مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الخامس والعشرون - المجلد الثاني عشر - علوم الحياة - آب 2025 م
doi.org/10.52866/esj.2023.12.25.01

دراسة تأثير بعض العوامل البيئية على نوعية مياه ومجتمع الدولابيات لنهر الجنابي في محافظة واسط، العراق

رشا موحان سلمان*[1] ، زهراء زهراو الجنابي[2]
[1] قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة واسط، العراق
[2] مركز البحوث البيئية، الجامعة التكنولوجية- العراق
rash900@uowasit.edu.iq ، ORCID: 0000-0001-5881-0012
Zahraa.Z.Farhan@uotechnology.edu.iq ، ORCID: 0000-0002-4891-0930

مستخلص:

تمت دراسة 13 عامل لنوعية المياه وكثافة الدولابيات في نهر الجنابي في محافظة واسط على مدى أربع فصول في ثلاث محطات ابتدأً من شهر كانون الثاني ولغاية شهر كانون الاول لعام 2023، أظهرت نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية بان هنالك تفاوت في القراءات مابين المحطات والفصول. أذ تراوحت درجة حرارة الماء من 26.3 الى 8 م°، وعكورة المياه من 31.9 الى 19.4 نيفيلومتر، المواد الصلبة الذائبة من 771 الى 396.6 ملغم/ لتر، التوصيلية الكهربائية من 1542الى 793 مايكروسيمنز/ سم ،الاس الهيدروجيني من 7.7 الى 7.4،المتطلب الحيوي للأوكسجين من 2.9 الى 1.8 ملغم/ لتر، الاوكسجين الذائب من 9.8 الى 5.6 ملغم/ لتر، العسرة الكلية من 423.3 الى 201 ملغم/ لتر، الكالسيوم من 117 الى 79 ملغم/ لتر، المغنسيوم من 75.6 الى 17.8 ملغم/ لتر، الكبريتات من 346.6 الى 119.3 ملغم/ لتر، المواد الصلبة العالقة من 23.6 الى 7.6 ملغم/ لتر، القاعدية الكلية من 177.3الى 121.3 ملغم/ لتر .بينما تراوحت الكثافة الشهرية للدولابيات من12463.6 الى 844فرد / م3 في المحطات المدروسة اذ سجلت اقل اعداد من الانواع في المحطة الثالثة من النهر وتعتبر هذه المحطة منطقة التقاء مياه الصرف الصحي مع مياه النهر، حيث أدى تردي نوعية المياه في هذه المنطقة بسبب زيادة نسبة التلوث الى انخفاض في كثافة الدولابيات مقارنة مع باقي المحطات.

الكلمات المفتاحية: الدولابيات، نهر الجنابي، العوامل البيئية.

Study the impact of some environmental factors on water quality and rotifera community in the Al-Janabi River in Wasit Governorate, Iraq

Rasha M. Salman[1] , Zahraa Zahraw Al-Janabi[2]
[1] Department of Biology, College of Science, Wasit University, IRAQ
[2] Environmental Research Center / University of Technology- Iraq
Email: rash900@uowasit.edu.iq, ORCID: 0000-0001-5881-0012
Email: zahraa.z.farhan@uotechnology.edu.iq; ORCID: 0000-0002-4891-0930

Abstract :

13 water parameters and the density of rotifers were studied in Al-Janabi River in Wasit Governorate for four seasons at three stations from January to December 2023. The results of the physical and chemical parameters revealed a variation in the recorded values between sites and seasons, as the water temperature ranged from 26.3 to 8°C. Water Turbidity from 31.9 to 19.4 NTU, Dissolved Solids from 771 to 396.6 mg/L, Electrical Conductivity from 1542 to 793 µS/cm, pH from 7.7 to 7.4, Biological Oxygen Demand from 2.9 to 1.8 mg/L, Dissolved Oxygen from 9.8 to 5.6 mg/L, Total Hardness from 423.3 to 201 mg/L, Calcium from 117 to 79 mg/L, Magnesium from 75.6 to 17.8 mg/L, Sulfate from 346.6 to 119.3 mg/L, Suspended Solids from 23.6 to 7.6 mg/L, Total Alkalinity from 177.3 to 121.3 mg/L. The density of rotifers ranged from 12463.6 to 844 individuals/m3 at the studied sites, with the lowest numbers of species being recorded at the third station of the river. This station is considered the area where sewage meets river water. The deterioration in water quality at this site caused by the increasing of pollution led to decreasing in rotifers density compared to other sites.

Keywords: Rotifera, Al-Janabi River, Environmental factors.

1- المقدمة

برزت نوعية المياه كواحدة من أخطر التحديات البيئية في القرن الحادي والعشرين، مع تداعيات عميقة على صحة الإنسان، واستدامة النظم البيئية، والتنمية الاقتصادية العالمية (Ejiohuo et al., 2024). لقد أدى تدهور موارد المياه العذبة بسبب النمو السكاني وزيادة الأنشطة الصناعية وتغير المناخ إلى حاجة ملحة لاستراتيجيات فعالة للرصد والإدارة (Ingrao et al., 2023). تكشف الأبحاث المعاصرة أن حوالي 4 مليار شخص على مستوى العالم يفتقرون إلى خدمات مياه الشرب النظيفة، بينما يعاني ما يقرب من نصف سكان العالم من ندرة مائية شديدة لمدة جزء من العام على الأقل (Mekonnen & Hoekstra, 2016) وتتفاقم هذه الأزمة بسبب ضغوط متعددة تشمل التلوث الكيميائي من جريان المياه الزراعية المحتوية على مختلف المبيدات (Van Bruggen et al., 2021)، وبقايا المستحضرات الصيدلانية في مياه الصرف الصحي (Bui et al., 2021)، وتلوث الجسيمات البلاستيكية الدقيقة الذي تم اكتشافه الآن حتى في أكثر النظم المائية النائية (Koelmans et al., 2022). تمتد عواقب سوء نوعية المياه إلى ما هو أبعد من الآثار الصحية الانية مثل الأمراض المنقولة بالمياه، لتشمل الاضطرابات البيئية طويلة المدى مثل ازدهار الطحالب الناتج عن تحميل المغذيات (Paerl et al., 2020) وفقدان التنوع البيولوجي في موائل المياه العذبة (Reid et al., 202). استجابة لهذه التحديات، طور المجتمع العلمي أدوات تقييم متطورة بشكل متزايد، بما في ذلك مؤشرات نوعية المياه من الجيل التالي التي تتضمن خوارزميات التعلم الآلي (Tiyasha et al., 2021) وتقنيات الاستشعار عن بعد (Tiyasha et al., 2021). تتماشى هذه التطورات مع الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (SDG 6)، الذي يؤكد على ضرورة توفير المياه النظيفة والصرف الصحي للجميع بحلول عام 2030 (Mujtaba et al., 2024). ومع ذلك، لا تزال هناك عوائق كبيرة في تنفيذ إدارة فعالة لنوعية المياه، خاصة في المناطق النامية حيث تكون بنية الرصد محدودة (Smith et al., 2023) وحيث من المتوقع أن يزيد تغير المناخ من الضغوط المائية (Mujtaba et al., 2024). تشكل الملوثات الناشئة مثل مواد per-polyfluoroalkyls (Flanagan et al., 2022) وجينات المقاومة للمضادات الحيوية في نظم المياه (Bengtsson-Palme et al., 2022) تحديات جديدة لتقنيات معالجة المياه. في حين أن الملوثات التقليدية مثل المعادن الثقيلة (الرصاص والزرنيخ والزئبق) لا تزال تهدد أمن المياه في العديد من المناطق، وخاصة في المجتمعات منخفضة الدخل (Flanagan et al., 2022). إن الآثار الاقتصادية لتدهور نوعية المياه كبيرة. يتم الاعتراف بشكل متزايد بمبادرات الرصد المجتمعية (Behmel et al., 2022) ومشاريع العلوم المواطنية (Jollymore et al., 2021) كمكملات قيمة لبرامج الرصد الرسمية، خاصة لاكتشاف أحداث التلوث المحلية. أصبح تقاطع جودة المياه مع استراتيجيات التكيف مع تغير المناخ بارزاً بشكل خاص، حيث تغير أنماط هطول الأمطار مسارات نقل الملوثات (Mishra et al., 2022) وتؤثر درجات الحرارة المرتفعة على مستويات الأكسجين المذاب في النظم المائية (Jane et al., 2021). تواجه نظم المياه الحضرية تحديات فريدة من نوعها بسبب البنية التحتية القديمة وتدفقات المجاري المشتركة

(McGrane, 2021)، بينما تعاني المناطق الزراعية من تلوث المياه الجوفية بالنترات والكبريتات (Ascott et al., 2021). وسلطت جائحة COVID-19 الضوء بشكل أكبر على التفاوتات في نوعية المياه، حيث واجهت الفئات الضعيفة التي لا تتمتع بإمكانية الوصول إلى المياه النظيفة تحديات أكبر في تنفيذ تدابير النظافة (Amuakwa-Mensah et al., 2022). بالنظر إلى المستقبل، ستكون نهج الإدارة المتكاملة للموارد المائية التي تجمع بين الابتكار التكنولوجي والإصلاح السياسي والمشاركة المجتمعية ضرورية لمعالجة تحديات جودة المياه المعقدة في عصر الأنثروبوسين (Vörösmarty et al., 2023). يمثل تطوير شبكات رصد نوعية المياه في الوقت الحقيقي (Yang et al., 2023) وتطبيق الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالتلوث (Najah Ahmed et al., 2021) مجالات واعدة في هذا المجال. في النهاية، سيتطلب ضمان أمن نوعية المياه مستويات غير مسبوقة من التعاون الدولي، والاستثمار المستدام في البنية التحتية للمياه، والالتزام بصنع السياسات القائمة على العلم حيث تواجه نظم المياه العذبة في جميع أنحاء العالم ضغوطاً متزايدة من الأنشطة البشرية وتغير المناخ (Cook & Bakker, 2023).

ان نوعية لها تأثير كبير ليس فقط على حياة الانسان وانما على الاحياء المائية أيضا، انها تؤثر على تركيب وفعالية النظم الاحيائية المائية وخصوصا التنوع الاحيائي وسلامة الاحياء المائية. ومن جهة أخرى فان الاحياء المائية مهمة جدا لتحسين نوعية المياه من خلال دورها في عملية تدوير العناصر وتحويل المغذيات. كذلك ان نوعية المياه الجيدة ستضمن تنوع احيائي عالي مما سينعكس بشكل إيجابي على أداء الشبكة الغذائية (Liang et al., 2020).

