## الملخـــص

تكشف هذه الدراسة عن بعض الملوّثات الكيمياوية الخطرة التي لم يتم تناولها من قبل. وتهدف إلى التحليل الجغرافي لهذه الملوّثات، وتقييم مخاطرها البيئية في ضوء تواجدها وتأثيرها المتوقع في الصحة العامة. تم خلال العام ٢٠١٨ جمع ٢٠ عينة مياه من محطات مختلفة على نهر شط العرب وبعض قنواته الداخلية في مدينة البصرة. وتم فحص هذه العينات باستخدام تقنية المطياف الضوئي Spectrophotometric Analysis، لتوخي أكبر قدر من الدقة.

بينت نتائج الدراسة عن وجود تلوث ببعض المواد الكيمياوية الخطرة مثل السيانيد والفلوريد والنتروجين العضوي والأمونيا والأمونيوم، فضلاً عن وجود ارتفاع ملحوظ في تركيز الملوحة (متمثلة بمؤشر التوصيلية الكهربائية EC). وعلى الرغم من أن بعض هذه المؤشرات كانت ضمن حدود آمنة، كما في السيانيد والفلوريد، إلا أنها تتخطى المواصفة القياسية البيئية في بعض الحالات، وأن مجرد وجودها ولو بقدر ضئيل يدل على الخطر. أما بالنسبة للتلوث بالأمونيا والأمونيوم، فكان مرتفعاً بشكل ملحوظ سيما في القنوات الداخلية المدروسة. تشترك مصادر عدة في إحداث هذا التلوث تتمثل في الصرف الصحي، ومياه المجاري المنزلية، والمخلفات التجارية والبلدية والصناعية والزراعية، فضلاً عن عوامل طبيعية مثل قلة الإيراد المائي، وضعف التبادل بين الكتل المائية للقنوات المدروسة.

تسهم بعض العلميات الكيميائية في تحديد مصير هذه الملوّثات في البيئة وفي تحوّلها من صيغة إلى أخرى. ويسبب وجود الملوّثات المدروسة مشكلات شتى مثل التملح والتسمّم والعدوى الجرثومية وازدهار الطحالب الضارة. تجعل هذه المشكلات درجة الموثوقية باستخدام المياه محفوفة بالمخاطر، الأمر الذي يحتاج إجراء معالجات متقدمة فورية.


الكلمات المفتاحية. تحليل جغرافي، ملوّثات كيمياوية خطرة، شط العرب، القنوات الداخلية، البصرة، المطياف الضوئي.

## Abstract

**This study chose to detect some of the hazardous chemical pollutants that had not been dealt with before. It aims to conduct a geographical analysis and environmental assessment of these pollutants in terms of their presence and anticipated impact on the environment and public health. During the year 201٨, 20 water samples were collected from different sampling stations on the Shatt al-Arab River and its canals (Maqal, Jubaylah, Rubat, Khandk, Ashar, and Khorah) in Basra. These samples were examined using the Spectrophotometric Analysis, to be more accurate.**

**The results show the occurrence of contamination with some hazardous chemicals such as cyanide, fluoride, organic nitrogen, ammonia and ammonium, in addition to a significant increase in the salinity concentration (represented by the electrical conductivity index EC). Although some of these parameters were within safe limits, as in cyanide and fluoride, they exceed the environmental standard in some cases, and that their existence, even to a small extent, is a dangerous guide. As for pollution of ammonia and ammonium, it was remarkably high, especially in the studied canals. Several sources are involved in the occurrence of this pollution, such as sanitation, domestic sewage, commercial, municipal, industrial and agricultural wastewaters, as well as natural factors such as lack of water input and poor hydrologic exchange of studied canals.**

**Some chemical processes contribute to determining the fate of these pollutants in the environment and their transformation from one form to another. The presence of studied pollutants causes various problems such as salinization, poisoning, microbial infection and harmful algal bloom. These problems make the reliability of water use at risk, which requires immediate advanced wastewater treatment.**

**KeyWords :Geographical Analysis, Hazardous Chemical Pollutants, Shatt al-Arab River, Canals, Basra City, Spectrophotometric Analysis.**

## المقدمة

إن من أهم المناهج التي تتبناها دراسات التلوث البيئي، هو التحليل الجغرافي، الذي يعد في الأساس تفسير مكاني لتراكيز الملوثات وتحديد مؤشرات التدهور البيئي من عدمه، ومن ثمّ اتخاذ القرارات المناسبة لتقديم الحماية أو المعالجة الضرورية للبيئة المتأثرة. إن مواصلة دراسات التلوث البيئي لمكونات البيئة المحيطة أمر ضروري لضمان السلامة البيئية والصحة المجتمعية. وقد تكون قيمة عملية التحليل والتقييم هذه أكثر جدوى لو اقترنت بمراعاة البعد الجغرافي للمشكلة المدروسة.

في ضوء ذلك، تعدّ دراسة الملوّثات الكيمياوية قضية حساسة وحاسمة في تقييم نوعية البيئة المائية على وجه الخصوص، ذلك لأن وصول المواد الكيماوية إلى الجسم البشري يعني تهديداً مباشراً أو غير مباشر للصحة العامة، وربما يكون سبباً كامناً وراء حدوث كثير من التغيرات البيئية وما يترتب عليها من عواقب سلبية في أغلب الأحيان. والدراسة الحالية تستند إلى هذا الأساس العلمي إجمالاً.

الحقيقة إن بإمكان كل المواد الكيمياوية أن تتحول إلى ملوّثات عندما تتواجد خارج بيئتها الطبيعية، أو حينما تكون بتراكيز فوق المعتاد. ومع ذلك، لا تصبح المواد الكيمياوية ملوّثاتً إلا عندما يكون تراكمها كافياً للتأثير سلبياً في البيئة، أو عندما تسبب خطراً على كائن حي ما. ويشهد العالم اليوم وجود آلاف المواد الصناعية التي قد تحمل معها خطورة على الإنسان وبيئته، إذ أن هنالك ما يزيد عن ٣٠٠٠ مادة كيمياوية طبيعية وأخرى من صنع البشر تعدّ سامةً، ويتم إنتاجها بكميات تكفي لإحداث خطر محتمل على البيئة[١]. وتذكر

منظمة الصحة العالمية (WHO) في إحدى نشراتها[٢]، أن وجود المواد الكيمياوية الخطرة في الهواء والماء والغذاء وفي المنتوجات الاستهلاكية وبيئة العمل يمكن أن يتسبب بمجموعة من الأمراض بما في ذلك أمراض السرطان وتشوهات الأجنة وأمراض الجهاز التنفسي والغدد الصماء والقلب والأوعية الدموية والجهاز البولي والاضطرابات العصبية. وتقدر المنظمة، على سبيل المثال، أن نحو ٨٠٠ مليون إنسان معرضون لخطر الإصابة بأمراض خطيرة كالدُراق Goite (تضخم الغدة الدرقية) والفَدامَة Cretinism (اضطراب الغدة الدرقية لدى الأطفال)، وذلك نتيجة لزيادة التعرض لملوّثات كيمياوية مختلفة[٣].

إن وجود المواد الكيمياوية بكثافة في تركيبة بعض المنتوجات الاستهلاكية أو في المخلفات الصناعية والزراعية والبلدية، يجعلها تتحلل وتدخل إلى البيئة بمداخل شتى ومن ثمّ تتحول إلى ملوّثات ضارة وخطرة[٤].

إن تحليل تراكيز بعض الملوّثات الكيمياوية في بيئة شط العرب وتقييمها، يعدّ أمراً غاية في الأهمية ذلك لأن نهر شط العرب وقنواته الداخلية تعد بمثابة شريان حياة أساسي في عموم محافظة البصرة، نظراً لأنه يمدها بمياه الشرب والاستعمال المنزلي والعمليات الصناعية وسقي المزروعات وصيد الأسماك وغيرها، ولذا من الضروري إيلاء اهتمام لهذه المفصل البيئي الحرج ومراقبة أثر الملوّثات الكيمياوية فيه.

**أولاً – الأساس النظري**

**(١) مشكلة الدراسة:** تستند إلى التساؤلات الآتية:

((أ)) هل تحتوي مياه شط العرب وبعض قنواته الداخلية على ملوّثات كيمياوية خطرة، وما مصادرها المحتملة؟ وهل يؤدي العامل المكاني دوراً في تباين تراكيز الملوّثات؟

((ب)) ما مدى خطورة هذه الملوّثات وما تقييم أثرها في الصحة؟ وما مصيرها في البيئة؟

**(٢) فرضية الدراسة:** تحاول الدراسة الحالية التأكد من الفرضيات الثلاث الآتية:

((أ)) ثمّة مصادر تسهم في تلويث بيئة شط العرب وقنواته الداخلية بمواد ومركّبات كيمياوية ذات طبيعة خطرة، وقد يكون للاعتبارات المكانية دور في ذلك.

((ب)) قد تنتج صفة الخطورة للملوّثات الكيمياوية عن تظافر عوامل بيئية وجغرافية مختلفة، وقد يخضع مصيرها لسلسلة من تفاعلات التحوّل في البيئة.

**(٣) هدف الدراسة:** تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يأتي:

((أ)) بيان وجود ملوّثات كيمياوية خطرة في مياه نهر شط العرب وفي بعض قنواته الداخلية.

((ب)) تحديد التباين المكاني لتراكيز الملوّثات الكيمياوية الخطرة وتفسير أسباب هذا التباين. وتقييم خطورتها البيئية.

((د)) تحديد المصادر المحتملة المسببة للتلوث الكيمياوي المسببة في بيئة شط العرب وقنواته.

((هـ)) التحليل العلمي لتحوّلات الملوّثات الكيمياوية ومصيرها في البيئة.

**ثانياً – الأساس المفاهيمي**

من الضروري هنا تعريف مفهوم (الملوثات الكيمياوية الخطرة) لأهميته في الدراسة الحالية:

إذ يُقصد بـــ **الملوّثات الكيمياوية الخطرة Hazardous Chemical Pollutants**، تلك الملوّثات والمخلفات المضافة إلى البيئة بطريقة أو أخرى التي تحتوي على أية مادة من شأنها إحداث خطر على حياة وصحة وسلامة الكائنات الحية كافة. ويمكن تصنيف مكامن خطورتها تبعاً لما يأتي(٥):

- خطورة كونها ملوّثات سمّية Toxic، كما هو الحال مع معظم المبيدات الحشرية وأملاح الرصاص ومركّبات الزرنيخ والسيانيد، ومركّبات الكالسيوم والمطهرات.. وغير ذلك.
- خطورة كونها ملوّثات مثيرة للالتهابات Inflammatory، كما هو الحال مثلاً مع المواد الهيدروكربونية.
- خطورة كونها مسببة للتآكل Corrosive، كما في الحوامض والقلويات.
- خطورة كونها ملوّثات مؤكِسدة Oxidizing، كما في النترات والكرومات.

وقد تكون بعض الملوّثات أو المواد خطرةً في أكثر من فقرة واحدة مما ذكر في أعلاه. وقد أسفر التخلص العشوائي من النفايات الخطرة عن تلويث الأنهار والمسطحات المائية والمياه الجوفية إلى درجة أصبحت معه هذه النفايات تشكّل تهديداً للصحة البشرية وللحياة النباتية والحيوانية على حدّ سواء.

