Collage of education journal, Al-Mustansiriyah University, Baghdad, 4: 873-892.

# Analysis of the relationship between the discharge and salinity in Shatt Al-Arab

Assist. Prof. Dr. Safaa A.R. Al-Asadi Dept. of Geography- col. of Education- Univ. of Basrah

## Abstract

The aim of this study is to investigate the relationship between the discharge and salinity of Shatt Al-Arab for the period 1977- 2008. The result shows that the discharge mean decreased from 903 $m^3$/s during 1977-1978 to 246 $m^3$/s at 2007-2008, while the salinity means increased from 1283 to 3629 mg/l for the two years respectively. The relationship between the discharge and salinity in the Shatt Al-Arab was significant with a good negative correlation (- 0.7) and the coefficient of correlation increased to (- 0.97) during the year 1977-1978 and decreased to (- 0.33) during the year 1994-1995. While the correlation change to positive during the year 2007-2008 where the coefficient of correlation was (+0.36). The means water salinity differs between the event means concentration and arithmetical means according to the discharge values, where the event means concentration decreases in 48 mg/l during the year 1977-1978 and increases in 50 mg/l during the year 2007-2008.

مجلة كلية التربية/ الجامعة المستنصرية/ سنة 2013/ المجلد الرابع/ صفحات البحث 873- 892.

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION & SCIENTIFIC RESEARCH
THE UNIVERSITY AL-MUSTANSIRYA
College of Education
JOURNAL OF THE COLLEGE OF EDUCATION

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية
كلية التربية
مجلة كلية التربية

NO: العدد: ٧
Date: التاريخ: ٢٧/ ١ /٢٠١٢

إلى / جامعة البصرة/كلية التربية/قسم الجغرافيا

م/ قبول نشر

تحية طيبة....

نؤيد لكم أن بحث: أ.م. د صفاء عبد الأمير رشم الاسدي

الموسوم بـ : تحليل علاقة الارتباط بين تصريف المياه والملوحة في شط العرب

مقبول للنشر في مجلة كلية التربية / الجامعة المستنصرية

... مع التقدير ...

أ.م. د. احمد شيال غضيب
عميد كلية التربية
2013/1/ ٢٧

نسخة منه إلى :
- ملفة المجلة
- الموما إليه

هيب2012/1/27

Postal address : Iraq - Baghdad Al- Mustansirya
college of Education
BOX : 46219

العنوان البريدي : جمهورية العراق - بغداد
الجامعة المستنصرية / كلية التربية
ص . ب ٤٦٢١٩

مجلة كلية التربية/ الجامعة المستنصرية/ سنة 2013/ المجلد الرابع/ صفحات البحث 873- 892.

# تحليل علاقة الارتباط بين تصريف المياه والملوحة في شط العرب

أ.م.د. صفاء عبد الأمير رشم الأسدي

قسم الجغرافيا/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة البصرة

## الخلاصة

تهدف الدراسة إلى توضيح طبيعة العلاقة بين التصريف المائي وملوحة المياه في شط العرب للمدة 1977–2008. لقد أظهرت بيانات الدراسة انخفاض المعدلات السنوية للتصريف المائي من 903 م$^3$/ثانية في السنة 1977–1978 إلى 246 م$^3$/ثانية في السنة 2007–2008، بينما ارتفعت المعدلات السنوية لملوحة المياه من 1283 إلى 3629 ملغم/لتر للسنتين على التوالي. إن العلاقة بين التصريف والملوحة في شط العرب علاقة عكسية قوية حيث بلغ المعدل العام لمعامل الارتباط (–0.7)، وتشهد السنة 1977–1978 أقوى علاقة وبمعامل ارتباط (–0.97) وتضعف العلاقة في السنة 1994– 1995 وبمعامل ارتباط (–0.33) بينما تشذ السنة 2007–2008 حيث تتغير علاقة الارتباط إلى طردية وبمعامل ارتباط (+0.36). يختلف معدل ملوحة المياه الموزونة بالتصريف عن المعدل الحسابي وفقاً لكمية التصريف المائي، حيث انخفض المعدل الموزون 48 ملغم/لتر في السنة 1977–1978 وارتفع المعدل بمقدار 50ملغم/لتر في السنة 2007–2008.

## المقدمة: Introduction

تعد العلاقة بين التصريف المائي وملوحة المياه من المواضيع الأساسية في الدراسات الهيدرولوجية وذلك لكون كمية المياه ونوعيتها تمثل المحددات الرئيسة لجودة المياه وعمليات استثمارها في الاستخدامات المختلفة. هناك اختلاف بين الباحثين في طبيعة ونوع العلاقة بين التصريف المائي وملوحة المياه غير أنها في الغالب علاقة عكسية (Lutz & Francois, 2007). اهتم البحث بمعالجة هذا الموضوع في شط العرب لكونه من الأنهار المهمة في العراق وذلك لتعدد مجالات استخدام موارده المائية جراء سيادة المناخ الصحراوي الجاف في المنطقة وندرة مصادر المياه الأخرى.

يهدف البحث إلى دراسة العوامل المؤثرة في ملوحة مياه شط العرب لبيان مدى أهمية التصريف المائي في ملوحة المياه، ودراسة التصريف المائي وملوحة مياه النهر للمدة 1977– 2008 وتحليل طبيعة العلاقة بين التصريف والملوحة، فضلاً عن استخراج معدل الملوحة الموزون بالتصريف المائي.

