Identifying the Water Quality of the Great Northern River, the Middle Section, Using the Canadian Water Quality Index

Dr. Sawasn Haifa [*]
Dr. Aziz Assad [**]
Dr. Hajar Naser [***]
Rafah Fares [****]

(Received 17 / 7 / 2023. Accepted 6 / 9 /2023)

□ ABSTRACT □

This Study Aims at identifying the water quality of the middle section of the Great Northern River by calculating the values of the Canadian water quality index in three sites (S1, S2, S3) depending on a set of physical chemical and biological indicators, (cI, BOD, TDS, TH, T, PH, Total coliforms, NH4+, SO_4^{-2}). Samples were taken during six months at a rate of once a month. The values of the Canadian index were 39.8 in the site S1, 41.5 in the site S2 and 41.4 in the site S3. All these values were within the range 0-45 according to the table of the Canadian index values, hence, the water quality is very bad in the three sites. Results of the statistical analysis showed a good relationship between the values of the tow indexes, BOD and Total coliforms, and the values of both of them exceeded the limits according to the Syrian standards for drinking water and metrology for the year 2007. The main source of pollution in the studied area is the sewage which was confirmed by the field visits where it was found that there are seven sites of contamination with untreated sewage.

Keyword: Water pollution, BOD, Canadian Index, Alkabeer Alshamali River, NH_4^+.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **Professor, Department of soil and Water, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia. Syria sawsan.hayfa@tishreen.edu.sy.**
****Doctor, Department of soil and Water, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia. Syria aziz.assad@ tishreen.edu.sy.**
***** Professor, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria. hajar.n.nasser@gmail.com.**
******Postgraduate student (PHD), Department of Soil And Water, Factually of Agricultural Engineering Tishreen University, Lattakia- Syria. faresrafah@yahoo.com**

تحديد جودة مياه النهر الكبير الشمالي في القسم الأوسط منه باستخدام المؤشر الكندي لجودة المياه

د. سوسن هيفا [*]

د. عزيز أسعد [**]

د. هاجر ناصر [***]

رفاه فارس [****]

(تاريخ الإيداع 17 / 7 / 2023. قبل للنشر في 6 / 9 / 2023)

□ ملخّص □

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد جودة مياه القسم الأوسط من النهر الكبير الشمالي عن طريق حساب قيم المؤشر الكندي لجودة المياه في ثلاثة مواقع (S_1, S_2, S_3) وذلك بالاستناد على مجموعة من المؤشرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية (pH, T, TH, TDS, BOD, cl^- SO_4^{-2}, NH4+, Total coliforms). تم أخذ العينات لمدة ستة أشهر بمعدل مرة كل شهر. كانت قيم المؤشر الكندي 39.8 في الموقع S1 و41.5 في الموقع S2 و41.4 في الموقع S3وبحسب جدول قيم المؤشر الكندي جميع هذه القيم ضمن المجال 0 – 45 وبالتالي نوعية المياه في المواقع الثلاث هي سيئة جداً. نتائج التحليل الإحصائي أظهرت وجود علاقة جيدة بين قيم المؤشرين BODو Total coliforms وهذان المؤشران فقط من تجاوزت قيمهما الحدود بحسب المواصفة القياسية السورية للعام 2007. المصدر الرئيس للتلوث في المنطقة المدروسة هو مياه الصرف الصحي الذي أكدته الزيارات الميدانية حيث تبين وجود سبعة بؤر للتلوث بمياه الصرف الصحي الغير معالجة.

الكلمات المفتاحية: تلوث مياه،BOD ، المؤشر الكندي، نهر الكبير الشمالي،NH4+ .

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*]**أستاذ– 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.**

***** أستاذ–قسم الكيمياء–كلية العلوم–جامعة تشرين– اللاذقية– سورية hajar.n.nasser@gmail.com.**

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

مقدمة:

تعاني مصادر المياه المختلفة في الوقت الحاضر تلوثاً كبيراً نتيجة للزيادة السكانية الكبيرة والتوسع الصناعي والزراعي وانعدام التخطيط السليم في طرائق التخلص من الفضلات الناتجة عن هذه النشاطات**[1]** . وقد أضحى توفير المياه الملائمة للاستخدام البشري من المشاكل الصعبة التي تواجه العالم في العديد من المناطق خاصة في دول العالم الثالث، إذ تنتقل أعداد كبيرة من الأمراض التي تصيب الإنسان عن طريق المياه، وتسبب مختلف أنواع الامراض، حتى الخطيرة منها، والتي قد تسبب الموت مثل الكوليرا والتيفوئيد والـ Shigellosis.... **[2]** وقد أصبحت الحاجة ملحة إلى الاهتمام بوضع خطط لتصنيف نوعية المياه مع تنامي وتيرة الحديث عن احتمال تعرّض مناطق ودول العالم خلال السنوات المقبلة لما يعرف بالفقر المائي، خاصة المياه العذبة، نظراً لدورها الهام في التوازن البيئي **[3]**. ولذلك تقوم المؤسسات والهيئات المهتمة بجودة المصادر المائية بتصميم وإدارة مشاريع وبرامج لمراقبة جودة المياه، مهمة هذه البرامج دراسة وتعيين مؤشرات الجودة عن طريق القياسات الحقلية أو بواسطة النتائج النهائية التي تساعد في اتخاذ الاجراءات اللازمة لضمان سلامة المياه **[4]**.

نتيجة للتزايد المتسارع للأزمة المائية في سوريا ما بين ندرة الموارد المائية في بعض المناطق إلى سوء في إدارة هذه الموارد في المناطق ذات الميزان المائي الإيجابي، لذلك تم التوجه إلى ترشيد الاستهلاك المائي في كافة المجالات للحفاظ على هذه الثروة مع استخدام الطرائق الحديثة لتقييم نوعية المياه كاستخدام بعض موديلات النمذجة لتقييم نوعية المياه السطحية والجوفية**[5] [6]** .

