



تقييم مدى صلاحية مياه نهر الفرات لأغراض الزراعة في محافظة الأنبار

م.م صفاء إبراهيم حميد
مديرية تربية الأنبار - قسم تربية هيت
م.م محمود جميل خلف
جامعة الأنبار - المكتبة المركزية

safaaaljoani@gmail.com

Mahmood.jameel@uoabar.edu.iq

مستخلص :

تناول البحث التقييم البيئي لمياه نهر الفرات في محافظة الأنبار على الاستخدامات المتعددة منها لأغراض الزراعة (الري)، والاعتماد على المعايير والعالمية والمعتمدة ومقارنتها مع النتائج البحث ، ذلك من أجل معرفة تأثير الملوثات ملوثات مياه نهر الفرات على مدى صلاحيته ، ثم ختم البحث بمجموعة من الاستنتاجات والتوصيات .

كلمات مفتاحية: تقييم ، صلاحية ، مياه ، زراعة

Evaluating the suitability of the Euphrates River water for agricultural purposes in Anbar Governorate

safaa Ibrahim Hamed

Anbar Education Directorate - Hit Education Department

Mahmood Jameel Kahaf

Anbar University - Central Library

Abstract:

The research dealt with the environmental assessment of the water of the Euphrates River in Anbar Governorate on multiple uses, including for agricultural purposes (irrigation), relying on international and approved standards and comparing them with the research results, in order to know the effect of pollutants and pollutants of the Euphrates River water on its suitability. Then the research concluded with a set of conclusions. And recommendations.

Keywords : evaluation, suitability, water, agriculture

مقدمة :

حظيت دراسة الموارد المائية بالاهتمام الكبير من قبل الباحثين ، لأنها تعد من المواضيع الاستراتيجية المهمة التي تساعد في تطور البلدان ، وكذلك تساعد في تأمين مستلزمات النهوض بالواقع الزراعي وضمان مفردات الامن الغذائي الذي يعد من المرتكزات الاستقرار الاجتماعي المهمة .

وتعد المياه ي شريان الحياة ، وهذا ما يدل على اهميتها الكبيرة في ضروريات الحياة وقد تكون سبب في القضاء على تلك الحياة ، رافق دراسة هذا الموضوع التدهور الحاصل في نوعية مياه نهر الفرات ذلك بسبب التلوث المستمر في مصادر الموارد المائية ، وهذا يعود لسوء التصاريح نتيجة لاستخدامات المياه المتعددة ، واخذت هذه المشكلة بالتزايد نتيجة الاهمال وعدم صيانة هذه الموارد من جهة والتزايد الحاصل في عدد السكان والتوسع الحضري من



جهة اخرى ، بالإضافة الى موقع منطقة الدراسة ضمن بيئة حارة جافة ، لذا يستلزم العمل بالضرورة البالغة بشكل مستمر على تقييم مدى صلاحية نوعية مياه نهر الفرات لمختلف أوجه الحياة ، فضلاً عن ضرورة العمل على استقصاء المصادر التي تؤثر على تلك الصلاحية .

مشكلة البحث : 1- هل توجد علاقة بين الخصائص النوعية (الكيميائية ، الفيزيائية) لمياه نهر الفرات وبين التصريف النهري ؟

2- هل كانت الخصائص المياه ضمن المواصفات العالمية والعراقية ام تجاوزت تلك المواصفات ؟

فرضية البحث : 1- هناك علاقة عكسية بين الخصائص النوعية لمياه نهر الفرات ، وتركيز الملوثات فكلما قل التصريف النهري يزداد تركيز الملوثات الذي ينعكس بدوره السلبي على نوعية مياه نهر الفرات .

2- تتباين الخصائص النوعية لمياه نهر الفرات في منطقة الدراسة تبين مكاني وزماني ، مما يؤدي الى تبين صلاحيتها وفقاً للمواصفات القياسية العالمية والعراقية المعتمدة .

هدف البحث :

- 1- الكشف عن مصادر التلوث التي تؤثر على نوعية مياه منطقة الدراسة.
- 2- التعرف إلى أهم الملوثات الفيزيائية والكيميائية في مياه نهر الفرات.
- 3- تقييم مياه نهر الفرات في محافظة الأنبار للاستخدامات البشرية المختلفة، والتوصل إلى أفضل الإجراءات لمعالجة المياه للحفاظ على مياه نهر الفرات في منطقة الدراسة

حدود البحث :

تتمثل منطقة الدراسة بمحافظة الأنبار، التي تقع في الجزء الغربي من العراق، بين دائرتي عرض (31° - 35°) شمالاً، وبين خطي طول (39° - 44°) شرقاً، إذ يحدها من الشمال: محافظة نينوى، ومن الشمال الشرقي: محافظة صلاح الدين، ومن الشرق: محافظات بغداد، وبابل، وكربلاء، أمّا محافظة النجف فتحدّها من الجنوب الشرقي، وتحدها من الجنوب: المملكة العربية السعودية، ومن جهة الغرب المملكة الأردنية الهاشمية، ومن الغرب والشمال الغربي: تحدها الجمهورية العربية السورية، خريطة (1).

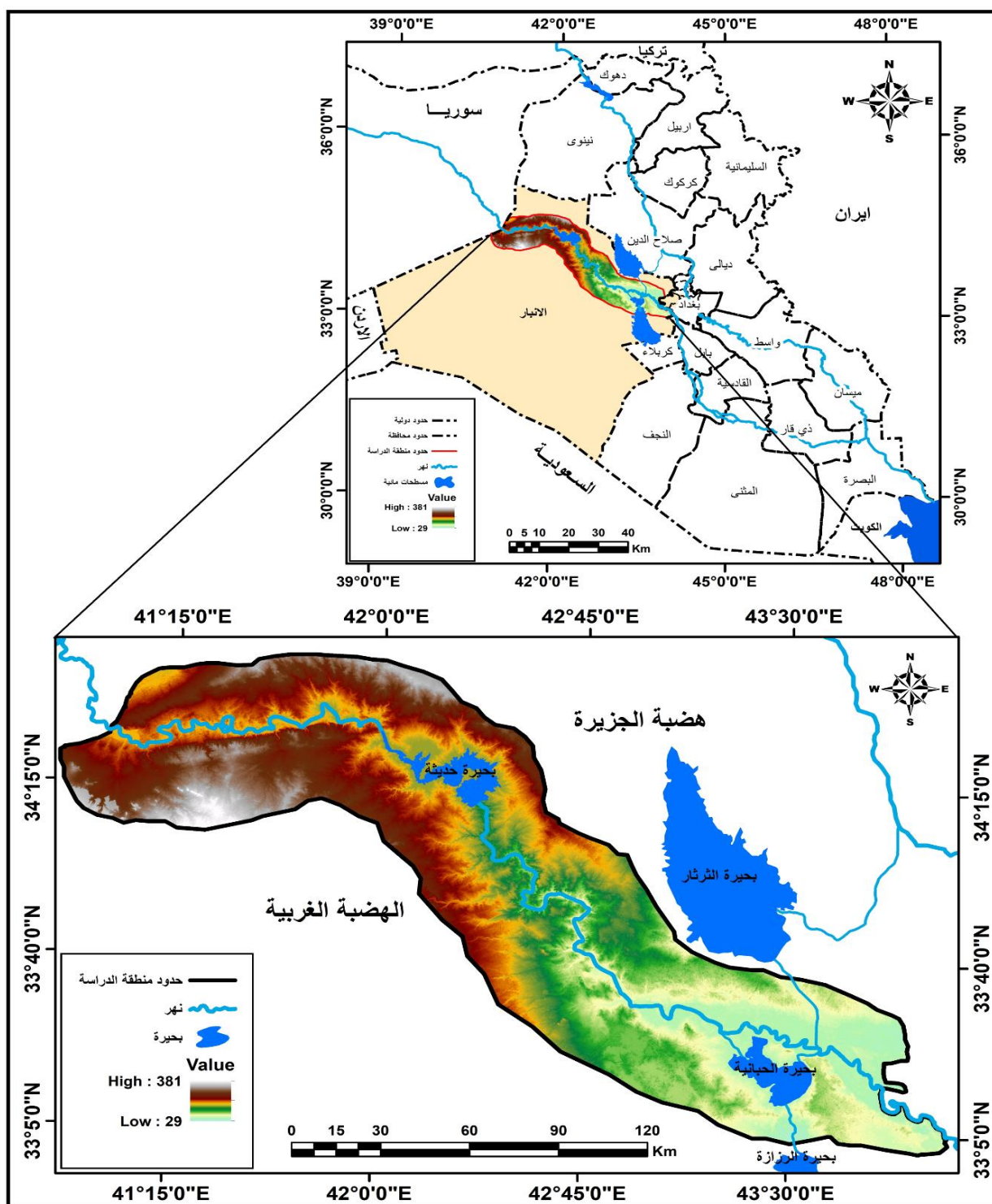
تشغل محافظة الأنبار حيزاً مكانياً مساحته (138288) كم²، أي ما يعادل (31,8%) من مساحة العراق البالغة (434128) كم²(1).