هذا وعلى الرغم من وفرة الدراسات التي عكفت على تقييم نوعية مياه شط العرب وجداوله المتفرعة عنه، إلا أنها لم تتناول في معظمها المؤشرات الكيميائية التي تم اختيارها في الدراسة الحالية. ولضرورة أن نتعرف على مستويات بعض الملوّثات الكيمياوية الخطرة في عينات المياه المدروسة، تم اختيار فحص كل من مؤشرات: السيانيد، الفلوريد، النتروجين، الأمونيوم، والأمونيا، وهي مؤشرات لم يجرِ التركيز عليها في الدراسات السابقة.

وفيما يأتي بعض المعلومات بخصوص الملوّثات المدروسة:

**(١) السيانيد (CN):** عبارة عن مركّب كيميائي، يكون لا عضوياً وأحادي التكافؤ وذا شحنة سالبة حينما يتمثل أملاح شديدة السمّية مثل سيانيد البوتاسيوم (KCN) وسيانيد الصوديوم (NaCN) وأملاح حمض سيانيد الهيدروجين (HCN)، أما في المجموعة العضوية فيسمى السيانيد بالنتريل Nitriles، ويحتوي هنا على رابطة تساهمية مرتبطة مع الكربون. يستخدم السيانيد صناعياً في صناعة البلاستيك والمطاط الصناعي والألياف الاصطناعية، كما يستخدم في عدد من العمليات الكيميائية مثل التبخير وتصليب الحديد والصلب والصباغة الكهربائية وتكثيف الخامات.

يحصل التسمم بالسيانيد عند استنشاق حامض السيانيد أو ابتلاع أملاح السيانيد، ويؤدي ذلك إلى موت فوري في الغالب[٦].

**(٢) الفلوريد (F):** عنصر كيميائي وعدده الذري ٩. والواقع أن الدراسات التي تناولت هذا العنصر كملوّث بيئي خطير قليلة جداً. لذا، يجهل الكثيرون مدى خطورته البيئية.

يعدّ الفلوريد سمّاً بروتوبلازمياً، ويمكن أن يتسرب إلى البيئة بشكل غاز أو سائل من مصادر مختلفة، كصهر المعادن وصناعة الزجاج وحرق الفحم وسبك الألمونيوم(٧)، ويمكن أيضاً أن يدخل في إنتاج غاز التبريد والبلاستيك وكمذيب إلكتروليتني(٨). لكن الاستعمال الشائع للفلوريد هو في معاجين الأسنان لأجل وقايتها من التسوس، ولذا تلجأ بعض الدول إلى إضافته مع مياه الإسالة لهذا الغرض تحديداً(٩)، وبالتالي يمكن أن يصل الفلوريد إلى المجاري المائية عن طريق ذلك.

تتمثل أعراض التسمّم بالفلوريد بالنسبة للإنسان بكونه يعدّ خطراً على الجهاز التنفسي عند استنشاقه ويسبب ضرراً للعيون والجلد عند ملامسته، ويؤدي إلى تقلصات في الحنجرة وتشنج الشعب الهوائية والوذمة الرئوية. أما بالنسبة للحيوانات، فإن ابتلاعه يفضي إلى تلف الكبد والكليتين، فضلاً عن فقدان الشهية والإسهال وخسارة الوزن وضعف الإخصاب وتدني إنتاجية الحليب(١٠).

**(٣) النتروجين (N):** عنصر كيميائي وعدده الذري ٧. يعدّ النتروجين من عناصر المغذيات الكبرى وغالباً ما يحدد وجوده نشاط الأحياء الدقيقة كونه جزءاً أساسياً للعديد من فعاليات الأيض والبناء التي تؤديها الكائنات المجهرية، كالبروتينات والأحماض الأمينية. ويمكن أن يسهم وجود النتروجين في تعجيل عملية التحلل الحيوي، ولذا فإنه غالباً ما يستخدم كمادة مخصبة للتربة(١١). لكن خطورة النتروجين في البيئة المائية تأتي من مياه البزل الزراعي أو المجاري المنزلية التي تحمل تراكيز عالية، ويمكن أن يسهم في تكوين ظاهرة الإثراء

الغذائي Eutrophication الضارة أو في تكاثر البكتيريا والفيروسات في الوسط المائي ومن ثم التسبب بحدوث أمراض مرتبطة بذلك[١٢].

**(٤) الأمونيا والأمونيوم ($NH_3$, $NH_4$):** مركّبان كيميائيان ينتجان من سلسلة تفاعلات؛ فالأمونيا تنتج من اتحاد جزيء من النتروجين مع ثلاث جزيئات من الهيدروجين، فيما تنتج الأمونيوم من تفاعل الأمونيا مع أيون للهيدروجين. تكون الأمونيا عديمة اللون وتمتاز برائحة نفاذة جداً تسمى غاز النشادر. ومع أن الأمونيا جزء من نواتج دورة النتروجين في الطبيعة، وتمثل مركّباً ضرورياً في العديد من العلميات البيولوجية، لكن ثمّة مصادر بشرية عدة لتحررها إلى البيئة، مثل فضلات الإنسان وروث الحيوانات وتسميد التربة والمخلفات الزراعية وتصريف المجاري والصرف الصحي وحرق الفحم والخشب. ويمكن أن تدخل في بعض العمليات الصناعية مثل تصنيع البلاستيك والألياف الاصطناعية وعجينة الورق والمطاط والنسيج وغاز التبريد والمنظفات المنزلية وغير ذلك.

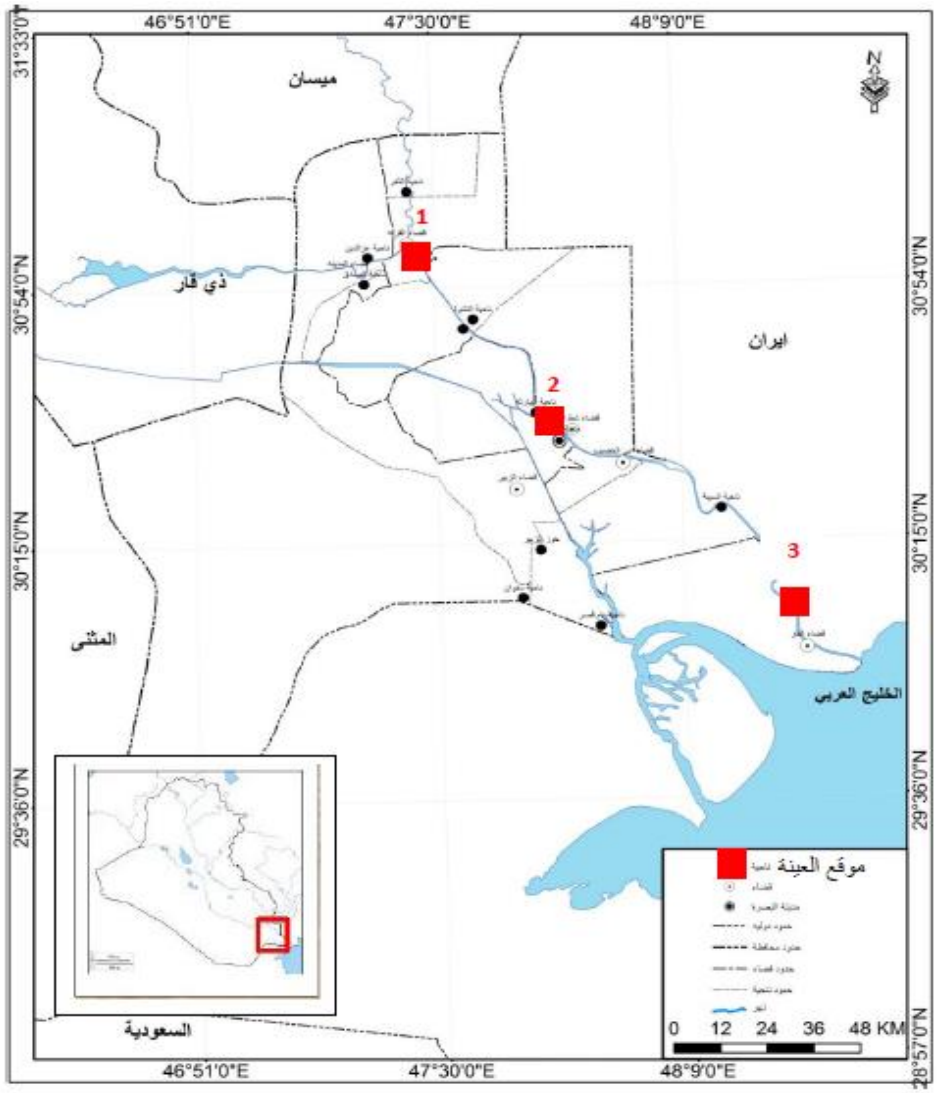
يمكن للأمونيا أن تتسبب بالوفاة عند استنشاق ٥٠٠٠-١٠٠٠٠ جزء بالمليون من غازاتها المتطايرة، ويمكن أن تسبب في الحالة السائلة حروقا للأنسجة والتهاب الجهاز التنفسي وتضرر العينين وتلف الجلد عند الملامسة، وقد يؤدي زيادة التركيز في الماء إلى ٥٠ جزء بالمليون (ملغم/ لتر) إلى تهيج الأنف والحنجرة وحدوث حروق بلعومية وتضرر القصبات الهوائية[١٣].

**ثالثاً – منطقة الدراسة**

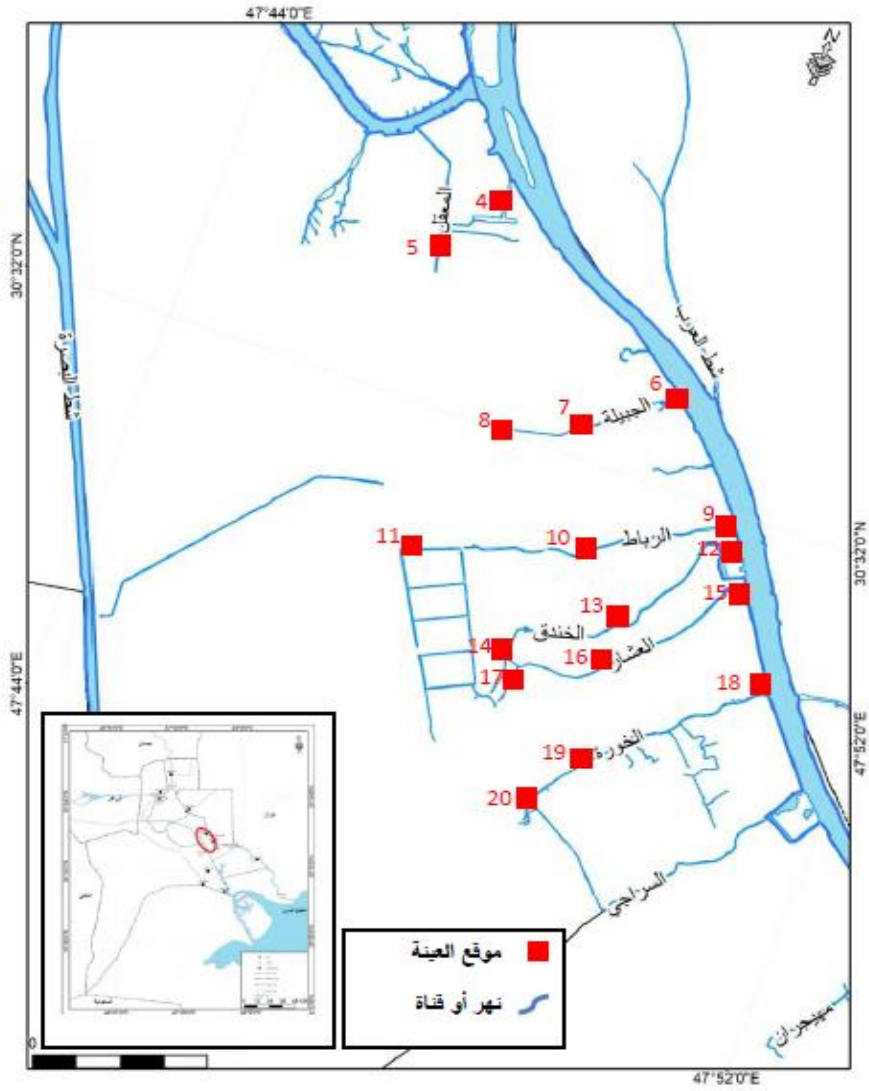
تتمثل منطقة الدراسة بنهر شط العرب وبعض القنوات الداخلية المتفرعة منه ضمن حدود مدينة البصرة (الشكل ١ و ٢). ويمكن تلخيص أبرز الخصائص الهيدرولوجية والمورفولوجية للمجاري المائية المشمولة بالدراسة:

**(١) نهر شط العرب :** يبدأ تشكّل مجراه عند مدينة القرنة بعد التقاء مجرى نهر دجلة من الشمال مع نهر الفرات من جهة الغرب[١٤]، ويصل إجمالي طوله حتى المصب في الخليج حوالي ١٩٥ كم، ويزداد عرض النهر وعمقه كلما اقتربنا من المصب، إذ يبلغ معدلهما عند القرنة حوالي ٢٧٥ و ٧ م وعند العشار ٤٤٥ و ١٠ م وعند المصب ٢٣٠٠ و ٢٥ م على التوالي. وتتباين كمية تصريف شط العرب تباعاً للمواسم المطرية[١٥]، ويتصف النهر بكونه يتأثر بالمد والجزر نصف اليومي، ويبلغ الفارق بين أعلى منسوب وأوطأ منسوب حوالي ١,٨ متر[١٦].

**(٢) قناة المعقل :** تقع إلى الشمال من مدينة البصرة، كان طولها في السبعينات يصل إلى نحو ٦ كم، لكن تقلص بشكل كبير في الوقت الحاضر ليبلغ حوالي ٢ كم فقط بسبب الردم. وتبدأ من قناة الكرمة حيث تقع محطة كهرباء النجيبية وتخترق المعقل لتتفرع منها قناتان أخريان أحدهما تنتهي في منطقة الأبلة والأخرى تصل إلى مدينة الألعاب[١٧].




الشكل (١): مواقع جمع العينات الخاصة بنهر شط العرب في محافظة البصرة.
(أرقام محطات قياس العينات على الخريطة مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ١)




الشكل (٢): مواقع جمع العينات للقنوات الداخلية ضمن حدود مدينة البصرة.

(أرقام محطات قياس العينات على الخريطة مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ١)

**٤) قناة الرباط:** تسمى أيضاً بشط الترك[١٨]، وتتفرع من شط العرب ممتدةً لمسافة تقارب ٥,٥ كم عبر محلتي الرباط الكبير والرباط الصغير.

**(٥) قناة الخندق:** تتفرع من منطقة مسفن الداكيير على الضفة الغربية لشط العرب ثم تخترق بطول يقارب ٦ كم مناطق صناعية وتجارية وسكنية مختلفة.

**(٦) قناة العشار:** تتفرع من شط العرب عند منطقة العشار، وتمتد لمسافة تقارب ٨ كم مخترقة العديد من المناطق التجارية والسكنية الكثيفة[١٩].

**(٧) قناة الخورة:** تعد في الوقت الحاضر أطول القنوات الداخلية بطول حوالي ١٠ كم وتمثل اليوم الحد الجنوبي لمدينة البصرة[٢٠]، وتتفرع من شط العرب مخترقةً منطقة باستعمالي أرض متناقضين أحدهما سكني وتجاري والآخر زراعي، وهذا الأخير بدأ يتراجع ويتقلص في الوقت الحاضر لحساب نمط استعمال الأرض الأول.

## المواد وطريقة العمل (المنهجية)

### أولاً – جمع العينات

تم جمع ٢٠ عينة مياه في عام ٢٠١٨ على مدى ثلاثة أيام (١٢-١٤/٥) من محطات مختلفة لمجرى نهر شط العرب وقنواته المتفرعة عنه ضمن مدينة البصرة، كما مبينة إحداثياتها الجغرافية في الجدول (١) ومواقعها في الشكلين (١ و ٢) السابقين. تم أخذ جميع العينات في وقت الجزر، وذلك لتلافي تأثير المياه البحرية على نوعية العينة وبيان أقصى تركيز. حفظت

العينات في قناني زجاجية معتمة سعة ٢٥٠٠ مل (الشكل ٣)، وأضيفت إليها قطرات من الكلوروفورم للحفاظ عليها من التغيرات البيئية، ثم نقلت إلى المختبر لإجراء الفحوصات اللازمة.

تم مراعاة التوزيع الجغرافي والبيئي لدى جمع العينات؛ فمثلاً جرى تقسيم نهر شط العرب إلى ثلاث محطات، الأولى كانت في المجرى العلوي (القرنة) والثانية في المجرى الأوسط (كورنيش البصرة) والثالثة عند (الفاو) حيث المجرى الأدنى للنهر. وتتصف هذه المحطات بكونها تقع ضمن بيئات محلية مختلفة، فالأولى تقع ضمن محيط بيئة حضرية وزراعية وتكون في بداية تشكّل مجرى النهر، والثانية تقع في ضمن منطقة حضرية كثيفة السكان ومتنوعة في استعمالات الأرض، أما الثالثة فتقع ضمن منطقة زراعية متروكة نسبياً وتمثل مصب نهر شط العرب، ولذا تكون هنا أكثر تأثراً بالمياه البحرية. ومن المؤكد أن هذا الاختلاف في البيئات سيكون له دور في تفسير بعض النتائج.

**الجدول (١): إحداثيات مواقع محطات جمع العينات وطبيعة استعمال الأرض المحيطة بها ومصادر التلوث المؤثرة فيها.**

| النهر/ القناة | رقم محطة القياس | الإحداثيات الجغرافية | | استعمال الأرض المجاور | مصادر التلوث المحتملة |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N | E | | |
| نهر شط العرب/ القرنة | 1 | 30°15'59.11" | 47°27'67.51" | حضري، زراعي | الصرف الصحي، البزل الزراعي |
| نهر شط العرب/ كورنيش البصرة | 2 | 30°31'75.54" | 47°50'04.22" | حضري كثيف | الصرف الصحي والبزل الزراعي والصرف الصناعي |
| نهر شط العرب/ الفاو | 3 | 29°56'31.56" | 48°30'80.44" | زراعي (متروك) | المياه البحرية، البزل الزراعي |
| قناة المعقل | 4 | 30°33'65.23" | 47°47'08.35" | سكني | الصرف الصحي، النفايات الصلبة |
| | 5 | 30°33'47.10" | 47°47'36.12" | | |
| قناة الجبيلة | 6 | 30°32'62.46" | 47°49'18.50" | سكني | الصرف الصحي، النفايات الصلبة |
| | 7 | 30°32'00.19" | 47°48'79.23" | | |
| | 8 | 30°31'97.43" | 47°47'.38.16" | | |
| قناة الرباط | 9 | 30°31'99.51" | 47°50'96.3" | سكني | الصرف الصحي، النفايات الصلبة |
| | 10 | 30°31'55.29" | 47°49'61.16" | | |
| | 11 | 30°30'87.55" | 47°47'00.46" | | |
| قناة الخندق | 12 | 30°31'95.38" | 47°50'66.15" | سكني، تجاري، صناعي | الصرف الصحي، الصرف الصناعي، النفايات الصلبة |
| | 13 | 30°30'58.47" | 47°49'91.31" | | |
| | 14 | 30°30'07.23" | 47°48'32.33" | | |
| قناة العشار | 15 | 30°31'33.20" | 47°50'68.24" | تجاري، سكني | الصرف الصحي، النفايات الصلبة |
| | 16 | 30°30'01.49" | 47°49'17.59" | | |
| | 17 | 30°30'30.07" | 47°49'85.10" | | |
| قناة الخورة | 18 | 30°30'11.32" | 47°51'32.00" | سكني، تجاري، زراعي | الصرف الصحي، البزل الزراعي، النفايات الصلبة |
| | 19 | 30°30'31.9" | 47°50'12.27" | | |
| | 20 | 30°29'89.20" | 47°49'18.30" | | |

المصدر: الدراسة الحقلية

**الشكل (٣): عملية جمع العينات في قناني معتمة عند محطة القياس (١٩) لقناة الخورة.**
**تاريخ الصورة: ٢٠١٨/٥/١٤**

أما ما يخص القنوات الداخلية المتفرعة عن مجرى شط العرب الواقعة في حدود مدينة البصرة، فإنها أصبحت اليوم متأثرة بمياه المجاري والفضلات والصرف الصحي الذي يتدفق إليها من المدينة، ومثلما يتضح من خصائص الجدول (١)، فإن محطات القياس تبدو محاطة باستعمالات حضرية كثيفة يجعل منها بطبيعة الحال مكباً للنفايات التي تطرح منها. ولذا جاءت أهمية اختيارها لجمع العينات وضرورة تقييم نوعية مياهها باستمرار. إذ تم أيضاً تقسيم مجرى كل قناة إلى ثلاث محطات تمثل الأولى صدر المجرى (عند بداية التفرع من نهر شط العرب)، والثانية وسط المجرى والثالثة نهاية المجرى (عند آخر القناة)، ويستثنى من ذلك قناة المعقل التي تم الاكتفاء بمحطتين فقط في الصدر والنهاية بسبب قصرها. إن الغرض من هذه

التقسيمات هو معرفة التباينات المكانية في مستويات التلوث على طول المجرى، وتحليل الاختلافات البيئية وتقييم تراكيز الملوثات.

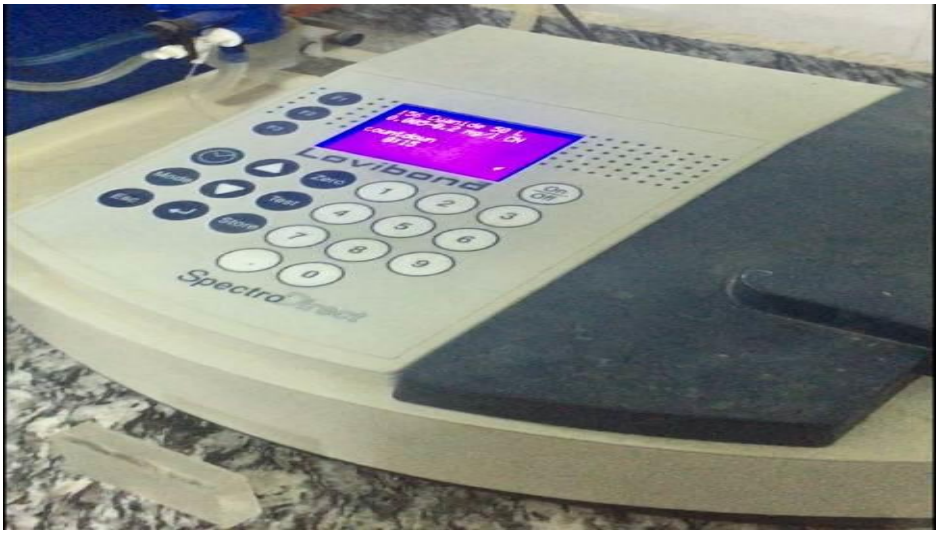
**ثانياً – الفحص الحقلي**

جرى حقلياً عند كل محطة فحص مؤشر درجة الأس الهيدروجيني pH والتوصيلية الكهربائية EC (دليل الملوحة)، وذلك باستخدام جهاز WTW pH/Cond 3L5i ثنائي القياس، ألماني المنشأ (الشكل ٤). ويعد هذين المؤشرين مهمان في التقييم الأولي لنوعية المياه المدروسة، ودلالتهما في تقدير الملوّثات الموجودة في الوسط المائي.

