تخمين الحد الأدنى لصافي التصريف المائي في شط العرب (جنوب العراق)

الاستاذ المساعد الدكتور
صفاء عبد الأمير الأسدي
جامعة البصرة/ كلية التربية للعلوم الانسانية

الاستاذ المساعد الدكتور
حسن خليل المحمود
جامعة البصرة/ مركز علوم البحار

الأستاذ المساعد
صادق سالم عبد الله
جامعة البصرة/ مركز علوم البحار

الخلاصة :

تهدف الدراسة الحالية إلى تحديد الحد الأدنى لحجم التصريف المائي اللازم للمحافظة على البيئة الشاملة في مجرى شط العرب أو المحافظة على نوعية مياه صالحة للاحتياجات البشرية المختلفة، وقد اعتمدت الدراسة بشكل رئيس على البيانات المسجلة لحجم التصريف المائي ومقدار ملوحة المياه في مجرى شط العرب خلال السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٥ والسنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١.

لقد تغير الوضع الهيدرولوجي لمجرى شط العرب خلال المدة ٢٠٠٩- ٢٠١٣ إذ انقطعت اغلب الروافد التي كانت تغذي مجرى النهر بالمياه العذبة ولم يبق منها سوى نهر دجلة فقط. كما انخفض التصريف المائي من ٧٢٤ م^3/ ثانية في السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٥ إلى ٤٤ م^3/ ثانية في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١. وكذلك ارتفعت ملوحة المياه في محطة البصرة من ٠.٩٩ غم/لتر في السنة المائية ١٩٩٧- ١٩٩٨ إلى ١.٧٧ غم/لتر في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١، ويزداد ارتفاع الأملاح في محطة الفاو من ١.٨٤ غم/لتر إلى ١٩.٩٨ غم/لتر في السنتين ذاتها على التوالي.

أظهرت الدراسة ثلاثة سيناريوهات وهي انتفاء إمكانية إرجاع جميع روافد النهر، كما لا يمكن المحافظة على البيئة الشاملة في مجرى شط العرب من البصرة حتى الخليج العربي وذلك لضخامة حجم التغذية المائية المطلوبة بمقدار ٢٠٠ م^3/ثانية، وكذلك صعوبة إرجاع نوعية مياه النهر إلى الصنف الأول ذات المياه العذبة. وإن ما يمكن العمل به حالياً هو المحافظة على مياه معتدلة الملوحة تصلح للاستخدامات الزراعية والمنزلية في مقطع المجرى الممتد إلى منطقة السيبة.

إن حجم التصريف المائي المقترح في مجرى شط العرب بما يضمن المحافظة على مياه معتدلة الملوحة في النهر من محطة البصرة حتى محطة السيبة يقدر بحدود ٥٠ م^3/ثانية كحد أدنى، ولا بد من زيادة حجم التصريف المائي إلى ٧٠ م^3/ثانية خلال أيام طور المد الربيعي التي تستغرق بحدود ٦ أيام من كل شهر قمري، كما ينبغي إعادة النظر بمشروع قناة كتيبان الأروائية أو العمل على تعويض مياه النهر بمقدار حجم التصريف المائي المقرر للقناة والبالغ بحدود ٣٠ م^3/ثانية.

Estimating the Minimum Amount of the Net Discharge in Shatt Al- Arab River (south of Iraq)

S. A. Al-Asadi. Univ. of Basrah- col. of Education Humanities- Geography
S. S. Abdullah. Univ. of Basrah- Marine Science Centre- marine physical
H. KH. Al-Mahmood. Univ. of Basrah- Marine Science Centre- marine Geology

Abstract

This paper aims to determine the minimum amount of discharge required to maintain environmental sustainability in Shat Al-arab stream and to maintain Brackish water for the human water requirements. The study depends on the data of the water discharge and the amount of salinity in the river's water for the periods 1994-1995 and 2010-2011.

The river's hydrological situation has changed during 2009- 2013. The tributaries feeding it with fresh water have been closed, with the exception of the Tigris river, and the discharge decreased from 724 m^3/s during 1994-1995 to 44 m^3/s during 2010-2011, while the water salinity at Basra station increased from 0.99 to 1.77 g/l for the two years respectively, and increased from 1.84 to 19.98 g/l at Faw station.

This study shows three scenarios: that difficulty of return all the river tributaries, and difficulty to maintain the total environment on the Shatt Al-Arab stream to the Arabian Gulf, because of the huge discharge required, which is about 200 m^3/s, and the difficulty of returning the water quality to fresh water. Therefore in the present time we can maintain Brackish water for agricultural and domestic uses by the area extending to Siba station. The proposed discharge amount, which would secure a reasonable amount of drinking water to the city, is about 50 m^3/s, and it should be increased to 70 m^3/s. in the flow times which extend for 6 days in the lunar month; besides, we should reconsider the work of Ketiban channel or instead to reimburse the amount of water it takes to the river, which is about 30 m^3/s.

المقدمة :

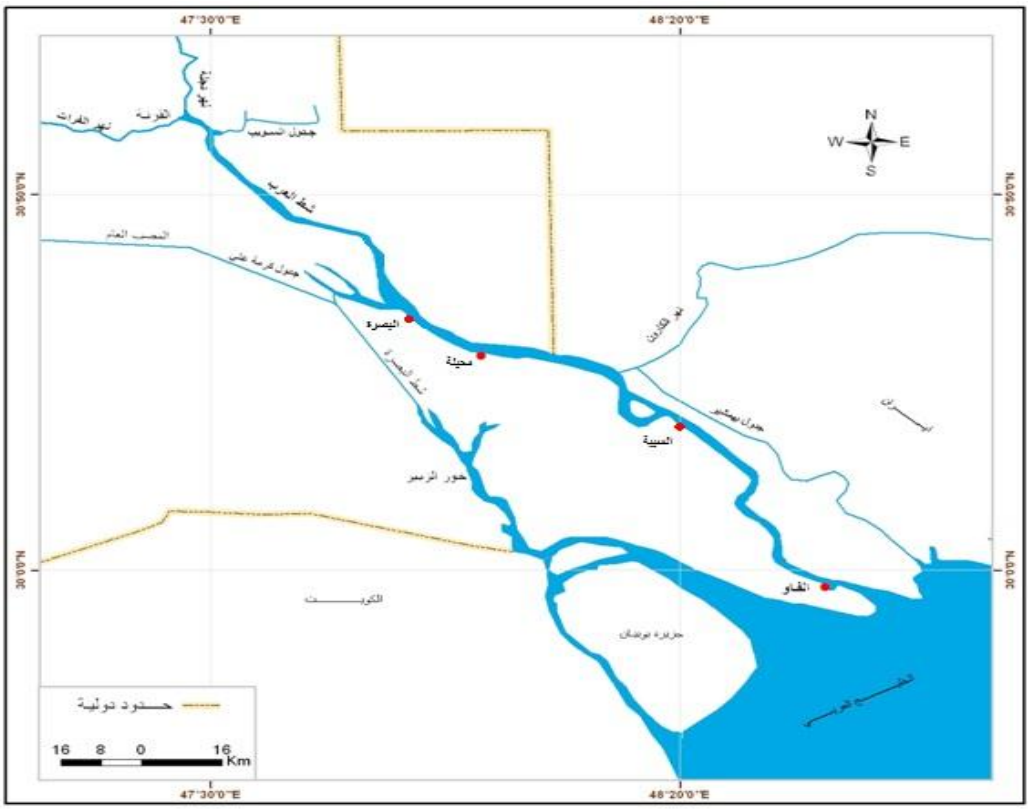
يكتسب شط العرب أهمية كبيرة في محافظة البصرة وذلك بسبب سيادة المناخ الصحراوي الجاف وندرة مصادر المياه الأخرى، إذ تتعدد مجالات استخدامات مياه النهر في الأنشطة البشرية جميعها عدا الشرب. كما أن له أهمية بيئية لما يحويه من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التي تعد مصدراً مهماً من مصادر الثروة الطبيعية. فضلاً عن أهمية مجرى شط العرب في الجوانب السياسية من خلال دوره في ترسيم الحدود السياسية المائية بين العراق وإيران.

يهدف البحث الحالي إلى تحديد الحد الأدنى لحجم التصريف المائي اللازم للمحافظة على البيئة الشاملة في مجرى شط العرب أو المحافظة على نوعية مياه معتدلة تصلح لتلبية الاحتياجات المائية للاستخدامات البشرية المختلفة، من خلال رصد حالات التباين المكاني والزمني للتصريف المائي وملوحة المياه. وتعد عملية تحديد الحد الأدنى لحجم التغذية المائية في الأنهار المدية التي منها شط العرب من العمليات المعقدة، وذلك بسبب التباينات المكانية والزمنية لشدة تأثير الموجة المدية في مجرى النهر مما يتطلب التباين في حجم التغذية المائية بما يعزز من إمكانية تصريف المياه العذبة في مقاومة تقدم الموجة المدية في مجرى النهر.

اشتمل الإطار المكاني لهذه الدراسة على أربع محطات هي من الشمال إلى الجنوب البصرة ومحيلة والسيبة والفاو (شكل ١)، أما الحدود الزمنية للبحث فقد حاول الباحثون إيجاد أفضل سنة سجلت فيها البيانات المطلوبة لتحقيق فكرة البحث في المحطات المدروسة جميعها ولم يجدوا أفضل من السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٥ لتكون سنة أساس يمكن اعتماد بياناتها في المقارنة مع البيانات الحالية. وقد اتخذ الباحثون من الطلعات الحقلية والتحليلات المختبرية التي أجريت على مجرى شط العرب وروافده الرئيسة طوال المدة الممتدة من ٢٠٠٩- ٢٠١٣ أساساً للبيانات الحديثة وقد اعتمده السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١ أساساً للمقارنة مع بيانات سنة الأساس ١٩٩٤- ١٩٩٥.

لقد تناول مجرى شط العرب أعداداً يصعب حصرها من الدراسات الهيدرولوجية والكيميائية والبيئية والزراعية والجيومورفولوجية والجيوفيزيائية والسياسية، غير أنه لا توجد دراسة تتعلق بعملية تحديد حجم التغذية المائية في مجرى النهر. لذلك تعد هذه الدراسة أول محاولة في هذا المجال.

