مقارنة جودة المياه بين مأخذي مياه شرب اللاذقية وطرطوس في بحيرة السّنّ

م. عزيز عادل عسيكريه* د. رائد جعفر** د. هيثم جناد** د. عادل عوض***

(الإيداع: 16 تشرين الأول 2024، القبول: 17 تشرين الثاني 2024)

الملخص:

تزوّد محافظتي طرطوس، واللاذقية بالمياه من موقعين مختلفين في بحيرة السّنّ، فالأولى تستجرّ المياه من منطقة الينابيع المغذّية للبحيرة، بينما تستجرّ الثانية مياهها بعيداً عن الينابيع. قورنت في هذا البحث جودة المياه بين مأخذي مياه شرب اللاذقية، وطرطوس، بهدف تقييم معنويّة الفروق بينهما، وحاجة كلّ منهما للمعالجة قبل الضّخّ، وذلك من خلال دراسة التّغيّرات الزمنيّة والمكانيّة في عدد من البارامترات الفيزياكيميائيّة، والميكروبيّة لجودة المياه المقاسة بمعدّل ثلاث مرّات شهريّاً في عام 2021 من كلا المأخذين.

أظهرت نتائج البحث وجود فروق معنويّة مكانيّة بين المأخذين في عكارة المياه، وأعداد عصيات الكوليفورم البرازيّة، وتراكيز كلٍّ من الأوكسجين المنحلّ، والأمونيا، والنّتريت، والنّترات، والفوسفات، إذ كانت قيم هذه البارامترات عند مأخذ مياه شرب طرطوس أفضل منها عند مأخذ مياه شرب اللاذقية. تؤكّد النّتائج حاجة المياه المستجرّة من مأخذ مياه شرب اللاذقية للمعالجة قبل تطهيرها، وضخّها، وعدم حاجة المياه المستجرّة من مأخذ مياه شرب طرطوس للمعالجة. تدعم النتائج ضرورة تعديل الموقع الحالي لمأخذ محطّة تنقية مياه شرب اللاذقية، ليصبح في منطقة الينابيع المغذية لأن محطة التنقية غير مؤهلة للتخلّص من الملوّثات العضويّة الموجودة في هذا الموقع، لاسيّما أنّها تنتقل مع المياه المرشّحة إلى مرحلة التّطهير الكيميائي بالكلور.

الكلمات المفتاحية: بحيرة السّنّ، مأخذ مياه شرب اللاذقية، مأخذ مياه شرب طرطوس، مياه صالحة للشرب، بارامترات جودة المياه.

* طالب دكتوراه – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

** أستاذ – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

*** مدرس – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

**** أستاذ – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

Comparison of Water Quality between Lattakia and Tartous Drinking Water Intakes of In Al-Sin Lake

Aziz Adel Osekrieh* Dr. Raed Jafar Dr. Haitham Jnad*** Dr. Adel Awad******

(Received: 16 October 2024 , Accepted: 17 November 2024)

Abstract:

Tartous and Lattakia governorates are supplied with water from two different locations in Al-Sin Lake. The first governorate draws its water from the feeding springs area of the lake, while the second draws its water away from the springs area. In this research, the water quality of Lattakia and Tartous intakes was compared to determine whether there is significantly spatial difference between them and the need for each of them to be treated before pumping. This was conducted through studying the temporal and spatial changes of several physicochemical and microbial parameters of water quality measured three times monthly in 2021 from both intakes.

The research results showed a significant spatial difference between the intakes in the water turbidity, fecal coliform counts, and in dissolved oxygen, ammonia, nitrite and nitrate concentration, in which the parameters values were better in Tartus drinking water intake than Lattakia drinking water intake. The results confirm the necessity for water drawn from Lattakia drinking water intake to be treated before sterilizing and pumping it, while the water drawn from Tartous drinking water intake does not need treatment. The results support the need to modify the current location of Lattakia drinking water purification plant intake, to be in feeding springs area because the plant is not qualified to remove the organic pollutants in this location, especially since they are transmitted in the filtered water to the chemical sterilization stage by chlorine.

Key words: Al-Sin Lake, Lattakia drinking water intake, Tartus drinking water intake, potable water, water quality parameters.

1- مقدمة Introduction

*** Postgraduate Student (Ph.D.), Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

**** Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

***** Lecturer, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

****** Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

تُضمَن سلامةُ مياه الشّرب من خلال مراقبة كفاءة التّدابير المُتّخذة لحماية المصدر المائيّ باستخدام بارامترات تُناسب ظروف المصدر المائيّ، وخصائصِ موقِعه الجيولوجيَة، والمناخيَة، وما يُحيطه من نشاطاتٍ بشريّة، وتُعبّر هذه البارامترات معاً عن جودة مياه المصدر المائيّ (Fortes et al., 2023).

إن جودة المياه Water Quality موضوع معقّد، وتعرّف بأنها مجموعة الخصائص الفيزيائيّة، والكيميائيّة، والحيويّة التي تُميّز المياه، وتُحدّد ملاءمتها للغرض الذي تستخدم من أجله (Effendi, 2016). وتُحدّد من خلال قياس البارامترات الفيزياكيميائيّة والحيويّة لعيّنات المياه المقطوفة، ومقارنتها مع المعايير المسموحة محلّياً، أو عالميّاً (Jafar, 2016).

يمكن التّمييز بين مصادر نقطيّة للتّلوث تشمل أيّة وسيلة محدودة، ومنفصلة تنقل الملوّثات إلى المصدر المائي مثل الأنابيب، أو الأقنية، وأخرى غير نقطيّة (منتشرة) مثل الهواء، أو التربة السطحية الملوثين (Edwards & Withers, 2008). تصعب مراقبة التّلوّث المنتشر، ورصده، وإدارته مقارنة بالتّلوّث النقطيّ، إذ تعمل المصادر النقطيّة بشكل مستمر وواضح ومركّز، بينما تكون المصادر المنتشرة غير منتظمة، وعرضيّة، ومرتبطة بأحداث التّصريف الكبرى (Edwards & Withers, 2008)، كذلك تُعقّد خصائص الأحواض المائيّة وديناميكيّاتها إدارتها إذ يصعب تحديدها بدقّة نتيجة التّباين في أنواع التّرب، والتّضاريس، والهيدرولوجيا، والمناخ، واستخدامات الأراضي (Heathwaite et al., 2005).

تُمثّل حماية المصدر المائيّ أوّل حواجز حماية جودة مياهه، وتُساهم الإدارة الفعّالة لحوضه بمنع، أو تقليل وصول الملوّثات إليه، وبالتّالي تقليل حجم معالجة المياه، وتكاليف الاستثمار (World Health Organization WHO, 2022).

تتعرّض بحيرة السّنّ للتلوّث جرّاء الأنشطة البشريّة في حوضها المغذّي، ورغم سهولة وصول الملوّثات إلى البحيرة، وجد باحثون أنّ جودة مياهها جيّدة خلال فترة رصدها من عدّة نقاط رصد باستخدام مؤشرات جودة مياه متنوّعة، وبارامترات جودة مياه مختلفة (Awad et al., 2017; Jafar, 2016; Jafar et al., 2023). لكن من جهة أخرى، أُثبت احتواء مياه الشّرب المعبأة من نبع السّنّ على معدني الرّصاص، والنّيكل بتراكيز أعلى مما هي عليه في ينابيع الدّريكيش، وبقين، والفيجة بتراكيز أقصاها $0.227\ mg/l$، و$0.48\ \mu g/l$ لكلّ منهما على التّوالي (Salman, 2015). وأُثبت أيضاً تعرُّض بحيرة السّنّ لفرط تغذية نتيجة وصول الفوسفور من مصادر تلوّث منتشرة على امتداد حوض البحيرة (Habib et al., 2017).

تزوّد محافظتي اللاذقية وطرطوس بمياه الشّرب بشكل رئيسي من بحيرة السّنّ من خلال محطّة تنقية لمياه شرب اللاذقية، ومحطّة ضخّ لمياه شرب طرطوس، وقورنت في هذا البحث جودة المياه عند مأخذي المحطّتين لتقييم معنويّة الفروق بينهما، وحاجة المياه عند كلٍّ منهما للمعالجة قبل الضّخّ.

2- أهمية البحث، وأهدافه Research Importance and Aims

يهدُف البحث إلى مقارنة جودة المياه عند مأخذي مياه شرب اللاذقية، وطرطوس بالاعتماد على بارامترات فيزياكيميائيّة، وحيويّة، لتقييم معنويّة الفروقات في جودة المياه بين المأخذين، وحاجة المياه فيهما للمعالجة، وتأتي أهميّة البحث من ضرورة حماية جودة مياه البحيرة، وابقائها ضمن مستوى مقبول يضمن السّلامة الصّحيّة للمستهلكين، مع تقليل كلفة استثمارها، للاستمرار في تزويد المستهلكين في محافظتي اللاذقية، وطرطوس بالمياه.

