلى زيادة كثافة المياه المالحة مقارنة مع المياه العذبة، ولذلك تميل المياه العذبة إلى الارتفاع فوق المياه المالحة (Stajduhar & Lipovac, 2015: 4)

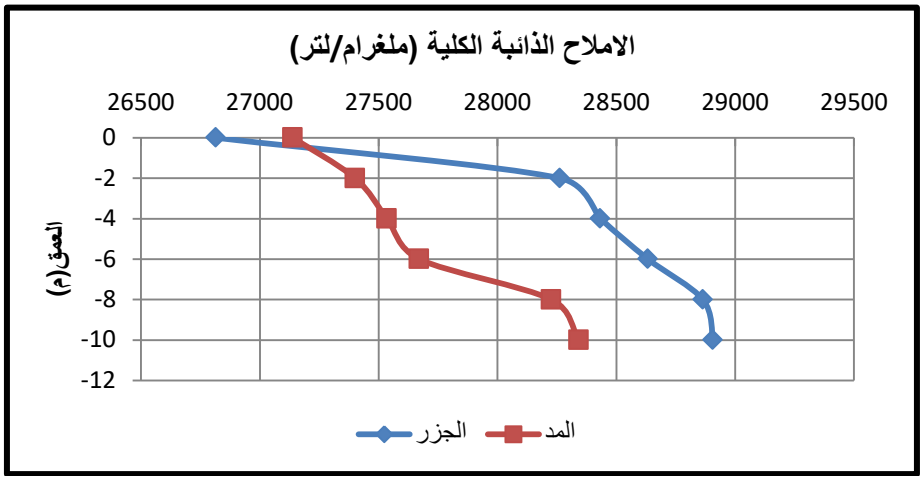
لقد شهد التدرج العمودي لتركيز الأملاح الذائبة في مياه النهر تباينات موسمية إذ ارتفع مقدار الفرق بين ملوحة مياه السطح وملوحة مياه العمق إلى ١.٢١ خلال موسم الصيف حين انخفض مقدار الفرق إلى ١ في موسم الربيع. فيما تباين مقدار الفرق من ١.٠٦ إلى ١ خلال موسمي الخريف والشتاء على التوالي.

جدول ٤ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الصيف في نهر شط العرب (محطة العشار).

الوقت	حالة النهر	السطح	٢ متر	٤ متر	٦ متر	٨ متر	١٠ متر	المعدل	مقدار الفرق
٧:٠٠	جـــزر	٢٢٨٠٠	٢٦٩٠٠	٢٧١٠٠	٢٧٤٠٠	٢٧٨٠٠	٢٧٧٠٠	٢٦٦١٦	١.٢١
٩:٠٠	جـــزر	٢٨٧٥٠	٢٨٧٩٠	٢٩١٠٠	٢٩١١٠	٢٩١١٠	٢٩٠٤٠	٢٨٩٨٣	١.٠١
١١:٠٠	مـــد	٢٦٧٣٧	٢٧٥٣٩	٢٧٢٦٣	٢٧٥٣٥	٢٧٨١٠	٢٨٠٠٥	٢٧٤٨١	١.٠٥
١:٠٠	مـــد	٢٧٥٣٩	٢٧٢٦٣	٢٧٨٠٨	٢٧٨٠٨	٢٨٦٤٢	٢٨٦٨٠	٢٧٩٥٦	١.٠٤
٣:٠٠	سكون	٢٩١٩١	٢٩٢٤٠	٢٩٢٤٠	٢٩٥٣٢	٣٠١٢٢	٣٠٠٤٠	٢٩٥٦٠	١.٠٣
٥:٠٠	جـــزر	٢٨٨٩٩	٢٩١٠٠	٢٩١٠٠	٢٩٣٩١	٢٩٦٨٤	٢٩٩٨٠	٢٩٣٥٩	١.٠٤
المعدل		٢٧٣١٩	٢٨١٣٨	٢٨٢٦٨	٢٨٤٦٢	٢٨٨٦١	٢٨٩٠٧	٢٨٣٢٦	١.٠٦
معدل الجزر		٢٦٨١٦	٢٨٢٦٣	٢٨٤٣٣	٢٨٦٣٣	٢٨٨٦٤	٢٨٩٠٦	٢٨٣١٩	١.٠٨
معدل المد		٢٧١٣٨	٢٧٤٠١	٢٧٥٣٥	٢٧٦٧١	٢٨٢٢٦	٢٨٣٤٢	٢٧٧١٨	١.٠٤
مقدار الفرق		١.٠١	١.٠٣	١.٠٣	١.٠٣	١.٠٢	١.٠٢	١.٠٢	ـــ