شكل ١ مجرى شط العرب ومحطات القياس.



المصدر: (المديرية العامة للمساحة، ٢٠٠٨)

أولاً : روافد مجرى شط العرب : Tributaries of Shatt Al- Arab River

يتكون شط العرب من التقاء نهري دجلة والفرات في مدينة القرنة ويجري تجاه الجنوب الشرقي مسافة مقدارها ٢٠٤ كم ليصب في الخليج العربي (شكل١). يتغذى شط العرب بالمياه من نهري دجلة والفرات وبمقدار ١١ كم٣/سنة لتمثل ٣٩% من مجموع التصريف النهري في مدينة البصرة للسنة المائية ١٩٧٧-١٩٧٨، ومن الجداول الخارجة من إقليم الأهوار وأهمها جدول كرمة علي والشافي والغميج من هور الحمار وجدول السويب من هور الحويزة وبمقدار مجموعة ١٧.٤ كم٣/سنة(١) لتمثل ٦١% من مجموع التصريف. ويزداد التصريف المائي في

مجرى النهر في المحطات الجنوبية (السيبة والفاو) بسبب التغذية المائية القادمة من نهر كارون وبمقدار ١٧.٥ كم٣/سنة ١٩٧١ ليمثل ٣٠% من إجمالي التصريف المائي في مجرى شط العرب. إن الأنهار والجداول المغذية لشط العرب تشكل حوض التصريف النهري الذي يمتد في تركيا وإيران وسوريا والسعودية والعراق ليشغل مساحة مقدارها ٠.٩٥ مليون كم٢(٢).

لقد أدت المشاريع المائية في دول حوض شط العرب إلى إحداث تغييرات جوهرية في الأنهار والروافد المغذية لمجرى شط العرب، إذ أدت المشاريع المائية في جنوب العراق إلى تقليص مساحة هور الحويزة وتجفيف اهوار القرنة والحمار في عام ١٩٩٤ مما اثر على مصادر التغذية المائية لشط العرب فقد أصبح التصريف النهري يعتمد على الإيراد المائي لنهري دجلة والفرات وبمقدار ٧٧% والسويب بمقدار ٢٣%(٣). وبعد عمليات إنعاش الأهوار عام ٢٠٠٤ أصبح التصريف المائي لشط العرب يعتمد على نهري دجلة والفرات وبمقدار ٦٥% وعلى جدول السويب وكرمة علي (الصلال والمسحب) بمقدار ٣٥%(٤). وبعد عام ٢٠٠٩ أغلق نهر الفرات قبل التقائه بشط العرب بسبب اكتمال سدة الجبايش. كما أدت المشاريع المائية في إيران بعد عام ٢٠٠٩ إلى إغلاق مصب نهر كارون في شط العرب بسبب تحويل مجراه إلى قناة بهمشير. لذلك أصبح مجرى شط العرب منذ عام ٢٠٠٩ وحتى الوقت الراهن يتغذى بالمياه من نهر دجلة فقط من خلال الاطلاقات المائية من جنوب سدة العمارة في محافظة ميسان.

ومن الواجب ذكره في هذا الصدد إن مياه شط العرب تتأثر بظاهرة المد والجزر التي تحدث مرتين في اليوم الواحد من خلال تقدم موجة المد في الخليج العربي باتجاه مجرى النهر إذ تستغرق فترة المد والجزر حوالي ٧ و٦ ساعة على التوالي(٥).

ثانياً: مفهوم صافي التصريف: The Net Discharge

تعتمد الأنهار المدية والمصبات في تغذيتها من المياه العذبة على الأنهار المرتبطة بها من أعالي المجرى وذات الاتجاه الواحد في جريانها كما هي حال منطقة الدراسة إذ يعد نهرا دجلة والفرات المصدر الرئيس لتجهيز مجرى شط العرب بالمياه العذبة. إن الكميات المطلقة من المياه العذبة من ناظم الكسارة جنوب مدينة العمارة والمقدرة بحدود ٥٠ م٣/ثانية التي تحسب وفقاً لمقياس منصوب في ذلك المكان ويعد منسوب المياه معياراً لكميات المياه المطلقة أسفل النهر، وبعد ما تصل هذه الكميات من المياه العذبة إلى مجرى شط العرب تعاني من تأثير ظاهرة المد والجزر التي بدورها تؤثر على حركة المياه ومن ثم لا يمكن اعتبار الكميات المطلقة من أعالي النهر هي نفسها سوف تعبر من مقطع النهر عند مدينة البصرة على سبيل المثال، وهذا يصح من الناحية

النظرية ولكن الظروف الهايدروليكية والمناخية التي لها تأثير على ظاهرة المد والجزر سوف تؤثر على كميات التصريف نحو الأسفل ومن ثم يجب قياس ما يسمى بصافي التصريف الذي يعرف على انه محصلة تصريف المياه العذبة إلى أسفل النهر ولدورة مد وجزر تصل مدتها إلى ٢٥ ساعة من الوقت، إذ تعتمد مدة القياس وفقاً للغرض المطلوب على سبيل المثال للإغراض العلمية وغيرها لمعرفة حساب صافي التصريف الدقيق الذي يتطلب فترات طويلة من القياسات تصل إلى أشهر عديدة. لحساب صافي التصريف في مقطع النهر تطرح التصاريف المسجلة في حالة المد من التصاريف المسجلة في حالة الجزر وعلى النحو الآتي:

يقسم مقطع النهر إلى ثلاث مقاطع عرضية ثانوية ولكل مقطع مساحة عرضية والتكون A3,A2,A1 على التوالي، تقاس سرع التيار المائي موزعة على عمود الماء وبفاصلة ١ متر ويحسب معدل السرعة في كل مقطع ولتكون $\overline{V}_3$ ، $\overline{V}_2$، $\overline{V}_1$ على التوالي ويكرر قياس السرع في كل في ساعة من ساعات الدورة المدية ومنها يحسب التصريف في كل مقطع على وفق المعادلة (Q = AV) ويكون التصريف عبر المقطع العرضي هي مجموع التصاريف في كل مقطع ثانوي. تجمع التصاريف في ساعات الجزر وتصاريف المد على حدة والفرق بين الكميتين يمثل صافي التصريف للمياه العذبة في هذا المقطع والمقدرة بوحدة ال م٣/ثانية. تم استخدام هذه الطريقة من قبل (عبد الله، ١٩٩٠)(٦) أول مرة في شط العرب في مقطعي المعقل والتنومة ضمن مدينة البصرة وبعدها تم استخدام هذه الطريقة من قبل الفرق العلمية لتنفيذ المشاريع في مركز علوم البحار/ جامعة البصرة. قد تشوب الطريقة أعلاه بعض القصور في السيطرة على مقطع النهر وذلك لعرضه الكبير وبمقدار ٤٠٠ متر وأعماقه التي تصل إلى حوالي ١٤ متر وصعوبة إمكانية تقسيم المقطع إلى مقاطع عديدة وكذلك لصعوبة العمل فضلاً عن الوقت الطويل. وفي الوقت الحاضر تم الاستعانة بالأجهزة الحديثة لقياس صافي التصريف المائي ومنها جهاز (ADCP) الذي يعطي الدقة الجيدة في عملية القياس(٧)، إذ يجري قياس التصاريف في كل ساعة من ساعات الدورة المدية وتكون النتيجة مباشرة بواسطة الجهاز دون استخدام المعادلات أعلاه على الرغم من كون مبدأ الحساب نفسه ولكن طريقة (ADCP) تشمل على نقاط المقطع العرضي جميعها ومنها تكون الدقة اكبر. وهذه القياسات والحسابات في الطريقتين تعمل على إزالة تأثير ظاهرة المد والجزر على التصاريف. كما يجب أن تكون المقاطع المختارة من المناطق المدية لا تتأثر بالحرارة والتطبق الملحي(٨). لقد وجد بأن نسبة الخطأ باستخدام هذه الطريقة تمثل بحدود ٠.٥ % ولذلك فأن هذه القيمة تعد غير متأثرة في حالة التصاريف العالية في كل ساعة من القياس، وهنا يجب الإشارة على المهتمين بأجراء مثل هذه

القياسات لإيجاد علاقة خاصة تربط صافي التصريف المائي في شط العرب مع التصاريف القادمة من أعلى النهر. وهذا ما يعمل عليه قسم الفيزياء البحرية في مركز علوم البحار في الوقت الحاضر.

لقد بلغ معدل صافي التصريف المائي في مجرى شط العرب لمحطتي البصرة ومحيلة بحدود ٧٢٤ م٣/ثانية في السنة المائية ١٩٩٤-١٩٩٥ ويزداد المعدل في محطتي السيبة والفاو إلى ٨١٥ م٣/ثانية في السنة المائية ذاتها (جدول١) بسبب زيادة التغذية المائية من نهر كارون. إن تغير الوضع الهيدرولوجي لمجرى شط العرب خلال المدة ٢٠٠٩-٢٠١٣ قد انعكس سلباً على كمية المياه العذبة إذ انخفض معدل صافي التصريف المائي في المحطات المدروسة جميعها إلى ٤٤ م٣/ثانية في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١ (جدول ١).

ثالثاً: أهمية صافي التصريف المائي في شط العرب:

Importance of Net Discharge in Shatt Al- Arab River

لصافي التصريف المائي في الأنهار المدية ومن ضمنها شط العرب أهمية متعددة، فمن الأمور المسلم بها أن الاستخدامات البشرية المختلفة للمياه (Water Requirements) تعتمد على المياه العذبة (Fresh Water) التي يحدد مقدارها بشكل أساس صافي التصريف المائي، إذ تبلغ الحدود العليا لمجموع الأملاح الذائبة في المياه الصالحة للشرب بحدود ١٠٠٠ ملغم/لتر(٩) في حين تبلغ الحدود العليا لمجموع الأملاح الذائبة في المياه الصالحة للري الزراعي بحدود ٢١٠٠ ملغم/لتر(١٠). لقد بلغ عدد السكان الذين يعتمدون على مياه شط العرب في تلبية احتياجاتهم المائية بحدود ١.٣ مليون شخص(١١) ويقدر معدل الاحتياجات المائية للشخص الواحد بحدود ١٠٠ م٣/سنة(١٢) وعليه يكون الحجم الإجمالي للاحتياجات المائية للاستخدامات المنزلية للسكان بحدود ٠.١٣ كم٣/سنة. في حين بلغت مساحة الأراضي المزروعة التي تعتمد مياه شط العرب في الري الزراعي بحدود ٣٨ ألف هكتار ويقدر حجم المياه المستخدمة لإروائها بحدود ٠.٥٥ كم٣/سنة(١٣).

