

Study of Water Quality Changes in Balloran Dam lake by using Canadian Water Quality Index

Dr. Adel Awad*
Dr. Haitham Jnad**
Aziza Jendi Mnla***

(Received 5 / 6 / 2024. Accepted 29 / 7 / 2024)

□ ABSTRACT □

This research aims to evaluate suitability of Balloran dam lake for drinking purposes by using Water quality indexes. To achieve this aim, physical, chemical and bacterial measurements in four locations of the lake (S1, S2, S3, S4) were conducted periodically. The work continued to conduct analyzes of water for a complete hydrological cycle starting from December (2021) until November (2022). The measured parameters were the following: Temperature changes of water, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, nitrates, total suspended solid, turbidity, phosphate and fecal coliform. It was found that many of parameters had exceeded the permissible limits. In accordance with the results, the lake's water was classified according to the Canadian Water Quality index (CCME WQI) and was at the grade (D) in the sampling sites and the description was (bad). By comparing the results of the quality index for the year 2022 with the results of the index for the year 2011, it appears that the decline in water quality resulted from tourism and agricultural activity near the lake, and thus the lake's water is not suitable for drinking and needs to be purified.

Keywords: Balloran Lake, CCME Water Quality Index, Dissolved Oxygen, biochemical Oxygen Demand, Fecal Coliform, Water quality.

Copyright



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

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

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

*** Postgraduate Student (Master), Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. azizajendimnla@gmail.com

دراسة تغيرات جودة المياه في بحيرة سد بلوران باستخدام مؤشر الجودة الكندي

د. عادل عوض*

د. هيثم جناد**

عزيزه جندي منلا***

(تاريخ الإيداع 5 / 6 / 2024. قُبِلَ للنشر في 29 / 7 / 2024)

□ ملخص □

يهدف البحث إلى تقييم صلاحية مياه بحيرة سد بلوران للشرب باستخدام دلائل جودة المياه وللوصول إلى هذا الهدف لا بد من إجراء تحاليل دورية فيزيائية وكيميائية وجراثومية للمياه، في أربعة مواقع S1-S2-S3-S4 لدورة هيدرولوجية كاملة ابتداءً من كانون الأول 2021 حتى تشرين الثاني 2022، البارامترات التي تم قياسها هي الآتية: (تغيرات درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني، الأوكسجين المنحل، الطلب الحيوي للأوكسجين، النترا، المواد الصلبة المعلقة، العكارة، الفوسفات والعصيات الجرثومية الغائبية)، تبين أن العديد من العناصر قد تجاوزت الحدود المسموحة وصنفت مياه البحيرة وفق مؤشر الجودة الكندي CCME WQI وكانت من الدرجة (D) بوصف سيء، ومن خلال مقارنة نتائج مؤشر الجودة لعام 2022 مع نتائج عام 2011 يظهر أن تراجع جودة المياه ناتج عن النشاط السياحي والزراعي قرب البحيرة وبالتالي مياه البحيرة غير صالحة للشرب.

الكلمات المفتاحية: سد بلوران، المؤشر الكندي، الأوكسجين المنحل، الطلب الحيوي للأوكسجين، العصيات الغائبية، جودة المياه.

مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



حقوق النشر

CC BY-NC-SA 04

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

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

*** طالبة ماجستير - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية، سورية. azizajendimnla@gmail.com

مقدمة :

يعد الماء الدعامة الأساسية لمظاهر الحياة وتوافره ضرورة لوجودها لذا فإن تلوثه أحد المخاطر الأساسية التي تهدد حياة الكائنات كافة وخاصة حياة الإنسان منها لذلك يجب أن تكون مياه الشرب خالية من الملوثات الكيميائية والفيزيائية والإحيائية وأن تكون المياه مستساغة بكونها عديمة اللون والطعم والرائحة [1].