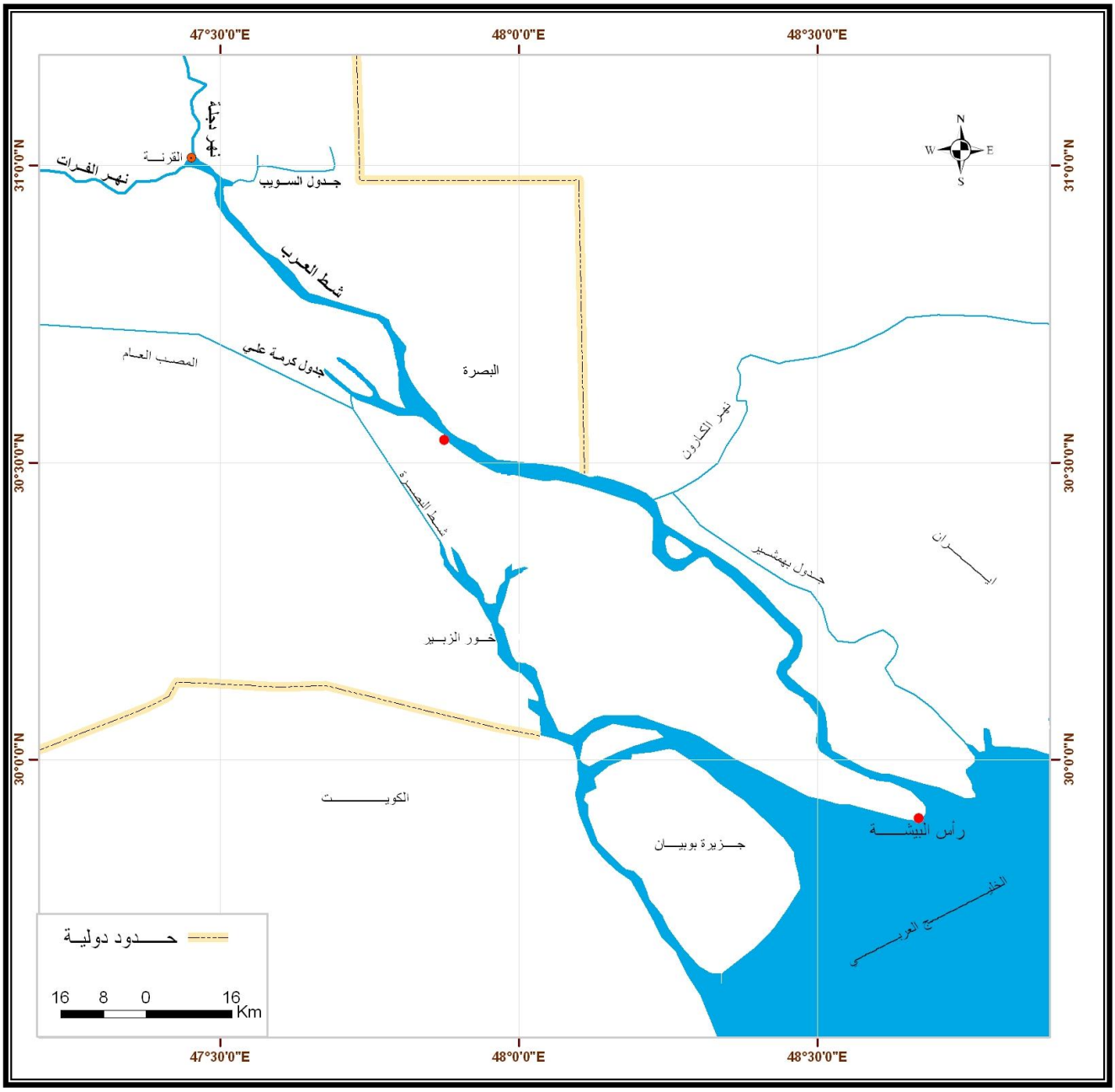
تنطلق فكرة البحث من فرضية مفادها إن العلاقة بين التصريف المائي وملوحة المياه ليست دائماً عكسية وإنما تعتمد على طبيعة مصادر التغذية المائية. كما أن معدل الملوحة الموزون قد يزداد أو ينخفض عن معدلها الحسابي وفقاً لكمية التصريف المائي.

بالرغم من محدودية الدراسات المهتمة بتحديد العلاقة بين التصريف والملوحة في شط العرب إلا أن هناك بعض الدراسات التي تناولت موضوع التصريف المائي ونوعية مياه النهر أبرزها تقرير شركة Polservice (1979) الذي اشتمل جميع الخصائص الهيدرولوجية لشط العرب، ودراسة عبد الله (1990) التي تناولت الحمولة النهرية واشتملت التصريف المائي وتركيز المواد الذائبة في النهر، ودرس الربيعي (1990) جميع الخصائص الهيدرولوجية للمياه السطحية في محافظة البصرة ومنها شط العرب، وقام Al-Mahdi & Salman (1997) بدراسة بعض الخصائص الهيدرولوجية لشط العرب، ودرس المحمود (2009) حجم التصريف المائي وتركيز المواد الذائبة. وجاءت هذه الدراسة لتتخذ من نتائج تلك الدراسات بيانات للكشف عن طبيعة العلاقة بين التصريف المائي وملوحة مياه النهر في مدينة البصرة، واستخراج المعدل الموزون للملوحة.

## مصادر التغذية المائية لشط العرب: Water Resources of Shatt Al-Arab

يتكون شط العرب من التقاء نهري دجلة والفرات في مدينة القرنة ويجري باتجاه الجنوب الشرقي مسافة مقدارها 204 ليصب في الخليج العربي شكل (1). يتغذى شط العرب بالمياه من نهري دجلة والفرات وبمقدار 11 كم$^3$/سنة لتمثل 39% من مجموع التصريف النهري في مدينة البصرة للسنة المائية 1977–1978، ومن الجداول الخارجة من إقليم الأهوار وأهمها جدول كرمة علي والشافي والغميج من هور الحمار وجدول السويب من هور الحويزة وبمقدار مجموعة 17.4 كم$^3$/سنة (الأسدي، 2002) لتمثل 61% من مجموع التصريف. لقد أدت المشاريع المائية في جنوب العراق إلى تقليص مساحة هور الحويزة وتجفيف اهوار القرنة والحمار في عام 1994 مما اثر على مصادر التغذية المائية لشط العرب فقد أصبح التصريف النهري يعتمد على الإيراد المائي لنهري

**شكل (1) مجرى شط العرب.**




**المصدر:**

**(المديرية العامة للمساحة, 2008)**

دجلة والفرات وبمقدار 77% والسويب بمقدار 23% (الأسدي،2008). وبعد عمليات إنعاش الأهوار عام 2004 أصبح التصريف المائي لشط العرب يعتمد على نهري دجلة والفرات وبمقدار 65% وعلى جدول السويب وكرمة علي (الصلال والمسحب) بمقدار 35% (حسن وجماعته، 2008).

إن الأنهار والجداول المغذية لشط العرب تشكل حوض التصريف النهري الذي يمتد في تركيا وإيران وسوريا والسعودية والعراق ليشغل مساحة مقدارها 0.95 مليون كم$^2$ (El-Fadel *et al.*, 2002).

تتأثر مياه شط العرب 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 4.5 و8.5 ساعة على التوالي (Al-Badran *et al.*, 2001).

## العوامل المؤثرة في ملوحة مياه الأنهار:

**Factors Effecting on Water Salinity of Rivers**

يتوقف مقدار تركيز الأملاح الذائبة في مياه الأنهار على جملة من العوامل المتداخلة ومن أبرزها ما يأتي:

### 1-موقع المجرى النهري من حوض التصريف: Stream Location From Drainage Basin

تزداد احتمالية ارتفاع تركيز الأملاح في مياه النهر بزيادة الابتعاد عن مصادر التغذية المائية وذلك لزيادة فواقد التبخر وتصريف مياه البزل وتسرب المياه الجوفية وزيادة عمليات التفاعل بين مياه النهر والمعادن والأملاح المكونة لصخور وترب الحوض النهري. يقع مجرى شط العرب في أدنى حوض التصريف إذ تبلغ المسافة بين المجرى النهري وأقصى مناطق الحوض بحدود 3000 كم مما ينعكس سلبياً على نوعية مياه النهر.

