

تحديد مصادر التلوث المحتملة لبحيرة سد الصوراني

د. يوسف العلي¹

د. ياسر حماد**

سوسن يوسف***

تاريخ الإيداع 28 / 9 / 2016. قبل للنشر في 23 / 3 / 2017

□ ملخص □

تم تشييد سد الصوراني لتأمين مياه الشرب للقرى السكنية الواقعة في منطقة الشيخ بدر - محافظة طرطوس، لكن مياه بحيرة السد تتعرض لملوثات من مصادر متعددة مما حال دون استخدامها لأغراض الشرب. نسعى في هذا البحث لمناقشة الآلية التي يتم فيها التلوث واقتراح الإجراءات المناسبة للحد منه، من خلال دراسة بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه في مواقع مختلفة من بحيرة سد الصوراني والروافد المغذية لها. أظهرت نتائج الدراسة ارتفاع قيم العكارة والأس الهيدروجيني في فصلي الخريف والشتاء وذلك في مياه الروافد مقارنة بمياه البحيرة، ويعود ذلك إلى نشاط الجريان بفعل الهطول المطري في تلك الفترة. في حين أن شاردة الأمونيوم أبدت ارتفاعاً ملحوظاً في موقع ذيل البحيرة، ويمكن أن يعزى ذلك إلى إلقاء مخلفات الصرف الصحي الناتجة عن قرية برمانة المشايخ مباشرة في المياه الواردة إلى البحيرة. كما تبيّن وجود تغيرات فصلية كبيرة في التعداد الكلي للأحياء الدقيقة ضمن جميع المواقع المدروسة، وكان أعلاها في رافد عين الزعرور خلال الشتاء إذ وصلت إلى 5.36×10^4 خلية/100مل. خلصت الدراسة إلى أن المصدر الرئيسي لتلوث مياه البحيرة هو المياه الملوثة الواردة إليها من قرية برمانة المشايخ، إضافة إلى رافد عين الزعرور المار بالقرب من منشآت سياحية لقرية الصوراني، يليه رافد الوادي الأخضر الذي يغذي مياه البحيرة في جميع فصول السنة. مصادر التلوث هذه تجعل مياه البحيرة غير صالحة للشرب وينبغي تعقيمها قبل استخدامها لهذا الغرض.

الكلمات المفتاحية: تلوث المياه، نوعية المياه، الأنشطة البشرية، بكتريا الكوليفورم، مؤشرات التلوث.

¹ * أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الانسانية، جامعة طرطوس، طرطوس، سورية.

** أستاذ مساعد، قسم علوم التربة و المياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

*** طالبة ماجستير، قسم علوم البيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

Determination of the potential pollution sources in Al-Sourani Lake

Dr. Yousif Al Ali^{2*}
Dr. Yaser Hammad^{**}
sawsan Yousif^{***}

(Received 28 / 9 / 2016. Accepted 23 / 3 / 2017)

□ ABSTRACT □

Al-Sourani Dam was built to provide drinking water for inhabited villages in Sheikh Badr –Tartous, but the lake water is exposed to pollutants from several sources. In this paper, we discuss the mechanism of pollution and the appropriate measures, by determining some physical, chemical and biological characteristics of water in different sites.

The results showed that turbidity and pH values arise in the autumn and winter especially in the water of tributaries compared with the water of the lake, this may be due to the activated runoff following rainfall in this period. Whereas the ammonium ion showed a significant increase in the lake's tail, that can be attributed to sewage residues from Broummana Al-Mashaeikh that threw directly into the lake. The results also showed remarkable seasonal changes concerning the total microorganisms in all studied sites, where the highest value was recorded in winter that reached 5.36×10^4 cells / 100 ml in Aine Alzaaror tributary.

we conclude that the main source of pollution of lake's water, was the polluted water coming from Broummana Al-Mashaeikh, in addition to Aine Alzaaror tributary, that flows near a restaurant. The second source is Al-Wade Alakhdar tributary that feeds permanently the lake. So, the lake's water should be sterilized before using for drinking.

Keywords : Water pollution, water quality, human activities, coliform bacteria, pollution indicators.

^{2*} Assistant professor, Department of Geography, Faculty of arts and humanities, Tartous University – Tartous, Syria.

^{**} Assistant professor, Department of Soil And Water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

^{***} Postgraduate student (Master), Department of Environmental Science, Faculty Of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria .

مقدمة

تتزايد أهمية المياه يوماً بعد يوم وبشكل خاص مياه الشرب، والتي أصبح الحصول عليها حقاً مكتسباً للإنسان وتأمينها بالكمية الكافية والنوعية المناسبة ضمن أولويات كل أمة على وجه الأرض، سيما وأن مصادر المياه العذبة محدودة، وهي ضرورية لوجود وبقاء الإنسان ويحتاجها في نشاطاته المختلفة الزراعية والصناعية والترفيهية وغيرها. لقد أدى تعاظم الحاجة للمياه وازدياد الطلب عليها في معظم دول العالم، مقابل محدودية الموارد المائية المتاحة فيها، وسوء استثمار هذه الموارد، إضافة إلى التزايد السريع لعدد السكان إلى ظهور ما يسمى بمفهوم الأمن المائي (خدام، 2010؛ خلف وآخرون 2013). هناك تحديان أساسيان يهددان الأمن المائي في الكثير من مناطق العالم: أولهما شح الموارد المائية الذي أصبح المشكلة الأولى في العالم هذه الأيام بسبب الجفاف المستمر والطلب المتزايد على المياه نتيجة النمو السكاني (Sazakli *et al.*, 2007)، وثانيهما تدهور نوعية المياه المتاحة، بحيث لم تعد تلبي الاحتياجات المرجوة منها (Wu *et al.*, 2012). إذ يتعرض الماء الصالح للشرب للكثير من المخاطر والتحديات من قبل مجموعة كبيرة من الجراثيم، لذلك فإن الهدف الأساسي من إدارة نوعية المياه من منظور منظمة الصحة العالمية هو التأكد من عدم تعرض المستهلكين لمسببات الأمراض المختلفة (Chitradevi and Sridhar, 2011). أظهرت تقارير اليونسيف أن قرابة 800 مليون شخص في آسيا وإفريقيا يعيشون دون الحصول على ماء الشرب الآمن الخالي من المخاطر (Sadeghi *et al.*, 2007).

يسهم النشاط البشري بأشكاله المختلفة ولاسيما الزراعية والصناعية والسياحية في تدهور نوعية الأوساط المائية (Maheshwari and Sharma, 2011 ; Yi et al, 2012). إذ يمكن إرجاع التغيرات في تركيز بعض المواد الكيميائية ضمن المياه في حوض ما إلى مصادر المياه المختلفة التي تغذيه، وتأثير نشاطات الإنسان فيها (Ferreira *et al.*, 2010 ; Hong *et al.*, 2012). تعتبر مياه الصرف القادمة من المنازل السكنية المسبب الرئيسي لتلوث المياه، وذلك من خلال تأثيرها على توازن المغذيات. حيث تبدي معظم البارامترات الفيزيائية والكيميائية للمياه الملوثة بالصرف الصحي تغيرات زمنية ومكانية عالية (Bellos and Sawidis, 2005). كذلك تسهم الملوثات الناجمة عن استخدام الكيماويات الزراعية في تلوث مصادر مياه الشرب كالنترات ومبيدات الحشرات في المناطق التي يسود فيها النشاط الزراعي (Reid *et al.*, 2003 ; Mustapha *et al.*, 2013).

تتضمن المؤشرات المستخدمة عادة لتقييم نوعية المياه وفق وكالة حماية البيئة العالمية Environmental Protection Agency (EPA)، والتي توصي بها منظمة الصحة العالمية أيضا (World Health Organization) مجموعة الكوليفورم بما فيها الكوليفورم البرازي، والكوليفورم الكلي، الكلور المتبقي، العكارة، والرقم الهيدروجيني (WHO) (Sadeghi *et al.*, 2007 ; Shibata *et al.*, 2004). حيث تستخدم مجموعة الكوليفورم كمؤشر لاحتمال وجود مسببات الأمراض المعوية في النظم المائية، وتضم هذه المجموعة تنوع واسع في الأجناس والأنواع التي تنتمي إلى عائلة المعويات Enterobacteriaceae (Rompre *et al.*, 2002 ; Buckalew *et al.*, 2006). علماً أن البكتريا المسببة للأمراض المعوية تعد واحدة من أكثر المسببات المرضية انتشاراً في المياه، وذلك كنتيجة لمصادر التلوث البرازي الناتجة عن النشاطات البشرية (Rompre *et al.*, 2002).

تتواجد القولونيات عادة في بيئات طبيعية متنوعة، لكن الماء الصالح للشرب ليس وسط طبيعي لها. حيث يعتبر وجودها فيه تهديد محتمل لتدهور النوعية الميكروبيولوجية للماء (Rompre *et al.*, Buckalew *et al.*, 2006 ; 2002).