كرس العديد من الباحثين جهودهم لدراسة جودة المياه واتجاهاتها في جميع أنحاء العالم باستخدام طرق مختلفة ومع ذلك فإن التغيرات المتأرجحة صعوداً وهبوطاً يجب أن تحجب على المزيد من الأسئلة، مثل، أين، متى، وكيف تتغير نوعية المياه، سواء كانت جودة المياه بحالة جيدة وكيفية وصف تغير نوعية المياه هذه الأسئلة لا تزال غير واضحة ومن هنا يجب محاولة فهم وتحديد:

- منهجية لوصف التغيرات طويلة المدى في نوعية المياه.
 - مدى اتجاه تغيير نوعية المياه والنقطة الرئيسية للتغيير.
 - خصائص جودة المياه قبل وبعد نقطة التغيير.
 - تقييم نوعية المياه في الظروف الكيميائية والنظم البيئية والجوانب الفيزيائية [2].
- جودة المياه موضوع معقد يشمل خصائص المياه الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية، وتعرف جودة المياه بأنها مقياس لحالة المياه بالنسبة للمتطلبات من نوع حيوي واحد أو أكثر ولأي حاجة أو غرض بشري [3]، ومع تنامي وتيرة الحديث عن ندرة المياه الصالحة للشرب، واحتمال تعرض مناطق ودول العالم خلال السنوات المقبلة لما يعرف بالفقر المائي، حيث يفترق حوالي خمس سكان العالم إلى المياه الصالحة للشرب [4] أصبحت الحاجة ملحة إلى الاهتمام بوضع خطط وطنية لتصنيف نوعية المياه والتركيز على المسطحات المائية العذبة نظراً لدورها الهام في التوازن البيئي [5].

قام عدد من الباحثين بتطبيق المؤشر الكندي لتحديد صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة:

حيث قام فاضل المحمد وآخرون في عام 2020 بتحليل جودة المياه باستخدام مؤشر جودة المياه الكندي: مشروع الحزام الأخضر / كربلاء - العراق حيث هدفت الدراسة إلى تقييم صلاحية المياه الجوفية للآبار الواقعة ضمن حدود منطقة الحزام الأخضر لري أشجار النخيل والزيتون، تم فيها اختبار سبعة بارامترات من شهر تشرين الأول 2018 إلى حزيران 2019 من عشرة آبار وكانت قيم مؤشر جودة المياه الكندي من 30 إلى 35، وصنفت مياه جميع الآبار على أنها مياه فقيرة [6].

قام عبد العزيز الصفاوي عام 2018 بتطبيق المؤشر الكندي لتقييم جودة المياه لأغراض الشرب في محافظة نينوى /العراق على اثني عشر بئراً لتقييمها لأغراض الشرب حيث جمعت العينات كل شهر لمدة عام كامل لتقدير خمسة بارامترات وهي (الأس الهيدروجيني -المواد الذائبة الكلية -الناقلية الكهربائية -العسارة الكلية - الأيونات السالبة والموجبة) وكانت النتائج تشير إلى ارتفاع تركيز قيم بعض الصفات المقاسة ومنها الأملاح المنحلة وأيونات الكالسيوم والمغنيزيوم وأشار إلى ان 83% من العينات المدروسة من صنف المشكوك فيها والبقية رديئة النوعية [7].

قام الباحثون عام 2018 بتقييم جودة المياه في حوض نهر كوروه باستخدام موديل جودة المياه الكندي (CCME WQI) والتحليل التمييزي (DA)، الذي يقع في منطقة البحر الأسود الشرقية في تركيا. تم استخدام نتائج قياس بيانات الجودة التي حصلت عليها المديرية الإقليمية السادسة والعشرون للأعمال الهيدروليكية الحكومية من أربعة مواقع مختلفة على مدار 4 سنوات بين عامي 2011 و2014. وجد الباحثون أن قيمة مؤشر جودة المياه الكندي (CCME) تراوحت بين 30.4 و 71.35 وتم تصنيفها على أنها "فقيرة" و"هامشية" و"عادلة". وقام الباحثون بتقسيم مواقع المراقبة إلى

مجموعتين بواسطة التحليل التمييزي (DA) وكانت نتيجة التحليل أن مؤشري الكالسيوم والكبريتات هي عوامل مهمة في تحديد جودة المياه في حوض نهر كوروه.[8].