وتتوزع هذه المساحة إدارياً على أحد عشر قضاءً، واثنًا وعشرون ناحية.

يخترقها نهر الفرات الممتد من ناحية الرمانة التابعة لقضاء القائم وصولاً لقضاء الفلوجة ليشمل مسافة مقدارها 500 كم(2)، من مجموع طول المجرى النهري في العراق.

خريطة (1)

موقع محافظة الأنبار من العراق



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، خريطة العراق والأنبار، 2018، مقياس (1:1000000)، نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية (30×30)، ومخرجات برنامج Arc Map 10.4.1.

اولا : مناسب مياه نهر الفرات



تتباين مياه نهر الفرات في مجراه ضمن منطقة الدراسة ، ويقصد بالتباين هو ارتفاع عمود الماء الى اقصى نقطة مبللة ضمن مجرى النهر ، وهذا التباين يحصل حسب مواسم ذوبان الثلوج في أعالي حوض النهر وكذلك بالاعتماد على التغذية الواردة للنهر وحجم المشاريع والسدود المقامة (3).
يشهد منسوب مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة بالانخفاض الشديد في بعض ايام السنة المائية ، مما يؤدي الى الكشف مساحات كبيرة كانت مغمورة من ارضه ، وبدأ قاع النهر الفرات ضحل في مناطق مجراه .

جدول (1)

معدلات التصارييف المائية (م³/ثا) لنهر الفرات في منطقة الدراسة للمدة (2018-1999)

المحطات الاشهر	القائم (حصيبة)	مقدم سد حديثة	مؤخر سد حديثة	الفلوجة
تشرين الأول	473.6	425.7	469.2	488.6
تشرين الثاني	586.1	561.6	478.1	447.9
كانون الاول	683	660	495.4	414.2
كانون الثاني	741.5	709.5	542.6	363.1
شباط	761.1	712.3	572.5	442.2
آذار	667.1	626.5	549.5	471
نيسان	543	503.2	466	414.4
مايس	523.2	477.3	428.3	394.8
حزيران	465.7	418.3	519.9	545.2
تموز	458.9	413.5	540.6	604.6
آب	488.8	427.8	561	562.1
أيلول	455.8	406.5	510.1	517.8
المعدل السنوي	570.7	528.5	511	472.1

المصدر: وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة، بغداد، 2020.

ومن خلال جدول رقم (1) ، يتضح لنا التباين في مياه نهر الفرات ، حيث تشير البيانات الهيدرولوجية للمدة (2018-1999) ، ان معدلات تصريف مياه نهر الفرات بلغ في محطة القائم (570.7 م³/ثانية) ، التي تقع على ارتفاع (155 م) فوق مستوى سطح البحر ، اما في محطة حديثة بلغ معدل التصريف (528.5 م³/ثانية) ، الواقعة بارتفاع (125م) فوق مستوى سطح البحر ، في حين بلغ معدل تصريف محطة الفلوجة (472.1 م³/ثانية)، الواقعة على ارتفاع (32م) فوق مستوى سطح البحر ، كما موضح في الجدول رقم (2)

جدول (2)

ارتفاع مناطق مجرى نهر الفرات عن مستوى سطح البحر

الارتفاع عن مستوى سطح البحر/ م	المنطقة
155	القائم (حصيبة)
125	حديثة
32	الفلوجة



المصدر وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة، بغداد، 2020.

نلاحظ من خلال جدول رقم (1)، ارتفاع مناسيب مياه نهر الفرات خلال اشهر الربيع المتمثلة بشهري (نيسان، مايس)، والسبب يعود الى تزايد في كمية المياه الواردة من خلال مناطق اعالي حوض نهر الفرات، وكذلك ذوبان الثلوج، اما في مواسم الصيف المتمثلة في ثلاثة شهور (حزيران، تموز، آب) تنخفض فيها مناسيب مياه نهر الفرات وذلك بسبب الحاجة النباتات الى المياه وبسبب حدوث زيادة في عملية التبخر / النتح، وانعدام تساقط الامطار، وان مشكلة الانخفاض مناسيب مياه نهر الفرات تزداد خطرها عندما تلتقي مع الترسبات التي ترفع قيعان القنوات والجداول، مما يؤدي الى تقليل من كفاءة التصريف وكذلك نمو الاعشاب والنباتات على وفي جوانب القنوات التي تعمل بدورها في عرقلة التصريف المائي، ونلاحظ هذا الانخفاض هذه المناسيب في المناطق الزراعية خاصة التي تقوم بزراعة المحاصيل الصيفية التي تتطلب كميات كبيرة من المياه وهذا ينعكس بدوره السلبي على منسوب المياه وكذلك على نوعية المياه⁽⁴⁾.

ثانياً: الخصائص النوعية لمياه نهر الفرات

إن دراسة الخصائص النوعية لمياه نهر الفرات ومعرفة خصائصها الفيزيائية والكيميائية والاحيائية له أهمية كبيرة لتمييز خصائص مياه النهر بدرجة عالية من الدقة تدعمها التحاليل المختبرية ومختبرات البيئة المركزية في مدينة الرمادي، ومختبرات مركز دراسات الصحراء في جامعة الأنبار، الأثر الواضح في تحديد صلاحية مياه النهر في منطقة الدراسة، اذ تكتسب مياه نهر الفرات في منطقة الدراسة العديد من الخصائص ذات التأثير النوعي على مياه النهر جراء النشاط البشري السائد في منطقة الدراسة، لذا سنتناول في هذا الموضوع الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه نهر الفرات في محافظة الأنبار وذلك لشموليتها لأغلب خصائص ونوعية المياه ومدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة. وعلى النحو الاتي:

1- **الخصائص الفيزيائية:** تعد درجة الحرارة والعكورة والتوصيلة الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة من أهم الصفات الفيزيائية التي تؤثر في نوعية مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة، والتي سنذكرها على النحو الاتي:

1-1 **درجة حرارة المياه (م°):** تعد حرارة المياه انعكاساً طبيعياً للظروف المناخية للمنطقة، إذ تتأثر المياه عموماً بمناخ المنطقة التي تتواجد فيها وذلك لوجود علاقة وثيقة بين حرارة الهواء والمياه إذ تتأثر درجة حرارة مياه نهر الفرات في منطقة الدراسة بدرجة حرارة الهواء وتقلباتها اليومية والفصلية التي ترتبط مع شدة الاشعاع الشمسي وطول فترة النهار فضلاً عن سرعة التيارات المائية في مقاطع النهر ومساحة المقطع المبتل من النهر وعمق النهر وتأثير الظل على الماء الموجود في المجرى، اذ يؤثر هذا العامل في العمليات الأيضية لجميع الكائنات الحية، فضلاً عن دوره في سرعة التفاعلات الكيميائية وإذابة الغازات في الماء مما يؤثر بدوره على الخصائص الطبيعية له⁽⁵⁾.

1-2 **درجة العكورة:** يقصد بالعكورة بأنها كمية المادة العالقة في الماء والتي يسببها الطين والغرين والمواد العضوية وغير العضوية الناعمة والدقيقة والكائنات الحية المجهرية، وتستعمل العكورة كمؤشر للتلوث⁽⁶⁾، اذ تؤثر في مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة من خلال إعاقه تخلل الضوء في عمود الماء الذي يساعد في عملية التركيب الضوئي للنباتات واعاقته لعملية تنفس الكائنات الحية وبخاصة الأسماك، فضلاً عن صعوبة استخدام المياه للإستعمالات البشرية خاصة لأغراض الشرب⁽⁷⁾.