إن أهمية التصريف المائي في الأنهار المدية لا تقتصر على توفير الاحتياجات المائية للاستخدامات المختلفة فحسب وإنما له آثار بيئية واسعة، إذ تتحدد نوعية الأحياء المائية (Aquatic Organisms) على طبيعة البيئة المائية التي تعتمد بشكل أساس على نوعية المياه (Water Quality) ولذلك ففي الغالب تمتاز مجاري الأنهار المدية بالتنوع الإحيائي بسبب التباين المكاني لنوعية المياه والبيئة المائية على طول المجرى. تشهد منطقة مصب شط العرب في الخليج العربي عند رأس البيشة ارتفاعاً لتواجد البيوض واليرقات وصغار الأسماك(١٤) وذلك

بسبب تأثير التصريف المائي لشط العرب وما يحمله من رواسب إذ تمتاز نوعية مياه النهر في منطقة المصب بغناها بالمغذيات (Nutrients) ولاسيما البوتاسيوم والنيتروجين والفسفور مما يؤدي إلى رفع الإنتاجية الأولية في مياه النهر والمياه البحرية في منطقة المصب ويوفر الغذاء اللازم للأسماك والأحياء المائية المختلفة(١٥) وهذا يسهم في تنمية المخزون السمكي من خلال توفير مستلزمات العيش والنمو والتكاثر للأسماك والأحياء المائية المحلية فضلاً على تشجيع الأسماك البحرية في المحيط الهندي والبحر العربي والخليج العربي على الهجرة إلى مجرى شط العرب. لذلك أصبحت مياه شط العرب تضم أسماكاً نهرية ومصبية وساحلية وبحرية مما يعطي مؤشراً قوياً على أن شط العرب يمثل منطقة لتغذية وحضانة وحماية الأسماك(١٦). كما أن لصافي التصريف المائي في شط العرب وانعكاساته على نوعية المياه له آثار على الأحياء النباتية حيث يمتاز مجرى النهر بارتفاع كثافة الغطاء النباتي لاسيما في المناطق القريبة من الضفاف النهر، إذ يضم المجرى شط بحدود ١٠٧ نوعاً من الهائمات النباتية (Phytoplankton) وتتمثل في ثلاث مجموعات هي الدايتومات (Bacillariophceae) التي تشكل حوالي ٧٦% من المجموع الكلي للهائمات النباتية، والطحالب الزرقاء والخضراء اللذان يشكلان حوالي ١٤ و١٠ % على التوالي من المجموع الكلي للهائمات النباتية. وان حوالي ٨٢.٥% من الهائمات النباتية قاعية المعيشة (Benthic)(١٧). كما يضم مجرى شط العرب ثلاثة أنواع من النباتات المائية(Aquatic Plants) هي النباتات الغاطسة والنباتات الطافية والنباتات الظاهرة(١٨). وان الانخفاض في حجم صافي التصريف المائي في مجرى شط العرب سينعكس على طبيعة البيئة المائية والتنوع الإحيائي في مجرى النهر.

كذلك تمتد آثار صافي التصريف المائي في شط العرب إلى الجانب الجيومورفولوجي ولاسيما في منطقة المصب إذ تحمل مياه شط العرب سنويا بحدود ٩٣.٠٩ مليون طن من الرواسب إلى منطقة المصب في الخليج العربي(١٩) مما يؤدي إلى نمو دلتا النهر وتقدمه تجاه المياه البحرية بمقدار ١٦١.٢٢ متر/سنة(٢٠) بفعل العمليات المستمرة لتراكم الرواسب النهرية، ولذلك فان انخفاض صافي التصريف المائي سيخفض طاقة النهر في حمل الرواسب مما ينعكس سلبياً في عمليات نمو منطقة الدلتا إذ أن انخفاض صافي التصريف المائي في الأنهار المدية يعزز من نشاط التيارات المدية والأمواج البحرية في إعادة توزيع الرواسب مما يسهم في تناقص عمليات تقدم الدلتا، وهذا ما يؤثر سلباً على خط الساحل وحدود المياه الإقليمية العراقية وترسيم الحدود بين العراق وإيران(٢١).

فضلاً عن ذلك فإن صافي التصريف المائي في شط العرب له أهمية غير مباشرة تتمثل من خلال دور المياه في عمليات استقرار السكان وتركز الأحياء السكنية إذ أن انخفاض التصريف المائي وتقدم الموجة المدية المالحة في مجرى النهر سيجعل من المناطق التي تصلها الموجة المدية غير مشجعه على الاستيطان ولذلك فقد انخفضت قيمه العقار في قضاء الفاو بمقدار ٥٠% في عام ٢٠٠٩ بسبب تقدم الموجة المدية في مجرى شط العرب ووصولها إلى مدينة البصرة. فضلا على الآثار النفسية للسكان إذ أن ارتفاع ملوحة المياه وتلاشي صافي التصريف المائي تجعل السكان في حالة قلق دائم غير مطمئنين لمستقبل مناطق سكناهم وما لذلك من انعكاسات سلبية على نشاطهم المهني والفكري.

جدول 1 المعدلات الشهرية لتصريف مياه شط العرب ($م^3$/ثانية) في أربعة محطات للمدة 1994- 2011.

المحطة	الشهر / السنة	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	المعدل
بصرة	1995-1994	632	616	600	831	891	895	900	729	686	678	612	615	724
محيلة	1995-1994	632	616	600	831	891	895	900	729	686	678	612	615	724
سيبة	1995-1994	834	879	-	1039	1064	-	725	547	-	601	826	-	815
فاو	1995-1994	834	879	-	1039	1064	-	725	547	-	601	826	-	815
بصرة	2011-2010	39	36	35	39	51	45	38	50	43	42	45	62	44
محيلة	2011-2010	39	36	35	39	51	45	38	50	43	42	45	62	44
سيبة	2011-2010	39	36	35	39	51	45	38	50	43	42	45	62	44
فاو	2011-2010	39	36	35	39	51	45	38	50	43	42	45	62	44

المصادر:

1- (المنصوري، 1996)

2- (وزارة الموارد المائية، 2012)

رابعاً : تصنيف نوعية مياه شط العرب :

Classification of the Shatt Al-Arab Water Quality

إن المياه المتواجدة في المسطحات المائية المختلفة تتباين في نوعيتها، ويمكن اعتماد درجة تركيز الأملاح الذائبة في المياه معياراً لتصنيف المسطحات المائية. تصنف المياه على وفق درجة الملوحة إلى أربعة فئات (Categories) رئيسة، إذ يتدرج تركيز الأملاح الذائبة في المياه من اقل من ١ غم/لتر في المياه العذبة (Fresh Water) إلى أكثر من ١٠٠ غم/لتر في المحاليل الملحية (Brine Water) (جدول ٢). كما يمكن اعتماد درجة تركيز الأملاح الذائبة في المياه أساساً للتمييز بين المياه العذبة في الأنهار المدية وبين المياه البحرية، إذ تتباين ملوحة المياه العذبة في الأنهار بين ٠-١ غم/لتر ويقدر المعدل العالمي لملوحة مياه الأنهار بحدود ٠.١٠٦ ملغم/لتر في حين تتباين ملوحة المياه البحرية في الخلجان والبحار والمحيطات بين حوالي ١٠- ٤٠ غم/لتر ويقدر المعدل العالمي لملوحة المياه البحرية بحدود ٣٥.١٣ غم/لتر(٢٢). كذلك يمكن أن تعتمد درجة تركيز الأملاح في مياه الأنهار المدية معياراً لتعيين حدود منطقة المصب (Estuary Area) والمتمثلة برأس المصب وفمه، إذ يتمثل رأس المصب في المواقع التي يكون فيها درجة ملوحة المياه مقاربة إلى ملوحة المياه النهرية العذبة بحيث لا تزيد درجة تركيز الأملاح الذائبة في المياه على ١.٥ غم/لتر(٢٣)، في حين يتمثل فم المصب في المواقع التي يكون فيها درجة ملوحة المياه مقاربة إلى ملوحة المياه البحرية التي يقدر معدلها بحدود ٣٥ غم/لتر.

إن ملوحة المياه في شط العرب تتباين مكانياً بين المحطات المختلفة وتزداد الملوحة مع انحدار المجرى جنوباً نحو الخليج العربي، إذ بلغ المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة (TDS) في محطة البصرة بحدود ٠.٩٩ غم/لتر في السنة المائية ١٩٩٧- ١٩٩٨ (جدول ٣) ولذلك تقع مياه النهر ضمن الصنف الأول ذات المياه العذبة (جدول ١)، في حين يرتفع المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة في محطة الفاو بحدود ١.٨٣ غم/لتر في السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٥ ولذلك تقع مياه النهر ضمن الصنف الثاني ذات المياه المويلحة (Brackish Water).

على الرغم من كون شط العرب يعد من الأنهار المدية إلا أن الاعتدال النسبي لملوحة مياه النهر جعلت المياه الجارية في المجرى تعد من المياه النهرية في اغلب محطات القياس باستثناء محطة الفاو. ويمكن إرجاع سبب ذلك إلى الضخامة النسبية لحجم التصريف المائي في مجرى النهر وبمقدار ٧٢٤ م٣/ثانية في محطة البصرة ويزداد التصريف المائي في محطة الفاو إلى ٨١٥ م٣/ثانية. يعمل التصريف المائي في شط العرب على دفع المياه البحرية المالحة في الخليج العربي وتحديد منطقة انتشار أملاح المياه البحرية في جنوب محطة الفاو، إذ تعمل المياه البحرية خلال

حالة المد على رفع ملوحة المياه في الأنهار المدية بطريقتين تتمثلان بتقدم الموجة البحرية أو الإسفين الملحي في مجرى النهر أو من خلال عملية انتشار أملاح المياه البحرية واختلاطها التدريجي مع المياه النهرية العذبة.