الدولابيات مجموعة من الحيوانات اللافقارية المجهرية متعددة الخلايا تعيش في البيئة المائية وشبه المائية، تمتاز بوجود منطقة متخصصة مهدبة في النهاية الأمامية ومنها جاءت تسميتها وفقا لضربات تلك الأهداب (José de Paggi et al., 2020). وتعتبر من الحيوانات الصغيرة جدا وغالبا ما تكون ذات أجسام رقيقة يتراوح طول البالغين من 40- 2000 مايكرون (Manickam et al., 2019). تلعب الدولابيات دورا أساسيا في معظم النظم البيئية للمياه العذبة من خلال تأثيرها في السلسلة الغذائية (Segers, 2008). تعيش الدولابيات في أعماق مختلفة وعدد قليل منها يستوطن أو متخصصة للاستيطان في أسطح المسطحات المائية، معظم الدولابيات ساحلية او قاعية المعيشة، وتوجد عائمة او مغمورة في الغطاء النباتي للجداول والبحيرات وحافات الأنهار، وفي البرك العشبية وعلى الطحالب الرطبة، يمكن القول إنها توجد في أي مكان يحتوي على الماء لمدة أيام قليلة استعملت الدولابيات في دراستنا الحالية وذلك لصغر حجمها وقصر دورة حياتها وحساسيتها العالية للظروف المحيطة (Sampaio et al., 2022). تهدف هذه الدراسة الى مراقبة بعض العوامل البيئية (الفيزيائية والكيميائية) ومعرفة مدى التغير في تلك العوامل مع كثافة الدولابيات.

2- المواد وطرق العمل

2-1 منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة على نهر الجنابي هو أحد فروع شط الغراف ويبلغ طوله حوالي 13.300 كم وعرضة 19 م وعمقه حوالي 230 سم يروي مساحة 200000 دونم من المساحات المزروعة. قسم النهر الى ثلاث محطات المحطة الاولى (St1)

وتبعد المحطة الثانية St2 عن المحطة الاولى 6.146 كم وتبعد الثالثة عن الثانية 2.895 كم. وتعتبر المحطة الثالثة منطقة التقاء مياه الصرف الصحي مع مياه النهر. وتبلغ المسافة الكلية بين المحطة الاولى والثالثة هي 9.041 كم.

شكل (1): موقع منطقة الدراسة

2-2 جمع العينات المائية

جمعت عينات المياه من محطات الدراسة بمعدل مرة واحدة شهريا، للمدة من شهر كانون الثاني لغاية شهر كانون الأول 2023، اخذت نماذج المياه من الطبقة السطحية بعمق حوالي 30 سم تحت سطح الماء مع مراعاة عدم اخذ العينات من المياه الراكدة، لغرض اجراء الفحوصات الفيزيائية والتحاليل الكيميائية لمياه النهر وباستعمال حاويات بولي اثيلينية سعة 2.75 لتر محكمة الغلق بعد غسلها جيداً بماء النهر وبواقع ثلاث مكررات لكل عينة.

ويوضح الجدول رقم 1 العوامل التي تم قياسها في هذه الدراسة مع طريقة العمل والجاهز المستخدم في القياس، حيث تم قياس درجة الحرارة والتوصيلية الكهربائية والايون الهيدروجين في الحقل، وتم استخدام طريقة ونكلر- تحوير الازايد (APHA, 2005) لغرض تثبيت الاوكجسين في الحقل، بينما تم قياس باقي العوامل في المختبر.

جدول رقم (1): العوامل الفيزيائية والكيميائية التي تم قياسها

العامل	اسم ورقم طريقة القياس	الجهاز	المصدر
درجة حرارة الماء (°C)	2550-B	Martini Instruments موديل EC60	APHA, 2005
عكورة (نيفيلومتر)	2130-B, Nephelometric method	جهاز Turbidometer HANNA Instrument موديلH193703	APHA, 2005
التوصيلية الكهربائية EC	2510-B	Martini Instruments موديل EC60	APHA, 2005
الاملاح الصلبة الذائبة TDS (ملغم/ لتر)	2540-C مجموع المواد الصلبة الذائبة المجففة تحت درجة حرارة 180 °	فرن	APHA, 2005
ايون الهيدروجين	4500-H+ B	جهاز قياس الأس الهيدرجيني pH meter HANNA	APHA, 2005
المواد الصلبة العالقة TSS (ملغم/ لتر)	2540-C مجموع المواد الصلبة الذائبة المجففة تحت درجة حرارة 60 °	فرن	APHA, 2005
العسرة الكلية (ملغم/ لتر)	C EDTA 2340	تسحيح	APHA, 2005
الكالسيوم (ملغم/ لتر)	3500-Ca-B طريقة EDTA	تسحيح	APHA, 2005
المغنيسيوم (ملغم/ لتر)	بطريقة الحساب 3500-Mg-B	الحساب	APHA, 2005
الكبريتات (ملغم/ لتر)	-	Sulfate meter/ HI 93751	-
الاوكسجين الذائب DO (ملغم/ لتر)	تحوير الازايد 4500-OC	تسحيح	APHA, 2005
المتطلب الحيوي للاوكسجين BOD (ملغم/ لتر)	اختبار 5210 B, 5-Day BOD	تسحيح	APHA, 2005
القاعدية الكلية (ملغم/ لتر)	2320-B التسحيح باستخدام حامض الهيدروكلوريك	تسحيح	APHA, 2005

2-3 جمع العينات الاحيائية

تم جمع العينات البايولوجية الخاصة بالدولابيات بترشح مياه كل محطة بمقدار 45 لتر بعمق 1-0.5 م تحت سطح الماء وتم تمريرها في شبكة الهائمات قطر فتحاتها 55 مايكرون نوع Hydro-Bios وبعد ذلك ركزت العينات إلى 10 ملليلتر، وثم حفظت العينات موقعياً في قناني خاصة بإضافة الفورمالين بتركيز 4٪ (Spellman, 2020). فحصت العينات تحت المجهر المركب وشخصت الأنواع بالاعتماد على (Pontin, 1978;Pennak,1978; Smith,2001). وعبر عن النتائج بوحدة فرد/ م^3.

2-4 التحليل الاحصائي

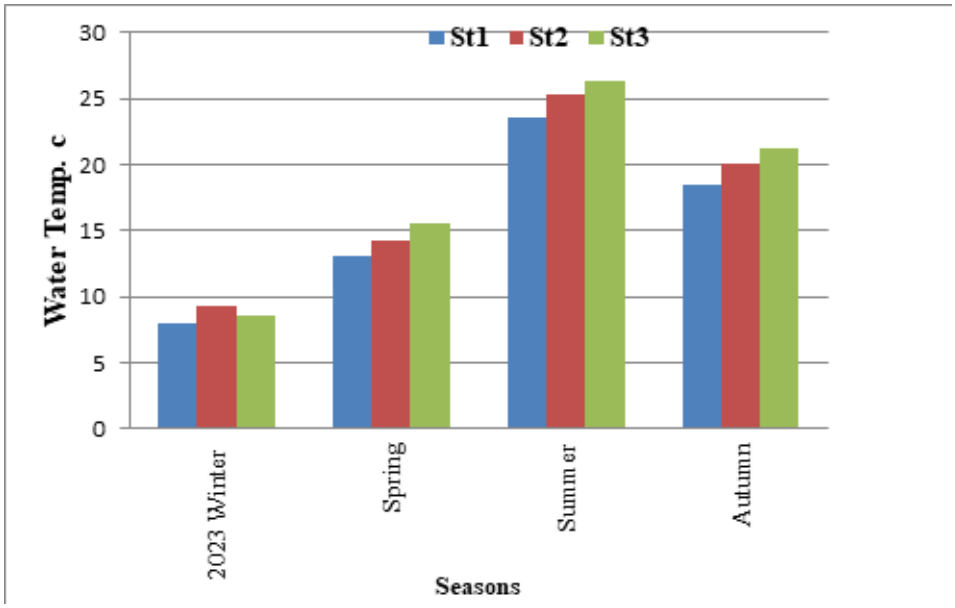
استخدم برنامج الاكسل (نسخة 2021) لغرض رسم الاشكال، وتم استخدام برنامج Jef-frey`s Amazing Statistics Program (JASP) لغرض اجراء تحليل المكونات الأساسية، ان تحليل المكونات الرئيسية (PCA) هو أداة إحصائية لاستخراج السمات، حيث يتم إنشاء عدد أقل من المتغيرات المستقلة من خلال دمج المعلمات الأصلية. تُسهِّل هذه العملية تصور البيانات المُستخلَصة وكيفية ترابطها، ويُستخدم تحليل المكونات الرئيسية لاستخراج المؤشرات الأكثر أهمية في عينات المياه (Teixeira et al., 2021). وكذلك تم حساب معامل الارتباط (معامل بيرسن) لمعرفة اهم العوامل التي تؤثر على نوعية مياه نهر الجنابي وعلى مجتمع الدولابيات، ومعرفة مدى ارتباط العوامل مع بعضها وبيان تاثيرها.

3. النتائج والمناقشة

3-1 الخصائص الفيزياوية

3-1-1 درجة حرارة الماء

بينت قراءات درجة حرارة الهواء والماء خلال مدة الدراسة، فقد تفاوتت مديات درجة حرارة الهواء ما بين 26.3 °م كحد اعلى خلال فصل الصيف في المحطة 3 و8°م كحد أدنى خلال فصل الشتاء في المحطة 1 شكل (2) جدول (2). إن درجة حرارة سطح الماء بصورة عامة تتأثر بدرجة حرارة البيئة المحيطة بها وتتأثر بخطوط العرض والطول والفصل وحركة الهواء والغيوم المحيطة والكدرة والغطاء النباتي وسرعة تيار الماء وعمق وشكل الجسم المائي (Ezekiel et al., 2011)، أو قد يعود إلى السعة الحرارية العالية التي يملكها الماء والتي تساعده للاحتفاظ بحرارته والتذبذب اليومي الواطئ والذي بوساطته يستطيع أن يحمي الأحياء المائية من التغيرات المفاجئة التي تحدث في درجات الحرارة كذلك سرعة الجريان التي تجعل مدة بقائها تحت الإشعاع الشمسي قليلة فضلاً عن العمق الكبير نسبياً للنهر(Santra, 2010).