1-3 **التوصيل الكهربائي:** يقصد به قدرة المياه على التوصيل الكهربائي ويعبر عنه بوحدة مايكرو موز / سم أو بوحدة ديسيمنز / م، يتم قياسه عن طريق إطلاق تيار كهربائي في المياه وقياس درجة توصل المياه له، لكنه يتأثر بعدة عوامل أهمها درجة الملوحة، إذ ان ارتفاعها يؤدي إلى زيادة درجة التوصيل الكهربائي للمياه، ومن جانب آخر فإن درجة التوصيل الكهربائي ترتبط بدرجة الحرارة، إذ ان ارتفاع درجة حرارة المياه درجة مئوية واحدة تؤدي إلى الارتفاع في درجات التوصيل الكهربائي بمقدار



2%⁽⁸⁾، وقد تميز نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة بأنها كانت ضمن الحدود المسموح بها لاستخدامها كميها للشرب، فقد تراوحت معدلاتها بين (0,8000-1,3080) ديسيمنز/م، لكن هذا لا يمنع من ارتفاع قيمها تحت تأثير مياه الصرف الصحي وصرف المبازل التي تلقى إلى النهر كما ان للمياه الواردة من بحيرة الثرثار التي تتميز بارتفاع الملوحة دورا في ارتفاع قيم التوصيلية الكهربائية في بعض المناطق، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى قد يعود سبب ارتفاع قيم التوصيلية الكهربائية في مناطق أخرى إلى انخفاض منسوب المياه في نهر الفرات بسبب عملية التبخير الحاصلة للمياه السطحية فضلاً عن انه في وقت قلة مياه التساقط يتغذى النهر بالمياه الجوفية التي تسبب زيادة في كمية الأملاح⁽⁹⁾.

4-1- الأملاح الذائبة الكلية: ويقصد بها جميع المواد الصلبة الذائبة في المحاليل المائية وغير المتأينة لكنها لا تتضمن المواد العالقة والغروية والغازات الذائبة، وعادة ما تقاس بوحدة ملغم / لتر أو جزء من المليون (ppm)، وتتكون TDS من مجموعة الأيونات الموجبة والسالبة ويعتمد تركيز الأيونات الذائبة ضمن المياه الطبيعية على نوع الصخور والتربة التي تكون في حاله تماس معها وعلى الفترة الزمنية التي تستغرقها عملية التلامس⁽¹⁰⁾، تكتسب أهمية كبيرة في الدراسات الكيميائية لأنها تحدد مدى صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة فضلاً عن أهميتها في حياة الكائنات المائية بشكل عام، لاسيما ملئمة الوسط المائي للأحياء ويقدر المعدل العالمي لتركيز الأملاح الذائبة الكلية في مياه الانهار بحدود (109) ملغم /لتر⁽¹¹⁾ لذا تقع الانهار ضمن الصنف الاول ذات المياه العذبة، يلاحظ جدول (3)، تزداد تراكيز الاملاح الذائبة في المياه بسبب انجراف التربة وتصريف فضلات المجاري والفضلات الصناعية السائلة إلى مصادر المياه يتضح من خلال الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة أن معدلات تركيز الأملاح الذائبة الكلية في مياه نهر الفرات كانت ضمن الحدود العالمية المسموح بها لمياه الشرب وفي جميع مواقع الدراسة إلا أنه في بعض الأحيان قد تزداد نسبة تركيز الملوحة لا سيما خلال فصل الصيف بسبب قلة مياه النهر فضلاً عن عمليات التبخير الحاصلة للمياه السطحية كذلك خلال فترة قلة التساقط تقوم المياه الجوفية بتغذية النهر مسببة زيادة في تركيز الأملاح.

جدول (3) التصنيف البسيط للمياه على وفق الأملاح الذائبة الكلية (TDS)

الصنف	نوعية المياه (Category)	TDS (ملغم/لتر)
1	مياه عذبة Fresh water	0 - 1000
2	مياه قليلة الملوحة brackish water	1000 - 10.000
3	مياه مالحة saline water	10.000 - 100.000
4	مياه شديدة الملوحة Brine water	> 100.000

المصدر: صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، جغرافية الموارد المائية، ط1، شركة الغدير للطباعة والنشر، البصرة، 2014، ص 56.

2- الخصائص الكيميائية: Chemical character

تعد خصائص الأس الهيدروجيني والعسرة الكلية والأيونات الرئيسية بنوعها الموجبة والسالبة، والأوكسجين المذاب من أهم الصفات الكيميائية التي تؤثر في نوعية مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة، لذا يمكن دراستها على النحو الآتي:

1-2- الأس الهيدروجيني: (pH): هو مقياس يوضح درجة حموضة المياه أو قاعدتها، ويعد الرقم (7) حداً وسطاً لهذا المقياس في حين تتناقص قيمة الهيدروجين تزداد درجة الحمضية، فيما يدل ارتفاعها على زيادة درجة القاعدية ويعد الأس الهيدروجيني أساساً لنوعية المياه ونوعية التحلل الجارية فيه، ويكون محكوماً في الطبيعة بالتوازن ما بين تركيز غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO₂) والبيكربونات



(HCO₃) والكربونات (CO₃)⁽¹²⁾، لذا فإن المدى المثالي للأس الهيدروجيني في المياه السطحية يتراوح بين 6,5-8,5 وهو مؤشر على أن المياه ذات نوعية جيدة، أما إذا كان المدى أقل من 5 أو أكثر من 9 فهو يدل على أن المياه ملوثة غير صالحة للاستعمال البشري⁽¹³⁾، وبما أن أغلب مياه الأنهار العراقية تتجه إلى صفة قاعدية وذلك لاحتوائها على الكاربونات والبيكربونات⁽¹⁴⁾، هذا يعني أن نوعية مياه نهر الفرات هي ذات قاعدية بسيطة وذلك بسبب تشابه الظروف البيئية لمياه النهر الذي أعطى صفة الميل نحو القاعدية هي ناتجة عن طبيعة مجرى النهر بصفاته الجيولوجية وتكوينات التربة واختلاف مقدار الرواسب المنقولة، فضلاً عن دور المخلفات البشرية المتنوعة التي تلقى في مجرى النهر دون معالجة، لذا فإن الأس الهيدروجيني يتأثر بجميع العوامل الطبيعية والبشرية بشكل معقد ومتداخل فيما بينهما.

2-2- العسرة الكلية: Total Hardness (TH): هي تعبير رقمي لما يحتويه الماء من تركيز أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم فضلاً عن الأملاح الأخرى، إذ إن قياس عسرة المياه من الأمور المهمة التي تحدد مدى ملائمتها للاستخدامات البشرية المتنوعة، وتعتبر العسرة عن قابلية الماء على ترسيب الصابون وعسرة الماء الكلية هي مجموعة العسرة الدائمة والمؤقتة، فالعسرة الدائمة ناتجة بصورة رئيسة من كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم الذائبة وأملاح الحوامض اللاعضوية أما العسرة المؤقتة ناتجة عن بيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم التي تتحول إلى كربونات⁽¹⁵⁾، تتميز قيمة العسرة الكلية لمياه نهر الفرات في منطقة الدراسة بالارتفاع، لكنها لم تتجاوز الحدود المسموح به والبالغ (500) ملغم/لتر، فقد تراوحت معدلاتها بين (257-438) ملغم/لتر بعد اجتياز نهر الفرات موقع القائم مما يعكس دور منطقة الدراسة في رفع عسرة المياه⁽¹⁶⁾.