### 2-نوع المناخ السائد في منطقة المجرى: Type of Dominant Climate in Stream Area

تتأثر نوعية المياه بمناخ المنطقة حيث يزداد تركيز الأملاح لاسيما أملاح الصوديوم والكلوريدات في المناطق ذات المناخ الحار الجاف جراء ازدياد فواقد التبخر ومياه الري (Zhang *et al.*, 2010). يقع مجرى شط العرب ضمن المناخ الصحراوي الجاف حيث ترتفع درجة الحرارة بمعدل 25 م° وتقل

الأمطار بمقدار 147 ملم/سنة ويرتفع التبخر بمقدار 3595 ملم/سنة (وزارة التخطيط، 2010 )، مما يؤدي إلى زيادة التبخر من مياه شط العرب بمقدار 0.37 كم$^3$/سنة والمستخرج وفقاً للعلاقة الآتية :

$$ER = E \times A$$

**حيث أن**

**ER = التبخر من النهر (م$^3$)**

**E = التبخر السطحي للمنطقة (م)**

**A = مساحة مجرى النهر (م$^2$) ($1.02^8$)**

وان زيادة التبخر السطحي تؤدي إلى زيادة تراكم الأملاح في مياه النهر وبمقدار 0.73 مليون طن/سنة والمستخرج وفقاً للعلاقة الآتية :

$$SR = E \times D$$

حيث أن

**SR = الملوحة المتراكمة في النهر (كغم)**

**E = التبخر من النهر (م)**

**D = ملوحة مياه النهر (كغم/م) (1.962)**

وبالرغم من قلة الأمطار المتساقطة على منطقة مجرى شط العرب فأنها تؤثر على نوعية المياه من خلال جريانها على الأراضي الملحية والزراعية المنحدرة صوب المجرى مما يعمل على غسل ملوحة الترب وجرفها للنهر ورفع ملوحته، غير أن تأثير الأمطار يقتصر على الأيام المطيرة والتي تقدر بنحو 49 يوماً (وزارة التخطيط، 2010).

### 3-مصادر التغذية المائية: Resources of Water Charge

ترتبط نوعية مياه الأنهار بنوعية مياه مصادر التغذية ( التساقط والمياه الجوفية) إذ تعد مياه التساقط أعذب مصادر التغذية حيث يقدر معدل مجموع الأملاح الذائبة فيها بحدود 4.8 ملغم/لتر (Hem, 1989). يتغذى حوض شط العرب بشكل أساس من مياه الأمطار وذوبان الثلوج فضلاً عن تغذية المياه الجوفية في مواسم الجفاف، ولذلك تقل ملوحة شط العرب عند ذوبان الثلوج وتزداد الملوحة عند انخفاض المناسيب وتسرب المياه الجوفية المميزة بارتفاع ملوحتها وبمعدل37000 ملغم/لتر (policervce Co., 1979)، وان تسرب متر مكعب واحد من المياه الجوفية يؤدي إلى رفع ملوحة 100م$^3$ من مياه شط العرب من1962 ملغم/لتر إلى 2312 ملغم/لتر (18%) وفقاً للمعادلة الآتية:

(Ayers & Westcot, 1976)

$$Q = (E \times P) + (ED \times PD)$$

**حيث أن**

**Q = معدل ملوحة مياه الخلط**

**E = معدل ملوحة المياه الجوفية**

**P = نسبة المياه الجوفية**

**ED = معدل ملوحة مياه النهر**

**PD = نسبة مياه النهر**

### 4- النشاط البشري: Human Activity

يؤثر النشاط البشري على نوعية مياه الأنهار من خلال استخدام المياه وتدفقها من المناطق الزراعية والصناعية والسكنية إلى المجاري النهرية. وتعد مياه البزل الزراعي من أكثر الملوثات أثراً على نوعية مياه الأنهار في العراق وذلك بسبب كبر حجم المياه المستخدمة في النشاط الزراعي لتشكل 78% من استخدامات المياه في العراق وبمقدار 52 كم$^3$/سنة (Nomas, 1988)، وتشكل متطلبات غسل التربة والضائعات المائية بحدود 54% من الاحتياجات المائية الزراعية ( Poliservice Co., 1979) لذلك يقدر حجم مياه البزل في العراق بحدود 28 كم$^3$/سنة، يصرف 30% منها إلى المصب العام بينما يصرف 19.6 كم$^3$/سنة إلى الأنهار مما يسهم في رفع ملوحة مياهها جراء ارتفاع ملوحة مياه البزل بمقدار 6000- 20000 ملغم/لتر (المشهداني وجماعته، 1978).

### 5- السدود والخزانات: Dams and Reservoirs

للسدود والخزانات المقامة على الأنهار علاقة بملوحة المياه من خلال دورها في زيادة سعة المساحة السطحية للمياه وزيادة فواقد التبخر وتركيز الأملاح. بلغ عدد السدود والخزانات المقامة في حوض شط العرب بحدود 49 سداً كبيراً (UNEP, 2000) مما يؤثر سلبياً على نوعية المياه لاسيما في الجزء الأدنى من الحوض، إذ بلغ مقدار التبخر من السدود التركية بحدود 3.5 كم$^3$/سنة (المنصور، 2000) مما أدى إلى تراكم الأملاح بمقدار 0.7 مليون طن/سنة وبلغ مقدار التبخر من

السدود السورية 1.5 كم$^3$/سنة (عبد الله، 2008) لترسب 0.45 مليون طن من الأملاح سنوياً بينما ارتفع مقدار التبخر من السدود العراقية إلى 10 كم$^3$/سنة (محمد، 1998) مما أدى إلى تراكم الأملاح بمقدار 8 مليون طن/سنة وزيادة ملوحة المياه المحتجزة مما ينعكس سلبياً على نوعية مياه الأنهار جراء أعادت المياه المحتجزة في الخزانات إلى المجاري النهرية في المواسم الجافة.

**6- ظاهرة المد والجزر: Tidal Phenomenon**

تتأثر نوعية مياه الأنهار في المناطق الساحلية بظاهرة المد والجزر من خلال عملية المد التي تعمل على تقدم المياه البحرية المالحة وامتزاجها بمياه النهر مما يؤثر سلبياً على نوعية المياه. ويتأثر شط العرب بظاهرة المد والجزر التي تحدث مرتين في اليوم الواحد مما يؤثر على نوعية المياه إذ تزداد الملوحة خلال تقدم موجة المد والتي يصل مدى تأثيرها على نوعية المياه إلى شمال مدينة الفاو ولذا ترتفع ملوحة مياه النهر من 900 ملغم/لتر إلى 1000 ملغم/لتر في المد ألمحاقي ومن 1500 ملغم/لتر إلى 2800 في المد الفيضي (Al- Mahdi & Salman , 1997).