المصدر: (الدراسة الميدانية: ٢٠١٨-٢٠١٩)

شكل ٣ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الصيف في نهر شط العرب (محطة العشار).



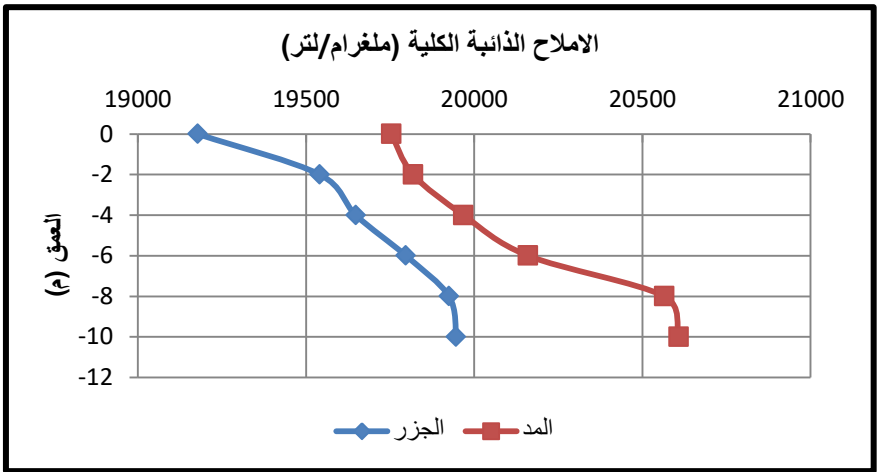
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (جدول 4).

جدول(٥) التدج الملحي ملغم/لتر لموسم الخريف في نهر شط العرب (محطة العشار).

الوقت	حالة النهر	السطح	٢ متر	٤ متر	٦ متر	٨ متر	١٠ متر	المعدل	مقدار الفرق
٦:٣٠	جزر	١٩٣٢٨	١٩٨٤٠	٢٠١٦٠	٢٠٣٥٢	٢٠٤٨٠	٢٠٤١٦	٢٠٠٩٦	١.٠٥
٨:٣٠	جزر	١٩٧٧٦	١٩٧٧٦	١٩٨٤٠	١٩٨٤٠	١٩٨٤٠	١٩٧٧٦	١٩٨٠٨	١
١٠:٣٠	جزر	١٨٤٣٢	١٩٠٠٨	١٨٩٤٤	١٩٢٠٠	١٩٤٥٦	١٩٦٤٨	١٩١١٤	١.٠٦
١٢:٣٠	مد	١٩٠٧٢	١٩٠٠٨	١٩٤٥٦	١٩٤٥٦	١٩٩٠٤	١٩٩٦٨	١٩٤٧٧	١.٠٤
٢:٣٠	مد	٢٠١٦٠	٢٠٢٢٤	٢٠٢٢٤	٢٠٤٨٠	٢٠٩٩٢	٢٠٩٢٨	٢٠٥٠١	١.٠٣
٤:٣٠	مد	٢٠٠٣٢	٢٠٢٢٤	٢٠٢٢٤	٢٠٥٤٤	٢٠٨٠٠	٢٠٩٢٨	٢٠٤٥٨	١.٠٤
المعدل		١٩٤٦٦.٧	١٩٦٨٠	١٩٨٠٨	١٩٩٧٨.٧	٢٠٢٤٥	٢٠٢٧٧	١٩٩٠٩	١.٠٤
معدل الجزر		١٩١٧٨	١٩٥٤١	١٩٦٤٨	١٩٧٩٧	١٩٩٢٥	١٩٩٤٦	١٩٦٧٢	١.٠٤
معدل المد		١٩٧٥٤	١٩٨١٨	١٩٩٦٨	٢٠١٦٠	٢٠٥٦٥	٢٠٦٠٨	٢٠١٤٥	١.٠٤
مقدار الفرق		١.٠٣	١.٠١	١.٠٢	١.٠٢	١.٠٣	١.٠٣	١.٠٢	