2-3- الأيونات الرئيسية (Major Elements): من الضروري التعرف على الأيونات المنتشرة في مياه نهر الفرات لمنطقة الدراسة؛ لأنها مؤشرات تنعكس على مدى صلاحية المياه في المجالات المختلفة، لذا سنتطرق لذلك على النحو الآتي:

2-3-1- الأيونات الموجبة: Positive ions

2-3-1-1- الصوديوم: Sodium (Na⁺): يعد الصوديوم من أكثر العناصر توافراً في الطبيعة إذ يوجد في كل مكان من البيئة الطبيعية وهو معدن قلوي شديد الذوبان في الماء⁽¹⁷⁾، إن مصدر الصوديوم في مياه الأنهار هو ذوبان الأيونات المكونة لبعض أنواع الصخور لاسيما الطين والفلدسبار، إلا أن التراكيز العالية لأيون الصوديوم عادة ما تكون مرتبطة بالتلوث العام الناتج من فعاليات النشاط البشري، كاستخدام المياه في الاحتياجات المنزلية، وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي للري، فضلاً عن الأمطار التي تعد مصدراً آخر لإغناء الصوديوم، إذ يسبب التركيز العالي للصوديوم زيادة نسبة الأملاح في المياه فضلاً عن دوره الحيوي في جسم الإنسان، فهو من العناصر الغذائية الضرورية التي تؤدي أدواراً متنوعة في العديد من العمليات الفسيولوجية، مثل: ضغط الدم، وحموضة الوسط المائي في الجسم⁽¹⁸⁾، أما ما يخص منطقة الدراسة فإن معدلات تركيز أيون الصوديوم في مياه نهر الفرات تمتاز بالارتفاع في جميع مناطق الدراسة، إلا أن معدلات التركيز في كافة المواقع لم تتجاوز الحدود الطبيعية لتركيز الصوديوم في المياه العذبة⁽¹⁹⁾.

2-1-3-2- الكالسيوم: Calcium (Ca⁺): يعد الكالسيوم من أكثر العناصر القلوية انتشاراً وهو السبب الرئيس لعسرة المياه على الرغم من وجود عناصر أخرى، إذ يعد من المغذيات الضرورية للنبات والأحياء المائية الأخرى، وتسبب التراكيز العالية للكالسيوم رائحة غير مرغوبة للمياه وإن ترسبه على شكل كربونات الكالسيوم قد يسبب انسداداً في شبكة الأنابيب الناقلة للمياه، لأنها تشجع على نمو البكتريا في الجدار الداخلي للأنابيب⁽²⁰⁾، إن مصدر الكالسيوم في مياه نهر الفرات ناتج عن ما تحويه الصخور الكربونية التي يقطعها النهر، كما يعد الجبس والانهيدرايت ومعادن الطين من المصادر الأساسية للكالسيوم المذاب في مياه نهر الفرات فضلاً عن اشتقاقه من المواد السليكانية بعد تحليلها بالمياه⁽²¹⁾، كما تزداد قابلية ذوبان كربونات الكالسيوم عند توافر أملاح الصوديوم والبوتاسيوم بنفس البيئة، إذ ترتفع نسبة أيون الكالسيوم في الأنهار التي تجري في بيئات جافة كنه نهر الفرات على العكس من مثيلاتها التي تجري



في البيئات الرطبة⁽²²⁾، بينت نتائج الدراسة ارتفاعاً نسبياً في قيم أيونات الكالسيوم، والسبب في ذلك يرجع إلى صخور الجبس والدولومايت التي تعد المصدر الأساس للكالسيوم في التكوينات الصخرية المكونة لحوض النهر إذ أن هذه الصخور تشكل المصدر الرئيس لتجهيز مياه نهر الفرات بأيون الكالسيوم بسبب قابلية ذوبانها العالية فضلاً عن ذلك تزود المياه الجوفية مياه النهر بأيون الكالسيوم من خلال عمليات غسل التربة الجبسية المنتشرة في حوض النهر.

2-3-1-3- المغنيسيوم (Mg²⁺): يعد المغنيسيوم من أكثر الأيونات الموجبة انتشاراً في المياه العذبة، يتولد بسبب ذوبان بعض الأيونات المكونة لبعض أنواع الصخور لا سيما حجر الكلس والدولومايت، كما تعد معادن الطين من المصادر المهمة للمغنيسيوم الذائب في المياه، إذ تتباين نسبة تركيزه في المياه السطحية العذبة بين (1- 50) ملغم/ لتر، أما المعدل العالمي لتركيزه في مياه الأنهار فقد بلغ (4,1) ملغم/ لتر، جدول (22)، يكتسب هذا العنصر أهميته في النظام البيئي كونه أحد العناصر المحددة مع عنصر الكالسيوم الأفعال البايولوجية في البحيرات ومصبات الأنهار، كما ويعد من المكونات الأساسية في جزئية الكلوروفيل فضلاً عن كونه عنصراً مهماً في نمو وتكاثر الأسماك⁽²³⁾، إن وجود هذا العنصر بتركيز مرتفعة في مياه الشرب تؤثر على صحة الإنسان، كما أن وجوده بجانب الكبريتات في مياه الشرب أحد أهم أسباب إصابة الإنسان بمرض الإسهال⁽²⁴⁾، ويتأثر تركيز المغنيسيوم بعوامل مختلفة، منها: قلة تخفيف المياه، ومساهمة المناطق الزراعية المنتشرة على جانبي النهر بهذا الأيون، لذا فإن منطقة الدراسة تميزت بارتفاع تركيز أيون المغنيسيوم في مياه نهر الفرات.

2-3-1-4- البوتاسيوم (K⁺): يعد البوتاسيوم من العناصر القلوية ذات التركيز المنخفض في المياه العذبة، رغم تواجده في جميع مكونات النظام البيئي وفعاليته العالية على الذوبان في الماء، ويكون تركيز أيون البوتاسيوم عادة أقل من تركيز الصوديوم بالماء الطبيعي بالرغم من وفرة أيون البوتاسيوم مقارنة إلى وفرة أيون الصوديوم بالقشرة الأرضية، ويرجع سبب ذلك إلى أن عنصر البوتاسيوم يدخل في تركيب المعادن الطينية أثناء عمليات التجوية، والسبب الآخر هو مقاومة معادن البوتاسيوم للتجوية مقارنة مع معادن الصوديوم⁽²⁵⁾، إن مصدر البوتاسيوم في مياه الأنهار هو ذوبان الأيونات المكونة لبعض أنواع الصخور كالفلدسبار والطين، لذا فإن تركيزه يزداد في مياه النهر جراء تزويده بمياه البزل ومجاري الاستخدام المنزلي أو بسبب التبخر الشديد في المناطق الجافة، يعد البوتاسيوم من العناصر الضرورية لحياة الكائنات الحية إذ يدخل في تكوين الأنسجة والخلايا، فضلاً عن كونه من العناصر الغذائية الضرورية للأحياء المائية⁽²⁶⁾، أن تركيز أيون البوتاسيوم في مياه نهر الفرات كانت قليلة وغير مؤثرة في نوعية المياه، أما فيما يخص الارتفاع في بعض المناطق فيعزى ذلك إلى زيادة الأنشطة البشرية لا سيما الجهد الزراعي في فصل الصيف، فضلاً عن التكوينات الجيولوجية للأراضي التي يقطعها النهر في منطقة الدراسة.

2-3-2- الأيونات السالبة: Negative ions

2-3-2-1- الكلوريدات (Cl⁻): يعد الكلوريد من الأيونات السالبة المهمة ذات القابلية للذوبان في مياه النهر، إذ أن وجوده في المياه العذبة مؤشراً لتركيز الأملاح في الأنهار⁽²⁷⁾، يتولد أيون الكلوريد من تكوينات الصخور الرسوبية ومعادن القشرة الأرضية، فضلاً عن تدفق مياه البزل والمجاري الصناعية والصرف الصحي⁽²⁸⁾، إن زيادة تركيزه بنسبة مرتفعة يعطي للمياه طعماً مائلاً إلى الملوحة، كما يسبب إرباكاً للنظام المائي والحياتي من خلال تأثيره في الفعاليات الفسيولوجية للكائنات الحية الحيوانية والنباتية، إذ يولد تأثيرات سمية لبعض النباتات والمحاصيل الزراعية⁽²⁹⁾، تتميز مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة بارتفاع تركيز أيون الكلوريد، ويرجع سبب هذا الارتفاع إلى تأثير مياه الفضلات المنزلية التي تلقى في النهر، ولكون الكلور يستخدم كمادة معقمة للمياه التي تستخدم للاستهلاك اليومي، وبما أن هذه المياه ترجع إلى النهر وبالتالي تسبب زيادة تركيز الكلور، فضلاً عن انخفاض منسوب مياه العيون المالحة أحد الأسباب، كما يعود السبب إلى وجود ترسبات المتبخرات الحاوية على كلوريد الصوديوم (الهالايت) وعمليات التبخر والمخلفات البشرية والأملاح المغسولة من التربة.