تعد سوريا فقيرة بمواردها المائية، وحتى في المنطقة الساحلية ذات الأمطار الوفيرة نسبياً تعاني بعض الأرياف في مرتفعاتها الجبلية من شح المياه. يعد مشروع الصوراني أحد أهم مشاريع السودان في الساحل السوري، وقد تم تنفيذه بغرض تأمين مياه الشرب للريف الشرقي من منطقة الشيخ بدر في محافظة طرطوس، لكن تعدد مصادر الملوثات الواردة إلى بحيرة السد حالت دون استخدامه لأغراض الشرب. مع الإشارة إلى استخدامه لري بعض المزروعات في المنطقة، لا سيما في الأراضي الممتدة على أطراف البحيرة.

تجرى عدة فحوصات دورية شهرية لمياه البحيرة من قبل عناصر قسم مراقبة نوعية المياه في مديرية الموارد المائية في طرطوس، أظهرت هذه الفحوصات عدم صلاحيتها للشرب بوضعها الحالي دون معالجة. لكن لم تحدد نتائج الفحوصات المصدر الرئيسي الذي يساهم بشكل أساسي في تلوث مياه البحيرة، وأيضاً لم تبحث في النوعية الكيميائية لمياه تلك المصادر. بالتالي تسعى هذه الدراسة لتقييم الواقع الحيوي والكيميائي لمياه روافد نهر الصوراني التي تصب في بحيرة سد الصوراني ومياه البحيرة بغية تحديد مصادر تلوثها ومدى صلاحيتها للاستخدام البشري.

أهمية البحث وأهدافه

تعد مسألة تلوث المياه السطحية من المسائل البالغة الأهمية لاسيما في المناطق الفقيرة بمواردها المائية. لقد تم تشييد سد الصوراني لتأمين مياه الشرب للقرى والتجمعات السكنية الواقعة في حوض النهر، وبالرغم من التكلفة المرتفعة لهذا المشروع لم يحقق لتاريخه الهدف المرجو منه. فمن الأهمية بمكان تحديد أسباب ومصادر تلوث مياه بحيرة السد والتغيرات الزمنية والمكانية التي تطرأ على نوعية هذه المياه.

يهدف هذا البحث إلى تحديد مصادر التلوث المحتملة لمياه بحيرة الصوراني وتقييم نوعية مياهها ومياه روافد نهر الصوراني التي تصب فيها، من خلال دراسة بعض مؤشرات التلوث الفيزيائي والكيميائي والحيوي فيها، وذلك في مختلف فصول السنة.

طرائق البحث ومواده:

منطقة الدراسة

يتوضع سد الصوراني في منطقة الجبال الساحلية في سوريا على مسافة 50 كم شمال شرق مدينة طرطوس. وهو سد ركامي بشاشة إسفلتية على الوجه الأمامي مخصص لأغراض الشرب، يبلغ طول البحيرة 2.8 كم، أما مساحة سطح البحيرة فهو 335720 م²، وحجم التخزين الطبيعي 4.5 مليون م³.

يحيط بالسد مجموعة من القرى والتجمعات السكنية الواقعة ضمن الحوض الساكن للنهر، يقدر عدد سكانها بحوالي 12000 نسمة (وهي قرية الصوراني، بغيدات، المجيدل، الوادي الأخضر، وبرماننة المشايخ)، تصل مخلفاتها غير المعالجة إلى بحيرة السد. كما يضم الحوض مجموعة من الينابيع والروافد الدائمة الجريان التي تغذي البحيرة مثل رافد عين الزرور والوادي الأخضر، إضافة إلى الروافد المؤقتة التي تجف صيفاً. ويعتمد السكان على مياه هذه الروافد في ري بعض المزروعات مثل رافد جوية المقدر (الشكل 1).



الشكل (1). الحوض الصيابة لنهر مرقية وضمنه نهر الصوراني وروافده

تتعدد مصادر التلوث المحتملة التي تهدد مياه بحيرة السد في منطقة الدراسة وأبرزها الصرف الصحي للتجمعات السكنية لقرية برمانا المشايخ، ومخلفات المنشآت والأنشطة الزراعية (الأسمدة - الأدوية الزراعية)، وكذلك مخلفات بعض المنشآت الصناعية (معاصر الزيتون - المقلع)، والسياحية التي تتوضع بجوار بحيرة السد. بالتالي ينبغي التحقق من مساهمة هذه المصادر في تلوث مياه البحيرة والروافد التي تصب فيها. أجريت تحاليل المياه الخاصة بهذا البحث في قسم مراقبة نوعية المياه في مديرية الموارد المائية بطرطوس ومخبر أبحاث علوم التربة والمياه في كلية الزراعة.

الاعتيان:

أجريت عدة زيارات ميدانية للموقع بعضها بشكل فرادي، وبعضها مع فريق المؤسسة العامة للموارد المائية في طرطوس. حيث أخذت العينات بشكل دوري كل شهر بدءاً من شهر تشرين أول 2013 وحتى أيلول 2014 وذلك بالنسبة للمواقع الخمسة الممتدة على طول البحيرة والمتجهة من الشرق إلى الغرب (وهي ذيل البحيرة، وسط البحيرة، 200م عن جسم السد، قرب جسم السد، ومن الراشحة). إضافة إلى أخذ عينة إضافية في شتاء 2015، وذلك بسبب الظروف الجوية التي كانت سائدة العام الفائت من شح الأمطار والجفاف ما أدى إلى توقف جريان بعض الروافد المؤقتة مثل رافد جوية المقدر. كما أخذت عينات دورية فصلية كل ثلاثة أشهر (الصيف، الخريف، الشتاء، الربيع) وذلك من مجموعة من الروافد الدائمة والمؤقتة التي تغذي البحيرة بدءاً من موسم 2013-2014 وحتى نهاية موسم 2014-2015 (بمعدل عينة لكل فصل من فصول السنة) حيث تم أخذ العينة في الشهر الأوسط من كل فصل. يظهر الشكل (2) صورة فضائية لبحيرة سد الصوراني محدد عليها مواقع الاعتيان المعتمدة مع تسمياتها



الشكل (2). صورة جوية لمنطقة الدراسة تبين مواقع أخذ العينات من البحيرة والروافد

جمعت عينات المياه على عمق 15-20 سم بمعدل عينة كل فصل وبمكررين من كل موضع (بعكس اتجاه التيار وبحجوم تناسب التجربة).

استخدم لجمع العينات عبوات مصنعة من البولي إيثيلين Polyethylene سعة ليتر واحد مغسولة بالماء المقطر وبماء عينة الموقع قبل تعبئتها، وذلك بالنسبة لعينات التحليل الكيميائي. أما بالنسبة لعينات التحليل الجرثومي فقد تم استخدام عبوات زجاجية سعة العبوة 500 مل مغسولة جيداً ومعقمة في الأوتوكلاف على حرارة 121 درجة مئوية. كما تم حفظ العينات ببراد حثلي على الدرجة 4 م° إلى حين وصولها إلى المخبر حيث أجريت عليها الاختبارات المطلوبة مباشرة منعاً لحدوث تغيرات في المؤشرات المدروسة (دليل تقييم جودة المياه، 2014). أجريت التجارب والقياسات الفيزيوكيميائية وفق الطرق المعتمدة لتحليل مياه الشرب في قسم مراقبة نوعية المياه في مديرية الموارد المائية بطرطوس. أما بالنسبة للتحاليل الجرثومية فقد أجري قسم منها في المخبر الجرثومي لقسم مراقبة نوعية المياه في طرطوس، والقسم الآخر في مخبر أبحاث علوم التربة والمياه في كلية الزراعة بجامعة تشرين.

التحاليل المخبرية المنجزة

تقدير المؤشرات الجرثومية

تقدير التعداد العام للأحياء الدقيقة: باستخدام طريقة الصب بالأطباق بعد تحضير التخفيفات العشرية المناسبة من العينات، حيث استخدمنا الوسط العام Plate Count Agar، وحضنت الأطباق على الدرجة 28 م° لمدة 5-7 أيام، ثم عدت المستعمرات النامية.

تحديد الكوليفورم الكلي: باستخدام طريقة الترشيح الغشائي Membrane filter method للعينات بتمرير حجم محددة عبر أغشية معقمة ذات ثقوب منتظمة بقطر (0.45µm) باستخدام مخلية هوائية، ووضعت الأغشية

على وسط زراعي مناسب هو M-Endo agar وحضنت على حرارة 35.5م لمدة 24 ساعة. ثم عدت المستعمرات الحمراء ذات البريق المعدني (Rompre *et al.*, 2002; Buckalew *et al.*, 2006).

تقدير المؤشرات الفيزيوكيميائية:

قياس العكارة باستخدام جهاز تقدير العكارة Hach (Turbidity meter 2100) وسجلت النتيجة مقدره بـ Nephelometric Turbidity Units (NTU).

