تقييم قناة شط العرب الاروائية

ا. د حمدان باجي نوماس الباحث. محمد عامر نعمة المطر
كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة البصرة

الملخص

تهدف الدراسة الى معرفة هيكلية قناة شط العرب الاروائية التي تبدأ من منطقة كتيبان في قضاء شط العرب وتنتهي في قضاء الفاو ، فضلاً عن تقييم كفاءتها الحالية والمستقبلية من خلال تحليل نوعية المياه في مجرى القناة وابراز الخصائص النوعية لها فضلا عن استخراج المتطلبات المائية الحالية والمخططة مستقبلاً لمنطقة المشروع ومقارنتها بكفاءة القناة.

ولقد أظهرت الدراسة ان المنطقة تعاني من عجز مائي مناخي طيلة أشهر السنة لكثرة الضائعات المائية من مجرى القناة وقد توصلت الدراسة الى جملة من الاستنتاجات والتوصيات.

Evaluation of Shatt-Al-Arab irrigational channel

Prof. Dr. Hamdan Bagi Nomas

Researcher .Mohamed Amer Nama Almatar

College of Human Education / Basrah University

Abstract

The study aims to investigate Shatt-Al-Arab structural irrigational channel which starts from the area of Kutaiban in Shatt-Al-Arab district and ends in the district of FAO, as well as to assess their current and future efficiency through water quality analysis in the course of the canal and to highlight their specific characteristics. In addition to extraction current and planned water requirements in the future for the project area and compare it to channel efficiency.

The study has shown that the region suffers from climatic water deficit throughout the year for the abundance of water lost of the channel. The study has reached to a set of conclusions and recommendations.

المقدمة

تعد قناة شط العرب الاروائيةمن القنوات الاصطناعية المبطنة بالكونكريت ،التي أنشأت في الجزء الجنوبي من العراق لنقل المياه العذبة من شط العرب في منطقة كتيبان (شمال المعقل) قبل ان تتأثر باللسان الملحي القادم من الخليج العرب الى المناطق المحاذية لشط العرب التي تعاني من مشكلة ملوحة مياه الري.

أولاً: مشكلة البحث:

يمكن صياغة مشكلة البحث والتي يتمحور حولها البحث بسؤال أو أسئلة عدة وكالآتي: (إلى أي مدى تسهم القناة في تغطية الاحتياجات المائية في منطقة المشروع؟ وماهي أهدافها الاقتصادية؟)

ثانياً : فرضية البحث:

يفترض البحث أهمية القناة في معالجة شحة المياه في المنطقة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى معرفة الحاجات المائية للقطاعات المختلفة في منطقة الدراسة ومقارنتها مع الإيراد المائي الحالي للمشروع كما تهدف إلى تقدير الاحتياجات المائية المستقبلية للمشروع ومقارنتها مع الإيراد المائي المستقبلي للمشروع، كما يبين البحث الموازنة المائية في منطقة المشروع ودورها في التأثير على كميات الضائعات المائية بالتبخر السطحي.

خامساً: منهج البحث:

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي المقارن لبيان مدى التغيرات بعد تنفيذ القناة الاروائية

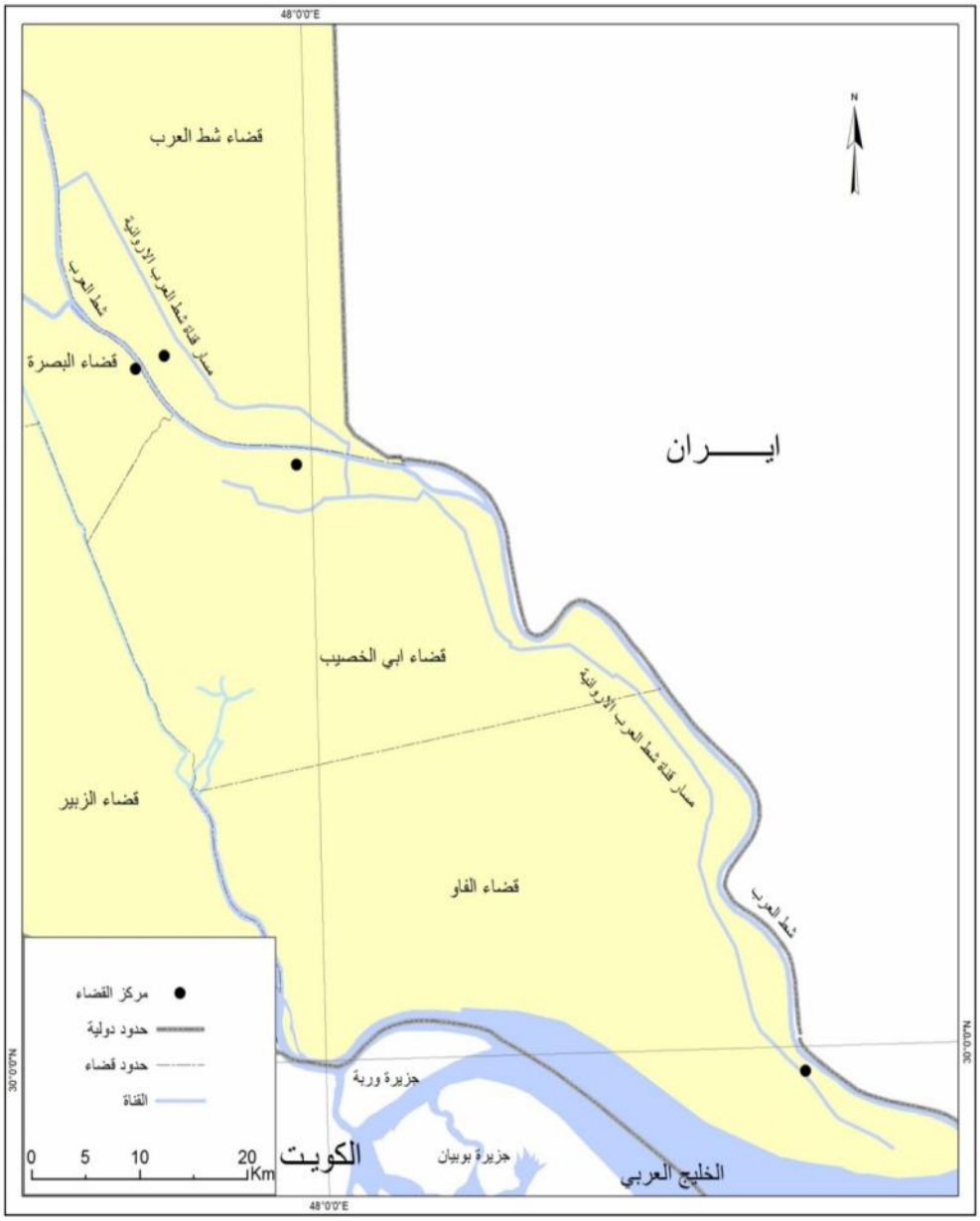
سادساً: مبررات الدراسة:

١. التعرف على القناة الاروائية وبيان أهدافها.
٢. التعرف على الإمدادات المائية للقناة.
٣. تقدير حجم الضائعات بالتبخر في المنطقة.
٤. معرفة حجم المتطلبات والموازنة المائية في المنطقة.

سابعاً: حدود منطقة الدراسة:

تقع قناة شط العرب الاروائية ضمن الحدود الجنوبية من العراق في محافظة البصرة ، إذ تمتد من الجزء الجنوبي الشرقي لمحافظة البصرة الى اقصى جنوب المحافظة (خريطة١). اما الموقع الفلكي لها يقع بين (-40°30 شمالا و --45°47 شرقا) و(-29°48 شمالا _ 52°29 شرقا) ابتداء من قضاء شط العرب الى قضاء الفاو مروراً في قضاء ابي الخصيب أذ تقع 3 وحدات ادارية ضمن حدود منطقة المشروع .