7- **التصريف المائي: Discharge**

للتصريف المائي اثر واضح على نوعية مياه الأنهار وترتبط به ارتباطاً كبيراً ويرجع ذلك لجملة أسباب أبرزها ما يأتي:

أ- للتصريف المائي علاقة بسرعة التيار مما يؤثر على مقدار التبخر السطحي وتراكم الأملاح. فزيادة التصريف يؤدي إلى سرعة التيار مما يقلل فواقد التبخر السطحي بينما تقل سرعة التيار عند انخفاض التصريف مما يعطي مجالاً واسعاً لعناصر المناخ إن تؤدي دورها في عملية التبخر السطحي وما ينجم عنها من تراكم الأملاح.

ب- للتصريف علاقة بمناسيب مياه الأنهار مما يؤثر على مقدار الانحدار الهيدروليكي للمياه الجوفية ومقدار التسرب. فزيادة التصريف تؤدي إلى ارتفاع مناسيب الأنهار وانخفاض مقدار الانحدار الهيدروليكي للمياه الجوفية مما يمنع أو يقلل تسربها إلى المجرى النهري بينما يزداد فرق الانحدار

الهيدروليكي للمياه الجوفية عند انخفاض المنسوب النهري مما يزيد كمية المياه الجوفية المتسربة وارتفاع الملوحة قي مياه النهر.

ج- للتصريف المائي علاقة بمقدار المسافة التي تصلها موجة المد فسرعة التيار وحجم المياه والمنسوب عوامل مؤثرة في مدى تقدم موجة المد ولذا فزيادة التصريف المائي يقلل من أثر المد على نوعية المياه ويحصره في نطاق ضيق من المجرى القريب من المصب بينما يسمح انخفاض التصريف لموجة المد إن تمتد مسافات كبيرة داخل المجرى واختلاطها بالمياه وزيادة ملوحتها.

د- للتصريف المائي علاقة بمقدار رطوبة الحوض النهري فزيادة التصريف مؤشراً لرطوبة الحوض مما يقلل فواقد التبخر السطحي والاحتياجات المائية الزراعية ومياه البزل بينما يؤشر انخفاض التصريف إلى جفاف الحوض لذا يقل التساقط ويزداد التبخر والاحتياجات المائية مما ينعكس سلبياً على نوعية المياه.

**هـ**- إن مقدار الأثر الذي تلعبه العوامل الأخرى في نوعية المياه مرتبط بمقدار التصريف المائي فغالباً ما يكون المقدار السنوي للتبخر السطحي ومخلفات النشاط البشري وتسرب الماء الجوفي محدداً كماً ونوعاً، لذا فان زيادة التصريف المائي يؤدي إلى الانخفاض النسبي لتركز تلك العوامل مما يقلل أثرها في نوعية المياه وبالعكس، ولذلك ترتفع ملوحة مياه الأنهار في المواسم والسنوات الجافة وتنخفض في المواسم والسنوات الرطبة بالرغم من الثبات النسبي لمصادر التغذية النهرية.

## خصائص التصريف المائي لشط العرب: Shatt Al-Arab discharge Characteristics

يلعب لتصريف المائي الدور الرئيس في التأثير على نوعية مياه الأنهار، لذلك لابد من دراسة التصريف المائي لشط العرب للتعرف على كمية المياه ومدى تباياناتها الزمنية. يبلغ المعدل العام لتصريف مياه شط العرب في البصرة 571 م$^3$/ثانية (17.99 كم$^3$/سنة) للمدة 1977-2008 جدول (1). وبصورة عامة تشهد معدلات التصريف السنوي انخفاضاً مستمراً، فقد انخفض المعدل من 903 م$^3$/ثانية (28.44 كم$^3$) في سنة الأساس 1977-1978 إلى 246 م$^3$/ثانية (7.75 كم$^3$) سنة 2007-2008 وبمعامل اختلاف مقداره 39% والمستخرج وفقاً للمعادلة الآتية: (Bluman, 2004)

$$C.V. = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

**حيث أن**

**C.V. = معامل الاختلاف**

**S = الانحراف المعياري ويحسب وفقاً للمعادلة الآتية:**

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

**x = القيم**

**N = عدد القيم**

$\bar{x}$ **= المعدل الحسابي**

إن ارتفاع معامل الاختلاف مؤشراً واضحاً على ارتفاع مقدار التغير في معدلات التصريف السنوي باتجاه الانخفاض وبفارق مقداره 657 م$^3$/ثانية (20.69 كم$^3$/سنة) وبذلك انخفض حجم التصريف المائي في شط العرب بمقدار 73%. إن الانخفاض المتسارع والمستمر في التصريف المائي لشط العرب سينعكس سلبياً على نوعية المياه والبيئة المائية للنهر بصورة عامة، ويمكن إرجاع سبب انخفاض التصريف المائي في النهر إلى تنامي المشاريع المائية في دول أعالي الحوض (تركيا وسوريا وإيران) وسيادة ظاهرة الجفاف في منطقة الحوض منذ عقد التسعينات وانخفاض الفائض المائي والجريان السطحي (Brekke *et al*., 2009) مما انعكس سلبياً على حجم الإيراد المائي لنهري دجلة والفرات فقد انخفض المعدل السنوي للإيراد المائي في العراق من 78 كم$^3$ سنة 1978–1979 إلى 53 كم$^3$ سنة 2004–2005 (وزارة الموارد المائية، 2008).

أما معدلات التصريف الشهري فتتباين قيمها على مدار السنة وبصورة عامة ترتفع في الأشهر (شباط– تموز) لتمثل أشهر الفيضان إذ تشكل 63.81% من مجموع المعدل العام التصريف السنوي، وتنخفض المعدلات في الأشهر (آب – كانون الثاني) لتمثل أشهر الجفاف إذ تشكل 36.19% من مجموع معدل التصريف السنوي جدول (2). يشهد شهر نيسان ارتفاعاً كبيراً في التصريف المائي وبمعدل 779 م$^3$/ثانية ليشكل 11.37% من مجموع معدل التصريف السنوي، بينما يشهد شهر تشرين الأول انخفاضاً واضحاً في التصريف المائي وبمعدل 288 م$^3$/ثانية ليشكل 4.20% من مجموع معدل التصريف السنوي.