تستخدم مؤشرات جودة المياه (WQI: Water Quality Index) لتقييم صحة المصدر المائي بعدد وحيد تم الحصول عليه نتيجة لحل معادلة رياضية، ومتغيرات هذه المعادلة هي نتائج قياسات المؤشرات الأكثر تأثيراً وخطورةً على المصدر المائي، حيث تم اختيار هذه المؤشرات بعد دراسات طويلة والتوصل أنها الأهم، ومن ثم تمت مقارنة هذا العدد بمعايير تصنيف نظامية (Classification Criteria Standards) حسب كل مؤشر، حيث تكون هذه المعايير مقسمة إلى درجات من السيء جداً إلى الممتاز أو عالي الجودة، ويعدHorton أول باحث اقترح وطور مفهوم مؤشر جودة المياه (WQI) بحيث يمكنه من خلالها تصنيف نوعية المياه للأنشطة المختلفة طوره بعد ذلك Brown عام 1970، ومع مرور الوقت فإن عدداً كبيراً من الموديلات اقترحت وطورت بسبب قابلية الدليل على إعطاء قيمة مفردة تعكس التداخلات بين الأعداد الكبيرة من البيانات والمواصفات الخاصة بالمياه **[7]**، وتعد بعض الموديلات كالموديل الكندي لمؤشر جودة المياه Canadian Water Quality Index (CCMEWQI) والموديل الرياضي الموزون (WAWQI) وموديل مؤسسة الصحة الوطنية (NSFWQI) من أكثر الموديلات استخداماً وشيوعاً في العالم. يتميز الموديل الكندي (CCMEWQI) بانتشار استخدامه من قبل الباحثين في معظم دول العالم في تقييم نوعية المصادر المائية وتحديد مدى تلوثها ولا يهتم هذا الموديل بوزن المؤشرات (Parameters) التي فيها انحراف ولو باختبار واحد عن الحدود القياسية بل يتعداه إلى وزن كل قياس (Value Test) منحرف عن الحدود القياسية مما يعطي الدقة العالية في تقييم نوعية المياه المدروسة **[8]**.

أهمية البحث وأهدافه:

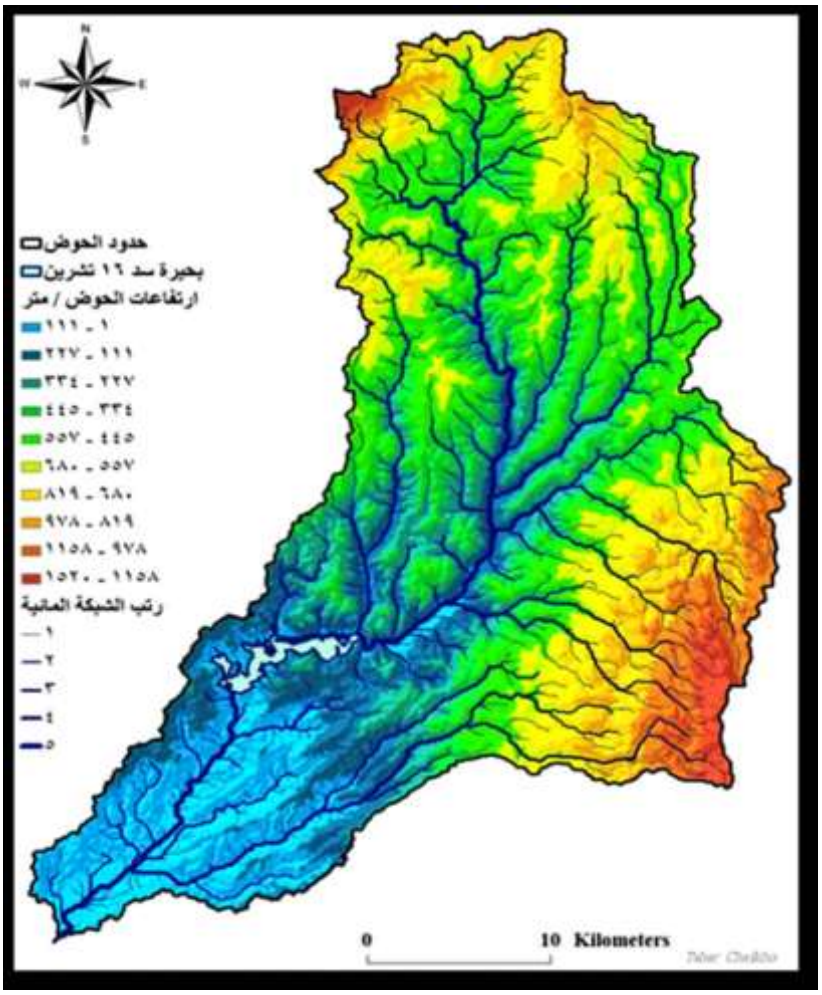
يعتبر النهر الكبير الشمالي من أهم المصادر المائية في المنطقة الساحلية في سورية فعلاوة على كونه أحد أهم مصادر مياه الري فقد تم انشاء محطة لتنقية المياه على بحيرة سد 16 تشرين والتي سوف تزود محافظة اللاذقية بمياه الشرب في نهاية العام 2023. يتعرض هذا النهر إلى مجموعة كبيرة من الملوثات المتنوعة المصادر (زراعية، صناعية وحضرية)، لذلك يجب أن يخضع إلى مراقبة دورية بغرض معرفة تراكيز الملوثات وبالتالي تحديد مدى صلاحية المياه للشرب والري وذلك من خلال إجراء الفحوصات والتحاليل اللازمة.

إن الهدف من الدراسة الحالية هو تقييم جودة مياه نهر الكبير الشمالي بالاعتماد على المؤشر الكندي لتقييم نوعية المياه(CCME).