3- طرائق البحث ومواده Research Methods and Materials

3-1- منطقة الدراسة

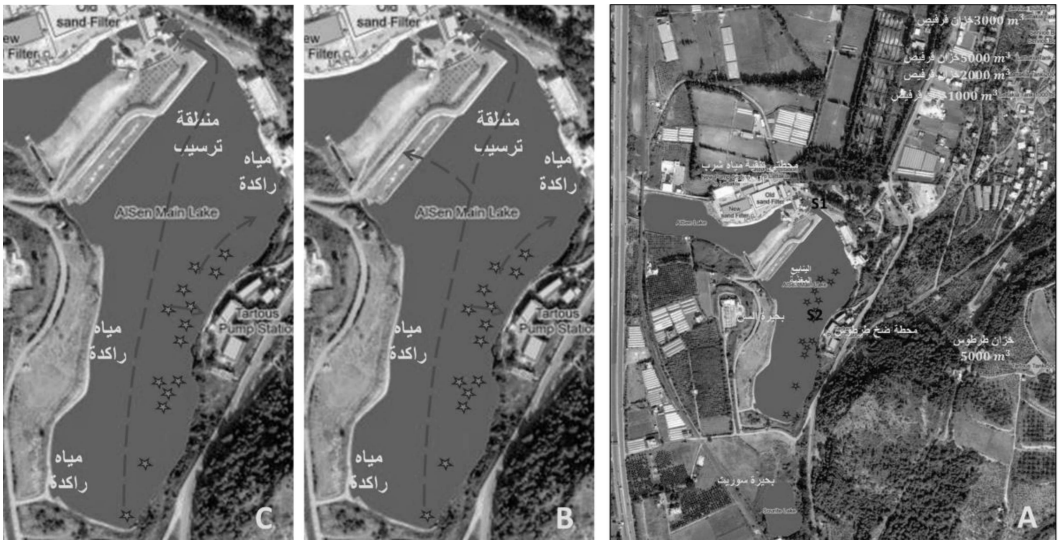
تقع بحيرة السّنّ على الحدود الإداريّة الفاصلة بين محافظتي اللاذقية، وطرطوس، شمال خط الاستواء بين دائرتي عرض $(35°15'13''N - 35°15'31''N)$، وشرق خط غرينتش بين خطّي طول $(35°58'09''E - 35°57'59''E)$، ويبلغ متوسّط طولها $525\ m$، وعرضها $125\ m$، بمساحةٍ سطحيّة $72000\ m^2$ (Hattab, 2012). تُصنّف البحيرة

جيوكيميائيّاً كبحيرة ضحلة قليلةَ العُمق، إذ يبلغ عمقها الوسطيّ $5\ m$، والأعظمي $13\ m$، وهي ذات تجدّد طبيعي غزير للمياه (Habib et al., 2017). تشكّلت البحيرة من نبع السّنّ، وتُغذّى من أربعة عشر نبعاً، الشّكل رقم (1)، ويسيلُ فائض المياه المتجمّعة في البحيرة باتجاه الغرب ليكوّن نهر السّنّ الذي يصبّ في البحر بطول $6\ km$ (Awad et al., 2000).

نُفّذت عدة مشاريع لضخّ مياه الشّرب من بحيرة السّنّ، بدأت بمشروع ضخّ مياه الشرب لمحافظة اللاذقية في عام 1971 بخط جرّ قُطره $700\ mm$، وبتصريف وسطيّ $0.4\ m^3/s$، ودُعم هذا الخطّ عام 1981 بخطّ جرّ آخر قُطره $1000\ mm$، وبتصريف وسطيّ $0.67\ m^3/s$، بالإضافةِ إلى خطّ جرّ ثالث قطره 1400 mm، وبتصريف وسطيّ $1.245\ m^3/s$، أما خط الجرّ الرّابع فقد نُفّذ على مرحلتين، الأولى عام 2000–2001 من خزان قرفيص ذو السعة $5000\ m^3$ إلى جبلة، ونُفّذت المرحلة الثانية عام 2007–2008 من جبلة إلى الخزان الرّئيسي في بوقا، وبلغ طول الخط 12000 m في المرحلة أولى، و26500 m في المرحلة الثانية، وقطره 1000 mm، وتصريفه $0.8\ m^3/s$ (Hattab, 2012). تُسحب المياه من البحيرة عبر مأخذ مائيّ يقع في الجانب الشّمالي الغربي منها بعيداً عن منطقة الينابيع، ومُجهّز بحاجزين شبكيّين معدنيّين يعلو كلّ منهما ممرّ، ومهمّتهما منع دخول النّباتات والمواد كبيرة الحجم إلى أحواض ترشيح محطّتي التّنقية القديمة، والجديدة، والّتي تعبر منهما المياه إلى بيّارات سحب، لتُضخّ إلى أربع خزّانات في قرفيص سِعاتُها التّخزينية m^3 (1000, 2000, 3000, 5000) ترتفع عن سطح البحر 92 m، ثمّ تُجرُّ إلى مدينة اللاذقية عبر خطوط الجرّ الأربعة (Osekrieh, 2018).

بدأ استثمار مياه بحيرة السّنّ لإمداد محافظة طرطوس بمياه الشّرب في عام 1989 بخطّ جرّ قطره 1000 mm، وبتصريف وسطيّ $1.125\ m^3/sec$ (Hattab, 2012). تُضخّ المياه إلى طرطوس عبر محطّتي ضخّ قديمة، وجديدة تستجرّان مياههما من موقع الينابيع مباشرة على بعد 35 m بواسطة عدّة قساطل كل منها مزوّد بشبك معدنيّ لمنع وصول المواد العالقة، وتَنقُل القساطل مياه البحيرة إلى بيّارة سحب ارتفاع المياه فيها حوالي 4 m، ويتغيّر بتغيّر منسوب المياه في البحيرة، ومنها إلى خزّان سعته التّخزينيّة $5000\ m^3$ يرتفع عن سطح البحر 135 m.

تقسُم السّدّة بحيرة السّنّ إلى قسمين أحدهما يحتوي ينابيع التّغذية، والآخر لا يحتوي ينابيع تغذية، وتساهم حركة المياه في تشكّل مناطق مياه راكدة، ومناطق تترسّب فيها المواد المُعلّقة، الشّكل رقم (1). إذ تتدفّق المياه من الينابيع نحو مأخذ محطّة تنقية مياه شرب اللاذقية الواقع في مكان وجود مفيضٍ مُتحرّك قديم استُبدل بمفيضٍ جديد ثابت في الجهة الغربيّة من البحيرة، ومن الجهة الجنوبيّة من البحيرة، الشّكل رقم (C–1)، وعند زيادة غزارة الينابيع عن كميّة المياه المُستجرّة من البحيرة، الشّكل رقم (B–1)، تتحرّك المياه الفائضة نحو النّهر عن طريق المفيض الثّابت الجديد.



الشّكل رقم (1): موقع الينابيع ونقطتيّ الرّصد في بحيرة السّنّ (A) وحركة المياه في البحيرة عند ارتفاع الغزارة (B) وعند انخفاضها (C)

تؤثّر على جودة مياه بحيرة السّنّ مصادر تلوّث منتشرة في حوضها مثل معاصر الزّيتون، ومكبّات القمامة، والجور الفنيّة، والبيوت البلاستيكية، والنّشاط الزّراعيّ الكثيف المترافق مع الاستخدام العشوائيّ للأسمدة الكيميائيّة، وتصل الملوّثات النّاجمة عن تلك المصادر بسرعة وبسهولة مع المياه إلى مناطق الينابيع المغذّية للبحيرة من خلال الفوالق الكبيرة في بنية الحوض الجيولوجيّة، أو المسيلات المائيّة الّتي تتبادل معها التّغذية المائيّة (General Organization of Remote Sensing, 2008). تؤثر الظواهر المتطرّفة المتكرّرة النّاجمة عن التغيّرات المناخيّة مثل الجفاف، والفياضات، سلباً على جودة مياه البحيرة، وكميّاتها، بالإضافة إلى الملوّثات الهوائيّة الّتي تنقلها الرّياح من محطّة بانياس الحرارية، ومصفاتها، والاتستراد الدّوليّ لوقوع البحيرة في الاتجاه السّائد للرّياح، فضلاً عن علاقتها العضويّة، واتّصالها الهيدروليكي ببحيرة سوريت التي تتلقّى حمولات تلوّث عالية من حوضها المغذّي (Shaheen et al., 2021). ويساهم انتشار النّباتات، والطّحالب في قاع بحيرة السّنّ، وعلى أطرافها بعيداً عن منطقة الينابيع المغذّية، في إضافة حمولة عضويّة ضمن البحيرة.

3-2- جمع العيّنات وتحليلها

قُطفت العيّنات من موقعي أخذ المياه لمحطّة تنقية مياه شرب اللاذقية S1، ومحطّة ضخّ مياه شرب طرطوس S2، في بحيرة السّنّ، الشّكل رقم (1-A)، وذلك في الفترة الصّباحيّة لأيّام خلت من العواصف، أو الفيضانات، إذ جُمعت العيّنات في عبوات بلاستيكيّة نظيفة بسعات $(500;1000)\ ml$ على عمق نصف متر من سطح البحيرة، وأجريت عليها تحاليل فيزياكيميائيّة، وميكروبيّة حقليّة ومخبريّة في مخبر محطّة تنقية مياه شرب اللاذقية بمعدّل ثلاث مرات شهريّاً لمدّة دورة هيدرولوجيّة في عام 2021، لتقدير درجة حرارتها، ودرجة pH، وناقليّتها، وقساوتها، وقلويّتها، وعكارتها، وأعداد عصيّات الكوليفورم البرازيّة فيها، وتراكيز كلّ من الأوكسجين المنحلّ، والكالسيوم، والمغنيزيوم، والأمّونيا، والنّترات، والنّتريت، والفوسفات، والكلوريد، والكبريتات، والصّوديوم، والبوتاسيوم.

استخدم اختبار الفرق بين متوسّطي عينتي نقطتي الرّصد لتقييم معنويّة الفروق المكانيّة في قياسات بارامترات جودة المياه بينها، إذ تُشير قيم P-value الأقلّ من مستوى الدّلالة المُعتمد $\alpha = 5\%$ على معنويّة الفروق بينهما.

4- النّتائج والمناقشة Results and Discussion

4-1- تغيّرات بارامترات جودة المياه عند مأخذي مياه شرب اللاذقيّة وطرطوس

يبين الجدول رقم (1) ملخصاً إحصائيّاً لقياسات بارامترات جودة مياه بحيرة السّنّ في نقطتي رصد مأخذ مياه شرب اللاذقية S1، ومأخذ مياه شرب طرطوس S2.