إن مقدار التباين بين معدلات التصريف الشهري في تناقص مستمر إذ انخفضت نسبة مساهمة أشهر الفيضان في التصريف السنوي من 68.95% للسنة 1977– 1978 إلى 57.93% للسنة 2007– 2008، وانخفض مدى التصريف الشهري من 1276 م$^3$/ثانية ليمثل 11.78% من معدل

**جدول(1) المعدلات الشهرية والسنوية لتصريف مياه شط العرب (م$^3$/ثانية) في مدينة البصرة للمدة 1977- 2008.**

| الشهر / السنة | تشرين 1 | تشرين 2 | كانون 1 | كانون 2 | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | آب | أيلول | المعدل السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1978-1977 | 230 | 317 | 495 | 797 | 916 | 1082 | 1191 | 1313 | 1506 | 1463 | 963 | 563 | 903 |
| 1987-1986 | 189 | 255 | 296 | 643 | 844 | 913 | 1010 | 1129 | 1256 | 1275 | 727 | 566 | 759 |
| 1990-1989 | 150 | 203 | 245 | 281 | 352 | 600 | 534 | 478 | 399 | 306 | 247 | 218 | 334 |
| 1995 -1994 | 632 | 616 | 600 | 831 | 891 | 895 | 900 | 729 | 686 | 678 | 612 | 615 | 724 |
| 1998-1997 | 304 | 568 | 664 | 692 | 725 | 741 | 949 | 875 | 760 | 428 | 296 | 274 | 606 |
| 2006-2005 | 322 | 349 | 345 | 357 | 497 | 555 | 566 | 610 | 449 | 404 | 356 | 312 | 427 |
| 2008-2007 | 188 | 197 | 217 | 256 | 264 | 295 | 306 | 301 | 281 | 263 | 216 | 164 | 246 |
| المعدل العام | 288 | 358 | 409 | 551 | 641 | 726 | 779 | 776 | 762 | 688 | 488 | 387 | 571 |

**المصادر:**

**1-(Poliservice Co., 1979)**

**2- (الربيعي، 1990)**

**3- (عبد الله، 1990)**

**4- (المحمود، 2009)**

**جدول(2) معدل التصريف الشهري (م$^3$/ثانية) ونسبة الجريان لشط العرب في مدينة البصرة للمدة 1977– 2008.**

| الشهر / السنة | تشرين 1 | تشرين 2 | كانون 1 | كانون 2 | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | آب | أيلول | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 77- 1978 | 230 | 317 | 495 | 797 | 916 | 1082 | 1191 | 1313 | 1506 | 1463 | 963 | 563 | 10836 |
| نسبة الجريان % | 2.12 | 2.92 | 4.57 | 7.36 | 8.45 | 9.99 | 10.99 | 12.12 | 13.90 | 13.50 | 8.89 | 5.19 | 100 |
| 07- 2008 | 188 | 197 | 217 | 256 | 264 | 295 | 306 | 301 | 281 | 263 | 216 | 164 | 2952 |
| نسبة الجريان % | 6.37 | 6.67 | 7.35 | 8.67 | 8.94 | 9.99 | 10.37 | 10.20 | 9.52 | 8.91 | 7.32 | 5.56 | 100 |
| المعدل العام | 288 | 358 | 409 | 551 | 641 | 726 | 779 | 776 | 762 | 688 | 488 | 387 | 6852 |
| نسبة الجريان % | 4.20 | 5.22 | 5.96 | 8.04 | 9.35 | 10.60 | 11.37 | 11.33 | 11.12 | 10.04 | 7.12 | 5.65 | 100 |

**المصدر:**

**( الجدول 1)**

التصريف للسنة 1977–1978 إلى 142م$^3$/ثانية ليمثل 4% من معدل التصريف للسنة 2007–2008. وانخفض معامل الاختلاف من 45.81% إلى 18.62% للسنتين على التوالي.

إن انخفاض مدى التصريف الشهري ومعامل الاختلاف مؤشراً على انخفاض التصريف الشهري وانتظام نسبة الجريان على مدار السنة ويمكن تعليل ذلك بسبب مساهمة السدود والخزانات المائية في انخفاض وتنظيم كمية المياه المتدفقة إلى مجرى النهر مما يقلل من مدى التباين بين معدلات التصريف الشهري على مدار السنة.

## تحليل ملوحة مياه شط العرب: Salinity Analysis of Shatt Al-Arab Water

يبلغ المعدل العام لمجموع المواد الذائبة (TDS) في مياه شط العرب في مدينة البصرة 1962 ملغم/لتر للمدة 1977–2008 جدول (3). إن الاتجاه العام للمعدلات السنوية لملوحة مياه النهر تميل إلى الارتفاع حيث ازدادت معدلات الملوحة من 1283 ملغم/لتر في السنة المائية 1977–1978 إلى 3629 ملغم/لتر في السنة 2007–2008 مما يعني ارتفاع معدل ملوحة المياه بمقداره 2346 ملغم/لتر(283%) وبمعامل اختلاف مقداره 48%. لقد شهدت المعدلات السنوية لملوحة المياه حالة من الانخفاض المفاجئ لتصل إلى 1063 ملغم/لتر في السنة 1997–1998، ومن ثم تعود معدلات الملوحة إلى الارتفاع التدريجي لتصل إلى 3629 ملغم/لتر في السنة 2007–2008. ويمكن تعليل سبب الانخفاض المفاجئ لملوحة مياه شط العرب إلى تجفيف اهوار جنوب العراق خلال المدة 1994–2003 والتي كانت تسهم في رفع ملوحة مياه النهر وذلك لارتفاع ملوحة مياه الأهوار بمقدار 4096 ملغم/لتر جراء التبخر السطحي من الأهوار وتراكم الأملاح بمقدار48 مليون طن/سنة كما تصرف مياه البزل المالحة وبمقدار 4.2 كم$^3$/سنة إلى منطقة الأهوار (الأسدي، 2002). أما المعدلات الشهرية للملوحة فترتفع في الأشهر (تموز– تشرين الأول) ويسجل شهر تشرين الأول أعلى المعدلات وبمقدار2210 ملغم/لتر للمدة 1977–2008، بينما تنخفض الملوحة في الأشهر (كانون الثاني– مايس) ويسجل شهر شباط أدنى المعدلات وبمقدار 1791 ملغم/لتر. إن مقدار التباين في المعدلات الشهرية للملوحة في ارتفاع مستمر فقد ارتفع المدى من 639 ملغم/لتر في السنة 1977–1978 إلى 1581 ملغم/لتر في السنة 2007–2008 وانخفض معامل الاختلاف من 15% إلى 13% للسنتين على التوالي. إن ارتفاع المدى الشهري للملوحة وانخفاض معامل الاختلاف مؤشر على ارتفاع المعدلات الشهرية لملوحة مياه النهر على مدار السنة.