خريطة (١) موقع ومسار قناة شط العرب الاروائية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية محافظة البصرة 2018 للباندات (4, 5, 6) والمتحسس LDCM للقمر الصناعي Landsat-8

تمهيد

يعد الماء من المقومات الأساسية لحياة الأنسان لذا بدأت عملية الري البدائية منذ القدم نتيجة الفيضانات التي تعرضت لها الأراضي الزراعية المجاورة للأنهار ومايتبع ذلك من منفعة للمزروعات وبذلك بدا الاهتمام بالمشاريع الاروائية، ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة اكثر من غيرها من المناطق التي يعد العراق جزأ منها كونها اكثر المناطق استهلاكا" للمياه بسبب طبيعة الظروف المناخية الصعبة التي تعيشها، ويتعرض العراق في السنوات الأخيرة إلى أزمة مائية كبيرة ، اذ انخفضت واردات المياه الداخلة اليه مما أدى إلى انخفاض مناسيب المياه لذا تعد دراسة مشروع قناة شط العرب الاروائي أحد الحلول لمعالجة هذا الأزمة من خلال الإحاطة بخصائص مياه المشروع ودراستها بصورة علمية مستفيضة من أجلال حفاظ على كمية المياه المتوفرة وتحقيق التوازن بين الطلب عليها والمتوفر منها .وستتم دراسة هذا المشروع بالشكل الآتي:

اولاً : الخصائص الهيدرولوجية لقناة شط العرب

يتكون المشروع من ثلاثة أقسام رئيسة وكالاتي:

١. القاطع الشمالي:

يبدا القاطع الشمالي من منطقة كتيبان التي تقع في الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة البصرة من المحطة الكيلو مترية[*] (0) حيث توجد محطة الضح الرئيسة (PS1)التي تقوم بتحويل وضخ المياه من شط العرب الى مجرى القناة.

يبلغ طول القناة في هذا القاطع 39 كم مؤلفة منمقطعين المقطع الأول تكون فيه القناة بشكل شبه منحرف وبعرض (20 متر) وبطول (25,300 كم) والمقطع الثاني جدار على شكل_U وبطول (13,700كم) بارتفاع (2,90 متر) وسمك (30 سم).

يتراوح عرض القناة في القاطع الشمالي بين 20 _ 23 متر أذ يبدا القاطع الشمالي بعرض 20 متر في منطقة كتيبان (قضاء شط العرب) وينتهي في منطقة الشلامجة (قضاء شط العرب) بعرض 23 متر.

٢. السايفون

صمم السايفون لتمرير (7) أنابيب أسفل قاع شط العرب إذ يصل قطر الانبوب الواحد منها الى (1,20 متر)بتصريف كلي قدره (20 م^3/ ثانية) تم تصميم السايفون بالشكل الذي لا يعيق حركة الملاحة البحرية في شط العرب في الحاضر والمستقبل اذ توجد هذه الانابيب أسفل قاع شط العرب بعمق (13متر).

٣. القاطع الجنوبي

يبدأ القاطع الجنوبي من حوض استلام المياه الذي يقع في مؤخرة السايفون في قضاء أبي الخصيب عند المحطة الكيلو مترية (40) وتكون القناة على شكل _U ويتفرع القاطع الجنوبي الى فرعين:

أ- قناة فرعية

تتفرع القناة في المحطة الكيلو مترية (735+43)الى قناة فرعية تتجه باتجاه قضاء ابي الخصيب بطول يصل الى (13,600 كم) في حين يكون اتساعها ٨ امتار عند بدايتها ويتقلص تدريجيا"الى ٣ امتار عند نهايتها.

ب- قناة رئيسة

تبدأ من المحطة الكيلو مترية (735+43) الى المحطة الكيلو مترية (128) وهي اخر نقطة في القناة الاروائية في منطقة رأس البيشة في قضاء الفاو ويبلغ طول القناة الرئيسة (84) كم يتراوح عرض القناة في القاطع الجنوبي بين 20 مترا" عند بدايتها ويتناقص الى 1.60 متر عند نهايتها .

ثانياً : أهداف المشروع

يهدف المشروع الى تحقيق الأهداف الآتية:

١. توفير المياه الصالحة للاستخدام البشري والحيواني والزراعي
٢. الاستخدام الأنسب للحصة المائية وتحقيق عدالة توزيعية قدر الامكان.
٣. توسيع رقعة الاراضي الزراعية المروية وذلك من خلال تأمين الحصة المائية المقررة للمساحة كخطوة اساسية لعملية الانتاج الزراعي وتحقيق الكثافة الزراعية
٤. استصلاح الأراضي الزراعية التي تعاني من مشكلة الملوحة
٥. توفير المياه ذات النوعية الجيدة لمحطات تحلية المياه ومزارع الأسماك في المنطقة.

ثالثاً: الخصائص النوعية للمياه في مجرى قناة شط العرب الاروائية

تمهيد

تتأثر الخصائص النوعية للمياه بإذابة العديد من العناصر بما فيها الغازات والعوالق في الجو ونواتج النحت والتعرية للصخور والتربة وتفاعلات الترسيب والإحلال فضلا عن تأثيرات الإنسان الناتجة عن النشاط المدني للأرض[١]

تتأثر قناة شط العرب الاروائية بنوعية المياه المزودة من المصدر (شط العرب) عند بداية القناة وكمية الرواسب التي تكون على طول امتداد القناة وبشكل اقل النباتات التي تنمو فيها فضلا عن الظروف المناخية . وتجدر الإشارة إلى ان هناك بعض الأيونات والمعادن تتواجد ترتفع نسبها أو تنخفض في مياه النهر دون الوصول إلى العوامل والأسباب التي أدت إلى ارتفاعها أو الانخفاض فتكون مجهولة المصدر[٢]

تضافرت هذه العوامل بصورة مجتمعة أو منفصلة على تغيير الخصائص النوعية للمياه تغير زماني او مكاني.ومن اجل معرفة اختلاف الخصائص النوعية للمياه بين محطات القناة الناقلة ومعرفة ما إذا كانت تقع ضمن الحدود الطبيعية تم جمع وتحليل مجموعة من العينات للمياه من القناة الاروائية في مواقع معينة بلغ عددها (4) عينة على طول امتداد القناة الناقلة ضمن منطقة المشروعوللموسمين فصل الشتاء في شهر

كانون الثاني وفصل الصيف في شهر تموز (جدول1) ومن اهم المؤشرات المستخدمة لتقييم المياه السطحية في هي

١. الأملاح الكلية الذائبة (T.D.S) Total Dissolved Solids

يعبر عن ملوحة المياه بمجموع الأملاح الذائبة في المياه التي تعني المواد الصلبة الذائبة الكلية، أذ ان المياه النقية رديئة التوصيل للكهربائية وأن زيادة تركيز الأملاح الذائبة فيالمياه يعمل على زيادة التوصيل الكهربائي وعلى الرغم من سرعة قياس التوصيلية الكهربائية للمياه ألاأنها تعبر عن تركيز الأملاح الذائبة في المياه بشكل تقريبي[٣].

يتضح من (جدول2_شكل 1) أن قيم TDS تتباين زمانياً ومكانياً في مياه منطقة الدراسة، وعلى صعيد التباين المكاني بين محطات القناة الناقلة فقد سجلت محطة (P4) اعلى تركيز بمعدل بلغ 2511 ملغم /لتر يعزى إلى الاختلاط مع المياه الأرضية بسبب فيضان مياه القناة قرب المحطة المذكورة على الجوانب في حين سجلت محطة (P2) أدنى تركيز بمعدل 1464 ملغم /لتر ، بينما يظهر التباين الزماني بين محطات القناة الناقلة اذ سجلت محطاتها اعلى تراكيز خلال فصل الشتاء اعلى القيم سجلت في محطة (P4) بمقدار 3220 ملغم /لتر، ويعزى ذلك إلى الانخفاض في معدلات التصريف خلال فصل الشتاء يزيد من قابلية الماء على حمل المواد الذائبة [4]، وأدنى القيم 1679 ملغم /لتر محطة (p2) .