طرائق البحث ومواده:

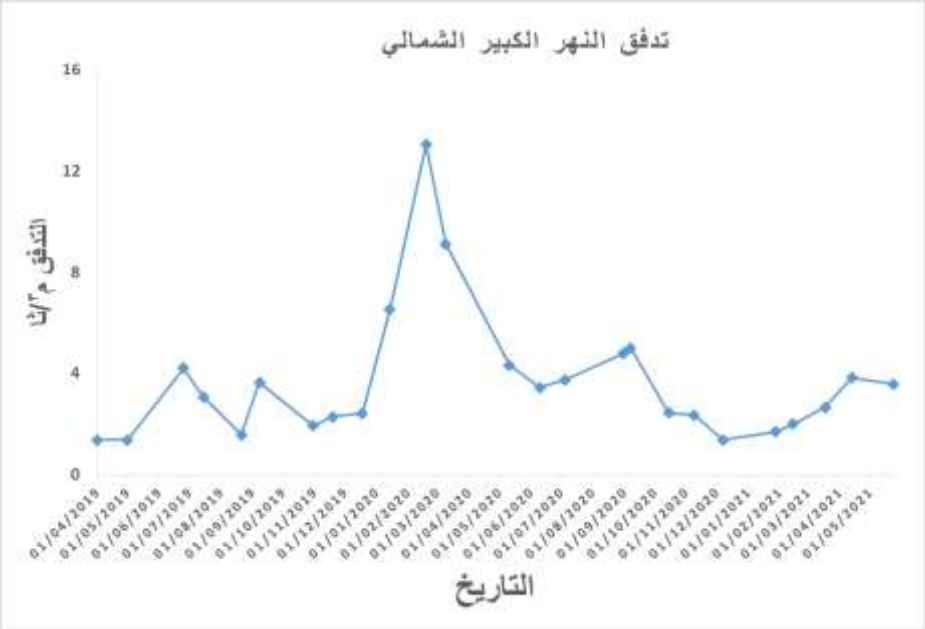
منطقة الدراسة:

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 يعد من أكبر وأطول الأنهار في الساحل السوري.



الشكل (1) يبين الحوض الساكب للنهر الكبير الشمالي

متوسط تدفق النهر حوالي 5م^3/ثا وفي موسم الفيضان يصل تدفقه إلى 100م^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)

منهجية المؤشر الكندي (CCME WQI):

تم إيجاد موديل جودة المياه الكندي في عام 1995 بناءً على موديل جودة المياه الصادر عن جامعة كولومبيا البريطانية. تتميز ميزة هذا الموديل في استخدام العديد من متغيرات الجودة، يتم حساب موديل جودة المياه الكندي (CCMI) باستخدام طريقة موديل البيئة لمجلس الوزراء الكندي. تستخدم التعبيرات التالية لتحديد CWQI لدراستنا.

يتم الجمع بين ثلاثة عوامل لحساب CCME WQI هي: F_1 (النطاق) و F_2 (التردد) و F_3(السعة).

$$WQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}\right) \qquad (1)$$

F_1 (Scope) المدى: تمثل النسبة المئوية للمتغيرات المتجاوزة للحدود للحدود القياسية مقارنة بالعدد الكلي للمتغيرات (ولو مرة واحدة خلال فترة الدراسة).

$$F1 = \left(\frac{Number\ of\ failed\ variables}{Total\ number\ of\ variables}\right) * 100 \qquad (2)$$

F_2 (Frequency) التردد: النسبة المئوية للفحوصات الفردية المتجاوزة للحدود القياسية على العدد الكلي للفحوصات.

$$F2 = \left(\frac{Number\ of\ failed\ tests}{Total\ number\ of\ tests}\right) * 100 \qquad (3)$$

F_3 (Amplitude) السعة: تمثل كمية الاختبارات المتجاوزة وتحسب بمرحلتين:

المرحلة الأولى: عدد مرات تجاوز التراكيز الفردية للحدود القياسية ويطلق عليها الانحراف (Excursion) وتحسب كما يلي:

$$Excursion = \left(\frac{\text{قيمة الفحص المتجاوز}}{\text{القيمة القياسية}}\right) - 1$$

وفي حال كون قيمة الاختبار المتجاوز أكبر من القيمة القياسية تحسب بقلب النسبة.

المرحلة الثانية: كمية مجموعة الاختبارات الفردية المتجاوزة ويتم حسابها بجمع الانحرافات الفردية وقسمتها على العدد الكلي للفحوصات (المتجاوزة وغير المتجاوزة) ويطلق على هذا المتغير مجموع الانحرافات المعدلة (Normalization of Excurision) ويرمز له (nse):

$$nse = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} Excursion}{Number\ of\ tests}\right) \qquad (4)$$

$$F_3 = \left(\frac{nse}{0.01nse + 0.01}\right)$$

مؤشر جودة المياه (CCMI WQI):

تنتج المعادلة الخاصة بحساب مؤشر جودة المياه الكندي عدداً يتراوح بين 1 و100، حيث يمثل 1 فقر المياه ويشير 100 إلى أفضل جودة للمياه. ضمن هذا النطاق تم وضع التعيينات من قبل CCME 2005 لتصنيف جودة المياه على أنها رديئة أو هامشية أو عادلة أو جيدة أو ممتازة. يتم عرض الدلالات الخاصة بهذا المؤشر وفقاً للجدول (1) التالي **[9]**:

الشكل (1) الدلالات الخاصة بمؤشر جودة المياه الكندي

التصنيف	القيمة	الوصف
جيد جداً إلى ممتاز	100-95	تعني الغياب التام لأي ضعف في نوعية المياه وطبيعة المياه قريبة جداً من المستويات الطبيعية أو التي لم يحدث بها أي تلوث.
جيد	94-80	تعني أن نوعية المياه محفوظة بدرجة طفيفة من التدهور في خصائصها. والمياه نادراً ما تحيد عن المستويات الطبيعية المرغوب بها.
وسط – مقبول	79-65	تعني أن نوعية المياه تضعف من حين إلى آخر أي أحياناً تحيد عن المستويات الطبيعية المرغوب بها.
سيء – قريب من الحد الأدنى	64-45	تعني أن نوعية المياه تضعف كثيراً أو تتدهور أي بشكل متكرر تحيد عن المستويات الطبيعية المرغوب بها.
رديء جداً	44-0	تعني أن نوعية المياه في معظم الأوقات أو دائماً متدهورة وهي دائماً خارج المستويات الطبيعية المرغوب بها.