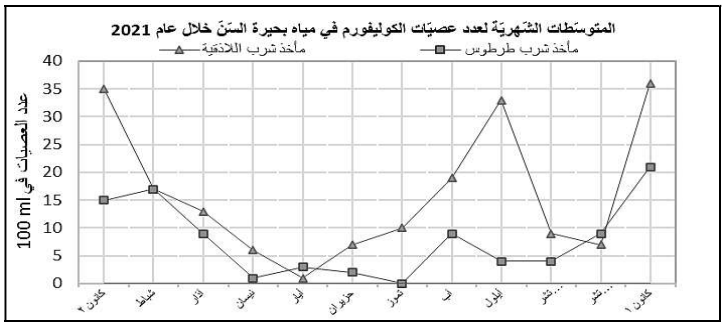
1- عصيّات الكوليفورم البرازيّة

يُشير الكوليفورم البرازيّ إلى احتمال وجود بكتريا ممرضة، أو فيروسات محمولة في المياه قادمة من أمعاء الإنسان عبر مياه الصّرف الصحيّ، أو الحيوانات، ويُقدّر بعدد العصيّات في كلّ 100 ml من المياه (Jafar, 2016; WHO, 2022). تؤكّد المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب على خلوّ مياه الشّرب من الكوليفورم البرازيّ (Syrian Arab Organization for Standardization and Metrology S.N.S 45, 2007)، وتحتاج المياه الملوّثة جرثوميّاً لتطهيرها قبل استخدامها. يبيّن الشّكل رقم (2) المتوسّطات الشّهريّة لعدد عصيّات الكوليفورم البرازيّة في نقطتيّ الرّصد.

لم تحقّق قياسات أعداد عصيّات الكوليفورم المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب في 83.33% من نقاط القياس عند مأخذ مياه شرب اللاذقية متراوحةً ضمن المجال $(0-80)\ c/100\ ml$، وفي 66.67% من نقاط القياس عند مأخذ مياه شرب طرطوس متراوحةً ضمن المجال $(0-26)\ c/100\ ml$، ولوحظت القيم الأعلى عند المأخذين في فترات الهطول المطريّ، وتشير النّتائج إلى ضرورة تطهير المياه المُستجرّة من المأخذين قبل استخدامها للشّرب.

الجدول رقم (1): نتائج قياس بارامترات جودة المياه في مأخذ مياه شرب اللاذقية S1، ومأخذ مياه شرب طرطوس S2

البارامتر		العظمى		الصغرى		الوسطى		الانحراف المعياري		T Test
		S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(P-Value)
درجة الحرارة	C°	22.6	21.7	10.6	10	16.3	15.8	3.8	3.8	0.6012
الأس الهيدروجيني	–	8.05	7.91	7.03	7.04	7.39	7.38	0.26	0.24	0.8496
النّاقليّة الكهربائيّة	µslcm	538	539	457	453	496	496	19	20	0.8713
القساوة الكلية	mg/l as $CaCO_3$	370	450	220	240	285	285	34	41	0.8934
القلويّة		350	360	220	230	262	268	31	29	0.4277
العكارة	NTU	9.5	3.2	3.1	0.9	5	1.8	1.6	0.5	$3.6*10^{-15}$
الأوكسجين المنحلّ	mg/l	6.3	6.5	5.4	5.5	5.9	6	0.3	0.3	0.052
الكالسيوم		80	84	52	48	66	67	8	8	0.4023
المغنيزيوم		52.8	79.2	14.4	16.8	28.7	28	8.2	11	0.4962
الصّوديوم		22	24	12	13	17	18	3	3	0.1067
البوتاسيوم		1.8	1.7	0.61	0.75	1.09	1.19	0.28	0.24	0.1104
الكلوريد		30	28	16	18	22	23	3	3	0.1584
الكبريتات		29	29	8	10	19	21	5	4	0.0528
الأمّونيا		0.224	0.135	0	0	0.067	0.028	0.065	0.034	0.0022
النّتريت		0.408	0.167	0.02	0.02	0.13	0.095	0.091	0.045	0.0484
النّترات		19.1	14.5	4	3.1	9.96	6.88	3.61	3.23	0.0003
الفوسفات		0.38	0.26	0.01	0	0.18	0.123	0.112	0.073	0.0124
الكوليفورم البرازيّ	Cs/100 ml	80	26	0	0	16	8	18	8	0.0156



الشّكل رقم (2): المتوسّطات الشهريّة لقياسات عدد عصيّات الكوليفورم في مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

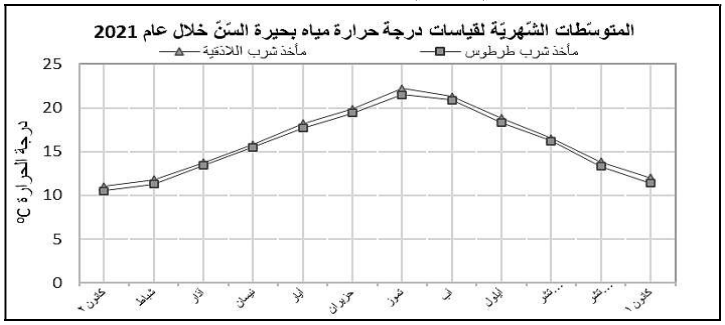
2- درجة حرارة المياه

تُعتبر درجة حرارة المياه عاملاً مهمّاً في التّوازنين البيئيّ والشّاردي ضمنها، فهي تؤثّر في مُجمل خصائص المياه كالكثافة، واللّزوجة، ومعدّل انحلال الغازات، وسرعة التّفاعلات الكيميائيّة والحيويّة، والّتي تؤثّر بمجموعها في عمليّة التّنقية الذّاتيّة (Cheikho et al., 2019). يبيّن الشّكل رقم (3) المتوسّطات الشّهريّة لدرجة حرارة المياه المقاسة في نقطتيّ الرّصد.

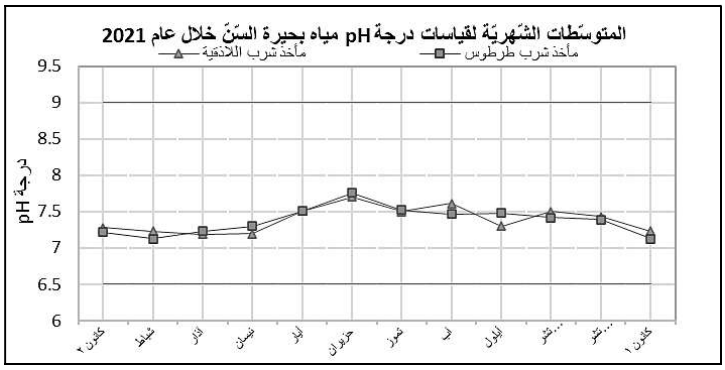
تراوحت درجة حرارة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد ضمن المجال $(10 - 22.6)°C$، وبلغت قيمها العليا في شهريّ تموز وآب، والدّنيا في شهريّ كانون الثّاني وشباط، وكانت درجة حرارة المياه في مأخذ مياه شرب طرطوس أقلّ منها في نقطة رصد مأخذ مياه شرب اللاذقية، وذلك لوقوعها عند الينابيع التي تغذّي البحيرة بالمياه الجوفيّة.

3- درجة pH

تُعتبر درجة pH بمثابة قياسٍ لدرجةِ حموضة المياه، أو قلويّتها، ومؤشّراً مهمّاً في فهم التّوازن الكيميائي في المياه، إذ تُفسد الحموضة، أو القلويّة الزّائدة جودة المياه وتمنع إمكانيّة الحياة المائيّة، كما وتحدّ من صلاحيّة المياه للاستخدامات المُختلفة، فيُسبّب الوسط الحامضيّ $(pH < 7)$ تآكل الأنابيب، وتجهيزات نقل وتوزيع المياه، ويزيد انحلاليّة بعض العناصر الثّقيلة في المياه، بينما يُسبّب الوسط القلويّ $(pH > 7)$ ترسّب الكالسيوم، والمغنيزيوم على أسطح الأنابيب، ويدلّ على انتشار النّباتات والطّحالب في الجسم المائيّ (Cheikho et al., 2019; Osekrieh, 2018). تؤثر درجة pH على تشكّل مركّبات ثلاثي الهالوميثان THMs المُسرطِنة عندما تتجاوز قيمتها 8، وتخضع المياه للتّطهير بالكلور (WHO, 2022). وتتأثّر درجة pH بنشاط الأحياء والنّباتات المائيّة، وطبيعة المنطقة الجيولوجيّة، والهطول المطريّ، ووفرة المغذّيات والملوّثات النّاتجة عن النّشاطات البشريّة (Ghalia, 2013; Jafar et al., 2023). تسمح المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب أن تتراوح قيمة درجة pH مياه الشّرب بين 6.5، و9 (S.N.S 45, 2007). يبيّن الشّكل رقم (4) المتوسّطات الشّهريّة لدرجة pH المياه المقاسة في نقطتيّ الرّصد.



الشّكل رقم (3): المتوسّطات الشهريّة لدرجة حرارة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

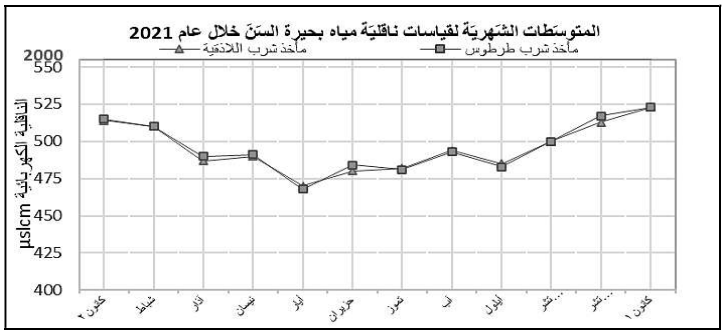


الشّكل رقم (4): المتوسّطات الشهريّة لدرجة pH مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

تراوحت قيم درجة pH عند مأخذي مياه شرب اللاذقية وطرطوس ضمن المجال (8.05–7.03)، وهي قيم محقّقة للمواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، وتعكس الطّبيعة القلويّة الخفيفة لمياه الحوض المغذّي، نتيجة سيادة شوارد الكربونات والبيكربونات فيها، وطبيعة التكشّفات الصّخريّة الّتي تجتازها المياه المغذّية للبحيرة، ولتأثير النّباتات المائيّة، والطّحالب الّتي تُساهم باستهلاكها لثنائيّ أوكسيد الكربون نهاراً بزيادة درجة pH. لوحظ تزامن القيم الأدنى مع فترات الهطول المطريّ وذلك تحت تأثير الجريان السّطحيّ الملوّث بالصّرف الصّحّي والزّراعيّ، فيما ترتفع درجة pH صيفاً مع ازدياد نموّ الطّحالب ونشاطها. ومن الملاحظ بلوغ قيم درجة pH عند مأخذ مياه شرب اللاذقية القيمة 8، ولذلك يجب التحقق باستمرار من قيمة درجة pH المياه الخارجة من مرشّحات محطّة التقنية قبل تطهيرها.