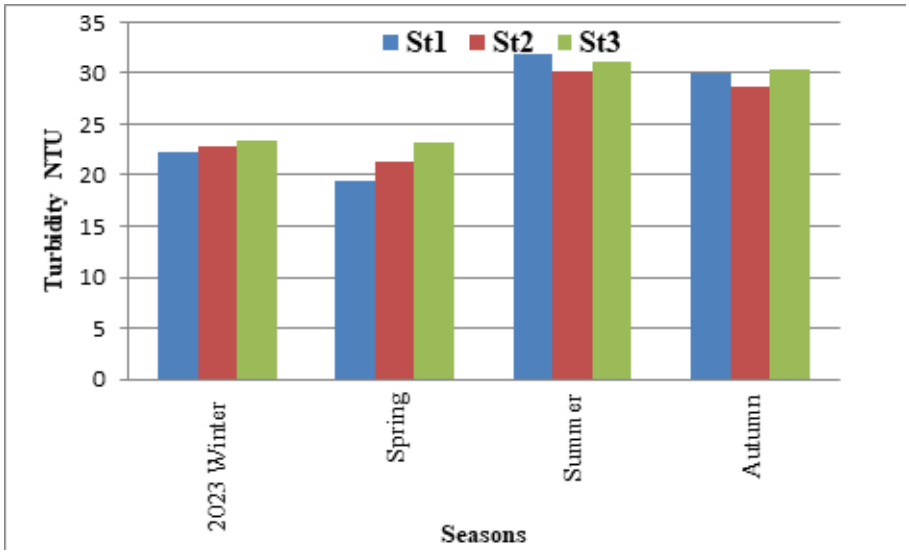
شكل (2): التغيرات الفصلية لدرجة حرارة الماء

جدول (2): معدلات ومديات والخطأ القياسي لقيم بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر الجنابي خلال مدة الدراسة من كانون الثاني ولغاية كانون الأول 2023

العامل	الرمز	المعدل	القيمة الادنى	القيمة العليا	الانحراف المعياري
درجة حرارة الماء °	WT	16.753	26.333	8.033	6.226
العكورة (نيفيلومتر)	Turbidity	26.231	31.967	19.433	4.432
التوصيلية الكهربائية (مايكروسيمنز/ سم^3)	EC	1089.194	1542	793	207.535
الاملاح الصلبة الذائب (ملغم/ لتر)	TDS	551.111	771	396.667	111.868
ايون الهيدروجين	pH	7.636	7.767	7.4	0.114
المواد الصلبة العالقة (ملغم/ لتر)	TSS	14.461	23.667	7.667	4.756
العسرة الكلية (ملغم/ لتر)	TH	297.194	423.333	201.333	66.089
الكالسيوم (ملغم/ لتر)	Ca^{+2}	96.188	117	79.067	11.646
المغنيسيوم (ملغم/ لتر)	Mg^{+2}	45.168	75.667	17.86	15.215
الكبريتات (ملغم/ لتر)	SO_4	185.361	346.667	119.333	71.463
الاوكسجين الذائب DO (ملغم/ لتر)	DO	7.464	9.833	5.633	1.142
المتطلب الحيوي للاوكسجين (ملغم/ لتر)	BOD_5	2.511	2.967	1.867	0.325
القاعدية الكلية (ملغم/ لتر)	T. Alkainity	146.2	177.333	18	18.961
كثافة الدولابيات (فرد/ م^3)	Density	2779.575	12463.6	844	3294.375

3-1-2 العكورة

سجلت اعلى قيم للعكورة NTU 31.96 في فصل الصيف عند المحطة 1، بينما ادنى قيم لها NTU 19.4 قد سجلت لفصل الربيع عند المحطة 1 شكل (3) جدول (2). القيم القليلة للعكورة قد تعود إلى وجود الغطاء النباتي الذي يحيط بالنهر والذي يؤدي إلى مسك الملوثات والاتربة وعدم انجرافها إلى وسط النهر (Nomman, 2008). وقد أشار Wada (1993) إلى أن مياه الأنهار الملوثة عضوياً تمتلك كتلة حية كبيرة من البكتريا التي تسهم في زيادة العكورة، كما أن قلة تواجد النباتات المائية ساعد في زيادة سرعة جريان الماء في هذه المحطة مما أدى إلى زيادة الكدرة فيها (Thirumala, 2012). ومن ملاحظة نتائج تواجد وتكرار ظهور بعض انواع الدولابيات على طول مدة الدراسة وفي جميع المحطات ولكل الأوقات قد يعود إلى القابلية العالية لهذه الأنواع على تحمل مدى واسع من التغيرات في العوامل البيئية المختلفة من المغذيات ودرجة الحرارة والإضاءة والعكورة (Kassim et al., 2006). هنالك عدة عوامل تسبب انخفاض كثافة الدولابيات في المياه عالية العكارة، منها انخفاض اعداد الهائمات النباتية و زيادة في كميات الحبيبات الدقيقة للطين والمواد المتحللة التي تحتوي على مواد عضوية قليلة .



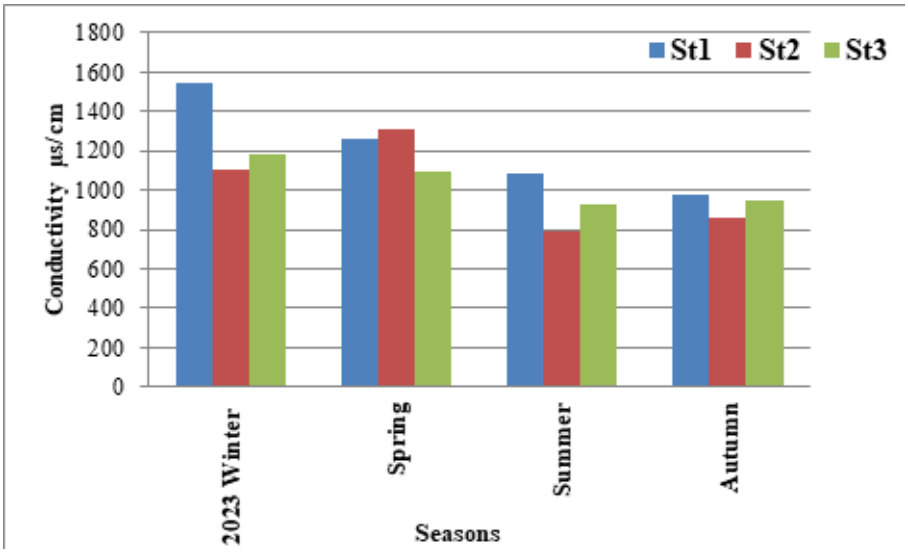
شكل (3): التغيرات الفصلية لقيم للعكورة

3-1-3 التوصيلية الكهربائية

تعد التوصيلية الكهربائية علامة جيدة لتقدير مجموع المواد الذائبة في الماء من جهة ونقاء الماء من جهة أخرى وهو واحدة من أسرع الطرائق لملاحظة التغيرات التي تحدث في طبيعة البيئة المائية والعناصر الذائبة (رزوقي، 2021). تراوحت قراءات التوصيلية الكهربائية لمياه نهر دجلة في مدة الدراسة بين اعلى قيمة وكانت 1542 مايكروسمنز / سم خلال فصل الشتاء في المحطة 1 وادنى قيمة كانت في فصل الصيف في المحطة 2 وبلغت 793 مايكروسمنز / سم. شكل(4) جدول (2) أظهرت نتائج الدراسة الحالية ان أعلى القيم للتوصيلية

الكهربائية سجلت في فصل الشتاء وقد يعود السبب إلى عملية طرح مياه الفضلات المنزلية إلى النهر مباشرة وتتفق مع مابينته الدراسة إلى تأثر مياه النهر بالنشاط الزراعي المميز في المناطق القريبة من النهر، وقد يعود هذا إلى اختلاف خواص التربة التي يمر بها النهر فضلاً عن الاستعمالات المختلفة للمياه على طول مجرى النهر (الغانمي وجماعته، 2009).

وايضا يعود الى سقوط الأمطار في فصل الشتاء والربيع التي تسبب في الجريان السطحي للتربة (Yasar Korkanc and Doram 2019). تعد التوصيلية الكهربائية مؤشر جيد لجودة المياه، الارتفاع المفاجئ في التوصيلية، يعزى ذلك الى إضافة بعض الملوثات الى المياه (Manickam etal.,2015).



شكل (4): التغيرات الفصلية لقيم التوصيلية الكهربائية

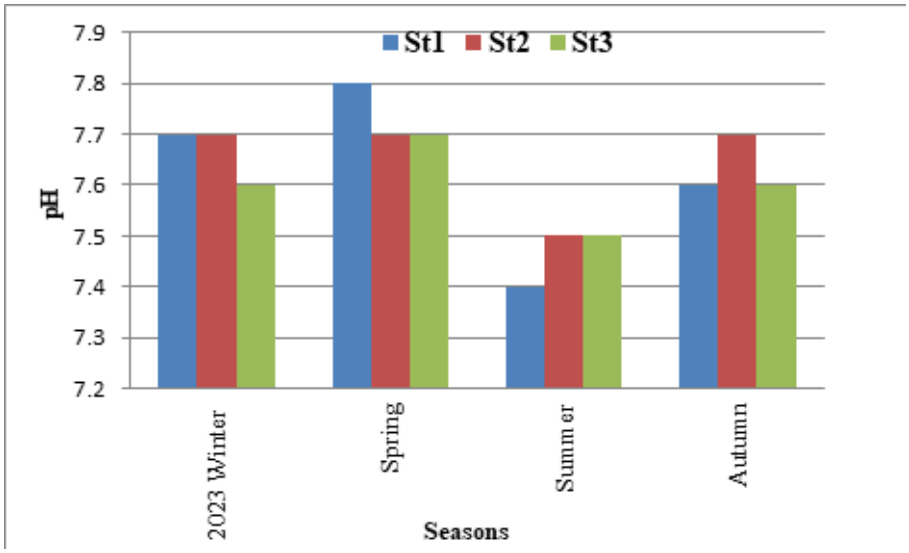
4-1-4 المواد الصلبة الذائبة

سجلت أعلى القيم للمواد الصلبة الذائبة الكلية مابين 771 ملغم/ لتر خلال فصل الشتاء في المحطة 1، واقل القيم 396.6 ملغم/ لتر خلال فصل الصيف في المحطة 2 شكل (5) جدول (2). فقد لوحظ ارتفاع المواد الصلبة الذائبة الكلية في المحطة 1 قد يعود السبب إلى أن الموقع محاط بأراضٍ زراعية فالأملاح التي تصل من أراضي السقي وطرح مياه البزل من بعض المياه الزراعية إلى النهر مباشرة تزيد من الأملاح الطبيعية لمياه النهر (Abdul-lah etal.,2019). بينما انخفاض قيمة المواد الصلبة الذائبة في المحطة 2 ربما يعود الى قلة طرح المخلفات البشرية التي تحتوي على التراكيز الملحية مما يسبب انخفاض قيمة المواد الصلبة الذائبة الكلية (سلمان، 2006) . عادتا ما يكون زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية المتزايدة في مياه الأنهار لها اثار سلبية على الهائمات الحيوانية مثل *Daphnia mag-na* و *Cerodaphnia dubia* و *Cyclops abyssorum* والكائنات المائية الأخرى مثل الأسماك والحشرات والديدان (Scannell and Jacobs,2001) .