جمعت العينات من ثلاثة مواقع رئيسية في القسم الأوسط من الحوض الساكب للنهر الكبير الشمالي بدءاً من منطقة عين اللبن وحتى اليغنصة الجدول (1) يوضح بعض التوصيف لمواقع جمع العينات. أخذت العينات بمعدل مرة واحدة كل شهر وخلال فترة امتدت لخمسة عشر شهراً.

الجدول (1) يبين أسماء الأماكن التي أخذت منها العينات

الموقع	مكان أخذ العينة	Y	X	ملاحظات
S_1	عين اللبن	35.905361	35.589123	منطقة زراعية
S_2	دوار الوزير	35.896094	35.565870	منطقة زراعية
S_3	اليغنصة	35.546183	35.874159	منطقة زراعية

أجريت التحاليل المختلفة المطلوبة في هذه الدراسة خلال مدة أقصاها 24 ساعة بعد عملية جمع العينات. حيث تم اجراء التحاليل التالية درجة الملوحة (EC) ودرجة الحموضة (pH) والأملاح الكلية الذائبة (TDS) تم قياسها مباشرة في الموقع من خلال الجهاز المحمول (HANNA HI9811) والذي يحوي إلكترود قادر على قياس المؤشرات الثلاث. تم تحديد تراكيز كل من الكالسيوم والمغنيزيوم بالمعايرة اللونية في حين أن تراكيز كل من الأمونيوم والنترات قدرت باستخدام (Portable Colorimeter) من النوع (DR/890) باستخدام الطريقتين (10020DR800،10023DR800) على الترتيب. كما تم قياس الطلب الحيوي للأكسجين (BOD) والعدد الكلي للبكتيريا الممرضة بطريقة الترشيح بالأغشية باستخدام الوسط MLSB وبتحضين لمدة 48 ساعة على حرارة 44 درجة

مئوية. استخدمت طريقة الكاشف WTD DPD لقياس تراكيز الكلور ولقياس تراكيز السلفات استخدمت طريقة (Palintest Sulphate).

النتائج والمناقشة:

نتائج التحليل الكيمائي والمكروبيولوجي:

أجريت مجموعة من التحاليل المخبرية لمؤشرات جودة المياه الفيزيائية، الكيميائية والمكروبيولوجية للقسم الأوسط من النهر الكبير الشمالي ضمن المواقع الثلاث المدروسة وذلك وفق الطرق القياسية المعتمدة. نفذت هذه الدراسة للفترة الممتدة من شهر نيسان حتى شهر أيلول للعام 2022. نتائج تحليل العينات المائية مبينة بالجدول رقم (2) حيث تم عرض متوسط النتائج والانحراف المعياري إضافة لأصغر وأكبر قيمة تم الحصول عليها. تعد درجة حموضة المياه (pH) واحداً من أهم المؤشرات لتحديد جودة المياه وتلوث النظام البيئي المائي لكونها تتحكم في سلوك بقية مؤشرات جودة المياه الفيزيائية والكيميائية أضف إلى ذلك تأثيرها على تراكيز العناصر الوسط المائي **[10] [11]** .متوسط قيم ال pH في المواقع الثلاث كان 7.6 وهذه القيمة تتدرج ضمن حدود المواصفة القياسية السورية للعام 2007 لمياه الشرب (6.5–8). أدنى قيمة تمت ملاحظتها كانت 7.12 وأعلى قيمة كانت 7.7. إن متوسطات قيم كل من الناقلية الكهربائية، القساوة الكلية والأملاح الكلية الذائبة ضمن المواقع الثلاث المدروسة لم تتجاوز الحدود الدنيا للمواصفة القياسية السورية لمياه الشرب. على العكس من ذلك فإن قيم الطلب البيو كيمائي للأكسجين BOD (Biochemical oxygen demand) تجاوزت بعدة أضعاف الحدود المسموح بها لمياه الشرب (2 mg/l) في كامل المواقع المدروسة وخلال كامل فترة الدراسة. أعلى قيمة تم تسجيلها كان في الموقع S_3 وهي 11.2 mg/l وأقل قيمة سجلت في الموقع S_1 وكانت 6.5 mg/l. إن قيم المؤشر الميكروبيولوجي (Total coliforms) كانت أكبر من الحد المسموح به وفق المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب في كل التحاليل التي أجريت وضمن مواقع جمع العينات الثلاث. إن القيم المرتفعة لكلا المؤشرين (BOD and Total coliforms) سببه الرئيسي إلقاء مياه الصرف الصحي في المنطقة المدروسة ضمن مياه النهر من دون معالجة **[12] [13]** على الرغم من وجود محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي في منطقة الجنديرية ولكنها غير موضوعة في الخدمة حيث أن مياه الصرف الصحي للمناطق المحيطة تجمع في المحطة وتلقى في النهر دون معالجة. بينت نتائج تحليل كل من الأمونيوم والقساوة الكلية وشاردتي السلفات والكلور أن قيم هذه المؤشرات ضمن الحدود الطبيعية.

