الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه قناة شط البصرة (جنوبي العراق)

ا.د. حسن خليل حسن المحمود

مركز علوم البحار/جامعة البصرة

ا.م.د. سرور عبدالامير الباهلي

كلية الآداب/جامعة البصرة

م.د. عبدالحسن عبدالنبي هاشم

مديرية تربية البصرة/وزارة التربية

الخلاصة

تضمنت الدراسة تقييم خصائص مياه قناة شط البصرة ومقارنتها مع المحددات المسموح بها بحسب المواصفة القياسية لمياه البزل، لغرض تقييم لمستوى تدهور المياه في القناة وتصنيفها حسب شدة التلوث، تم قياس خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية خلال الفصلين الجاف والرطب ولثلاثة مواقع في مجرى القناة التي تقع ضمن حدود محافظة البصرة، من حيث الملوحة(التوصيلية الكهربائية والمواد الذائبة الكلية) والعناصر الفيزيائية والكيميائية قيست متغيرات نوعية المياه للفترة من 2022 /8/ ١٣ولغاية 2023 /1/ ١٢، وتطبيق نموذج احصائي لتقييم الحالة البيئية في شط البصرة . بينت الدراسة ان الهدف من انشاء قناة شط البصرة تمرير مياه البزل من المصب العام وايصالها الى الخليج عبر خور الزبير، وقد اضيف للقناة استخدام جديد خلال السنوات الاخيرة يتمثل بتصريف كميات هائلة من الصرف الصحي غير المعالج من احياء البصرة فضلاً عن مياه الصرف السائل من المصانع القريبة، وتسبب ذلك بتدهور المياه على طول القناة، خصوصاً مع ضعف تبدل الكتلة المائية بين خور الزبير وقناة شط البصرة وتلكئ عمل ناظم شط البصرة. اتضح من النتائج ارتفاع المؤشرات الاساسية لنوعية المياه، وان معظم تلك القيم أعلى من المواصفات القياسية العراقية والعالمية، مع وجود انخفاض في قيم الأوكسجين المذاب خلال فترة الدراسة، لزيادة كميات الصرف الصحي المنزلي والصناعي وتدفق مياه البزل من وسط العراق وجنوبه باتجاه القناة، واظهرت حسابات تصنيف جودة مياه البزل على اساس النموذج الكندي WQI، إن المياه قيد الدراسة تقع ضمن الصنف شديد التدهور وهو اخر صنف من اصناف تلويث المياه. بينت الدراسة اهمية وضع خطط عاجلة للإصحاح البيئي وتغيير واقع التلوث الشديد او التقليل منه وتفعيل خطط الاستدامة لقناة شط البصرة وحمايتها من التلوث، وتحديد مكامن فرص الاستثمارية فيها لوجود حاجة ماسة لاستخدام مياهها مستقبلاً نتيجة لشحة المياه والحاجة لاستعمال مياه أقل جودة لسد بعض الاستخدامات في البصرة، وبالأخص استخدام مياه البزل في الصناعة وفي استزراع محاصيل تتحمل المياه الملوثة. **كلمات مفتاحية: شط البصرة – تقييم نوعية المياه– تلوث مياه المبازل– تصنيف مياه البزل.**

Abstract:

The present study included evaluating level of physiochemical characteristics in three sites in the course of the Shatt Al-Basra canal. and assessment of the level of water deterioration in the canal and classify it according to the severity of pollution. A statistical model was applied to assess the environmental situation in the Shatt al-Basra by testing and measuring some of the physical - chemical characteristics of the water during the dry and wet seasons in three sites in the canal that lie within the borders of Governorate of Basra.in terms of salinity (Electrical conductivity and total dissolved materials), physical and chemical elements measured the water quality variables for the period from 13/ 8/2022 to 12/1/2023. Water quality has been checked determining its characteristics in comparison with the permissible determinants according to the standard specification for drainage water. The results showed that the aim of the establishment of the Shatt Al -Basra canal is to pass the waters from the general estuary and deliver it to the Gulf via Khor Al -Zubair, the canal has been added to a new use in recent years, which is the drainage of huge quantities of unspecified sewage from Basra areas as well as liquid wastewater from nearby factories, This caused the water to deteriorate along the canal, especially with the weakness of the water mass change between Khor Al -Zubair and Shatt Al -Basra canal and the continuation of the difficulties in the work of the Shatt Al-Arab River The high concentration of the basic values of water quality, that most of these values are higher than Iraqi and international standard specifications, with a decrease in the dissolved oxygen values during the study period, to increase the quantities of domestic and industrial sewage and the flow of drainage water from central and southern Iraq towards the canal, classification calculations showed The quality of tap water on the basis of the Canadian WQI model, The water under study falls Within the very deterioration category,which is the last type of water pollution. The importance of developing urgent plans for environmental sanitation, changing the reality of severe pollution or reducing it, activating sustainability plans for the Shatt al-Basra channel and protecting it from pollution, and identifying investment opportunities in it due to the urgent need to use its water in the future as a result of water scarcity and the need to use less quality water to fill some uses in Basra. In particular, the use of sewage water in industry and in the cultivation of crops that tolerate polluted water. ***Keywords***: **Basra Water- Shatt Al-Basra- Water quality Estimated - classification of Water pollution.**

المقدمة:

يسبب تلوّث الانهار والقنوات الاصطناعية آثاراً بيئية خطيرة تهدد صحة الإنسان والكائنات في البيئة المائية، ويعد ضخّ مياه الصّرف الصحّي عشوائياً نحو المجاري المائية من أهم أسباب تلوّثها، وتتفاقم المشكلة عند غياب الرقابة الصارمة، اذ يمكن لهذه المياه أن تحمل مستويات مرتفعة من المواد السّامة والجراثيم المسبّبة للأمراض التّي تؤثر على البيئة المحيطة(عليبي واخرون، ٢٠٢٠). تعد مشاريع البزل المنفذة في البصرة محدودة بالمقارنة مع مثيلاتها في المحافظات العراقية الاخرى، باستثناء شط البصرة ذي الاستخدام الزراعي والاروائي المزدوج مضافاً اليهما استخدامات اضافية في الوقت الحاضر هما الصرف الصناعي والصحي، ويعود سبب قلة مشاريع البزل الى اهمية الثانوية لوجود حركتي المد والجزر التي تتكرر مرتين يوميا باتجاهين متعاكسين يحققان الارواء السيحي والبزل المباشر من الانهار الرئيسة والفرعية وبالأخص نهر شط العرب الذي يعد الشريان المائي لمحافظة البصرة.يعد شط البصرة مشروعاً حديثاً نسبياً تم تشغيله خلال الثمانينيات من القرن المنصرم، وهو قناة مائية اصطناعية مرتبطة بالمصب العام والجزء الاخير منه، ذات استخدام مزدوج فهو مبزل اصطناعي للمصب العام الممتد على طول السهل الرسوبي ما بين بغداد والبصرة، تمتد بين فرع كرمة علي المتصل بهور الحمار من جهة وبحيرة الموازنة من جهة ثانية ثم تستمر القناة حتى ملتقاها بالتفرعات العليا لخور الزبير. وبهذا فالقناة تقع في منطقة حوضية كانت الى عهد قريب مغمورة بالمياه البحرية. وتعد قناة شط البصرة ثاني أطول قناة اصطناعية في البصرة بعد مشروع قناة شط العرب الاروائي او ما يعرف ب(قناة كتيبان). ومن حيث الانشطة البشرية فإنها تقل في معظم جوانب القناة، لكن تصل اليها النفايات السائلة عن طريق شبكة من الصرف الصحي على جانبيها من مصادر سكنية وصناعية فضلاً عن مياه البزل التي تتدفق اليها من مبزل المصب العام.

اولاً: مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة بالتساؤل عن العلاقة بين التغيرات الفصلية والمكانية لخصائص نوعية مياه في قناة شط البصرة التي تعد من اكثر المجاري النهرية تلوثاً كونه انشئ اساساً كمجرى لتصريف مياه بزل التي تتدفق من المصب العام وايصالها الى الخليج عبر خور الزبير، وقد اضيفت له استخدام اخر خلال السنوات الاخيرة تتمثل بتوجيه الصرف السائل من المصانع غرب البصرة الى مجراه مضافاً الى كميات هائلة من الصرف الصحي غير المعالج من احياء البصرة، وبسبب التزايد السكاني في محافظة البصرة اصبحت نوعية مياه قناة شط البصرة تتدهور بشكل متزايد، خصوصاً مع ضعف تبدل الكتلة المائية بين خور الزبير وقناة شط البصرة بسبب تلكئ عمل ناظم شط البصرة.