قام الباحث عمار الفطامة عام (2022) بتقييم جودة مياه نهر العاصي من مخرج بحيرة سد الرستن وحتى سد محردة من خلال معالجة القضايا والمخاطر الصحية المرتبطة نتيجة استهلاك عوامل التلوث العالية الموجودة في حوض مياه نهر العاصي، باستخدام موديل جودة المياه الكندي، تم فيها دراسة 9 مؤشرات 9 مواقع مختلفة من حوض نهر العاصي في محافظة حماة وتطبيق تحليل One-Way ANOVA ومعامل الارتباط بيرسون على جميع المؤشرات. حيث كانت قيمة $p > 0.05$ عند تطبيق تحليل ANOVA في جميع المؤشرات وعند تغير المواقع والفصول على مدار السنة. تم استخدام معادلة الموديل CWQI لحساب قيمة المؤشر النهائية للتغيرات المكانية والموسمية المختلفة. كانت جودة المياه في 8 مواقع تراوحت القيم بين (33-36) وتصنف على أنها "فقيرة" حسب دلائل تصنيف موديل جودة المياه الكندي، في حين كانت قيمة مؤشر موديل جودة المياه في موقع (جسر الجنان) (57) وتصنف على أنها "هامشية"، وبالتالي مياه نهر العاصي في محافظة حماة هي غير صالحة للاستخدام البشري كمياه شرب وذلك عند جميع التصنيفات المستخدمة [9].

قامت الباحثة نغم حيدر عام (2022) بتقييم جودة مياه سد المزينة في حمص للشرب والري وفق مؤشر جودة المياه الكندي (CCMEWQI)، من خلال إجراء تحاليل دورية فيزيائية - كيميائية وجراثومية لمياه البحيرة، حيث تم أخذ العينات من خمسة مواقع ل 24 بارامتر على كامل محيط البحيرة على مدى دورة هيدرولوجية كاملة. خلصت فيها الدراسة الى نتيجة مفادها أن بعض البارامترات قد تجاوزت القيم المسموحة وفق المواصفات القياسية السورية لمياه الشرب، أما باقي البارامترات فبقيت ضمن الحدود المسموح بها وفقاً لنفس المواصفات [10].

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

تتلخص أهمية البحث في النقاط التالية:

- 1- تقييم جودة المياه في بحيرة سد بلوران ومقارنتها مع المواصفات القياسية لمياه الشرب.
- 2- التأكيد على أهمية المصادر المائية السطحية وحمايتها من كافة أشكال التلوث وذلك لأهميتها في تأمين المياه بالكمية والنوعية المطلوبتين للسكان.

أهداف البحث:

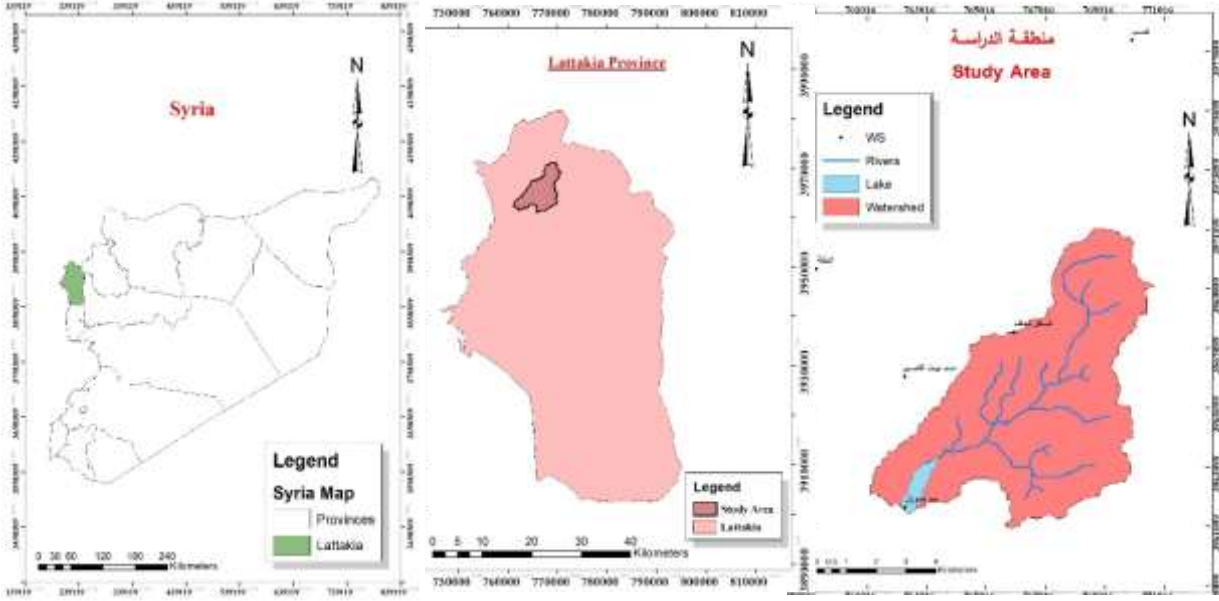
يهدف البحث إلى:

- 1- دراسة جودة مياه بحيرة سد بلوران من خلال إجراء تحاليل فيزيائية وكيميائية وبيولوجية ومقارنتها مع المواصفات السورية.
- 2- مقارنة تغيرات جودة مياه البحيرة خلال الفترتين الزمنيتين 2011-2022.

أولاً: منطقة الدراسة

وصف موقع الدراسة:

يقع حوض سدّ بلوران في القسم الشمالي الغربي للجمهورية العربية السورية، ضمن حوض الساحل وبين خطّي عرض (35° 58'، 35° 56') شمال خطّ الاستواء وخطّي طول (35° 49'، 35° 46') شرق غرينتش. تخضع منطقة الدراسة لمناخ متوسطي ذي شتاء ماطر معتدل وصيف حار وجاف، ومعدلات رطوبة مرتفعة وهطولات مطرية عالية تتراوح بين 809.8 مم في موقع السدّ و1254.6 مم في عطيرة، ويمتوسط هطول سنوي يقدر بحوالي 877 مم على كامل مساحة الحوض الساكب الشكل (1).



الشكل (1): حدود الحوض الساكب والمسيلات المائية ضمنه

موقع السد:

يقع سد بلوران بين اختناق جبلين صغيرين تميزهما غابات كثيفة، ويبعد حوالي 35 كم شمالاً، عن مركز مدينة اللاذقية، ويعمل على توفير مياه الشرب والري والثروة السمكية للمناطق المحيطة به، ويلعب دوراً هاماً جداً كمصدر للمياه ببحيرته الكبيرة، حيث يعتبر ثالث أكبر سدود اللاذقية التجميعية كسعة تخزينية الشكل (2).



الشكل (2) صورة جوية توضح موقع بحيرة سد بلوران

العناصر المناخية في حوض سد بلوران:

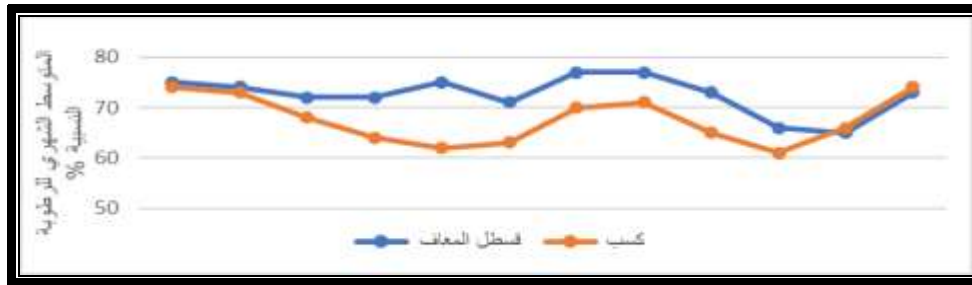
الرطوبة النسبية:

اعتمدنا في دراسة الرطوبة النسبية على قيم المتوسط الشهري المتوفرة في محطتي (قسطل المعاف - كسب) والمحسوبة ضمن الفترة الزمنية 1996-2005م، كما يظهر في الجدول (1).

الجدول (1): قيم المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في محطتي (كسب - قسطل المعاف)، %

اسم المحطة	ك 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت 1	ت 2	ك 1
قسطل المعاف	75	74	72	72	75	71	77	77	73	66	65	73
كسب	74	73	68	64	62	63	70	71	65	61	66	74

ونلاحظ أن المتوسط الشهري للرطوبة في محطة قسطل المعاف تتراوح ضمن المجال (65%-77%)، بينما تتراوح في محطة كسب ضمن المجال (61%-74%)، كما يظهر في الشكل (3).



الشكل (3): منحنيات المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في محطتي (كسب - قسطل المعاف)

درجة حرارة الهواء:

فُمنّا بدراسة بيانات المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة المسجلة في محطتي (قسطل المعاف - كسب) المبيّنة في الجدول (2)، ويظهر في الشكل (4) منحنيات المتوسط الشهري لدرجات الحرارة المسجلة في المحطتين المذكورتين.