(جدول ١) مواقع اخذ العينات من القناة الاروائية

مواقع العينات	القناة الناقلة	الإحداثيات
P1	مضخة PS1	N30" 39" 97" E47" 45" 74"
P2	مضخة PS2	N30" 27" 29" E48" 01" 53"
P3	السيبة	N30" 18" 81" E48" 11" 24"
P4	الفاو	N29" 58" 58" E48" 27" 22"

المصدر : من عمل الباحث باستخدام جهاز تحديد المواقع GPS GARMIN

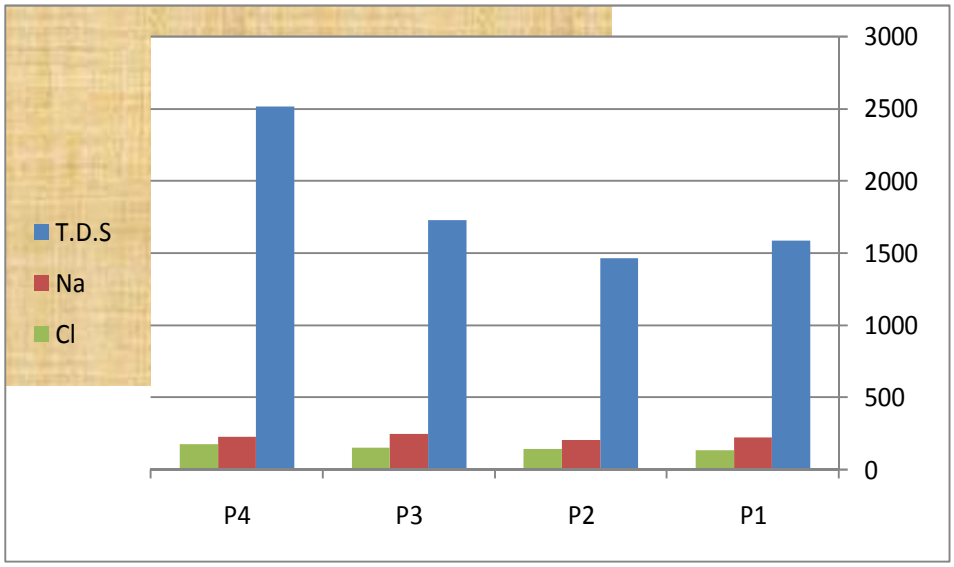
(جدول٢)

الخصائص النوعية للمياه في مشروع قناة شط العرب الاروائية٢٠١٧_٢٠١٨

العناصر	T.D.S (ملغم / لتر)			E.C (ديسمنز / م)			PH(ملغم / لتر)			Na(ملغم / لتر)			Cl(ملغم / لتر)		
المحطات	الشتاء	الصيف	المعدل	الشتاء	الصيف	المعدل	الشتاء	الصيف	المعدل	الشتاء	الصيف	المعدل	الشتاء	الصيف	المعدل
P1	2070	1100	1585	4.5	2	3.25	8.13	7.21	7.6	302	147	224	168	104	136
P2	1679	1250	1464	3.65	2.23	2.94	8.27	7.79	8.03	252	160	206	162	120	144
P3	2047	1408	1727	4.45	2.57	3.5	8.05	7.89	8	292	204	248	160	153	156
P4	3220	1803	2511	7	4	5.5	8.07	7.49	7.7	272	191	231	200	160	180

(شكل ١)

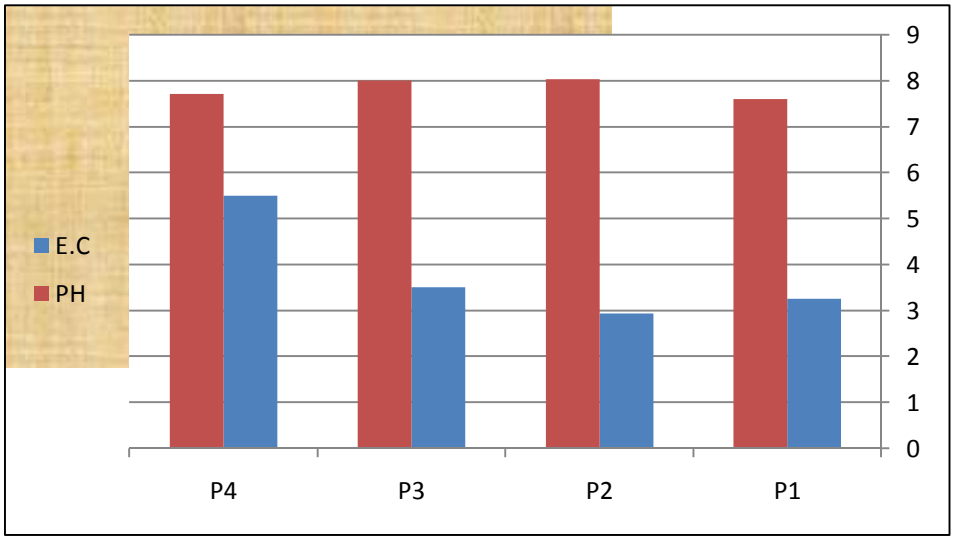
يوضح قيم (T.D.S , Na ,Cl) في مياه قناة شط العرب الاروائية لسنة ٢٠١٧-٢٠١٨



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدول (٢)

(شكل٢)

يوضح قيم (EC ,PH) في مياه قناة شط العرب الاروائية لسنة ٢٠١٧-٢٠١٨



المصدر بالاعتماد على جدول (٢)

٢. التوصيلية الكهربائية (E.C) Elecrtrical Conductivity

هي قابلية الماء على نقل التيار الكهربائي وتعتمد على تراكيز الأيونات الذائبة في الماء وعلى درجة حرارة الماء.

وتعد الحوامض والقواعد والأملاح اللاعضوية المذابة في الماء موصلات جيدة للتيار الكهربائي بينما الأملاح والحوامض العضوية رديئة التوصيل للتيار لكونها قليلة التأين في الماء [٥].

وتكمن أهمية قياس التوصيلية الكهربائية في التعرف على كمية المواد الذائبة في المياه ومن ثم الاستفادة منها في تقييمها وكذلك فأنها تمثل دليلاً جيداً لتحديد درجة التمعدن للمياه [٦]، كما يعد عاملاً مهماً في معرفة كمية الأملاح الكلية الموجودة في المياه

يتضح من (جدول٢_شكل ٢) ان قيم EC تتباين زمانياً ومكانياً وعلى صعيد التباين المكاني سجلت محطات القناة الناقلة معدلات تراوحت بين اعلى معدل ٥.٥ ديسيمنز /متر محطة (P4) يعزى ارتفاع نسبة التوصيلة الى الاختلاط مع المياه الأرضية في هذه المحطة وأدنى معدل 2.94 ديسي منز/متر في محطة (P2).

كما يتضح ان هناك تباين زماني بين محطات القياس اذ سجلت محطات القناة الناقلة اذ سجلت اعلى تراكيز خلال فصل الشتاء اعلى قيمة ٧ وادنى قيمة٣.٦٥ديسمنز/ متر لمحطات (P2,P4)على التوالي وادنى التراكيز سجلت خلال فصل الصيف بقيم تراوحت بين 2،4 ديسي منز/م لمحطات (P1,P4) على التوالي.