ثانيًا: فرضية الدراسة

تفترض الدراسة ان هناك علاقة وثيقة بين التغير الزماني(الفصلي) والمكاني لخصائص المياه في شط البصرة، بتأثير ظروف طبيعية وبشرية وفي مقدمتها ادارة معالجة النفايات السائلة من الاحياء السكنية والمصانع والبزل الزراعي الذي يحدد صنف مياه البزل في القناة.

ثالثاً: أهمية الدراسة

تعاني منظومة الانهار العذبة والمبازل في جنوبي العراق وبالأخص في محافظة البصرة من مشكلات تلوث متزايد، ويهدف البحث إلى عرض واقع التلوث في قناة شط البصرة وهو من اهم المواضيع البيئية المعاصرة لارتباطه بالأنشطة الزراعية والصناعية والمدنية والصحة العامة في محافظة البصرة فضلا عن ارتباط شط البصرة بخور الزبير وامتداد جزء من تأثيراته المحتملة على بيئة شمال غربي الخليج

رابعاً: اهداف الدراسة

١- رصد الخصائص النوعية للمياه في قناة شط البصرة ومقارنتها مع الحدود المسموح بها بحسب المواصفات القياسية العراقية لمياه البزل ومحاولة وضع تقييم لمستوى تدهور المياه في القناة وتصنيفها حسب شدة التلوث.

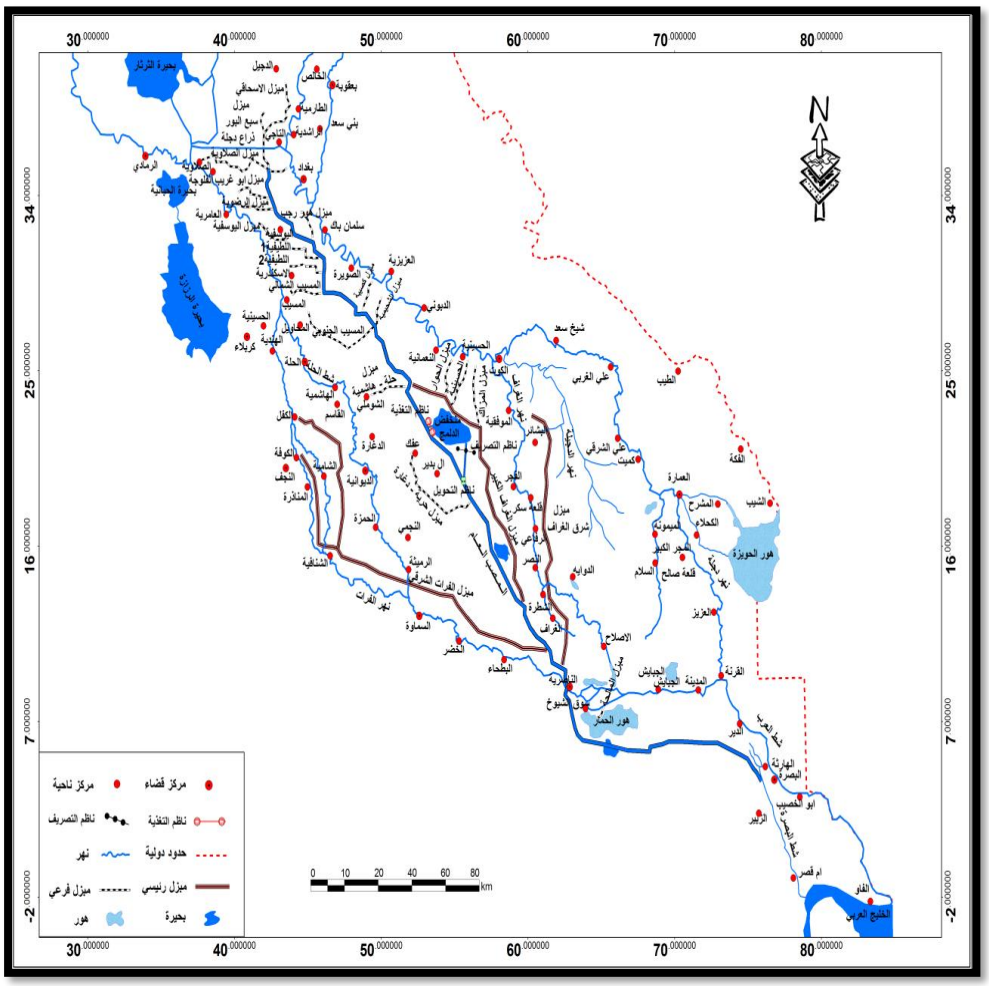
٢- تقييم نوعية مياه شط البصرة وتحديد صنف المياه وفقا لمعايير مياه البزل ودرجة التلوث في مواقع موزعة على طول القناة للتعرف على واقع التلوث

٣- ايجاد مكامن فرص الاصحاح البيئي او التقليل منه، لوجود حاجة ماسة لاستخدام مياهها مستقبلاً مع تعاظم مشكلة شحة المياه لاستعمال مياه أقل جودة في محاصيل تتحمل الملوحة الشديدة.

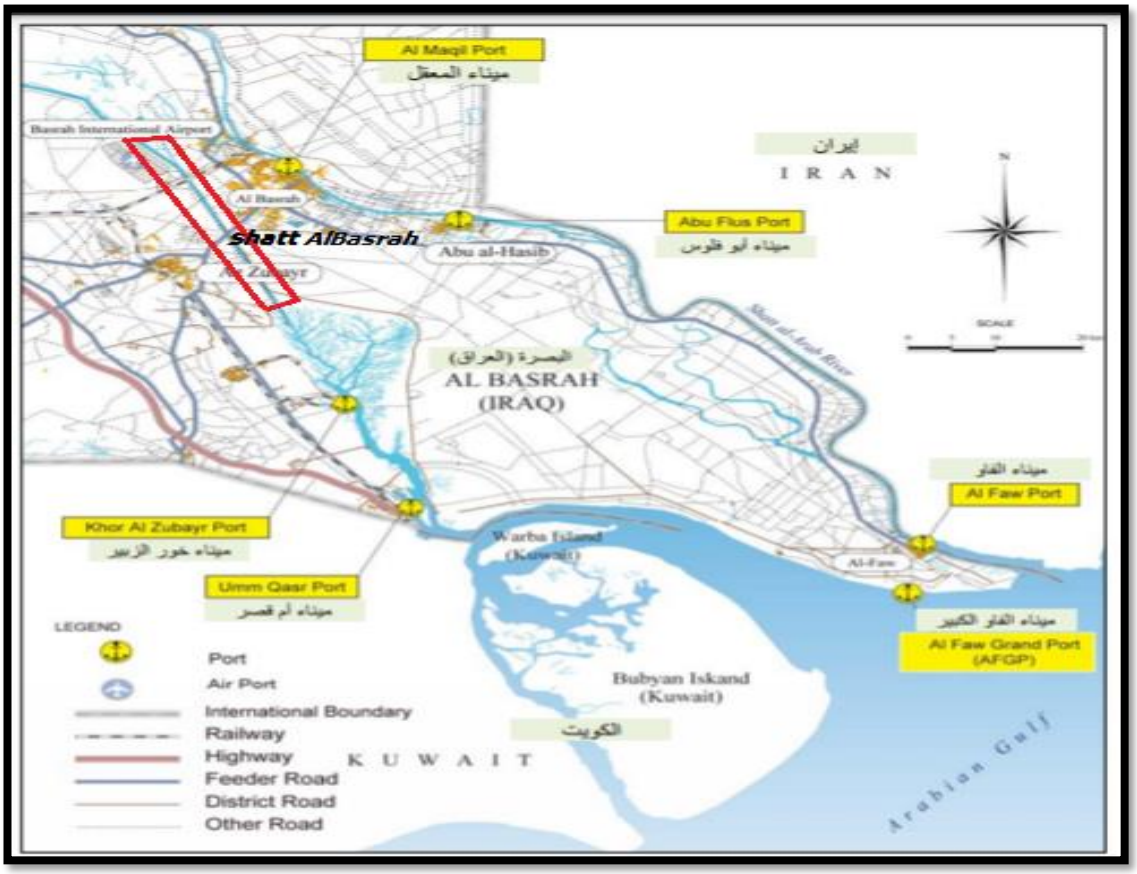
٤- اقتراح خطط عملية لاستدامة قناة شط البصرة وحمايتها من التلوث، ووضع خطة للإدارة المتكاملة لقناة شط البصرة الذي يقع في منطقة ذات أهمية مستقبلية تتمثل بالاتجاه التي تتسع نحوه مدينة البصرة خلال السنوات المقبلة.

