

Temporal and spatial changes of some nitrogen pollutants in the lower section of the Alkabeer Alshamali River

Dr.Sawsan Haifa*

Dr.Aziz Assad**

Rafah Fares***

(Received 12 / 9 / 2021. Accepted 18 / 4 / 2022)

□ ABSTRACT □

The Syrian Arab Republic suffers from a sever scarcity of water resources due to the its occurrence in the dry and half- dry region on the one hand and on the other hand the mismanagement of these water resources, and to exposure to pollutants resulting from various human activities (agricultural, industrial, and domestic). In this study, we are focusing on monitoring the changes in the concentrations of some nitrogen pollutants (nitrate and ammonium) which are one of the indicators of agricultural pollution. Samples were collected from the lower section of the Great Northern River. The studied indicators were PH, EC, nitrogen in its two main forms (nitrate, ammonium). The results showed a significant improvement in the quality of the river in terms of nitrate index, as nitrate concentrations decreased to below the internationally permissible limits. Whereas, the ammonium concentration showed significant pollution in sewage water, especially in the last section of the river, whereas the ammonium concentration were very high, reaching values that exceeded the internationally permissible limits.

Keyword: Alkabeer Alshamali River, nitrogen pollutants, ammonium, nitrate, sewage.

* Professor, Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. sawsan.hayfa@tishreen.edu.sy

** Professor, Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. aziz.assad@tishreen.edu.sy

***Postgraduate student (PHD), Department of Soil And Water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia faresrafah@yahoo.com.

التغير الزمني والمكاني لبعض الملوثات الآزوتية في القسم السفلي من نهر الكبير الشمالي

د. سوسن هيفا *

د. عزيز أسعد **

رفاه فارس ***

(تاريخ الإيداع 12 / 9 / 2021. قبل للنشر في 18 / 4 / 2022)

□ ملخص □

يعاني القطر العربي السوري شحاً كبيراً في الموارد المائية بسبب وقوعه في المنطقة الجافة ونصف الجافة من جهة ومن جهة أخرى سوء إدارة هذه الموارد المائية وتعرضها للملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة (الزراعية، الصناعية والحضرية). في هذا الإطار، يتمحور عملنا خلال هذه الدراسة على مراقبة تغيرات تراكيز بعض الملوثات الآزوتية (النترات والأمونيوم) والتي تعد من المؤشرات على التلوث الزراعي. تم جمع العينات من عدة مواقع في القسم السفلي من النهر الكبير الشمالي. المؤشرات المدروسة كانت كل من الـ pH ، EC ، القساوة الكلية والأزوت بشكليه الأساسين (النترات والأمونيوم). أظهرت النتائج جودة مياه النهر من حيث مؤشر النترات حيث أن تراكيز النترات انخفضت إلى ما دون الحدود المسموح بها عالمياً. في حين أن تراكيز الأمونيوم أظهرت وجود تلوث كبير مصدره مياه الصرف الصحي وخاصة في القسم الأخير من النهر حيث أن تراكيز الأمونيوم كانت مرتفعة جداً لتصل لقيم تجاوزت بها الحدود المسموح بها عالمياً.

الكلمات المفتاحية: نهر الكبير الشمالي، الملوثات الآزوتية، الأمونيوم، النترات، مياه الصرف الصحي.

*أستاذ دكتور - قسم علوم التربة والمياه - كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية sawsan.hayfa@tishreen.edu.sy

**دكتور - قسم علوم التربة والمياه - كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. aziz.assad@tishreen.edu.sy

*** طالبة دكتوراه - قسم علوم التربة والمياه - كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. faresrafah@yahoo.com

مقدمة :

يعد التلوث البيئي بأشكاله المختلفة من أخطر التحديات التي تواجه البشرية اليوم بسبب الاستخدام غير الرشيد للمصادر الطبيعية المختلفة دون الأخذ بعين الاعتبار آثاره السلبية على البيئة. إن تلوث المياه هو من أحد أخطر أشكال التلوث البيئي، بالرغم من أن الماء يغطي أكثر من 70% من كوكب الأرض، إلا أن الماء العذب يشكل فقط 2,5% في حين أن ما تبقى يوجد على شكل مياه مالحة في البحار والمحيطات. في حين حوالي 99% من الماء العذب هو على شكل ماء صعب الاستخراج يتواجد في القطبين وفي أعماق الأرض أي أن 1% فقط هو الذي يتم استخدامه وهو بشكل أساسي مياه الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية سهلة الاستخراج (Gleick, 1993). بين عامي 1996-2005 كان الاستهلاك السنوي بشكل متوسط 9100 مليار م³ (92% منها للزراعة) (Hoekstra et al., 2012).