٣. الاس الهيدروجيني PH

يعد (PH) من الخصائص الكيميائية التي يتم من خلالها معرفة طبيعة الوسط المادي اهو حامضي ام قاعدي، فالمحاليل ذات الصفة القاعدية يكون ال(PH) فيها أكثر من (7) بينما المحاليل ذات الصفة الحامضية يكون ال (PH) فيها اقل من (7)،

اما إذا كان ال(PH) يساوي (٧) فهو متعادل[٧] ،كما يعد مؤشر وجود أنواع الكائنات الحية في المياه [٨]. ويتضح من (جدول ٢_شكل ٢) ان قيم PH تتباين زمانيا ومكانيا. نستنتج مما سبق بان قيم ال(PH) تتباين زمانياً ومكانياً بين محطات القناة الاروائية. اذ تتباين قيم (PH) مكانيا بين محطات القناة الناقلة بمعدلات تراوحت بين اعلى تركيز في محطة (P2) بمعدل ٨.٠٣ ملغم /لتر وأدنى تركيز في محطة (P1) بمعدل 7.6 ملغم /لتر.

كما يظهر التباين الزماني بين محطات القناة الناقلة حيث سجلت اعلى تراكيز خلال فصل الشتاء بقيم تراوحت 8.13, 8.27, 8.05 ,8.07 ملغم /لتر بين محطات (P4,P3,P2,P1) على التوالي وادنى القيم خلال فصل الصيف.

٤. **الصوديوم (Na)** Sodium

يعد عنصر الصوديوم من العناصر المهمة حيت تعددت مجالات استخدامه يدخل في كثير من الأنشطة البشرية كالزراعة والصناعة ، كما له أهميته في حياه الأنسان يدخل في طعامه وخاصة كلوريد الصوديوم الذي يستخدم كملح للطعام [٩]. هو من أكثر الفلزات الترابية شيوعا ويتميز بقابليته العالية للإذابة وانه يكسب الماء طعما مالحا ويعد ساما للأحياء المائية عند زيادة تركيزه عن 200 ملغم/لتر، أفضل البيئات التي يزداد فيها في المناطق الجافة قليلة الأمطار كما ان قيمه تختلف من مكان إلى أخر قد تكون دون الحدود الطبيعية وقد تكون تجاوزت الحدود الطبيعية للصوديوم (جدول 3).

يتضح من (جدول 2_شكل 1) ان قيمة الصوديوم تتباين زمانياً ومكانياً،يتضح التباين الزماني بين محطات القناة الناقلة اذ سجلت اعلى المعدلات خلال فصل الشتاء وبمقدار 302-252-292-272 ملغم/لتر في محطات (P4–P3–P2–P1) وأدنى القيم خلال فصل الصيف بمقدار 147-160-204-191 ملغم/لتر في محطات (P4–P3–P2–P1) على التوالي.

ويتضح ان هنالك تباين مكاني بين محطات القناة الناقلة اذ سجلت معدلات تراوحت بين اعلى تركيز في محطة (P3) بمعدل ٢٤٨ ملغم /لتر وأدنه تركيز في محطة (P2) بمعدل 206ملغم / لتر.

ان الحدود الطبيعية لقيم الصوديوم هي 1>450 في حين المعدل العالمي للأنهار ١٠,٦ ملغم / لتر بالمقارنة مع محطات القناة الناقلة نجد انها سجلت قيم ضمن الحدود الطبيعية لتراكيز الصوديوم واعلى من المعدل العالمي لمياه الأنهار (جدول ٣)

(جدول ٣) الحدود الطبيعية ومعدلات تركيز العناصر الكبرى والمغذيات (ملغم/لتر) في المياه السطحية والانهار

العناصر	الحدود الطبيعية	المعدل العالمي لمياه الأنهار
الصوديوم Na	450>1	١٠,٦
الكالسيوم Ca	100>-<15	٢١,٨
المغنيسيوم Mg	50-1	٥,٦
البوتاسيوم K	51-<1	٢,٣
الكلوريداتCl	٤٠-٢	٧,٨
الكبريتاتSO_4	٨٠-٢	١١,٢
البيكاربوناتHCO_4	٤٠-٢٥	٥٨,٤

المصدر : صفاء عبد الأمير رشم الأسدي ، الحمولة النهرية في شط العرب وأثارها البيئية ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٢ ، ص ٩٤.

٥. **الكالسيوم (Ca)** Calcium

يعد الكالسيوم من الأيونات الموجبة الضرورية لنمو النبات والحيوان والأكثر تواجداً في الماء ومصدره هو ما تحتويه الصخور التي يقطعها النهر.

ان المديات الطبيعية لحدود الكالسيوم تتراوح بين 15>-<100 وان المعدل العالمي يكون 21,8 ملغم /لتر،(جدول٣) .

يتضح من (جدول ٢) ان قيم الكالسيوم تتباين مكانياً بين محطات القناة الناقلة فقد سجلت محطاتها معدلات تراوحت بين اعلى تركيز في محطة (P4) بمعدل 180 ملغم /لتر وأدنى التراكيز في محطة (P1) بمعدل 136 ملغم /لتر ويعود إلىعوامل

تساهم في رفع قيم الكالسيوم منها كمية الترسبات الحاوية على تراكيز الكالسيوم وتأثير درجات الحرارة والعوامل المناخية الأخرى.

أما من حيث المقارنة مع الحدود الطبيعية نجد أن معدل الكالسيوم في محطات القناة الناقلة اعلى من الحدود الطبيعية والمعدل العالمي وفي جميع المحطات ،كما ويتضح ان هنالك تباينا زمانيا بين محطات القناة الناقلة اذ سجل فصل الشتاء اعلى تراكيز بقيم تراوحت (200, 160, 162, 168 ملغم /لتر) لمحطات (P4–P3–P2–P1) وادنى التراكيز خلال فصل الصيف .

رابعا" : تحديد اتجاه سير العناصر Determine the direction of the elements

ان النظام النوعي للمياه في حالة توازن مع محيطه وان أي تغير خارجي يطرا على البيئة كدرجة الحرارة مثلاً سوف ينعكس بصورة أساسية على نوعية هذا النظام ويعمل على تغاير نوعية المياه بما يتلاءم مع هذ التغيير[١٠]، من خلال تحليل الخصائص النوعية للمياه في منطقة المشروع قناة شط العرب نلاحظ ان هناك نوعين من المتغيرات هي :

١. متغيرات فصلية *S*easonal variable*s*

يتضح من تحليل بيانات المياه للمنطقة المدروسة وللفصلين الشتاء (كانون الثاني) الصيف (تموز) في قناة شط العرب الاروائية وجود فروقات معنوية في نتائجها وللفصلين فقد ارتفعت تراكيز العناصر خلال فصل الشتاء وانخفضت خلال فصل الصيف يعزى الارتفاع الموسمي الى محدودية الاستخدام المائي من القناة خلال فصل الشتاء وبالتالي قلة تزويد القناة بالمياه من المصدر مع وجود كمية من الترسبات الترابية داخل مجرى القناة عملت على رفع قيم التراكيز.

٢. متغيرات مكانية *Spatial variables*

ومن ملاحظة تغاير كل من (Cl) (EC) (T.D.S) (PH) في محطات (P2,P3,P4) تتسم معدلاتها بالارتفاع التدريجي بالاتجاه نحو نهاية القناة في قضاء الفاو لكن بمعدلات اقل من شط العرب قد تصل في بعض العناصر الى النصف

يعزى ارتفاعها إلى نوعية المياه المزودة من المصدر والظروف الجوية فضلا عن كميات الترسبات الترابية من الأكتاف المجاورة التي تحتويها وتكون ذات التأثير الأكبر في رفع معدلات التراكيز المذكورة خصوصا في محطة (P4) اذ سجلت اعلى المعدلات بسبب فيضان المياه على جانبي القناة واختلاطها بالتربة المالحة المجاورة لها ساهمت في رفع معدلات العناصر (صورة ١) .