2-2-3-2- الكبريتات (SO₄⁻¹): تعد الكبريتات من الأيونات السالبة ذات القابلية العالية على الذوبان في الماء، إذ تعد من الأيونات المهمة التي يجب الكشف عنها وذلك لأن وجودها بتركيز عالية في المياه يدل على التلوث، مما يعطي مؤشراً واضحاً على تغير نوعية المياه، كما تعد التراكيز العالية للكبريتات ممرضة للإنسان فقد تتسبب بالإسهال خصوصاً لكبار السن والمرضى الذين يعانون من ضعف المناعة⁽³⁰⁾، كما تساهم التراكيز العالية في قتل الأسماك وبيوضها مما تتلف الحياة المائية وتسبب الاضرار بنوعية المياه وتغير صفاته الطبيعية، ويعد الجبس والانهيدرايت المتوفرة في الصخور الرسوبية المصدر الرئيس للكبريتات الذائبة في المياه، وقد يتواجد أيضاً بسبب الأنشطة البشرية في مياه المجاري والمياه الصناعية المطروحة إلى مجرى النهر والحاوية على كميات كبيرة من مركبات الكبريت العضوية والمعدنية⁽³¹⁾، تميزت منطقة الدراسة بارتفاع تركيز أيون الكبريتات في مياه نهر الفرات، ويرجع سبب الارتفاع إلى تأثير نوعية تربة حوض نهر الفرات كونها تحتوي على نسب عالية من الكبريتات لوجود الجبس والأملاح فيها، يضاف إلى ذلك ما يطرح من مياه الصرف الصحي غير المعالجة مباشرة إلى النهر، فضلاً عن تأثير الأمطار المتساقطة في أشهر الشتاء والتي تؤدي إلى غسل التربة الزراعية القريبة من مجرى النهر، لا سيما أنها غنية بالأسمدة الكيميائية التي يضيفها المزارعين إلى المحاصيل التي تتطلب كميات كبيرة من الأسمدة كما تعد العيون الكبريتية ذات أثر واضح على زيادة تركيز أيون الكبريتات.

2-3-2-3- النترات: (NO₃⁻¹): تعد النترات الشكل السائد للنيتروجين في المياه، تدخل هذه المركبات البيئية المائية عن طريق طرح الفضلات المنزلية المختلفة وخاصة الفضلات العضوية منها، وفضلات المصانع، والفضلات الزراعية التي تلعب دوراً مهماً في ذلك نتيجة لاستعمال الأسمدة الكيميائية النيتروجينية التي لها دور كبير في زيادة تركيز الأملاح المغذية، مما قد يتسبب في حصول ظاهرة الإثراء الغذائي⁽³²⁾، إن زيادة تركيز النترات في المياه لها تأثيرات سامة على الإنسان خاصة الأطفال، إذ إن التراكيز العالية لأيونات النترات في مياه الشرب يمكن أن تسبب مرض زرقة الأطفال الذي يؤدي إلى تقليل قدرة الدم على نقل الأوكسجين، وبالتالي حدوث الاختناق والموت⁽³³⁾، فضلاً عن ذلك لها دور إيجابي في نمو وتكاثر الكائنات الحية لا سيما الهائمات النباتية التي تعتمد عليها الحيوانات المائية في غذائها⁽³⁴⁾، أن تركيز أيون النترات في مياه نهر الفرات في جميع مواقع الدراسة لم يتجاوز الحد المسموح به والبالغ (50) ملغم/ لتر، ويعود السبب في ذلك إلى فعالية استرجاع النبات للنترات المتحررة بواسطة فعل البكتيريا حيث يكون أيون النترات من المكونات الأساسية للبروتينات في الكائنات الحية⁽³⁵⁾، عموماً يمكن القول إن سبب انخفاض تراكيز النترات في بعض المواقع يعود إلى إمكانية امتصاصه من قبل الطحالب الموجودة في المياه، أما سبب ارتفاعه فيعود إلى إضافة الأسمدة للتربة لغرض العمليات الزراعية، مما يعمل على انتقالها إلى مياه النهر عن طريق البزل أو عن طريق الأمطار التي تغسل الطبقة السطحية للتربة وتنقلها إلى النهر بما تحتويه من عناصر.

2-3-2-4- الفوسفات: (PO₄⁻¹): يوجد الفسفور في المياه السطحية الطبيعية بهيئة أيون الفوسفات ويكون مركبات مع أيونات الفلزات أو مركبات عضوية ومواد شبه غروية⁽³⁶⁾. تعد الفوسفات من أهم العوامل المحددة لنمو الكائنات الحية في البيئة المائية وخصوصاً الهائمات النباتية والطحالب، وبالرغم من أهميتها إلا أنها أقل العناصر الموجودة في البيئة المائية بسبب ميلها إلى التجمع في الرواسب فضلاً عن أنها شديدة الامتزاز على معادن الطين والمركبات العضوية في التربة⁽³⁷⁾، إذ تؤدي زيادة تركيز هذا الأيون في مياه الأنهار إلى زيادة نمو الطحالب مما يؤثر في التجانس النوعي للأحياء المائية ويقلل من تركيز الأوكسجين الذائب في الماء⁽³⁸⁾، أن تركيز أيون الفوسفات في منطقة الدراسة لم يتجاوز الحد المسموح به.

2-3-2-5- الأوكسجين المذاب: Dissolved Oxygen (DO): يعد الأوكسجين المذاب في المياه واحداً من أهم العناصر الكيميائية التي تتكون منها، ويقصد به مدى تركيز جزئيات الأوكسجين في



المياه، وتكمن أهمية الاوكسجين المذاب في المياه في أنه عنصر مهم وأساسي لتنفس الكائنات الحية التي تعيش فيها⁽³⁹⁾، كما يعد منظماً للأفعال الحيوية لمجاميع الأحياء المائية ولا يمكن الاستغناء عنه حتى في حالة انخفاض تركيزه دون مستوى معين لإدامة الحياة المائية، كما أنه مهم لعملية التنقية الذاتية التي تقوم بها النظم البيئية المائية، إذ إن وجوده في البيئة المائية يساعد في تحلل الملوثات العضوية وتخليص الجسم المائي منها⁽⁴⁰⁾، وإن انعدامه من الماء يؤدي إلى حدوث تحلل لا هوائي للملوثات داخل الماء ينتج عنه غازات ضارة كغاز الميثان وغاز كبريتيد الهيدروجين⁽⁴¹⁾. لذا يعد التركيز العالي من الاوكسجين المذاب في البيئة المائية دليلاً على صلاحية تلك البيئة لمعيشة الأحياء، أن تركيز أيون الأوكسجين المذاب في مياه نهر الفرات ضمن مواقع الدراسة لم يتجاوز الحد المسموح به وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الأوكسجين الذائب في الماء على علاقة مباشرة بدرجة الحرارة، إذ تزداد قابلية ذوبانه في الماء، كما تزداد قابلية الماء للتشبع به بانخفاض درجة الحرارة.

ثالثاً : صلاحية مياه نهر الفرات لأغراض الزراعة (الري)

تعد المياه لأغراض الزراعة (الري)، من الموارد المهمة في معظم دول العالم ، لذلك تعد دعامة التخطيط لأغراض الزراعة ، وإن لسوء استخدام المياه لأغراض الري وما يتماشى مع متطلبات الانتاج الزراعي ، لقد ظهرت الكثير من المشاكل التي تواجه الزراعة منها مشكلة ملوحة التربة التي تسبب في اتلاف الكثير من الاراضي الزراعية ، وتعد نوعية المياه من المؤشرات الرئيسية والاساسية التي تبين مدى صلاحية المياه للإنتاج لري ، وإن نوعية المياه لا تعتمد على الاملاح ومكوناتها فقط لكن تعتمد على نوعية التربة وخصائصها من حيث درجة نسجها ودرجة ملوحتها والظروف المناخية التي تتعرض لها وكذلك نوعية النباتات من حيث درجة تحملها للملوحة ومراحل النمو ، فضلاً عن كمية المياه المستخدمة في عملية الري وموعد اضافته .