إن الكثير من المصادر المائية بالرغم من وفرتها تعدّ غير صالحة للاستخدام بسبب تلوثها بمخلفات الصرف الصحي أو المخلفات الصناعية أو المواد الكيميائية المستخدمة في الزراعة (ESCWA, 2002; FAO, 2002)، حيث أن تراكم الملوثات في المياه يخفّض من جودتها وبالتالي فإنّ الجهود والتكاليف الرئيسية المخصصة لعملية الإدارة ستكسر بشكل أساسي لصالح حماية وإدارة نوعية المياه (OWH, 2004). بدأت مشكلة تلوث مياه الأنهار بالتفاقم مع بدايات الثورة الصناعية، وظهرت حالات حرجة لتلوث مياه الأنهار في مناطق مختلفة من العالم، كالتغيرات النوعية التي طرأت على مياه نهر الدانوب في أواخر السبعينات من القرن الماضي نتيجة لوجود الهيدروكربونات البترولية (PAHS) بمياه النهر (UNESCO, 1980). كما شهدت العقود القليلة الماضية زيادة في مستوى التلوث الأروثي في المسطحات المائية على مستوى العالم، ما أدى إلى انخفاض معدلات الأكسجين المنحل وتغيرات في بنية السلاسل الغذائية في الوسط المائي، حيث تبين فقدان بعض الأنواع النباتية وزيادات أنواع أخرى (Boesch, 2000; NRC, 2000; Howarth et al., 2002a). تصل المركبات الأروثية المختلفة للمساحات المائية من مصادر مختلفة مثال: الترسبات من الغلاف الجوي، مخلفات الحيوانات والنباتات، مياه الصرف الصناعي، مياه الصرف الصحي والأسمدة المستخدمة في الزراعة (Fogg et al., 2005, Stevenson et al., 1965). إن الحدود المسموح بها لتراكيز كل من الأمونيوم والنترات في مياه الأنهار (بحسب المكتب البيئي الخاص بالأمم المتحدة) هي على التوالي 0.2 ملغ/ل للأمونيوم و 40 ملغ/ل للنترات. إن ارتفاع تراكيز النترات في مياه الشرب يزيد من مخاطر الإصابة ببعض الأمراض السرطانية والسكري واضطرابات الغدة الدرقية (Dan-Hassan et al., 2012). إضافة للمخاطر الصحية، إن ارتفاع تراكيز النترات يزيد من التكلفة المادية للعمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المستخدمة لتقليل من تراكيز النترات (Jiang et al., 2011). إن تواجد الأمونيوم ولو بتراكيز منخفضة يشكل خطر على صحة الكائنات الحية في الوسط المائي وذلك نتيجة لتحويله السريع إلى نترات ومن ثم إلى أمونيا والتي تسبب الموت عند تراكيز منخفضة جداً (Buss et al., 2004).

إن الموارد المائية في الجمهورية العربية السورية تحظى بشكل عام بأهمية استثنائية بهدف مواجهة النقص المتزايد في كميات المياه العذبة الصالحة للاستخدام البشري في المجالات المختلفة (مياه شرب، الزراعة والصناعة). تعاني المصادر المائية في القطر من تزايد في معدلات التلوث الحيوي والكيميائي الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة وتتمثل بشكل أساسي بمياه الصرف الصحي والصناعي ومخلفات الأسمدة والمبيدات (Mahfoud, 1996; Kbibo et al, 2002)، يسبب الإسراف في استخدام هذه الأسمدة الذي لا يراعى المعايير البيئية للسماد الأروثي بما يفوق أضعاف المعدل العالمي لنسب الاستخدام المتوازن، مما يشكل أحد عوامل تلوث المياه بالنترات (Alsyed et al, 2006).

يمتاز حوض الساحل بوجود شبكة كثيفة من الأنهار التي تغطي معظم مساحاته ومنها الكبير الشمالي الذي يعدّ من أهم المصادر المائية لمياه الشرب والري في المنطقة وهو أطول وأكبر الأنهار الساحلية والذي يواجه مشكلة بيئية في مياهه، حيث أظهرت دراسة أجريت في حوض النهر وجود قيم مرتفعة من النترات وصلت إلى 80 ملغ/ل (Hag Husein et al, 2017).

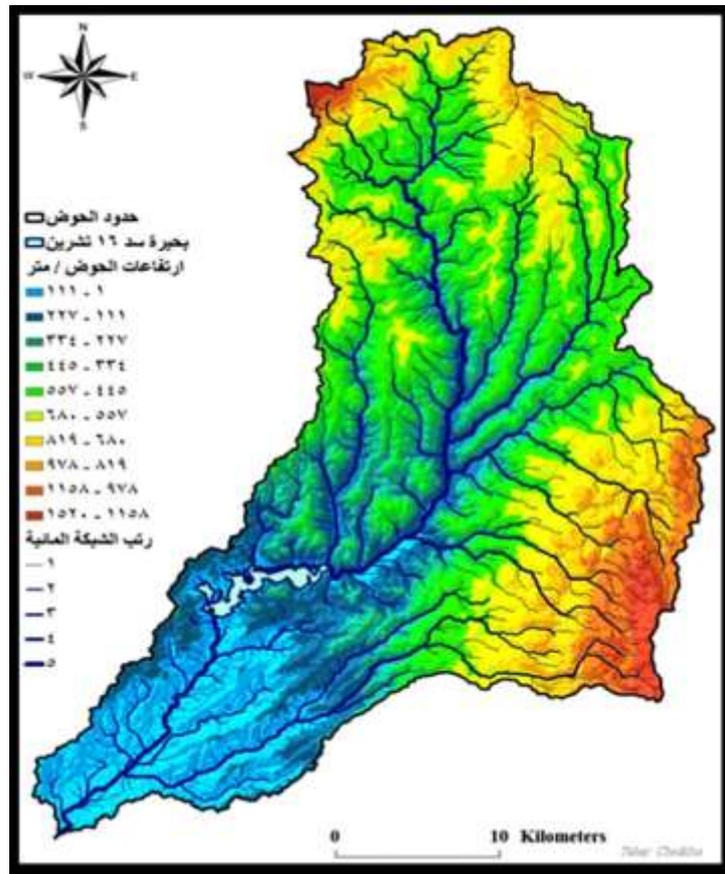
أهمية البحث وأهدافه:

تعتبر هذه الملوثات من أهم المؤشرات لتحديد مصادر التلوث في المسطحات المائية وخاصة أن هذه المنطقة المدروسة تخضع للكثير من مسببات التلوث كالمناطق الصناعية ومياه الصرف الصحي وبعض المعامل. إن الهدف من الدراسة الحالية هو معرفة التغيرات الزمانية والمكانية لبعض الملوثات الآزوتية (النترات والأمونيوم) في القسم السفلي من النهر الكبير الشمالي (النقطة ما بعد بحيرة سد 16 تشرين وصولاً للمصب في البحر الأبيض المتوسط).