تقدير الرقم الهيدروجيني (pH) باستخدام جهاز قياس (pH-Meter) نوع Sension1 وذلك بعد معايرة الإلكترود بمحاليل قياسية (pH=4-7-10).

تقدير الناقلية الكهربائية (EC) باستخدام جهاز الناقلية (Conductivity-meter)، يتم معايرة الإلكترود في الماء المقطر ومن ثم يوضع في العينة لقياس الناقلية المتمثلة بكمية الأملاح المنحلة مقدره بـ ميكروموس/سنتيمتر. -تحديد شوارد النترات (NO_3^-)، النتريت (NO_2^-)، الفوسفات (PO_4^{3-})، الأمونيا (NH_4^+) مقدره بـ (ملغ/ل)، وذلك بواسطة جهاز التحليل الطيفي الضوئي Spectrophotometer طراز Optizen 322ouv الذي يعتمد على قياس طول الموجة، حيث أن كل عنصر لديه طول موجة معينة نقيس الامتصاص عندها (Hudson *et al.*, 2008).

-تقدير الأوكسجين المستهلك حيويًا Biological Oxygen Demand (BOD_5): أي تقدير كمية الأوكسجين المستهلكة حيويًا من قبل الكائنات الدقيقة المحللة هوائياً تحت درجة حرارة ثابتة 20 م خلال 5 أيام، وقد تم قياس هذا المؤشر وفق الطريقة المتبعة لقياسه (APHA, 1998).

التحليل الإحصائي:

بعد فرز وتبويب البيانات والقيم المقاسة تم إجراء تحليل إحصائي، حيث درست الفروقات بين قيم المؤشرات المقاسة في مختلف المواقع المدروسة باستخدام تحليل التباين العام (ANOVA (Analysis Of Variance)، وحدد معامل الارتباط لعدد من البارامترات باستخدام صيغة بيرسون الآتية:

$$r_{yx} = \frac{\sum (y - \bar{y}) \cdot (x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \cdot \sum (x - \bar{x})^2}}$$

النتائج والمناقشة

تم تقدير المؤشرات الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لمياه كل من بحيرة سد الصوراني والروافد الرئيسية التي تغذي البحيرة، يجمال الجدول (1) المتوسطات الفصلية لهذه المؤشرات ومقارنتها بالحدود المسموح بها وفق المواصفات القياسية السورية لمياه الشرب رقم [45] لعام 2007، والتي أشير إليها في الجدول بالعلامة (*). كما وضعت العلامة (-) عند وجود خلل في القياس أو عدم إجرائه بسبب جفاف بعض الروافد عند الاعتيان.

جدول (1). نتائج القياسات الفصلية للمؤشرات الفيزيائية والكيميائية والجرثومية للمياه في المواقع المدروسة

الموقع	الفصل	العكارة NTU	pH	النترات [ملغ/لتر]	النترت [ملغ/لتر]	الأمونيوم [ملغ/لتر]	الفوسفات [ملغ/لتر]	BOD [ملغ/لتر]	التعداد الكلي [مستعمرة/100مل]	التعداد الكوليفورمي [مستعمرة/100مل]
		5*	6.5 – 9*	50*	0.2*	0.5*	0.5 – 1*	0*	200*	0*
سد الصوراني وسط البحيرة	خريف	1.85	8.54	0.58	0.01	0.04	0.02	3.50	85.00	4.00
	شتاء	3	8.75	0.07	0.03	0.11	0.01	4.00	291.00	6
	ربيع	3	9.28	0.4	0.01	0.02	0.01	3.00	150.00	2
	صيف	3.3	8.90	1.27	0.04	0.04	0.003	2.33	253.67	26.67
سد الصوراني 200 م	خريف	1.73	8.55	0.56	0.01	0.04	0.01	2.33	99.33	24.67
	شتاء	2.63	8.47	0.66	0.02	0.1	0.02	2.33	186.00	24
	ربيع	4.40	9.12	0.53	0.01	0.11	0.01	3.33	342.33	2
	صيف	3.4	8.85	1.21	0.04	0.11	0.03	2	170.00	39.33
سد الصوراني نيل البحيرة	خريف	3.65	8.45	0.64	0.01	0.62	0.03	3.50	112.33	1
	شتاء	3.33	7.98	8.29	0.04	0.05	0.11	3.00	172.67	1000
	ربيع	4.40	8.21	0.5	0.01	0.01	0.02	2.00	163.33	0
	صيف	4	8.82	1.26	0.04	0.03	0.03	2	333.00	8.67
سد الصوراني قرب جسم السد	خريف	1.60	8.89	0.51	0.01	0.03	0.01	2	105.00	1.33
	شتاء	2.20	8.47	0.67	0.02	0.08	0.01	2	120.00	52
	ربيع	2.83	9.09	0.33	0.01	0.04	0.02	2	273.33	6
	صيف	2.65	8.78	1.28	0.04	0.04	0.03	2	231.67	14.67
سد الصوراني راشحة	خريف	0.43	7.56	1.83	0.08	0.31	0.01	0	15.33	0
	شتاء	0.43	7.91	3.4	0.02	0.02	0.04	0	8.67	0
	ربيع	0.83	7.90	2	0.01	0.03	0.06	0	70.67	0
	صيف	0.5	8.20	3.13	0.01	0.01	0.07	0	205.33	0
الوادي الأخضر	خريف	6.23	7.87	0.62	0.01	0.27	0.01	3	271.67	34
	شتاء	4.9	8.32	0.65	0.02	0.17	0.01	3	368.33	53
	ربيع	5.33	9.22	0.7	0.01	0.01	0.02	9	180.33	13
	صيف	3.7	7.71	0.48	0.02	0.07	0.02	2	201.67	8
عين الزعرور	خريف	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	شتاء	7	7.85	21.3	0.02	0.01	0.03	3	536.00	21
	ربيع	9.03	8.53	24.63	0.07	0.02	0.2	1.5	290.00	44
	صيف	-	-	-	-	-	-	-	-	-
جربة المقدر	خريف	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	شتاء	1.29	8.20	7	0.01	0.02	0.01	0	203	500

-	-	-	-	-	-	-	-	-	ربيع
-	-	-	-	-	-	-	-	-	صيف

يتبين من الجدول السابق أن قيم المؤشرات الفيزيائية المقاسة تقع عموماً ضمن الحدود المسموح بها وفق المواصفات القياسية السورية المعتمدة في غالبية المواقع المدروسة ضمن منطقة الدراسة، إذ يستثنى من ذلك قيم العكارة في رافدي الوادي الأخضر وعين الزعرور، وقيم الـ pH التي تخطت هذه الحدود بشكل طفيف في البحيرة وفي رافد الوادي الأخضر. بالمقابل يوجد تلوث كيميائي للمياه في بعض المواقع وتلوث جرثومي في عدة مواقع من منطقة الدراسة، لذلك سنتناول فقط التغيرات في قيم المؤشرات الفيزيائية والكيميائية والجرثومية التي تجاوزت الحدود المسموح بها، وذلك بعد عرض نتائج تحليل التباين وحساب معامل الارتباط بين هذه المؤشرات (الجدول 2).

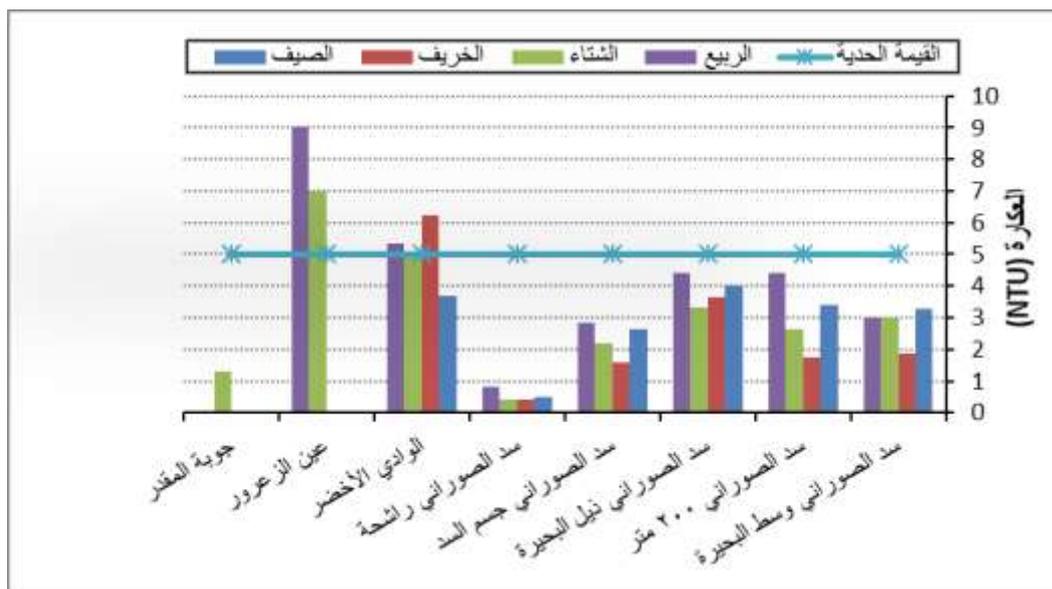
جدول (2). معامل الارتباط بين العناصر المدروسة في مختلف فصول السنة