شكل (5): التغيرات الفصلية لقيم المواد الصلبة الذائبة

3-1-5 الاس الهيدروجيني

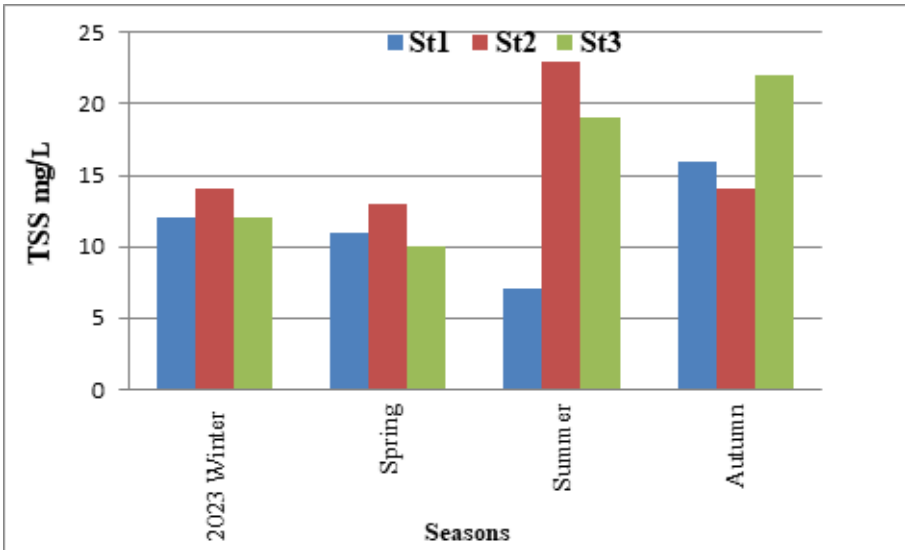
كانت اعلى قيمة للاس الهيدروجيني بلغت 7.8 في فصل الربيع في المحطة 1 أواقل قيمة كانت 7.4 في فصل الصيف في المحطة 1 .شكل (6) جدول (2). وان مدى التغايرفي قيم الاس الهيدروجيني كان قليلاً وذلك بسبب السعة التنظيمية Buffering Capacity للمياه الحاوية على مركبات البيكاربونات والكاربونات فضلاً عما يدخل الى المسطح المائي من هذه المركبات من الترب المحيطة باعتبار ان الترب العراقية غنية بهذه المركبات التي تعمل على معادلة الحامضية عند دخولها المياه وتعد معظم نتائج الاس الهيدروجيني مطابقة للمواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية (Salman et al.,2023). بعض انواع الدولابيات مثل *Keratella cochlearis* لها القدرة على تحمل مدى واسع من الرقم الهيدروجيني، كما أن تكاثرها العذري يكون اختيارياً وتعرف بـ Moss Rotifer كونها تقطن ضمن الأشنات (Glime, 2013). الأس الهيدروجين pH هو معامل التحكم الرئيسي في بيئة الاحياء المائية للتحول الكيميائي والبيولوجي للمياه . عند الزيادة في قيمة الأس الهيدروجيني بالتزامن مع انخفاض CO_2 هذا يشير الى التمثيل الضوئي النشط للدولابيات في المياه العذبة (Wu etal.,2014) . بينما القيمة المنخفضة للـ pH ربما تتعلق بأنخفاض كثافة الهائمات الحيوانية وتحلل المواد العضوية مما يؤدي الى النقصان في الرقم الهيدروجيني (Toufeek and Korium,2015).



شكل (6): التغيرات الفصلية لقيم الاس الهيدروجيني

3-1-6 المواد الصلبة العالقة

سجلت اقل قيمة للمواد الصلبة العالقة في فصل الصيف في المحطة 1 وبلغت 7.4 ملغم / لتر، واعلى قيمة كانت قد بلغت 23.6 ملغم / لتر في فصل الصيف في المحطة 2 شكل (7) جدول (2). قد يعود التشابة والاختلاف في قيم TSS بسبب جيولوجية قاع النهر فضلا عن وجود العوالق النباتية والحيوانية في عمود الماء Koralay (al.,2018 et). وان زيادة مقاديرها تؤدي الى تقليل اختراق الضوء للماء مما يترك تأثيراًسلبياً في مختلف كائنات البيئة المائية ويقلل من فعاليتها البايولوجية، كما ان المياه المحتوية على كميات كبيرة من هذه المواد تفقد قدرتها على دعم تنوع الإحياء المائية .

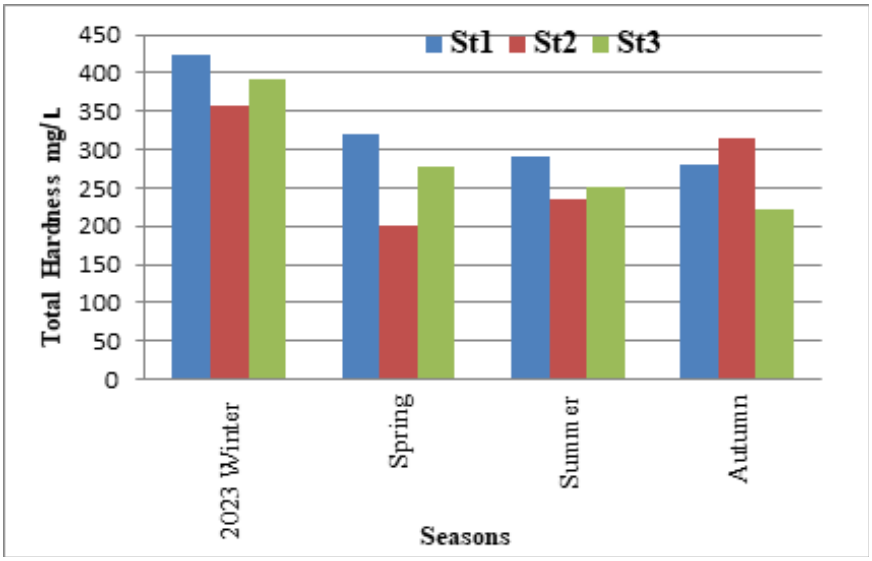


شكل (7): التغيرات الفصلية لقيم المواد الصلبة العالقة

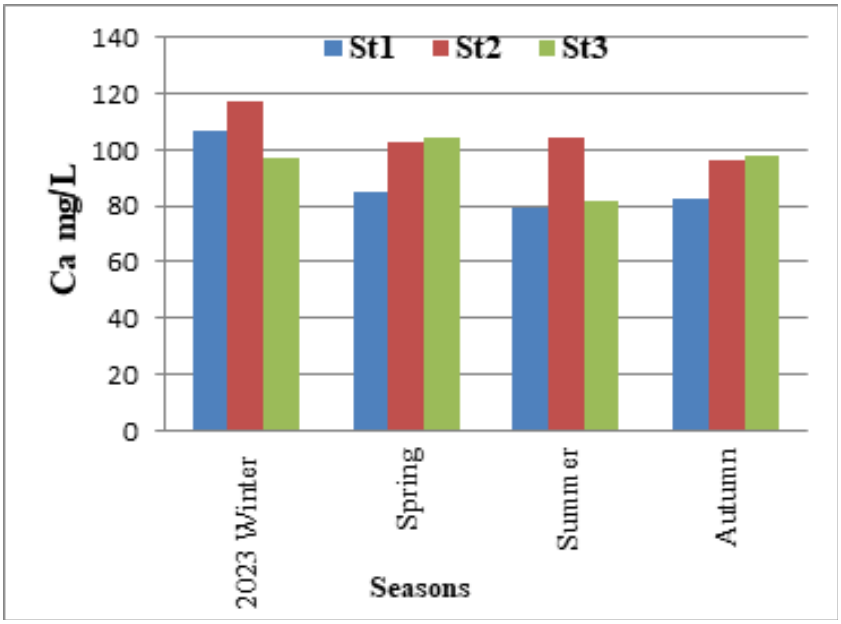
3-2 الخصائص الكيميائية

3-2-1 العسرة الكلية وأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم

تراوحت قيم العسرة الكلية في مدة الدراسة مابين اعلى قيمة 423.3 ملغم / لتر في المحطة 1 خلال فصل الشتاء وأدنى قيمة كانت في فصل الخريف عند المحطة 3 وبلغت 201.3 ملغم / لترشكل (8) جدول (2). وسجلت قيم الكالسيوم اعلى قيمة في المحطة 2 وكانت 117 ملغم/ لتر خلال فصل الشتاء واقل قيمة كانت 79 ملغم/ لتر في المحطة 1 لفصل الصيف شكل (9) جدول (1). تمثل العسرة التركيز الكلي للعديد من الآيونات الموجبة لاسيماآيونات الكالسيوم والمغنسيوم في اغلب المياه السطحية (Smith, 2004).

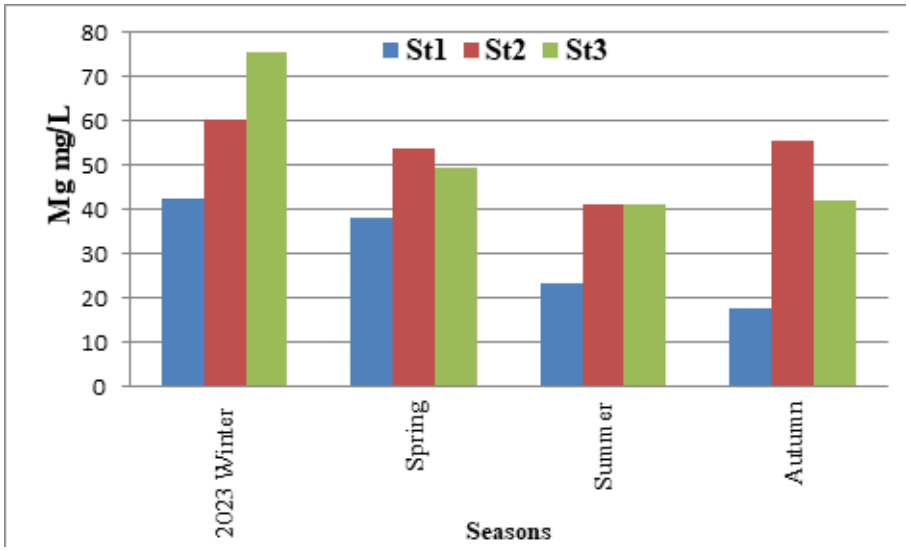


شكل (8): التغيرات الفصلية لقيم العسرة الكلية



شكل (9): التغيرات الفصلية لقيم الكالسيوم

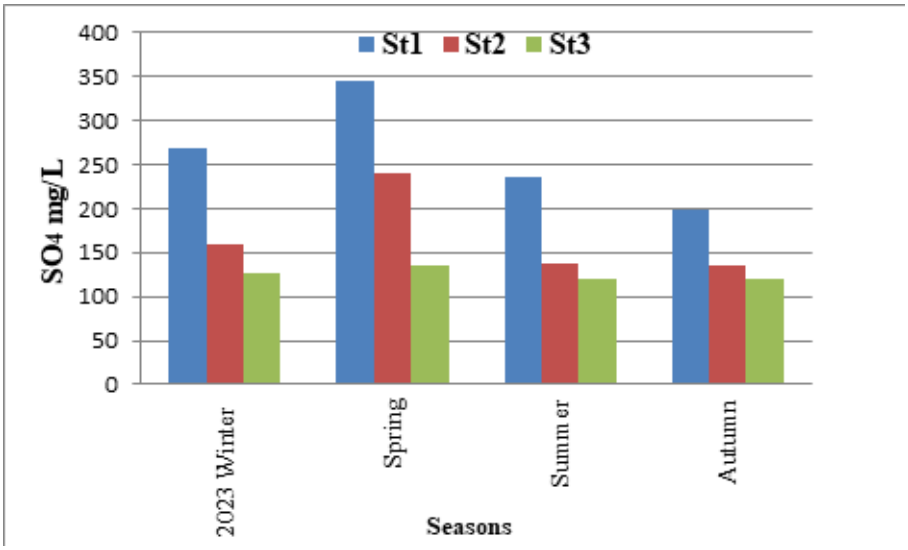
اما قيم المغنيسيوم فقد تراوحت مابين اعلى قيمة لها 75.6 ملغم/ لتر لفصل الشتاء في المحطة 3 واقل قيمة لها كانت 17.8 ملغم/ لترفي المحطة 1 لفصل الخريف شكل (10) جدول (2). كما لوحظ خلال مدة الدراسة أن تركيز المغنسيوم كان قليلا بسبب ارتفاع تركيز العسرة الكلية والكالسيوم في مياه النهر، اذ وجدت قيم الكالسيوم أكبر من تركيز المغنسيوم طوال مدة الدراسة وهذا ربما يعود إلى طبيعة الرواسب النهرية التي تتكون منها المنطقة (Nordan,2002). أن النوع *Brachionus angularis* متكيف للمعيشة في المياه العسرة على نحو مميز وأن معظم الأنواع التابعة لجنس *Brachionus* ساحلية وبعضها عالقة في البحيرات وتوجد في المياه العسرة والمياه المالحة وواسع الانتشار في المياه العذبة (Dang et al., 2015).