طرائق البحث ومواده:

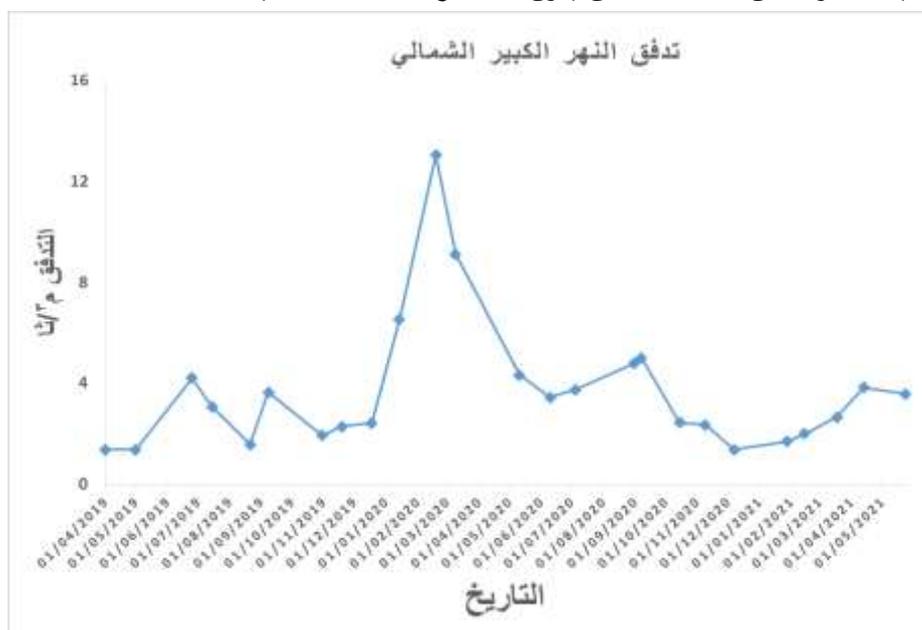
منطقة الدراسة:

ينبع نهر الكبير الشمالي من الأراضي التركية وترفده مجموعة من الروافد داخل الأراضي السورية أهمها عين الدلب، عين السلور، عين العشرة، النهر الأسود ونهر كفريا، ومن ثم ينحدر ليصب جنوب مدينة اللاذقية بعد اجتيازه مسافة وقدرها 96 كم منها 60 كم داخل الأراضي السورية (الشكل 1) وهو يعدّ من أكبر وأطول الأنهار في الساحل السوري.



الشكل (1) يبين الحوض الساكن للنهر الكبير الشمالي

متوسط تدفق النهر حوالي $5\text{ م}^3/\text{ثا}$ وفي موسم الفيضان يصل تدفقه إلى 100 م^3 في الثانية. يوضح (الشكل 2) تغيرات تدفق النهر خلال فترة الدراسة في محطة قياس التدفق عند معمل المعاكس (مصدر البيانات مديرية الموارد المائية في محافظة اللاذقية). في القسم السفلي من الحوض الساكب يمر النهر عبر الأراضي الزراعية والتجمعات السكانية ليصل لمنطقة يتواجد فيها مجموعة من المعامل بعد أن يكون قد اجتاز المنطقة الصناعية.



الشكل (2): يوضح تغيرات التدفق للنهر الكبير الشمالي عند نقطة معمل المعاكس خلال فترة الدراسة (المصدر: مديرية الموارد المائية في محافظة اللاذقية)

جمع العينات:

جمعت العينات من ستة مواقع رئيسية في القسم السفلي من الحوض الساكب بدءاً من منطقة عين اللبنة وحتى المصب في البحر الأبيض المتوسط يوضح (الجدول 1) بعض التوصيف لمواقع جمع العينات. أخذت العينات بمعدل مرة واحدة كل شهر وخلال فترة امتدت لخمس عشرة شهراً.

الجدول (1) يبين أسماء الأماكن التي أخذت منها العينات

| الموقع | مكان أخذ العينة | ملاحظات |
|--------|-----------------|--|
| S1 | عين اللبنة | منطقة زراعية |
| S2 | دوار الوزير | منطقة زراعية |
| S3 | اليغصنة | منطقة زراعية |
| S4 | الشير | منطقة زراعية إضافة لوجود المنطقة الصناعية لمحافظة اللاذقية |
| S5 | معمل المعاكس | منطقة معامل |
| S6 | المصب | شاطئ البحر |

أجريت التحاليل المختلفة المطلوبة في هذه الدراسة خلال مدة أقصاها 24 ساعة بعد عملية جمع العينات، حيث تم إجراء التحاليل الكيميائية التالية:

1-الناقلية الكهربائية للمياه (EC).

2- درجة الحموضة (pH).

تم قياسهم مباشرة في الموقع من خلال الجهاز المحمول (HANNA HI9811) والذي يحوي إلكتروود قادر على قياس كلا المؤشرين.