الجدول (2): قيم المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطتي كسب وقسطل المعاف مقدرّة بالدرجة المئوية (C°).

اسم المحطة	ك 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت 1	ت 2	ك 1
قسطل المعاف	8.1	9.3	11.9	15.5	18.9	22.2	24.3	24.9	23.5	19.9	15.1	10.1
كسب	6.1	7	9.8	13.6	17.6	20.7	22.4	22.9	21.9	18.9	12.9	8.1



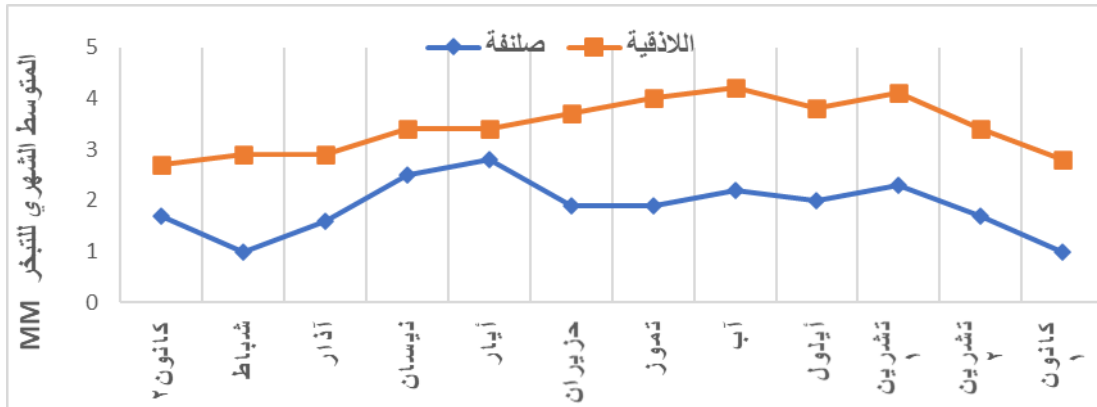
الشكل (4): منحنيات المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطتي كسب وقسطل المعاف.

التبخّر:

اعتمدنا على قيم المتوسطات الشهرية للتبخّر المتوفرة في محطتي (صلنفة - اللاذقية)، كما في الجدول (3)، وتبين أن المتوسط الشهري للتبخّر يزداد مع الاقتراب من البحر، حيث سُجّلت أكبر هذه القيم في محطة اللاذقية وأصغرها في محطة صلنفة، كذلك نلاحظ بأن قيم التبخّر تزداد في أشهر الصيف الحارة بالمقارنة مع أشهر الشتاء الباردة، ويظهر في الشكل (5) منحنيات المتوسط الشهري للتبخّر في محطتي صلنفة واللاذقية.

الجدول (3): قيم المتوسط الشهري للتبخّر في محطتي (صلنفة - اللاذقية)، ملم

المحطة	ك 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت 1	ت 2	ك 1
صلنفة	1.7	1	1.6	2.5	2.8	1.9	1.9	2.2	2	2.3	1.7	1
اللاذقية	2.7	2.9	2.9	3.4	3.4	3.7	4	4.2	3.8	4.1	3.4	2.8



الشكل (5): منحنيات المتوسط الشهري للتبخّر في محطتي (صلنفة - اللاذقية)

الرياح:

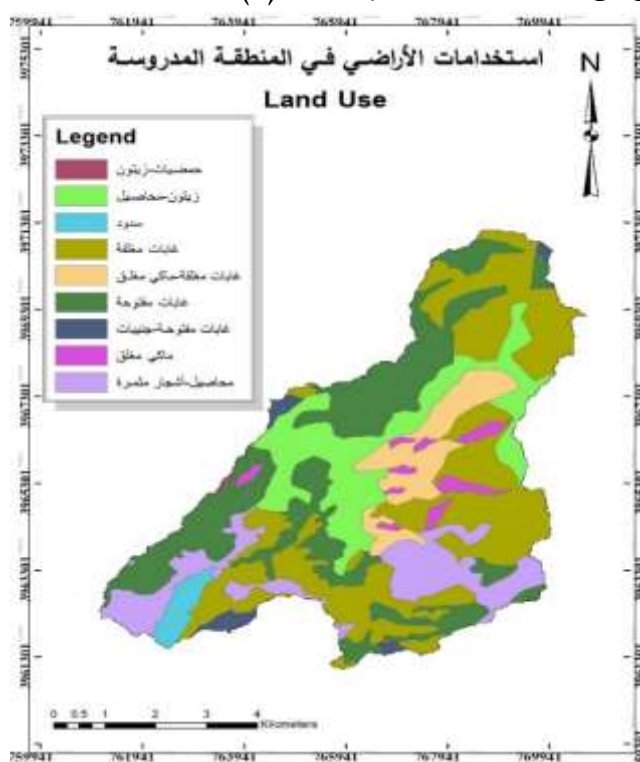
تم الحصول على اتجاهات الرياح السائدة في محطتي (بوقا - اللاذقية)، كما في الجدول (4)، حيث نلاحظ انتشار الرياح الجنوبية والرياح الجنوبية الغربية - الجنوبية الغربية في الفترة الممتدة من شهر نيسان وحتى شهر أيلول، بينما تنتشر الرياح الشرقية والرياح الشرقية - الشمالية الشرقية في باقي أشهر السنة.

الجدول (4): اتجاهات الرياح السائدة في محطتي (بوفا - اللاذقية)

المحطة	ك 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت 1	ت 2	ك 1
بوفا	ENE	E	E	S	SSW	S	S	S	SSW	E	E	E
اللاذقية	ENE	ENE	ENE	S	S	S	S	S	S	ENE	ENE	ENE

طبيعة الأرض والغطاء النباتي:

تغطي الغابات بشكل عام المناطق المرتفعة والتي تفوق المنسوب (+60) م، أي حوالي 80% من مساحة المنطقة، بينما تشكل المساحة الباقية، مساحة الأراضي المروية التي تسود فيها زراعة الخضراوات وأشجار الحمضيات بالإضافة إلى جزء مستهلك من الأرض من أجل التجمعات السكنية الشكل (6).



الشكل (6) استخدامات الأراضي في المنطقة المدروسة

طرائق البحث ومواده:

تحديد مواقع قطف العينات:

تم أخذ العينات وإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لها، حددت مواقع أخذ العينات المائية من سطح بحيرة السد المدروسة في نقاط مختلفة، وذلك لتغطية كامل طول البحيرة، وأماكن توضع المنشآت عليها، تم إظهار مواقعها على طول البحيرة على الشكل (7).

(S1) عينة عند جسم السد، (S2) عينة بالقرب من تجمع سكني، (S3) عينة بالقرب من منشأة سياحية (S4) عند مدخل البحيرة حيث نهر (قره جالية) الذي يغذي البحيرة شتاءً فقط.

جمع العينات:

تم جمع العينات من المواقع المذكورة سابقاً بمعدل مرة واحدة في الشهر، بدءاً من شهر كانون الأول (2021) وحتى تشرين الثاني (2022)، وذلك في الفترة ما بين الساعة التاسعة والعاشر صباحاً.



الشكل (7) صورة جوية توضح مواقع قطف العينات

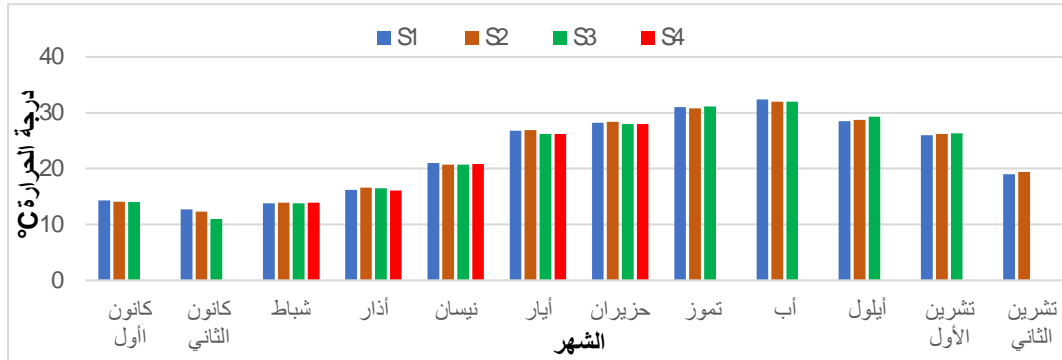
القياسات الحقلية:

تم إجراء القياسات حقلياً لبعض البارامترات الداخلة في حساب مؤشرات الجودة، والتي يمكن أن تتغير قيمتها بتأثير درجة الحرارة للعينات المنقولة من الحقل إلى المخبر، باستخدام الأجهزة المختصة لكل قياس وهذه البارامترات هي: الأوكسجين المنحل DO - الرقم الهيدروجيني pH - درجة الحرارة T. يتضمن البحث إجراء مجموعة من التحاليل على العينات المأخوذة من نقاط الاعتيان، وكانت البارامترات الداخلة في حساب مؤشرات جودة المياه التي تم قياسها في المخبر كالتالي: الطلب الحيوي للأوكسجين BOD5 - المواد الصلبة الكلية TSS - تعداد الجراثيم الكوليفورم البرازي FC العكارة Turbidity - النترات NO_3^- - الفوسفات PO_4^{3-} . تم إجراء التحاليل على العينات في مديرية الموارد المائية في محافظة اللاذقية، وكانت تنجز فور وصولها إلى المخبر، للحصول على قيم دقيقة تعبر عن الوضع الحالي للمياه، كما يلاحظ عدم توافر بيانات للموقع S3, S4 في بعض الأشهر وذلك لانقطاع التغذية من نهر قره جالية.

النتائج والمناقشة:

درجة حرارة المياه (Temperature Changes, T) :

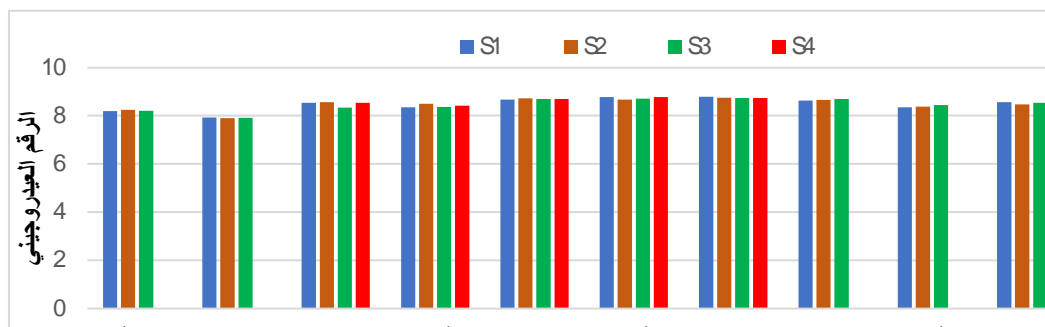
يبين الشكل (8) أن تغيرات قيم الحرارة المسجلة خلال فترة الدراسة متشابهة في جميع نقاط الرصد، وقد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب [25~5C°] حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [11]، لتسجل أعلى قيمها في شهر آب في موقع نقطة الرصد (S3) حيث بلغت (32.4) درجة مئوية وأخفضها في شهر كانون الثاني في موقع نقطة الرصد (S4) إذ بلغت (11) درجة مئوية.



الشكل (8): تغيرات درجة الحرارة في مياه بحيرة سد بلوران خلال فترة الدراسة

الرقم الهيدروجيني (pH – Value) :