الخريف										
	R	العكارة	pH	النترات	النترت	الامونيا	الفوسفات	BOD	التعداد العام	الكوليفورم الكلي
الخريف	العكارة	1.00								
	pH	-0.15	1.00							
	النترات	-0.45	-0.78	1.00						
	النترت	-0.51	-0.74	1.00	1.00					
	الامونيا	0.37	-0.40	0.26	0.19	1.00				
	الفوسفات	0.16	0.25	-0.24	-0.29	0.64	1.00			
	BOD	0.60	0.52	-0.85	-0.89	0.09	0.60	1.00		
	التعداد العام	0.95	-0.05	-0.54	-0.58	0.08	-0.10	0.54	1.00	
الكوليفورم الكلي	0.66	-0.20	-0.34	-0.36	-0.19	-0.43	0.25	0.78	1.00	
الشتاء										
	R	العكارة	pH	النترات	النترت	الامونيا	الفوسفات	BOD	التعداد العام	الكوليفورم الكلي
الشتاء	العكارة	1.00								
	pH	-0.19	1.00							
	النترات	0.61	-0.73	1.00						
	النترت	0.17	0.01	-0.02	1.00					
	الامونيا	0.17	0.69	-0.67	0.15	1.00				
	الفوسفات	0.03	-0.55	0.30	0.75	-0.33	1.00			
	BOD	0.53	0.43	0.14	0.26	0.35	-0.08	1.00		
	التعداد العام	0.93	-0.07	0.59	-0.04	0.14	-0.20	0.66	1.00	
الكوليفورم الكلي	-0.11	-0.34	0.20	0.49	-0.28	0.78	0.23	-0.18	1.00	
الربيع										
	R	العكارة	pH	النترات	النترت	الامونيا	الفوسفات	BOD	التعداد العام	الكوليفورم الكلي
الربيع	العكارة	1.00								
	pH	0.14	1.00							
	النترات	0.80	-0.23	1.00						
	النترت	0.82	-0.19	1.00	1.00					

	الامونيا	-0.12	0.27	-0.19	-0.18	1.00				
	الفوسفات	0.69	-0.38	0.98	0.98	-0.23	1.00			
	BOD	0.25	0.64	-0.25	-0.25	-0.11	-0.33	1.00		
	التعداد العام	0.57	0.48	0.33	0.33	0.63	0.21	0.09	1.00	
	الكوليفورم الكلي	0.87	-0.01	0.95	0.95	-0.24	0.91	0.03	0.41	1.00
الصيف										
	R	العكارة	pH	النترات	النترت	الامونيا	الفوسفات	BOD	التعداد العام	الكوليفورم الكلي
الصيف	العكارة	1.00								
	pH	0.23	1.00							
	النترات	-0.92	0.00	1.00						
	النترت	0.68	0.84	-0.54	1.00					
	الامونيا	0.53	0.05	-0.60	0.34	1.00				
	الفوسفات	-0.82	-0.28	0.84	-0.67	-0.39	1.00			
	BOD	0.92	0.39	-0.91	0.81	0.51	-0.94	1.00		
	التعداد العام	0.36	0.37	-0.09	0.38	-0.55	-0.22	0.25	1.00	
الكوليفورم الكلي	0.44	0.60	-0.39	0.68	0.76	-0.54	0.58	-0.31	1.00	

- العكارة:

أظهر تحليل التباين بالنسبة للعكارة وجود فروق معنوية بين المواقع المدروسة، إذ بلغت أعلى قيمة للعكارة في موقع عين الزعرور في فصلي الربيع والشتاء (7 و 9.03 NTU على التوالي) مترافقة مع تعداد جرثومي عالي (53600 خلية /100مل)، وهو ما أظهره ارتفاع قيمة معامل الارتباط ($r=0.93$) بين المؤشرين (جدول 2). يمكن أن يعزى ارتفاع قيم المؤشرين في الرافد إلى مروره بالقرب من منشأة سياحية تابعة لقرية الصوراني. حيث تلعب المخلفات الناجمة عن النشاط السياحي دور ملحوظ في تلويث الأوساط الطبيعية والمسطحات المائية، وذلك من خلال ما تحدثه من تغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، كما أنها يمكن أن تسبب العكارة وتدهور نوعية المياه (Hudon Maheshwari and Sharma, 2011; and Carignan, 2008). كذلك سجلت قيمة مرتفعة للعكارة في فصل الخريف (NTU 6.23) في رافد الوادي الأخضر ترافق ذلك مع تعداد جرثومي عالي (27167 خلية/100مل) حيث بلغ معامل الارتباط بينهما (0.95) كما يظهر (الجدول 2)، وقد أشارت دراسات سابقة إلى أن تزايد قيم التعداد الكوليفورمي يعود إلى التغيرات الموسمية لدرجة حرارة الماء، وجريان مياه الأمطار من المزارع عقب العواصف المطرية (Mthembu *et al.*, 2012).

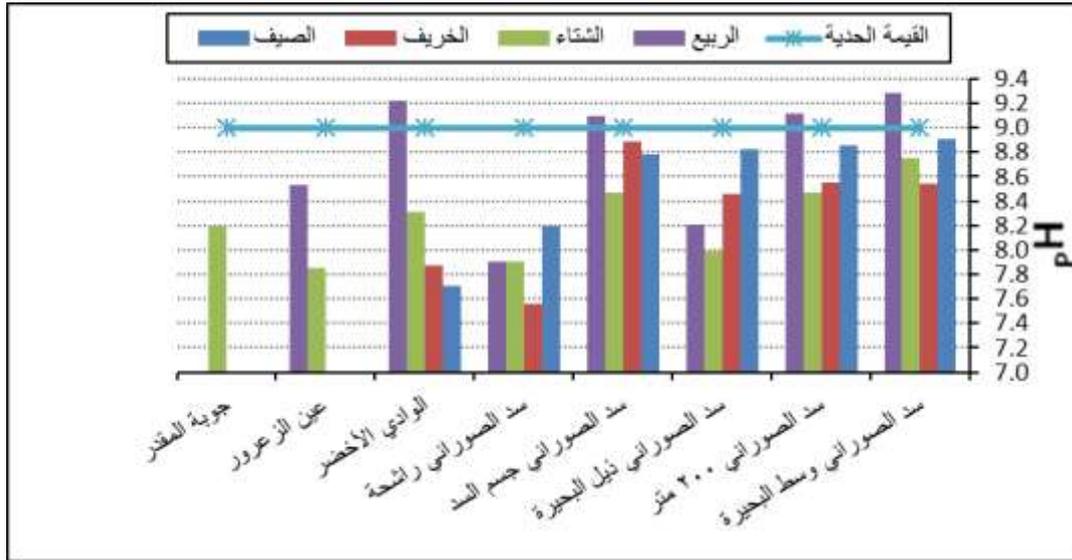


شكل (3). تغيرات العكارة في مياه المواقع المدروسة مقدر (NTU)

سجلت أخفض قيمة للعكارة في فصل الصيف (0.5 NTU) في مياه الراشحة مترافقة مع أقل تعداد جرثومي، حيث أن المياه الخارجة من جسم السد تتخلص من الشوائب والمواد الأخرى العالقة فيها والتي عادةً ما تترسب في قاع البحيرة. في حين بقيت قيم العكارة ضمن الحدود المسموح بها في جميع المواقع الأخرى في مختلف فصول السنة.

– الرقم الهيدروجيني pH :

يظهر الشكل (4) تفاوت قيم الـ pH بين المواقع المدروسة، كما أظهر تحليل التباين أن هناك فروقات معنوية بين المواقع المدروسة لكنها لم تتجاوز الحدود المسموح بها سوى في موضعي الوادي الأخضر ووسط البحيرة، حيث بلغت قيمتها المتوسطة في الربيع (9.22) في الموضعين. في حين بلغت في فصل الشتاء 8.32 و 8.75 في الموضعين على التوالي. وقد ترافق ذلك مع ارتفاع قيمة التعداد الكلي للأحياء الدقيقة، بالمقابل سجلت درجة الـ pH قيمة منخفضة في فصل الصيف مترافقة مع تعداد جرثومي منخفض. يمكن أن يعزى هذا الانخفاض إلى نشاط الكائنات المفككة للمواد العضوية الناتجة عن تحلل بعض النباتات المائية، خاصة الجراثيم التي تنتج CO_2 (رزوقي وآخرون، 2010) مما يؤدي إلى انخفاض بسيط لقيم الـ pH. كما ويمكن أن يعزى ارتفاع قيم الـ pH في بعض المواقع خلال فصل الربيع إلى نشاط التمثيل الضوئي للنباتات المائية، والتي تستهلك قسماً من CO_2 المنحل بالماء (كبيبو وآخرون، 2002)، مما يؤدي إلى ارتفاع طفيف لهذه القيم.