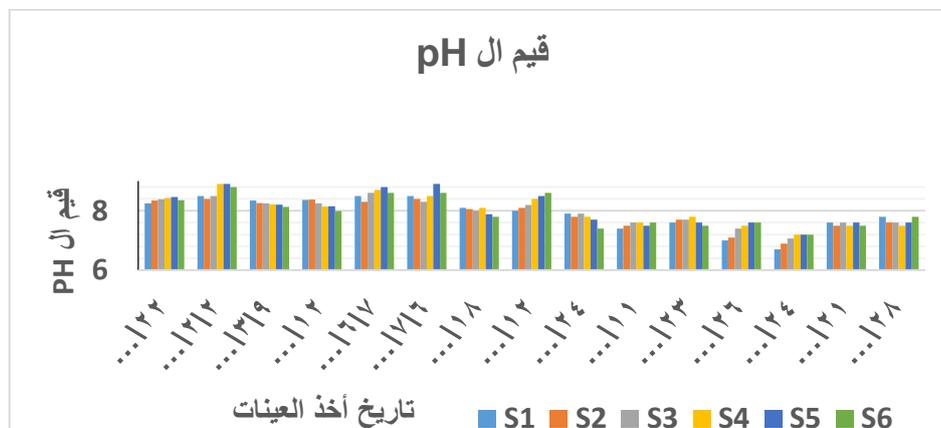
3-تم تحديد تراكيز كل من الكالسيوم والمغنيزيوم بالمعايرة الحجمية (القساوة الكلية) وهي مصطلح يستخدم عادة لوصف حالة المياه عندما تكون نسبة الأملاح المعدنية فيها عالية والتي غالباً ما تكون أملاح الكالسيوم (Ca^{+2}) والمغنسيوم (Mg^{+2}) بالإضافة إلى بعض الأملاح المنحلة من البيكربونات والكبريتات. يوجد الكالسيوم في المياه العسرة على شكل كربونات وكبريتات الكالسيوم والمغنسيوم على شكل الدولوميت. إن الماء العسر غير ضار صحياً بحد ذاته ولكن يسبب استهلاكاً كبيراً في المنظفات كالصابون لأن الماء العسر يمنع تشكل الرغوة، في حين أن الماء العسر خطر على المنشآت الصناعية لأنه يسبب أعطال ذات كلفة عالية في المراجل وأبراج التبريد (APHA, 1998).

4-الأمونيوم والنترات قدرت باستخدام (Portable Colorimeter) من النوع (DR/890) باستخدام الطريقتين (10020DR800، 10023DR800 على الترتيب).

النتائج والمناقشة:

تغيرات قيم الـ pH خلال فترة الدراسة:

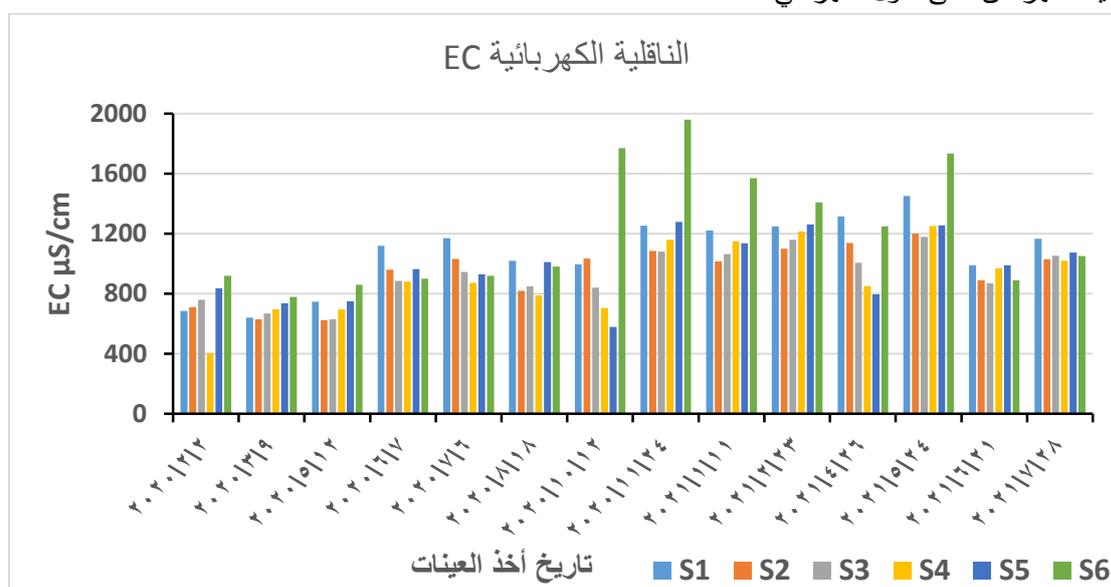
أظهرت نتائج قياس درجة الحموضة (pH) تغيرات ملحوظة مع الزمن بالنسبة لجميع مواقع الإعتيان ، في حين أن هذه التغيرات لم تكن ملحوظة بشكل كبير بين مواقع الإعتيان. فقد جاءت قراءات قيم الـ pH (الشكل 3) متقاربة خلال عملية جمع العينات بنفس الزمن في مختلف المواقع. لكن بينت النتائج وجود ميل لانخفاض قيم الـ pH في مختلف المواقع خلال العام 2021 حيث أصبحت هذه القيم قريبة من 7 في حين كانت مائلة بشكل واضح للقلوية في عام 2020. إن هذا الانخفاض في قيم الـ pH مع الوقت يمكن أن يعود بشكل أساسي لتغيرات غاز ثاني أكسيد الكربون في الوسط المائي. إذ أن ارتفاع تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الوسط المائي يسبب انخفاض في قيم الـ pH. هذا الارتفاع في تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون سببه الفترة الجافة التي مر بها النهر من جهة ومخلفات مياه الصرف الصحي التي ترمى مباشرة في النهر من جهة أخرى.