الشكل (٤): قياس درجة pH و EC حقلياً بجهاز WTW pH/Cond 3L5i لمياه قناة الرباط
عند محطة القياس (١٠).
تاريخ الصورة: ٢٠١٨/٥/١٣

**ثالثاً – الفحص المختبري**

أجريت الفحوصات المختبرية للعينات المدروسة باستخدام تقنية التحليل المطيافي بواسطة جهاز SpectroDirect Lovibond، ألماني المنشأ (الشكل ٥). تم فحص وتحليل المؤشرات الكيميائية المختارة آنفاً (السيانيد، الفلوريد، النتروجين، الأمونيا، والأمونيوم) على وفق دليل التعليمات المرفق مع الجهاز[٢١]. وأجريت عملية الفحص المختبري بعد ترشيح ماء العينات بورق ترشيح بفتحة غشائية ٠,٤٥ ميكرون للتخلص من الشوائب، ثمّ اتباع الخطوات الآتية لتحليل كل مؤشر:




الشكل (٥): جهاز التحليل المطيافي الضوئي نوع SpectroDirect Lovibond، الذي أجري بواسطته فحص العينات المدروسة.

المصدر: مختبر أبحاث البيئة، كلية الآداب، جامعة البصرة.

**(١) السيانيد:**

- ملء قارورة نظيفة خاصة (بحجم ٢٤ ملم) بكمية ٢ مل من ماء العينة و ٨ مل من ماء لاأيوني.
- ثم أضيف إليها، بعد تصفيرها Zeroing في الجهاز (SpectroDirect)، ٢ ملعقة من الكاشف Cyanide-11 و Cyanide-12، ورج الدورق لعدة مرات من أجل تمازج المكونات.
- ثم تضاف ثلاث قطرات من المحلول الكاشف Cyanide-13 إلى العينة.
- رج العينة لعدة مرات لأجل تمازج المكونات.
- وضع العينة بالشكل الصحيح في حجيرة Chamber الجهاز، والضغط على مفتاح الإيعاز Test. والانتظار لعشر دقائق لاستكمال حدوث التفاعل.
- عند انتهاء الوقت تظهر نتيجة تركيز السيانيد على شاشة الجهاز مسجلة بوحدة ملغم/لتر.
- ملاحظة: رقم طريقة العمل في الجهاز (١٥٧). مدى القراءة ٠,٠١-٠,٥ ملغم/لتر[٢٢].

**(٢) الفلوريد:**

- ملء قارورة نظيفة خاصة (بحجم ٢٤ ملم) بماء العينة بمقدار ١٠ مل بالضبط، ثم وضعها في حجيرة الجهاز (SpectroDirect) وتصفيرها Zeroing.
- إخراج القارورة من الحجيرة Chamber، وإضافة ٢ مل من محلول كاشف العينة SPADNS reagent solution إلى ماء العينة.
- إحكام غلق القارورة ورجها مرات عدة لأجل امتزاج المكونات.
- وضع قارورة العينة مرة أخرى في الحجيرة، والضغط على مفتاح الإيعاز Test.
- تظهر النتيجة لتركيز الفلوريد على الشاشة بوحدة ملغم/ لتر.
- ملاحظة: رقم طريقة العمل في الجهاز (١٧٠). مدى القراءة ٠,٠٥- ١,٥ ملغم/لتر[٢٣].

**(٣) النتروجين والأمونيا والأمونيوم:**

- إضافة ٠,١ مل من ماء لأيوني إلى قارورة الاختبار (بحجم ١٦ ملم)، وتعدّ هذه بمثابة البلانك Blank الخاص بقياس العينة.
- ثم إضافة ٠,١ مل أيضاً من ماء العينة إلى قارورة اختبار أخرى (بحجم ١٦ ملم)، وتمثل هذه العينة بذاتها.
- إضافة مواد الكاشف الطحينية Vario Ammonia Salicylate F5 Powder Pack بشكل مباشر إلى كلتا القارورتين. وبعد ذلك إضافة مواد الكاشف الطحينية Vario Ammonia Cyanurate F5 Powder Pack إلى القارورتين أيضاً.

- إحكام غلق القارورتين ورجهما لعدة مرات لحين ذوبان المادة الطحينية مع ماء القارورتين.
- ثم الضغط على المفتاح start في الجهاز (SpectroDirect)، والانتظار لمدة ٢٠ دقيقة وهي فترة اكتمال التفاعل في القارورتين.
- بعد ذلك، تم وضع قارورة البلانك في حجيرة Chamber الجهاز والضغط على المفتاح Zero.
- ثم وضع قارورة العينة في الحجيرة والضغط على المفتاح Test.
- تظهر نتيجة تركيز النتروجين N بوحدة ملغم/ لتر على شاشة الجهاز. ولأجل استخراج قيمة تركيز كل من الأمونيا $NH_3$ والأمونيوم $NH_4$ نجري عملية التحويل الرياضي الآتية:

$NH_3$ mg/l= N×1.29

$NH_4$ mg/l= N×1.22

- ملاحظة: رقم طريقة العمل في الجهاز (٦٦). مدى القراءة ١-٥٠ ملغم/لتر[٢٤].

## النتائج والمناقشة

يبين الجدول (٢) نتائج الفحص المختبري لعينات المياه المدروسة، ويوضح قيم كل من التوصيلية الكهربائية والأس الهيدروجيني بوصفهما مؤشرين أساسين لتحديد نوعية المياه، فضلاً عن الملوّثات الكيميائية الخطرة المتمثلة بالسيانيد والفلوريد والنتروجين والأمونيا والأمونيوم. يمكن إجراء التحليل الجغرافي للنتائج على أساسين: التقييم البيئي والتقييم الجغرافي.

**الجدول (٢): نتائج الفحص المختبري لتراكيز بعض الملوّثات الكيمياوية الخطرة في عينات الدراسة.**

| $NH_4$ mg/l | $NH_3$ mg/l | N mg/l | F mg/l | CN mg/l | pH | EC mS/cm | محطة القياس | النهر/ القناة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.17 | 0.16 | 0.14 | ≤ 0.05 | ≤ 0.005 | 7.8 | 1.8 | 1 | نهر شط العرب/ القرنة |
| 0.27 | 0.26 | 0.21 | 0.39 | 0.006 | 7.9 | 7.95 | 2 | نهر شط العرب/ كورنيش البصرة |
| 1.0 | 0.1 | 0.80 | ≤ 0.05 | ≤ 0.005 | 7.9 | 17.8 | 3 | نهر شط العرب/ الفاو |
| 1.5 | 1.5 | 1.2 | 0.19 | ≤ 0.005 | 7.3 | 8.92 | 4 | قناة المعقل |
| 30.3 | 28.7 | 23.5 | 0.06 | ≤ 0.005 | 8.1 | 10.21 | 5 | |
| **15.9** | **15.1** | **12.35** | **0.12** | **0.005** | **7.7** | **9.56** | Mean | |
| 1.2 | 1.2 | 1.0 | 0.14 | 0.056 | 8.1 | 10.49 | 6 | قناة الجبيلة |
| 23.1 | 21.9 | 17.9 | 0.11 | 0.008 | 7.5 | 8.22 | 7 | |
| 24.6 | 23.3 | 19.1 | ≤ 0.05 | ≤ 0.005 | 7.7 | 10.18 | 8 | |
| **16.3** | **15.4** | **12.6** | **0.1** | **0.023** | **7.7** | **9.63** | Mean | |
| 25.1 | 23.8 | 19.5 | 0.10 | ≤ 0.005 | 7.7 | 7.28 | 9 | قناة الرباط |
| 47.7 | 45.1 | 37.0 | 0.05 | 0.008 | 8.1 | 6.42 | 10 | |
| 14.6 | 13.8 | 11.3 | 0.10 | ≤ 0.005 | 7.5 | 7.14 | 11 | |
| **29.1** | **27.5** | **22.6** | **0.08** | **0.006** | **7.7** | **6.94** | Mean | |
| 2.0 | 1.8 | 1.5 | ≤ 0.05 | 0.009 | 8.3 | 6.71 | 12 | قناة الخندق |
| 14.1 | 13.3 | 10.9 | ≤ 0.05 | 0.006 | 7.4 | 6.50 | 13 | |
| 21.5 | 20.3 | 16.6 | 0.06 | 0.014 | 8.6 | 6.85 | 14 | |
| **12.5** | **11.8** | **9.6** | **0.05** | **0.009** | **8.1** | **6.68** | Mean | |
| 1.2 | 1.2 | 1.0 | 0.06 | ≤ 0.005 | 7.7 | 9.06 | 15 | قناة العشار |
| 1.9 | 1.7 | 1.4 | 0.08 | ≤ 0.005 | 8.6 | 7.82 | 16 | |
| 1.7 | 1.6 | 1.3 | 0.07 | ≤ 0.005 | 8.2 | 7.55 | 17 | |
| **1.6** | **1.5** | **1.2** | **0.07** | **0.005** | **8.1** | **8.14** | Mean | |
| 1.5 | 1.5 | 1.2 | 0.10 | ≤ 0.005 | 7.9 | 9.3 | 18 | قناة الخورة |
| 20.9 | 19.8 | 16.2 | 0.09 | ≤ 0.005 | 7.3 | 21.25 | 19 | |
| 36.1 | 34.2 | 28.0 | 0.09 | 0.007 | 7.3 | 18.9 | 20 | |
| **19.5** | **25.6** | **15.1** | **0.09** | **0.005** | **7.5** | **16.48** | Mean | |

المصدر: العمل المختبري.

**أولاً – التقييم البيئي**

يمكن أن نتبين القيمة البيئية لخطورة المؤشرات المدروسة عند معايرة النتائج المدرجة في الجدول (٢)، مع المواصفة القياسية لنوعية المياه بموجب التشريعات العراقية النافذة المبينة في الجدول (٣)، وما يظهر من نتائج في الجدول (٤).