الجدول (2): نتائج اختبار مجموعة من مؤشرات جودة المياه في القسم الأوسط من النهر الكبير الشمالي ضمن مواقع الدراسة الثلاث (S_1, S_2 and S_3)

الموقع		T(°C)	pH	EC(µm/cm)	TDS(mg/l)	BOD(mg/l)	Cl^-(mg/l)	TH (Total Hardness)	Total coliforms/100 ml	$N\text{-}NH_3$(mg/l)	SO_4^{-2}(mg/l)
S1	Average	21.8	7.60	1151	748	8.0	62	438	1150	0.02	271
	STDEVA	2.7	0.13	209	135	1.1	19	105	807	0.03	129
	Min	16.7	7.35	815	530	6.5	45	380	172	0	78
	Max	24.7	7.70	1475	958	9.4	85	650	2000	0.06	450
S2	Average	22.1	7.56	1041	677	9.5	53	382	1312	0.02	192
	STDEVA	2.9	0.23	167	109	0.8	16	102	879	0.04	62
	Min	16.8	7.12	703	456	8.6	35	320	372	0	77
	Max	25.2	7.73	1145	744	10.6	75	570	2200	0.08	245
S3	Average	22.1	7.60	972	632	10.1	42	389	1847	0.02	171
	STDEVA	2.7	0.16	146	95	0.9	7	86	1548	0.03	52
	Min	17.3	7.32	715	465	9.0	30	340	392	0	80
	Max	25.3	7.76	1120	728	11.2	50	560	4200	0.08	240

نتائج المؤشر الكندي (CCME WQI):

بتطبيق المعادلات الحسابية للمؤشر الكندي CCME على نتائج تحاليل العينات المختلفة المأخوذة من المواقع الثلاث المدروسة (S_1, S_2 and S_3) من القسم الأوسط من النهر الكبير الشمالي، الجدول (3) يوضح قيم المؤشر الكندي لكل موقع من مواقع الدراسة. كما هو مبين فإن قيم المؤشر الكندي كانت متقاربة ضمن المواقع الثلاث وهي 39.8 للموقع S_1، 41.5 للموقع S_2 و41.4 للموقع S_3. إن جميع القيم تقع ضمن المجال الأخير من 0–44 وبالتالي نوعية مياه النهر في المنطقة المدروسة هي من النوع السيء جداً.

الجدول (3) يبين قيم المؤشر الكندي خلال فترة الدراسة

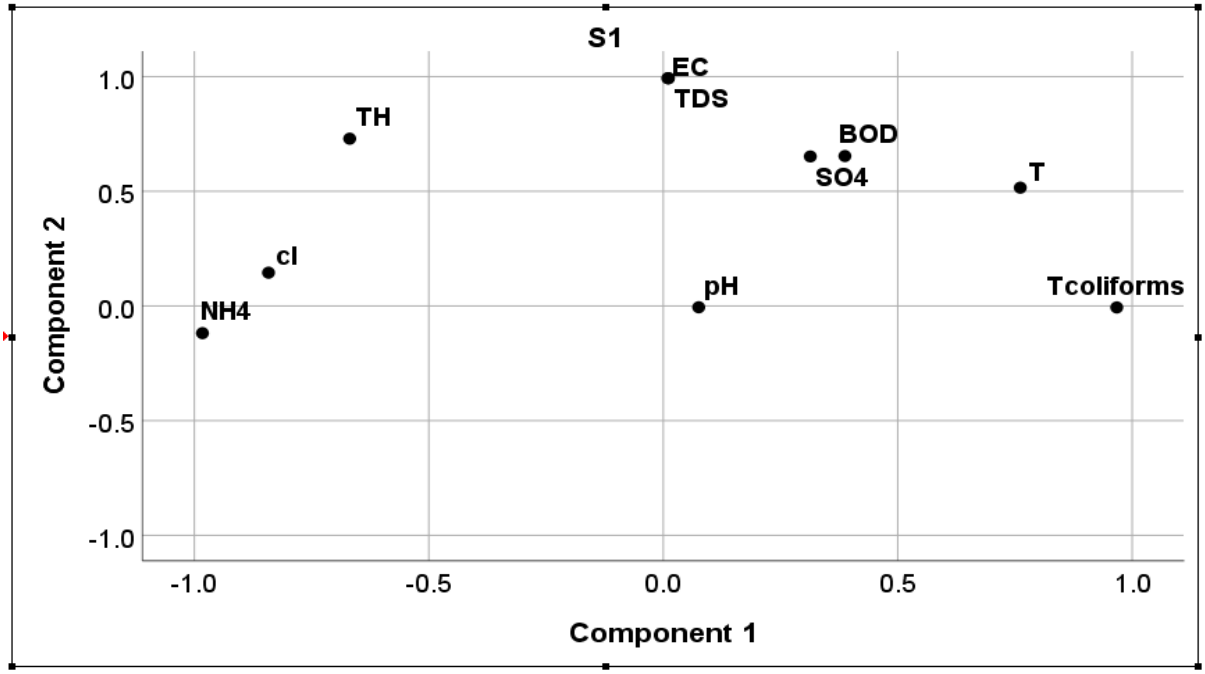
الموقع	F_1	F_2	nse	F_3	CCME	الوضع
S_1	20	21.6	1149.4	99.9	39.8	سيء جداً
S_2	10	13.3	1311.9	99.9	41.5	سيء جداً
S_3	10	13.3	1846.9	99.9	41.4	سيء جداً

هذه القيم المنخفضة للمؤشر المدروس تعود بشكل أساسي لنتائج كل من المؤشرين (Total coliforms and BOD) والتي تجاوزت كثيراً الحدود المسموح بها بحسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب. هذا النوع من التلوث عادة ما يكون سببه مياه الصرف الصحي الغير معالجة مباشرة في النهر، الأمر الذي أكده رؤساء البلديات في منطقة الدراسة عن وجود ستة مجارير للصرف الصحي للقرى المحيطة تلقي بمياه الصرف الصحي في النهر مباشرة من دون معالجة.