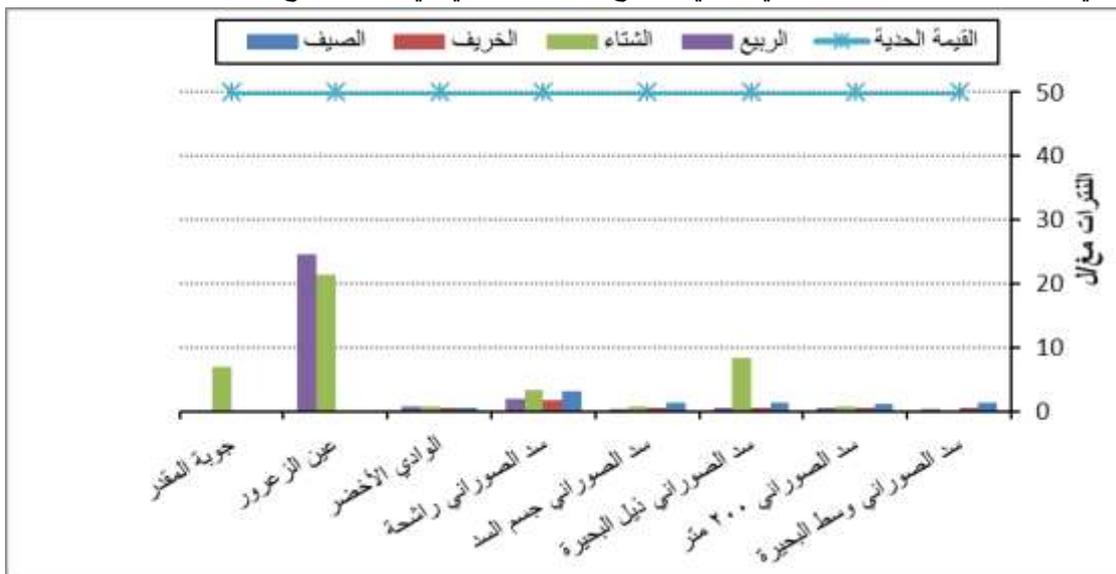


شكل (4). تغيرات الـ pH في مياه المواقع المدروسة

أما في رافد عين الزعرور فقد تراوح المتوسط الفصلي بين (7.85-8.53) في فصلي الربيع والشتاء مترافقا مع أعلى قيمة للعاكارة والتعداد الجرثومي.

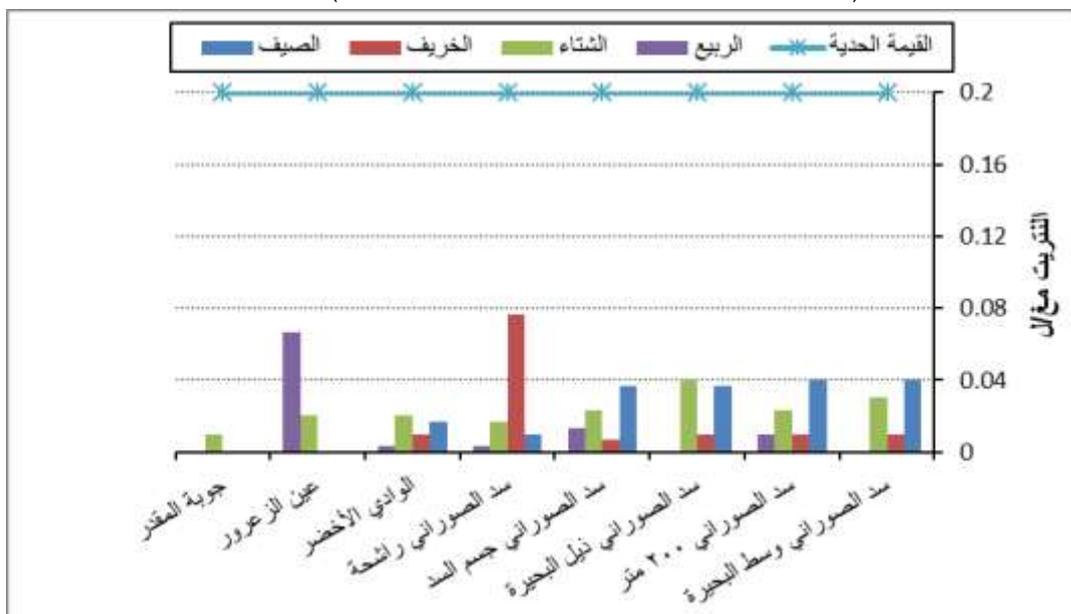
– الشوارد المغذية (PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^-)

يظهر الشكل (5) أن قيمة تركيز شاردة النترات بقيت ضمن الحدود المسموحة حسب المواصفة القياسية السورية، وقد سجلت أقل قيم لها في فصل الخريف وذلك في جميع المواقع، في حين سجلت أعلى قيمة في فصلي الربيع والشتاء (21.3 و 24.63 ملغ/ل) على التوالي في رافد عين الزعرور وذلك قبل دخوله الى البحيرة، والذي أظهر التحليل الإحصائي تفوقه معنوياً على جميع المواقع الأخرى، رغم بقاء قيم النترات فيه ضمن الحدود المسموح بها كما يظهر (الجدول 1). ويمكن أن يعزى هذا الارتفاع الطفيف في قيم النترات ضمن مياه هذا الرافد إلى مروره بمجموعة من الأراضي الزراعية التابعة لقرية الصوراني، والتي تخضع للتسميد الآزوتي في فصل الربيع.



شكل (5). تغيرات تركيز شاردة النترات مقدر (ملغ/ل) في مياه المواقع المدروسة

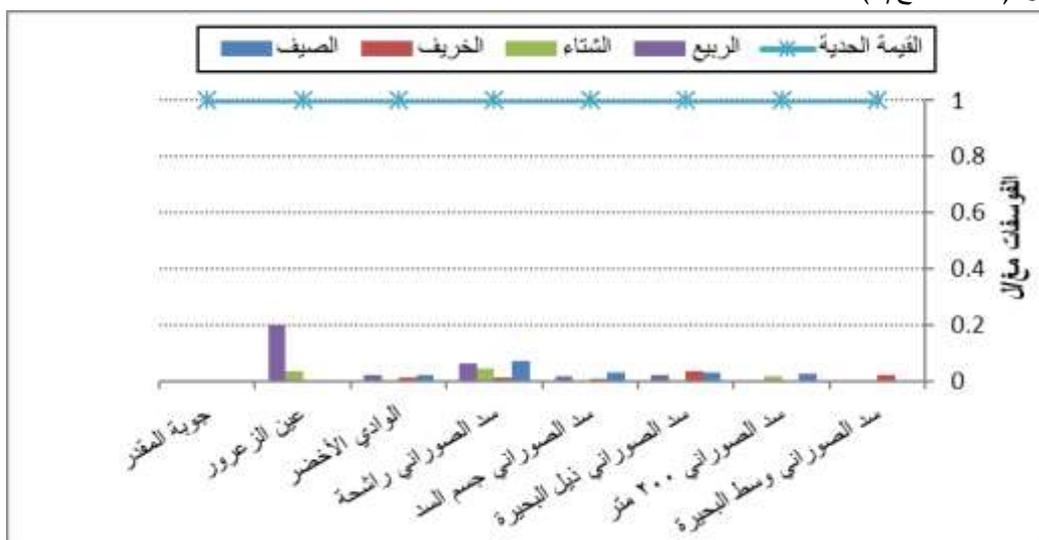
بالمقابل بقيت قيمة تركيز شاردة النتريت منخفضة في جميع المواقع الأخرى الممتدة على طول البحيرة. حيث يلعب الغطاء النباتي المتناخم للنهر دوراً في تخفيف أثر المغذيات والرواسب القادمة من السطح، وذلك من خلال الترسيب وامتصاص النتروجين (Gyawali et al., 2013 ; Zhao et al, 2010).



شكل (6). تغيرات تركيز شاردة النتريت مقدرة (ملغ/ل) في مياه المواقع المدروسة

بقيت قيمة تركيز شاردة النتريت منخفضة ولم تتعد الحدود المسموح بها في جميع مواقع الدراسة (الشكل 6)، لكن ازدادت قيمها نسبياً في رافد عين الزعرور في فصل الربيع مع زيادة كمية هطول الأمطار وما تحمله تلك المياه من ملوثات بشرية وزراعية وهذا ما أكدته معامل الارتباط القوي ($r=0.96$) بين النتريت والمحتوى الكوليفورمي في هذا الفصل (الجدول 2).