المصدر: (الدراسة الميدانية: ٢٠١٨-٢٠١٩).

شكل ٤ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الخريف في نهر شط العرب (محطة العشار).



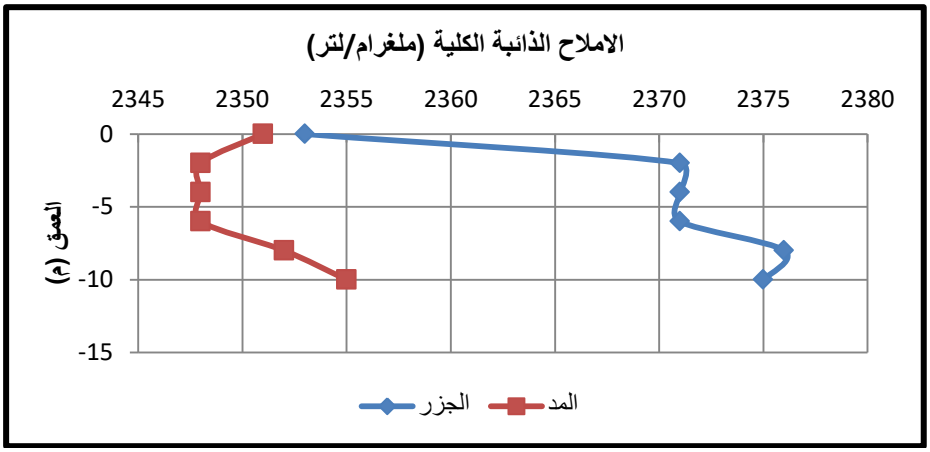
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (جدول 5).

جدول ٦ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الشتاء في نهر شط العرب (محطة العشار).

الوقت	حالة النهر	السطح	٢متر	٤ متر	٦ متر	٨ متر	١٠ متر	المعدل	مقدار الفرق
٧:٠٠	جزر	٢٣٣٦	٢٣٩٣	٢٣٨٠	٢٣٩٣	٢٤١٢	٢٤٠٦	٢٣٨٦	١.٠٢
٩:٠٠	جزر	٢٣٤٢	٢٣٧٤	٢٣٧٤	٢٣٧٤	٢٣٨٠	٢٣٨٠	٢٣٧٠	١.٠١
١١:٠٠	جزر	٢٣٤٢	٢٣٦١	٢٣٦٨	٢٣٦١	٢٣٦١	٢٣٦١	٢٣٥٩	١
١:٠٠	جزر	٢٣٦١	٢٣٤٢	٢٣٤٨	٢٣٤٨	٢٣٤٢	٢٣٤٢	٢٣٤٧	١
٣:٠٠	مد	٢٣٤٨	٢٤٤٦	٢٣٤٢	٢٣٤٢	٢٣٣٦	٢٣٤٢	٢٣٤١	١
٥:٠٠	مد	٢٣٥٥	٢٣٦١	٢٣٥٥	٢٣٥٥	٢٣٦٨	٢٣٦٨	٢٣٦٠	١
٧:٠٠	جزر	٢٣٨٧	٢٣٨٧	٢٣٨٧	٢٣٨٠	٢٣٨٧	٢٣٨٧	٢٣٨٥	١
المعدل		٢٣٥٣	٢٣٦٤.٨	٢٣٦٤.٨	٢٣٦٤.٧	٢٣٦٩	٢٣٦٩	٢٣٦٤	١.٠١
معدل الجزر		٢٣٥٣	٢٣٧١	٢٣٧١	٢٣٧١	٢٣٧٦	٢٣٧٥	٢٣٦٩	١
معدل المد		٢٣٥١	٢٣٤٨	٢٣٤٨	٢٣٤٨	٢٣٥٢	٢٣٥٥	٢٣٥٠	١
مقدار الفرق		١	١	١	١	١.٠١	١	١	