شكل (10): التغيرات الفصلية لقيم المغنيسيوم

3-2-2 الكبريتات

يوضح الشكل (11) والجدول (2) قيم الكبريتات لمحطات الدراسة الحالية، سجلت أعلى قيمة 346.6 ملغم / لترخلال فصل الربيع في المحطة 1واقلها قيمة 119.3 ملغم / لتر خلال فصل الصيف في المحطة3. تعد الكبريتات من أكثر الأشكال التي يتواجد بها الكبريت في الطبيعة ويكون بشكل أيون الكبريتات متحداً مع الأيونات الموجودة في تلك المياه (APHA, 2005). من سبب ارتفاع قيم الكبريتات تعود الى الأنشطة البشرية أو بسبب استخدام الأسمدة التي تحتوي على الكبريتات لزيادة المحصول الزراعي في موسم الزراعة إذ تنتقل الى النهر خلال مروره بتلك الأراضي الزراعية او بسبب مياه الصرف الصحي إذ تحتوي الفضلات العضوية في تركيبها على الكبريت الذي يتحرر بفعل الاحياء المجهرية أو بسبب الطبيعة الجبسية للصخور الرسوبية إذ تعتبر مصدر أساسي للكبريتات الذائبة في المياه (Abawei and Hassan, 1990).

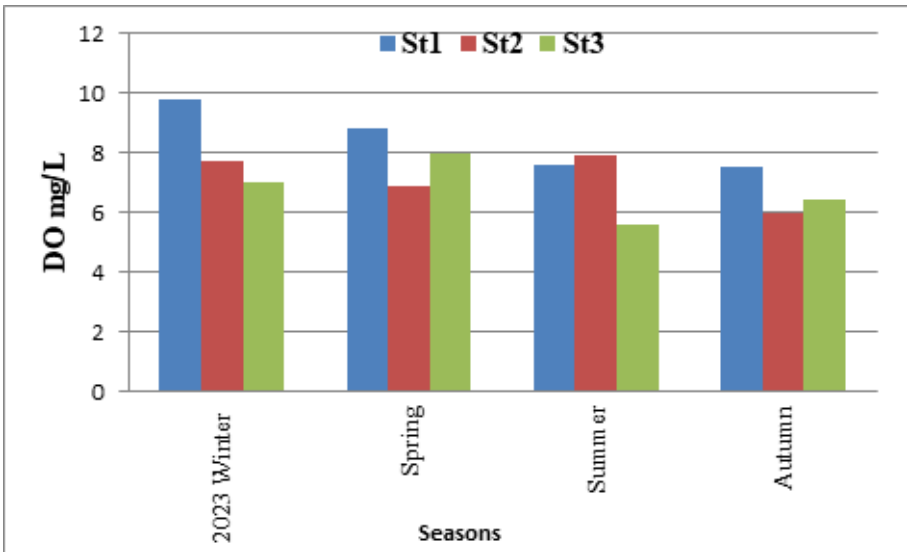


شكل (11): التغيرات الفصلية لقيم الكبريتات

3-2-3 الاوكسجين الذائب

أظهرت نتائج الدراسة أن قيم تركيز الأوكسجين المذاب تراوحت ما بين اعلى قيمة لها هي 9.8ملغم/ لترفي فصل الشتاء لمحطة 1، وادنى قيمة لها هي 5.6 ملغم / لتر في فصل الصيف عند المحطة 3 شكل (12) جدول (2). أظهرت نتائج الدراسة الحالية ارتفاع تراكيزالأوكسجين المذاب في الشتاء قد يعود السبب إلى انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء مما يسمح بإذابة أكبر للأوكسجين في الماء فضلاً عن زيادة حركات واضطراب الماء مما يؤدي إلى زيادة ذوبان الأوكسجين الجوي في الماء . (Christensen, 2001)

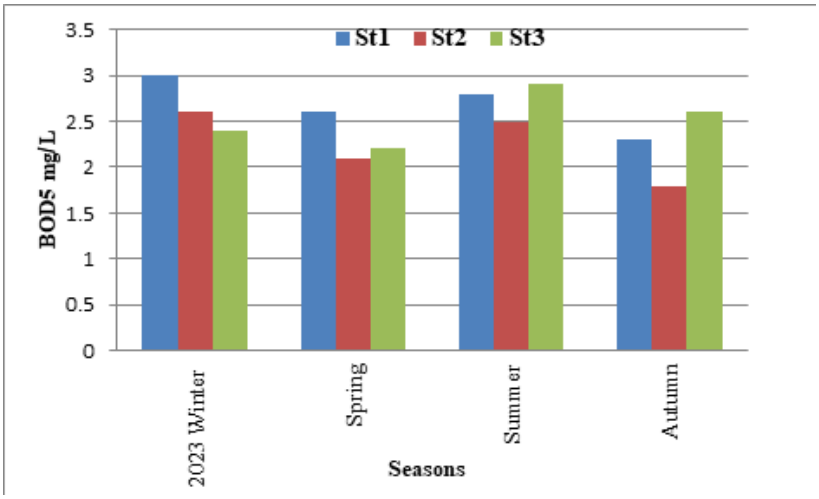
سجلت أقل التراكيز في فصل الصيف، والتي قد تعود إلى طرح مياه الفضلات المنزلية الى النهر مباشرة التي تحتوي كميات كبيرة من المواد العضوية اذ يؤدي تحللها الى استهلاك الاوكسجين الذائب إذ يزداد نشاط الأحياء المجهرية عند ارتفاع درجات الحرارة والتي تعمل على تحليل المواد العضوية واستهلاك الأوكسجين (Gispert et al., 2008). أظهرت الدراسة السيادة العددية للأنواع العائدة لعائلة Brachionidae التي غالبا ما تسود في البيئات عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة المحتوى من الاوكسجين المذاب (Okogwu, 2010).



شكل (12): التغيرات الفصلية لقيم الاوكسجين الذائب

3-2-4 المتطلب الحيوي للاوكسجين

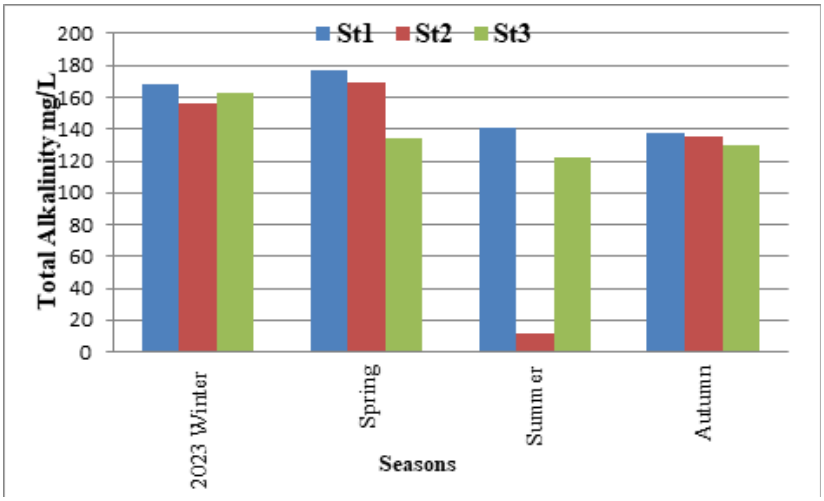
سجلت اعلى قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين في المحطة 1والتي بلغت 2.9 ملغم / لترخلال فصل الشتاء، اما أدنى القيم فقد سجلت في المحطة 2 خلال فصل الخريف والتي بلغت قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين فيها 1.8 ملغم / لترشكل (13) جدول (2). فقد ظهرت قيماً للمتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD_5) مرتفعة خلال فصل الشتاء. السبب الحقيقي هو قد يعود إلى وجود مواد عضوية وتكاثر الهائمات النباتية التي يمكن أن تؤدي إلى انخفاض تركيزات الأكسجين، وعندما يكون هناك ما يكفي من الأكسجين للتحلل العضوي، يتحول الكربون إلى الكربون ثاني أكسيد، الفوسفور إلى فوسفات والنيتروجين إلى أمونيا ونترات، ولكن عندما لا يكفي الأوكسجين، يتحول الكربون إلى غاز الميثان، وتتحول مركبات النيتروجين إلى امونيا (رائحة كريهة) (Heemken et al., 2000). فالنوع *Keratella tropica* يتواجد بكثافة عالية كونه واسع الانتشار في المياه الملوثة عضوياً بسبب قابليته على تحمل ظروف التلوث، تعد قيمة BOD_5 مهمة لتحديد مستوى التلوث فاذا كانت قيمة مياه الأنهار اقل من 1 ملغم/ لتر فان المياه أكثر نقاوة، اما إذا كانت قيمة BOD_5 ما بين 8-2 ملغم / لترفان المياه متوسطة التلوث، ثم إذا تجاوزت القيمة 8 ملغم / لتر فإن النهر ملوث بشدة (Li and Liu, 2019). ولم تصل قيم BOD_5 في الدراسة الحالية الى القيم الحرجة في معظم أوقات الدراسة، مما يشير الى أن مياه نهر الجنابي هي متوسطة التلوث.