تتباين المعايير العالمية المعتمدة في تحديد المواصفات المياه الصالحة للزراعة (الري) تبين جذري عن المعايير المعتمدة للمياه لاستخدامات المنزلية لأغراض (الشرب) ، ويمكن هذا التباين إذا كانت نوعية المياه صالحة لاستعمال ، ولا تسبب في خلق الظروف التي تساعد في تكوين التربة الملحية ، بالإضافة الى انها تعطي مؤشر إذا كانت نوعية المياه تسبب السمية للنباتات والمحاصيل الزراعية عند عملية الارواء⁽⁴²⁾ .

تم الاعتماد على عدد من المتغيرات والمؤشرات لتحديد مدى صلاحية مياه نهر الفرات لأغراض الزراعة (الري) المقبولة للإرواء ، التي اعدتها منظمة الغذاء والزراعة الدولية ، حيث وضعت الخطوط المعيارية التي تبين نوعية المياه المستخدمة في الزراعة ، لغرض معرفة مدى صلاحية المياه السطحية لأغراض الري ، وذلك لمقارنة متغيرات نوعية مياه نهر الفرات مع المعايير الحدود المسموحة الاستخدام المياه لأغراض الزراعة كما موضح في جدول رقم (4) .

جدول (4) حدود صلاحية المياه للري الزراعي

ت	المتغيرات	الوحدات	المعدل العام لمياه نهر الفرات*	المدى العادي لمياه الري
1-	الأس الهيدروجيني (pH)	14-1	7.6	8.5-6
2-	الأملاح الذائبة الكلية (TDS)	ملغم/ لتر	476.06	2000-0
3-	التوصيلية الكهربائية (Ec)	ديسيمنز/م	0.9367	3-0
4-	الصوديوم (Na)	ملغم/ لتر	55.7	800-0
5-	الكالسيوم (Ca)	ملغم/ لتر	92.32	400-0
6-	المغنيسيوم (Mg)	ملغم/ لتر	39.75	60-0
7-	البوتاسيوم (K)	ملغم/ لتر	3.7	78-0
8-	الكلوريدات (Cl)	ملغم/ لتر	135.11	709-0



960-0	238	ملغم/ لتر	الكبريتات (SO ₄)	-9
10-0	2.85	ملغم/ لتر	النترات (NO ₃)	-10
2-0	0.34	ملغم/ لتر	الفوسفات (PO ₄)	-11

المصدر: بالاعتماد على:

(*) نتائج الدراسة الميدانية.

1- صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، جغرافية الموارد المائية، ط/1، شركة الغدير للطباعة والنشر، البصرة، 2014، ص 61.

2- Ayers, R.S. and Westco, W.D. 1994 water quality for agriculture, FAO irrigation and drainage paper 29 Rev.1.

1- بلغ المعدل العام لتركيز الأس الهيدروجيني في مياه النهر (7,6) وهذا جعلها تقع ضمن الحدود المسموح بها للري الزراعي على وفق المواصفات العالمية التي تتراوح بين (6-8,5).

2- بلغ المعدل العام لتركيز الأملاح الذائبة الكلية في مياه النهر ضمن منطقة الدراسة (476,06) ملغم/ لتر، وهي بهذا تكون ضمن الحدود المسموح بها للري الزراعي على وفق المواصفات العالمية والبالغة (2000) ملغم/ لتر.

3- بلغ المعدل العام لتركيز التوصيلية الكهربائية لمياه النهر ضمن منطقة الدراسة (0.9367) ديسيمنز/ سم، وهذا المعدل جعل المياه صالحة للري في جميع مناطق الدراسة كونها لم تتجاوز الحدود المسموح بها للري الزراعي على وفق المواصفات العالمية البالغة (3) ديسيمنز/م.

4- بلغت المعدلات العامة لأيونات الموجبة (الصوديوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم) لمياه النهر في منطقة الدراسة (55,7- 92,32- 39,75- 3,7) ملغم/ لتر، وهي وفق المواصفات العالمية والبالغة (800- 400- 60- 78) ملغم/ لتر، على التوالي.

5- جميع الأيونات السالبة (الكلوريدات، والكبريتات، والنترات) في مياه النهر ضمن منطقة الدراسة بلغت معدلاتها (135,11- 238- 2,85) ملغم/ لتر، كانت ضمن الحدود المسموح بها للري الزراعي على وفق المواصفات العالمية والبالغة (709- 960- 10) ملغم/ لتر، على التوالي.

6- بلغ المعدل العام لتركيز الفوسفات في مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة (0.34) ملغم/ لتر، وهي بهذا تكون ضمن الحدود المسموح بها للري الزراعي، على وفق المواصفات العالمية والبالغة (2) ملغم/ لتر.

وتجدر الإشارة على ما تقدم إلى أن جميع العناصر تقع ضمن الحدود المقبولة التي لا يمكن أن تسبب مشاكل للإنتاج الزراعي في منطقة الدراسة، لعدم تجاوزها الحد المسموح به لاستخدام المياه للأغراض الزراعية.

ويستثنى من ذلك التوصيلية الكهربائية، التي قد تجاوزت الحدود المسموح بها ضمن المواصفات العالمية، إلا أن ارتفاعها وتجاوزها يكون لأسباب وقتية، والتي يمكن معالجتها. ومن هنا يمكن القول بأنه مياه نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة صالحة للأغراض الزراعية.

الاستنتاجات

- 1- أظهرت الدراسة التأثير الواضح لعيون هبت الكبريتية على نوعية المياه في النهر في منطقة الدراسة.
- 2- من خلال المؤشرات النوعية (الكيميائية والفيزيائية) فهي على العموم صالحة لأغراض الزراعة (الري) لكن لا يمكن استخدامها للشرب إلا بعد المعالجة في جميع مناطق الدراسة.
- 3- من خلال التحليلات المختبرية سجلت قيم درجة الحرارة والعكورة والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة قيماً عالياً ودنياً وحسب مواقع تحليل العينات، إذ سجلت أعلى قيمة للعكورة في مياه نهر الفرات خلال شهر تشرين الثاني بمقدار (20.2) وحدة عكورة، أمّا أقل قيمة للعكورة فكانت (13.2) وحدة عكورة سجلت في شهر آذار.



- 4- سجلت قيم التوصيلية الكهربائية أعلى معدل لها في شهر آذار وبمقدار (1.1950) ديسيمنز/م ولجميع مواقع منطقة الدراسة، في حين سجل شهري نيسان وتشرين الأول أدنى قيمة وبمقدار (0.7880) ديسيمنز/م خلال فترة أخذ العينات ولجميع مواقع منطقة الدراسة.
- 5- كانت معدلات تركيز الأملاح الذائبة الكلية أعلى قيمة لها في شهر كانون الثاني لمواقع أخذ العينات في منطقة الدراسة، وسجلت أقل قيمة لتركيز هذه الأملاح في شهر كانون الأول لمواقع أخذ العينات في منطقة الدراسة.
- 6- تراوحت قيم الأس الهيدروجيني بين (7.5-7.7) ممّا يعني أنّ نوعية مياه نهر الفرات هي ذات قاعدية بسيطة.
- 7- بلغ أعلى معدل لنسبة تركيز العسرة الكلية في مياه نهر الفرات خلال شهر آذار وبمقدار (475.66) ملغم/لتر، في حين سجل شهري نيسان وتشرين الأول أدنى معدل للعسرة الكلية وبمقدار (295.02) ملغم/لتر.