جدول ٢ تصنيف المياه طبقاً للأملاح الذائبة الكلية (TDS).

الصنف	نوعية المياه (Category)	TDS (ملغم/لتر)
١	مياه عذبة (Fresh Water)	٠ – ١٠٠٠
٢	*مياه مويلحة (Brackish Water)	١٠٠٠ – ١٠٠٠٠
٣	مياه مالحة (Saline Water)	١٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠
٤	مياه شديدة الملوحة (Brine Water)	١٠٠٠٠٠ <

* إن المياه التي يتباين فيها تركيز الأملاح الذائبة الكلية بين ١٠٠٠- ٢٠٠٠ ملغم/لتر تعد مالحة في حالة تقييمها لأغراض الشرب.

المصدر: (Hiscock, 2005)

يمكن اعتماد التباينات المكانية لملوحة المياه في مجرى شط العرب أساساً لتعيين حدود المصب، إذ أن ارتفاع معدل الملوحة في الفاو إلى أكثر من ١.٨ غم/لتر في السنة المائية ١٩٩٤-١٩٩٥ جعلت المحطة تمثل رأس المصب، فقد كان الإسفين الملحي للمياه البحرية يمكن أن يمتد في مجرى شط العرب مسافة مقدارها ٥ كم شمال منطقة الفاو وذلك في أقصى تأثير لتيار المد خلال حالة الطور الفيضي (Spring Tide)(٢٤).

إن تغير الوضع الهيدرولوجي لمجرى شط العرب خلال المدة ٢٠٠٩-٢٠١٣ قد انعكس سلباً على نوعية مياه النهر، إذ ارتفع المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة (TDS) في محطة البصرة بحدود ١.٧٦ غم/لتر في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١ (جدول ٣) ولذلك تقع مياه النهر ضمن الصنف الثاني ذات المياه المويلحة، وازداد ارتفاع المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة في محطة الفاو إلى ١٩.٩٨ غم/لتر في السنة المائية ذاتها ولذلك تقع مياه النهر ضمن الصنف الثالث ذات المياه المالحة.

جدول 2 المعدلات الشهرية لمجموع الأملاح الذائبة الكلية (ملغم/لتر) في مياه شط العرب في أربعة محطات للمدة 1994- 2011.

المحطة	الشهر / السنة	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	المعدل
بصرة	1998-1997	1440	1350	1165	1004	1062	1081	1030	732	873	889	292		993
محيلة	1998-1997	1440	1360		992	1068	1075	1049	707	880	1005	1024		1060
سيبة	1995-1994	1363	941		903	832		947	962		1100	1470		1065
فاو	1995-1994	1267	826		960	941		1076	973		2680	5990		1839
بصرة	2011-2010	1594	1937	1821	1578	1702	1892	2014	1887	1546	1802		1650	1766
محيلة	2011-2010		1702	1997	2074				2387			2931	2458	2258
سيبة	2011-2010	2424	1805	1933	1766	2745		1509	1187	1834	1398	3050	5267	2265
فاو	2011-2010		13389	12845	17120				16746			26613	33169	19980

المصادر:

1- (الحلو، 2001)

2- (المنصوري، 1996)

3- (الأسدي، 2012)

4- (*Al-Maliky, 2012*)

5- (التحليلات المختبرية)

إن السبب الرئيس في تزايد ملوحة المياه في شط العرب يرجع إلى التناقص الحاد في التصريف المائي من ٧٢٤ م٣/ثانية في السنة المائية ١٩٩٤-١٩٩٥ إلى ٤٤ م٣/ثانية في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١، فضلاً عن انقطاع التغذية المائية لمصب نهر كارون في جنوب مجرى النهر مما أدى إلى زيادة توغل الموجة المدية المالحة في مجرى النهر وازدياد سعة انتشار الأملاح. على الرغم من الارتفاع النسبي لملوحة مياه النهر في اغلب محطات القياس (عدا محطة الفاو) وبمقدار ١.٧٦- ٢.٢٦ غم/لتر في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١ إلا أن مياه النهر لا تزال مياه نهرية لكون نوعيتها تبتعد كثيراً عن ملوحة المياه البحرية التي يبلغ معدلها بحدود ٣٥ غم/لتر، أما نوعية مياه النهر في محطة الفاو فان الارتفاع الكبير في ملوحتها وبمعدل ١٩.٩٨ غم/لتر يجعلها بمواصفات مشابهه للمياه البحرية. لقد آثرت التغيرات الهيدرولوجية لمجرى شط العرب في موقع منطقة المصب واستناداً للمعدلات الشهرية لتركيز الأملاح الذائبة في مياه النهر فقد تزايد تقدم منطقة المصب داخل مجرى النهر إذ امتد رأس المصب إلى محطة البصرة في حين تمثل فم المصب في محطة الفاو مما يعني تقدم الموجة المدية المالحة وتوغل الأملاح البحرية على طول المقطع المدروس من مجرى النهر.

خامساً: العلاقة بين التصريف والملوحة:

Relationship between Discharge and Salinity

على الرغم من وجود علاقة عكسية قوية بين حجم التصريف المائي ومقدار تركيز ملوحة المياه في شط العرب(٢٥) إلا أن لنوعية مياه مصادر التغذية المائية دوراً كبيراً في تحديد درجة تركيز الأملاح المذابة في مياه النهر. إذ تسهم الزيادة في حجم التغذية المائية من نهر دجلة في انخفاض ملوحة مياه شط العرب في محطتي البصرة ومحيلة، ويرجع السبب في ذلك إلى انخفاض تركيز الأملاح الذائبة في مياه نهر دجلة وبمقدار ٠.٨٥- ١.٣٥ غم/لتر في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١ (التحليلات المختبرية)، في حين يسهم نهر الفرات والروافد الخارجة من هور الحمار في زيادة ملوحة مياه شط العرب وذلك لارتفاع تركيز الأملاح الذائبة في مياه الأهوار بمقدار ٣.٦ غم/لتر(٢٦). وكذلك تسهم الزيادة في حجم التغذية المائية لنهر كارون في انخفاض ملوحة مياه شط العرب في محطتي السيبة والفاو وذلك لانخفاض تركيز الأملاح الذائبة في مياه كارون بمقدار ٠.٧٥ – ٠.٩٥ غم/لتر (التحليلات المختبرية)، فضلاً عن الدور الفيزيائي لمصب مياه الكارون في اعتراض سير التيار المائي لشط العرب خلال حالة المد إذ أن اتجاه مياه مصب نهر كارون يكون عمودياً على اتجاه المياه في مجرى شط العرب يعمل على تشكيل ما يشبه السد المائي مما يحد من توغل المياه البحرية في مجرى شط العرب.

إن تغير الوضع الهيدرولوجي لمجرى شط العرب خلال المدة ٢٠٠٨- ٢٠١٣ أدى إلى انخفاض معدل التصريف المائي في مجرى النهر من ٧٢٤ م٣/ثانية في السنة المائية ١٩٩٤-١٩٩٥ إلى ٤٤ م٣/ثانية في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١، مما يعني انخفاض معدل التصريف المائي بمقدار ٦٨٠ م٣/ثانية وبنسبة تغير مقدارها ١٦٤٥.٤٥% (جدول ٤).

إن انخفاض التصريف المائي في مجرى شط العرب لم يؤثر كثيراً في زيادة ملوحة مياه النهر في المحطات البصرة ومحيلة والسيبة إذ ارتفع المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة في المياه من ٠.٩٩ و٠.٩٦ و ١.٠٦ غم/لتر للمحطات الثلاثة على التوالي في السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٨ إلى ١.٧٦ و٢.٢٥ و٢.٢٦ غم/لتر في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١، مما يعني ارتفاع معدل الملوحة بمقدار ٠.٧٧- ١.٢٩ غم/لتر وبنسبة تغير مقدارها ١٧٨- ٢٣٤%، إن السبب الرئيس في الزيادة الطفيفة لملوحة مياه شط العرب مقارنة بالانخفاض الحاد في حجم التصريف المائي يمكن إرجاعه إلى انخفاض تركيز الأملاح الذائبة في مياه مصدر التغذية المائية والمتمثل بنهر دجلة، كما أن نسبة التأثير الكيميائي للموجة البحرية على المياه النهرية منخفضة، وذلك لكون تيار المد يعمل على دفع المياه العذبة في مجرى النهر ويغير اتجاهها نحو الأعلى مما يسهم في تكدس المياه العذبة لتشكل ما يشبه الحاجز المائي الذي يعرقل تقدم الموجه البحرية المالحة إلى مسافات بعيدة في المجرى النهري ولذلك تبقى المياه النهرية محافظة نسبياً على نوعيتها ولاسيما أن عملية الانتشار الملحي بطيئة إذ يتحول اتجاه التيار المائي نحو المياه البحرية بمدة معدلها ٦ ساعات وهي مدة قصيرة لا تعطي الوقت الكافي لانتشار الأملاح البحرية وتجانسها مع المياه النهرية.

أما محطة الفاو فان انخفاض تصريف المياه العذبة في مجرى شط العرب وانقطاع مصب نهر كارون ساهم في تعقد عملية تحديد حجم تصريف المياه العذبة في هذه المحطة، وذلك بفعل ازدياد نشاط ظاهرة المد والجزر وتعقد نمط سلوك التيار المائي في مجرى النهر. لذلك يمكن اعتماد مقدار تركيز ملوحة مياه النهر في محطة الفاو مؤشراً لحجم التداخل بين تصريف المياه النهرية العذبة والمياه البحرية في مجرى النهر.

لقد ارتفع المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة في مياه النهر عند محطة الفاو من ١.٨٤ غم/لتر في السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٨ إلى ١٩.٩٨ غم/لتر في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١، مما يعني ارتفاع الملوحة بمقدار ١٨.١٤ غم/لتر وبنسبة تغير مقدارها ١٠٨٦%، إن الارتفاع الحاد للملوحة في محطة الفاو مقارنة بسائر المحطات المدروسة يعطي مؤشراً على المساهمة الفاعلة للمياه البحرية المالحة في تغذية مجرى النهر بالمياه، غير أن المعدل الشهري لتركيز الأملاح الذائبة في مياه النهر عند محطة الفاو تعد منخفضة مقارنة بمعدل ملوحة المياه البحرية للخليج العربي

البالغ ٣٩ غم/لتر مما يعطي مؤشراً على مساهمة تصريف المياه النهرية العذبة في التخفيف من ملوحة مياه النهر في محطة الفاو.