**جدول(3) المعدلات السنوية والشهرية لتركيز المواد الذائبة الكلية (ملغم/لتر) في مياه شط العرب في مدينة البصرة للمدة 1977– 2008.**

| الشهر / السنة | تشرين 1 | تشرين 2 | كانون 1 | كانون 2 | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | آب | أيلول | المعدل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1978 -1977 | 1579 | 1492 | 1490 | 1400 | 1313 | 1170 | 1131 | 1125 | 940 | 1124 | 1210 | 1418 | 1283 |
| 1987 -1986 | 2300 | 2300 | 2170 | 2000 | 1820 | 1950 | 1900 | 1770 | 1668 | 2005 | 2250 | 2290 | 2035 |
| 1990-1989 | 3984 | 2845 | 2897 | 2888 | 2226 | 2380 | 2697 | 2934 | 3154 | 3231 | 2942 | 3316 | 2958 |
| 1995-1994 | 1403 | 1250 | 825 | 962 | 1040 | 1175 | 1304 | 1167 | 1267 | 1255 | 1808 | 1384 | 1237 |
| 1998-1997 | 1446 | 1290 | 1169 | 1002 | 1046 | 1068 | 781 | 739 | 877 | 979 | 960 | 1400 | 1063 |
| 2006-2005 | 1602 | 1613 | 1586 | 1522 | 1483 | 1418 | 1405 | 1349 | 1349 | 1633 | 1773 | 1625 | 1530 |
| 2008 -2007 | 3156 | 2849 | 3168 | 3332 | 3611 | 3623 | 3327 | 3953 | 4309 | 4430 | 4124 | 3671 | 3629 |
| المعدل العام | 2210 | 1948 | 1901 | 1872 | 1791 | 1826 | 1792 | 1862 | 1938 | 2094 | 2152 | 2158 | 1962 |

**المصادر:**

**1-(Polisrvice Co., 1979)**

**2- (الربيعي، 1990)**

**3- (عبد الله، 1990)**

**4- (المحمود، 2009)**

**العلاقة بين التصريف والملوحة: Relationship Between The discharge and Salinity**

يتعرض التصريف المائي لشط العرب إلى الانخفاض المستمر وبمعامل اختلاف سنوي مقداره 39% بينما تشهد ملوحة المياه ارتفاعاً متواصلاً وبمعامل اختلاف سنوي مقداره 48% مما يؤشر إلى وجود علاقة عكسية بين التصريف والملوحة، ولتحديد مدى قوة العلاقة بينهما تم الاستعانة بمعادلة معامل الارتباط الآتية: (Bluman, 2004)

$$r = \frac{(\sum xy) - (\sum x \cdot \sum y)}{\sqrt{\left[(\sum x^2) - (\sum x)^2\right]\left[(\sum y^2) - (\sum y)^2\right]}}$$

**حيث أن**

**r = معامل الارتباط**

**x = قيم التصريف المائي**

**y = قيم الملوحة**

لقد أظهرت نتائج تطبيق المعادلة إن العلاقة بين التصريف السنوي وملوحة مياه شط العرب علاقة عكسية قوية إذ بلغ المعدل العام لمعامل الارتباط (0.70−) للمدة 1977−2008 جدول(4) وتزداد علاقة الارتباط قوة في السنة المائية 1977−1978 إذ يرتفع المعامل إلى (0.97−) وفي السنة1994−1995 تضعف العلاقة وينخفض معامل الارتباط إلى (0.33−)، وتشذ العلاقة بين التصريف والملوحة عن الاتجاه العام في السنة المائية 2007−2008 إذ تتغير علاقة الارتباط إلى علاقة طردية وبمعامل مقداره (0.36+) مما يخالف الثوابت الهيدرولوجية للنهر والمتضمنة انخفاض الملوحة بزيادة التصريف، ويمكن تعليل سبب ذلك إلى شدة الجفاف في عموم الحوض وانخفاض التصريف المائي في الأنهار مما أدى إلى الاعتماد على المياه المحتجزة في السدود والخزانات لتغذية الأنهار وهي مياه مالحة بفعل التبخر السطحي مما يزيد من ملوحة مياه الأنهار بزيادة التصريف المائي ولإعادة الأهوار علاقة بزيادة ملوحة مياه النهر جراء الاختلاط بها لاسيما في أشهر السنوات الجافة وربما يكون لتيار المد علاقة بزيادة التصريف المائي في السنوات الجافة. أما العلاقة الشهرية بين التصريف والملوحة فهي علاقة عكسية في جميع الأشهر وتكون قوية في الأشهر (كانون الثاني – مايس) ويمثل شهر كانون الأول أقوة علاقة وبمعامل ارتباط مقداره (0.9−)، بينما تضعف العلاقة في الأشهر (حزيران – تشرين الأول) ويمثل شهر تموز اضعف علاقة وبمعامل ارتباط مقداره (0.48−). بصورة عامة يتضح أن العلاقة بين التصريف والملوحة تكون قوية في السنوات والأشهر الرطبة ذات التصريف العالي وان ضعف العلاقة مؤشر إلى قوة تأثير العوامل الآخرة في ملوحة المياه.

**جدول(4) معامل الارتباط السنوي والشهري بين التصريف والملوحة في شط العرب للمدة 1977– 2008.**

| السنة | 1978-77 | | 1987-86 | | 1990-89 | | 1995-94 | | 1998-97 | | 2006-05 | | 2008-07 | | المعدل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| معامل الارتباط | -0.97 | | -0.81 | | -0.60 | | -0.33 | | -0.70 | | -0.79 | | +0.36 | | -0.70 |
| المعدل العام | تشرين 1 | تشرين 2 | كانون 1 | كانون 2 | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | آب | أيلول | المعدل | | |
| معامل الارتباط | 0.63 - | 0.86 - | 0.90 - | 0.82 - | 0.78 - | 0.75 - | 0.78 - | 0.70 - | 0.62 - | 0.48 - | 0.49 - | 0.63 - | 0.70 - | | |

## المعدل الموزون لملوحة المياه: Even Mean of water salinity

جرت العادة عند احتساب معدل تركيز المواد الذائبة الكلية (الملوحة) في المياه اعتماد طريقة المعدل الحسابي ($\bar{x}$)، وهو معدل معتمد في جميع الدراسات الهيدروكيمائية والزراعية والبيئية، غير أن ما يؤخذ على هذا المعدل هو إغفاله للتباينات الزمنية لكمية التصريف المائي. حيث يتعامل المعدل الحسابي مع قيم الأملاح الذائبة في عينة محدودة من المياه خلال فترة اخذ العينات، ولذلك فهذا المعدل لا يمثل معدل الأملاح الذائبة لمجموع الفترات المختلفة من الجريان المائي.