وصف المنطقة:

شط البصرة قناة اصطناعية انشأت لأغراض اروائية في بادئ الامر ثم تحولت وظيفته الى البزل بعد ربطه بالمصب العام في مطلع الثمانينيات(*)، واضيفت اليه الوظيفة الملاحية وحالياً يستخدم كقناة صرف، تقع القناة ضمن حدود محافظة البصرة في الجزء الاخير من القسم الجنوبي من المصب العام MOD، والمصب العام (النهر الثالث) عبارة عن مبزل عملاق يمر بين نهري دجلة والفرات، الشكل(١). وهو مشروع مستدام لتخليص الاراض الزراعية والفروع المتصلة بنهري دجلة والفرات من التملح الذي يميز الترب الطينية في السهل الرسوبي كما انه يسهل استصلاح مساحات واسعة من الأراضي المروية(الباهلي وسدخان 2011) و(ولي 1986). يبلغ طول مساره من شمال بغداد عند مدينة الاسحاقي حتى مصب شط البصرة في خور الزبير حوالي ٥٦٥ كم، ويتراوح عرضه ما بين ٥٢ مترا في قسمه الشمالي و ٨٤ مترًا في قسمه الأوسط ويتسع في شط البصرة ليكون ١١٠ م(المحمود، ٢٠١٩). يبدأ الجزء الجنوبي للمصب العام من نقطة تجميع المياه في بحيرة ضخمة في محافظة ذي قار، ويخترق المصب العام هور الحمار في قسمه الجنوبي الواقع ما بين محافظتي ذي قار والبصرة لمسافة ٥٣ كم، وتُضخ مياهه آلياً اسفل نهر الفرات جنوب الناصرية ليتدفق نحو شط البصرة، وقد انشئت سداد ترابية مضغوطة على جانبيه وهي مغلفة بطبقة كونكريتية لمنع انجراف التربة، يبلغ طول الجزء الجنوبي ١٧٢ كم واتساعه من الأسفل ٥٠ م, ومن السطح ١٠٠م ويمرر القسم الجنوبي من المصب العام أكبر تصريف لمياه الصرف الزراعي في العراق، بطاقة تصريف تصميمية تبلغ ٢٢٠م^3/ثا، أذ يتغذى من المبازل الرئيسة لمعظم مشاريع وسط وجنوب العراق الواقعة بين نهري دجلة والفرات التي تصب في النهاية في مجرى المصب العام(عبد صالح،٢٠٢٢). تنحصر الحدود الجغرافية لقناة شط البصرة، بامتدادين اولهما: من حوض التوازن او بحيرة الموازنة الذي هو جزء من المصب العام وهو بداية شط البصرة من جهة الشمال حالياً، اما الامتداد الاخر فيقع عند الكيلو ٢٢ من جهة رأس القناة(من نقطة تفرع شط البصرة من نهر كرمة علي) تم انشاءه كمنظم فيضاني وكان يبدأ حينها شط البصرة من نهر كرمة علي لغرض السيطرة على مناسيب المياه خلال الفيضانات من جهة هور الحمّار(Al-Aesawi, et al., 2013). وهذا الفرع حاليا مغلق في منطقه حرير، الشكل(٢)، لذا فشط البصرة لا يرتبط بمياه نهر كرمة علي، بل يقتصر الاتصال بالفرع المتصل ببحيرة الموازنة (حوض التوازن). (*) **مقابلة مع المهندس حيدر مدير دائرة المصب العام (دائرة تشغيل شط البصرة).**



الشكل(١) المصب العام. عن(المحنه، ٢٠٢٠)يبلغ طول القناة الكلي بحدود 42 كم بين المصب العام وخور الزبير، ومعدل عرضها ٥٩ م ، وبعمق يتراوح بين ٣.٥ – ٥ متر ، وانحدار ٥.٤ سم/كم، وتبدأ من كم (صفر) على شط الكرمة إلى ٣٤ كم من قرية حرير، الشكل(٢)، يبلغ العمود الطولي للقناة الرئيسة لشط البصرة ٢٩ كم يضاف اليها فرع كرمة علي (المغلق حالياً) بطول ٦.٣ كم وذراع هور الحمّار بطول ٢٤.٥ كم (Hassan et al,2018)، الهدف الرئيسي لشط البصرة هو السيطرة على موجات الفيضان التي كانت تتسبب برفع مناسيب انهار البصرة، وتخفيف تأثير المد البحري عن مناطق غرب البصرة وتقليل آثاره على الأراضي المجاورة لمسار القناة. وبحسب بعض الآراء الجيولوجية فأن مجرى شط البصرة هو مجرى نهر الفرات القديم(الخياط، 2007). وتحيط بشط البصرة اراضي لا يتجاوز ارتفاعها 5 أمتار فوق مستوى سطح البحر، وقد تأثرت الضفاف والقاع بحركات المد والجزر التي اثرت في شكل واتساع المجرى وطبيعة الضفاف، تتحرك المياه في قناة شط البصرة باتجاهين متعاكسين بفعل حركتي المد والجزر اللتان يتحكم بهما ناظم شط البصرة الشكل(٣)، وربما يكون الهدف الملاحي احد اسباب شق القناة في العام 1981 لتكون ممراً ملاحياً يربط خور الزبير (وهو ذراع بحري من الخليج العربي) بمناطق داخل البصرة عن طريق خور الزبير، ويتم التحكم بمناسيب مياه القناة) بواسطة ناظم شط البصرة، وهو الذي ينظم دخول المياه البحرية من خور الزبير أثناء المد العالي، وتعاني القناة حالياً من تلوث شديد بسبب تصريف مياه المجاري الثقيلة من جهة غرب البصرة وتصريف مياه الصرف الصناعي من المعامل



الشكل(٢) موقع قناة شط البصرة، عن(الشركة العامة للموانئ العراق –GCPI)

هيدرولوجية شط البصرة: يتمثل الوضع المائي الحالي في قناة شط البصرة بمياه ساكنة وراكدة في اغلب مقاطعه لضعف التدفق المائي الوارد من المصدر وعدم تشغيل ناظم شط البصرة لأسباب فنية، ويخضع حجم التدفق بكمية الاطلاقات المسيطر عليها من خلال محطات الضخ المنتشرة على طول يتباين التصريف النهري في قناة شط البصرة موسمياً، وفي الظروف الطبيعية يرتفع منسوب المياه بشكل طفيف وتدريجي خلال فصل الشتاء والربيع ليرتفع قليلاً عن المعدل بتأثير مواسم تساقط الامطار وينخفض بشكل طفيف خلال الصيف والخريف، كما يرتبط بالمواسم الزراعية والتقنين بواسطة الضخ واحواض الموازنة، التي وجدت لتنظيم الجريان، وخلال السنوات الاخيرة بدأ التدفق النهري يقل بمعدلات تراوحت بين ٨٠–٩٠٪ (الدراسة الميدانية)، وتزامن ذلك مع تقليل الجريان من الجهتين البحرية وجهة حوض الموازنة الشمالي وبدأ الاعتماد على معدلات قليلة جدا وعلى التسرب الارضي لمياه قناة شط البصرة باتجاه خور الزبير، ولان جودة المياه في قناة شط البصرة تتأثر بحجم تبادل الكتل المائية عبر ناظم شط البصرة ولضعف التبادل الحاصل حالياً من جهة واستمرار تدفق مياه الصرف

الصحي المنزلي ومخلفات الصناعية السائلة في الجزء الشمالي من شط البصرة فقد تدهورت نوعية المياه بشكل كبير وهذا يتضح من لون المياه التي تميل الى اللون الاحمر او الاسود الداكن، كما اصبحت الروائح الكريهة المنبعثة من القناة الى مسافات بعيدة احدى سمات شط البصرة.