**(١) التوصيلية الكهربائية (EC):** تعد مؤشراً للملوحة في المياه، ومن الواضح مثلما يبين الجدول (٤) والشكل (٦)، وجود فوارق تجاوز كبيرة عن المواصفة القياسية (١,٥ مليسمز/سم). فمياه شط العرب وقنواته تعد عالية الملوحة لأسباب تتعلق بعوامل عدة، منها تأثر نهر شط العرب بالمياه البحرية التي تندفع في أثناء المدّ ويظل مؤثراً في نوعيتها[٢٥]، فضلاً عن الكم الكبير من الملوّثات المتدفقة باستمرار إلى الأنهر المدروسة وخصوصاً مياه المجاري ومياه البزل الزراعي الشديدة الملوحة بالأساس. ومع ذلك، تكاد تكون التوصيلية في محطة القرنة قريبة من المعيار البيئي (+٠,٣)، لكن الفارق يتزايد بشكل ملحوظ على الطرف الآخر في محطة الفاو القريبة من البحر (+١٦,٣). أما في القنوات الداخلية، فترتفع درجة التجاوز فيها بهامش كبير أيضاً عن المواصفة البيئية (+٧,٩٥)، وهذا دليل على رداءة نوعية المياه المتأثرة بالمخلفات السائلة والصلبة المنصرفة إليها من المناطق الحضرية المجاورة.

إن ارتفاع درجة التوصيلية في جميع المحطات المدروسة إنما يفضي إلى محدودية الانتفاع من المياه للاستخدامات البشرية المختلفة، وربما يسبب استخدامها بهذا القدر من الملوحة مشكلات صحية وبيئية لا يستهان بها.

**الجدول (٣): بعض مؤشرات المواصفة القياسية لنوعية المياه في الأنهر والقنوات ومياه الشرب**

**بموجب التشريعات العراقية النافذة.**

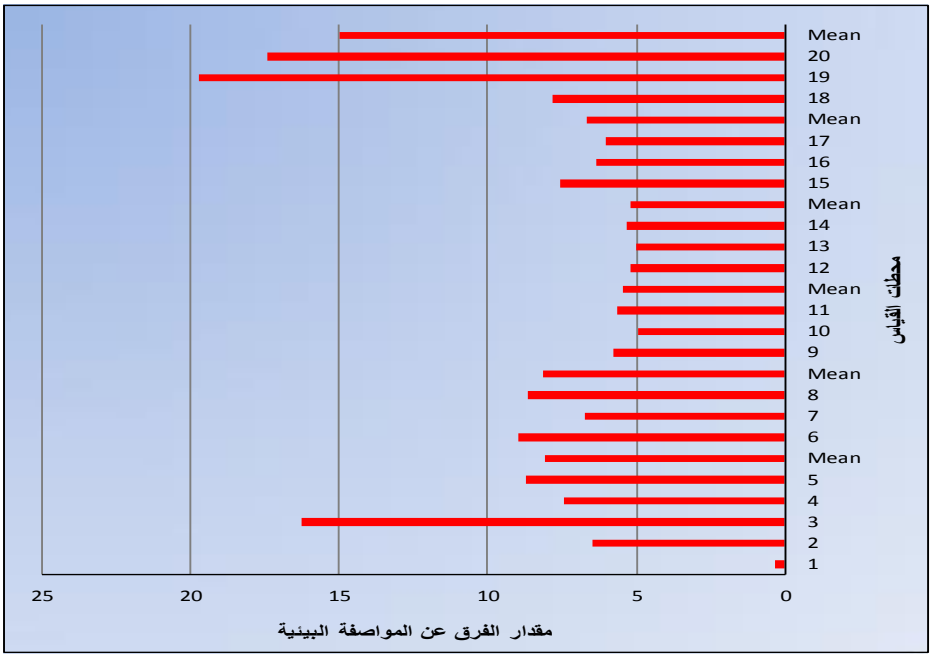
| المؤشر | الرمز الكيميائي | وحدة القياس | المواصفة فى مياه النهر أو الجداول بموجب التعليمات رقم (80406) لسنة 1980 المعطوفة على نظام صيانة الأنهار والمياه العمومية من التلوث رقم 25 لسنة 1967 |
|---|---|---|---|
| التوصيلية الكهربائية (بدلالة TDS = 1000 mg/l) | EC | mS/cm | 1.5 |
| الأس الهيدروجيني | pH | - | 8.5 – 6.5 |
| السيانيد | CN | mg/l | 0.02 |
| الفلوريد | F | mg/l | 0.2 |
| النتروجين | N | mg/l | - |
| الأمونيا | $NH_3$ | mg/l | 10 |
| الأمونيوم | $NH_4$ | mg/l | 6 |

المصدر: عماد عبيد جاسم، التشريعات البيئية في العراق، موسوعة القوانين العراقية، بغداد، 2012، ص 61-68.

**الجدول (٤): نتائج المعايرة البيئية لتراكيز الملوّثات المدروسة بعد مقارنتها مع المواصفة القياسية.**

| $NH_4$ mg/l | $NH_3$ mg/l | N mg/l | F mg/l | CN mg/l | pH | EC mS/cm | محطة القياس | النهر/ القناة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - 5.83 | - 9.84 | - | - 0.15 | - 0.015 | = | + 0.3 | 1 | نهر شط العرب/ القرنة |
| - 5.73 | - 9.74 | - | + 0.19 | - 0.014 | = | + 6.45 | 2 | نهر شط العرب/ كورنيش البصرة |
| - 5.0 | - 9.9 | - | - 0.15 | - 0.015 | = | + 16.3 | 3 | نهر شط العرب/ الفاو |
| - 4.5 | - 8.5 | - | - 0.01 | - 0.015 | = | + 7.42 | 4 | قناة المعقل |
| + 24.3 | + 18.7 | - | - 0.14 | - 0.015 | = | + 8.71 | 5 | |
| **+ 9.9** | **+ 5.1** | - | **- 0.08** | **- 0.015** | = | **+ 8.06** | Mean | |
| - 4.5 | - 8.8 | - | - 0.06 | + 0.036 | = | + 8.99 | 6 | قناة الجبيلة |
| + 17.1 | + 11.9 | - | - 0.09 | - 0.012 | = | + 6.72 | 7 | |
| + 18.6 | + 13.3 | - | - 0.15 | - 0.015 | = | + 8.68 | 8 | |
| **+ 10.3** | **+ 5.4** | - | **- 0.1** | **+ 0.003** | = | **+ 8.13** | Mean | |
| + 19.1 | + 13.8 | - | - 0.1 | - 0.015 | = | + 5.78 | 9 | قناة الرباط |
| + 41.7 | + 35.1 | - | - 0.15 | - 0.012 | = | + 4.92 | 10 | |
| + 8.6 | + 3.8 | - | - 0.1 | - 0.015 | = | + 5.64 | 11 | |
| **+ 22.1** | **+ 17.5** | - | **- 0.2** | **- 0.014** | = | **+ 5.44** | Mean | |
| - 4.0 | - 8.2 | - | - 0.15 | - 0.011 | = | + 5.21 | 12 | قناة الخندق |
| + 8.1 | + 3.3 | - | - 0.15 | - 0.006 | = | + 5 | 13 | |
| + 15.5 | + 10.3 | - | - 0.14 | - 0.006 | = | + 5.35 | 14 | |
| **+ 6.5** | **+ 1.8** | - | **- 0.15** | **- 0.011** | = | **+ 5.18** | Mean | |
| - 4.8 | - 8.8 | - | - 0.14 | - 0.015 | = | + 7.56 | 15 | قناة العشار |
| - 4.1 | - 8.3 | - | - 0.12 | - 0.015 | = | + 6.32 | 16 | |
| - 4.3 | - 8.4 | - | - 0.13 | - 0.015 | = | + 6.05 | 17 | |
| **- 4.4** | **- 8.5** | - | **- 0.13** | **- 0.015** | = | **+ 6.64** | Mean | |
| - 4.5 | - 8.5 | - | - 0.1 | - 0.015 | = | + 7.8 | 18 | قناة الخورة |
| + 14.9 | + 9.8 | - | - 0.11 | - 0.015 | = | + 19.75 | 19 | |
| + 30.1 | + 24.2 | - | - 0.11 | - 0.013 | = | + 17.4 | 20 | |
| **+ 12.5** | **+ 15.6** | - | **- 0.11** | **- 0.015** | = | **+ 14.98** | Mean | |

المصدر: العمل المختبري.




الشكل (٦) : مقياس التقييم والمعايرة البيئية لمؤشر التوصيلية الكهربائية (EC) للعينات المدروسة.

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

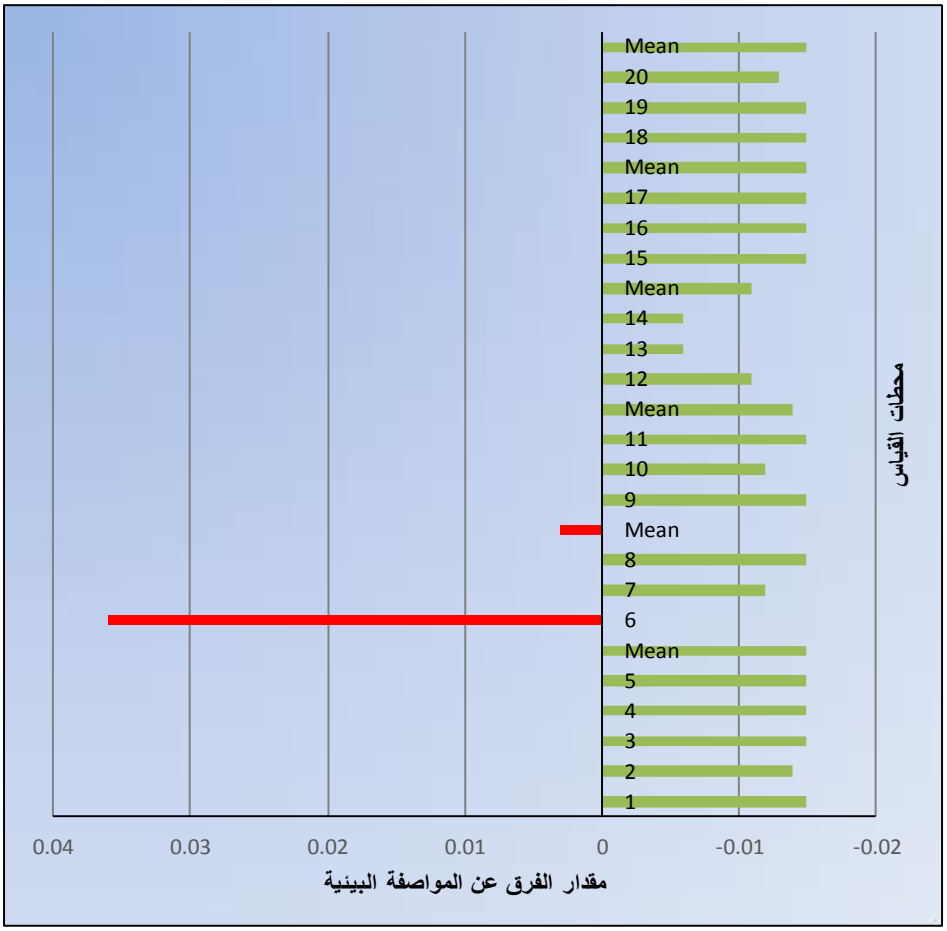
(أرقام العينات على المرتسم مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ٤)

**(٢) الأس الهيدروجيني (pH):** يعد مقياساً لدرجة حامضية المياه أو قاعديتها، وتؤثر درجته في قابلية ذوبان المواد الكيمياوية في الماء والتأثير في الأحياء المائية[٢٦]. ويتضح من الجدول (٢)، أن قيمة الأس الهيدروجيني في جميع المحطات تقع ضمن المدى المقبول (٦,٥ – ٨,٥) ولا تتعدى تلك الحدود. ومع ذلك، فمن الملاحظ أن القيم تتجه قليلاً نحو صفة القاعدية، وهذا يرتبط بطبيعة الحالة بالعلاقة الطردية مع الملوحة، إذ كلما ارتفعت الملوحة اتجه الأس الهيدروجيني صوب القاعدية[٢٧]. والواقع أن الصفة القاعدية هي

الملازمة لمياه شط العرب طيلة السنة، وذلك نتيجة لقلة ثنائي أكسيد الكربون في الماء أو استهلاكه من الأحياء المائية[٢٨]. ومع ذلك، فإن انخفاض المؤشر قليلاً في بعض الحالات عن الصفة القاعدية واتجاهه نحو الحامضية دليل على تأثير الملوّثات.