الشكل (3) يبين تغيرات قيم الـ pH خلال فترة الدراسة

تغيرات قيم الناقلية الكهربائية خلال فترة الدراسة:

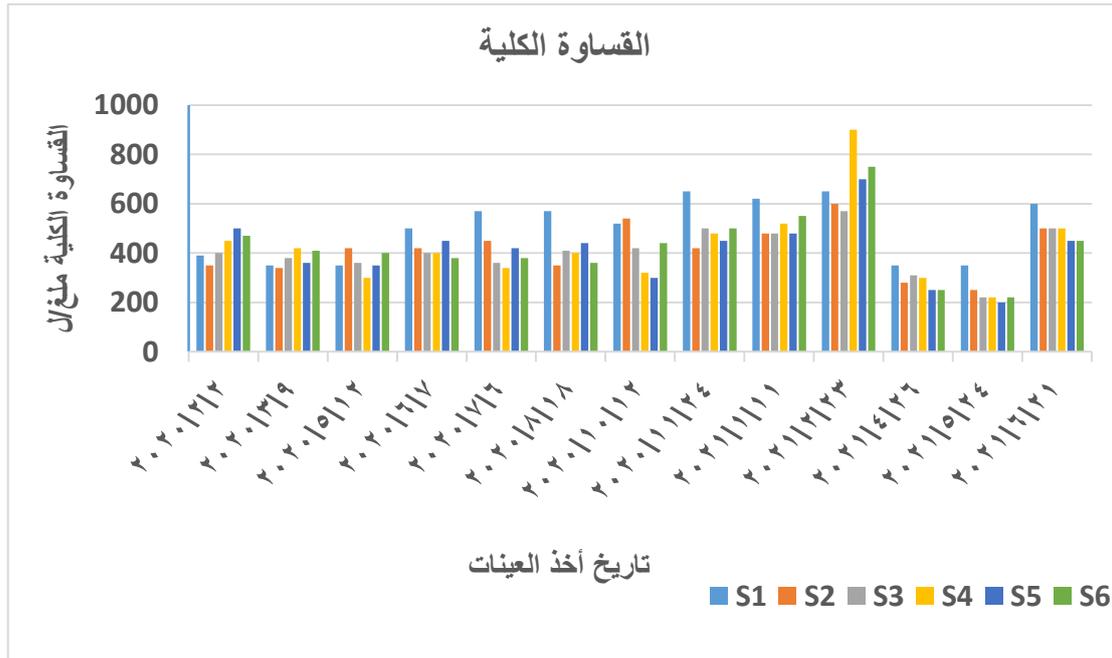
إن قيم الناقلية الكهربائية لكامل العينات مبينة بالشكل (4) حيث تظهر تغيرات كبيرة في قيم الناقلية الكهربائية زمانياً ومكانياً. ففي حين كان متوسط قيم الناقلية حوالي $800 \mu\text{S}/\text{cm}$ في العام 2020 وهي أقل من الحدود المسموح بها عالمياً في مياه الأنهار. إلا أنها ارتفعت لتصل إلى حوالي $1200 \mu\text{S}/\text{cm}$ في العام 2021 وهذا يشير إلى ارتفاع ملوحة مياه النهر. قيم الناقلية المرتفعة مصدرها يعود للأنشطة البشرية المختلفة ضمن الحوض الساكب للنهر وهي بشكل أساسي مياه الصرف الصحي ومخلفات المنطقة الصناعية وبعض المعامل الموجودة في القسم الأخير من النهر. مكانياً أعلى القيم سجلت في النقطة S6 وهي نقطة المصب. إن ارتفاع القيم المسجلة في هذه النقطة يعود بشكل أساسي إلى أن القسم الأخير من النهر هو قسم مستوي قليل الانحدار وبالتالي يحصل تراكم مستمر للأملاح المحمولة مع مياه النهر من على طول النهر في هذه المنطقة.



الشكل (4): يبين تغيرات قيم الناقلية الكهربائية خلال فترة الدراسة

تغيرات قيم القساوة الكلية خلال فترة الدراسة:

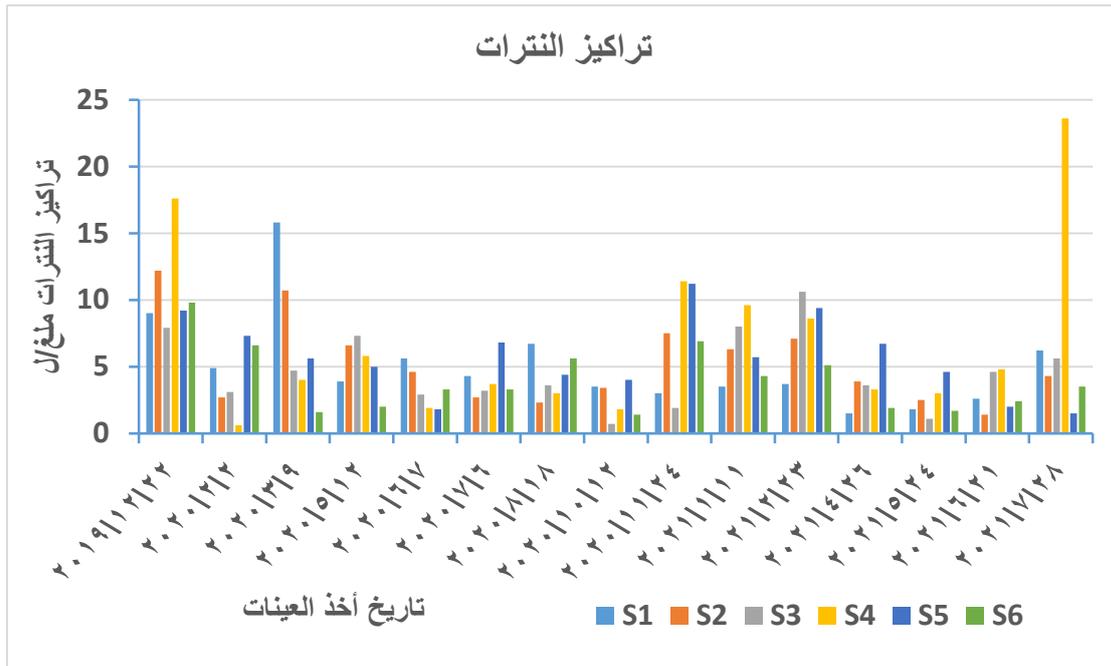
أظهر تحليل القساوة الكلية للعينات المأخوذة الشكل (5) قيم لم تتجاوز الحدود المسموح بها عالمياً وهو $500 \text{ ملغ}/\text{ل بل}$ جاءت في معظم العينات أقل من هذا الحد فقط مرة واحدة خلا كامل فترة الدراسة تجاوزت هذا الحد وكانت بتاريخ 23/02/2021 حيث أن مياه النهر كانت عسرة خلال تلك الفترة. ولكن النتيجة العامة أظهرت أن الماء هو بحالة جيدة فيما يتعلق بهذا المؤشر.