4– النّاقليّة الكهربائيّة

تُعبر النّاقليّة الكهربائيّة عن قدرة المياه على نقل التّيار الكهربائيّ وتقاس بوحدة µs/cm، وتُشير إلى كميّة الأملاح المنحلّة في المياه، لذلك فهي تتأثّر بتركيز الأملاح وبالهطول المطريّ والنّشاطات البشريّة الملوّثة (Osekrieh, 2018) فتزداد قيمتها مع الانحلال الإضافي للأملاح من مصادر طبيعيّة كالتّربة، أو البحر، أو من مصادر بشريّة كالصّرف الصّناعي والزّراعيّ، وتؤثر على طعم المياه وقساوتها وتزيد التّرسبات في الأنابيب. وتنصّ المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب على ألا تتجاوز ناقليّة مياه الشّرب 2000 µs/cm (S.N.S 45, 2007). يبيّن الشّكل رقم (5) المتوسّطات الشّهريّة لناقليّة المياه في نقطتيّ الرّصد.

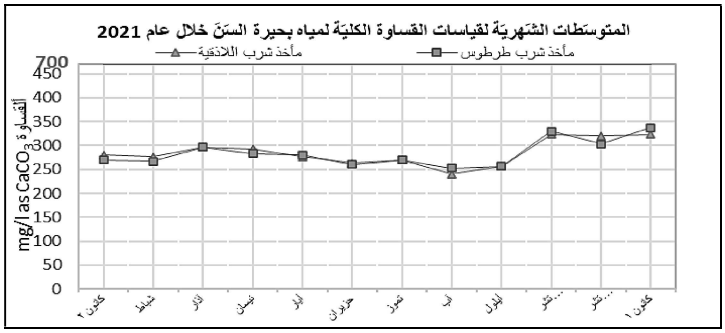


الشّكل رقم (5): المتوسّطات الشهريّة لناقليّة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

تراوحت قيم نّاقليّة المياه عند نقطتي الرّصد ضمن المجال $(453 - 539)\ \mu S/cm$، محقّقة المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، وكانت قيمتيها متقاربتين عند كلّ نقطة قياس، ولوحظت القيم المرتفعة شتاءً نتيجة الجريان الجوفي المحفّز لانحلال الصّخور الكربونيّة الحاملة.

5– قساوة المياه Water Hardness

تتشكّل قساوة المياه طبيعياً من انحلال مجموعة شوارد معدنيّة متعدّدة التّكافؤ في المياه، وخاصّة كاتيونيّ الكالسيوم والمغنيزيوم، ويعبّر عنها بالميليجرامات من كربونات الكالسيوم لكل لتر $mg/l\ as\ CaCO_3$ (WHO, 2022; Yadav et al., 2010). لا تؤثر القساوة صحياً على المستهلكين، إلّا أنّها تُعتبر مقياساً مهمّاً لقبولهم لها، وكذلك لاعتبارات فنيّة واقتصاديّة وتشغيلية، إذ تُسبّب المياه الّتي تزيد قساوتها عن 200 mg/l ترسّبات ملحيّة في مراحل معالجة المياه، وأنظمة توزيعها، وتُسبب زيادة استهلاك الصّابون، بينما تُساهم المياه اليسرة الّتي تقلّ قساوتها عن 100 mg/l في تآكل أنابيب التّوزيع (WHO, 2022). تُصنّف المياه وفقاً قساوتها إلى مياه يسرة قساوتها $(0-75)\ mg/l\ as\ CaCO_3$، ومعتدلة القساوة قساوتها $(75-150)\ mg/l\ as\ CaCO_3$، وعسرة قساوتها $(150-300)\ mg/l\ as\ CaCO_3$، وعسرة جداً تزيد قساوتها عن $300\ mg/l\ as\ CaCO_3$ (Yadav et al., 2010). ولا تسمح المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب أن تتجاوز قساوة المياه $700\ mg/l\ as\ CaCO_3$ (S.N.S 45, 2007). يبيّن الشّكل رقم (6) المتوسّطات الشّهريّة لقساوة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد.

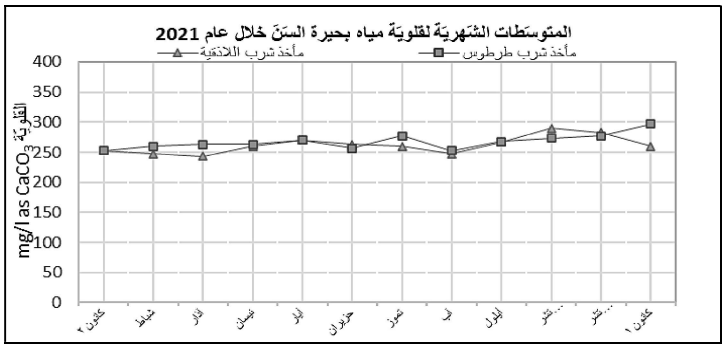


الشّكل رقم (6): المتوسّطات الشهريّة لقساوة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

لم تتجاوز قيم قساوة المياه الحد المسموح به وفق المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، وتراوحت عند مأخذ مياه شرب اللاذقية في المجال $(220-370)\ mg/l\ as\ CaCO_3$، وعند مأخذ مياه شرب طرطوس في المجال $(240-410)\ mg/l\ as\ CaCO_3$، ويمكن بالتالي اعتبار مياه بحيرة السّنّ قاسية، وهي ذات منشأ طبيعي إذ لوحظت القيم الأعلى بجانب الينابيع المغذّية للبحيرة، وخاصّة في فترات الهطول المطري بالتّزامن مع تحفيز انحلال الصّخور الكربونيّة الحاملة، وانحلال المزيد من أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم منها.

6– قلويّة المياه

تُعرّف قلويّة المياه بقدرتها على تعديل حمض قياسيّ إلى درجة pH تتراوح بين (4.6–9.4)، ويعبّر عنها بوحدة $mg/l\ as\ CaCO_3$، وتعُزى إلى وجود أملاح حمضيّة ضعيفة، وأملاح قلويّة ضعيفة وقويّة مثل أملاح الكربونات، والبيكربونات الّتي تشكل الجزء الأكبر منها، بالإضافة إلى الهيدروكسيدات، وأملاح الفوسفات، والبورات، والكبريتات (Ghalia, 2013). تُساهم المياه القلويّة في زيادة ترسّب الأملاح في الأنابيب، وعموماً لا تُسبب المياه ذات درجة pH العالية تآكلاً في الأنابيب (Jafar et al., 2023; WHO, 2022). يبيّن الشّكل رقم (7) المتوسّطات الشّهريّة لقلويّة المياه في نقطتيّ الرّصد.

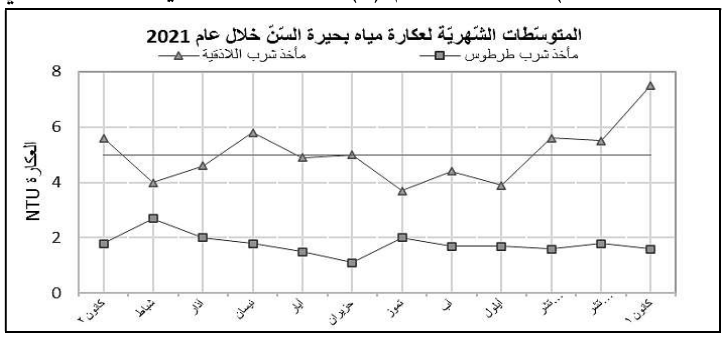


الشّكل رقم (7): المتوسّطات الشهريّة لقلويّة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

تراوحت قيم قلويّة المياه عند نقطتي الرّصد ضمن المجال $(220-360)\ mg/l\ as\ CaCO_3$. ترفع الطّحالب والنّباتات المنتشرة في قاع البحيرة، وعلى سطحها من قلويّة المياه عبر عمليّات تنفّسها، وترفع أيضاً المحتوى العضويّ فيها، والذي لا تأخذه بالاعتبار أنظمة التّنقية والضّخ، عدا عن أنّ المياه القلويّة تزيد من التّرسّبات الملحيّة في الأنابيب خاصّة مع وجود نسبة عالية من أملاح الكالسيوم، والمغنيزيوم في المياه (WHO, 2022).