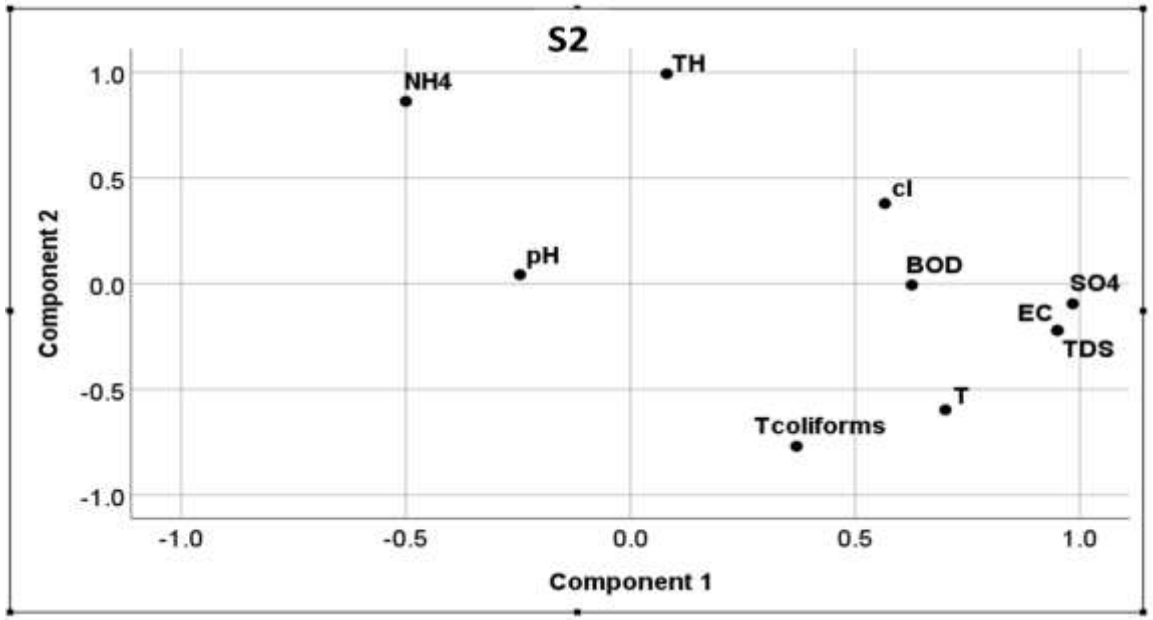
التحليل الإحصائي:

أجري التحليل الإحصائي (Principal Component Analysis) PCA لجميع مؤشرات جودة المياه المدروسة ولكل موقع من مواقع جمع العينات على حدا وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS–25. الغاية من هذا التحليل هو معرفة مدى الارتباط بين المؤشرات المدروسة بقصد تحديد مصادر التلوث في العينات المدروسة. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الموقع الأول S1 وجود ارتباط قوي جداً بين قيم كل من TDS وقيم ال EC. كما أن هنالك ارتباط جيد (r^2=0.6) بين كل من قيم ال BOD وقيم كل من (pH, EC and TDS). كما لوحظ وجود ارتباط عكسي (r^2=–0.9) بين قيم الكلور وقيم ال Total coliforms وهذا مرده بشكل أساسي للتأثير السلبي للكلور على الكائنات الحية الدقيقة. بينت نتائج التحليل الإحصائي في الموقع الثاني S2وجود ارتباط قوي جداً بين قيم ال TDS وقيم ال EC كما لوحظ وجود علاقة ارتباط جيدة (r^2=0.6) بين قيم كل من Total coliformes وقيم ال BOD. كما لوحظ وجود ارتباط قوي (r^2 = 0.9) بين كل من شاردة الكبريت من جهة وقيم كل من TDSو ECمن جهة أخرى. إن نتائج تحليل الموقع الثالث S3 كانت مشابهة للموقع S2 من حيث وجود ارتباط قوي جداً بين قيم كل من ال TDS وقيم ال EC كما لوحظ وجود جيد (r^2=0.7) بين قيم كل من Total coliforms وقيم BOD. كما وجدت علاقة ارتباط قوية (r^2>0.9) بين أربعة من المؤشرات المدروسة وهي cl^-, SO_4^{-2}, EC, TDS.