شكل (13): التغيرات الفصلية لقيم االمتطلب الحيوي للاوكسجين

3-2-5 القاعدية الكلية

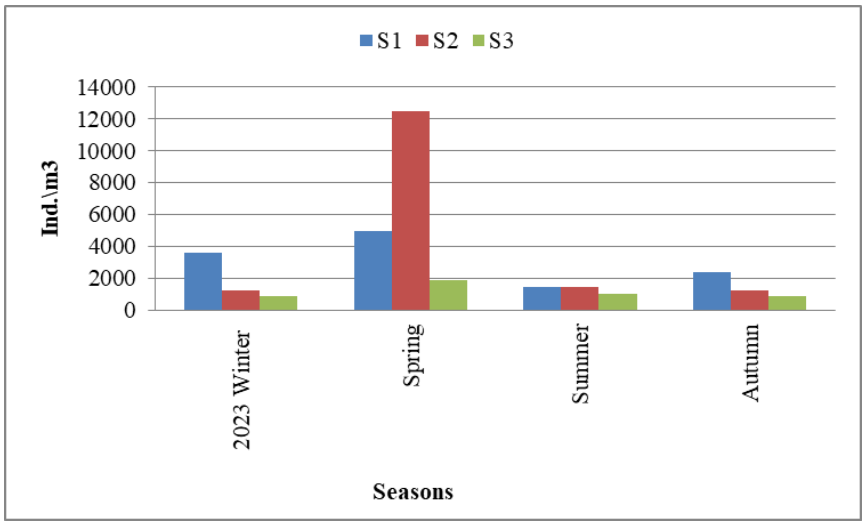
سجلت المحطة 1 أعلى قيمة للقاعدية الكلية وبلغت 177.3 ملغم / لترخلال فصل الربيع، بينما بلغت المحطة 2 ادنى قيمة لها 18 ملغم/ لتر خلال فصل الصيف شكل (14) جدول (2). تعد القاعدية قياسا لسعة الماء على معادلة حامضية قياسية إلى حد أس هيدروجيني معين (APHA, 2003)، وتعتمد القاعدية الكلية في المياه بصورة عامة على الكاربونات والبيكاربونات وبدرجة اقل على البوتاسيوم والمغنيسيوم والصوديوم وتتأثر بعدة عوامل منها تركيز CO_2 وفعالية الأحياء المجهرية والإنتاجية الأولية (Sivakumar and Karuppasamy, 2008). يعود سبب انخفاض القاعدية الكلية في الصيف الى استهلاك ثاني أوكسيد الكاربون الحر من قبل الأحياء الأولية المنتجة وتحلل البيكاربونات (Hussein et al., 2000). أظهرت نتائج الدراسة الحالية كانت من ضمن الحدود الطبيعية المسموح بها حسب المواصفات العراقية والعالمية للمياه والتي كانت 200-20 ملغم / لتر.



شكل (14): التغيرات الفصلية لقيم القاعدية الكلية

3-3 الدراسة الإحيائية / الكثافة الكلية للدولابيات

تم تشخيص 21 وحدة تصنيفية تعود الى مجموعة الدولابيات (جدول 3) بحيث بلغت في المحطة الثانية الكثافة الشهرية للدولابيات 12463.6 فرد/ م^3 وكانت اعلى كثافة خلال فصل الربيع واقلها في المحطة الثالثة في فصل الشتاء وكانت 844 فرد / م^3 وقد يعود ذلك الى زيادة كثافة الهائمات النباتية اذ ان وفرة الدايتومات في الانهار تؤدي الى زيادة كثافة الدولابيات بسبب العلاقة الغذائية بينهما فضلا عن الظروف البيئية للأنهار التي تكون ملائمة لكليهما (Sharma et al.,2010). اما قلة الكثافة في المحطة الثالثة قد يعود الى وقوع المحطة تحت تاثير مياه الصرف الصحي وما يرافقها ارتفاع نسبة الملوثات العضوية التي تؤدي عند تحللها الى استنزاف الاوكسجين الذائب (Nashaat and Sal-man, 2024) الشكل (15) جدول (2).



شكل (15): التغيرات الفصلية لكثافة الدولابيات خلال فترة الدراسة

جدول (3): اجناس الدولابيات المسجلة في الدراسة الحالية

	Taxa
	ROTIFERA
1	***Anuroaeo psisfissa* Gosse, 1851**
2	***Aspelta bidentata* (Wulfert, 1961)**
3	***Asplanecna priodonta* Gosse, 1850**
4	***Brachionus angularis* Gosse, 1851**
5	***B. calcyfloruscalcyflorus* Pallas, 1766**
6	***B. calcyflorusamphecerus*(long spin) Pallas, 1766**
7	***B. calcyflorusamphecerus* (short spin) Pallas, 1766**
8	***B.quadridentatus* Hermann,1783**
9	***B. plicatlus* Muller,1786**
10	***Brachionus urceolaris* Muller, 1773**
11	***Cephalodella aureculata* (Wulfert, 1938)**

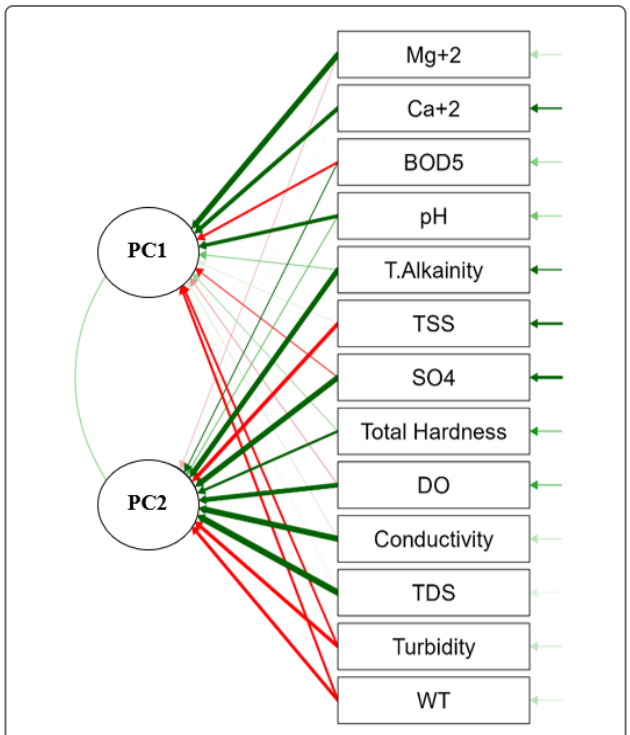
	Taxa
	ROTIFERA
12	***Cephalodella gibba* Ehrenberg,1830**
13	***Colurellaadriatica* Ehrenberg, 1831**
14	***Euchlanis delatata* Ehrenberg, 1832**
15	***Fillina longiseteа*Ehrenberg, 1834**
16	***Hexarethramera* Hudson,1871**
17	***Keratella cochlearis* Gosse, 1851**
18	***K. tropica* (Apstein, 1907)**
19	***K. quadrata* Muller, 1786**
20	***K. quadratalogn spin* Muller, 1781**
21	***K. quadratashortspin* Muller,1781**

3-4 تحليل المكونات الرئيسية لعوامل المياه
(PCA) Principal Component analysis

من خلال تحديد المكون الرئيسي الذي يشير الى اهم العوامل المؤثرة في نوعية المياه وتحديد قوة التأثير ونوع العلاقة، تم إجراء تحليل المكونات الرئيسية للمعلمات الثلاثة عشر من ثلاثة مواقع على نهر الجنابي بهدف التعرف على العوامل ذات التأثير الأكبر على البيئة وعلى نوعية المياه. تعتبر القيم PC القريبة من 1.0 مهمة وذات تأثير قوي (جدول 4). حيث تم تقسيم قيم PC الى ثلاث فئات: القوية (0.75<)، المتوسطة (0.75-0.50) والضعيفة (0.50-0.30) (Teixeira de Souza et al., 2021). وقد تم استبعاد العوامل التي تقل قيمة PC عن 0.3 وذلك لضعف تأثيرها. في الشكل (16) تم تمثيل التحميل الإيجابي او التأثير ذو العلاقة الايجابي باللون الأخضر، والتحميل السلبي باللون الأحمر، وكلما اقتربت قيمة التحميل من 1، كلما كان زاد سمك الخط وبمعنى اخر زادت قيمة الارتباط او التأثر الموجب او السالب. اظهر تحليل PCA مكونين أساسيين يسهلان تحديد نوع ومصدر التلوث. حيث ضم المكون الرئيسي الأول PC1 عدة عوامل مهمة وهي المواد الذائبة الكلية > التوصيلية الكهربائية > الكبريتات > القاعدية الكلية > الاوكسجين المذاب > المواد العالقة الكلية > الكدرة وهذه العوامل يمكن اعتبارها الأساس في تشكليه وهي الأكثر أهمية من باقي العوامل وكان لها التأثير الاقوى على نوعية المياه. سجلت علاقة ارتباط موجبة قوية عند (P<0.05) TDS (r=0.970)، Conductivity(r=0.929)، SO_4 (r=0.889)، T. Alkalinity(r=0.857)، DO(r=0.807). وسجلت علاقة ارتباط موجبة متوسطة عند (P<0.05) مع Total Hardness عند (r=0.578) و BOD_5 عند (r=0.415)، وعلاقة ارتباط سالبة عند (P<0.05) مع TSS (r=-0.713)، Turbidity (r=-0.683)، WT(r=-0.650). وتعتبر هذه العوامل هي الاكثر اهمية والأكثر تأثير. القيمة في الحقل الثاني (pH، Ca^{+2}، Mg^{+2}) كان له تأثير قوي على المياه. سجلت علاقة ارتباط موجبة قوية عند (P<0.05) ، pH (r= 0.701)، و Ca (r=0.750)، و Mg^{+2} (r=0.898). وسجلت علاقة ارتباط موجبة متوسطة عند (P<0.05) مع Turbidity عند (r=-0.529)، و WT (r=-0.561) ، و BOD_5 (r= -0.546). وضعيفة مع SO_4 (r=-0.405) ويرجع ذلك الى النشاط الزراعي (Akhtar et al., 2021).