بالنسبة لقيم تركيز شاردة الفوسفات فقد بقيت ضمن الحدود المسموح بها في جميع المواقع المدروسة وخلال الفصول الأربعة، وقد سجل أعلى تركيز لهذه الشاردة في رافد عين الزعرور في فصل الربيع كما يظهر الشكل (6) ويمتوسط قدره (0.20 ملغ/ل)،

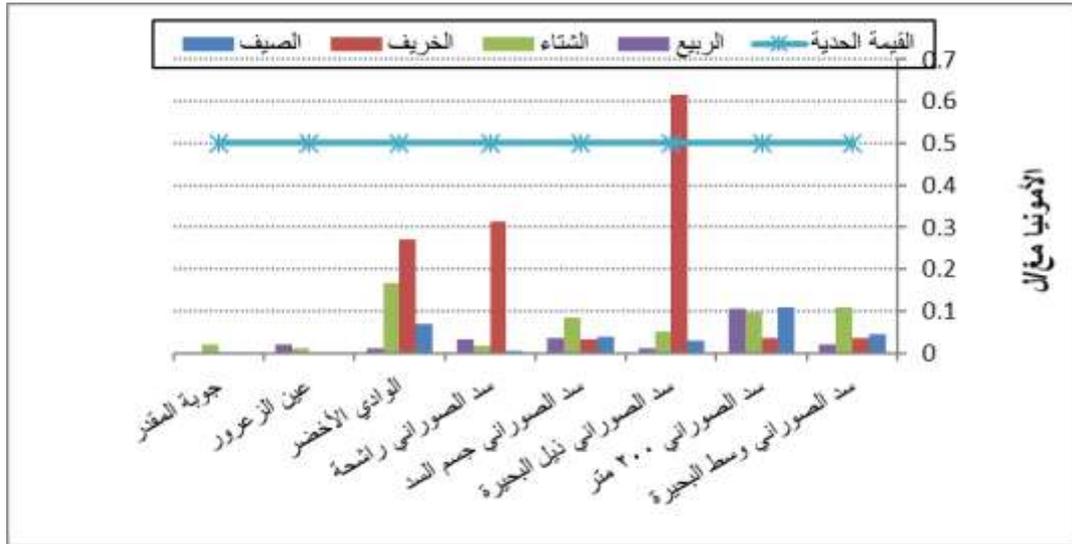


شكل (7). تغيرات تركيز شاردة الفوسفات مقدرة (ملغ/ل)

تظهر المخططات الثلاثة (7، 6، 5) عدم وجود تلوث بالشوارد المغذية حيث بقيت قيم تراكيزها ضمن الحدود المسموحة، ويعزى ارتفاع تراكيزها البسيطة في رافد عين الزعرور في فصل الربيع لمرور هذا الرافد بمجموعة من الأراضي الزراعية التي تخضع للتسميد في فترات محددة من السنة وبكميات قليلة نسبياً، بالتالي لم تتجاوز تراكيز هذه الشوارد القيم الحدية لأن الأراضي المزروعة على أطراف البحيرة محدودة المساحة ومتركة في جهة واحدة من السد شمال البحيرة.

- الامونيا:

يظهر الشكل (8) تباين قيم تركيز شاردة الامونيوم المقاسة خلال فترة الدراسة، ولم تتجاوز القيمة الحدية المسموح بها سوى في موقع ذيل البحيرة خلال فصل الخريف، مسجلة أعلى قيمة لها، حيث بلغ متوسطها الفصلي (0.62 ملغ/ل). ويمكن أن يعزى ارتفاع تركيز هذه الشاردة إلى رمي مخلفات الصرف الصحي التابعة لقرية برمانه المشايخ في مياه الوارد إلى البحيرة، إذ يتم تجميعها في خزانات خاصة ورميها في مجرى النهر مع بداية موسم هطول الأمطار، لكن نقص الكميات الهائلة خلال عام الدراسة، أدى إلى ارتفاع تركيز هذه الشاردة خلال هذه الفترة من العام، وهذا يتوافق مع نتائج دراسات مشابهة أشارت إلى زيادة تركيز الملوثات الكيميائية في فترات انخفاض تدفقات المجاري المائية (Mthembu et al., 2012 ; Cooman et al., 2005).



شكل (8). تغيرات تركيز شاردة الامونيا مقدر (ملغ/ل) في مياه المواقع المدروسة

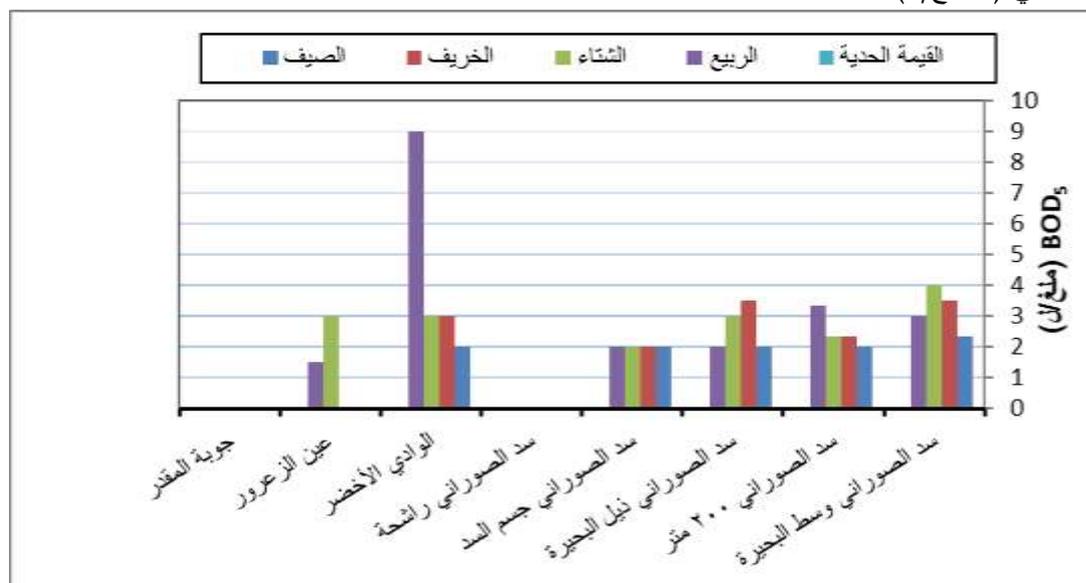
- مؤشر BOD₅:

يعد من أهم المؤشرات المستخدمة لتقييم نوعية المياه، وذلك لمعرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية، و يتأثر بشكل كبير بتدفق النفايات العضوية، والتي تستخدم الأكسجين المنحل في عملية تفكك مادتها العضوية (ناصر، 2004).

يظهر الشكل (9) أن قيم الـ BOD₅ تجاوزت الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية السورية، وسجلت أعلى قيمة له في رافد الوادي الأخضر بمتوسط قدره (9 ملغ/ل) في فصل الربيع مع وجود فروق معنوية على بقية المواقع الأخرى، ترافق ذلك مع ارتفاع قيمة العكارة والـ pH إضافة إلى ارتفاع مؤشرات التلوث الجرثومي، إذ تستقر معظم الجسيمات العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي في البحيرة مع تراجع معدلات الجريان ما يسبب ظاهرة

الإثراء الغذائي فيها(ناصر وآخرون، 2014)، الأمر الذي يؤدي الى زيادة نمو الطحالب والنباتات المائية يعقبه زيادة نشاط الكائنات الحية المفككة للمادة العضوية والتي تستهلك قسماً من الأكسجين المنحل (Mghaddasi and Eghdami, 2011 ; Babu *et al.*, 2006).

بالمقابل بقيت القيم قريبة من بعضها في بقية المواقع مع ارتفاع طفيف بقيمتها شتاءً في موقع وسط البحيرة وبلغ المتوسط الفصلي (4 ملغ/ل).

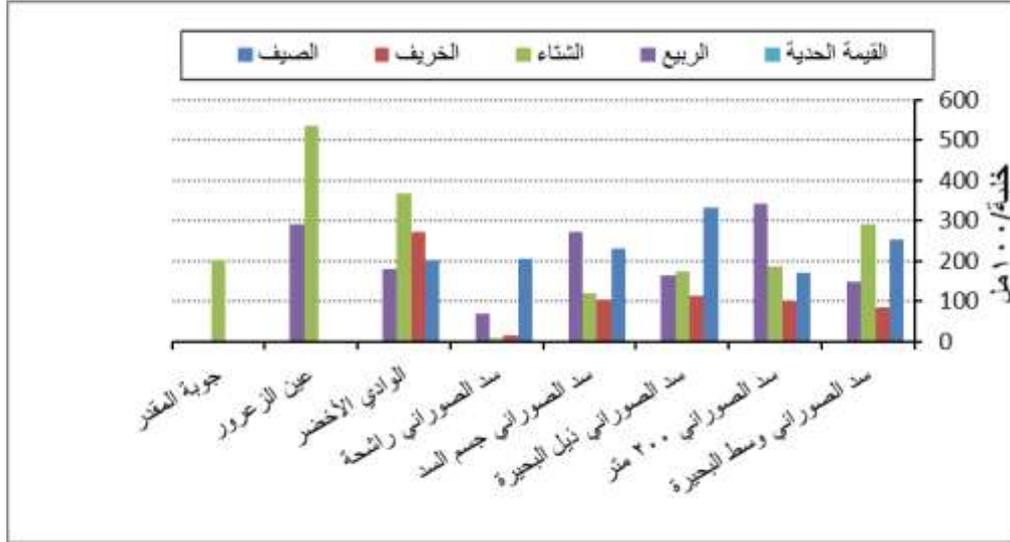


شكل (9). تغيرات تراكيز الـ BOD₅ في مياه المواقع المدروسة

نتائج التحليل الجرثومي

- التعداد العام (TM)