جدول ٤ تغير التصريف المائي (م٣/ثانية) وملوحة المياه (غم/لتر) في شط العرب.

المحطة	المعدل السنوي	١٩٩٤-١٩٩٨	٢٠١٠-٢٠١١	حجم التغير	نسبة التغير
البصرة	التصريف	٧٢٤	٤٤	- ٦٨٠	١٦٤٥
	الملوحة	٠.٩٩٣	١.٧٦٦	+ ٠.٧٧	١٧٨
محيلة	التصريف	٧٢٤	٤٤	- ٦٨٠	١٦٤٥
	الملوحة	٠.٩٦٤	٢.٢٥٨	+ ١.٢٩	٢٣٤
السيبة	التصريف	٨١٥	٤٤	- ٧٧١	١٨٥٢
	الملوحة	١.٠٦٥	٢.٢٦٥	+ ١.٢	٢١٣
الفاو	التصريف	٨١٥	٤٤	- ٧٧١	١٨٥٢
	الملوحة	١.٨٣٩	١٩.٩٨	+ ١٨.١٤	١٠٨٦

المصادر:

١- (جدول ١)

٢- (جدول ٣)

سادساً: السيناريوهات المحتملة للتغذية المائية: Potential Water Fed Scenarios

قبل الخوض في عملية تحديد الحد الأدنى لحجم التغذية المائية اللازمة للحفاظ على البيئة المائية الشاملة في مجرى شط العرب ينبغي التأكيد على أن المراقبة (Monitoring) للواقع الذي سجل في المجرى النهري من التصريف ونوعية المياه في الماضي والحاضر هو الأساس المعتمد في هذه الدراسة لتحديد الحجم الملائم للتغذية المائية، وليس من خلال البرامج الإحصائية والنمذجة الرياضية (Modeling) أو المعادلات. هناك ثلاثة مبادئ رئيسة تمثل السيناريوهات المحتملة لتغذية مجرى شط العرب بالمياه العذبة، وفيما يأتي بيان لتلك المبادئ الثلاثة:

١- مصادر التغذية المائية: إن مجرى شط العرب كان يتغذى بالمياه بشكل رئيس من نهري دجلة والفرات في أعالي النهر ومن نهر كارون في الجزء الأدنى من المجرى النهري. وبعد التغيرات الهيدرولوجية خلال المدة ٢٠٠٨- ٢٠١٣ أصبح المجرى يتغذى بالمياه بشكل رئيس من نهر دجلة،

في حين يعمل الجانب الإيراني على فتح مصب نهر كارون ليغذي شط العرب بالمياه في أوقات غير محددة وبكميات غير ثابتة. فهل عملية تحديد حجم التغذية المائية الملائمة لمجرى شط العرب تتضمن الاعتماد على مياه نهر دجلة فقط أم يمكن أن تسهم مياه نهر كارون أو نهر الفرات في التغذية المائية.

٢- طول المجرى: إن طول مجرى شط العرب من مدينة البصرة حتى الخليج العربي يقدر بحدود ١١٠ كم، وهي مسافة ليست بالقصيرة إذ تشتمل على ثلاثة أقضية هي كل من البصرة وأبي الخصيب والفاو. فهل عملية تحديد حجم التغذية المائية الملائمة لمجرى شط العرب تتضمن جميع مناطق امتداد المجرى النهري أم تقتصر على مناطق محددة.

٣- نوعية المياه: لقد تباينت نوعية المياه في مجرى شط العرب مكانياً بين المحطات المختلفة إذ تباينت نوعية المياه بين الصنف الأول ذات المياه العذبة في المحطات البصرة ومحيلة والسيبة وبين الصنف الثاني ذات المياه المويلحة في محطة الفاو خلال السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٨، كما تباينت نوعية مياه شط العرب زمنياً إذ ارتفعت ملوحة مياه النهر في جميع المحطات خلال السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١ لتصبح في المحطات الثلاثة الأولى ضمن الصنف الثاني ذات المياه المويلحة في حين انتقلت نوعية المياه في محطة الفاو إلى الصنف الثالث ذات المياه المالحة. فهل عملية تحديد حجم التغذية المائية الملائمة لمجرى شط العرب تتضمن الحفاظ على نوعية مياه النهر ضمن الصنف الأول ذات المياه العذبة في جميع المحطات أم إرجاع نوعية مياه النهر إلى حالة التسعينيات أم الحفاظ على الحالة الحالية لنوعية المياه ومنع استمرار عملية تدهور نوعية المياه في المجرى النهري.

السيناريو الأول: مصادر التغذية المائية.

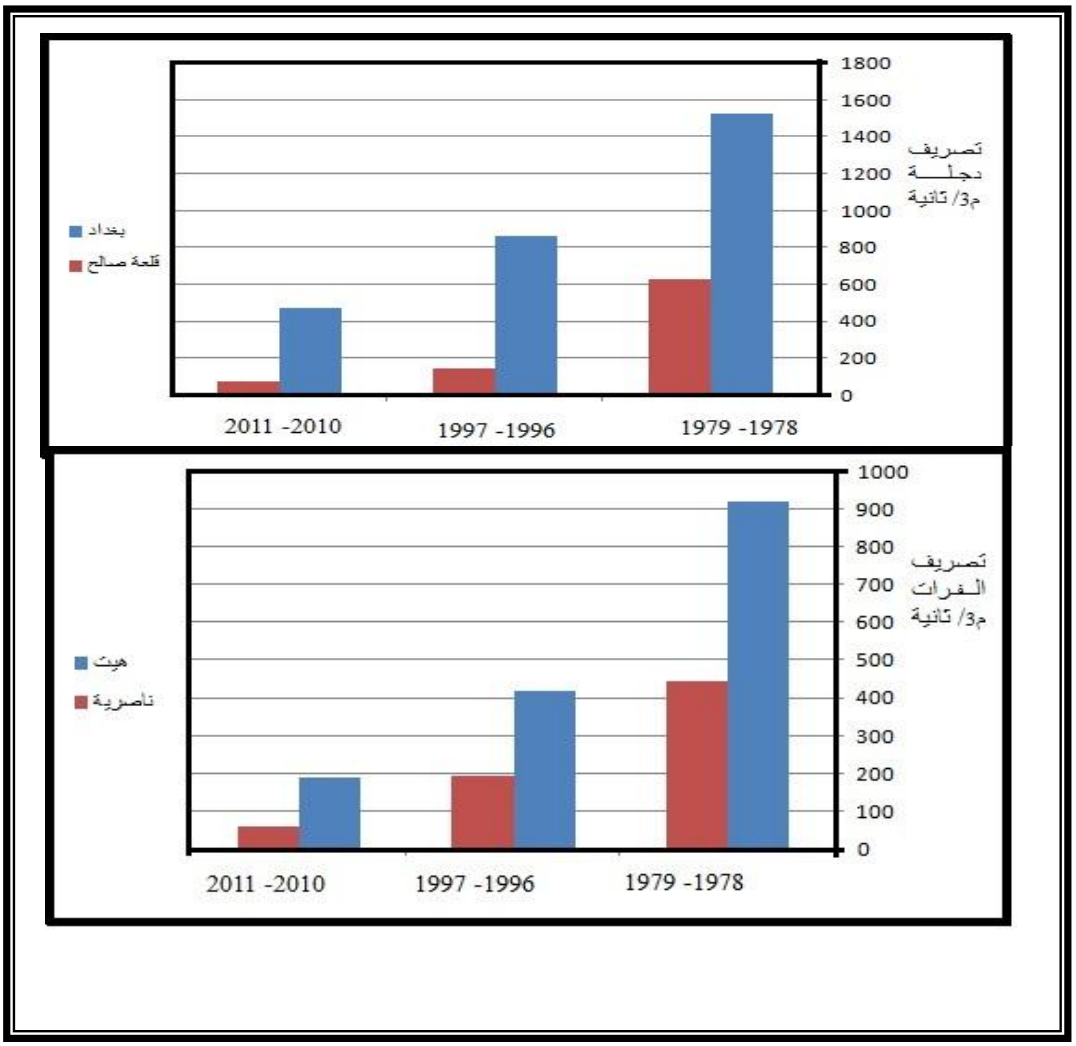
إن انقطاع العديد من الروافد التي كانت تغذي مجرى شط العرب بالمياه يصعب إرجاع جميعها في ظل الظروف الحالية، وذلك بسبب التغير المناخي في منطقة حوض النهر وما تمخض عنه من زيادة حالات الجفاف وانخفاض حجم التساقط الجوي والجريان السطحي، فضلاً عن تنامي المشاريع المائية والمتمثلة بالسدود والخزانات، وكذلك لارتباط بعض الروافد بالخطط التنموية والسياسية لدول أخرى. إذ أن مصير نهر كارون وبعض الروافد المغذية لنهر السويب يخضع لقناعات وسياسة الجانب الإيراني، ولذلك لا يمكن اعتمادها في وضع الخطط اللازمة لتحديد حجم التغذية المائية لمجرى شط العرب حتى وإن كان الجانب الإيراني يفتح مصب نهر كارون بين الحين والآخر. كذلك لا يمكن احتمال إرجاع الروافد الصغيرة التي كانت تغذي شط

العرب بالمياه من هور الحمار والتي من أبرزها نهر كرمة علي والشافي والغميج وذلك بسبب جفاف العديد من الأهوار وتقلص مساحة هور الحمار من ٣٠٠٠ كم٢ خلال السنة المائية ١٩٧٨- ١٩٧٩ إلى ٦٤٠ كم٢ في سنة ٢٠٠٧(٢٧)، وإن عملية إرجاع الأهوار إلى ما كانت علية في عقد السبعينات يتنافى مع مبدأ تنمية الموارد المائية بسبب دور الأهوار في تبديد المياه وتلوثها من خلال عمليات التبخر السطحي وبمقدار ١٤ كم٣/سنة، كما أن الحصة المائية لنهري دجلة والفرات في جنوب العراق لا تكفي لتغذية كافة المساحة الأرضية التي كانت الأهوار تشغلها في عقد السبعينات. لذلك لم يبق من الروافد التي كانت تغذي مجرى شط العرب سوى نهري دجلة والفرات واللذين يمكن اعتمادهما في الظروف الحالية لتغذية مجرى شط العرب بالمياه.