إن لكمية التصريف المائي علاقة بمعدلات تركيز المواد الذائبة في المياه وبمجموعها الكلي، لذلك فالدراسات الهيدرولوجية الحديثة والتي تتخذ من ملوحة المياه موضوعاً أساسياً للدراسة تعتمد في احتساب معدلات تركيز المواد الذائبة الكلية في المياه على المعدل الموزون ( Event Mean Concentration) الذي يقوم على وزن قيم الملوحة بقيم التصريف المائي في جميع ثواني الفترة المدروسة. لذلك فان المعدل الموزون مقياس دقيق لملوحة المياه حيث يمثل الصورة الواقعية لمعدل تركيز المواد الذائبة في المياه الجارية خلال السنة المائية لكونه يمثل معدل وزن (حمل) جميع المواد الذائبة (ملغم) في الحجم الكلي للمياه الجارية (لتر) في جميع أوقات السنة (ثانية). ويتم احتساب المعدل الموزون بواسطة المعادلة الآتية: (USDAFS, 2011)

$$EMC = \frac{\sum L_I}{\sum V_I}$$

$$Li = Ci \times Vi$$

$$Vi = Qi \times ti$$

**حيث أن**

**EMC = معدل ملوحة الملوحة الموزون بالمياه (ملغم/لتر/ثانية)**

**Li = مجموع المواد الذائبة (ملغم/لتر/سنة)**

**Ci = تركيز المواد الذائبة (ملغم/لتر)**

**Vi = مجموع كمية المياه (لتر/سنة)**

**Qi = تصريف المياه (لتر/ثانية)**

**ti = الفترة (ثانية)**

لقد أظهرت نتائج تطبيق معادلة ملوحة المياه الموزون بالتصريف المائي في شط العرب انخفاض المعدل العام للمعدل الموزون البالغ 1936 ملغم/لتر/ثانية بمقدار 26 ملغم/لتر (1.34%) عن معدلها الحسابي البالغ 1962 ملغم/لتر للمدة 1977– 2008 جدول (5). ويزداد انخفاض المعدل الموزون في السنة المائية 1977–1978 بمقدار 48 ملغم/لتر (3.89%) حيث بلغ معدل الملوحة الموزون 1235 ملغم/لتر/ثانية بينما بلغ المعدل الحسابي 1283 ملغم/لتر، ويرجع سبب انخفاض المعدل الموزون إلى ضخامة التصريف المائي وبمقدار 903 م$^3$/ثانية خلال هذه السنة مما يعمل على التخفيف من حدة تركيز ملوحة المياه. بخلاف السنة المائية 2007– 2008 حيث أدى انخفاض التصريف المائي 246 م$^3$/ثانية إلى زيادة ملوحة مياه النهر بمقدار 50 ملغم/لتر (1.38%) حيث بلغ المعدل الموزون للملوحة 3679 ملغم/لتر/ثانية بعدما بلغ معدلها الحسابي 3629 ملغم/لتر.

**جدول (5) معدل ملوحة مياه شط العرب الموزون بمعدل التصريف المائي للمدة 1977–2008.**

| السنة | الشهر / المتغير | تشرين1 | تشرين 2 | كانون 1 | كانون 2 | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | أب | أيلول | المجموع | المعدل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 77 – 1978 | التصريف | 230 | 317 | 495 | 797 | 916 | 1082 | 1191 | 1313 | 1506 | 1463 | 963 | 563 | 10836 | 903 |
| | الملوحة | 1579 | 1492 | 1490 | 1400 | 1313 | 1170 | 1131 | 1125 | 940 | 1124 | 1210 | 1418 | 15392 | 1283 |
| | Vi | $6.1603^{11}$ | $8.2166^{11}$ | $1.3258^{12}$ | $2.1347^{12}$ | $2.2160^{12}$ | $2.8980^{12}$ | $3.0871^{12}$ | $3.5167^{12}$ | $3.9036^{12}$ | $3.9185^{12}$ | $2.5793^{12}$ | $1.4593^{12}$ | $2.8477^{13}$ | 1235 |
| | Li | $9.7271^{14}$ | $1.2259^{15}$ | $1.9755^{15}$ | $2.9886^{15}$ | $2.9096^{15}$ | $3.3907^{15}$ | $3.4915^{15}$ | $3.9563^{15}$ | $3.6693^{15}$ | $4.4034^{15}$ | $3.1210^{15}$ | $2.0693^{15}$ | $3.5174^{16}$ | |
| 07 – 2008 | التصريف | 188 | 197 | 217 | 256 | 264 | 295 | 306 | 301 | 281 | 263 | 216 | 164 | 2952 | 246 |
| | الملوحة | 3156 | 2849 | 3168 | 3332 | 3611 | 3623 | 3327 | 3953 | 4309 | 4430 | 4124 | 3671 | 43553 | 3629 |
| | Vi | $5.0354^{11}$ | $5.1062^{11}$ | $5.8121^{11}$ | $6.8567^{11}$ | $6.3867^{11}$ | $7.9013^{11}$ | $7.9315^{11}$ | $8.0620^{11}$ | $7.2835^{11}$ | $7.0442^{11}$ | $5.7853^{11}$ | $4.2509^{11}$ | 7.745612 | 3679 |
| | Li | $1.5892^{15}$ | $1.4548^{15}$ | $1.8413^{15}$ | $2.2846^{15}$ | $2.3062^{15}$ | $2.8626^{15}$ | $2.6388^{15}$ | $3.1869^{15}$ | $3.1206^{15}$ | $3.1206^{15}$ | $2.3859^{15}$ | $1.6880^{15}$ | 2.849716 | |
| معدل عام | التصريف | 288 | 358 | 409 | 551 | 641 | 726 | 779 | 776 | 762 | 688 | 488 | 387 | 6852 | 571 |
| | الملوحة | 2210 | 1948 | 1901 | 1872 | 1791 | 1826 | 1792 | 1862 | 1938 | 2094 | 2152 | 2158 | 23544 | 1962 |
| | Vi | $7.7138^{11}$ | $9.2794^{11}$ | $1.0955^{12}$ | $1.4758^{12}$ | $1.5507^{12}$ | $1.9445^{12}$ | $2.0192^{12}$ | $2.0784^{12}$ | $1.9751^{12}$ | $1.8427^{12}$ | $1.3071^{12}$ | $1.0031^{12}$ | $1.7991^{13}$ | 1936 |
| | Li | $1.7047^{15}$ | $1.8076^{15}$ | $2.0825^{15}$ | $2.7627^{15}$ | $2.7773^{15}$ | $3.5507^{15}$ | $3.6183^{15}$ | $3.8701^{15}$ | $3.8278^{15}$ | $3.8587^{15}$ | $2.8128^{15}$ | $2.1647^{15}$ | $3.4838^{16}$ | |

**المصادر:**

**1- (جدول 1)**

**2- (جدول 3)**

## الاستنتاجات Conclusions

1- يمثل التصريف المائي أهم العوامل المؤثرة في ملوحة مياه الأنهار وذلك لعلاقته المباشرة بمقدار تركيز المواد الذائبة في المياه، فضلاً عن دوره في تحديد مدى تأثير بعض العوامل في ملوحة المياه.