المصدر: (الدراسة الميدانية: ٢٠١٨-٢٠١٩).

شكل ٥ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الشتاء في نهر شط العرب (محطة العشار).



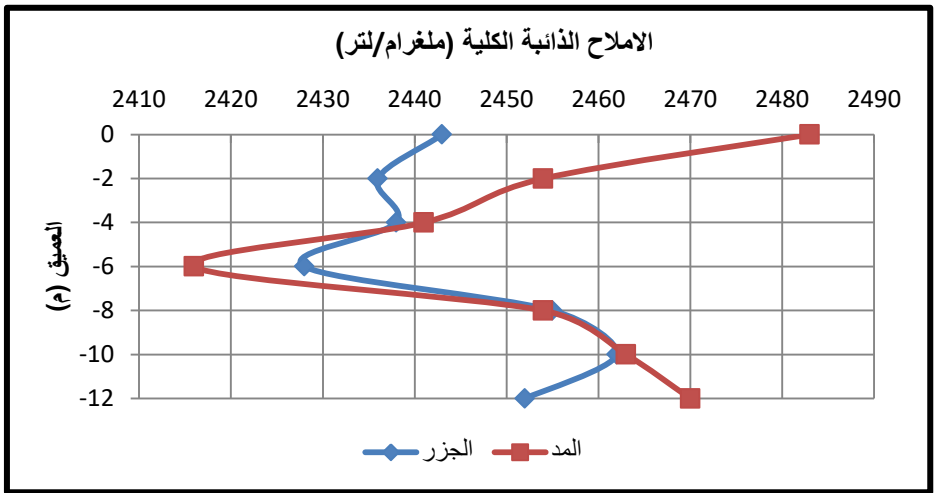
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (جدول ٦).

جدول ٧ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الربيع في نهر شط العرب (محطة العشار).

الوقت	حالة النهر	السطح	٢ متر	٤ متر	٦ متر	٨ متر	١٠ متر	١٢ متر	المعدل	مقدار الفرق
٧:٠٠	جزر	٢٤٦٤	٢٤٥٧	٢٤٥١	٢٤١٢	٢٤٥١	٢٤٣٨	٢٤٤٤	٢٤٤٥	١
٩:٠٠	جزر	٢٤٤٤	٢٤٢٥	٢٤٢٥	٢٣٨٠	٢٤١٢	٢٤١٩	٢٤٠٠	٢٤١٥	١.٠١
١١:٠٠	مد	٢٤٥١	٢٤٢٥	٢٤٢٥	٢٣٦٨	٢٤٢٥	٢٤٤٤	٢٤٥٧	٢٤٢٧	١
١:٠٠	مد	٢٥١٥	٢٤٨٣	٢٤٥٧	٢٤٦٤	٢٤٨٣	٢٤٨٣	٢٤٨٣	٢٤٨١	١.٠١
٣:٠٠	سكون	٢٥٠٢	٢٤٨٩	٢٤٨٣	٢٥٠٢	٢٤٨٩	٢٤٩٦	٢٥٠٢	٢٤٩٤	١
٥:٠٠	جزر	٢٤٠٠	٢٤٠٠	٢٤٠٠	٢٤٣٢	٢٤٥٧	٢٤٧٠	٢٤٧٠	٢٤٣٢	١.٠٢
٧:٠٠	جزر	٢٤٦٤	٢٤٦٤	٢٤٧٦	٢٤٨٩	٢٥٠٢	٢٥٢١	٢٤٩٦	٢٤٨٧	١.٠١
المعدل		٢٤٦٢	٢٤٤٩	٢٤٤٥	٢٤٣٥	٢٤٥٩	٢٤٦٧	٢٤٦٤	٢٤٥٤	١
معدل الجزر		٢٤٤٣	٢٤٣٦	٢٤٣٨	٢٤٢٨	٢٤٥٥	٢٤٦٢	٢٤٥٢	٢٤٤٤	١
معدل المد		٢٤٨٣	٢٤٥٤	٢٤٤١	٢٤١٦	٢٤٥٤	٢٤٦٣	٢٤٧٠	٢٤٥٤	١
مقدار الفرق		١.٠٢	١	١	١	١	١	١	١	