لقد انخفض حجم التصريف المائي لنهر دجلة في العراق من حوالي ١٥٢٤ م٣/ثانية (٤٨ كم٣/سنة) في السنة المائية ١٩٧٨- ١٩٧٩ إلى حوالي ٤٧٦ م٣/ثانية (١٥ كم٣/سنة) في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١ (شكل ٢). لذلك انخفض حجم التصريف المائي للنهر في محافظة ميسان من حوالي ٦٣٥ م٣/ثانية (٢٠ كم٣/سنة) إلى حوالي ٧٥ م٣/ثانية (٢.٣٦ كم٣/سنة) في السنتين ذاتها على التوالي، وأقيم على نهر دجلة في مدينة العمارة مركز محافظة ميسان سدة في عام ٢٠٠٢ لتنظيم مياه النهر. كما انخفض حجم التصريف المائي لنهر الفرات في العراق من حوالي ٩٢١ م٣/ثانية (٢٩ كم٣/سنة) في السنة المائية ١٩٧٨- ١٩٧٩ إلى حوالي ١٩٠ م٣/ثانية (٦ كم٣/سنة) في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١. وكذلك انخفض حجم التصريف المائي للنهر في محافظة ذي قار من حوالي ٤٤٥ م٣/ثانية (١٤ كم٣/سنة) إلى حوالي ٦٢ م٣/ثانية (٢ كم٣/سنة) في السنتين ذاتها على التوالي وأقيم على نهر الفرات في قضاء الجبايش ضمن محافظة ذي قار سدة في عام ٢٠٠٨ لتنظيم مياه النهر، ولذلك فقد تم السيطرة الكاملة على مصبات نهري دجلة والفرات في مجرى شط العرب.

لقد تباينت الاطلاقات الحالية لمياه نهر دجلة من سدة العمارة إلى مجرى شط العرب بشكل كبير وبمقدار ٣٥- ٦١ م٣/ثانية في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١ مما يسهم في تباين شدة تأثير الموجة المدية وانتشار الأملاح البحرية في مجرى النهر لذلك تشهد مياه شط النهر تباينات كبيرة في تركيز الأملاح. في حين تنتفي التغذية المائية لشط العرب من نهر الفرات خلال السنوات ٢٠٠٩- ٢٠١٣، وفي ظل الحجم الحالي لتصريف الفرات فلا يمكن احتمال ارتفاع مناسيب مياه النهر فوق مستوى سطح السد الغاطس لذلك يستبعد احتمال مساهمة نهر الفرات في تغذية مجرى شط العرب بالمياه.

شكل ٢ تباين حجم التصريف المائي (م٣/ثانية) في نهري دجلة والفرات للمدة ١٩٧٨- ٢٠١١.



المصادر:

وزارة الموارد المائية. ٢٠١٠- ٢٠١١. مديرية الموارد المائية في ميسان، بيانات غير منشورة.

وزارة الموارد المائية. ٢٠١٠-٢٠١١. مديرية الموارد المائية في ذي قار، بيانات غير منشورة.

وزارة الموارد المائية.٢٠١١. الهيئة العامة للسدود والخزانات، بيانات غير منشورة، بغداد.

السيناريو الثاني: طول المجرى.

إن عملية الحفاظ على إدامة المياه العذبة في الأنهار المدية تتطلب كميات كبيرة من تصريف المياه العذبة ولاسيما في أقسام المجرى القريبة من منطقة المصب، وذلك لدور التصريف المائي في منع توغل الموجة المدية المالحة في المجاري النهرية والحد من انتشار المياه البحرية واختلاطها بالمياه النهرية.

يمتد مجرى شط العرب في المحطات المدروسة بحدود ١١٠ كم، ولذلك فمن الطبيعي أن يشهد مجرى النهر تباينات مكانية في نوعية المياه بفعل تباين شدة تأثير الموجة المدية لمياه الخليج العربي في مجرى النهر علماً أن أي انخفاض في تصريف المياه العذبة سيعوض بالمياه البحرية المالحة مما ينعكس سلباً على نوعية مياه النهر ولاسيما في محطة الفاو لقربها من الخليج العربي.

لقد تباينت كمية صافي التصريف المائي في مجرى شط العرب خلال عقد التسعينات غير أن أدنى تصريف مسجل في محطة البصرة بلغ ١٥٠ م٣/ثانية في سنة ١٩٩٠(٢٨) في حين بلغ أدنى تصريف مسجل لمصب نهر كارون بحدود ٥٠ م٣/ثانية. وبذلك بلغ المجموع السنوي لأدنى تصريف مائي مسجل في مجرى شط العرب خلال عقد التسعينات بحدود ٢٠٠ م٣/ثانية، وبما أن نوعية مياه شط العرب كانت معتدلة خلال عقد التسعينات في جميع المحطات المدروسة فان الحد الأدنى لتصريف المياه العذبة اللازمة للحفاظ على البيئة المائية الشاملة في مجرى النهر ومنطقة المصب تقدر بحدود ٢٠٠ م٣/ثانية.

إن عملية تجهيز مجرى شط العرب بالمياه بمقدار ٢٠٠ م٣/ثانية في الظرف الحاضر ليست بالعملية السهلة، وذلك بسبب تقطع اغلب الروافد التي كانت تجهز المجرى بالمياه. لذلك فان عملية المحافظة على نوعية معتدلة لمياه النهر في جميع المحطات صعبة التحقق في الوقت الراهن إذ أن أي انخفاض في حجم التصريف المائي سينعكس سلباً على نوعية المياه في المحطات الجنوبية ولاسيما في محطة الفاو. وعليه يكون من الواقعية في التخطيط لتحديد الحد الأدنى لحجم التغذية المائية في مجرى شط العرب بما يضمن المحافظة على نوعية معتدلة للمياه ضمن حدود المجرى الممتد من محطة البصرة حتى محطة السيبة كأقصى حد ولمسافة مقدارها بحدود ٧٠ كم. بذلك يكون قد ابعد مجرى النهر ضمن قضاء الفاو من كل الحسابات المتعلقة بهيدرولوجية شط العرب ولاسيما أن الدراسات الحديثة قد أثبتت أن

مجرى النهر في قضاء الفاو يعد من الناحية الجيومورفولوجية ضمن مجرى شط العرب في حين يعد من الناحية الهيدرولوجية ضمن منطقة المصب(٢٩).

السيناريو الثالث: نوعية المياه.

في حالة الاعتماد على مياه نهر دجلة بشكل رئيس في تغذية مجرى شط العرب بالمياه العذبة فان عملية إرجاع نوعية مياه شط العرب إلى الحالة التي كانت عليها في عقد التسعينات صعبة التنفيذ إن لم تكن مستحيلة، وذلك بسبب انخفاض حجم الإيراد المائي لنهر دجلة في العراق إلى حوالي ٤٧٦ م٣/ثانية. ولذلك فان عملية المحافظة على الحالة الراهنة لنوعية مياه شط العرب تكون أكثر واقعية ويمكن تطبيقها في ظل الظروف الراهنة مع مراعاة ضرورة الحد من تقدم الموجة المدية إلى مسافات كبيرة في مجرى النهر ومنع تحول مياه النهر إلى الصنف الثالث ذات المياه المالحة كما حصل في بعض الأشهر خلال سنة ٢٠٠٩، إذ وصلت ملوحة مياه النهر في محطة البصرة إلى حوالي ٧ غم/لتر وارتفعت في محطة السيبة إلى حوالي ١٥ غم/لتر (التحليلات المختبرية).

إن عملية المحافظة على الحالة الراهنة لنوعية مياه شط العرب تتم من خلال المحافظة على حجم محدد للاطلاقات المائية من سدة العمارة وبمقدر ٥٠- ٧٠ م٣/ثانية، غير أن ما ينبغي مراعاته لتطبيق هذا السيناريو ما يأتي:

أ- تجنب خفض حجم الاطلاقات المائية من سدة العمارة دون ٥٠ م٣/ثانية إذ أن أي انخفاض في حجم التغذية المائية لشط العرب سيقابله تقدم الموجة المدية للمياه البحرية مما يسهم في رفع ملوحة مياه النهر. غير أن ما يؤخذ على هذا الحجم المحدد للاطلاقات المائية من سدة العمارة هو محدودية التصريف المائي لنهر دجلة في محافظة ميسان وبمعدل ٧٥ م٣/ثانية، إذ تستخدم المياه أولاً لتلبية الاحتياجات المائية للاستخدامات المختلفة في محافظة ميسان ومن ثم يصرف الفائض إلى محافظة البصرة، فليس من المنطق إلزام منطقة المعبر باستهلاك ٣/١ من حجم المياه وصرف الباقي إلى منطقة المصب. لحل هذا الإشكال ينبغي مراعاة بعض الحقائق وهي سعة مساحة محافظة البصرة بحدود ١٩ ألف كم٢ مقارنة بمساحة محافظة ميسان البالغة بحدود ١٥ ألف كم٢، كما أن عدد سكان محافظة البصرة البالغ بحدود ٢.٤ مليون نسمة على وفق الإحصاء السكاني لسنة ٢٠٠٧ يفوق عدد سكان محافظة ميسان البالغ عددهم بحدود ٠.٨٢ مليون نسمة على وفق الإحصاء السكاني للسنة نفسها(٣٠). لذلك فان سعة المساحة وحجم السكان يقضي بزيادة الحصة المائية لمحافظة البصرة، فضلاً عن ذلك فان

للتصريف المائي أهمية بيئية وسياسية كما اتضح سابقاً لا تقل أهمية عن تلبية الاحتياجات المائية للاستخدامات البشرية مما يتطلب زيادة الحصة المائية لمحافظة البصرة من اجل المصلحة الوطنية للعراق، ولا يقتصر تطبيق هذا المنطق على محافظة ميسان وحدها وإنما يمتد إلى محافظة الواقعة في أعالي النهر.