7– عكارة المياه

تنتج عكارة مياه المصدر المائيّ عن جزيئات صغيرة معلّقة (مثل الطّين والطّمي)، ورواسب كيميائيّة (مثل المنغنيز والحديد)، وجسيمات عضويّة (مثل بقايا النباتات)، وكائنات حيّة مائيّة، وطفيليّات تعيش في أمعاء المجترات (مثل الكريبتوسبوريديوم cryptosporidium والجيارديا Giardia)، لذلك تشير المياه العكرة إلى وجود ملوّثات كيميائيّة وميكروبيّة فيها، أو إلى مشاكل في نظامي معالجة المياه وتوزيعها، ويربط العديد من المستهلكين التعكّر بالسّلامة ويعتبرون المياه العكرة غير آمنة للشّرب. ويقيس مؤشّر العكارة خاصيّة تبعثر الضّوء في المياه، وهي صفة مؤثّرة في الحياة الحيويّة فيها لأنّها تمنع، أو تخفّف من اختراق أشعّة الشّمس للمياه ممّا يؤثّر على تركيز الأوكسجين المنحلّ، ويعيق عمليّة التّمثيل الضوئيّ، لذلك يعبّر عن العكارة بوحدة Nephelometric Turbidity Unit (NTU) (Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018; WHO, 2022). تدلّ التّغيّرات السّريعة في عكارة مياه المصدر المائيّ على وصول حمولة تلوّث إليه، والبطيئة على تغّيرات في طبيعته، وتُربك العكارة العالية الّتي تحدث من فترة لأخرى عمليّات المعالجة، وكذلك التّرشيح غير الفعّال بعد الغسيل العكسي للمرشّح، إذ تحمي العكارة الكائنات الحيّة الدّقيقة من آثار التّطهير وتُحفز نموّ البكتريا، مما قد يسمح لمسبّبات الأمراض والملوّثات بالدّخول إلى المياه المعالجة ونظام التّوزيع، فتزيد كميّة الكلور اللازمة للتّطهير. ومن هنا تؤكّد منظّمة الصّحة العالميّة، والمواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب على ضرورة ألا تتجاوز عكارة المياه 1 NTU من أجل كفاءة عمليّة التّطهير بالكلور، فيما تسمح المواصفة القياسيّة السّورية بعكارة لمياه الشّرب حتى 5 NTU (S.N.S 45, 2007; WHO, 2022). يبيّن الشّكل رقم (8) المتوسّطات الشّهريّة لعكارة المياه في نقطتيّ الرّصد.

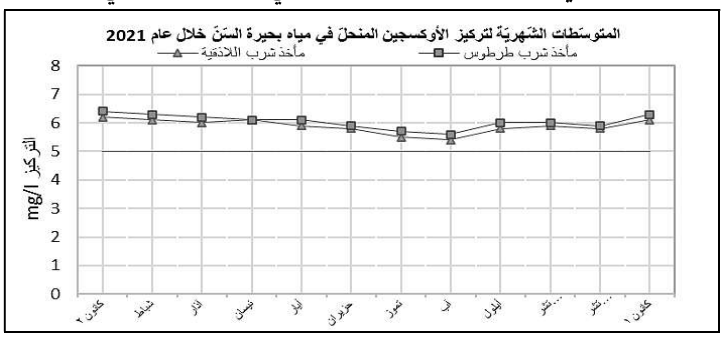


الشّكل رقم (8): المتوسّطات الشهريّة لعكارة مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

تجاوزت قيم عكارة مياه بحيرة السّنّ الحد المسموح به في المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب في 44.44% من نقاط القياس عند مأخذ مياه شرب اللاذقية متراوحةً ضمن المجال $(3.1 - 9.5)\ NTU$ حيث تنتشر النّباتات والطّحالب والمواد الطّافية عند المأخذ وتصل أجزاء منها إلى مرشّحات محطّة التّنقية، بينما بقيت قيمها ضعيفة وأقلّ من الحدّ المسموح في نقاط القياس جميعها عند مأخذ مياه شرب طرطوس متراوحةً ضمن المجال $(0.9 - 3.2)\ NTU$، وذلك لوجود المأخذ في مواقع الينابيع المغذّية للبحيرة. ولوحظ أنّ عكارة مياه بحيرة السّنّ تزداد في فترات هطول الأمطار مع تسرّب المياه العكرة من المناطق القريبة من البحيرة إلى الحامل الجوفيّ للبحيرة عبر الشّقوق والفراغات الكارستيّة الكبيرة بدون أنّ تتخلّص من عكارتها، نظراً لسرعة الجريان الجوفيّ الكبيرة، بينما تتناقص عكارة المياه المتسرّبة من الأجزاء البعيدة في منطقة التّغذية بسبب العوامل الفيزيائيّة والكيميائيّة الّتي تأخذ دورها في تنقية المياه خلال فترة جريان المياه الجوفيّة (Awad et al., 2000). لوحظ ارتفاع عكارة المياه عند مأخذ مياه شرب اللاذقية بشكل متقطّع تحت تأثير التلوّث الدّاخلي للبحيرة عبر وصول النّباتات والطّحالب إلى المأخذ، وتأثير التلوّث بالغبار من الطّريق السّريع الغربيّ أثناء هبوب الرياح الجنوبيّة الغربيّة السّائدة في المنطقة، وتعيق التّبدلات في العكارة عمليّة التّنقية اللاحقة الّتي لا تأخذها بالحسبان وتقلّل من فعاليّة عمليّة التّطهير الكيميائيّ ويدعم ذلك النّتيجة الّتي توصّلت إليها دراسة سابقة لضعف كفاءة عمل مرشّحات محطّة تنقية مياه شرب اللاذقية (Osekrieh, 2018).

8– تركيز الأوكسجين المنحلّ

يُشير الأوكسجين المنحلّ إلى قدرة المجرى والمسطّح المائيّ على التّنقية الذّاتية، ويجب ألّا يقلّ في المياه عن 5 mg/l وفقاً للمواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب (S.N.S 45, 2007). يصل الأوكسجين المنحلّ إلى المياه إمّا من الجوّ، أو من عمليّات التّمثيل الضّوئي، لذلك تتأثر تراكيزه عكساً مع كلٍّ من درجة حرارة المياه، وتركيز الأملاح المنحلّة، وتركيز الملوّثات العضويّة، وطرداً مع كلٍّ من الضّغط الجويّ، وسرعة الجريان، وعمليّات التّمثيل الضّوئيّ في المصدر المائيّ. يبيّن الشّكل رقم (9) المتوسّطات الشّهريّة لتركيز الأوكسجين المنحلّ في المياه عند نقطتيّ الرّصد.



الشّكل رقم (9): المتوسّطات الشهريّة لتركيز الأوكسجين المنحلّ في مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

تقع التّغيّرات الزّمنيّة لتراكيز الأوكسجين المنحلّ في المياه على امتداد الدّورة الهيدرولوجية في مجال صغير، فتراوحت في نقطتيّ الرّصد ضمن المجال $(5.4 - 6.5)\ mg/l$، محقّقةً للمواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، وتزداد تراكيزه في فصلي الشّتاء والرّبيع، وتنخفض في الصّيف والخريف، متأثّرةً طرداً مع حجم التغذية المائيّة، وعكساً مع درجة حرارة المياه.

9– تراكيز الكاتيونات في المياه

يعتبر الكالسيوم الكاتيون الأكثر سيادة في مياه المناطق المعتدلة، وهو من المكوّنات الرّئيسة للصّخور الرّسوبية، ويليه المغنيزيوم، لذلك فإن مصادر هذين الكاتيونين في المياه طبيعية، وتؤثّر أملاحهما على نّاقليّة المياه، وتركيز الأملاح المنحلّة فيها، وتؤثّر تراكيزهما العالية على طعم المياه، وتعتبر أملاح الكالسيوم المسبب الرّئيس لعسر المياه، بالرغم من أنّ وجود تراكيز قليلة منها يحدّ من تآكل الأنابيب، ويُحسّن نفاذيّة التّرب، ويقلّل من التّأثير الضّار للصّوديوم (Cheikho et

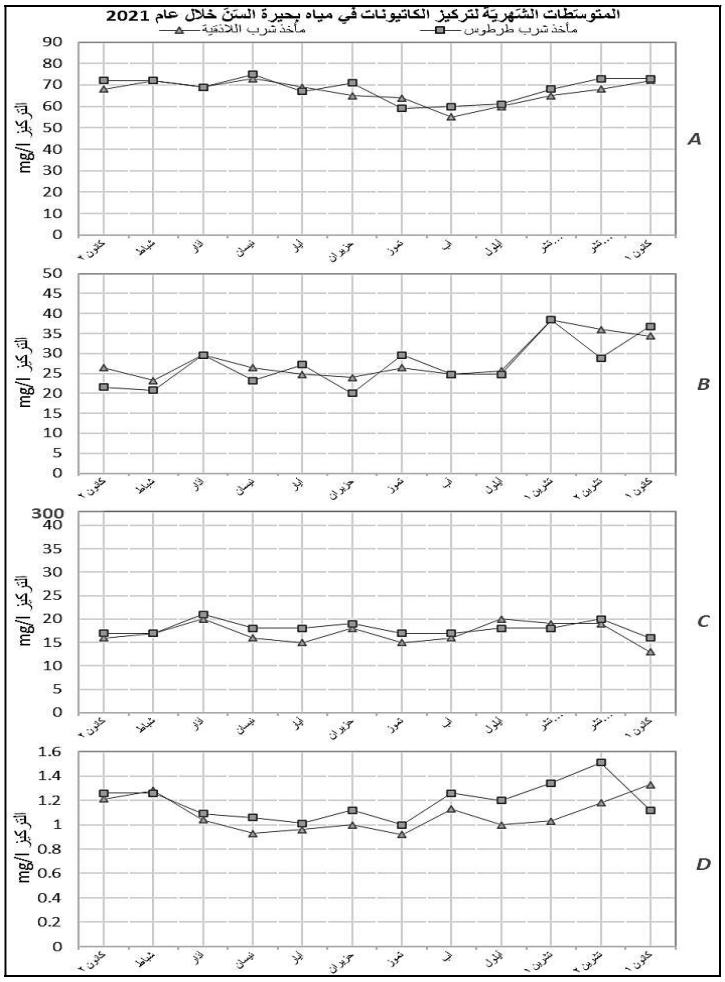
al., 2019). أيضاً، فإنّ الصّوديوم من أكثر الفلزّات القلويّة وجوداً في المياه الطّبيعية نتيجة الانحلاليّة العالية لأملاحه ومركّباته في المياه، فضلاً عن إمكانيّة وصوله من مياه الصّرف الصّحّي، والصّناعي، والزّراعيّ (Cheikho et al., 2019). وبخلافه، يتصف البوتاسيوم وأملاحه بالانحلاليّة المنخفضة في المياه، ونادراً ما يصل إلى المياه السّطحيّة طبيعيّاً نتيجة تثبيت فلزّات التّربة له بشكلٍ غير عكوس، وإنّما يصل عن طريق الأسمدة الزّراعية (Cheikho et al., 2019). يُعتبر الغذاء المصدر الأساسي لتعرّض الجسم للصّوديوم، والبوتاسيوم، وتسمح المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب ببلوغ تركيز الصّوديوم في مياه الشّرب 300 mg/l، بينما لا تنصّ على قيمة إرشادية صحيّة لتركيز البوتاسيوم في مياه الشّرب نظراً لمستوياته الضّعيفة جداً فيها مقارنة بحاجة الجسم اليوميّة منه البالغة أكثر من 3000 mg (S.N.S 45, 2007). يبيّن الشّكل رقم (10) المتوسّطات الشّهريّة لتراكيز الكاتيونات في نقطتيّ الرّصد.