2- تشهد معدلات التصريف المائي السنوي في شط العرب انخفاضاً مستمراً مع الزمن، فقد انخفض المعدل من 903 م$^3$/ثانية في السنة المائية 1977-1978 إلى 246 م$^3$/ثانية في السنة 2007-2008 وبمعامل اختلاف مقداره 39%.

3- تتجه معدلات ملوحة مياه شط العرب إلى الارتفاع التدريجي مع الزمن، فقد ارتفع معدل تركيز المواد الذائبة من 1283 ملغم/لتر في السنة المائية 1977-1978 إلى 3629 ملغم/لتر في السنة 2007-2008 وبمعامل اختلاف مقداره 48%.

4- إن علاقة الارتباط بين التصريف المائي وملوحة مياه شط العرب علاقة عكسية قوية إذ بلغ المعدل العام لمعامل الارتباط (0.70-) للمدة 1977-2008، ويتأثر مدى قوة علاقة الارتباط بكمية التصريف المائي.

5- تزداد قوة العلاقة بين التصريف والملوحة في السنة المائية 1977-1978 وبمعامل ارتباط (0.97-) وتضعف العلاقة في السنة 1994-1995 إذ ينخفض معامل الارتباط إلى (0.33-)، بينما تشذ العلاقة بين التصريف والملوحة عن الاتجاه العام في السنة 2007-2008 إذ تتغير العلاقة إلى طردية وبمعامل مقداره (0.36+).

6- إن قيم معدلات ملوحة المياه الموزون بالتصريف المائي في شط العرب تختلف عن المعدلات الحسابية لملوحة المياه، وتتوقف طبيعة الاختلاف على كمية التصريف المائي حيث انخفض المعدل الموزون عن المعدل الحسابي بمقدار 48 ملغم/لتر في السنة المائية 1977- 1978، وازداد المعدل الموزون بمقدار 50 ملغم/لتر في السنة 2007- 2008.

**المصادر: References**

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (2002) إدارة الأهوار في جنوب العراق، مجلة آداب البصرة، العدد 35، جامعة البصرة، ص53–68.

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (2007) الخصائص الهيدرولوجية لنهر السويب وأهميته البيئية، مجلة الخليج العربي، مركز دراسات الخليج العربي، جامعة البصرة، بحث مقبول للنشر.

الربيعي، داود جاسم (1990) الموارد المائية السطحية في محافظة البصرة، مجلة الخليج العربي، مركز دراسات الخليج العربي، المجلد 22، العدد 2، جامعة البصرة، ص 145–196.

عبد الله, حسين جبر (2005) السدود وأثارها السلبية على بيئة الموارد المائية الواقع الحالي والمعالجات المقترحة, مجلة أبحاث ميسان, المجلد الأول, العدد الثاني, جامعة البصرة, ص 45–71.

عبد الله، صادق سالم (1990) دراسة في الحمولة النهرية لشط العرب في مدينة البصرة، رسالة ماجستير، مركز علوم البحار، جامعة البصرة، 115 صفحة.

محمد، ماجد السيد ولي (1998) المشاكل التي تتعرض لها الموارد المائية السطحية في العراق، مجلة الجغرافي العربي، العددين 4–5، بغداد، ص181– 190.

المحمود، حسن خليل (2009) دراسة حجم التصريف وتركيز المواد الذائبة الكلية لشط العرب (جنوب العراق), مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، جامعة البصرة, بحث مقبول للنشر.

المحمود، حسن خليل وعبد الله، صادق سالم والمهدي، أياد عبد الجليل (2008) التداخل بين الكتل المائية في الأهوار وشط العرب (جنوب العراق)، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد 23، العدد 1، جامعة البصرة، ص 181–199.

المشهداني، محمود عبد الرحمن والمهندس، مجيد حميد والصفار، محمد محمود وقندلا، عبد الأحد وخاور، جميل محمود (1978) إكمال شبكة البزل الرئيسية في العراق، المجلس الزراعي الأعلى، الدراسة رقم 2–3، بغداد، ص49–54.

المنصور،عبد العزيز شحادة (2000) المسألة المائية في السياسة السورية تجاه تركيا، مركز دراسات الوحدة العربية ، لبنان، ص111–112.

وزارة التخطيط (2010) الجهاز المركزي للإحصاء, المجموعة الإحصائية السنوية, 2009–2010, بغداد.

وزارة الموارد المائية (2008) تقرير حول الموارد المائية في العراق، مركز تقنية المعلومات، بغداد.

Al-Badran, B., AL- Mahdi, A. and Abdullah, S. (2002) Progression of the tidal wave in the Shatt AL- Arab river, south of Iraq, Mesopotamian

journal of marine sciences, Vol.16, No. 1, Basrah university, pp.89-100.

Al-Mahdi, A., and Salman, H. (1997) Some Hydrological characteristics of the Shatt Al-Arab River, south of Iraq, Mesopotamian journal of marine sciences, Vol.12, No.1, Basrah university, pp. 63-74.

Ayers, R. and Westcot, D. (1976) Water quality for agriculture, FAO, irrigation and drainage paper, No. 29, Roma, pp. 51-57.

Bluman, A. G. (2004) Elementary Statistics A step by step Approach, fifth edition, Mc Graw hill, New York, pp. 122-119, 499.

Brekke, L., Kiang, J., Rolf Olsen, J., Pulwarty, R., Raff, D., Philturnipseed, D., Webb, R. and White, K. (2009) Climate Change and Water Resources Management: A federal perspective, U.S. Geological Survey, Virginia, pp. 6- 11.

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, pp.64- 110.

Hem, J. (1989) Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, third edition, USA., pp.30-129.

Lutz, D. and Francois, B. (2007) Water quality studies – red rock and saylorville reservoirs des moines river, lowa, annual report, lowa state university, Ames, p.57.

Nomas, H. B. (1988) The water resources of Iraq: An assessment, Ph. D. thesis, Geography dep. Univ. of Durham, U.K., P

Polservice Co. (1979) GESD, Shatt Al-Arab Project, Feasibility Report Draft, Part A, Basrah, Iraq, PP.25-26, table 11.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2000).

Zhang, L., Song, X., Xia, J., Yuan, R., Zhang, Y., Liu, X. and Han, D. (2010) Major element chemistry of the Huai river basin, China, Applied Geochemistry, Elsevier, pp. 1-8.

United States Department of Agriculture – Forest Service (USDAFS) (2011) i-Tree is a cooperative initiative, Hydro Users Manua, USA, P. 27.