(صورة ١) فيضان مياه القناة على الأكتاف المجاورة لها

المصدر: العمل الميداني التقطت بتاريخ ٢/١٠/٢٠١٧.

خامسا" : الموازنة المائية المناخية في منطقة مشروع القناة

تعد الموازنة المائية المناخية من الطرق المهمة التي تحدد الحاجات المائية في المناطق المختلفة، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة، كما أنها ترتبط ارتباطاً وثيقاً ومباشراً بالعناصر المناخية، فمعرفة كمية المياه التي تطلبها المحاصيل، ومعرفة فترات العجز والفائض المائي، يعد ضرورة مهمة هدفها المحافظة على الثروة المائية والزراعية.

ويعرف ثورن ثويت الموازنة المائية المناخية بأنها " العلاقة بين ما يدخل منطقة ما من مياه بشكل تساقط (p) وبين الفاقد منها بفعل التبخر والنتح من النبات (ET) وكذلك أي تغيرات في المياه المختزلة (رطوبة التربة والمياه الجوفية والمسطحات المائية ... الخ) وهو الذي يحدد الجفاف ودرجته في أي مكان [١١].

معادلة ثورنثويت:

صيغة المعادلة على النحو الاتي[١٢]:

$$PEx = 16 \frac{(10t)a}{j}$$

اذ ان

PEx = مقدار التبخر / النتح الكامن (ملم / شهر)

t = المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء (درجة مئوية)

j = دليل الحرارة السنوي يتكون من مجموع 12 شهراً

$$j = \Sigma j$$

لقد قام العالم (Serra) باختبار معادلة ثورن ثويت واقتراح حسابات مبسطة لاستخراج قيم (j) و(a) من خلال المعادلتين:

$$J = 0.09\ t\ (3/2)$$

a = قيمة ثابتة وتحسب على النحو الاتي:

$$a = 0.016\ j + 0.5$$

التبخر/ النتح الحقيقي يستخرج من المعادلة التالية:

$$PE=PEX\frac{DT}{365}$$

PE= حجم التبخر / النتح الحقيقي (ملم / شهر)

D= عدد أيام الشهر

T= معدل عدد ساعات الاشعاع الشمسي في اليوم (ساعة/ يوم)

كماتبرز أهمية تحديد أشهر الزيادة والنقصان المائي في معرفة الأشهر التي تشهد فائضا" مائيا" والاشهر التي تشهد عجزا" مائيا" ، إذا كان ناتج الفرق موجبتكون الاحتياجات المائية منخفضة بسبب وجود فائض مائي أما إذا كانت النتيجة سالبة فسوف ترتفع الاحتياجات المائية.

من خلال تطبيق المعادلة الأتية يمكن معرفة الزيادة والنقصان المائية للأشهر[١٣]:

$$WS=P-PE \ldots P>PE$$

$$WD=PE-P \ldots P<PE$$

إذا ان:

WS: الزيادة المائية ملم

WD: النقص المائي

P: الامطار ملم

PE: التبخر_ نتح كامن ملم

- **التطبيق الكمي لطرائق حساب التبخر / النتح والعجز المائي في منطقة المشروع**

يبين (جدول٣) ان اقل كمية للتبخر/ النتح الحقيقي الشهري في شهر كانون الثاني بلغت 31.35 ملم / شهر، سبب ذلك هو ان شهر كانون الثاني سجلت فيه أدنى درجات حرارة (12.4 م) ساعد ذلك على تقليل كمية التبخر/ النتح ، في المقابل سجلت اعلى كمية تبخر / نتح في شهر تموز بلغت نسبته 153.57ملم / شهر والسبب ان شهر تموز هو شهر حار جاف سجلت فيه اعلى درجة حرارة (28.2 م).

بلغ المجموع العام لكمية التبخر / النتح الحقيقي المحسوب 1099.91ملم وانحصرت الكميات الشهرية بين (31.35_153.57) ملم سجلت خلال شهري كانون الثاني وتموز على التوالي.

سجلت اعلى كميات تبخر نتح / حقيقي واقل كميات من المطر خلال أشهر الصيف بنسب تبلغ (145.07 و153.57 و150.13 و122.24) ملم في (حزيران، تموز، اب، ايلول)على التوالي.

حين سجلت اشهر الشتاء العكس حيث تنخفض هذه النسب فتسجل أدنى قيم التبخر / النتح الحقيقي اذ تبلغ (31.35، 35.98) ملم خلال شهري كانون الثاني وكانون الاول على التوالي.

نستنتج مما سبق ان هناك تباين على المستوى الشهري والفصلي في نسبة العجز المائي المناخي في منطقة المشروع اذ ترتفع نسبة العجز خلال أشهر الصيف حيث تنعدم كمية المدخلات الطبيعية (الامطار) يقابلها ارتفاع في كمية المخرجات (التبخر / النتح) وبشكل عام كل الأشهر في منطقة المشروع تعاني من عجز مائي وصل مجموعه السنوي الى 988.41-ملم.ومن ثم فان أراضي المشروع بحاجة الى ارواء على مدار السنة .

(جدول٤) الموازنة المائية المناخية لمنطقة المشروع ونسبة العجز % اعتمادا على معادلة ثورن ثويت

الاشهر	معدل درجة الحرارة الاعتيادية / مْ	كمية الامطار (ملم)	التبخر / النتح الحقيقي (ملم)	WS معادلة ثورن ثويت (فائض مائي)	WD معادلة ثورن ثويت (عجز مائي)	نسبة العجز %
كانون الثاني	12.4	6.5	31.35	0,00	-24.85	2.5
شباط	14.9	8	38.66	0,00	-30.36	3.0
اذار	19.3	29.2	59.18	0,00	-29.98	3.0
نيسان	25.3	4.4	98.37	0.00	-93.97	9.5
مايس	31.2	7.2	114.80	0,00	-107.6	10.8
حزيران	34.6	0	145.07	0.00	-145.07	14.6
تموز	36.1	0	153.57	0.00	-153.57	15.5
اب	35.6	0	150.13	0.00	-150.13	15.1
أيلول	32	0	122.24	0.00	-122.24	12.3
تشرين الاول	27.4	4.5	95.60	0.00	-91.1	9.2
تشرين الثاني	19.5	28.2	54.96	0.00	-26.76	2.7
كانون الأول	13.8	32.5	35.98	0.00	-3.48	0.35
المجموع السنوي	320.1	111.5	1099.91	0.00	-988.41	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على : بيانات محطة البصرة المناخية لسنة ٢٠١٦.

سادسا":الضائعات المائية

تعد عملية التبخر السطحي من اهم عمليات الدورة الهيدرولوجية ، وتتصف منطقة المشروع بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض في معدل سقوط الأمطار مما ينعكس على كميات التبخر السطحي ويمكن الوصول إلى حجم الضائعات المائية من مجرى القناة الاروائية بتطبيق معادلة كينز (Kienitz)[١٤].

$$S E = \frac{L W S}{P}$$

حيث ان:

S E = معدل التبخر السطحي من المجرى المائي م^{٣}/ ثا .

L = طول النهر (متر).

W = عرض النهر (متر)

S = مجموع التبخر السطحي في المحطة المناخية (متر).

P = المدة الزمنية (ثانية)

يبلغ طول القناة الاروائية 128 كم ومعدل عرض المجرى بلغ 13.1 م وبمجموع تبخر سنوي 3017.6ملم من خلال تطبيق المعادلة أعلاه اتضح ان الضائعات في التبخر بلغت 5.03 مليون م^{3} /سنة أي ما يعادل 0,0050 مليار م^{3} /سنة.