بلغ مجال تراكيز الكالسيوم في المياه عند مأخذي المياه $(52-84)\ mg/l$، وتراكيز المغنيزيوم $(14.4-48)\ mg/l$، وتراكيز الصّوديوم $(10-24)\ mg/l$، وتراكيز البوتاسيوم $(0.61-1.8)\ mg/l$، وجميع القيم ضعيفة تدلّ على الطّبيعة الجوفيّة العذبة للمياه المغذّية لبحيرة السّنّ، ومجالات تغيّرها زمنيّاً قليلة نتيجة تغلغل مياه الأمطار ضمن فراغات الصخور خلال فترة قصيرة نسبياً فلا تسمح بحلّ كمية كبيرة من الأملاح من الصّخور الحاملة، إلّا أن الانتشار الواسع للصّخور الحاوية على الكالسيوم ضمن الحوض المغذّي، يجعل تراكيز الكالسيوم في المياه أعلى من تراكيز الكاتيونات الأخرى.

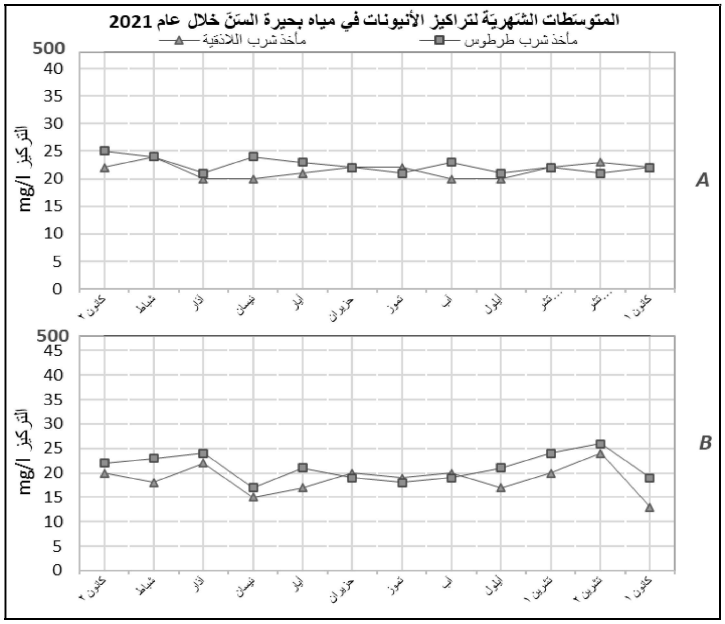
10- تراكيز الأنيونات في المياه

يصل الكلورايد إلى المياه طبيعيّاً من الصّخور الرّسوبية، ومعادن الصّخور النّارية، ومن مياه الصّرف الصّحي والصّناعيّ، والمياه المالحة المتسرّبة (Cheikho et al., 2019). بينما تتشكّل الكبريتات في المياه من أكسدة المعادن في التّرب والصّخور المحيطة بالمصدر المائيّ، وانحلال مركّباتها النّاتجة، ومن أكسدة المواد العضويّة كالطّحالب والبقايا النّباتيّة والحيوانيّة في المياه، ومن التلوّث بالأسمدة الزّراعيّة والمبيدات الحشريّة، وبمياه الصّرف الصّناعي، ومن التّرسيب الجويّ (Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018). يُعتبر الغذاء المصدر الرئيس لتعرّض الانسان للكلورايد والكبريتات، ولا تشكّل مستوياتهما في مياه الشّرب خطراً صحيّاً، إلّا أنّ تراكيزهما العالية قد تسبب ظهور طعم غير مستساغ للمياه (WHO, 2022). ولا تسمح المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب بتجاوز تراكيز كلّ من الكلورايد والكبريتات في مياه الشّرب عن 500 mg/l (S.N.S 45, 2007). يبيّن الشّكل رقم (11) المتوسّطات الشّهريّة لتراكيز الأنيونات المقاسة في نقطتيّ الرّصد.

بلغ مجال تراكيز الكلوريد في نقطتيّ الرّصد $(15-30)\ mg/l$، وتراكيز الكبريتات $(8-29)\ mg/l$، وحقّقت جميع القيم المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، ويعزى ذلك لطبيعة المياه الجوفيّة العذبة المغذّية للبحيرة، ويُشير وجود تراكيزهما الأعلى في منطقة الينابيع المغذّية إلى وصولهما للمياه من مصادر طبيعيّة.



الشّكل رقم (10): المتوسّطات الشهريّة لتراكيز الكاتيونات في مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد A– الكالسيوم؛ B– المغنيزيوم؛ C– الصّوديوم؛ D– البوتاسيوم

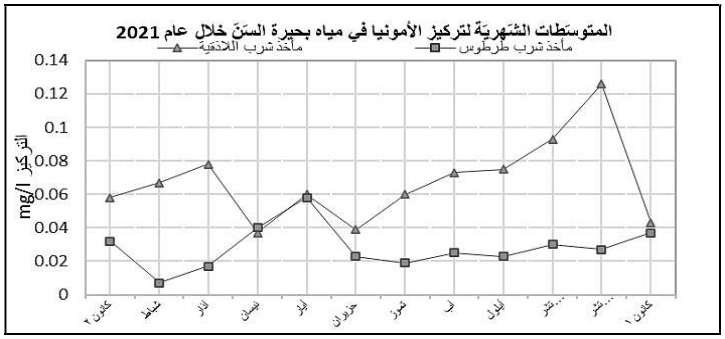


الشّكل رقم (11): المتوسّطات الشهريّة لتراكيز الأنيونات في نقطتيّ الرّصد: A– الكلورايد؛ B– الكبريتات

11- تراكيز المغذّيات في المياه

11-1- الأمّونيا

تتشكّل الأمّونيا في المياه نتيجة التفكّك الطّبيعي للمواد العضويّة النّباتية، والحيوانيّة، أو نتيجة الأنشطة البشريّة الصّناعية، والزّراعيّة، وتسرّب الصّرف الصّحي إلى المصدر المائيّ، ويدلّ ارتفاع تركيزها إلى حدوث تلوّث المياه بالمواد العضويّة القابلة للتّحلل، بينما يُشير انخفاض تركيزها إلى حدوث نترجة تحوّلها إلى نتريت ثم نترات، وتكون عادة مستوياتها الطّبيعية في المياه الجوفيّة، والمياه السّطحيّة أقل من 0.2 mg/l (Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018; WHO, 2022). تضعف الأمّونيا كفاءة عمليّة التّطهير فتتفاعل مع الكلور لتقليل تركيز الكلور الحرّ وتكوّن الكلورامين، وتتسبّب في تكوين النّتريت في أنظمة التوزيع وفشل المرشّحات بإزالة المنغنيز وإحداث مشاكل في طعم المياه ورائحتها، وتكون تراكيزها في مياه الشّرب أقلّ بكثير من تلك الخطرة على الصّحة، ولا توجد تأثيرات سُميّة لها إلا عند التّعرض لأكثر من 200 mg/Kg من وزن الجسم. لذلك لا تقترح المواصفات القياسيّة العالمية لمياه الشّرب ولا السّوريّة قيمة إرشاديّة صحيّة لها (S.N.S 45, 2007; WHO, 2022). يبيّن الشّكل رقم (12) المتوسّطات الشّهريّة لتركيز الأمّونيا في نقطتيّ الرّصد.



الشّكل رقم (12): المتوسّطات الشهريّة لتركيز الأمّونيا في مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

بلغ التّركيز الأعظمي لتركيز الأمّونيا عند مأخذي شرب اللاذقية وطرطوس $(0.135, 0.224)\ mg/l$ على التوالي، وهي قيم منخفضة تشير إلى حدوث النّترجة وتحوّل الأمّونيا الحرّة إلى نتريت، وكانت القيم أعلى عند مأخذ شرب اللاذقية نتيجة وصول حمولة عضويّة مصدرها النباتات المائيّة والطّحالب في البحيرة.