المصدر: (الدراسة الميدانية: ٢٠١٨-٢٠١٩).

شكل ٦ التدرج الملحي ملغم/لتر لموسم الربيع في نهر شط العرب (محطة العشار).



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (جدول ٧).

5- تصنيف عمليات الخلط العمودي بين مياه النهر والمياه البحرية:

Classification of vertical mixing operations between fresh and marine water

هناك ثلاثة أنواع من الخلط العمودي والطباقية للمياه في منطقة الإلتقاء بين النهر والمياه البحرية وهي :

أ – النوع الأول خلط تام وطباقية ضعيفة

ب – النوع الثاني خلط جزئي وطباقية معتدلة

ج – النوع الثالث خلط ضعيف وطباقية قوية

يتم تحديد الأنواع من خلال المعادلة الآتية (Mikhailova, 2013: 2)

$$n = \frac{\Delta s}{sm} = \frac{Sbot - Ssurf}{o.5(Sbot + Ssurf)}$$

حيث إن :

Δs = التدرج العمودي لملوحة المياه .

sm = العمق – معدل ملوحة المياه .

$Sbot$ = ملوحة المياه في العمق .

$Ssurf$ = ملوحة مياه في السطح .

فإذا كانت :

n = ٠.١ > فالخلط قوي والطباقية ضعيفة

n = ٠.١ – ١.٠ فالخلط جزئي والطباقية معتدلة

n = ١.٠ – ٢.٠ فالخلط ضعيف والطباقية قوية والأخير معناه هناك لسان ملحي (Salt water wedge)

يتضح من خلال تطبيق المعادلة أن شط العرب يمتاز بقوة الخلط (Strong mixing) وضعف الطباقية (Weak stratification) إذ تباينت قيمة n من ٠.٠٢ في حالة المد إلى ٠.٠٣ في حالة الجزر وبمعدل ٠.٠٣ (جدول ٨) لجميع مواسم السنة، ولذلك لا يصلح اطلاق مصطلح اللسان الملحي على توغل المياه البحرية في نهر شط العرب، يمكن ان نستفيد من هذه النتيجة عدة امور منها، دور المياه البحرية المتوغلة إلى مجرى شط العرب في زيادة املاح مياه النهر على طول عمود المياه ، كما يمكن أن يستفاد من نتيجة تطبيق هذه المعادلة تحديد منطقة مصب النهر.