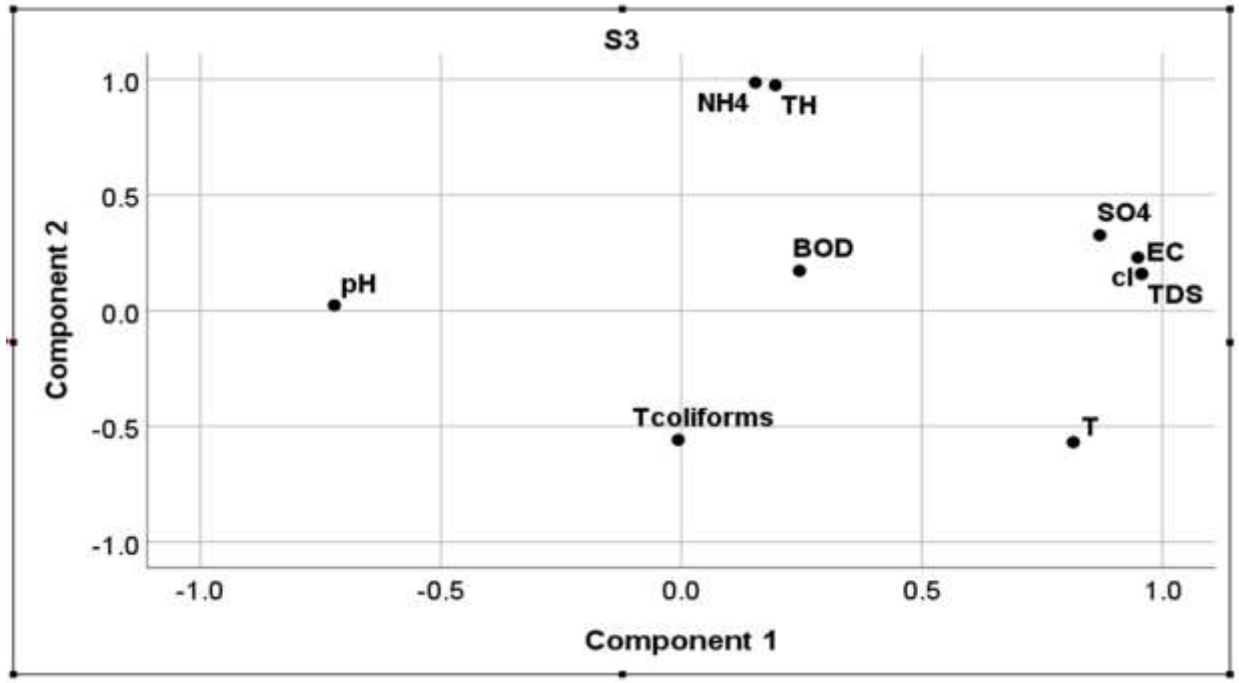
Correlation Matrix S1											
		T	pH	EC	TDS	BOD	cl	TH	Tcoliforms	NH4	SO4
Correlation	T	1.000									
	pH	-0.337	1.000								
	EC	0.534	-0.035	1.000							
	TDS	0.536	-0.037	1.000	1.000						
	BOD	0.386	0.639	0.610	0.610	1.000					
	cl	-0.365	-0.579	0.145	0.144	-0.537	1.000				
	TH	-0.101	-0.129	0.734	0.733	0.146	0.700	1.000			
	Tcoliforms	0.675	0.232	0.021	0.022	0.428	-0.909	-0.639	1.000		
	NH4	-0.865	0.066	-0.134	-0.136	-0.368	0.739	0.558	-0.931	1.000	
	SO4	0.808	-0.591	0.632	0.633	0.237	0.166	0.272	0.138	-0.465	1.000



Correlation Matrix S2											
		T	pH	EC	TDS	BOD	cl	TH	Tcoliforms	NH4	SO4
Correlation	T	1.000									
	pH	-0.566	1.000								
	EC	0.869	-0.388	1.000							
	TDS	0.870	-0.391	1.000	1.000						
	BOD	0.159	0.468	0.429	0.427	1.000					
	cl	0.453	-0.779	0.600	0.602	-0.207	1.000				
	TH	-0.518	-0.006	-0.125	-0.125	-0.013	0.465	1.000			
	Tcoliforms	0.518	0.380	0.439	0.438	0.582	-0.442	-0.752	1.000		
	NH4	-0.897	0.238	-0.681	-0.681	-0.258	-0.017	0.811	-0.806	1.000	
	SO4	0.697	-0.147	0.923	0.922	0.731	0.420	-0.028	0.493	-0.563	1.000



Correlation Matrix S3											
		T	pH	EC	TDS	BOD	cl	TH	Tcoliforms	NH4	SO4
Correlation	T	1.000									
	pH	-0.607	1.000								
	EC	0.685	-0.518	1.000							
	TDS	0.685	-0.521	1.000	1.000						
	BOD	0.197	0.059	0.325	0.321	1.000					
	cl	0.652	-0.544	0.990	0.990	0.418	1.000				
	TH	-0.386	-0.187	0.316	0.317	0.242	0.395	1.000			
	Tcoliforms	0.391	0.239	-0.023	-0.027	0.691	0.003	-0.530	1.000		
	NH4	-0.431	-0.138	0.285	0.286	0.209	0.360	0.998	-0.555	1.000	
	SO4	0.552	-0.450	0.938	0.937	0.599	0.973	0.481	0.108	0.445	1.000



الشكل (3) نتائج التحليل الإحصائي وتحليل المكونات الأساسية في المواقع الثلاث المدروسة (S_1, S_2 and S_3)

بينت نتائج تحليل المكونات الأساسية في الموقع S_1 مجموعة من المكونات تم الأخذ بالمكونين الأول والثاني لكونهما يشكلان حوالي 78% من قيمة المكونات الأساسية. ارتبط كل من المؤشرات التالية (Total coliforms, BOD, SO_4^{-2}, EC and TDS) بالمكون الأول بعلاقة جيدة تراوحت قيمتها من 0.6–0.78 بحسب المؤشر، في حين ارتبطت المؤشرات (TDS, TH, EC and cl^-) بالمكون الثاني بعلاقة جيدة تراوحت قيمتها من 0.75–0.94 بحسب المؤشر. فيما يتعلق بالموقع الثاني S_2 شكل المكونين الأول والثاني نسبة تقدر ب 80% من قيمة المكونات الأساسية وارتبط المكون الأول مع كل من (TDS, EC and SO_4^{-2}) بقيمة تفوق 0.92 في حين كانت قيمة ارتباط نفس المكون مع كل من (Total coliforms and BOD) حوالي 0.6. إن المكون الثاني ارتبط بشكل إيجابي مع كل من شاردة الكلور والقساوة الكلية وبشكل سلبي مع كل من درجة الحموضة (pH) والمؤشر Total coliforms. أظهرت نتائج تحليل المكونات الأساسية للمؤشرات المدروسة في الموقع الثالث S_3 أن المكونين الأول والثاني شكلا ما يعادل 79%من قيمة المكونات وارتبط المكون الأول بعلاقة قوية أكبر من 0.9 مع كل من (TDS, EC, SO_4^{-2} and cl^-) في حين ارتبط المكون الثاني بشكل إيجابي مع المؤشر Total coliforms.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

بالرغم من كون المنطقة الساحلية ذات ميزان مائي إيجابي إلا أنها تعاني من سوء في توزيع الموارد المائية. يعد النهر الكبير الشمالي من أهم المصادر المائية في الساحل السوري وهو يتعرض لمجموعة كبيرة من الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة ضمن الحوض الساكب لهذا النهر. تم في هذا البحث تحليل العينات المأخوذة من ثلاثة مواقع في القسم الأوسط من النهر الكبير الشمالي. قيم المؤشرات المدروسة جاءت مطابقة للمواصفة القياسية السورية