11-2- النّتريت والنّترات

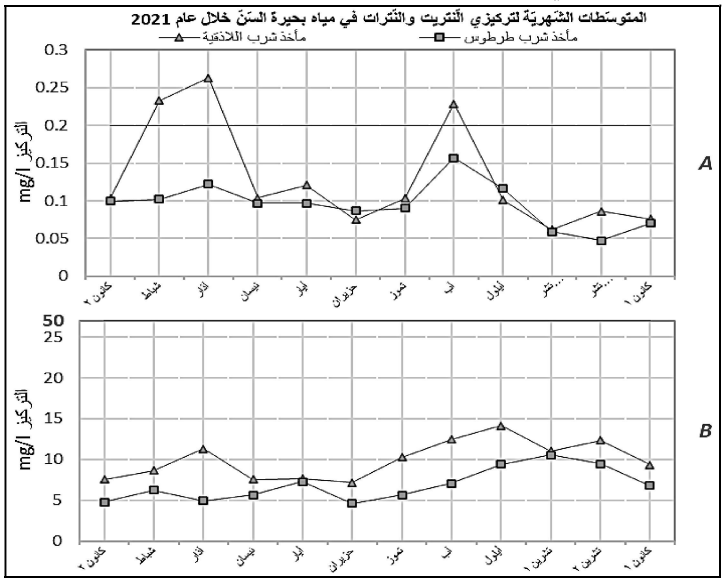
يُعتبر النّتريت والنّترات من المؤشّرات الكيميائيّة الأساسيّة المعبّرة عن درجة التلوّث بالمغذّيات خاصّة في المياه الرّاكدة، والمناسبة للتّكاثر الطّحلبيّ (Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018; Salman, 2015). يتأكسد النّتريت بوجود الأوكسجين بسهولة إلى نترات، لذلك يشير وجوده في المياه إمّا إلى حدوث تلوّث حديث بالصّرف الصّحي لم يستغرق فيه النّتريت زمناً كافياً للتأكسد إلى نترات، أو إلى بيئة مُرجعة فقيرة بالأوكسجين تُرجع فيها البكتريا النّترات إلى نتريت (Cheikho et al., 2019; Salman, 2015). توجد النّترات بشكلٍ طبيعيّ في المياه، وهي الشّكل الأكثر استقراراً للمركبات الآزوتيّة، ويدلّ ثبات تركيزها على استقرار التفاعلات في المياه، بينما يدلّ ارتفاعه على وصول تلوّث عضويّ يتسبّب بنموّ النّباتات المائيّة وتكاثرها وحدوث إثراءٍ غذائيّ في المصدر المائي (Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018; WHO, 2022).

يتفاعل المتبقّي من النّتريت الممتص في الدّمّ مع هيموغلوبين الدّم مشكّلاً ميثموغلوبين الذي يُسبب في الرّضع متلازمة الطّفل الأزرق، ويُعتقد أيضاً أنّ للنّتريت أثر مسرطن نظراً لإمكانيّة تفاعله مع العديد من مركّبات الجسم، وتكوين مركّبات ن–نتروزو N–nitroso المُسرطنة للإنسان (WHO, 2022). بينما تمنع النّترات التي تصل إلى جسم الانسان في مياه الشّرب من امتصاص اليود، وتؤثّر سلباً على عمل الغدّة الدّرقية، وتغيّر من تركيز هرمونها ووظائفه، لذلك تربط دراسات

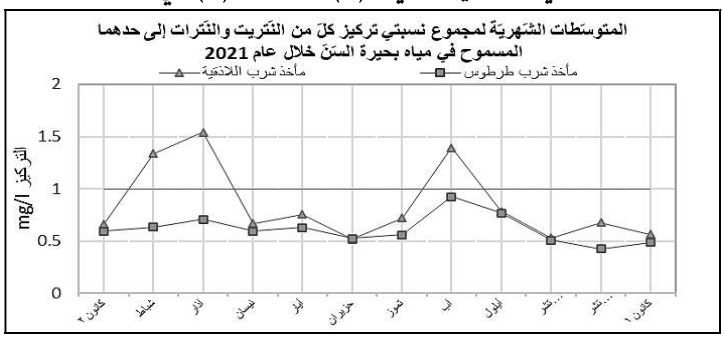
عديدة بينه وبين التشوّهات الخلقيّة (Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018; WHO, 2022). وفقاً للمواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، يبلغ الحدّ المسموح لكلّ من النّتريت، والنّترات في مياه الشّرب $(0.2, 50)\ mg/l$ على التّوالي، وبسبب إمكانيّة تواجد النّترات والنّتريت في مياه الشّرب بشكل متزامن، فإن مجموع نسب تركيز كلّ منهما على التّوالي $(C_{Nitrate}, C_{Nitrite})_{mg/l}$ إلى قيمته الإرشادية في مياه الشّرب وفقاً للمواصفة القياسيّة المعتمدة $(GV_{Nitrate}, GV_{Nitrite})_{mg/l}$ يجب أن يحقّق المتراجحة: (S.N.S 45, 2007)

$$\frac{C_{Nitrate}}{GV_{Nitrate}} + \frac{C_{Nitrite}}{GV_{Nitrite}} \leq 1 \qquad (1)$$

يبيّن الشّكل رقم (13) المتوسّطات الشّهريّة لتركيزيّ كلّ من النّتريت، والنّترات المُقاسة في نقطتي الرّصد، ويبيّن الشّكل رقم (14) المتوسّطات الشّهريّة لمجموع نسبتي تركيزيهما إلى حدّهما المسموح وفق المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب.



الشّكل رقم (13): المتوسّطات الشهريّة لتركيزي النّتريت (A)، والنّترات (B) في مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد



الشّكل رقم (14): المتوسّطات الشهريّة لمجموع نسبتيّ تركيزي النّتريت والنّترات في نقطتي الرصد إلى حدّهما المسموح

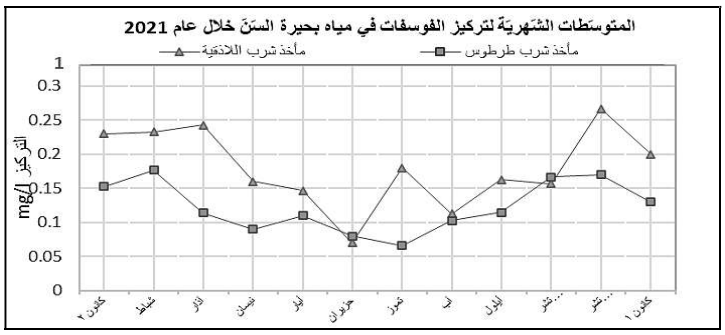
بلغ التّركيز الأعلى للنّتريت عند مأخذ مياه شرب طرطوس $0.408\ mg/l$، وللنّترات $14.5\ mg/l$، ولمجموع نسبتي تركيز كلّ منهما إلى حدّه المسموح 0.997 محقّقين بذلك المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، بينما بلغ الحدّ الأعلى للنّتريت عند مأخذ مياه شرب اللاذقية $0.165\ mg/l$، وللنّترات $19.1\ mg/l$، ولمجموع النّسبتين 2.366 وبذلك لم تحقّق جميع قيم النّتريت ومجموع النّسبتين المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب عند مأخذ مياه شرب اللاذقية.

يعود وجود النّترات في مياه بحيرة السّنّ إلى بعض الصّخور الاندفاعيّة المنتشرة في منطقة الحوض، والّتي تحتوي على توضّعات عضويّة حاوية على الآزوت (Awad et al., 2000). ويُعزى ارتفاع تراكيزها في فترات الهطول المطري إلى

غسل التربة المجاورة الحاوية على بقايا الأسمدة الآزوتيّة، ويُعزى انخفاض تراكيزها صيفاً إلى النّمو السّريع للطّحالب الّتي تَستهلك النّترات كركيزة لها، وتستنفذها في الفصول الحارّة (Cheikho et al., 2019; Jafar et al., 2023; Osekrieh, 2018). ويشير وجود التّراكيز الأعلى للنّتريت والنّترات عند مأخذ مياه شرب اللاذقية إلى وصول حمولة عضوية للمياه من النّباتات المائيّة، والطّحالب المنتشرة في قاع البحيرة، وأطرافها.

11–3– الفوسفات

يُعتبر الفوسفات العامل الحاسم للنّموّ الطحلبيّ في المياه العذبة، إذ تتسبّب تراكيزها العالية في فرط تكاثر الطّحالب واستنزافها للأوكسجين المنحلّ متسببةً بالموت الحيويّ، وتعكّر وتلوّن المياه، وتدنّي جودتها وصلاحيّتها للاستخدامات المختلفة، ويتواجد الفوسفات في المياه بشكلين أحدهما عضويّ ناتج عن تحلّل الطّحالب الميّتة، والبقايا النّباتيّة والحيوانيّة، وآخر لا عضويّ مصدره الأسمدة الفوسفاتيّة، والمبيدات، ومياه الصّرف الصّناعي، والمنظّفات الملقاة مع مياه الصّرف الصّحي (Jafar et al., 2023;). إنّ الحدّ الأعلى المسموح به لتركيز الفوسفات في مياه الشّرب وفقاً للمواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب هو 1 mg/l (S.N.S 45, 2007). يبيّن الشّكل رقم (15) المتوسّطات الشّهريّة لتركيز الفوسفات في نقطتيّ الرّصد.

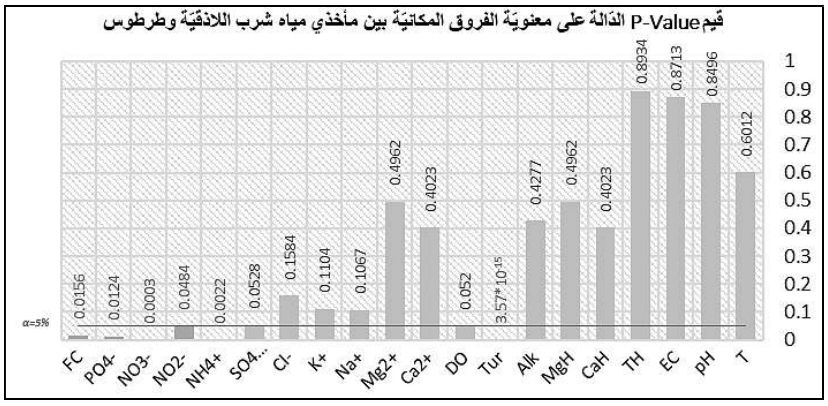


الشّكل رقم (15): المتوسّطات الشهريّة لتركيز الفوسفات في مياه بحيرة السّنّ في نقطتيّ الرّصد

يعزى وجود الفوسفات في مياه بحيرة السّنّ إلى انحلال بعض فلزّات التوضّعات الاندفاعيّة الّتي تحتوي على الفوسفات، والموجودة في الحوض المغذّي (Awad et al., 2000). تراوحت تراكيز الفوسفات عند نقطتيّ الرّصد ضمن المجال $(0 - 0.35)\ mg/l$ محقّقة لما تنصّ عليه المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب، ويشير وجود التراكيز الأعلى منها عند مأخذ مياه شرب اللاذقية إلى انحلال النّباتات والطّحالب المنتشرة على أطراف البحيرة وفي قاعها وتحرّر الفوسفات منها.