ب- في حالة طور المد الربيعي يزداد نشاط التيارات المدية مما يعمل على زيادة تقدم الموجة المدية في مجرى شط العرب، وتستغرق المدة الزمنية للمد الربيعي بحدود ٦-٧ أيام إذ يمتد في الأيام (١٣- ١٥ و٢٨-١) من كل شهر قمري. لذلك يكون من الضروري زيادة حجم الاطلاقات المائية من سدة العمارة خلال أيام المد الربيعي بما لا يقل عن ٧٠ م٣/ثانية بهدف زيادة مقاومة المياه العذبة للموجة المدية في مجرى النهر، وفيما يتعلق بنهر كارون فينبغي من الجانب الإيراني مراعاة أفضلية فتح مصب نهر كارون خلال أيام طور المد الربيعي.

ج- في حالة اكتمال تنفيذ مشروع قناة كتيبان الأروائية فان الحجم الحالي للاطلاقات المائية من سدة العمارة لا تكفي للحفاظ على الحالة الراهنة لنوعية مياه شط العرب، وذلك لكون قناة كتيبان تعمل على اخذ المياه من شط العرب شمال مدينة البصرة بمقدار ٣٠ م٣/ثانية مما يعمل على خفض حجم المياه العذبة في مجرى شط العرب ويسهم في تقدم الموجة المدية في مجرى النهر مما يرفع من ملوحة مياه النهر وقد تتحول إلى الصنف الثالث ذات المياه المالحة في جميع المحطات. لذلك ينبغي إعادة النظر بمشروع قناة كتيبان أو التفكير بزيادة مصادر التغذية المائية لمجرى شط العرب لتعوض حجم المياه المنصرفه إلى قناة كتيبان، وذلك لاحتمال وصول الموجة المدية المالحة إلى شمال منطقة كتيبان مما يعرض مشروع القناة إلى الفشل بفعل تدهور نوعية مياه النهر.

الاستنتاجات: Conclusion

١- إن عملية احتساب صافي التصريف المائي في مجرى شط العرب معقدة جداً بسبب تعقد ظاهرة المد والجزر في شمال غرب الخليج العربي، لذلك فان القياسات المتبعة حالياً والتي تستغرق حوالي ١٣ ساعة (دورة مدية كاملة) لا تعطي نتائج دقيقة لحجم التصريف المائي في مجرى النهر مما يتطلب قياسات تستمر لمدة ٢٥ ساعة على الأقل (دورتين مديتين) ولأشهر عديدة.

٢- لا يمكن اعتبار تصريف شط العرب للمياه العذبة إلى الخليج العربي هدراً للمياه العذبة وذلك لكونها تسهم في خلق حالة من التوازن للبيئة المائية والأحياء النباتية والحيوانية في منطقة المصب، فضلاً عن أهمية تصريف المياه في نقل الرواسب النهرية وما لها من آثار طبوغرافية وسياسية.

٣- لقد انخفض المعدل الشهري للتصريف المائي في مجرى شط العرب من ٧٢٤ م٣/ثانية (٢٢.٨١ كم٣/سنة) في السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٥ إلى ٤٤ م٣/ثانية (١.٣٩ كم٣/سنة) في السنة المائية ٢٠١٠- ٢٠١١، وانقطع تصريف مصب نهر كارون في سنة ٢٠٠٩ بعدما بلغ معدل تصريفه الشهري بحدود ٢٠٢ م٣/ثانية (٦.٣٦ كم٣/سنة) في السنة المائية ١٩٩٤- ١٩٩٥.

٤- إن أي انخفاض في حجم تصريف المياه العذبة في مجرى شط العرب سيعوض بالمياه البحرية المالحة للخليج العربي (بغض النظر عن نسبة التعويض) من خلال تقدم الموجة المدية خلال ظاهرة المد مما يسهم في زيادة ملوحة مياه النهر.

٥- تزايد ارتفاع ملوحة المياه في مجرى شط العرب مع الزمن وبالانحدار جنوباً نحو المصب وتحول نوعية المياه في محطة الفاو من الصنف الثاني ذات المياه المويلحة إلى الصنف الثالث ذات المياه المالحة القريبة من نوعية المياه البحرية، غير أن نوعية المياه في سائر المحطات الأخرى لا تزال مقبولة ويمكن استخدامها في تلبية الاحتياجات المائية للاستخدامات البشرية المختلفة عدا الشرب.

٦- صعوبة الاعتماد على مياه نهر كارون والسويب في تغذية مجرى شط العرب بالمياه وذلك لارتباطهما بالخطط التنموية والسياسية للجانب الإيراني، واستبعاد احتمال إرجاع الأهوار والروافد الخارجة منها لتغذية مجرى شط العرب بالمياه في ظل الظروف الحالية.

٧- يعد نهر دجلة حالياً المصدر الرئيس لتغذية مجرى شط العرب بالمياه العذبة من خلال الاطلاقات المائية من سدة العمارة وبمقدار يتباين بين ٣٦- ٦١ م٣/ثانية في السنة المائية ٢٠١٠-٢٠١١، فضلاً عن قيام الجانب الإيراني بفتح مصب نهر كارون بين الحين والآخر.

٨- إن الحد الأدنى لحجم تصريف المياه العذبة اللازمة للحفاظ على البيئة الشاملة في مجرى شط العرب من محطة البصرة حتى الخليج العربي يقدر بحدود ٢٠٠ م٣/ثانية، وهذا ما يصعب توفيره حالياً وذلك بسبب تقطع العديد من الروافد وانخفاض المياه المتاحة. غير انه يمكن المحافظة على النوعية الحالية لمياه النهر ومنع توغل الموجة البحرية المالحة لمسافات بعيدة في مجرى النهر.

٩- إن الحد الأدنى لتصريف المياه العذبة اللازمة للحفاظ على الحالة الراهنة لنوعية مياه النهر في مجرى شط العرب من مدينة البصرة حتى السيبة يتباين بين ٥٠- ٧٠ م٣/ثانية، ويرجع سبب ذلك التباين إلى اختلاف حالة المد في مجرى شط العرب بين الطور المحاقي والطور الربيعي وكذلك تبعاً للحالات التي يفتح فيها مصب نهر كارون.

١٠- إن أدنى حجم مطلوب لتغذية مجرى شط العرب بالمياه العذبة في المقطع الممتد من مدينة البصرة حتى منطقة السيبة ولمسافة مقدارها بحدود ٧٠ كم يقدر بين ٥٠- ٧٠ م٣/ثانية، في حين بلغ الحد الأدنى لحجم التغذية المائية في عموم المجرى النهري خلال عقد التسعينات بحدود ٢٠٠ م٣/ ثانية، ولذلك فان مقطع المجرى الممتد من محطة السيبة إلى الخليج العربي ولمسافة مقدارها بحدود ٤٠ كم يتطلب كمية من تصريف المياه العذبة بمقدار ١٣٠- ١٥٠ م٣/ثانية، ويرجع السبب في زيادة حجم المياه العذبة المطلوبة لتغذية هذا المقطع من مجرى النهر إلى زيادة نشاط التيارات المدية وانتشار الأملاح البحرية.

١١- إن اكتمال تنفيذ مشروع قناة كتيبان الأروائية يعمل على خفض حجم المياه العذبة في مجرى شط العرب ويسهم في تقدم الموجة المدية في مجرى النهر مما يرفع من ملوحة مياه النهر وقد تتحول إلى الصنف الثالث ذات المياه المالحة في جميع المحطات، كما يحتمل أن تصل الموجة المدية المالحة إلى شمال منطقة كتيبان مما يعرض مشروع القناة ذاته إلى الفشل بفعل تدهور مياه النهر.

الهوامـــش

(١) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، إدارة الأهوار في جنوب العراق، مجلة آداب البصرة، العدد ٣٥، جامعة البصرة، ٢٠٠٢، ص ٥٣-٦٨.

(2) El-Fadel,M., El-Sayegh,Y., Abou Ibrahim, A., Jamali, D. and El-Fadl, K. , The Euphrates- Tigris basin: Acase study in surface water conflict resolution, Journal of National Resources, Life Sci. Educ. Vol.31, 2002, pp.64- 110.

(٣) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، الخصائص الهيدرولوجية لنهر السويب وأهميته البيئية، مجلة الخليج العربي، المجلد ٤١، العدد ١- ٢، مركز دراسات البصرة والخليج العربي، جامعة البصرة، ٢٠١٣، ص ١٥٧- ١٨١.

(٤) حسن خليل المحمود وصادق سالم عبد الله وأياد عبد الجليل المهدي، التداخل بين الكتل المائية في الأهوار وشط العرب (جنوب العراق)، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد ٢٣، العدد ١، جامعة البصرة، ٢٠٠٨، ص ١٨١- ١٩٩.

(٥) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، ظاهرة المد والجزر وأبعادها الهيدرولوجية في شط العرب (جنوب العراق)، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٣٨٦، جامعة الكويت، ٢٠١٢، ص٣- ٣٧.

(٦) صادق سالم عبد الله، دراسة في الحمولة النهرية لشط العرب في مدينة البصرة، رسالة ماجستير، مركز علوم البحار، جامعة البصرة، ١٩٩٠، ١١٥ صفحة.

(7) Simpson, M. R. and Oltman, R.N., Discharge Measurement System using an Acoustic Doppler Current Profiler with application to large Rivers and Estuaries . U.S Geological Survey water – supply Paper., 1993, 2395. 32p.

(8) Simpson, M. and Blan, R., Methods for accurate estimation of net discharge in a tidal channel. Oceanic Engineering IEEE Journal. Vol.25 issue 4., 2000.

(9) South African Water Quality Guidelines (SAWQG), Domestic Water Use, second edition, Vol. 1, Department of Water Affairs and Forestry, Printed and bound by The Government Printer, Pretoria, 1996, 175 p.

(10) Sahinasi, E. and Kashuta, V., Irrigation Water Quality and its effects upon Soil, Republic of Macedonia, Tirana Agricultural University, Albania, 2008, pp. 1-6.

(١١) صفية شاكر معتوق المطوري، شط العرب الخصائص الهيدرولوجية والاستثمارات المائية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠٠٦، ١٤٦ صفحة.