لمياه الشرب ماعدا المؤشرين BOD و Total coliforms كانت قيمها أعلى بكثير من الحدود المسموح بها لمياه الشرب. نتائج حساب المؤشر الكندي لجودة المياه بينت أن نوعية المياه تقع ضمن المجال من 0–45 ضمن المواقع الثلاث المدروسة وهي بالتالي من النوع السيء جداً. أظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقة جيدة بين قيم ال BOD و Total coliforms مما يرجح وجود مصدر واحد لكلا الملوثين وهو مياه الصرف الصحي الغير معالجة وهو ما أكدته الزيارات الميدانية والتي بينت وجود مجموعة من بؤر التلوث بمياه الصرف الصحي الغير معالجة ضمن المنطقة المدروسة.

التوصيات:

متابعة عمليات التحليل المكروبيولوجي وزيادة عدد المؤشرات المدروسة مثل E–coli و Salmonella توسيع منطقة الدراسة لتشمل كامل النهر من بحيرة سد 16 تشرين إلى المصب في البحر. وضع ألية لحساب تدفق الملوثات باتجاه البحر.

References:

1–سطام، وليد محمد شيت ;مثنى نعمان، محمد ;نزهت صبيح، نادية; سمير بشير، تمارا. *تقييم نوعية المياه الخام والمعاملة لعدد من محطات الإسالة في مدينة تكريت باستخدام مؤشر نوعية المياه*. مجلة الدراسات البيئية، العراق،2014، العدد (13)،107–115

2- Sattam, Walid Muhammad Sheet; Muthanna Noman, Muhammad; Nuzhat Sobeih, Nadia; Samir Bashir, Tamara. Evaluating the quality of raw and treated water for a number of liquefaction plants in the city of Tikrit using the water quality index. Journal of Environmental Studies, Iraq, 2014, Issue (13), 107-115.

3–الصفاوي، عبد العزيز; طليع، يونس ; يونس، ازهار ; العساف، رضا. *التقييم النوعي لمياه نهر دجلة باستخدام معامل نوعية المياه (WQI)لأغراض الشرب في محافظة نينوى*، المؤتمر العلمي الدوري التاسع لمركز بحوث السدود والموارد المائية. (2018). جامعة الموصل، العراق، ص:189–200 .

2- Al-Safawi, Abdul Aziz; Tali', Yunus; Yunus, flowers; Al-Assaf, Reda. Qualitative assessment of the Tigris River water using the Water Quality Index (WQI) for drinking purposes in Nineveh Governorate, the ninth periodic scientific conference of the Dams and Water Resources Research Center. (2018). University of Mosul, Iraq, pp. 189-200.

4- Said, A., Stevens, D. K., & Sehlke, G. *An innovative index for evaluating water quality in streams.* National library of medicine,(2004),34(3), 406–414.

5– عمار، الفطامة ; صبوح، حسام ; جعفر، رائد. *تقييم جودة المياه باستخدام الموديل الكندي– CWQI دراسة حالة نهر العاصي في محافظة حماة*. سوريا. مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات .2022. 6(3)، 1–24.

-4Ammar, Al-Fatama; Sabouh, Hossam; Jaafar, Raed. Water quality assessment using the Canadian model CWQI - a case study of the Orontes River in Hama Governorate. Syria. Journal of Engineering Sciences and Information Technology. 2022. 6(3), 1-24.

6– ريما عيسى. 2013. *نمذجة مؤشري نوعية المياه السطحية (DO,BOD) لنهر الكبير الشمالي باستخدام نموذج QUAL2K.* مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية، سلسلة العلوم الهندسية،35(8)، 189–208.

6-Rima Issa. 2013. Modeling the surface water quality indicators (DO and BOD) of the Northern Kabir River using a model. QUAL2K. Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research, Engineering Sciences Series, 35(8), 189-208.

7- Tung, T. M., & Yaseen, Z. M. A. survey on river water quality modelling using artificial intelligence models: 2000–2020. Journal of Hydrology, (2020), 585, 124670.

8- Al-Bayati, S.; Albakeri, S.; Salih, M.M. Evolution the quality of wells water in Greenbelt Area North of Al-Najaf Al Ashraf City. Engineer. and Technol. J., 34(14) parts (A), (2016) 2692- 2704 http://dx.doi.org/10.4172/2157-7587.1000227

9- Bai, V.R., Kit, A.C., Kangadharan, G. et al. Experimental study on total coliform violations in the complied NH_2CL, O_3, and UV treated municipal water supply system. Eur. Phys. J. Plus **137**, 689 (2022). https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-022-02891-5

10- Gao, C., Chen, X., Wei, C., & Peng, X. Application of entropy weight and fuzzy synthetic evaluation in urban ecological security assessment. In Chinese Journal of Applied Ecology .(200).(Vol. 17, Issue 10

11- Saalidong, B. M., Aram, S. A., Otu, S., & Lartey, P. O. Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. PloS one, (2022).17(1), e0262117. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262117

12- Weiner, E.R. Applications of Environmental Aquatic Chemistry: A Practical Guide, Third Edition (3rd ed.). CRC Press.(2013). https://doi.org/10.1201/b12963

13- Bai, V.R., Kit, A.C., Kangadharan, G. et al. Experimental study on total coliform violations in the complied NH_2CL, O_3, and UV treated municipal water supply system. Eur. Phys. J. Plus **137**, 689 (2022). https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-022-02891-5

14- Dangi, P.L., Sharma, B.K., Uppadhyay, B. BOD, Total and Faecal coliforms bacterial status of Lake Pichhola, Udaipur, Rajasthan. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies,(2017). 5, 176-180