سابعا" : الاحتياجات المائية في منطقة المشروع

يهدف مشروع قناة شط العرب الاروائية الى التنمية في مجالات استخدام المياه المختلفة سواء الزراعية او السكانية او حتى الصناعية ، ونظرا للشحة المائية التي يمر بها العراق بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص لذلك من الضروري تقدير الاحتياجات المائية في منطقة المشروع وإبراز أي المجالات اكثر استخداما" للمياه. تنقسم الاحتياجات المائية في منطقة المشروع إلى:

١. الاحتياجات الزراعية

تختلف كميات المياه التي تحتاجها المحاصيل من محصول الى اخر تبعا لطبيعة المحصول ونوعه.

تحتوي منطقة المشروع على عده أنواع من المحاصيل تبلغ مساحتها المزروعة 8862 دونما" تشكل 15.8% من حجم المساحة الصالحة للزراعة في منطقة المشروع البالغة ٥٥٨٤٨ دونما"[١٥]. من خلال البيانات الواردة في (جدول ٥) يتبين ان القاطع الشمالي يستحوذ على اكبر احتياج مائي اذ وصل 21.43 مليون $م^3$ / سنة وبنسبة 74.6% من الحجم الكلي للاحتياج المائي في منطقة المشروع والسبب هو كبر المساحات المستثمرة زراعيا" البالغة 7243 دونما" يعزى اتساعها الى نوع مياه شط العرب الجيدة مقارنة بنوعية مياه القاطع الجنوبي اذ انعكست على نوعية التربة والمحاصيل المزروعة . في حين استحوذ القاطع الجنوبي على 25.3% من الاحتياج الكلي للمياه بمساحة مزروعة بلغت 1619 دونما" ومجموع احتياج مائي 7.28 مليون $م^3$ / سنة والسبب هو عدم صلاحية اغلب الأراضي للزراعة فضلا عن رداءة نوع المياه المستخدمة في الري ، ومن الجدير بالذكر ان كل المساحات المروية على طول امتداد القاطعين (الشمالي ، الجنوبي) تعتمد على مياه شط العرب في عملية الإرواء.

(جدول٥)الاحتياجات المائية الزراعية في منطقة المشروع

القطاعات	الأقضية	نوع المحصول	المساحة المزروعة دونم	المقنن المائي (م^3 / دونم)	الاحتياج المائي الكلي مليون م^3 / سنة	نسبة الاحتياج (%)
الشمالي	شط العرب	محاصيل الحبوب	5066	2143	10.85	
		محاصيل الخضروات	1427	3250	4.63	
		محاصيل العلف	750	7923	5.94	
المجموع			7243		21.42	74.6
الجنوبي	ابي الخصيب	محاصيل الحبوب	---	-----	---	
		محاصيل الخضروات	826	3250	2.68	
		محاصيل العلف	230	7923	1.82	
	الفاو	محاصيل الحبوب	50	2143	0.10	
		محاصيل الخضروات	298	3250	0.96	
		محاصيل العلف	215	7923	1.70	
المجموع			1619		7.26	25.4
المجموع الكلي			8862		28.69	100

المصدر:

١. وزارة الزراعة، مديرية زراعة البصرة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧ .

٢. غازي حميد الكواز، الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية المروية، مجلة الثورة الزراعية، العدد 45 السنة السادسة، بغداد .

٢. الاحتياجات المائية للسكان

يقصد بالاستهلاك المائي للسكان هو استخدام المياه من قبل السكان (الحضر ، الريف) للاستخدامات المختلفة سواء كان للأعمال المنزلية أو الشرب .

يقدرمعدل استهلاك الفرد الواحد للمياه 350 لتر/يوم [١٦]، ان الصفة الغالبة للسكان المستفيدين من مياه المشروع هم سكان من النسيج الريفي موزعين على ثلاثة اقضية في محافظة البصرة بلغ عددهم 32590 نسمة يشكلون 24% من المجموع الكلي للسكان الريف في المحافظة البالغ عددهم 133795 نسمة لعام ٢٠١٧[١٧].

يتبين من خلال (جدول٦) ان أعلى احتياج مائي سجل في قضاء أبي الخصيب اذ استحوذ على نصف الاحتياجات السكانية في منطقة المشروع أذ بلغ 2.23 مليون م^{٣} / سنة بسبب ارتفاع اعداد سكان الريف فيه الى 17526 نسمة يأتي قضاء شط العرب في المرتبة الثانية من حيث الاحتياج المائي بلغ 1.08 مليون م^{3} / سنة يشكل عدد سكان الريف فيه 8526 نسمة يحتل قضاء الفاو المرتبة الأخيرة بعدد 6538 نسمة ومجموع الاستهلاك المائي 0.83مليون م^{3}/ سنة ومن ثم فان مجموع الاستهلاك المائي للسكان في المنطقة 4.14 مليون م^{3} / سنة .

(جدول ٦) اعداد سكان الريف في منطقة المشروع لسنة ٢٠١٧ ومجموع الاستهلاك المائي السنوي

المنطقة	أعداد سكان الريف نسمة	الاحتياجات المائية مليون م^{٣} / سنة	نسبة الاحتياج %
قضاء شط العرب	8526	1.08	26.1
قضاء ابي الخصيب	17526	2.23	53.7
قضاء الفاو	6538	0.83	20.0
المجموع	32590	4.14	100

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد : على بيانات مديرية إحصاء البصرة، بيانات غير منشورة، تقديرات سكان محافظة البصرة لسنة ٢٠١٧.

٣. الاحتياجات المائية للثروة الحيوانية

تربى في منطقة المشروع حيوانات ومواشي مختلفة بسبب طبيعة المنطقة الريفيةالتي تستهلك كميات متباينة من المياه حسب نوع الحيوان والظروف المناخية.
يتضح من (جدول 7) ان قضاء شط العرب يحتل المرتبة الأولى في اعداد الحيوانات أذ قدرت اعداد الحيوانات فيه 14999 راسا" بلغ مجموع الاستهلاك السنوي 194,024 الف م^{٣} / سنة في حين يأتي قضاء ابي الخصيب في المرتبة الثانية من حيث اعداد الحيوانات فيه وصلت الى12036 راسا" ومجموع الاستهلاك السنوي 120,760 الف م^{٣} / سنة ويأتي في المرتبة الأخيرة قضاء الفاو من حيث اعداد الحيوانات فيه 5176 راسا" ومجموع الاستهلاك السنوي بلغ 71,614 الف م^{3} / سنة .

أما مجموع الاستهلاك السنوي الكلي في منطقة المشروع بلغ 386,400 الف م^{3} / سنة ناتج من استهلاك مائي موزع على 32211 راسا".

ثامنا": الموازنة المائية الإجمالية بين الايراد المائي والاحتياجات المائية الحالية في منطقة المشروع

تعد الموازنة المائية عملية حسابية ضمن حدود منطقة جغرافية معينة تشمل تحديد المتوفر من المياه الصالحة للاستخدام وكميات المياه المستهلكة أو المتوقع استهلاكها أذ تحدد الموازنة المائية سقفا" للإمدادات المائية المستدامة للقطاعات المختلفة.

يتضح من (جدول 8) ان الاحتياجات المائية تتباين في منطقة المشروع ، اذ تحتل المرتبة الأولى الاحتياجات الزراعية اذ بلغ مجموعها 28,72 مليون م^{3} تمثل 75.6 % من الاحتياجات الكلية في حين تحتل المرتبة الثانية ضائعات التبخرفقد بلغت5.03 مليون م^{3} أي ما يعادل 0.0050 مليار م^{3} شكلت نسبة 13.3% من الاحتياجات المائية الكلية وتأتي الاحتياجات السكانية في المرتبة الثالثة من حيث الاستهلاك المائي في المنطقة أذ بلغ مجموع الاحتياجات المائية 4.14 مليون م^{3} / سنة، وبنسبة 11% من المجموع الكلي للاحتياجات المائية وفي المرتبة الأخيرة تأتي الاحتياجات المائية للثروة الحيوانية بلغ مجموعها 386,400 الف م^{3} / سنة وبنسبة

0.037 وبذلك فان المجموع الكلي للاحتياجات المائية في منطقة المشروع ٠.1% مليار م^{٣}.