الشكل (5): يبين تغيرات قيم القساوة الكلية خلال فترة الدراسة

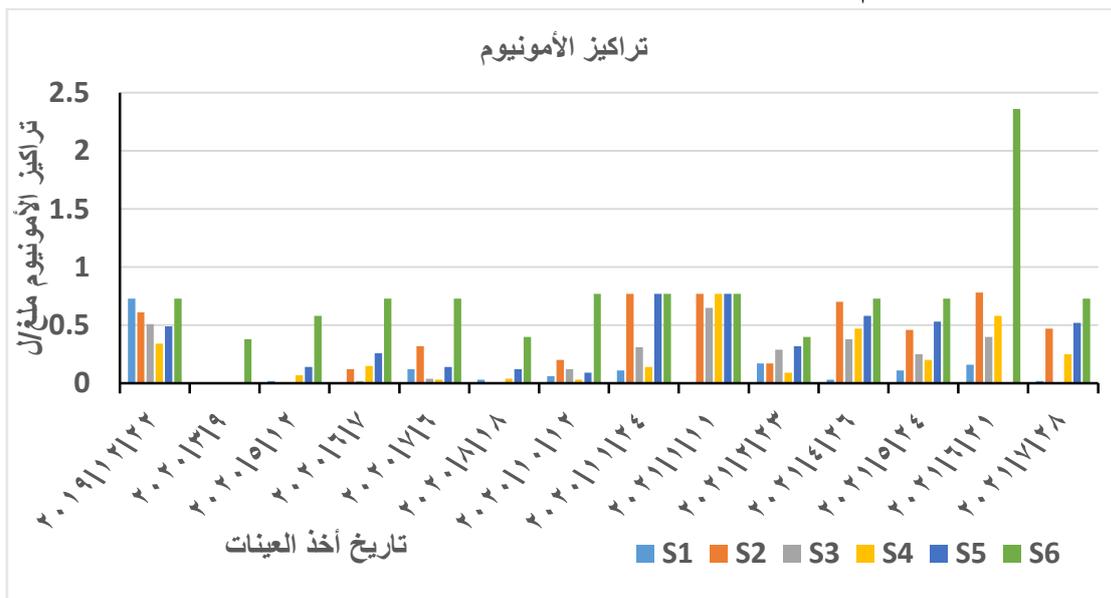
تغيرات تراكيز النتراوات خلال فترة الدراسة:

إن المياه التي تحتوي على أكثر من 40 ملغ/ل نتراوات تعتبر غير صالحة للشرب وفي حال شرب الإنسان لمياه تحتوي على نتراوات بتراكيز عالية تزيد عن الحد المسموح به عالمياً فإن النتراوات تختزل في الجهاز الهضمي إلى نترات والذي بدوره يمتص ليصل للدم ويتحد مع الهيموغلوبين ويفقده قدرته على نقل الأوكسجين. إضافة لذلك إن زيادة تراكيز النتراوات في المياه يجعلها عرضة لظاهرة التشبع الغذائي التي تفضي بالنهاية لانفجار طحلبي يفضي بالنهاية لاستهلاك الأوكسجين في الوسط المائي وبالتالي موت جميع الكائنات الهوائية وانتشار الروائح الناتج عن تراكم المادة العضوية (Muhammad, 2019). أظهرت نتائج تحليل النتراوات للعينات المختلفة (الشكل 6) تراكيز أقل من 40 ملغ/ل في أغلب العينات وللنترات المختلفة. فقط في حالات فردية فمثلاً في الموقع S4 بتاريخ 28/07/2021 وصلت تراكيز النتراوات إلى 23.6 ملغ/ل ولكن في الموقع الذي يليه S5 ولنفس الفترة الزمنية كان تركيز النتراوات 3.5 ملغ/ل مما يدل على أن النهر يمتلك مقدرة كبيرة على التنقية الذاتية. ذلك يكون من خلال الكائنات الحية والنباتات التي تعيش في النهر والتي تقوم بامتصاص النتراوات من مياه النهر وتعمل كنتيجة لذلك على تخفيض تراكيز النتراوات في مياه النهر. إن انخفاض تراكيز النتراوات في النهر الكبير الشمالي بشكل عام مقارنة مع تراكيز النتراوات في الدراسات السابقة يعود بشكل أساسي إلى قلة استخدام المزارعين للأسمدة الأزوتية لها الأمر الذي انعكس إيجابياً على مستويات التلوث بالنتراوات في مياه النهر خلال فترة الدراسة.