التوصيات

- 1- منع تجاوز سكان منطقة الدراسة من إلقاء النفايات المنزلية والأنقاض على ضفاف ومجرى نهر الفرات من خلال توعيتهم بأهمية المياه ومدى تأثيرها على الصحة العامة والبيئة.
 - 2- تحويل مياه البزل الزراعي من الأراضي الزراعية التي تصرف بنهر الفرات إلى قنوات البزل بعيدا عن مياه النهر العذبة، كونها من المصادر الرئيسة والمباشرة في رفع معدل تركيز المواد الذائبة والملوحة تضاف إلى المصادر الطبيعية الأخرى وتؤدي إلى تدهور نوعية المياه، كذلك منع الصيادين من استخدام الطرائق غير المشروعة في عمليات الصيد قانونيا.
 - 3- إقامة محطة لتصفية وتقييم مياه الصرف الصناعي خاصة في مناطق النشاط البشري الأكثر كثافة لما لها من أثر كبير على تلوث مياه النهر في منطقة الدراسة.
 - 4- تنظيف مجرى النهر من الترسبات والنباتات غير المرغوب بها بين الحين والآخر للمحافظة على النهر من تراكم الأطنان وبخاصة عند ضفتي النهر.
 - 5- الاهتمام وبشكل دوري بتعميق مجرى النهر من خلال عمليات الكري والتنظيف لديمومة الجريان المائي في النهر ومنع تلوّثه.
 - 6- السيطرة على مياه العيون الكبرى ومنعها من الدخول إلى النهر بشكل مباشر من خلال جمعها في قنوات وبرك للحصول على مياه صافية بالتخلص من المواد العالقة بعملية التركيز وإمكانية التخلص من المواد الكبريتية بالمعالجات الفيزيائية إن أمكن.
 - 7- التفاوض والتنسيق مع دول أعالي الحوض (تركيا وسوريا) لتأمين الحصّة المائية الواصلة لنهر الفرات في العراق.
- هوامش البحث :

- (1) وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية ببيانات غير منشورة، 2020.
- (2) مديرية الموارد المائية في محافظة الأنبار، قسم التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، 2020.
- (3) الشجيري، بشرى احمد عباس فرحان، تحليل جغرافي لتلوث مياه نهر الفرات في محافظة الأنبار، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، 2021، ص 89.
- 4 - العبيدي، علا حسين علي، دراسة وتقويم اساليب تملح مياه نهر الفرات في وسط وجنوب العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الزراعة، جامعة المثنى، 2017، ص 12.
- (5) أنور صباح محمد الكلابي: تلوث الهواء والمياه والضوضاء داخل المسكن وخارجه في مدينة السماوة، أطروحة دكتوراه "غير منشورة"، كلية الآداب- جامعة البصرة، 2013: ص 170.
- (6) كامل كاظم فهد، دراسة تركيز العناصر الثقيلة للمياه السطحية والجوفية في مياه جنوب العراق، مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية، المجلد 4، العدد 2، 2015، ص 269.
- (7) بشار فؤاد عباس معروف، أثر النشاط البشري في التباين الزمني والمكاني لتلوث مياه شط الحلة، مصدر سابق، ص 209-210.



- (8) هاني ربيع نادي محمد، الآثار البيئية لتلوث المياه بمحمية بحيرة قارون، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة بني سويف، مصر، 2010، ص 39
- (9) جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية ري محافظة الانبار، قسم الابار، بيانات غير منشورة، 2022.
- (10) محمود عبد الحسن جويهل الجناحي: هيدروكيميائية الخزن الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات النطاق غير المشبع في حوض سامراء- تكريت (شرق دجلة) أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2008: ص 54.
- (11) حيدر خيرى غضية البدرى: الخصائص النوعية لمياه شط الشامية وصلاحياتها للاستخدامات المختلفة في محافظة القادسية، مصدر سابق: ص 58.
- (12) طالب طارش طاهر ال مسافر: التغيرات الهيدرولوجية لنهر دجلة في العراق، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة البصرة، 2018: ص 155.
- (13) حيدر خيرى غضية البدرى: الخصائص النوعية لمياه شط الشامية وصلاحياتها للاستخدامات المختلفة في محافظة القادسية، مصدر سابق: ص 62.
- (14) حسين عبد الواحد أكلطامي الخليفة: دراسة هيدروكيميائية لمياه شط العرب ما بين القرنين والسيبة للمدة من سبعينات القرن الماضي لغاية 2012، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، 2012: ص 50.
- (15) فراس فاضل علي الزيداني: دراسة التلوث البيئي في مياه حوض الفرات من منطقة القائم إلى منطقة هيت، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية العلوم- جامعة الانبار، 2003: ص 17.
- (16) جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية ري محافظة الانبار، قسم الابار، بيانات غير منشورة، 2022
- (17) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، الحمولة النهرية في شط العرب وآثارها البيئية، مصدر سابق: ص 92.
- (18) حيدر خيرى غضية البدرى: الخصائص النوعية لمياه شط الشامية وصلاحياتها للاستخدامات المختلفة في محافظة القادسية، مصدر سابق: ص 64.
- (19) جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية ري محافظة الانبار، قسم الابار، بيانات غير منشورة، 2022.
- (20) محمد سالم مويل: تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي)، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية العلوم- جامعة البصرة، 2010: ص 10.
- (21) فراس فاضل علي الزيداني: دراسة التلوث البيئي في مياه حوض الفرات من منطقة القائم إلى منطقة هيت، مصدر سابق: ص 17.
- (22) سنان لطيف محمود الدليمي: الموارد المائية في قضاء الرمادي وأهميتها في الإنتاج الزراعي، أطروحة دكتوراه "غير منشورة"، كلية التربية- جامعة الأنبار، 2018: ص 77.
- (23) مروة فريد عودة العطبي: الخصائص النوعية لمياه شط العرب وكرمة علي قرب محطات توليد الطاقة الحرارية، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية- جامعة البصرة، 2016: ص 60.
- (24) المصدر نفسه.
- (25) فراس فاضل علي الزيداني: دراسة التلوث البيئي في مياه حوض الفرات من منطقة القائم إلى منطقة هيت، مصدر سابق: ص 19.
- (26) صفاء عبد الأمير رشم الأسدي، الحمولة النهرية في شط العرب وآثارها البيئية، مصدر سابق: ص 101.
- (27) مروة فريد عودة العطبي: الخصائص النوعية لمياه شط العرب وكرمة علي قرب محطات توليد الطاقة الحرارية، مصدر سابق: ص 53.
- (28) محمد سالم مويل: تقييم نوعية الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي)، مصدر سابق: ص 9.
- (29) مروة فريد العطبي، المصدر نفسه.
- (30) عطية داخل حمادي العبادي: تقويم نوعية مياه الشرب لمشروعات تصفية المياه في مدينة البصرة، الدبلوم العالي، المعهد العالي للتخطيط الحضري والإقليمي، جامعة بغداد، 2010: ص 14.
- (31) إيثار منذر عبد الوهاب العبيدي: تأثير مياه الصرف الصحي في نوعية مياه نهر الفرات بين هيت والرمادي، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الانبار، 2010: ص 11.
- (32) وميض عادل كاظم اليساري: تقييم بيئي لنوعية مياه الشرب في محطتي المحاويل والحلة لتصفية المياه في محافظة بابل- العراق، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية العلوم، جامعة بابل، 2012: ص 14.
- (33) ماهر أحمد عبد خلف الدليمي: دراسة تقييمية لنهر الفرات والعوامل ذات الأثر البيئي من دير الزور إلى البغداد باستخدام تقنيتي التحليل المختبري والاستشعار عن بعد، مصدر سابق، ص 25.
- (34) بشار فؤاد عباس معروف، أثر النشاط البشري في التباين الزمني والمكاني لتلوث مياه شط الحلة، مصدر سابق، ص 237.
- (35) فراس فاضل علي الزيداني: دراسة التلوث البيئي في مياه حوض الفرات من منطقة القائم إلى منطقة هيت، مصدر سابق: ص 70.



- (36) إيثار منذر عبد الوهاب العبيدي: تأثير مياه الصرف الصحي في نوعية مياه نهر الفرات بين هيت والرمادي، مصدر سابق: ص 12.
- (37) عبدالله عبد الجليل، أيد خير الله حردان الخفاجي: دراسة بيئية وبأولوجية للمياه الجوفية في مدينة الفلوجة غرب العراق، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، مجلد 14، العدد 2، 2016: ص 141.
- (38) إيثار منذر عبد الوهاب العبيدي: المصدر نفسه: ص 13.
- (39) هاني ربيع نادي محمد، الآثار البيئية لتلوث المياه بمحمية بحيرة قارون، مصدر سابق: ص 40.
- (40) محمد سالم مويل: تقييم نوعية الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي)، مصدر سابق: ص 7.
- (41) بشار فؤاد عباس معروف، أثر النشاط البشري في التباين الزمني والمكاني لتلوث مياه شط الحلة، مصدر سابق، ص 247.
- 42 - اسماعيل داود سليمان العامرية، التباين المكاني لخصائص التربة في ناحيتي بهرز وبني سعد وعلاقتهم المكانية بالمناخ والموارد المائية، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بغداد، 2005، ص 111.