الشكل (٣) ناظم شط البصرة

مواد العمل وطرائقه

اختيرت ثلاثة مواقع موزعة على طول قناة شط البصرة لجمع نماذج المياه من قناة شط البصرة، الجدول(١)، والشكل(٤) للكشف عن نوعية المياه ولعمل مقارنة لجودتها في مواقع مختلفة على طول القناة، ومعرفة تأثر نوعية المياه مياه شط البصرة بالمبزل الرئيس المصب العام ومزودات الصرف الصحي المدني والصناعي. تم جمع عينات المياه من المحطات بقناني محكمة ثم نُقلت الى المختبر وأجريت عليها الإجراءات المناسبة لإكمال الاختبارات. كما تم سحب عينات المياه خلال الفصلين الجاف (اب) والرطب(شباط) من السطح بواقع ثلاث عينات خلال ادنى جزر، بعدها نقلت العينات إلى المختبر مبردة، ووضعت في قناني من البولي اثلين حجم 0.250 لتر بعد غسلها جيداً بالماء المقطر ومياه المصب العام. و أخذت قراءة الايصالية الكهربائية بشكل مباشر، بعدها ,وحفظت العينات في الثلاجة تحت درجة 4 مْ بعد إضافة قطرات من التلوين إليها لحين إجراء التحليلات، قيست المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والمغذيات، وشملت الاس الهيدروجيني pH، التوصيلية الكهربائية EC، الأوكسجين الذائب DO ، الكالسيوم Ca ، الصوديوم Na، ، الكلوريد Cl، المغنيسيوم Mg، البوتاسيوم K، المواد الذائبة الكلية TDS، العسرة الكلية Ta ، الكبريتات SO_4، النتراتNO_3، الفوسفات PO_4، والقاعدية TH، تم تطبيق الطرق التحليلية على العينات وفقاً للطرق القياسية المقترحة في (APHA, 1998). **جدول(١) مواقع محطات الدراسة**

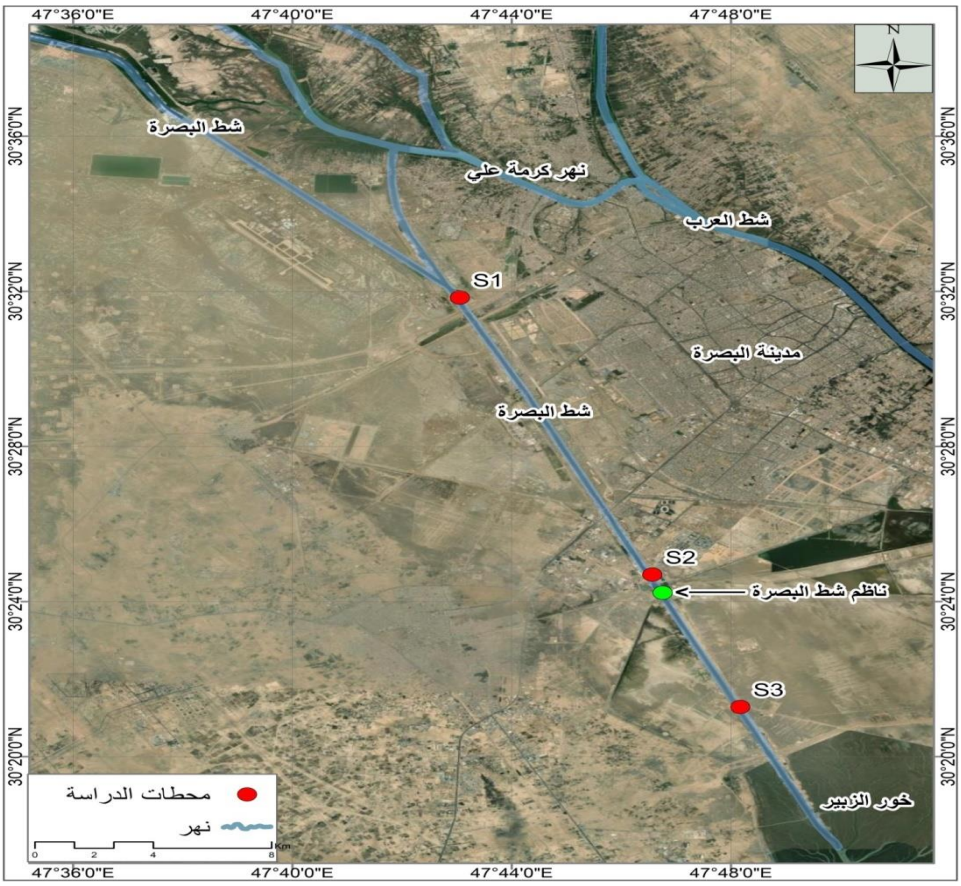
رمز العينة	الموقع	الموقع الفلكي
S1	ابو صخير	30° 53' 06" 47° 77' 60"
S2	قبل ناظم شط البصرة	30° 41' 15" 47° 77' 60"
S3	بعد ناظم شط البصرة	30° 33' 46" 47° 80' 28"

تم تطبيق دليل نوعية المياه الكندي(WQI) (المحور) Wastewater Quality Index لتقييم المياه العادمة في قناة شط البصرة وفقاً لطريقة الحساب المقترحة من قبل (Filatov et al, 2005) كمؤشر لمستوى التلوث المائي في الانهار والقنوات الملوثة، الجدول(٢)، وهو اداة فعالة في تقييم نوعية المياه العادمة، وتم مقارنة النتائج بالمواصفات القياسية الاردنية والسورية للمياه العادمة المسموح بطرحها للمسطحات المائية والأنهار لعدم توفر مواصفات عراقية لتقييم المياه العادمة (مهدي، ٢٠١٨).

$$WPI = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{A_i}{T_i}$$

حيث:

AI هو متوسط قيمة المتغير TI هو معدل القيم المسموح بها (العالمية و العراقية) N هي مجموع عدد المتغيرات المدروسة.



الشكل(٤) منطقة الدراسة ومحطاتهاجدول(٢) اصناف المياه بحسب مؤشر WPI

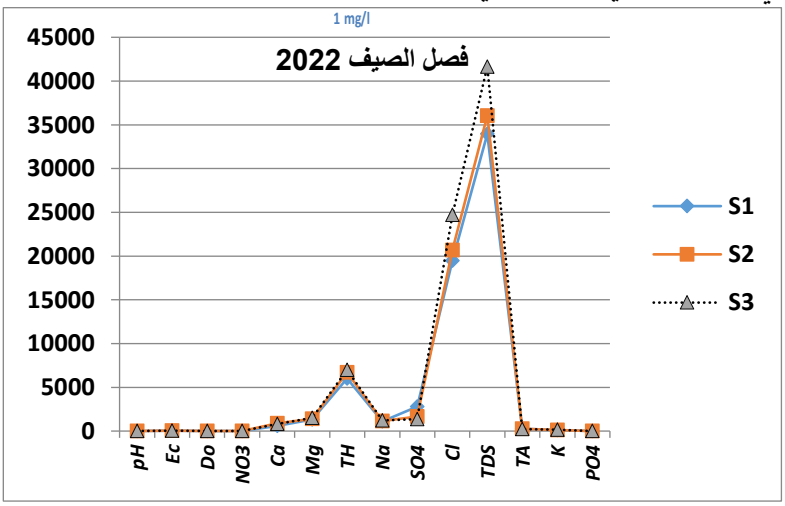
جودة المياه بحسب دليل نوعية المياه قيمة WPI	الصنف	صفة المياه
اقل من ٠.٣	I	نقي جدًا
0.3–1.0	II	نقي
1.0–2.0	III	متوسط التلوث
2.0–4.0	IV	ملوث
4.0–6.0	V	متدهور
اكبر من 6.0	VI	شديد التدهور

عن:(Hassan, et al., 2018)

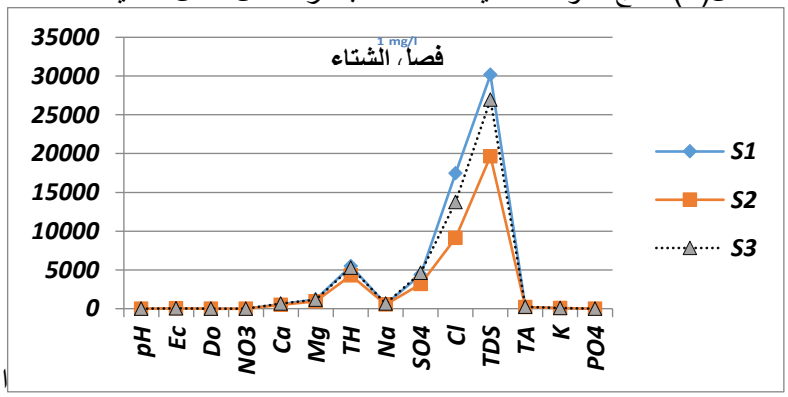
النتائج والمناقشة:

يتبين من نتائج تحاليل مياه قناة شط البصرة في الشكلين(٥و٦) ان الاس الهيدروجيني تراوح بين ٧.٩٩ في الموقع S1 و ادنى قيمة خلال الشتاء في ذات الموقع ٦.٨٣ وهي ضمن الحدود المسموح بها (٦.٥ – ٨.٥)، وكانت متوافقة مع الدراسات السابقة، اما قيم التوصيليّة الكهربائية التي تعد مؤشرا للملوحة فقد تراوحت بين اعلى قيمة ٦٥.١ ديسيمنز/م، في الموقعS3 خلال فصل الصيف باعتبارها مياه بحرية تتحرك في حالتي المد والجزر، وادنى قيمة خلال الشتاء في الموقع S2 بمعدل ٢٨.١ ديسيسمنز/م خلال الشتاء، ان قيم التوصيلية الكهربائية تتأثر بظروف الجفاف والامطار اذ تزداد خلال فصل الصيف بسبب ارتفاع درجات الحرارة، بينما يحدث الانخفاض خلال فصل