الشكل (6): يبين تغيرات تراكيز النترات خلال فترة الدراسة

4-5 تغيرات تراكيز الأمونيوم خلال فترة الدراسة:



الشكل (7): يبين تغيرات تراكيز الأمونيوم خلال فترة الدراسة

ينتج الأمونيوم (NH_4^+) طبيعياً في المياه من خلال تحلل المادة العضوية والأزوت المعدني في الماء والترربة ومن خلال إرجاع الأزوت بشكله الغازي في الماء بواسطة الكائنات الحية الدقيقة. كما أنه يصل للمياه أيضاً مع مخلفات بعض الصناعات كمكون من هذه المخلفات أو مع مياه الصرف الصناعي في حين أن القسم الأكبر من الأمونيوم يصل للمسطحات المائية مع مياه الصرف الصحي (Delpla et al., 2009; Bates et al., 2008). إن التراكيز

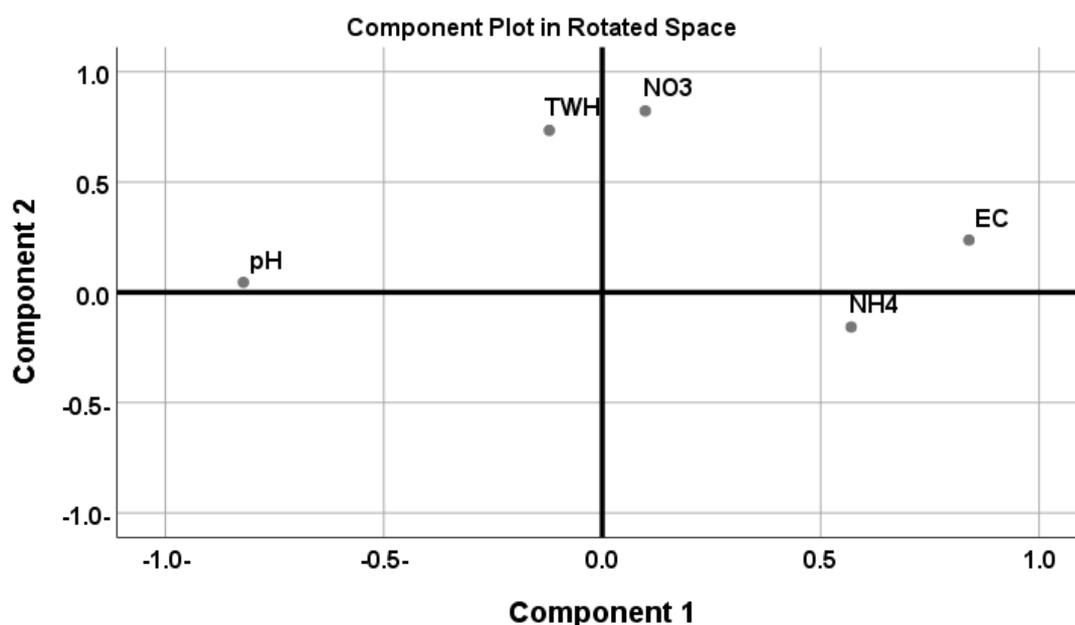
المرتفعة من الأمونيوم هي سامة للحياة المائية وبالتالي فهي تسبب خلل في التوازن البيئي في الوسط المائي. التراكيز المسموح بها عالمياً من الأمونيوم في الأوساط المائية هو ($0.2 \text{ mg/l N-NH}_4^+$). أظهرت نتائج تحليل العينات المختلفة المأخوذة من أماكن مختلفة وفترات زمنية مختلفة من النهر الكبير الشمالي تغيرات كبيرة في تراكيز الأمونيوم، ففي حين أظهر تحليل بعض العينات خلوها من الأمونيوم في بعض المواقع إلا أنه وفي فترات أخرى تكرر كثيراً تجاوز التراكيز المسجلة الحدود المسموح بها عالمياً. كما لوحظ ارتفاع في تراكيز الأمونيوم المسجلة في العام 2021 مقارنة بالعام 2020. سجلت أعلى التراكيز مكانياً في نقطة المصب S6 وقد وصلت أعلى قيمة مسجلة إلى 2.36 ملغ/ل وهي قيمة مرتفعة جداً. إن السبب الرئيسي لارتفاع تراكيز الأمونيوم يعود بشكل رئيسي لمياه الصرف الصحي للمناطق السكنية التي تقع بجوار النهر ومياه الصرف الصحي للمنطقة الصناعية.

4-6 نتائج تحليل العنصر الرئيسي أو التحليل عبر المركبات الرئيسية (PCA)

بينت نتائج تحليل العنصر الرئيسي PCA وجود مركبين رئيسين شكلاً أكثر من 60% من القيمة الكلية للمركبات الناتجة عن التحليل. وكما هو مبين في الجدول (2) والشكل (8) فإن الناقلية الكهربائية والأمونيوم ارتبطا بالمركب الرئيسي الأول وكان معامل الارتباط لكل منهما هو 0.8 للناقلية الكهربائية و0.6 للأمونيوم وبالتالي فإن المصدر الرئيسي لكليهما في مياه النهر ناتج عن مياه الصرف الصحي. في حين ارتبط كل من النترات والقساوة الكلية بالمركب الرئيسي الثاني وكان معدل الارتباط 0.8 للنترات و0.7 للقساوة الكلية وهذا يعود لكون المؤشرين يرتبطان بشكل أساس بمياه الجريان السطحي التي تصل للنهر بعد الهطولات المطرية. أما فيما يتعلق بمؤشر درجة الحموضة (pH) فقد ارتبط بشكل عكسي بالمركب الرئيسي الأول.

الجدول 2: يوضح معدل ارتباط المركبين الرئيسيين بكل مؤشر من المؤشرات المدروسة.

| | Component | |
|-----|-----------|-------|
| | 1 | 2 |
| EC | .839 | .237 |
| pH | -.822 | .045 |
| NH4 | .570 | -.157 |
| NO3 | .098 | .822 |
| TWH | -.121 | .734 |



الشكل 8: يبين توزيع المؤشرات المدروسة بالنسبة للمكونين الرئيسيين الناتجين عن تحليل ال (PCA).