تظهر نتائج التحاليل الجرثومية المستحصل عليها والمبيّنة في الشكل (10) وجود تغيرات كبيرة في التعداد الكلي للأحياء الدقيقة TM لجميع المواقع المدروسة خلال فصول السنة وكان أعلاها في فصل الشتاء، إذ وصلت إلى $(5.36 \times 10^4$ خلية/100مل) في رافد عين الزعرور، وتوافق ذلك مع قيمة مرتفعة للعكارة (7 NTU) وهذا ما تؤكده علاقة الارتباط الايجابية القوية ($r=0.93$) بين TM والعكارة كما هو موضح في (الجدول 2). كذلك بلغ التعداد الكلي في رافد الوادي الأخضر $(3.68 \times 10^4$ خلية/100مل)، ويمكن أن يعزى ذلك إلى وصول الملوثات الجرثومية إلى الروافد ثم البحيرة مع مياه الصرف الصحي وكذلك من جريان الماء عبر الأراضي الزراعية التي يتم تسميدها بالسماد الحيواني، ومخلفات مزارع الدواجن (Maghaddasi and eghdami, 2011).

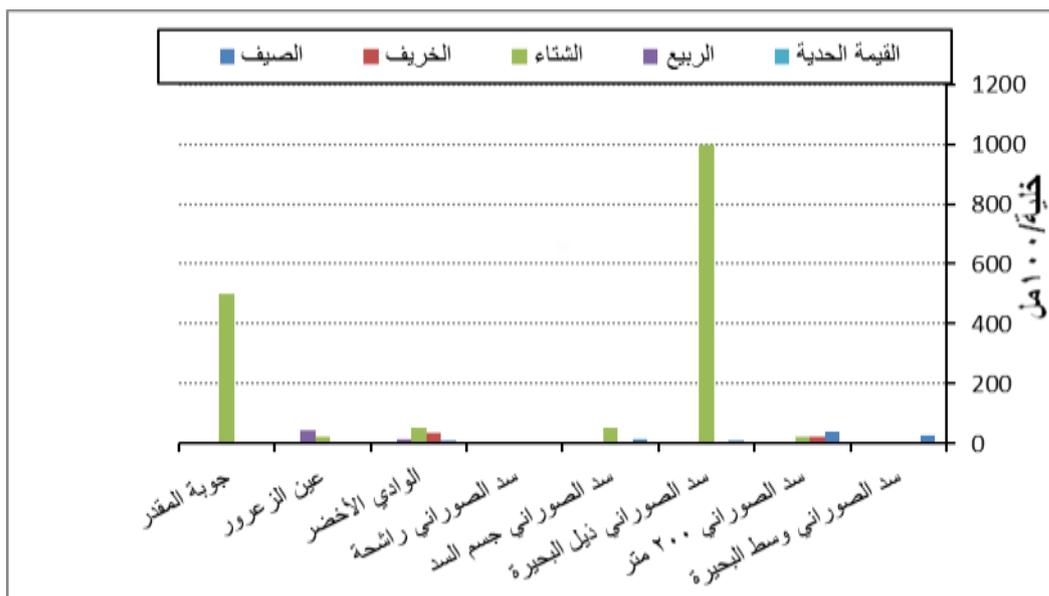


شكل (10). تغيرات التعداد الكلي للأحياء الدقيقة في مياه المواقع المدروسة

كذلك بلغت قيمة التعداد الكلي للأحياء الدقيقة في موضع ذيل البحيرة (3.33×10^4 خلية/100مل) في فصل الصيف، وقد يعود ذلك إلى انخفاض كميات المياه الجارية الواردة إلى البحيرة، وقد لوحظ ذلك أثناء فترة أخذ عينات المياه، حيث كان الجريان محدوداً مما أدى إلى زيادة تركيز الملوثات. وهذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها (Plumme and Long, 2007) حيث أظهرت مراقبة التغيرات الموسمية في تعداد الكائنات الحية الدقيقة ارتفاع قيم التعداد الكلي للكوليفورم خلال أشهر الصيف، بسبب زيادة مدة بقاء الملوثات ضمن المياه الناجم عن توقف الواردات من المياه النظيفة.

- الكوليفورم الكلي (TC)

تظهر النتائج المبينة في الشكل (11) تفوق التعداد الكلي للكوليفورم في موضع ذيل البحيرة على جميع المواقع المدروسة. حيث سجلت أعلى قيمة لهذا المؤشر في فصل الشتاء (1000 خلية/100مل) في الذيل، ويمكن أن يعزى ذلك إلى وصول بعض مخلفات الصرف الصحي الناتجة عن قرية برمانه المشايخ إلى المياه الواردة للبحيرة. كما بلغت (TC) قيمة مرتفعة في رافد جوبة المقدر (500 خلية/100مل). ويمكن تعليل ذلك بوجود مخلفات برازية ناتجة عن الصرف الصحي والزراعي حيث يتلقى هذا الرافد مياه الصرف الصحي غير المعالجة لقرية جوبة المقدر. هذا يتوافق مع دراسات (Guimaraes et al., 2012 ; Valuchova and Rodriguez, 2003) التي تؤكد أن الأجزاء من النهر التي تتلقى تدفقات من المياه غير المعالجة الناجمة عن التلوث المباشر الناتج عن رمي مخلفات الصرف الصحي، أو التلوث غير المباشر الناتج عن الانجراف من الأراضي الزراعية يزداد المحتوى الكوليفورمي فيها.



شكل (11). التغيرات الفصلية لتعداد الكوليفورم الكلي في مياه المواقع المدروسة

يظهر الجدول (2) أيضاً وجود ارتباط قوي بين تلوث النهر والملوثات الزراعية والصناعية والمواد الكيميائية غير العضوية، لا سيما في فصل الربيع حيث يتناسب التعداد الكلي للكوليفورم طردياً مع ارتفاع العكارة والنتريت والنتريت والفوسفات في هذا الفصل (جدول 2)، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة محمود (2010) التي أظهرت ارتفاع المحتوى الجرثومي في مياه الأنهار بعد موسم الأمطار.

الاستنتاجات والتوصيات

- أُتاحت الدراسة تقدير قيم المؤشرات الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لمياه كل من بحيرة سد الصوراني والروافد الرئيسية التي تغذي البحيرة ورصد تغيراتها الفصلية، وسمحت بتوصيف آلية التلوث فيها، حيث خلصت إلى الاستنتاجات الرئيسية التالية:
- يوجد تلوث جرثومي لمياه البحيرة والروافد في بعض المواقع المدروسة.
 - يسهم رافد عين الزعرور بتلوث البحيرة بالمخلفات الزراعية بفعل مروره قبل وصوله إلى البحيرة بمجموعة من الأراضي الزراعية التي تخضع للتسميد الآزوتي والفوسفاتي، مما يشير إلى تأثير النشاط الزراعي في نوعية مياه هذا الرافد رغم بقاء مؤشرات التلوث الكيميائي ضمن الحدود المسموح بها.
 - يعد رافد الوادي الأخضر القادم من قرية بغيديات مصدراً للتلوث الكيميائي والجرثومي في فصل الربيع.
 - تتسبب مياه الصرف الصحي لقرية برمانه المشايخ والتي تلقى في ذيل البحيرة في التلوث الجرثومي لها.
 - سجل أعلى قيم لمؤشرات التلوث الجرثومي وبعض قيم مؤشرات التلوث الكيميائي خلال فصلي الربيع والشتاء، حيث تجاوزت هذه المؤشرات الحدود المسموح بها خلال هذين الفصلين في مياه الروافد، الأمر الذي يظهر أن النشاط السياحي (الذي يزداد صيفاً) لا يسهم في زيادة تلوث مياه هذه الروافد.
- تعكس نتائج هذه الدراسة كثرة وتنوع مصادر التلوث التي تتعرض لها مياه بحيرة السد. بالتالي يمكن القول أن استخدام مياه بحيرة الصوراني لأغراض الشرب يتطلب معالجة عدد كبير من مشاكل التلوث ولاسيما مشكلة طرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة لقرية برمانه المشايخ والدرارة وبغيديات، كما يتطلب وضع ضوابط صارمة على مختلف

أنماط النشاط البشري في الأراضي المجاورة للبحيرة وروافدها ومنع المنشآت السياحية من إلقاء مخلفاتها في البحيرة. كذلك ينبغي مراقبة الأنشطة الزراعية وعملية التسميد في الأراضي الزراعية المشرفة على البحيرة والروافد. ينبغي تحديد مناطق حماية بيئية ضمن حرم البحيرة وفي مناطق التغذية للروافد الرئيسية لها ضمن الحوض، وذلك لتخفيف التلوث الناجم عن النشاطات البشرية.