(جدول ٧) اعداد الحيوانات في منطقة المشروع ومجموع احتياجاتها المائية السنوية لسنة ٢٠١٧

الاقضية	نوع الحيوان	العدد	المتطلبات اليومية لتر / يوم	الاستهلاك السنوي ألف م^{٣} / سنة
شط العرب	الجاموس	4210	57	87,589
	الابقار	5840	44	93,790
	الماعز	3175	7	8,112
	الأغنام	1774	7	4,532
المجموع		14999		194,023
ابي الخصيب	الجاموس	868	57	18,058
	الابقار	5492	44	88,201
	الماعز	1759	7	4,494
	الأغنام	3917	7	10,007
المجموع		12036		120,760
قضاء الفاو	الجاموس	178	57	3,703
	الابقار	4083	44	65,572
	الماعز	475	7	1,213
	الأغنام	440	7	1,124
المجموع		5176		71,612
المجموع الكلي		32211		386,400

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على:

١- بيانات مديرية زراعة البصرة، شعبة الثروة الحيوانية بيانات غير منشورة لسنة ٢٠١٧.

٢- صفاء عبد الأمير رشم الاسدي، جغرافية الموارد الطبيعية، جامعة البصرة، كلية التربية للعلوم الإنسانية، قسم الجغرافيا، مطبعة الفيحاء بيروت ، لبنان، ٢٠١٧، ص .١٧٣

(جدول ٨) الاحتياجات المائية المختلفة في منطقة المشروع لسنة ٢٠١٧

نوع الاحتياجات	مقدار الاحتياجات مليون م^3	مقدار الاحتياجات مليار م^3	نسبة الاحتياجات (%)
الاحتياجات الزراعية	28.72	0.028	75.6
الضائعات المائية	5.03	0.0050	13.3
الاحتياجات السكانية	4.16	0.0041	11
احتياجات الثروة الحيوانية	0.38	0.00038	0.1
المجموع	38.29	0.037	100
مجموع الاحتياج الكلي	----	0.037	%15
معدل تصريف القناة الحالي م^3 /ثا(**)	----	0.242	
الاتزان المائي – +	--	+0.205	%85

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات : جدول (٥) (٦) (٧).

عند المقارنة مع وارد القناة السنوي البالغ 0.242 مليار م^3 لسنة 2017 من الجدول نفسه يوضح الاتزان المائي ان القناة الاروائية تغطي الاحتياجات المائية الحالية في منطقة المشروع وبفائض مائي 0.205 مليار م^3 في حال الاعتماد على القناة الاروائية في سد الاحتياجات المائية .

كما اتضح مما سبق ان كمية الضائعات المائية بالتبخر في مجرى القناة كبيرة جدا والسبب هو الظروف المناخية حيث ارتفاع درجات الحرارة وقلة في الرطوبة النسبية كما انعكس طول القناة البالغ 128 كم على كمية التبخر السطحي لذا ينبغي الحد منها من خلال الترشيد في عملية الاستهلاك المائي ووضع القوانين وتعويض الضائعات بعدم الهدر المائي .

تاسعاً : الموازنة المائية المستقبلية بين الايراد المائي المستقبلي للقناة والاحتياجات المائية المستقبلية في منطقة المشروع

ان التطور الحضاري والزيادة السريعة في اعداد السكان في منطقة المشروع عامل ينذر بارتفاع نسبة الطلب على المياه مستقبلا فضلا عما تعانيه المنطقة من شحة مائية اثرت على الإنتاج الزراعي فيها.

تبلغ المساحة المزروعة حاليا في منطقة المشروع 8862 دونما" تشكل 15.8% من حجم المساحة الصالحة للزراعة في البالغة 55848 دونما"[18] ، تشير الخطط المستقبلية للمشروع [١٩] ان المساحة المخطط استصلاحها وزراعتها مستقبلا تبلغ 120 ألف دونم أي ما يعادل 30,000 هكتار موزعة على 60 ألف دونم في القاطع الشمالي و60 ألف دونم في القاطع الجنوبي لذا فان معدل الاستهلاك المائي للمساحات الزراعية سوف يرتفع مستقبلا ليصل الى 360 مليون م^{٣} أي ما يعادل 0.36 مليار م^{3} وبمعدل ارواء 12000 م^{3} / هـ .

بلغ أعداد سكان الريف ٣٠٨٣١ نسمة في منطقة المشروع عام ٢٠١٣ [٢٠] ، وقد ارتفعت هذه النسبة عام ٢٠١٧ الى 32590 نسمة بمعدل نمو 1% [***] ومن المتوقع ان ترتفع عام 2030 الى 43421 نسمة حسب معدل النمو السنوي وكما هو معلوم ان الزيادة في اعداد السكان يرافقها ارتفاع في كمية الاستهلاك المائي اذ ستبلغ احتياجاتهم المائية 5.54 مليون م^{3} / سنة أي ما يعادل 0.0055مليار م^{3} وبمعدل استهلاك الفرد الواحد 350 لتر /يوم ،

من المتوقع مستقبلاً ان اعداد الحيوانات تتضاعف لتصل عام ٢٠٣٠ الى 3994164 راسا" في منطقة المشروع بمعدل نمو 3% ليرتفع معها الاستهلاك المائي ليصل الى 479,136 م^{3}/ سنة أي ما يعادل 0.00047 مليار م^{3} .

يوضح (جدول ٩)ان الاحتياجات الزراعية في المرتبة الأولى بسبب اتساع مساحة الأراضي المستصلحة في من المتوقع ان يرتفع معها الاستهلاك ليصل 360 مليون م^{3}/ سنة ما يعادل 0.36 مليار م^{3} وبنسبة 97%من مجموع الاحتياجات الكلية تأتيبالمرتبة الثانية الاحتياجات المائية السكانية المستقبلية اذ قدر معدل الاستهلاك السنوي 5.54 مليونم^{3} / سنة أي ما يعادل 0.0055 مليار م^{3} وبنسبة استهلاك 1.4%

في حين تحتل المرتبة الثالثة الضائعات المائية من حيث الاستهلاك المائي المستقبلي 0.0050 مليار م^3 وبنسبة 1.3% من الاحتياجات الكلية .

أما في المرتبة الأخيرةفتأتي احتياجات الثروة الحيوانية قدر مجموع احتياجاتها المائية 479,136 م^3 / سنة ما يعادل 0.00047 مليار م^3 وبنسبة 0.12% ومن ثم فان مجموع الاحتياجات المائية المستقبلية تبلغ 0.371 مليار م^3 والايراد المائي المستقبلي للقناة الاروائية يبلغ 0.792 مليار م$^{3(****)}$. يوضح الاتزان المائي المستقبلي ان قناة شط العرب الاروائيةتغطي الاحتياجات المستقبلية وبفائض مائي0.421 + مليار م^3 اذ تستهلك الاحتياجات 47% من حجم الايراد الكلي للقناة ويمثل الفائض المائي 53%.

(جدول ٩)

يوضح حجم الايراد المائي المستقبلي والاحتياجات المائية المختلفة في منطقة المشروع

الاحتياجات	حجم الاحتياجات مليون م^3	حجم الاحتياجات مليار م^3	النسبة %
الاحتياجات المائية الزراعية	360	0.36	97
الاحتياجات المائية السكانية	5.54	0.0055	1.4
ضائعات التبخر	5.03	0.0050	1.3
احتياجات الثروة الحيوانية	0.47	0.00047	0.12
المجموع	371.04	0.371	100
مجموع الاحتياج الكلي المستقبلي	----	0.371	%47
معدل تصريف القناة المستقبلي	----	0.792	
الاتزان المائي المستقبلي – +	----	+ 0.421	%53

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على:

١_ وزارة الزراعة، مديرية زراعة البصرة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧

٢_ مديرية إحصاء البصرة، تقديرات سكان محافظة البصرة، بيانات غير منشورة، لسنة ٢٠١٧.