٦- مصب النهر: River Estuary

هناك أكثر من مفهوم لمصطلح المصب النهري (estuary)، إذ يمكن أن تصنف المصبات على أساس التحليل الجيوكيميائي (Geochemical analysis)، في حين يختلف معيار التصنيف في الدراسات الجيومورفولوجية (Geomorphological studies).لقد اعتمد العالم بريجارد Pritchard (١٩٦٧) في تصنيف المصبات على الملوحة المخففة

بمقادير قياسية (Measurably diluted) وبمدى يتباين بين ١٠٠٠-٣٥٠٠٠ ملغم/لتر، وعلى الرغم من كون تعريف العالم برجارد للمصبات يستفاد منه في العمليات البيولوجية والجيوكيميائية، إلا أن مدى تأثير تدفق المياه النهرية العذبة في تخفيف ملوحة المياه البحرية يعتمد على الحركة الديناميكية والتوازن ومورفولوجية المصبات. ولذلك فان تعريف بيرولو Perillo (١٩٩٥) للمصبات يعد أكثر مقبولية، إذ يقصد بالمصب على إنه كتلة من المياه الساحلية الشبه مغلقة، التي تمتد إلى حدود تاثير ظاهرة المد والجزر، وتعد هذه الدراسة أول تعامل لتأثير مجرى النهر على ديناميكة (dynamics) وتوازن (equilibrium) تشكيل المصب النهري. وقد اقترح العالم بيرولو Perillo (١٩٩٥) تعريف للمصب على أنه كتلة أو مسطح مائي ساحلي شبه مغلق والذي يمتد إلى الحدود المتأثرة بحركة المد والجزر والتي من خلالها تدخل المياه البحرية من واحد أو أكثر من الممرات الحرة مع البحر أو أي جسم ساحلي اخر من المياه المالحة ويتم تخفيضها بدرجة كبيرة بالمياه العذبة. في حين عرف المصب علماء اخرون على أنه كتلة مائية مغلقة جزئيا تسمح بتدفق مياه النهر بإتجاه الحدود البرية والحدود البحرية باتصال مفتوح مع البحر، وتصب مياه النهر في حالة الجزر وتدخل المياه البحرية في حالة المد (Leuven, 2014: 6). وفي هذه الدراسة سيتم اعتماد المفهوم الكيميائي للمصب وذلك بفعل الثبات النسبي للوضع الجيومورفولوجي للنهر والتباين المكاني والزماني لملوحة مياه نهر شط العرب،

استنادا للمفهوم الكيميائي للمصب فإن منطقة مصب شط العرب قد تراجعت إلى شمال مدينة البصرة خلال موسمي الصيف والخريف اذ تباينت معدلات ملوحة مياه النهر بين ٢٨٣٢٦ ملغم/لتر ١٩٩٠٩ ملغم/لتر على التوالي، بينما انخفضت معدلات الملوحة خلال موسمي الشتاء والربيع إذ سجلت ٢٣٦٤ ملغم/لتر ٢٤٥٤ ملغم/لتر على التوالي.

جدول(٨)التباين الزماني لقيمة n وفقاً لمعادلة (Mikhailova, 2013)

المواسم	الجزر	المد	المعدل
الصيف	٠.٠٧	٠.٠٤	٠.٠٥
الخريف	٠.٠٤	٠.٠٤	٠.٠٤
الشتاء	٠.٠٠٩	٠.٠٠٢	٠.٠٠٥
الربيع	٠.٠٠٤	٠.٠٠٥	٠.٠٠٤
المعدل العام	٠.٠٣	٠.٠٢	٠.٠٣

الاستنتاجات: Conclusions

لقد توصلت الدراسة إلى جملة من النتائج والتي من أبرزها ما يأتي:

١- أظهرت نتائج القياس الحقلي وجود تباين مكاني واضح في تراكيز الأملاح بين مواقع الدراسة الحالية إذ بلغ أعلى معدل في محطة الفاو بحدود ٢٣٤١٦ ملغم/لتر، في حين بلغ أدنى معدل في محطة القرنة بحدود ١٤٨٢ ملغم/لتر.

٢- اتضح من الدراسة وجود تباينات زمانية كبيرة في معدلات تركيز الأملاح الذائبة، إذ ارتفعت في فصل الصيف ارتفاعاً حاداً في أغلب محطات القياس بمعدل مقداره ٢٨٣٦٨ ملغم/لتر، في حين انخفضت تراكيز الأملاح في موسم الشتاء لتسجل معدل مقداره ١٤٧٦ ملغم/لتر.