المصادر :

1. ال مسافر، طالب طارش طاهر: التغيرات الهيدرولوجية لنهر دجلة في العراق، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة البصرة، 2018.
2. Ayers, R.S. and Westco, W.D. 1994 water quality for agriculture, FAO irrigation and drainage paper 29 Rev.1.
3. الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم، جغرافية الموارد المائية، ط1، شركة الغدير للطباعة والنشر، البصرة، 2014.
4. الجنابي، محمود عبد الحسن جويهل، هيدروكيميائية الخزن الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات النطاق غير المشبع في حوض سامراء- تكريت (شرق دجلة) أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2008.
5. الخفاجي، أيد خير الله حردان و عبدالله عبد الجليل: دراسة بيئية وبأولوجية للمياه الجوفية في مدينة الفلوجة غرب العراق، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، مجلد 14، العدد 2، 2016.
6. الخليفة، حسين عبد الواحد أكتامي، دراسة هيدروكيميائية لمياه شط العرب ما بين القرنين والسيبة للمدة من سبعينيات القرن الماضي لغاية 2012، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، 2012.
7. الدليمي، سنان لطيف محمود، الموارد المائية في قضاء الرمادي وأهميتها في الإنتاج الزراعي، أطروحة دكتوراه "غير منشورة"، كلية التربية- جامعة الأنبار، 2018.
8. الزيداني، فراس فاضل علي، دراسة التلوث البيئي في مياه حوض الفرات من منطقة القائم إلى منطقة هيت، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية العلوم- جامعة الأنبار، 2003.
9. الشجيري، بشرى احمد عباس فرحان، تحليل جغرافي لتلوث مياه نهر الفرات في محافظة الأنبار، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، 2021.
10. العامري، اسماعيل داود سليمان، التباين المكاني لخصائص التربة في ناحيتي بهرز وبني سعد وعلاقتهم المكانية بالمناخ والموارد المائية، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بغداد، 2005.
11. العبادي، عطية داخل حمادي، تقويم نوعية مياه الشرب لمشروعات تصفية المياه في مدينة البصرة، الدبلوم العالي، المعهد العالي للتخطيط الحضري والإقليمي، جامعة بغداد، 2010.
12. العبيدي، إيثار منذر عبد الوهاب، تأثير مياه الصرف الصحي في نوعية مياه نهر الفرات بين هيت والرمادي، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الأنبار، 2010.
13. العبيدي، علا حسين علي، دراسة وتقويم اساليب تملح مياه نهر الفرات في وسط وجنوب العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الزراعة، جامعة المثنى، 2017.
14. العطبي، مروة فريد عودة، الخصائص النوعية لمياه شط العرب وكرمة علي قرب محطات توليد الطاقة الحرارية، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية- جامعة البصرة، 2016.
15. فهد، كامل كاظم، دراسة تركيز العناصر الثقيلة للمياه السطحية والجوفية في مياه جنوب العراق، مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية، المجلد 4، العدد 2، 2015.
16. الكلاي، أنور صباح محمد، تلوث الهواء والمياه والضوضاء داخل المسكن وخارجه في مدينة السماوة، أطروحة دكتوراه "غير منشورة"، كلية الآداب- جامعة البصرة، 2013.
17. محمد، هاني ربيع نادي، الآثار البيئية لتلوث المياه بمحمية بحيرة قارون، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة بني سويف، مصر، 2010.



18. مويل ، محمد سالم، تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي)، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية العلوم- جامعة البصرة، 2010.
19. اليساري ، وميض عادل كاظم، تقييم بيئي لنوعية مياه الشرب في محطتي المحاويل والحلة لتصفية المياه في محافظة بابل- العراق، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية العلوم، جامعة بابل، 2012.
1. Al-Musafer, student Tarish Taher: Hydrological changes of the Tigris River in Iraq, doctoral thesis, College of Education, University of Basra.
 2. Al-Asadi, Safaa Abdul Amir Rashm, Geography of Water Resources, 1st edition, Al-Ghadeer Printing and Publishing Company, Basra, 2014.
 3. Al-Janabi, Mahmoud Abdel-Hassan Juwaihil, the hydrochemistry of open ground storage and the relationship of its water to the sediments of the unsaturated zone in the Samarra-Tikrit Basin (east of the Tigris), doctoral thesis, College of Science, University of Baghdad, 2008.
 4. Al-Khafaji, Iyad Khairallah Hardan and Abdullah Abdul-Jalil: An environmental and biological study of groundwater in the city of Fallujah, western Iraq, Al-Anbar Journal of Agricultural Sciences, Volume 14, Issue 2, 2016.
 5. Al-Khalifa, Hussein Abdel Wahed Aktami, a hydrochemical study of the waters of the Shatt al-Arab between Qurna and Siba for the period from the seventies of the last century until 2012, Master's thesis, College of Education, University of Basra, 2012.
 6. Al-Dulaimi, Sinan Latif Mahmoud, water resources in Ramadi district and their importance in agricultural production, "unpublished" doctoral thesis, College of Education - Anbar University, 2018.
 - 7 Al-Zaidani, Firas Fadel Ali, Study of environmental pollution in the waters of the Euphrates Basin from the Al-Qaim region to the Hit region, "unpublished" master's thesis, College of Science - Anbar University, 2003.
 - 8 Al-Shajiri, Bushra Ahmed Abbas Farhan, Geographical analysis of water pollution of the Euphrates River in Anbar Governorate, doctoral thesis (unpublished), College of Education for the Humanities, Anbar University, 2021.
 - 9 Al-Amiri, Ismail Daoud Suleiman, spatial variation of soil properties in the Buhriz and Bani Saad districts and their spatial relationship to climate and water resources, Master's thesis, (unpublished), College of Education, University of Baghdad, 2005.
 10. Al-Abadi, Attiya Dakhel Hammadi, Evaluation of drinking water quality for water filtration projects in the city of Basra, Higher Diploma, Higher Institute of Urban and Regional Planning, University of Baghdad, 2010.
 - 11 Al-Obaidi, Ethar Munther Abdel-Wahhab, The effect of wastewater on the water quality of the Euphrates River between Hit and Ramadi, Master's thesis, College of Science, Anbar University, 2010.
 - 12 Al-Obaidi, Ola Hussein Ali, Study and evaluation of methods of salinization of the Euphrates River water in central and southern Iraq, unpublished master's thesis, College of Agriculture, Al-Muthanna University, 2017.
 13. Al-Atbi, Marwa Farid Odeh, qualitative characteristics of the water of the Shatt al-Arab and Karma Ali near thermal power plants, "unpublished" master's thesis, College of Education - University of Basra, 2016.



- 14 Fahd, Kamel Kazem, Study of the concentration of heavy elements in surface and groundwater in the waters of southern Iraq, Dhi Qar University Journal of Agricultural Research, Volume 4, Issue 2, 2015.
- 15 Al-Kalabi, Anwar Sabah Muhammad, Air, Water, and Noise Pollution Inside and Outside the Home in the City of Samawah, “unpublished” doctoral thesis, College of Arts - University of Basra, 2013.
- 16 Muhammad, Hani Rabie Nadi, Environmental Effects of Water Pollution in Lake Qarun Reserve, Master’s Thesis, Faculty of Arts, Beni Suef University, Egypt, 2010.
- 17 Moyle, Muhammad Salem, Evaluating the water quality of the northern part of the Shatt al-Arab using the water quality index (Canadian model), “unpublished” master’s thesis, College of Science - University of Basra, 2010.
18. Al-Yassari, Wamid Adel Kazem, Environmental assessment of the quality of drinking water at the Al-Mahawil and Al-Hilla water purification plants in Babylon Governorate - Iraq, “unpublished” master’s thesis, College of Science, University of Babylon, 2012.
- 19- Ayers, R.S. and Westco, W.D. 1994 water quality for agriculture, FAO irrigation and drainage paper 29 Rev.1.