**(٣) السيانيد (CN):** لما كانت الدراسة الحالية تمثل المحاولة الأولى لفحص السيانيد في مياه شط العرب وقنواته، فإن كشف الفحص المختبري عن وجود مادة السيانيد في بعض العينات المدروسة، إنما يعد سابقة تستحق الاهتمام وتستدعي إجراء مزيد من التدقيق. فمن ملاحظة الجدول (٢)، يظهر أن عينة شط العرب (رقم ٢) وعينة قناة الجبيلة المحطة (٦ و ٧) وعينة المحطة (١٠) لقناة الرباط والعينات الثلاث (١٢، ١٣، ١٤) لقناة الخندق وعينة المحطة (٢٠) لقناة الخورة، إنما سجلت وجوداً لتراكيز معينة من هذه المادة السامة، أما بقية العينات فكانت دون مستوى تحسس الجهاز ($0.005 \leq$)، ولا يعني ذلك بالضرورة عدم وجود المادة ولو بنسب متدنية. وكما يظهر من المعايرة البيئية في الجدول (٤) والشكل (٧)، فإن المحطة (رقم ٦) في قناة الجبيلة تتعدى المواصفة القياسية بفارق معنوي (+٠,٠٣٦)، وهذا مؤشر خطير على وجوب المراقبة الدقيقة لنوعية المياه في المنطقة وفي غيرها سيما أنها قريبة من مشروع ماء إسالة (مشروع ماء الجبيلة) الذي يغذي مناطق سكنية واسعة. كما لابد من وجوب التحري وتحديد مصدر تصريف هذه المادة الكيمياوية الخطرة إلى البيئة المائية لمنطقة الدراسة. ونعتقد أن التراكم المستمر للمخلفات والملوّثات الصناعية والزراعية والحضرية على السواء في قيعان المجاري المائية أدى بمرور الزمن إلى تكوين طبقة من الحمأة Sludge وحدوث

تفاعلات كيميائية بين العناصر المترسبة أنتجت هذا المركّب وحوّلته إلى مصدر لتلويث البيئة بطريقة أو أخرى.

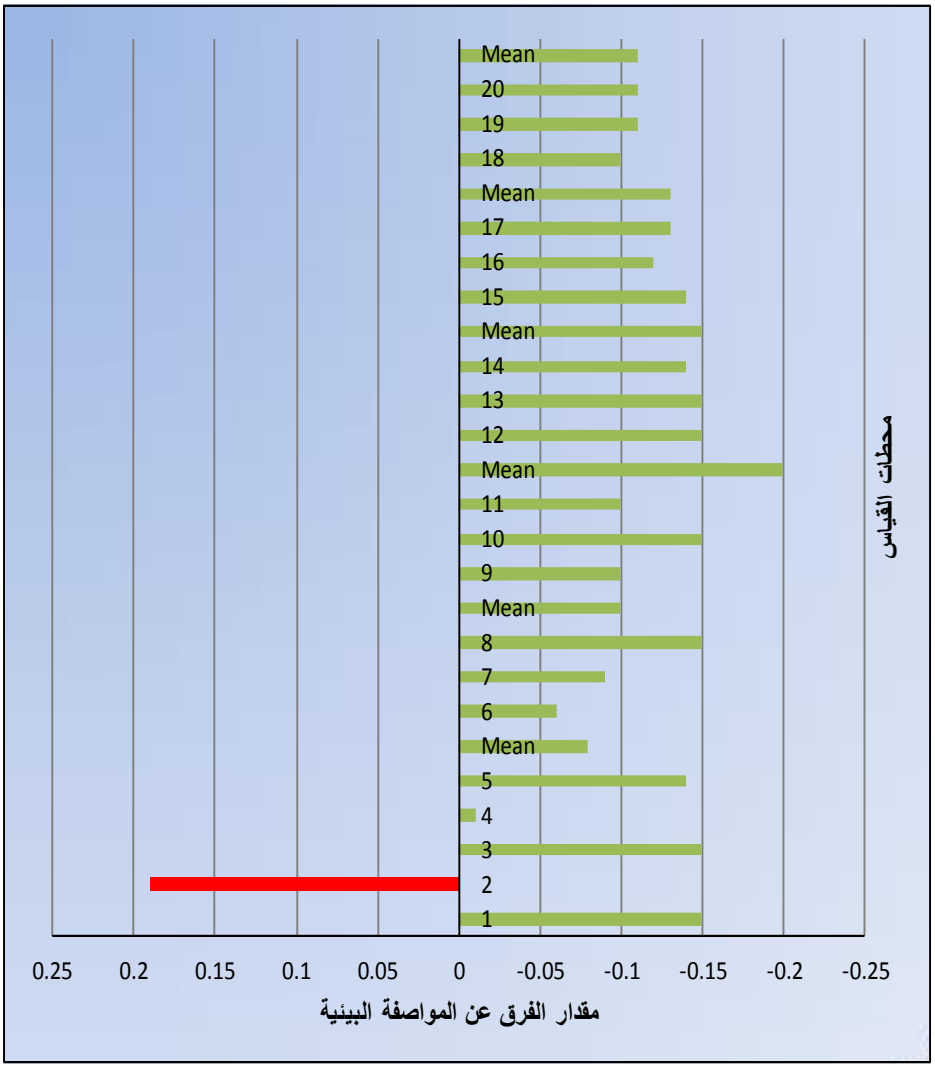



الشكل (٧): مقياس التقييم والمعايرة البيئية لمؤشر السيانيد (CN) للعينات المدروسة.

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

(أرقام العينات على المرتسم مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ٤)

**(٤) الفلوريد (F):** على غرار السيانيد، لا تتوفر دراسات سابقة تفحصت هذا العنصر الكيميائي، لكي نستطيع تبنيها أساساً مرجعياً لمعرفة التراكيز المسجلة في بيئة منطقة الدراسة. وعلى هذا، فإن الدراسة الحالية، كما يبين الجدول (٤) والشكل (٨)، تكشف عن وجود تراكيز من الفلوريد في معظم العينات المدروسة، وتسجل محطة شط العرب عند الكورنيش تجاوزاً ملحوظاً عن المواصفة البيئية بمقدار (+٠,١٩) درجة. ومع ذلك، فإن تركيز الفلوريد في بقية المحطات الأخرى كان آمناً تبعاً للمواصفة القياسية المعتمدة. ومثلما ذكرنا سابقاً، فإن بعض البلدان تضيف قدراً من الفلوريد إلى مياه الإسالة بدلاً من الكلور لأجل تعزيز المناعة، ولكن وجوده بمقادير دائمة ربما يشكّل تهديداً للصحة. ولما كان العراق ليس من تلك البلدان، فإن وجود الفلوريد في مياه منطقة الدراسة قد يكون ناتجاً من مصدر آخر؛ فأما أن يكون ناتجاً لتسرب بعض المواد التي تحتوي على فلور إلى البيئة المائية مثل عبوات غاز الفريون الملقاة في بعض القنوات المائية في منطقة الدراسة (الشكل ٩)، أو قد يمثل بقايا الفلوريد المستخدم في معاجين الأسنان الذي يطرح مع ماء المضمضة التي تجد طريقها مع مياه المجاري المنزلية وصولاً إلى البيئة المائية الخارجية في آخر المطاف.




الشكل (٨): مقياس التقييم والمعايرة البيئية لمؤشر الفلوريد (F) للعينات المدروسة.

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

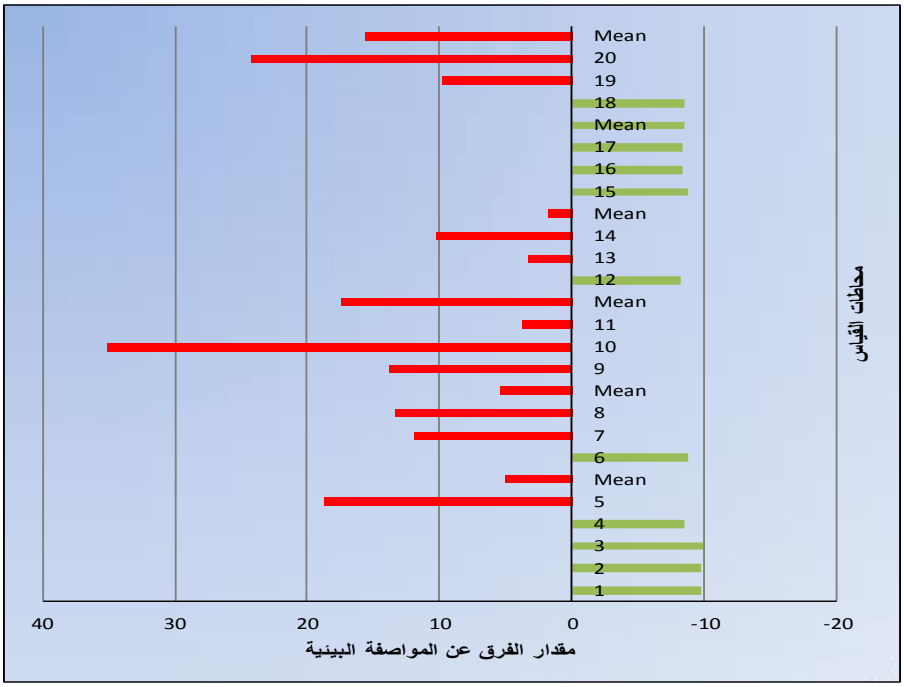
(أرقام العينات على المرتسم مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ٤)

**(٩):** قناني غاز الفريون في إحدى القنوات المائية المرتبطة بقناة الخورة، وهي مصدر محتمل للتلوث بالفلوريد.

تاريخ الصورة: ٢٠١٨/٥/١٣

**(٥) النتروجين والأمونيا والأمونيوم ($N, NH_3, NH_4$):** لا تتضمن المواصفة القياسية العراقية معياراً بيئياً لتحديد النتروجين؛ ولأن النتروجين هو انعكاس لقيمة الأمونيا والأمونيوم لذا سنعتمد المعايرة البيئية لتراكيز هذين المركّبين الأخيرين بوصفهما مؤشرين للتلوث العضوي في البيئة المائية. إذ يتبين من الجدول (٤) والشكلين البيانيين (١٠ و ١١)، أن نوعية المياه في بعض المحطات المدروسة إنما تعاني من تلوث كيمياوي عضوي خطير. ويتمثل ذلك في كل من: المحطة (٥) لقناة المعقل، المحطتين (٧ و ٨) لقناة الجبيلة، المحطات الثلاث (٩، ١٠، ١١) لقناة الرباط، المحطتين (١٣ و ١٤) لقناة