الشتاء بسبب التخفيف الناجم عن تساقط الامطار، كما ان ارتفاع قيم الملوحة يتوافق مع الذوبان الكلي للمواد الصلبة العضوية وغير العضوية، وسجلت اعلى قيمة للاوكسجين الذائب DO خلال الصيف ١٠.٤ ملغم/لتر في الموقع S3، وادنى قيمة ١ ملغم/لتر في الموقع S2 خلال الشتاء، اذ ينخفض الاوكسجين الذائب في موقع تصريف النفايات وهذا امر طبيعي اذا يتناسب قيمة الاوكسجين الذائب عكسياً مع تلوث البيئة المائية، ومن الواضح ان الموقع S2 هو الاشد تدهوراً للمياه بسبب تركز معظم مصارف مياه الصرف في الجزء الاوسط من القناة. واشار (Moyel,2014) الى ان المستويات العالية من المواد العضوية المذابة تستهلك كمية كبيرة من الأكسجين، وهذا يولد ظروف ملائمة لتكوين الأمونيا وثاني اوكسيد الكاربون والاحماض العضوية. ويبدو ان الرائحة الكريهة المنبعثة من مجرى القناة في الجزء الاوسط يعود الى التحلل اللاهوائي الذي يحدث لوجود بكتيريا ذاتية التغذية تؤكسد الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين(غاز المستنقعات) وكلاهما يتكونان أثناء أكسدة المواد العضوية التي تتدفق مع الصرف الصحي نحو القناة، فقد تبين ان انها ضمن الحدود المسموح به ولجميع المواقع, اعلى من المحددات الاردنية والسورية، وربما يعود نقص كمية الأوكسجين الى ظاهرة التخثر أو إثراء الماء بالمغذيات، ويقصد بها الطبقة التي تشكلها الطحالب على سطح الماء، وتتغذى عليها البكتيريا التي تؤدي إلى نقص كمية الأكسجين في الماء(لويزة وقمرة، ٢٠٢٠). وبالنسبة للأملاح الذائبة الكلية TDS يتبين ان أدنى قيمة بلغت ١٩٦٦٤ ملغم/لتر في الموقع S2 خلال الشتاء، وأعلى قيمة 41654 ملغم/لتر في الموقع S3 خلال فصل الصيف، ويعزى ارتفاع قيم المواد الذائبة الكلية في هذه المحطة لتأثرها المباشر بالمياه البحرية في خور الزبير وتدفق مياه الصرف الصحي من مذب محطة معالجة مياه حمدان، اما انخفاضها خلال فصل الشتاء في الموقع S2 فيعود الى تأثر تركيز المواد الصلبة الذائبة إجمالا بالتخفيف الذي تتسبب به جريان مياه الامطار من جوانب القناة وتصريف مياه الامطار المختلط بمياه الصرف الصحي الذي يتدفق في هذا الجزء من القناة، وبشكل عام كانت قيم TDS اعلى بكثير من المحددات القياسية لمياه البزل الواردة في الجدول(٣)، ولجميع المواقع، وان ارتفاع الملوحة تأثير كبير في حياة وتوزيع الكائنات الحية، لذا تكون معظم اجزاء قناة شط البصرة خالية من الاحياء باستثناء بعض الجهات التي تظهر فيها بعض الاحياء المقاومة للملوحة والمتعايشة مع المياه الملوثة، اما الزيادة خلال باقي المواسم فتعود الى التركيز العالي للمواد العضوية بفعل تصريف النفايات السائلة من الاحياء السكنية بدون معالجة.



الشكل(٥) نتائج فحوصات مياه قناة شط البصرة خلال فصل الصيف ٢٠٢٢



لشكل(٦) نتائج فحوصات مياه قناة شط البصرة خلال فصل الشتاء ٢٠٢٣

وبالنسبة للمتغيرات الفيزيائية والكيميائية لقناة شط البصرة في الدراسة الحالية أظهرت نتائج الدراسة تغيرات مكانية وزمانية للخصائص الفيزيوكيميائية لمياه قناة شط البصرة خلال فصلي الدراسة ومواقعها، فبالنسبة لتركيز الكالسيوم بلغت اعلى قيمة ٩٠٠ ملغم/لتر في الموقع S2 خلال الصيف وادنى قيمة ٤٨٠ في ذات الموقع خلال الشتاء، وهي اعلى من الحدود المسموح بها، وتراوحت قيم الصوديوم بين اعلى قيمة ١٢٠٠ملغم/لتر في الموقع S3 لتأثرها بالمياه البحرية، وادنى قيمة ٥٣٩ملغم/لتر في الموقع S2 لتأثرها بالاختلاط بمياه الامطار المنصرفة مع مياه الصرف وكلاهما اعلى من المحددات المسموح بها لمياه البزل. ويعد عنصر الصوديوم محدداً كبيراً لإمكانية استخدام المياه للإرواء (Alobaidy et al, 2010). وسجل عنصر المغنيسيوم معدلات تراوح بين اعلى قيمة ١٤٠٩.٤ ملغم/لتر في الموقع S2 خلال الصيف، وادنى قيمة ٩٢٨.٢٦ ملغم/لتر في ذات الموقع خلال الشتاء، وهذا التباين يعود لطبيعة الفصلين الممطر والجاف التي تنعكس على خصائص مياه الصرف في هذا الموقع، ومن خلال مقارنة قيم المغنيسيوم مع المحددات المسموح بها في الجدول(٣) ظهرت الموقع S3 كونها مياه بحرية، وادنى قيمة ٩١٠٨ ملغم/لتر في الموقع S2 وكلاهما خارج المحددات المسموح بها لمياه البزل، وتراوحت

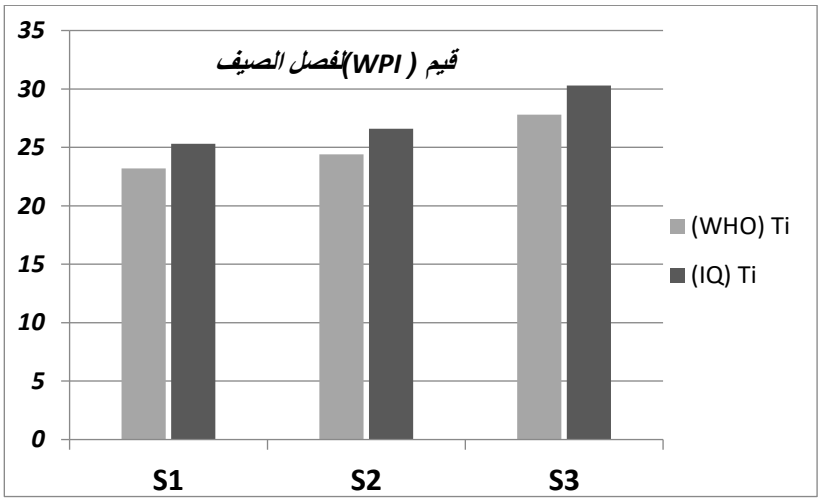
المؤشرات	المواصفة الاردنية لمياه الصرف	المواصفة السورية لمياه الصرف
المواد الذائبة الكلية TDS	2000	1200
الاس الهيدروجيني pH	7.5	7.5
المتطلب الحيوي للاوكسجين BOD	50	20
المتطلب الكيميائي للاوكسجين COD	200	40
الفوسفات PO_4	15	15
النترات NO_3	50	50
الكلورايد Cl	350	
البيكاربونات	520	
الصوديوم Na	230	
المغنيسيوم Mg	60	
الكالسيوم Ca	400	

قيم العسرة الكلية بين ٧٠٠٠ ملغم/لتر في الموقع S3 خلال الصيف، وادنى قيمة ٤٣٠٠ ملغم/لتر في الموقع S2 خلال الشتاء، وهي تغيرات فصلية بسبب تغير حالة المناخ بين الجفاف والامطار، وكانت الزيادة متسقة مع زيادة تركيز املاح الكالسيوم والمغنيسيوم. مع تأثرها بمخارج الصرف الصحي المنزلي المحمل بمساحيق الغسيل. الجدول(٣) المواصفات القياسية الأردنية والسورية لمياه الصرف المطروحة للمسطحات المائية (مهدي، ٢٠١٨)