جدول (4): نتائج تحليل المكون الرئيسي لعامل المياه المدروسة PCA

Factors	PC1	PC2	Uniqueness
TDS	0.970		0.049
Conductivity	0.929		0.105
SO4	0.889	-0.405	0.200
T. Alkalinity	0.857		0.123
DO	0.807		0.378
TSS	-0.713		0.505
Turbidity	-0.683	-0.529	0.098
WT	-0.650	-0.561	0.106
Total Hardness	0.578		0.600
BOD5	0.415	-0.546	0.628
Mg^{+2}		0.898	0.225
Ca^{+2}		0.750	0.433
pH		0.701	0.336

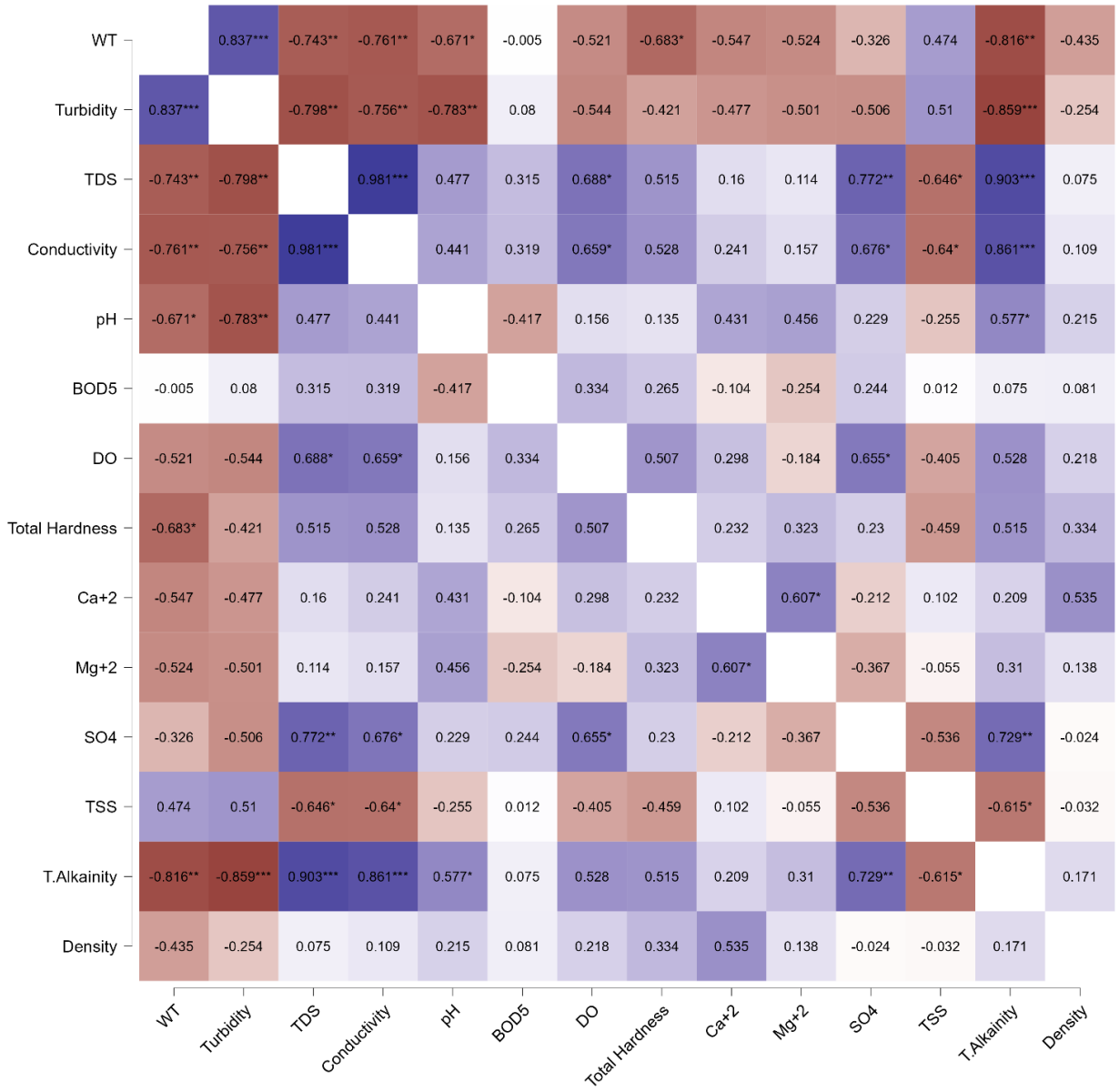


شكل (16): يمثل تحليل المكونات الرئيسية لعوامل نوعية المياه المدروسة (اللون الأخضر يشير الى العلاقة الموجبة، بينما اللون الأحمر يشير الى العلاقة السالبة).

3-5 معامل الارتباط لعوامل المياه المدروسة

Pearson's r Correlation

معامل الارتباط (r) عبارة عن مقياس كمي يقيس قوة الارتباط بين متغيرين. تتراوح قيمته بين (+1) و(-1). تدل إشارة المعامل الموجبة على العالقة الطردية (كلما زاد الاول زاد الثاني). تدل إشارة المعامل السالبة على العالقة العكسية (كلما زاد الاول نقص الثاني). يتم تصنيف العلاقة على أنها غير مترابطة عندما تكون قيمة r قريبة من 0 – 1 (ارتباط سلبي). إذا كانت قيمة r تميل إلى الصفر، فإن القراءة تعتبر أقل ارتباطًا وغير مترابطة (Pobi et al., 2019). وفقًا لمعامل بيرسون، فإن المتغيرات الموجودة في مجموعة البيانات التي لها ارتباطات r = 0.6 فقط هي ذات دلالة إحصائية. يوضح الشكل (17) الارتباط بين المعلمات الفيزيائية والكيميائية. فقط عدد قليل من المعلمات ضمن المعلمات الفيزيائية والكيميائية أظهرت علاقات ذات دلالة إحصائية؛ يشير المربع الأزرق إلى علاقة إيجابية، ويشير المربع الأحمر إلى ارتباط سلبي، ويشير اللون الأزرق الداكن أو الأحمر إلى ارتباط قوي، حيث توجد علاقة عكسية بين درجة الحراة والاملاح الذائبة الكلية والتوصيلية الكهربائية (r=0.743-) و (r= -761) على التوالي، لانه كلما زأدت درجة الحرارة ستؤدي الى زيادة تبخر المياه وبالتالي سيزداد تركيز الاملاح (سلمان ،2015)، وكذلك تم تسجيل علاقة عكسية بين درجة الحرارة والاوكسجين المذاب (r= -0.521) حيث تم تسجيل هذه العلاقة في العديد من الدراسات (خلف ،2020) (سلمان ،2015)، (الكرعاوي، 2014) حيث ان عند زيادة درجة الحرارة تقل ذوبانية الأوكسجين الجوي في المياه والعكس صحيح. ولم يكن لدرجة الحرارة تأثير واضح على كثافة الدولابيات فقد تم تسجيل علاقة متوسطة بينهما (r= -0.435) ربما يعود الى قدرة الدولابيات الى المعيشة ضمن حدود متفاوتة من درجات الحرارة (حسين،2023). تم رصد علاقة موجبة قوية بين التوصيلية الكهربائية والمواد الذائبة الكلية والكبريتات (r= +0.981) و(r= +0.676) على التوالي، وهذا يعود الى العاملين يشيران الى محتوى الاملاح كما بينتها (Aljanabi ,.0232et al). وكذلك كانت هناك علاقة موجبة بين الاس الهيدروجين والقاعدية الكلية (r= +0.577) حيث يتأثر الاثنان بالمحتوى من الكاربونات والبيكاربونات وايضا كانت هنالك علاقة موجبة بين كثافة الدولابيات والكالسيوم (r= +0.535) والتي تعود الى حاجة هذه الكائنات الى الكالسيوم لأداء وظائفها الحياتية والفسيولوجية (عبد، 2018).



شكل (17): خريطة معامل الارتباط

4 - الاستنتاج

في ختام الدراسة التي أجريت على نهر الجنابي في محافظ واسط لوحظ تباين في تراكيز العوامل الفيزيائية والكيميائية المقاسة بين المواقع والفصول والذي يعود الى التغيرات في عوامل المناخ اثناء فصول السنة حيث تلعب درجة الحرارة وزيادة التبخر وقلة كميات المياه وزيادة مسببات التلوث دورا هاماً في تدهور المياه خصوصا في المحطة الثالثة والتي انعكست بدروها على كثافة الدولابيات في هذه المحطة حيث تم تسجيل أدنى الأعداد في المحطة الثالثة حيث يلتقي مياه الصرف الصحي بالنهر. أظهرت النتائج أن التدهور في جودة المياه

بهذه المحطة، الناتج عن التلوث المتزايد، كان له تأثير سلبي مباشر على تناقص أعداد الدولابيات مقارنة بالمواقع الأخرى، مما يؤكد دور هذه الكائنات كمؤشر حيوي لحالة النظام البيئي المائي. تُبرز الدراسة أهمية مراقبة العوامل الملوثة وتعزيز إجراءات معالجة مياه الصرف للحفاظ على التوازن البيئي وتنوع الكائنات الحية في النهر.

المصادر

- العربية

1. حسين، شيماء جاسم. (2023). التأثيرات الموسمية والمكانية على التنوع الأحيائي للهائمات الحيوانية في نهر دجلة عند الجزء الشمالي لمدينة الكوت جنوب العراق ، واسط-العراق، اطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة واسط:252 صفحة.

2. خلف، زهراء نعيم .(2020). تأثير فترة فيضان نهر دجلة في بيئة وتنوع الهائمات الحيوانية عند الجزء الجنوبي من نهر الغراف . رسالة ماجستير. كلية العلوم، جامعة واسط: 157 صفحة.

3. رزوقي، هند فاروق. (2021). الخصائص النوعية لمياه نهري دجلة وديالى في بغداد، وقائع المؤتمر العلمي السنوي الثالث لقسم الجغرافية / كلية التربية الأساسية، الجامعة المستنصرية، 3 (1):347-358 .

4. سلمان، جاسم محمد. (2006). دراسة بيئية لبعض الملوثات المحتملة في نهر الفرات بين سدة الهندية ومدينة الكوفة - العراق. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بابل:174 صفحة.

5. سلمان، رشا موحان.(2015). دراسة بيئة وتنوع الهائمات الحيوانية في نهر الغراف ،واسط- العراق ،رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة واسط:155 صفحة.

6. عبد، انتصار فيصل. (2018). دراسة تشخيصية و بيئية لمجتمع العوالق الحيوانية في نهر الدجيلة ضمن محافظة واسط-العراق. أطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم ، جامعة بغداد: 253صفحة.

7. الغانمي، حيدر عبد الواحد و علكم، فؤاد منحر والأسدي، رائد كاظم. (2009). دراسة بيئية للطحالب الملتصقة على نباتي القصب والبردي في نهر الديوانية. مجلة القادسية للعلوم الصرفة، 14(1):93-83.

8. الكرعاوي، حسين عليوي حسن.(2014). دراسة ادلة التنوع الأحيائي لتقييم مجتمع العوالق الحيوانية في نهر الكوفة - العراق. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة القادسية :174 صفحة.

- الاجنبية

9. Abbawi, S. A. & Hassan, M. S. (1990). Environmental Engineering, water er analysis. Dar Al-Hekma for printing and publishing, Mosul.

10. Akhtar, N., Ishak, M. I. S., Ahmad, M. I., Umar, K., Md Yusuff, M. S., Anees, M T., Qadir, A. & Almanasir, Y. K. A. (2021). Modification of the water quality index (Wqi) process for simple calculation using the multi-criteria decision-making mcdm) method: A review. Water (Switzerland), 13(7). https://doi.org/10.3390/w13070905.

11. Amuakwa-Mensah, F., Klege, R. A., Adom, P. K., & Köhlin, G. (2022). COVID-19 and handwashing: Implications for water use in sub-Saharan Africa. Water Research, 210, 117997. https://doi.org/10.1016/j.

security: Debating an emerging paradigm. Nature Sustainability, 6(1), 25-34. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00984-6

19. Dang,P.D., Khoi,N.V., Nga,L.T.N., Thanh,D.N. and Hai,H.T. (2015). Identification Handbook of Freshwater Zooplankton of the Mekong River and its Tributaries. Mekong River Commission, Vientiane: 207pp.