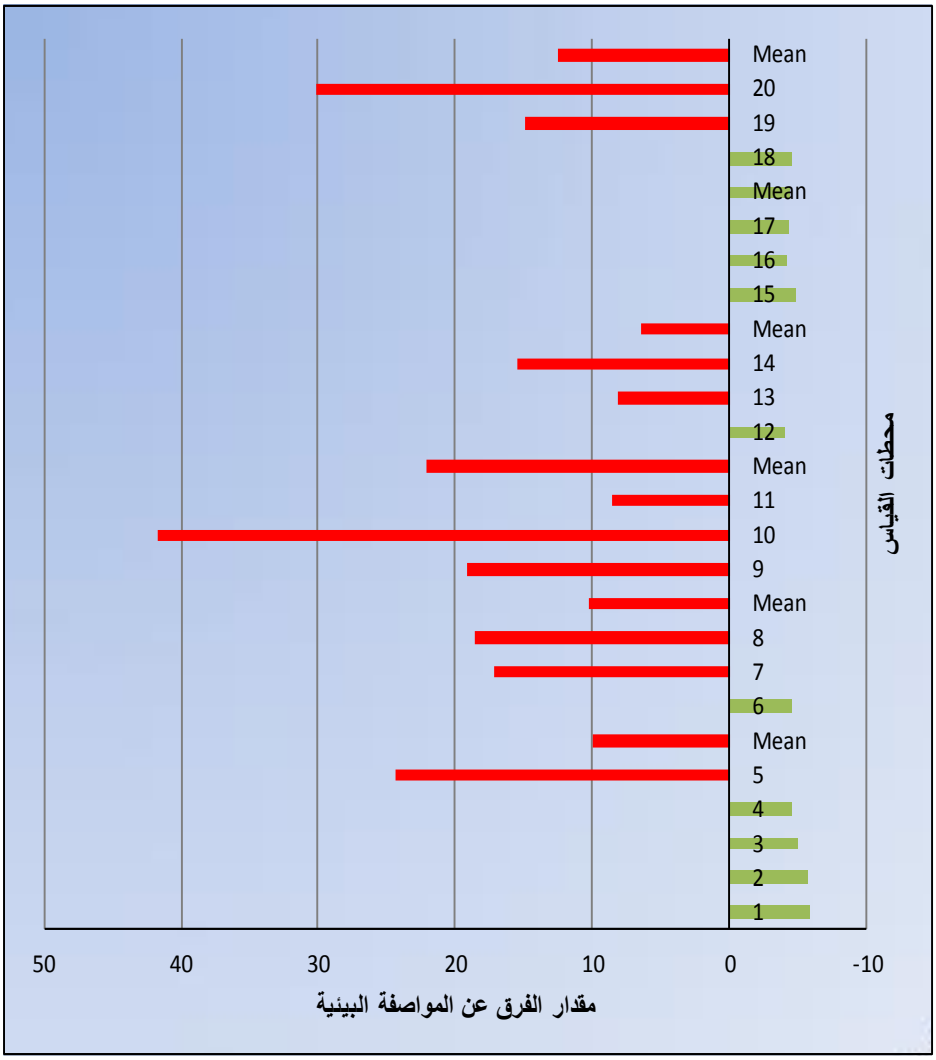
الخندق، فضلاً عن المحطتين (١٩ و ٢٠) لقناة الخورة. إذ تعدت جميع المحطات المذكورة المحددات البيئية لمؤشريّ الأمونيا والأمونيوم بهامش معنوي. وقد يعني ذلك زيادة المشكلات التي تعاني منها البيئة المائية المدروسة والتأثير أيضاً في بيئة شط العرب. ويبدو ذلك واضحاً في ظهور مشكلة الإثراء الغذائي وازدهار الطحالب الضارة في بعض القنوات المائية لمنطقة الدراسة الناجمة عن زيادة تصريف مخلفات المجاري والصرف الصحي (الشكل ١٢).




الشكل (١٠): مقياس التقييم والمعايرة البيئية لمؤشر الأمونيا ($NH_3$) للعينات المدروسة.

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

(أرقام العينات على المرتسم مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ٤)




الشكل (١١): مقياس التقييم والمعايرة البيئية لمؤشر الأمونيوم ($NH_4$) للعينات المدروسة.

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

(أرقام العينات على المرتسم مناظرة للأرقام المتسلسلة في الجدول ٤)

الشكل (١٢): لون المياه الأحمر دليل على التلوث بالأمونيا والأمونيوم وازدهار نوع من الطحالب تدعى Rhodophyta، وهي طحالب ضارة تنتج عن تصريف مياه المجاري والصرف الصحي.
الصورة لقناة الخندق بتاريخ: ٢٠١٧/٥/١٢

**ثانياً ــ التقييم الجغرافي (التحليل المكاني)**

يمكن أن نستشف من نتائج الجدول (٢) أيضاً، بعداً مكانياً لمستويات التلوث بالمواد الكيمياوية الخطرة قيد الدراسة. فمثلاً، يمكن أن يعزى التباين المكاني لمستويات التلوث في مجرى شط العرب، الذي تشتد فيه تراكيز الملوّثات كلما اتجهنا من أعالي النهر إلى أدناه، إلى ثلاثة عوامل: العامل الأول يتعلق بأن انخفاض الملوّثات في محطة القرنة (رقم ١) إنما يرجع إلى نوعية المياه الجيدة التي ترد إلى شط العرب من نهر دجلة بصورة رئيسة، وهنا تكون مصادر التلوث أقل نسبياً مما عليه في المجرى الأدنى، وأقل تأثيراً من

المناطق الأخرى. أما العامل الثاني، فيتمثل في أن سبب ارتفاع تركيز الملوّثات في مياه شط العرب عند الكورنيش (المحطة ٢) قياساً بالمحطة الأولى إنما يرجع إلى تأثير الملوّثات التي تتدفق إلى النهر من المجاري المنزلية والتجارية والصناعية لمدينة البصرة ذات الكثافة السكانية العالية، إذ أنها تؤدي دوراً ملحوظاً في تدني نوعية مياه النهر. في حين يتجلى أثر العامل الثالث في محطة الفاو (رقم ٣)، التي ترتفع فيها تركيز بعض الملوّثات (كالتوصيلية مثلاً) بدرجة كبيرة تأثراً بالمياه البحرية على أكثر تقدير فضلاً عن تراكم الملوّثات الواردة من المجرى الأعلى وبالخصوص من مدينة البصرة.

وعلى هذا يمكن استخلاص الاتجاهات العامة الآتية من التحليل المكاني لتراكيز الملوّثات المدروسة:

(١) إن تراكيز الملوّثات في مياه شط العرب كانت أقل مما عليه في القنوات الداخلية. وهذا يعزى بطبيعة الحال إلى أن الكتلة المائية الأكبر وكمية التصريف الأعلى وسرعة التيار المائي الأشد التي يتمتع بها نهر شط العرب قياساً بالجداول المدروسة، الأمر الذي يساعد على تخفيف تركيز الملوّثات بشكل ملحوظ في مجرى شط العرب على خلاف القنوات التي يزداد تركيز الملوّثات في مياهها نتيجة لضعف حركية المياه عبر مجراها ومحدودية كميته.

(٢) أكثر القنوات الداخلية المدروسة تلوثاً هي قناة الرباط ثم تلتها تباعاً قنوات الخورة والجبيلة والخندق والمعقل فالعشار. والواقع أن هذا

الأمر يرتبط ارتباطاً قوياً بكمية ما يلقى من مخلفات في مجرى القنوات إضافةً إلى كمية المياه المنصرفة إليها. فمثلاً، يقدر وجود نحو ٨٥٠ مجرى مياه عادمة يصب في قناة الرباط بشكل مباشر من المناطق السكنية المجاورة قياساً بحوالي ٦٣٠ مجرى يصب في قناة الخورة[٢٩]، الذي يأتي في الترتيب الثاني.. وهكذا دواليك[٣٠].

(٣)بشكل عام، كانت أكثر المحطات تلوثاً في القناة الواحدة هي المحطات الواقعة في نهايات القنوات (الذنائب)؛ ويرجع ذلك إلى أسباب هيدرولوجية بحته. إذ أن ضعف التبادل المائي بين صدر القناة وآخرها من جهة، وبين القناة ذاتها ونهر شط العرب المغذي الرئيس من جهة أخرى، إنما يؤدي إلى ركود المياه في آخر القناة ومن ثمّ ارتفاع تركيز الملوّثات ارتفاعاً ملحوظاً وتحولها إلى كتلة مائية شديدة التلوث.

(٤)إن أكثر قيم الملوّثات المدروسة ارتفاعاً، كانت تتمثل بالنتروجين والأمونيا والأمونيوم، وهذا دليل على أن أنهر منطقة الدراسة إنما تعاني من تلوث عضوي شديد ناجم عن تصريف مياه عادمة بشكل مستمر إليها، وتعامل على أنها مكب للفضلات فحسب أكثر من كونها أنهرٍ يمكن الانتفاع من مياهها لأغراض مفيدة شتى.

## ثالثاً ــ مصير الملوّثات في البيئة

إن فهم المصير الذي تؤول إليه الملوّثات في البيئة مهم جداً في أية عملية تحليل جغرافي. إذ حينما تتسرب الملوّثات إلى البيئة فإنها لا تبقى على حالتها إلى الأبد، بل تخضع إلى سلسلة من العمليات الكيميائية تتحول بموجبها الملوّثات العضوية واللاعضوية من حالة إلى أخرى تبعاً لظروف البيئة المتواجدة فيها. ومن بين هذه العمليات الكيميائية التي تجري في الوسط المائي عملية التميؤ الأيوني والتحلل المائي الأيوني وتفاعلات التعقيد وتفاعلات الترسيب – الذوبان والتطاير والامتصاص والتحلل الحيوي وغير ذلك[٣١].

لنأخذ السيانيد مثالاً على ذلك، إذ يتعرض هذا المركّب في البيئة المائية إلى جملة من التحوّلات. فمثلاً تعمل عملية التعقيد Complexation على تشكيل السيانيد لمعقدات أيونية ذات استقرارية متفاوتة، ويتآصر مع بعض المعادن مكّوناً معقدات أقل سمّية بكثير من السيانيد نفسه. لكن تكّونه في معقدات النحاس والزنك الضعيفة والقابلة للانحلال من الحوامض وتكّونه مع معقدات الحديد الشائعة القابلة للتحلل الكيميائي سيؤدي إلى إطلاق السيانيد إلى البيئة مجدداً. وفي عملية الترسيب Precipitation، يشكّل السيانيد مركّبات مع الحديد والنحاس والنيكل والمنغنيز والرصاص والزنك والكادميوم والقصدير والفضة. وفي عملية الامتصاص Adsorption يتم امتصاص مركّبات السيانيد من على المكونات العضوية وغير العضوية على حدّ سواء. وعلى الرغم من

أن قوة الاحتفاظ بالسيانيد على المواد غير العضوية غير واضحة، إلا أن السيانيد مرتبط بشدة بالمواد العضوية. وفي عملية التحلل المائي Hydrolysis يمكن تحلل سيانيد الهيدروجين إلى حمض الفورميك أو فورمات الأمونيوم أو إلى سيانيد الصوديوم وسيانيد البوتاسيوم الأكثر سمّية. وعلى الرغم من أن هذه التفاعلات ليست سريعة، إلا أنها قد تكون ذات أهمية في البيئات اللاهوائية بشكل خاص (كما هو الحال في القنوات المائية لمنطقة الدراسة مثلاً). أما في عملية التحلل الحيوي Biodegradation، فإنه في ظل الظروف الهوائية، يمكن أن يحلل النشاط الميكروبي السيانيد إلى الأمونيا، التي تتأكسد بعد ذلك إلى نترات. وعلى الرغم من أن عملية التحلل الحيوي تحدث أيضاً في الظروف اللاهوائية، فإن تركيز السيانيد بمقدار يزيد عن ٢ جزء بالمليون يعدّ ساماً لهذه الكائنات الحية الدقيقة ذاتها[٣٢].