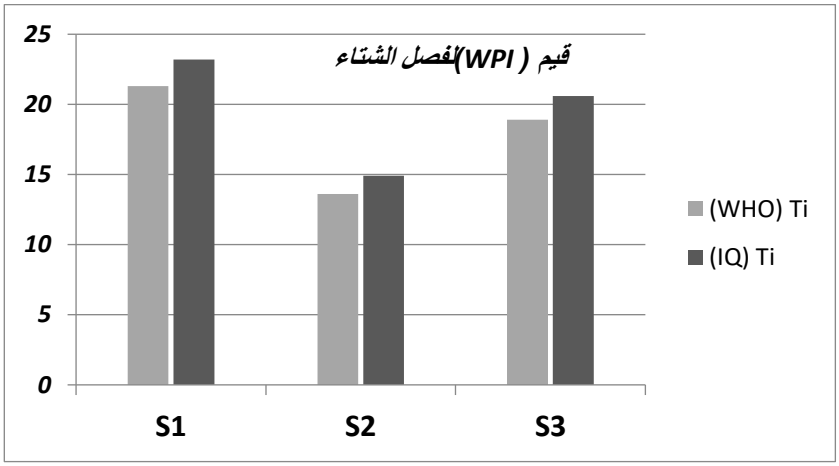
وبالنسبة لتركيز الكبريتات تراوحت بين اعلى قيمة ٤٣٦٤ في الموقع S1 خلال الصيف، وادنى قيمة1373.7 ملغم/لتر في الموقع S3 خلال نفس الفصل، وتعزى الزيادة في المحطة الاولى الى فعاليات الشركات النفطية في مناطق شمال غرب البصرة التي تصرف المياه المتخلفة عن الانشطة الاستخراجية باتجاه حوض الموازنة المرتبط بشط البصرة، ومن المحتمل ان هنالك ملوثات صناعية كثيرة يتم تصريفها باتجاه المصب العام وتصل الى قناة شط البصرة. اما قيم النترات والفوسفات ذات المصدر العضوي واللاعضوي التي تشكل ٧٠٪ من المواد الصلبة في المياه العادمة(رمضان وعباس، ٢٠١٨). فقد سجلت النترات أعلى قيمة ٧.٥ ملغم/لتر في الموقع S2 خلال الصيف، وأدنى قيمة لها٥.٤٧ ملغم/لتر في ذات الموقع خلال الشتاء، وارتفاع مؤشر النترات بسبب تصريف النفايات السائلة غير المعالج في الجزء الاوسط من القناة. كما ترتفع النترات عند تصريف الأسمدة الاصطناعية والكبريتات ذات المصدر الصناعي(الزوالي واخرون، ٢٠١٩). واشارت(Al-Hejuje, 2014) ان مياه الصرف الصحي محملة بمركبات نيتروجين تتأكسد إلى النترات. وهذا يفسر زيادة تركيزات النترات خلال الصيف في الموقع S2. اما الفوسفات فسجلت أعلى قيمة ٠.٠٠٤٩ ملغم/لتر في الموقع S3 خلال الصيف، وأدنى قيمة لها ٠.٠٠٠٢ملغم/لتر في ذات الموقع خلال الشتاء، يوجد ارتباط وثيق بين زيادة تركيز الفوسفات والنفايات الزراعية والصناعية التي تحتوي على الأسمدة الفوسفاتية(Ali & Resen, 2021). وبالرغم من ان مصدر الفوسفات مياه البزل ومطروحات الصرف المنزلي الغنية بمساحيق التنظيف الغنية بمتعدد الفوسفات(السنجري، ٢٠٢٣). الا ان تركيز الفوسفات يزداد نسبياً في الموقع S3 عند الابتعاد عن مصدرها الاساس وهو المصب العام

ومخارج الصرف الصناعي والمنزلي الذي يتركز قرب المحطة الثانية، كما تتأثر بركود المياه وعدم تبدل الكتل المائية في خور الزبير خلف الناظم، وبشكل يتحكم المصدر و كمية مياه البزل والقرب او البعد من مصدر النفايات السائلة في تركيز معظم العناصر الفيزيوكيميائية في اعلى القناة، ويضاف الى ذلك ركود المياه امام الناظم في تباين قيم المتغيرات، اما انخفاض الفوسفات بسبب الترسيب على طول قاع القناة، ويضاف الى ذلك تأثير التغير في الخصائص المناخية وخصوصاً درجة الحرارة والتبخر والامطار خلال أشهر السنة. اما تركيز الفوسفات والنترات فقد كانت ضمن المواصفات المطلوبة ولجميع المواقع، وتشير نتائج المحطات الثلاث إلى إن الزيادة بشكل عام كانت باتجاه الجنوب والسبب في ذلك هو الزيادة في كميات المياه المضافة من جهة المصب العام وعملية خلط مياه المصب مع مياه القناة بشكل مباشر، بينما تتحكم مياه مبازل الصرف الصحي المتدفقة باتجاه مجرى القناة، وركود المياه قرب ناظم شط البصرة لتلكؤ عمل الناظم خلال السنوات الاخيرة. فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة التي ترفع من قيمة تأين الاملاح وارتفاع نسبة التبخر خلال الفصل الصيف الجاف(المحنه، ٢٠٢٠). وبشكل عام تكمن اسباب التلوث بالمؤثرات الطبيعية التي تتمثل بطبيعة الترب التي تمر بها المياه المتدفقة الى قناة شط البصرة من المصب العام التي تمتاز ترب الاراضي الزراعية في السهل الرسوبي بارتفاع محتوى الطين والغرين مقارنة بمحتواها من الرمل، وهذه الترب غالباً ما تكون شديدة الملوحة(الجواد، ٢٠١٠). فضلا عن ذلك تؤثر الاسباب البشرية التي تعد اشد تأثيرا وتتمثل بالتدفق المستمر للنفايات السائلة غير المعالجة مصدرها مياه البزل والصرف الصحي والصناعي وضعف تبدل الكتلة المائية في القناة مع مياه خور الزبير التي تتحرك خلال المد والجزر عبر ناظم شط البصرة. لذا تتعاظم مؤشرات التلوث خصوصا مظاهر التلوث الظاهر للعيان من خلال لون المياه والروائح المنبعثة من بعض اجزاء القناة التي تشبه رائحة البيض الفاسد، اذ تتراكم ملوثات عديدة في الجزء الاوسط تتمثل بالمركبات العضوية كالفينولات، وأيضاً الأمونيا والأحماض، والأسمدة، والمبيدات، والأملاح السامة، ومركبات الكبريت والمواد الهيدروكربونية. وفي حال تعامل البشر مع هذه الملوثات فسوف يصاب بأمراض الربو والحساسية الصدرية والسرطان، اضطرابات الكبد والمعدة، الأمراض الجلدية والطفرات أو تشوه الأجنة(لويزة وقمرة، ٢٠٢٠). ويتضح مما تقدم ارتفاع معظم عناصر ومركبات نوعية مياه قناة شط البصرة، بتأثير المواسم الزراعية بسبب مياه الصرف الصحي المنزلي ومخلفات النباتات السائلة في الجزء الشمالي من شط البصرة بينما يتحكم المد البحري للمياه المالحة في وبالرغم من ان مياه القناة لا تستخدم لأغراض الشرب او الزراعة الا انها تشكل قضية رئيسية بالنسبة للسكان المحليين الذين يقطنون على مقربة منها او المناطق المخطط اقامتها على جوانبها في المستقبل القريب مع توقعات بشحة مائية ربما تتعمق خلال السنوات القادمة، لذا هنالك ضرورة لوقف مظاهر التلوث الناتجة عن تصريف المياه الثقيلة من معظم احياء مدينة البصرة إلى قناة شط البصرة بشكل مباشر دون معالجة، الشكل(٧)، اذ تفتقر مدينة البصرة الى محطات معالجة الصرف الصحي باستثناء محطة المعالجة في منطقة (حمدان) وهي ذات طاقة منخفضة وتتعرض الى اعطال وتوقفات

الشكل(٧) بعض مظاهر التلوث المائي وتصريف نفايات الاحياء السكنية والمصانع في قناة شط البصرة قرب الموقع S2(الدراسة الميدانية) مستمرة، وقد اوضحت دراسة (Hassan, et al., 2018) ان جودة مياه القناة كانت ضمن الصنف الملوث الى شديد التلوث) وبالتالي فهي غير ملائمة في شكلها الحالي لأي نوع من انوع الاستخدامات البشرية والاحيائية والزراعية، ان استمرار تحويل المياه العادمة البشرية والصناعية الى مجرى قناة شط البصرة بشكل مباشر ، وبالتالي هناك حاجة فورية لاتخاذ بعض الإجراءات لوقف التلوث وتحسين جودة مياه القناة باعتبارها مكونًا لا يتجزأ من البيئة في محافظة البصرة. وعند تطبيق دليل نوعية المياه WQI بطريقة الحساب المقترحة من قبل (Filatov et al., 2005) الوارد في (Hassan,2018)، الشكل(٨ و٩) تبين ان المياه في مواقع الدراسة (S3,S2,S1) سجلت خلال فصل الصيف قيم بلغت(23.2 و24.4 و27.8)على التوالي، حسب المعيار منظمة الصحة العالمية (WHO)WPI، في حين سجلت ضمن المعيار العراقي(IRQ)WPI(25.3 و26.6 و30.3)، وسجلت خلال الشتاء قيم بلغت(21.3 و13.6 و 18.9)على التوالي بحسب المعيار منظمة الصحة العالمية (WHO)WPI، في حين سجلت ضمن المعيار العراقي(IRQ)WPI(23.2 و14.9 و20.6)، وقد وقعت جميع المواقع ضمن الصنف VI مياه ملوثة التدهور لجميع المواقع وفقاً لمعايير العراقية والعالمية مع ظهور اتجاه للتلوث بتركيز اعلى في الموقع الثالث في كلي التصنيفين، وغير صالحة للاستخدامات الزراعية والصناعية.