3- أن الانخفاض النسبي لتراكيز الأملاح في مياه شط العرب لفصلي الشتاء والربيع يعطي مؤشراً قوياً على إن زيادة تدفق المياه العذبة يعمل على دفع الجبهة الملحية القادمة من الخليج العربي.

٤- إن انخفاض الفروقات الطفيفة بين تراكيز الأملاح في عمود مياه النهر تدل على وجود خلط قوي وطباقية ضعيفة في شط العرب خلال المواسم الأربعة ولذلك لا يصلح إطلاق مصطلح اللسان الملحي على زيادة ملوحة مياه النهر، إذ إن زيادة توغل المياه البحرية في مجرى النهر هو المصطلح الأنسب.

٥- وفقاً للمعايير الكيميائية إن منطقة مصب نهر شط العرب ليست ثابتة في مكان واحد إذ تقدم مصب شط العرب خلال فصل الصيف والخريف إلى مركز مدينة البصرة في حين تراجع إلى جنوب محطة الفاو في فصلي الشتاء والربيع.

٦- على الرغم من أن توغل المياه البحرية يعد العامل المهيمن على ملوحة مياه النهر إلا أن ارتفاع تراكيز الأملاح في أعالي مجرى النهر يعطي مؤشراً قوياً على وجود مصادر أخرى لزيادة ملوحة مياه النهر.

المصـــادر:

١- الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (٢٠١٢)، الحمولة النهرية في شط العرب واثارها البيئية، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة البصرة.

٢- الأسدي، صفاء عبد الأمير والمحمود، حسن خليل و عبدالله، صادق سالم (٢٠١٥)، تخمين الحد الأدنى المائي في شط العرب (جنوب العراق)، مجلة آداب البصرة، جامعة البصرة العدد ٧٢.

٣- الموسوي، كريم خلف (٢٠١٦)، مصادر الأملاح الذائبة في مياه نهر الفرات ضمن محافظة المثنى، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة.

٤- مويل، محمد سالم (٢٠١٠)، تقييم نوعية المياه في الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي)، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.

٥- وزارة الموارد المائية(٢٠١٩)،مديرية الموارد المائية في محافظة البصرة، بيانات غير منشورة.

6- Al-Asadi, S. A. R, & Al-Hello, A. A. (2019) General Assessment of Shatt Al-Arab River, Iraq, International Journal of Water, Inderscience Publishers.

7- Al-Asadi, S. A. R. (2016) A study of pH values in the Shatt Al-Arab River (southern Iraq). International Journal of Marine Science .

8-Al-Asadi, S. A. R. (2017) The Future of Freshwater in Shatt Al- Arab River (Southern Iraq), Journal of Geography and Geology; Vol 9, No 2.

9- Leuven, J. R. F .W. (2014) Turning the tide: The effect of river discharge on estuary dynamics and equilibrium, Utrecht University , Department of physical Geography Utrecht , The Netherlands.

10-Mikhailova, M .V. (2013) Processes of Seawater Introusion River Mounths, Published in Vodrye Resursy , Vol 40 , No 5.

11-Ministry of Irrigation. (1979) Shatt Al-Arab Project, Feas, Rep. Draft, Studies of Salinity Problem, Part A, Text Polservies Co., Basrah, Iraq.

12- Pritchard, D .W. (1967) What is an estuary? physical viewpoint . In G .H .Lauff (Ed), publication 83 .Estuaries: American Association for the Advancement.

13- Perillo, G. M. (1995) Geomorphology and sedimentology of estuaries .Amsterdam ; Elsevier.

14- Stajduhar , A. & Lipovac , A. (2015) On Fluid Dynamics of Freshwater and Seawater in Marine systems , Portal of Croatian scientific and Professional journals, Vol 63, No 1.

15-World Health Organization (WHO)(2002), Drinking Water Guidelines and Standards, Geneva.