20. Ejiohuo, O., Onyeaka, H., Akinsemolu, A., Nwabor, O. F., Siyanbola, K. F., Tamasiga, P., & Al-Sharify, Z. T. (2024). Ensuring Water Purity: Mitigating Environmental Risks and Safeguarding Human Health. Water Biology and Security, 100341.

21. European Union. (2023). Directive 2023/... on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of the European Union.

22. Flanagan, S. V., Spayd, S. E., Procopio, N. A., Marvinney, R. G., Smith, A. E., Chillrud, S. N., & Braman, S. (2022). Arsenic in private well water and birth outcomes. The Lancet Planetary Health, 6(1), e49-e60. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00273-1

23. Gispert AV, Berthou E.G. and Moreno-Amich R. (3008). Fish zonation in a Mediterranean stream: Effect of human disturbances, Aquat. Sci.; 64: 163-170.

24. Heemken, O. P., Stachel, B, Theoblad, N. & Wenclawiak, B.W. (2000). Temporal Variability of organic micropollutants in suspended particulate matter of the River Elba at Hamburg and the River Mulde at Dessau, Germany. Arch, Environ. Contam. Toxicol, 38: 11-31.

25. Hussein, S.A., Al-Essa, S.A. and watres.2021.117997

12. APHA .(American public Health Associations). (2005). Standard Methods for examination of Water and Wastewater. 20thEd. Washingtion. DC, USA.

13. Ascott, M. J., Gooddy, D. C., Wang, L., Stuart, M. E., Lewis, M. A., Ward, R. S., & Binley, A. M. (2021). Global patterns of nitrate storage in the vadose zone. Nature Communications, 12(1), 2012. https://doi.org/10.1038/s41467-021-22062-9

14. Behmel, S., Damour, M., Ludwig, R., & Rodriguez, M. J. (2022). Participatory approach for monitoring water quality with stakeholders. Science of the Total Environment, 811, 151374. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151374

15. Bengtsson-Palme, J., Kristiansson, E., & Larsson, D. G. J. (2022). Environmental factors influencing antibiotic resistance. FEMS Microbiology Reviews, 46(1), fuab053. https://doi.org/10.1093/femsre/fuab053

16. Bui, X.-T., Chiemchaisri, C., Fujioka, T., & Varjani, S. (2021). Water quality indices for evaluating emerging contaminants in wastewater. Environmental Research, 200, 111366. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111366

17. Christansen,V.G. (2001). Characterization of surface water quality based on real time monitoring and regression analysis , Quiviria national wild life refuge, south central Kansas, December 1998 through June 2001. U.S.Geological Survey, Water Resources Investigations Report.

18. Cook, C., & Bakker, K. (2023). Water

622-642. https://doi.org/10.1038/s43017-022-00327-3

33. Kwiatkowski, C. F., et al. (2023). Scientific basis for managing PFAS as a chemical class. Environmental Science & Technology, 57(1), 1-23. https://doi.org/10.1021/acs.est.2c08261

34. Li, d. & Liu, S. (2019). Water Quality Monitoring and Management: Basis, Technology and Case Studies (1st ed). Academic Press, Elsevier. London,: 362pp.

35. Liang, D., Wang, Q., Wei, N., Tang, C., Sun, X., & Yang, Y. (2020). Biological indicators of ecological quality in typical urban river-lake ecosystems: The planktonic rotifer community and its response to environmental factors. Ecological Indicators, 112, 106127.

36. Manickam, N., Bhavan, P.S., Santhanam, P., Muralisankar, T., Srinivasan, V., Vijayadevan, K., & Bhuvaneswari, R. (2015). Biodiversity of freshwater zooplankton and Physico-chemical parameters of Barur Lake, Krishnagiri District, Tamil Nadu, India. Malaya J Biosci, 2(1): 1-12.

37. Manickam, N., Santhanam, P. & Saravana Bhavan, P. (2019). Techniques in the Collection, Preservation and Morphological Identification of Freshwater Zooplankton. In: Basic and Applied Zooplankton Biology (1st ed). Santhanam P., Begum A., Pachiappan P. (Eds). Springer, Singapore. 130-195.

38. McGrane, S. J. (2021). Urban water systems under stress. Nature Sustainability, 4(3), 205-206. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00668-1

39. Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2016). Four billion people facing se-

Al-Manshad, H.N. (2000). Limnological investigations to the lower reaches of Saddam River. Environmental characteristics. Basrah J. Agric., 13(2): 25-37.

26. Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisingh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. Heliyon, 9(8.(

27. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press.

28. Jane, S. F., et al. (2021). Widespread deoxygenation of temperate lakes. Nature, 594(7861), 66-70. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03550-y

29. Jollymore, A., Johnson, M. S., Hawthorne, I., & Lertzman, K. (2021). Citizen science for water quality monitoring. Journal of Environmental Management, 278(Pt 2), 111549. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111549

30. José de Paggi, S.B., Wallace, R., Fontaneto, D. & Marinone, M. (2020). Phylum Rotifera. In: Keys to Neotropical and Antarctic Fauna, Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Vol. V (4th ed). Damborenea, C.; Rogers, D.C. and Thorp, J.H. (Eds). Academic Press, Elsevier Inc. 145-200.

31. Kassim , T.I. Al-Saadi , H.A. and Farhan, R.K. (2006) . Vertical distribution of phytoplankton in Habbaniya lake , Iraqi . Marsh Bulletin , 1 (1) : 19 – 31.

32. Koelmans, A. A., et al. (2022). Microplastics in freshwaters and drinking water. Nature Reviews Earth & Environment, 3(9),

Nayek, S., Saha, R. N. & Gupta, S. (2019). Sources evaluation and ecological risk assessment of heavy metals accumulated within a natural stream of Durgapur industrial zone, India, by using multivariate analysis and pollution indices. Applied Water Science, 9(58): 1–16. https://doi.org/10.1007/s13201-019-0946-4

48. Pontin, R.M. (1978). A key to the freshwater planktonic and semiplanktonicrotifera of the British Isles. Freshwater Biological Association Sci. Puble.; No. 38.

49. Pyo, J., et al. (2022). Remote sensing for water quality monitoring. Remote Sensing of Environment, 269, 112828. https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112828

50. Rasha M.S., Jameel S. A., Muhanned R.N. (2023). Impact of Wasit Power Plant effluents on the Physico-chemical Characteristics of water from Tigris River.Wasit, Iraq, Bionatura Issue 4 Vol 8 No 1.

51. Reid, A. J., et al. (2023). Freshwater biodiversity loss. Biological Reviews, 98(1), 375-397. https://doi.org/10.1111/brv.12909

52. Sampaio, E. V., & López, C. M. (2022). Zooplankton community composition and some limnological aspects of an oxbow lake of the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 43(3), 285-293.

53. Scannell, P.W. and Jacobs, L.L. (2001). Effects of Total Dissolved Solids. On Aquatic Organisms. A Literature Review. Technical Report, 1(6):1-62.

54. Segers, H. (2008). Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. Hydrobiologia vere water scarcity. Science advances, 2(2), e1500323.

40. Mishra, V., et al. (2022). Climate change alters pollutant transport. Nature Climate Change, 12(1), 63-70. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01247-8

41. Muhanned R. N. & Rasha M.S. (2024). Effect of Zubaydiyah Power Plant Effluents on the Biodiversity of Rotifers in the Tigris River. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, ISSN 1110 – 6131, Vol. 28(6): 1693 – 1711.

42. Mujtaba, G., Shah, M. U. H., Hai, A., Daud, M., & Hayat, M. (2024). A holistic approach to embracing the United Nation's Sustainable Development Goal (SDG-6) towards water security in Pakistan. Journal of Water Process Engineering, 57, 104691.

43. Najah Ahmed, A., et al. (2021). AI in water quality prediction. Journal of Hydrology, 598, 126386. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126386

44. Okogwu,O.I. (2010). Seasonal variations of species composition and abundance of zooplankton in Ehoma Lake, afloodplain lake in Nigeria. Int. J. Trop. Biol., 58 (1): 171-182.

45. Paerl, H. W., et al. (2020). Mitigating harmful cyanobacterial blooms. Environmental Science & Technology, 54(9), 4869-4870. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02253

46. Pennak, R.W. (1978). Fresh water invertebrates of United States(2nded). John Willey &Sons, New York: 387. Pennsylvania. Document No. EPA- 821- R- 06- 013: 8-38.

47. Pobi, K. K., Satpati, S., Dutta, S.,

62. Van Bruggen, A. H. C., et al. (2021). Glyphosate in water systems. Science of the Total Environment, 781, 146525. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146525

63. Vörösmarty, C. J., et al. (2023). Water challenges of the Anthropocene. Nature Water, 1(1), 15-27. https://doi.org/10.1038/s44221-022-00002-3

64. Wada, M. (1993). Relationship between water Pollution and bacteria flora in river water. Nippon-Eiseigku-Zasshi, 48(3): 707-720.

65. Yang, X., et al. (2023). Real-time water quality monitoring networks. Water Research, 228, 119382. https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119382

66. Zahraa Z.A. and Fikrat M. H. & Abdul Hameed M.J.A. (2023). A Multivariate Approach and Water Quality Index for Evaluating the Changes in Water Quality of Tigris River. AIP Conference Proceedings 2820, 050004 (2023) https://doi.org/10.1063/5.0150758.

gia, 595: 49-59.

55. Sharma, S., Siddique, A.,Singh, K., Chouhan, M., V-yas, A., Solnki, C.M., Sharma,D., Nair,S. & Sengupta, T. (2010). Population dynamics and seasonal abundance of zooplankton community in Narmada river (India). Researcher, 2(9):1-9.

56. Sivakumar, K. & Karuppasamy, R. (2008). Factors Affecting Productivity of Phytoplankton in a Reservoir of Tamilnadu, India. American-Eurasian J.Botany, 1 (3): 99-103.

57. Smith, D.G. (2001).Pennak's freshwater invertebrates of the united state. (4thed) John Wiley and Sons, New York: 664.

58. Smith, J., et al. (2023). Water quality monitoring in developing regions. Nature Water, 1(1), 38-50. https://doi.org/10.1038/s44221-022-00005-0

59. Spellman, F.R. (2020). Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations (4th ed). CRC Press, Taylor & Francis Group. London. 683.

60. Teixeira de Souza, A., Carneiro, L. A. T. X., da Silva Junior, O. P., de Carvalho, S. L. & Américo-Pinheiro, J. H. P. (2021). Assessment of water quality using principal component analysis: a case study of the Marrecas stream basin in Brazil. Environmental Technology (United Kingdom), 42(27): 4286–4295. https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1754922

61. Tiyasha, T., et al. (2021). Machine learning in water quality indices. Environmental Modelling & Software, 144, 105174. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105174