الشكل(٨) قيم اصناف المياه بحسب WPI لمياه قناة شط البصرة خلال فصل الصيف، بحسب المعايير العراقيةIRQ ومعيار منظمة الصحة العالمية WHO



الشكل(٩) قيم اصناف المياه بحسب WPI لمياه قناة شط البصرة خلال فصل الشتاء، بحسب المعايير العراقيةIRQ ومعيار منظمة الصحة العالمية WHO

الاستدامة البيئية لشط البصرة

شهدت العقود الأخيرة توسعاً في وضع حلول للتلوث المائي او التخفيف منه، وايجاد مصادر مبتكرة من المياه غير التقليدية ومنها المياه العادمة مع ضغط الزيادة السكانية والتوسع الحضري، واعتبر استغلال ومعالجة مياه الصرف الصحي أكثر الحلول المرغوب فيها في المراكز الحضرية المتنامية(Schellenberg et al,2020). واكبر مؤثر على نوعية مياه قناة شط البصرة هو القاء مخلفات المجاري

لمدينة البصرة بشكل مباشر او بعد عملية ترسيب سطحي بدائي وبسيط في القناة، وبالرغم من ان افضل الطرائق للتخلص من الصرف الصحي هو تصريفها الى البحار المفتوحة الا ان هذا الامر يكون مشروطاً بمعالجتها قبل الالقاء، وهذه العملية لا تتطلب تقنية معقدة ولا تتطلب سوى عدد من الاحواض والخزانات للتنقية البيولوجية وانتزاع المركبات والعناصر الضارة لتقليل او انهاء ضررها على الانسان والبيئة(ابو عوينة، ٢٠١٤)ويعد شط البصرة من ضمن القنوات الاصطناعية التي لم يجري استثمارها بالشكل المطلوب بالرغم من ان توسع مدينة البصرة الحالي والمستقبلي سوف يحصل باتجاه الجانب الغربي المحيط بهذه القناة، وتشمل الادارة المقترحة معالجة مياه الصرف الصحي المتدفقة باتجاه المجرى الرئيس وتوفير مصدر ماء عذب لزراعة نباتات مقاومة للملوحة والظروف الصحراوية لتكون حزام اخضر بعرض ٢٠٠-٤٠٠متر لحماية الاستثمارات المستقبلية وانشاء محمية طبيعية في الجزء الاعلى من خور الزبير، الشكل(١٠).

الاستنتاج:

استنتجت الدراسة ان معظم متغيرات نوعية المياه اعلى من المستويات المسموح بها بالمقارنة مع المحددات العراقية والعالمية لأغراض للاستخدام السكني والزراعي بدون اجراء معالجات، كما انها اعلى من محددات مياه البزل السورية والاردنية، واظهرت المقارنة بين نوعية المياه في محطات الدراسة الثلاث ان معظم الملوثات ذات تراكيز عالية ومضرة بالبيئة، وتسبب تلوث ظاهر للعيان وان مستوى التلوث كان ضمن صنف المياه الملوثة والملوثة جدا في المحطات الثلاث للفصلين الرطب والجاف، ويعود السبب في ذلك استخدام القناة في تصريف نفايات الصرف الصحي والصناعي فضلاً عن مياه البزل ، فضلاً عن ركود المياه بسبب تلكؤ عمل ناظم شط البصرة الذي يضعف من تبدل الكتل المائية التي تخفف من تركيز العناصر والمركبات في حوض القناة شط البصرة.

التوصيات:

١- دعم التقنيات الحديثة في معالجة المياه العادمة واعادة استخدامها، وابتكار طرق واساليب خفض مستوى التلوث في قناة شط البصرة خصوصاً في الجزء الاوسط من القناة(خلف ناظم شط البصرة).

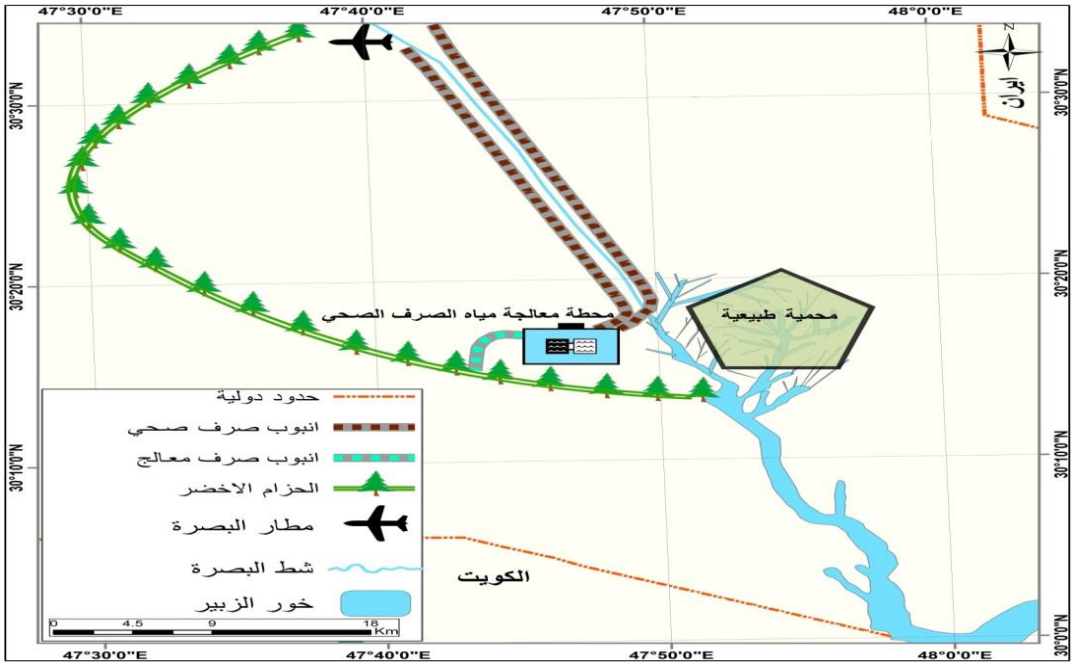
٢- انشاء محطات ضخ للمياه كجزء رديف لمحطات معالجة الصرف الصحي والصناعي، واستخدام المياه الناتجة في بعض الاستثمارات مثل التشجير والاستزراع السمكي وارواء المحاصيل المقاومة للملوحة وتوفير مصدر ماء عذب لزراعة نباتات مقاومة للظروف الصحراوية لتكون حزام اخضر بعرض ٢٠٠-٤٠٠متر لتقليل تأثير العواصف الغبارية المتكررة وانشاء محمية طبيعية في الجزء الاعلى من خور الزبير، تمهيدا لإقامة استثمار سياحي في المنطقة.

٣- استغلال النواتج العضوية المتخلفة من محطة معالجة الصرف الصحي لإنتاج مادة سمادية عضوية(الكمبوست).

٤-التشغيل المستمر لناظم شط البصرة بأقصى طاقته التشغيلية على ان يتزامن ذلك مع تفعيل اجراءات الاصحاح البيئي للقناة، عن طريق انشاء محطات معالجة الصرف الصحي، وتحويل جميع مخارج الصرف الصحي والصناعي الى هذا الجزء قبل القاءها في شط البصرة لتخليص شط البصرة من مصدر التلويث الذي يحول دون صلاحية المياه للاستثمارات البيئية والساحلية والجمالية.