الاستنتاجات

١. توصلت الدراسة الى ان الموازنة المائية المناخية للمشروع أكدت على وجود عجز مائي وفي جميع أشهر السنة.

٢. بينت الدراسة ان حجم الضائعات المائية السنوية نتيجة التبخر السطحي من مجرى القناة كبير جدا وصلت الى 5.03 مليون م^3/سنة.

٣. أوضحت الدراسة ان حجم الاحتياجات المائية الحالية في منطقة المشروع تبلغ 0.037 مليار م^3.

٤. بينت الدراسة على ان طاقة القناة المائية قادرة على سد الاحتياجات المائية الحالية في منطقة المشروع وبفائض مائي 0.205+ مليار م^3.

٥. بينت الدراسة ان الاحتياجات المستقبلية لمنطقة المشروع تبلغ 0.371 مليار م^3.

٦. اوضحت الدراسة ان طاقة القناة سوف ترتفع مستقبلا لتصل الى 0.792 مليار م^3 وان القناة قادرة على تغطية الاحتياجات المائية في منطقة المشروع وبفائض مائي 0.421 + مليار م^3.

المقترحات:

١. توصي الدراسة بضرورة خفض نسبة الضائعات المائية من مجرى القناة عن طريق رش سطوح المياه بمواد كيميائية تقلل من نسبة التبخر دون ان تلوث المياه.

٢. توصي الدراسة بضرورة الاهتمام بالجانب الزراعي في المنطقة كونه يمثل المرتبة الأولى من حيث الاستهلاك المائي في المنطقة.

٣. رفع حصة البصرة المائية من اجل ضمان امداد القناة بالمياه لتغطي الاحتياجات المائية للمنطقة وعلى مدار السنة لان القناة مستقبلاً ترفع من حجم الاطلاقات المائية بما يتناسب مع حجم الاحتياجات المائية المتزايدة في المنطقة.

٤. ضرورة اتباع الأساليب الحديثة في الري للتقليل من عمليات الهدر المائي، فضلاً عن تعويض النقص الحاصل نتيجة الضائعات المائية من مجرى القناة.

٥. ضرورة انشاء سد من اجل دفع اللسان الملحي الذي يعمل على تغيير الخصائص النوعية لمياه شط العرب مصدر التغذية المائية للقناة.

الهوامش

(G) المحطة الكيلو مترية تشير الى الامتداد الطولي للقناة حيث تبدأ القناة من المحطة الكيلو مترية (0) في قضاء شط العرب وتنتهي عند المحطة الكيلو مترية (١٢٨) في قضاء الفاو

(١) يسرى طه عبد الباقي. صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة في منطقة قرقوش (شمال شرق مدينة الموصل) العراق. المؤتمر العلمي الدوري السادس لمركز بحوث السدود والموارد المائية ، جامعة الموصل ، ٢٠٠٨، ص ٥٣.

(٢) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي ، الحمولة النهرية في شط العرب وأثارها البيئية ، أطروحة دكتوراه كلية التربية جامعة البصرة ،٢٠١٢ ، ص٩٠.

(٣) صفاء عبد الأمير رشم الاسدي، جغرافية الموارد المائية، ط ١، سنة الطبع ٢٠١٣، ص ٤٦

(٤) حسن خليل حسن المحمود ، التباين الشهري للتصريف وتأثيره على الحمولة النهرية الذائبة والملوحة في شط العرب ، المجلة العراقية للعلوم ، المجلد ٥٠ ، العدد٣ ، ٢٠٠٩ ، ص ٣٥٩.

(٥)هند قيس حسين صبري الدليمي، إثر الصناعات المقامة على ضفتي نهر دجلة لمدينة بغداد، رسالة ماجستير ، كلية التربية، جامعة بغداد ،١٩٨٣،ص ٦٥.

(٦) حسين كريم حمد الساعدي، هيدرولوجية نهر الجباب في محافظة واسط، لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد السادس عشر، ٢٠١٤، ص ٢٩.

(٧) حارث جبار فهد، عادل مشعان ربيع، التلوث المائي (مصادره، مخاطرة، معالجته) ،ط١، مكتبة المجتمع العربي للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٠، ص ٣٨.

(٨)غيداء ياسين رشيد الكندي، مسح نوعي للمياه الجوفية والسطحية في مدينة الكاظمية، مجلة الهندسة والتكنلوجيا، المجلد ٢٧، العدد ١٥، ٢٠٠٩، ص٥٤٢.

(٩) لؤي عدنان حسون الجميلي، العلاقات المكانية لتلوث نهر ديالى بالنشاطات البشرية بين سدة ديالى ومصبه بنهر دجلة، رسالة ماجستير، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠٠٩، ص ١٥٨.

(10)Grasby, S.E. and Lepitzki, A.W., 2002. Physical and chemical properties of the sulphurMountain thermal springs, Banff National park, and implications for endangeredsnails. Can. J. Earth Sci., Vol. 39, pp.1349–1361.

(١١)أ.س.جودي و ج .س. ولكنسون ، بيئة الصحاري الدافئة، ط٢ ، ترجمة علي علي البناء ، وحدة البحث والترجمة الكويتية ، قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية ، ذات السلاسل للطباعة ، الكويت ، ١٩٨٥ ، ص١٧ .

(١٢) صفاء عبد الأمير رشم الاسدي، جغرافية الموارد المائية، مصدر سابق ٢٠١٣، ص ٩٦_٩٧

(١٣) كمال برزان ندا الحديثي ، هيدروكيميائية وبيئة مياه العيون في وادي حقلان ومقارنتها بمياه نهر الفرات وبعض الابار في منطقة حديثة ، رسالة ماجستير (غ م) ، مقدمة الى كلية العلوم ، جامعة بغداد ، سنة ٢٠٠٥ ، ص ٣٦

(١٤) حمدان باجي نوماس وبشرى رمضان ياسين ، تقييم دور نهر العز في صيانة وتطوير الموارد المائية ، مجلة الجامعة المستنصرية ، العدد (١) ، الجامعة المستنصرية ، ١٩٩٧ ، ص٤٠.

(١٥) وزارة الزراعة ، مديرية زراعة البصرة ، شعبة الأراضي الزراعية ، بيانات غير منشورة ، ٢٠١٧

(16)Safaa A R Al-Asadi , The future of Freshwater in Shatt Al –Arab River (Southern Iraq) , journal of Geography and Geology , Vol 9 ,NO 2 ,2017 ,published by Canadian Center of Science and Education.

(١٧) مديرية إحصاء محافظة البصرة ، بيانات غير منشورة ، تقديرات سكان محافظة البصرة لسنة ٢٠١٧.

(**)اعتمادا" على التصاريف اليومية المسجلة في هيئة تشغيل قناة شط العرب الاروائية لسنة ٢٠١٧

(١٨) وزارة الزراعة، مديرية زراعة البصرة، شعبة الأراضي الزراعية ، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧

(١٩) مقابلة شخصية مع المهندس المقيم المشرف على مشروع قناة شط العرب الاروائية الأستاذ زهير نوري عزيز ، المقابلة بتاريخ ٢٠١٨/١/٢٢

(٢٠) مديرية إحصاء محافظة البصرة ، بيانات غير منشورة ، تقديرات سكان محافظة البصرة لسنة ٢٠١٣

(***) تم استخراج معدل النمو السنوي حسب القانون التالي

(****) استخرجت من قبل الباحث بالاعتماد هيئة تشغيل القناة الناقلة