4–2– مقارنة جودة مياه مأخذي مياه شرب اللاذقيّة وطرطوس

أجري التّحليل الاحصائيّ لدراسة معنويّة الفروق في قياسات بارامترات جودة المياه بين مأخذي مياه شرب اللاذقية وطرطوس، ونتائجه مبيّنة في كلٍّ من الجدول رقم (1)، والشّكل رقم (16)، إذ تُشير قيم P–value الأقلّ من مستوى الدّلالة $\alpha = 5\%$ على معنويّة الفروق بين المأخذين.



الشّكل رقم (16): قيم P–Value الدّالة على معنويّة الفروق المكانيّة بين مأخذي مياه شرب اللاذقيّة وطرطوس

أظهرت نّتائج التّحليل الإحصائيّ عدم وجود فروق معنويّة بين مأخذيّ المياه في قياسات كلّ من درجة حرارة المياه، ودرجة pH لها، وناقليتها، وقساوتها، وقلويّتها، وتراكيز كلّ من الكالسيوم، والمغنيزيوم، والكلورايد، والكبريتات، والصّوديوم، والبوتاسيوم، والأوكسجين المنحلّ فيها، مما يُشير إلى تجانس المواصفات الفيزياكيميائيّة للمياه في المأخذين، وأنّ مصادر هذه البارامترات طبيعيّة وتتأثّر بشكل أساسيّ بانحلال الأملاح من الصّخور الحاملة.

من جهة أخرى، أثبتت نتائج التّحليل الإحصائيّ وجود فروق معنويّة مكانيّة بين مأخذي مياه شرب اللاذقية وطرطوس في قياسات كلّ من عكارة المياه $(P-Value=3.57*10^{-15})$، وأعداد عصيّات الكوليفورم البرازيّة $(P-Value=0.0156)$، وتراكيز كلّ من الأمّونيا $(P-Value=0.0022)$، والنّتريت $(P-Value=0.0484)$، والنّترات $(P-Value=0.0003)$، والفوسفات $(P-Value=0.0124)$، وتتأثر هذه البارامترات بحمولات تلوّث من خارج البحيرة وداخلها، وتشير بذلك إلى اختلاف جودة المياه بين المأخذين، إذ وُجد أنّ قيم هذه البارامترات أعلى عند مأخذ شرب اللاذقية منها عند مأخذ شرب طرطوس، ولذلك فإنّ جودة المياه في هذا المأخذ أدنى.

بالنّتيجة فإنّ مواصفات المياه عند مأخذ مياه شرب طرطوس في منطقة الينابيع المغذّية جيّدة وتحتاج فقط للتّطهير للتخلّص من عصيّات الكوليفورم، ويجب أن يكون المأخذ على عمق أكبر من العمق الحالي للحصول على مياه النبع مباشرةً، بينما تحتاج المياه من مأخذ مياه شرب اللاذقية للمعالجة نتيجة وجود تراكيز ملوّثات عالية، وعدم تحقيق المواصفة القياسيّة السّوريّة لمياه الشّرب عدد من البارامترات المهمّة غير محقّقة.

تدعم النتائج ضرورة تعديل الموقع الحالي لسحب المياه إلى محطّة تنقية مياه شرب اللاذقية، ليصبح في منطقة الينابيع المغذية لأنّ محطة التّنقية غير مؤهلة للتخلّص من الملوّثات الموجودة في الموقع الحاليّ.

5- الاستنتاجات Conclusions

- وجود فروق معنويّة مكانيّة بين مأخذي مياه شرب اللاذقية وطرطوس في قياسات كلّ من عكارة المياه، وأعداد عصيّات الكوليفورم البرازيّة فيها، وتراكيز كلّ من الأمونيا، والنّتريت، والنّترات، والفوسفات فيها، إذ أنّ قيمها عند مأخذ شرب طرطوس أفضل منها عند مأخذ شرب اللاذقية.
- خصائص المياه في منطقة الينابيع المغذّية لبحيرة السّن التي تحصل منها محافظة طرطوس على المياه أفضل من خصائصها عند مأخذ مياه شرب اللاذقية.
- صلاحيّة استجرار المياه للشّرب مباشرةً من مأخذ مياه شرب طرطوس بعد تطهيرها.
- عدم صلاحيّة استجرار المياه للشّرب مباشرةً من مأخذ مياه شرب اللاذقية وضرورة معالجتها، وتطهيرها قبل ضخّها.

6- المقترحات والتّوصيات Suggestions and Recommendations

اعتماداً على نتائج البحث، يُقترح الآتي:

- تفعيل خطّة حماية لبحيرة السّنّ من حمولات التلوّث من حوضها المغذّي، وبحيرة سوريت.
- كبح نمو النّباتات والطّحالب في بحيرة السّنّ لتقليل الحمولة العضويّة فيها لاسيّما أنّ محطّتي تنقية مياه شرب اللاذقية، وضخّ مياه شرب طرطوس غير مؤهلتين لإزالة هذه الملوّثات.
- نقل مأخذ مياه شرب اللاذقية إلى منطقة الينابيع المغذّية حيث المياه أفضل جودةً، مما يساهم في تحسين مواصفات مياه شرب اللاذقيّة، وتقليل خطر التّعرّض للملوّثات، والمركّبات الثّانويّة النّاتجة عن التّطهير، وتقليل كلف الاستثمار.
- إذا لم تتوفّر إمكانيّة نقل مأخذ مياه شرب اللاذقيّة إلى منطقة الينابيع المغذّية لبحيرة السّنّ، يجب إعادة تقييم عمل محطّة تنقية مياه شرب اللاذقيّة وإجراء ما يلزم لها لتتمكّن من إزالة كلّ أشكال الملوّثات الموجودة في مياهها الخامّ.

يوصى البحث بدراسة تغيّرات بارامترات كيميائيّة إضافيّة في مياه الشّرب المستجرّة من بحيرة السّنّ مثل المنغنيز، واليود، والفلور، وتقدير تراكيز المعادن الثّقيلة، والزّيوت، والحمولات العضويّة في مياه بحيرة السّنّ عند نقاط رصد مختلفة فيها.

7- المراجع References

1- Awad, A., Al-Asaad, A., & Shareef, N. (2000). Impact of Hydrogiological and Hydrological Factors on the Quality of Sin-Spring Water. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 22(9). (In Arabic)

2- Awad, A., Wazan, A., & Aboud, M. (2017). Using Fuzzy Logic Index to Determine Water Quality Index of SIN Lake. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 39(6). (In Arabic)

3- Cheikho, T., Issa, M. H., & Dayoub, H. (2019). Study of Some Physical and Chemical Properties of El-Sen River Waters in Syrian Coastal Basin. Syrian Journal of Agricultural Research, 6(3), 333-350. (In Arabic)

4- Edwards, A., & Withers, P. (2008). Transport and delivery of suspended solids, nitrogen and phosphorus from various sources to freshwaters in the UK. Journal of Hydrology, 350(3-4), 144-153 .

5- Effendi, H. (2016). River water quality preliminary rapid assessment using pollution index. Procedia Environmental Sciences, 33, 562-567 .

6- Fortes, A. C. C., Barrocas, P. R. G., & Kligerman, D. C. (2023). Water quality indices: Construction, potential, and limitations. Ecological Indicators, 157, 111187 .

7- General Organization of Remote Sensing. (2008). Hydrogeological-Sensor Study to Protect Al-Sin Spring from Pollution. (In Arabic)

8- Ghalia, S. (2013). Study of Some Indicators of Water Quality in Lattakia Dams. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 35(1). (In Arabic)

9- Habib, L., Ghafar, M., & Hatem, Z. (2017). Evaluation the availability of Al-Sinn lake for phosphorus pollution by self- cleansing. Tishreen University Journal-Biological Sciences Series, 39(5). (In Arabic)

10- Hattab, R. S. (2012). Water Supply Management of the Costal Area from Al-Sen Spring by Using Linear Programming. Master Thesis,Faculty of Civil Engineering-Department of Environmental Engineering Tishreen University. Syria. PP:140, (In Arabic)

11- Heathwaite, A., Quinn, P., & Hewett, C. (2005). Modelling and managing critical source areas of diffuse pollution from agricultural land using flow connectivity simulation. Journal of Hydrology, 304(1-4), 446 - 461.

12- Jafar, R. (2016). Application of the Water Quality Index (NSFWQI) on the Al-Sain Lake. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 38(4). (In Arabic)

13- Jafar, R., Awad, A., Hatem, I., Jafar, K., Awad, E., & Shahrour, I. (2023). Multiple Linear Regression and Machine Learning for Predicting the Drinking Water Quality Index in Al-Seine Lake. Smart Cities, 6(5), 2807-2827 .

14- Osekrieh, A. A. (2018). Modeling of Water Turbidity in Al-Sin Drinking Water Treatment Plant Using Artificial Neural Networks. Master Thesis,Faculty of Civil Engineering-Department of Environmental Engineering Tishreen University. Syria. PP:117, (In Arabic)

15- Salman, F. A. (2015). Comparison between the concentrations of some pollutants in drinking water from distribution system and bottled water. Tishreen University Journal-Biological Sciences Series, 37(2). (In Arabic)

16- Shaheen, H., Junaidi, H., Ali, A. Q., & Ateah, A. (2021). Study of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Water of Lake Sureat. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 43(5). (In Arabic)

17- Syrian Arab Organization for Standardization and Metrology. (2007),S.N.S: 45,Drinking Water - Second Review, (In Arabic)

18- World Health Organization. (2022). Guidelines for drinking-water quality :fourth edition incorporating the first and second addenda. World Health Organization.Geneva ،

19- Yadav, A. K., Khan, P., & Sharma, S. K. (2010). Water Quality Index Assessment ofGroundwater in Todaraisingh Tehsil of Rajasthan State, India-A Greener Approach. Journal of Chemistry, 7, S428-S432 .