٥. - تكثيف الدراسات البيئية حول شط البصرة مع التركيز على الدراسات المسحية لظروف المجرى ومشكلات التلوث، اذ لم يحظَ القناة بدراسات تطبيقية كافية وبشكل معمّق يوازي اهمية الموقع الذي سوف يتوسط مدينة البصرة التي تتسع سريعاً باتجاه الغرب

٦-انشاء مختبر تحليل فيزيوكيميائي وبايولوجي وبكتيري ضمن دائرة المصب العام التي تشرف على عمل ناظم شط البصرة والاشراف المباشر عليها.



الشكل(١٠) مقترح الادارة الاستثمارية المتكاملة لقناة شط البصرة

المصادر: References

- ابو عوينة، محمد محمد علي(٢٠١٤) حماية البيئة المائية من التلوث، مطبعة دار الوفاء للطباعة والنشر، ٥١٣ص.
- الجواد، مها مجيد غضبان (٢٠٢٠) التقييم الفيزيوكيميائي لمياه ورسوبيات وتربة مجرى شط العرب الشمالي، اطروحة دكتوراه- كلية الزراعة -جامعة البصرة. ٢٧٩ ص.
- الجوراني، خلود كاظم خلف(٢٠٢١) تغير الخريطة الهيدرولوجية لمحافظة البصرة باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه كلية الآداب – جامعة البصرة، ٤٠٠ص.
- الحسيناوي، علياء عبدالله عبد حسن(٢٠١٥)هيدرولوجية المصب العام وآثاره البيئية في محافظة ذي قار، رسالة ماجستير، كلية الآداب _ جامعة ذي قار ، ٢٠٥ ص.
- الحمامي، كاظم فنجان(٢٠١٣) مديرية المجاري تقتل شط البصرة، رابطة ادباء الشام، http://www.odabasham.net/%D9%82%D8%B6%D8%A7%D9%8A%D8%A7/16279
- رمضان بشرى رمضان وعباس، ايمان كريم(٢٠١٨) خصائص المياه العادمة واثرها في البيئة الحيوية في محافظة البصرة، مجلة دراسات البصرة، المجلد ١٣/، العدد92 الصفحات: ٩١-١٢٤.
- الزوالي، البشير منصور وعمر، عبد الناصر البشير و الجالي، سناء رمضان و زيادة، سالمة و انطاط، اريج و صالح، هشام(٢٠١٩) تقدير تركيز بعض الايونات في مياه الشرب المنتجة في وحدات معالجة المياه ببلدية غريان، عدد خاص بالمؤتمر السنوي الثالث حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية، جامعة مصراته: ١٨٣-١٩٣.
- سدخان, أحمد ميس, تلوث نهر الفرات في محافظة ذي قار, قسم الجغرافية, كلية التربية, جامعة البصرة, رسالة ماجستير(غير منشورة), ٢٠٠٧, ص١٦٢.
- السنجري، بان رفعت(٢٠٢٣) الخصائص النوعية للمياه المطروحة من محطات المعالجة في بعض مستشفيات مدينة البصرة، رسالة ماجستير-كلية العلوم-قسم البيئة: ١١٩ صفحة.
- الشركة العامة للموانئ العراق –GCPI(٢٠١٥) دراسة الخطة الرئيسية لقطاع الموانئ في جمهورية العراق، التقرير النهائي، الوكالة اليابانية للتعاون الدولي، ٥٧ص.https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000024634.pdf
- عبد صالح، سارة عبد الرزاق(٢٠٢٢) الخصائص الهيدرولوجية لمياه قناة شط البصرة وإمكانية استثمارها، رسالة ماجستير-كلية التربية للعلوم الإنسانية/جامعة -البصرة، ١٦٠ صفحة.

- عليبي، سناء و محمدي، سميحة و حسن، وفاء و منصور، الهادي(٢٠٢٠) دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتيريّة لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهديّة – تونس. المجلة العربية للبحث العلمي، العدد ٢٠٢٠ المجلد(٢): ٦ صفحات.
- لويزة، منيع وقمرة، مزيان(٢٠٢٠) دراسة تقييمية لإتجاه تلوث مياه الشرب في شمال أم البواقي (بلديتي قصر الصبيحي وعين ببوش). رسالة ماجستير، جامعة ام البواقي، كلية العلوم، الجزائر: ١٣٣ ص.
- المحمود. حسن خليل حسن(٢٠١٩). الموارد المائية في البصرة ومشكلاتها المعاصرة. منشورات مركز علوم البحار – جامعة البصرة –دار الكتب للطباعة والنشر. الطبعة الاولى. ٣٢٤ صفحة.
- المحمود، حسن خليل(٢٠٢٢) الادارة المتكاملة لقناة شط البصرة وسُبُل استدامتها، بوستر علمي مقدم الى الندوة العلمية الرابعة حول الطبيعة البحرية ((تنشيط الاستثمارات الساحلية في الخيران الساحلية)) – مركز علوم البحار–جامعة البصرة بالتعاون مع ديوان محافظة البصرة والشركة العامة لموانئ العراق واكاديمية الخليج العربي للدراسات البحرية– ايار ٢٠٢٢،
- المحنه، أسعد كاظم سنيد(٢٠٢٠) التحليل المكاني للخصائص النوعية لمياه المصب العام في محافظة القادسية، رسالة ماجستير جامعة ذ ي قار، ٢٥٩ص.
- مهدي، ايناس عوني(٢٠١٨) تقييم كفاءة نوعين من النباتات المائية الغاطسة في إزالة عنصري النيكل والرصاص ومعالجة المياه العادمة، رسالة ماجستير – كلية العلوم –جامعة البصرة، ١١٧ص.
- وزارة الري العراقية– دائرة المصب العام، بيانات غير منشورة.

- Al-Aesawi Q. M. (2010).Hydraulic Operation of Shatt Al-Basra Canal using on dimensional model . A thesis of degree of master. College of science. University of Baghdad. 105 p.
- Al-Aesawi, Q.M.F., Abdullah1 S.S. and Al-Jabbari, M.H.A(2013)Assessment of hydraulic changes due toconstruction of a barrage in the Shatt Al-Basra canal using one dimension model (Mike 11). Mesopot. J. Mar. Sci., 28(1) pp: 61 – 68.
- Al-Hejuje, M.M.K. (2014). Application of water quality and pollution indices to evaluate the water and sediments status in the middle part of Shatt Al-ArabRiver. Ph. D. Thesis. Coll. Sci., Univ. Basrah: 2
- Ali, W. A. and A. K. Resen,(2021). Water Quality Assessment of Shatt Al-Arab River, Southern Iraq Using NSF-WQI. Vol. 5(2): 194-202: https://doi.org/10.51304/baer.2021.5.2.194
- Alkenaee,M.(2011) The boundary dispute between Kuwait and Iraq has it subsided . Master thesis, School of Arts and Sciences, Lebanese American Un. 127 p.
- Al-Mahmood H. K. H ,Wesal F. Hassan , Abdulzahra A, Alhello and Oday, Hammood and NADIA K. MUHSON (2015) IMPACT OF LOW DISCHARGE AND DROUGHT ON THE WATER QUALITY OF THE SHATT AL-ARAB AND SHATT AL-BASRA RIVERS (SOUTH OF IRAQ) . JOURNAL OF INTERNATIONAL ACADEMIC RESEARCH FOR MULTIDISCIPLINARY, Impact Factor 1.625, ISSN: 2320-5083, Volume 3, Issue 1, February.
- Alobaidy, A.H., Al-Sameraiy, J. A., Kadhem, A. J. and Majeed, A.A.,(2010) Evaluation of Treated Municipal Wastewater Quality for Irrigation. Journal of Environmental Protection, 2010, 1, 216-225 doi:10.4236/jep.2010.13026 Published Online September 2010 (http://www.SciRP.org/journal/jep)
- APHA (American public Health Association) (2005) standard method for the examination of water and waste water _2th edition .Washington, D.C.P .
- Hassan, Ayman A., Dawood, Ammar S., AL-Mansori, Nassrin J.(2018) Assessment of Water Quality of Shatt Al-Basra Canal using Water Pollution Index. International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.19), pp. 757-762.
- Moyel,M.S.(2014). Assessment of water quality of the Shatt Al-Arab River, using multivariate statistical technique. Mesopotamia Environmental Journal (MEJ) 2014, Vol.1, No.1:39-46.
- Schellenberg .,T., Subramanian., V., Ganeshan., G., Tompkins., D. and Pradeep., R.(2020). Wastewater Discharge Standards in the Evolving Context of Urban Sustainability–The Case of India. Front. Environ. Sci. 8:30.doi: 10.3389/fenvs.2020.00030
- UN-ESCWA and BGR (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia(2013)Inventory of shared water resources in western ASIA (ONLINE VERSION) Chapter 5: Shatt al Arab, Karkheh and Karun Rivers. 21 p