(12) Das, G. 2002. Hydrology and Soil Conservation Engineering, Second Printing, Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, 489 p.

(١٣) صفاء عبد الأمير الأسدي وابتسام عبد الزهرة الرسلاني وابتسام كاطع اللامي، تقويم اقتصاديات استخدام مياه الري والإنتاج الزراعي في محافظة البصرة، المجلة العراقية لعلوم التربة، المجلد ٥، العدد١، بغداد، ٢٠٠٥، ص ٥٥-٦٥.

(١٤) العكيلي، منى طه خضير، وفرة وانتشار بيوض الأسماك ويرقاتها في مصب شط العرب شمال غرب الخليج العربي، رسالة ماجستير، جامعة البصرة، ٢٠٠١، ص٧٢.

(15) Mahdi, A., Mahmood, A. and AL-Imarah, F., Variation of Nutrients in Shatt AL-Arab river during last two decades, Mesopotamian journal of marine sciences, Vol. 17, No. 2, Basrah university, 2002, pp.355-363.

(١٦) نجاح عبود حسين وفلاح معروف مطلك وكاظم حسن يونس، طبيعة تجمع صغار الأسماك في مصب شط العرب شمال غرب الخليج العربي، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد ١٨، العدد ٢، جامعة البصرة، ٢٠٠٣، ص١٧٩-١٨٨.

(17) Huq, M., AL-Saadi, H. and Hemeed, H., Phytoplankton Ecology of Shatt Al-Arab river at Basrah. Iraq. Verh. Internat. Verein Limnol. (20), 1978, pp 1552- 1556.

(١٨) نجاح عبود حسين وحسين حميد كريم النجار وحامد طالب السعد وأسامة حامد يوسف وأزهار علي الصابونجي، شط العرب دراسات علمية أساسية، منشورات مركز علوم البحار (١٠)، جامعة البصرة، ١٩٩١، ص٣٠-٢٤٠.

(١٩) فائق يونس المنصوري، دراسة انتقال الرواسب في الجزء الجنوبي من شط العرب، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة، ١٩٩٦، ١١٩ صفحة.

(٢٠) حسن خليل حسن المحمود، خصائص الساحل العراقي، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، غير منشورة، ٢٠٠٦، صفحة.

(٢١) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، الحمولة النهرية في شط العرب وآثارها البيئية، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، كلية التربية، غير منشورة، ٢٠١٢، ١٧٧ صفحة.

(٢٢) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، جغرافية الموارد المائية، الطبعة الأولى، شركة الغدير للطباعة والنشر المحدودة، البصرة، ٢٠١٤، ٢٦٣ صفحة.

(23) Mclusky, D. S., The Estuarine Ecosystem, 2nd. Edition, Chapman & Hall, London, 1989, 215 p.

(24) AL- Mahdi, A., Abdullah, S. and Hussian, N., Some features of physical oceanography in Iraqi marine waters, Mesopotamian journal of marine sciences, Vol.22, No. 2, Basrah university, 2007, pp. 209-222.

(٢٥) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، تحليل علاقة الارتباط بين تصريف المياه والملوحة في شط العرب، مجلة كلية التربية، العدد ٤، الجامعة المستنصرية، بغداد، ٢٠١٣، ص ٨٧٣- ٨٩٢.

(٢٦) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، إدارة الأهوار في جنوب العراق، مصدر سابق، ص ٥٣-٦٨.

(٢٧) فائق يونس المنصوري، التخمينات المستقبلية لاستعادة أهوار جنوب العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، ٢٠٠٨، ١٦٤ صفحة.

(٢٨) صادق سالم عبد الله، دراسة في الحمولة النهرية لشط العرب في مدينة البصرة، مصدر سابق، ١١٥ صفحة

(٢٩) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، ظاهرة المد والجزر وأبعادها الهيدرولوجية في شط العرب (جنوب العراق)، مصدر سابق، ص٣- ٣٧.

(٣٠) وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية لعام ٢٠٠٧، ٢٠٠٧، بغداد.

المصـــــادر: References

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم. ٢٠٠٢. إدارة الأهوار في جنوب العراق، مجلة آداب البصرة، العدد٣٥، جامعة البصرة.

الأسدي، صفاء عبد الأمير والرسلاني، ابتسام عبد الزهرة واللامي، ابتسام كاطع. ٢٠٠٥. تقويم اقتصاديات استخدام مياه الري والإنتاج الزراعي في محافظة البصرة، المجلة العراقية لعلوم التربة، المجلد ٥، العدد١، بغداد.

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم. 2012. الحمولة النهرية في شط العرب وآثارها البيئية، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، كلية التربية، غير منشورة.

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم. ٢٠١٢. ظاهرة المد والجزر وأبعادها الهيدرولوجية في شط العرب (جنوب العراق)، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٣٨٦، جامعة الكويت.

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم. ٢٠١٣. تحليل علاقة الارتباط بين تصريف المياه والملوحة في شط العرب، مجلة كلية التربية، العدد ٤، الجامعة المستنصرية، بغداد.

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم. ٢٠١٣. الخصائص الهيدرولوجية لنهر السويب وأهميته البيئية، مجلة الخليج العربي، المجلد ٤١، العدد ١- ٢، مركز دراسات البصرة والخليج العربي، جامعة البصرة.

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم. ٢٠١٤. جغرافية الموارد المائية، الطبعة الأولى، شركة الغدير للطباعة والنشر المحدودة، البصرة.

حسين، نجاح عبود والنجار، حسين حميد كريم والسعد، حامد طالب ويوسف، أسامة حامد والصابونجي، أزهار علي. ١٩٩١. شط العرب دراسات علمية أساسية، منشورات مركز علوم البحار(١٠)، جامعة البصرة.

حسين، نجاح عبود ومطلك، فلاح معروف ويونس، كاظم حسن. ٢٠٠٣. طبيعة تجمع صغار الأسماك في مصب شط العرب شمال غرب الخليج العربي، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد ١٨، العدد ٢، جامعة البصرة.

الحلو، عبد الزهرة عبد الرسول نعمة. ٢٠٠١. بعض المواصفات الكيميائية لمياه شط العرب وصلاحيتها للاستخدامات المختلفة عند مدينة البصرة، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد ١٦، العدد ١، جامعة البصرة.

عبد الله، صادق سالم. ١٩٩٠. دراسة في الحمولة النهرية لشط العرب في مدينة البصرة، رسالة ماجستير، مركز علوم البحار، جامعة البصرة.

العكيلي، منى طه خضير. ٢٠٠١. وفرة وانتشار بيوض الأسماك ويرقاتها في مصب شط العرب شمال غرب الخليج العربي، رسالة ماجستير، جامعة البصرة.

المحمود، حسن خليل حسن. ٢٠٠٦. خصائص الساحل العراقي، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، غير منشورة.

المحمود، حسن خليل وعبد الله، صادق سالم والمهدي، أياد عبد الجليل. ٢٠٠٨. التداخل بين الكتل المائية في الأهوار وشط العرب (جنوب العراق)، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد ٢٣، العدد ١، جامعة البصرة.

المطوري، صفية شاكر معتوق. ٢٠٠٦. شط العرب الخصائص الهيدرولوجية والاستثمارات المائية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة.

المنصوري، فائق يونس. ١٩٩٦. دراسة انتقال الرواسب في الجزء الجنوبي من شط العرب، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة.

المنصوري، فائق يونس. ٢٠٠٨. التخمينات المستقبلية لاستعادة أهوار جنوب العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة.

وزارة التخطيط. ٢٠٠٧. الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية لعام ٢٠٠٧، بغداد.

وزارة الموارد المائية. ٢٠١٠- ٢٠١١. مديرية الموارد المائية في ميسان، بيانات غير منشورة.

وزارة الموارد المائية. ٢٠١٠-٢٠١١. مديرية الموارد المائية في ذي قار، بيانات غير منشورة.

وزارة الموارد المائية.٢٠١١. الهيئة العامة للسدود والخزانات، بيانات غير منشورة، بغداد.

AL- Mahdi, A., Abdullah, S. and Hussian, N. 2007. Some features of physical oceanography in Iraqi marine waters, Mesopotamian journal of marine sciences, Vol.22, No. 2, Basrah university.

Al-Maliky, J. H. 2012 . Analysis of water quality and the impact of the salt wedge from the Arabian Gulf on the Shatt Al-Arab River, Iraq, M. Sc thesis, University of Queensland.

Das, G. 2002. Hydrology and Soil Conservation Engineering, Second Printing, Prentice- Hall of India Private Limited, New Delhi.

El-Fadel,M., El-Sayegh,Y., Abou Ibrahim, A., Jamali, D. and El-Fadl, K. 2002. The Euphrates- Tigris basin: Acase study in surface water conflict resolution, Journal of National Resources, Life Sci. Educ. Vol.31.

Hiscock, K. M. 2005. Hydrogeology Principles and Practice, Black Well Publishing, USA.

Huq, M., AL-Saadi, H. and Hemeed, H. 1978. Phytoplankton Ecology of Shatt Al-Arab river at Basrah. Iraq. Verh. Internat. Verein Limnol. (20).

Mahdi, A., Mahmood, A. and AL-Imarah, F. 2002. Variation of Nutrients in Shatt AL-Arab river during last two decades, Mesopotamian journal of marine sciences, Vol. 17, No. 2, Basrah university.

Mclusky, D. S. 1989. The Estuarine Ecosystem, 2nd. Edition, Chapman & Hall, London.

Sahinasi, E. and Kashuta, V. 2008. Irrigation Water Quality and its effects upon Soil, Republic of Macedonia, Tirana Agricultural University, Albania.

Simpson, M. and Blan, R. 2000. Methods for accurate estimation of net discharge in a tidal channel. Oceanic Engineering IEEE Journal. Vol.25 issue 4.

Simpson, M. R. and Oltman, R.N. 1993. Discharge Measurement System using an Acoustic Doppler Current Profiler with application to large Rivers and Estuaries . U.S Geological Survey water – supply Paper.

South African Water Quality Guidelines (SAWQG) .1996. Domestic Water Use, second edition, Vol. 1, Department of Water Affairs and Forestry, Printed and bound by The Government Printer, Pretoria.