الاستنتاجات والتوصيات:

بهدف دراسة تغيرات التراكيز الزمانية والمكانية لبعض الملوثات الأزوتية في القسم السفلي من النهر الكبير الشمالي جمعت العينات لحوالي خمسة عشر شهراً بمعدل مرة واحدة كل شهر ومن ستة مواقع مختلفة امتدت من النقطة بعد بحيرة سد 16 تشرين وصولاً لنقطة المصب في البحر الأبيض المتوسط. أظهرت النتائج انخفاض في درجة الحموضة بمعدل درجة واحدة في العام الحالي مقارنة بالعام 2020. كما جاءت قيم الناقلية الكهربائية أعلى من الحدود المسموح بها عالمياً في العام 2021. في حين لوحظ تحسن كبير فيما يتعلق بتراكيز النترات مقارنة بالدراسات السابقة حيث كانت التراكيز ضمن الحدود المسموح بها عالمياً في كامل المواقع وخلال الفترات المختلفة. أظهرت تراكيز الأمونيوم وجود تلوث كبير فيما يخص هذا المؤشر والذي يرتبط عادة بالتلوث الناتج عن مياه الصرف الصحي وبالفعل لا يوجد في المنطقة المدروسة أي محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي والتي تلقى مباشرة في مياه النهر. هذا ما أكدته التحاليل الميكروبيولوجية اللاحقة لهذه الدراسة والتي بينت وجود تلوث شديد بالبكتريا الممرضة مثل (E-coli). لذلك ينصح بالتعمق بإجراء التحاليل الميكروبيولوجية ووضع توصيف دقيق لمناطق التلوث بمياه الصرف الصحي بغية وضع آلية لتحديد هذه الملوثات ودراسة إمكانية استخدام هذا المورد المائي في هذه المنطقة في الأنشطة البشرية المختلفة كون هذه المياه هي ذات نوعية جيدة كيميائياً.

References:

1. Alsayed A, Al Saadi AK. The Role of Soil Tests and Plant Analysis in the Environmental and Economic Management of Fertilizer Use, Fourth Conference on the Prospects of Scientific Research and Technological Development in the Arab World, Vol (2) 2006,1169-1170.

2. Al-Khatib M, Abbas G, Asaad M. Study of the seasonal distribution of some heavy metal elements in the sedimentary column and the porous waters of Al Kabeer Al Shamali River. Vol (36) No (2)2014,143-162.
3. APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) and WEF (Water Environment Federation). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. 1998.
4. Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, Palutikof J. Climate Change and Water. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2008.
5. Boesch, DF, Burger J, D'Elia CF, Reed DJ, and Scavia D. Scientific synthesis in Estuarine Management. In (J.E. Hobbie, ed) Estuarine Science: A synthetic approach to research and practice. Å Island Press. pg 507-526. 2000.
6. Buss SR, Herbert AW, Morgan P, Thornton SF, Smith JWN. A review of ammonium attenuation in soil and groundwater. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. Vol(37) No (4)2004,347-359.
7. Dan-Hassan MA, Olasehinde PI, Amadi AN, Yisa J, Jacob JO. Spatial and temporal distribution of nitrate pollution in groundwater of Abuja, Nigeria. International Journal of chemistry. Vol(4) No(3)2012.104-112.
8. Delpla I, Jung A-V, Baures E, Clement M, Thomas O. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. Environment International. Vol (35) No (8)2009,1225-1233.
9. Escwa U. Application of sustainable development indicators in the ESCWA member countries : 2000.
10. FAO. Agriculture Land and Water Use Commission for Near East Region (ALAWUC). Second Session. Utilization of Ground Water and Wastewater in the Near East Region. Tehran. Iran. 2002.
11. Fogg G, Rolston D, Decker D, Louie D, Grismer M. Spatial Variation in Nitrogen Isotope Values Beneath Nitrate Contamination Sources. Ground Water. Vol(36) No (3)2005,418-426.
12. Gleick PH. Water in crisis. 100. New York: Oxford University Press; 1993.
13. Hag Husein H, Beda M, Ali E, Zaghtiti I, Karbouj A, Allah A. Hydrological Study and Monitoring of Some Pollution Indexes of Nahr Al-Kabir Al-Shamali Basin. Vol(4) No (3)2017,80-95.
14. Howarth RW, Sharpley A, Walker D. Sources of Nutrient Pollution to Coastal Waters in the United States: Implications for Achieving Coastal Water Quality Goals. Estuaries. Vol(25) NO (4)2002,656-676.
15. Hoekstra AY, Mekonnen MM. The water footprint of humanity. Proceedings of the national academy of sciences. Vol(109) NO(9)2012,3232-3237.
16. Issa R. Modeling of the two surface water quality indicators (DO, BOD) for the Al Kabeer Al Shamali River using the QUAL2K model. Engineering Sciences Series. Vol(35) No (8)2013,189-208.
17. Jiang Z, Lv L, Zhang W, Du Q, Pan B, Yang L. Nitrate reduction using nanosized zero-valent iron supported by polystyrene resins: role of surface functional groups. Water research. Vol(45)No(6)2011,2191-2198.
18. Kbibio I, Saqr I, Ajeb SH. Monitoring the chemical quality of the waters of the Al-Kabeer Al-Shamali River and the Balloran Dam. University of Damascus. 2002.
19. Mahfoud M. A microbiological study of dam water in Lattakia Governorate. Master

- Thesis, Faculty of Science, Tishreen University. 1996.
20. Muhammad S AN. Environmental pollution is an epidemic in the era of globalization. Arab Press Agency. 2019.
 21. National Research Council. Clean Coastal Waters: Understanding and Reducing the Effects of Nutrient Pollution. Washington, DC: The National Academies Press; 2000.
 22. Stevenson FJ. Origin and Distribution of Nitrogen in Soil. Soil Nitrogen. John Wiley & Sons, Ltd; 1965.
 23. UNESCO. Pollution and protection of aquifers, project No. (813). International Hydrology Program - Preparation of the project working group - an environmental guide for workers in the management and quality control of drinking water, the Ministry of Housing and Utilities in cooperation with the United Nations Children's Fund (UNICEF). 1980.
 24. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2004.