إن هذه العلميات الكيميائية ربما تفسر لنا سبب وجود السيانيد في عينات منطقة الدراسة، كما أنها تعطينا فهماً لمصير الملوّثات في البيئة وتحوّلها من صيغة إلى أخرى إذا ما توافرت ظروف مناسبة لذلك.

## الاستنتاجات

١- إن وجود ملوّثات كيمياوية خطرة من قبيل السيانيد والفلوريد - ولو بتراكيز ضئيلة - في مياه شط العرب وقنواته الداخلية في مدينة البصرة، دليل على أنها ذات مصدر بشري Anthropocentric، وأن تراكمها في المجاري المائية ناتج عن تصريف مخلفات عادمة بشكل مستمر، وربما ستزداد في المستقبل.

٢- إن ارتفاع مقياس الملوحة في جميع عينات محطات القياس، يعزى إلى تأثير المخلفات البشرية في المقام الأول، فيما يكون تأثير المياه البحرية في المقام الثاني.

٣- إن ارتفاع تراكيز النتروجين والأمونيا والأمونيوم في مياه الجداول المدروسة بصفة خاصة، يؤكد على وجود تأثير لمخلفات الصرف الصحي والمجاري المنزلية. ويجعل هذه المسطحات بيئة مناسبة لتكاثر الكائنات الدقيقة اللاهوائية وازدهار الطحالب الضارة.

٤- إن للعامل المكاني دورا في زيادة تراكيز الملوّثات الخطرة؛ إذ يلاحظ بشكل واضح أنها تزداد حيثما وجدت تجمعات بشرية مكثفة، وهذا يعني أن ارتفاع قيم التلوث يرتبط طردياً بالتواجد البشري.

٥- تؤدي بعض العوامل الطبيعية مثل انخفاض كمية التصريف النهري وضعف حركية الماء دوراً في زيادة تركيز الملوّثات، وتخص هذه الحالة الجداول المائية المدروسة.

٦- يكون للتفاعلات الكيميائية التي تجري للملوّثات بعد دخولها للبيئة، دور في تشكّل مركّبات كيميائية تكون حيناً أقل سمّية وحيناً آخر أكثر سمّية من منشأها الأصلي.

٧- استناداً إلى النتائج المتحصلة، يستوجب التوصية بضرورة التعامل مع مياه الإسالة بشكل خاص على وفق معالجات متقدمة تضمن سلامة المياه والوثوق باستخدامها.

## الهوامش

شكر وتقدير: يود الباحث التقدم بالشكر الجزيل إلى السيد أحمد طاهر للمساعدة في جمع العينات في أثناء العمل الحقلي، وإلى الكيمياوي أقدم زهير غازي عواد في مختبر أبحاث البيئة بجامعة البصرة لإبداء المساعدة في أثناء العمل المختبري.

(1) M.L. Brusseau, *et.al.*, Chemical Contamination, in Pepper, I.L. *et al.*, *Environmental and Pollution Science*, 2nd., Elsevier, New York, 2006, p.133.

(2) WHO, Factsheet on Sustainable Development Goals: Health Targets – Hazardous Chemicals, **Available on:** http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/fact-sheets/2017/fact-sheets-on-sustainable-development-goals-health-targets/fact-sheet-on-the-sdgs-hazardous-chemicals-2017

(3) Jane A. Plant, *et.al.*, Chemicals in the Environment: Implications for Global

Sustainability, Applied Earth Science (*Trans. Inst. Min. Metall. B*) June 2005 Vol. 114, p. B65.

(4) Larry Eugene Erickson and Lawrence C. Davis, Biodegradation, in Richard M. Stapleton (Editor in Chief), *Pollution A to Z*, Vol. 1, Macmillan Reference, New York, 2004, p. 53.

(5) Alan Gilipn, Dictionary of Environmental Terms, Rutledge & Kegan Paul, London, 1976, pp.71-72.

(6) Encyclopedia Britannica, Cyanide: Chemical Compound, Available on:

https://www.britannica.com/science/cyanide

(7) Michael J.Gittins, Air Pollution, in W.H. Bassett (ed.), *Clay's Handbook of Environmental Health*, 18th ed., E & FN Spon, London, 1999, p.735.

(8) Herman Koren, *Illustrated Dictionary and Resource Directory of Environmental and Occupational Health*,2nd ed., CRC Press, New York, 2005, p. 274.

(9) Edward Ramsden, The Water Cycle, in W.H. Bassett (ed.), *Clay's Handbook of Environmental Health*, 18th ed., E & FN Spon, London, 1999, p.873.

(10) Michael J.Gittins, *Op.cit.*, p. 735.

(11) R. M. Maier, Biological Processes affecting Containment Transport and Fate, in Pepper, I.L. *et al.*, *Environmental and Pollution Science*, 2nd., Elsevier, New York, 2006, p.111

(12) M.L. Brusseau, *et.al.*, p. 140.

(13) Herman Koren, p. 34.

(١٤) كان شط العرب يتكون من التقاء نهري دجلة والفرات عند القرنة لغاية عام ٢٠١٠، وما بعد ذلك تم قطع مجرى الفرات بسداد عند الحدود بين محافظتي البصرة وذي قار بداعي الحفاظ على انسياب المياه إلى الأهوار. وعليه بات المغذي الوحيد لنهر شط العرب اليوم هو دجلة.

(١٥) في مدة الدراسة (سنة ٢٠١٨) بلغ تصريف شط العرب حوالي ٥٠ م$^{٣}$/ثا فقط، بينما كان يصل التصريف قبل قطع مجرى الفرات وتشييد السدود التركية والإيرانية إلى ما يزيد عن ١٢٠ م$^{٣}$/ثا.

(١٦) شكري الحسن، التلوث البيئي في مدينة البصرة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، ٢٠١١، ص ١٨.

(١٧) ابتهال شاكر مجيد، تقويم بيئي للقنوات المائية الداخلية في مدينة البصرة، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة البصرة، ٢٠١٤، ص ٧.

(١٨) المصدر السابق، ص ٨.

(١٩) المصدر السابق، ص ٨.

(٢٠) المصدر السابق، ص ٨.

(21) Lovibond, Instruction Manual, Spectrophotometer.

(22) Ibid., p.110.

(23) Ibid., p.118.

(24) Ibid., p.30.

(٢٥) للاستزادة، ينظر:

نجاح عبود حسين وآخرون، شط العرب: دراسات علمية أساسية، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٩١، ص ١٢٩-١٣٠.

(26) Pradyot Patnaik, *Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes*, CRC Press, New York, 1997, p.223.

(٢٧) شكري الحسن، مصدر سابق، ص ٣٠.

(٢٨) نجاح عبود حسين، مصدر سابق، ص ١٤٨، ١٥٤.

(٢٩) مديرية مجاري البصرة، شعبة المتابعة والتخطيط، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧.

(٣٠) جدير بالذكر أن قناة العشار كانت الأقل تلوثاً على الرغم من أن هنالك نحو ١٣٥٣ مجرى يلقي المخلفات فيه؛ ويرجع سبب ذلك إلى التشغيل التجريبي لناظم قناة العشار، الذي تصادف مع وقت جمع العينات. إذ تم ضخ المياه من شط العرب إلى القناة بنحو ٣م$^{3}$/ثا، الأمر الذي أدى إلى امتلائها على امتدادها ومن ثمّ تخفيف تركيز الملوّثات بشكل ملحوظ. وهذا يدل على إمكانية نجاح مثل هذه التجربة في التخفيف من حدة التلوث.

(٣١) للاستزادة ينظر:

مجموعة من العلماء، دراسات متقدمة في التلوث البيئي، ترجمة: شكري إبراهيم الحسن، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت، ٢٠١٩، ص ١٦٥-١٨٧.

(32) International Cyanide Management Institute, Environmental and Health Effects of Cyanide, 2006. Available on: http://www.cyanidecode.org/cyanide_environmental.php

## المصادر

١ــ ابتهال شاكر مجيد، تقويم بيئي للقنوات المائية الداخلية في مدينة البصرة، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة البصرة، ٢٠١٤.

٢ــ شكري الحسن، التلوث البيئي في مدينة البصرة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، ٢٠١١.

٣ــ عماد عبيد جاسم، التشريعات البيئية في العراق، موسوعة القوانين العراقية، بغداد، ٢٠١٢.

٤ــ مجموعة من العلماء، دراسات متقدمة في التلوث البيئي، ترجمة: شكري إبراهيم الحسن، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت، ٢٠١٩.

٥ــ مديرية مجاري البصرة، شعبة المتابعة والتخطيط، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧.

٦ــ نجاح عبود حسين وآخرون، شط العرب: دراسات علمية أساسية، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٩١.

7-Alan Gilipn, Dictionary of Environmental Terms, Rutledge & Kegan Paul, London, 1976.

8-Edward Ramsden, The Water Cycle, in W.H. Bassett (ed.), *Clay's Handbook of Environmental Health*, 18th ed., E & FN Spon, London, 1999.

9-Encyclopedia Britannica, Cyanide: Chemical Compound, Available on:
https://www.britannica.com/science/cyanide

10-Herman Koren, *Illustrated Dictionary and Resource Directory of Environmental and Occupational Health*, 2nd ed., CRC Press, New York, 2005.

11-International Cyanide Management Institute, Environmental and Health Effects of Cyanide, 2006. Available on: http://www.cyanidecode.org/cyanide_environmental.php

12-Jane A. Plant, *et.al.*, Chemicals in the Environment: Implications for Global Sustainability, Applied Earth Science (*Trans. Inst. Min. Metall. B*) June 2005 Vol. 114.

13-Larry Eugene Erickson and Lawrence C. Davis, Biodegradation, in Richard M. Stapleton (Editor in Chief), *Pollution A to Z*, Vol. 1, Macmillan Reference, New York, 2004.

14-Lovibond, Instruction Manual, Spectrophotometer.

15-M.L. Brusseau, *et.al.*, Chemical Contamination, in Pepper, I.L. *et al.*, *Environmental and Pollution Science*, $2_{nd}$., Elsevier, New York, 2006.

16-Michael J.Gittins, Air Pollution, in W.H. Bassett (ed.), Clay's Handbook of Environmental Health, 18th ed., E & FN Spon, London, 1999.

17-Pradyot Patnaik, Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes, CRC Press, New York, 1997.

18-R. M. Maier, Biological Processes affecting Containment Transport and Fate, in Pepper, I.L. et al., Environmental and Pollution Science, 2nd., Elsevier, New York, 2006.

19-WHO, Factsheet on Sustainable Development Goals: Health Targets – Hazardous Chemicals, Available on: http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/fact-sheets/2017/fact-sheets-on-sustainable-development-goals-health-targets/fact-sheet-on-the-sdgs-hazardous-chemicals-2017.