المراجع

- خدام، منذر. الأمن الغذائي السوري. منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق، 2010، 232 ص.
- خلف، عمر كريم؛ عبد الرزاق، إبراهيم بكري؛ مناجد، محمود هويدي. تقييم بعض خصائص مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة النعيمية (الفلوجة). مجلة الفرات للعلوم الزراعية، المجلد (5) العدد (4)، 2013، 206-214.
- دليل تقييم جودة مياه المسطحات والمجاري المائية في سورية، 2014. قرينة جودة المياه، وزارة الدولة لشؤون البيئة، سوريا، 77ص.
- رزوقي، سراب محمد؛ الراوي، محمد عمار. دراسة مقارنة حول سلامة إمدادات مياه الشرب في مدينة بغداد. المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك، المجلد (2) العدد (4)، 2010، 98-129.
- كيبو، عيسى؛ صقر، إبراهيم؛ عجيب، شفيقة. رصد النوعية الكيميائية لمياه نهر الكبير الشمالي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، سلسلة العلوم الاقتصادية، المجلد (18) العدد (1)، 2002، 83-115.
- محمود، أوج. دراسة بعض الملوثات الجرثومية لمصدرين مائيين مستخدمين سابقاً في الشرب في منطقة الجنديرية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، 2010، 90 ص.
- ناصر، أميمة محمد. تأثير التلوث الجرثومي والكيميائي لمياه بعض المسطحات المائية في محافظة اللاذقية على النباتات المروية بهذه المياه، رسالة ماجستير بيئية مائية، كلية العلوم، جامعة تشرين، 2004، 177ص.
- ناصر، هاجر؛ علاء الدين، فائق؛ ياسين، سوسن. دراسة تغيرات تراكيز بعض الأيونات في مياه الصرف الصحي المعالجة في ريف اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الأساسية، المجلد (36) العدد (5)، 2014، 109-120ص.
- هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، 2007. المواصفة القياسية رقم [45] لمياه الشرب (المراجعة الثانية). وزارة الصناعة، دمشق.

- APHA. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 20th Edition, American Puplic Health Association, U.S.A, 1998.

- BABU, M.T.; KESAVA DAS, V.; VETHAMONY, P. *BOD-DO modeling and water quality analysis of awaste water outfall off Kochi, west coast of India*. Environment International, vol.32, 2006, 165 – 173.

- BELLOS,D.; SAWIDIS,T. *Chemical pollution monitoring of the River Pinios (Thessalia—Greece)*.Journal of Environmental Management, vol.76(4),2005, 282–292.

- BUCKALEW, D.W.; HARTMAN, L.J.; GRIMSLEY, G.A.; MARTIN, A.E.; REGISTER, K.M. *A long-term study comparing membrane filtration with Colilert defined*

substrates in detecting fecal coliform sand Escherichia coli in natural waters. Journal of Environmental Management, vol.80, 2006, 191–197.

- CHITRADEVI,S.; SRIDHAR,S.G.D. *Hydrochemical characterization of groundwater in the proximity of river Noyyal, Tiruppur,South India.* Indian Journal of Science and Technology, Vol. 4, No. 12, 0974- 6846.

- COOMAN,K.; DEBELS,P.; GAJARDO,M.; URRUTIA,R.; BARRA,R. *Use of Daphnia spp. for the Ecotoxicological Assessment of Water Quality in an Agricultural Watershed in South-Central Chile.* Arch. Environ. Contam. Toxicol. Vol.48 ,2005, 191–200.

- DHONDE, S. M.; KULKARNI ,G.B. *Hydro-Chemical monitoring of drinking water in kadi river at nimgaon choba project in beed dist.(m.s) india.* Bioscience Discovery, Vol. 3(1) ,2012, 133-137.

- FERREIRA, C.S.S.; SOARES, D.; FERREIRA, A.J.D.; COSTA, M.L.; STEENHUIS, T.S.; COELHO, C.O.A.; WALSH, R.P.D. *Urban areas impact on surface water quality during rainfall events.* Geophysical Research Abstracts,Vol. 14, 2012, 101-102.

- GUIMARAES, M.H.; MASCARENHAS,A.; SOUSA,C.; BOSKI,T.; DENTINHO, T. P.*The impact of water quality changes on the socio-economic system of the Guadiana Estuary:an assessment of management options.* Ecology and Society, Vol.17(3):38, 2012, 1-15.

- GYAWALI, S.; TECHATO, K.; YUANGYAI, C.; MUSIKAVONG, C. *Assessment of relationship between land uses of riparian zoneand water quality of river for sustainable development of riverbasin, A case study of U-Tapao river basin, Thailand.* Procedia Environmental Sciences, Vol.17, 2013, 291–297.

- HONG, S.; TAO, L.; REN, X.; ZHUANG, Y.; FENG, N.; WANG, T. *Study of the change of water quality for a lake in Central China.* Water and Environment Journal, Vol. 24, 2010, 165–173.

- HUDON, C.; CARIGNAN, R. *Cumulative impacts of hydrology and human activities on water quality in the St. LawrenceRiver (Lake Saint-Pierre, Quebec, Canada).* Can. J. Fish. Aquat. Sci, Vol. 65, 2008, 1165–1180.

- MAHESHWARI, A; SHARMA, M.; SHARMA,D. *Hydro Chemical Analysis of Surface and Ground Water Quality ofYamuna River at Agra, India.* J. Mater. Environ, Sci, Vol. 2(4), 2011, 373-378.

- MGHADDASI, M. S.; EGHdami,A. *Water Pollution Causes.* Research Journal of Fisheries and Hydrobiology, Vol.6(2), 2011, 78-80.

- MTHEMBU, M. S.; DJAROVA,T.G.; BASSON,A.K. *The Effect of Human Activities on the Quality of Water at UMhlatuze River (Northern Coast of Kwa-Zulu Natal,RSA):The Case of Agricultural and Industrial Developments.* Journal of Agricultural Science and Technology. Vol. 2, 2012, 591-594.

- MUSTAPHA, A.; ARIS,A. Z.; JUAHIR, H.; RAMLI, M.F.; KURA, N.U. *River water quality assessment using environmentrictechniques: case study of Jakara River Basin.* Environ Sci Pollut Res, Vol.10, 2013, 1-15.

- PLUMMER, J.D ; LONG, S.G. *Monitoring source water for microbial contamination: Evaluation of water quality measures.* Journal homepage WATER RESEARCH, Vol. 41, 2007, 3716 – 3728.

- REID, D.C; EDWARDS, A.C; COOPER,C; WILSON,E; MCGAW, B. A. *The quality of drinking water fromprivate water supplies in Aberdeenshire, UK.* Water Research, Vol. 37, 2003, 245–254.

- ROMPRE, A.; SERVAIS, P.; BAUDART, G.; DE-ROUBIN, M.R.; LAURENT, P. *Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches*. Journal of Microbiological Methods, Vol.49, 2002, 31–54.
- SADEGHI, GH. ; MOHAMMADIAN, M.; NOURANI, M.; PEYDA, M.; ESLAMI, A. *Microbiological Quality Assessment of Rural Drinking Water Supplies in Iran*. Journal of agriculture & social sciences, Vol. 3, No. 1, 2007, 31–33.
- SAZAKLI, E.; ALEXOPOULOS, A.; LEOTSINIDIS, M. *Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece*. Water Research, Vol.41, 2007, 2039 – 2047.
- SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H.M.; FLEMING, L.E.; SAMIR ELMIR, F. *Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment*. Water Research, Vol.38, 2004, 3119–3131.
- VALUCHOVA, M. ; RODRIGUEZ, A. *Hydrochemical and microbiological characteristics of the gidra river basin*. Acta Zoologica Universitatis Comenianae, Vol. 45, 2003, 19-27.
- WU, M. L.; ZHANG, Y.Y.; LONG, L. J.; ZHANG, S.; WANG, Y. S.; LING, J.; DONG, J. D. *Identification of Coastal Water Quality, Including Heavy Metals, in the South China Sea*. Pol. J. Environ. Stud, Vol. 21, No. 5, 2012, 1445-1447.
- YI, Q. ; DOU, X. D.; HUANG, Q. R.; ZHAO, X. Q. *Pollution Characteristics of Pb, Zn, As, Cd in the Bijiang River*. Procedia Environmental Sciences, Vol. 13, 2012, 43-45.
- ZHAO, Y. ; YANG, Z. ; YINGXIA, L. *Investigation of water pollution in Baiyangdian Lake, China*. Procedia Environmental Sciences, Vol. 2, 2010, 737–740.