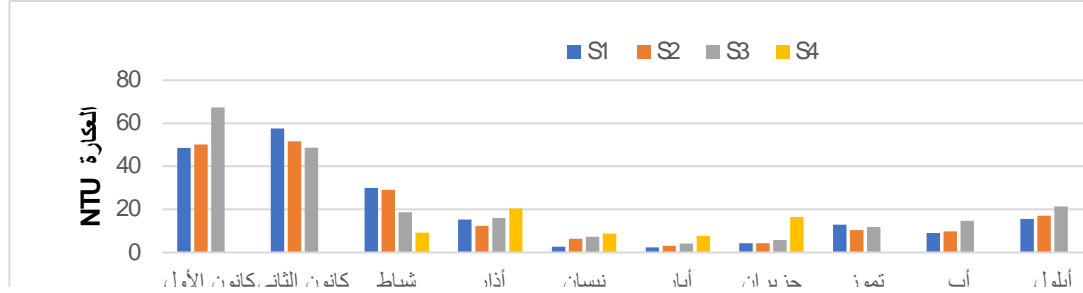
بالنظر إلى الشكل (9) نجد أن قيم الرقم الهيدروجيني متقاربة في جميع المراصد في كل اعتيان وقد أخذت تلك القيم بالارتفاع مع بدايات فصل الربيع والصيف لكنها لم تتجاوز الحدود المسموح بها في مياه الشرب (6.5-9) وفقاً للمواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث بلغت القيم ذروتها في شهر حزيران لتسجل أعلى قيمها في موقع نقطة الرصد (S1) بالقرب من التجمعات السكانية حيث وصلت الحد (8.79) ويعزى هذا الارتفاع إلى زيادة نسبة المغذيات والملوثات القادمة من التجمعات البشرية والتي تؤدي إلى زيادة كمية الطحالب والنباتات التي تقوم بعملية التركيب الضوئي فتستهلك غاز (CO₂) المنحل في الماء، أما الانخفاض التدريجي فقد لوحظ مع بدايات فصل الخريف والشتاء لتسجل أخفض قيمها في شهر كانون الثاني في موقع نقطة الرصد (S2) حيث بلغت (7.9). مما سبق نجد أن مياه البحيرة رجحت عليها صفة القلوية ولكنها لا تشكل خطراً على الصحة العامة بل تنحصر مشاكلها في الطعم القلوي غير المستساغ وصعوبة الحصول على الرغوة وتكون الرواسب على الملابس.



الشكل (9): تغيرات الرقم الهيدروجيني (pH) في مياه بحيرة سد بلوران خلال فترة الدراسة

العكارة (Turbidity):

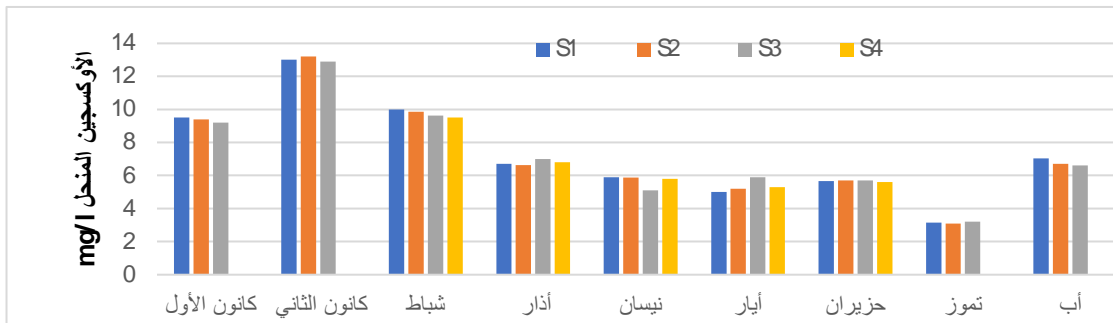
يظهر الشكل (10) أن قيم العكارة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب (5NTU) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث سجلت أعلى قيمها (67.4 mg/l) في شهر كانون الأول في موقع نقطة الرصد (S3) بالقرب من التجمعات السكانية والسياحية بسبب الهطولات المطرية ودور المخلفات السياحية في تلويث المسطحات المائية وسجلت أخفض قيمها (2.31 mg/l) في شهر أيار في موقع نقطة الرصد (S1).



الشكل (10) تغيرات العكارة (Turbidity) في مياه بحيرة سد بلوران خلال فترة الدراسة.

الأكسجين المنحل (Dissolved Oxygen, DO):

من الشكل (11) نجد أن تراكيز الأكسجين المنحل قد تغيرت ضمن مجال واسع وقد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب (5 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث سجلت أعلى قيمها (13.2 mg/l) في شهر كانون الثاني في موقع نقطة الرصد (S2)، في حين كانت أدنى قيمها (3.1 mg/l) في شهر تموز في موقع نقطة الرصد (S2) بالقرب من التجمعات السكانية وذلك بسبب قلة التغذية المطرية، وازدياد نشاط البكتيريا المفككة والمستهلكة للأكسجين لأكسدة المواد العضوية، بالإضافة لعمليات تنفس الأحياء المائية التي تستهلك كميات كبيرة من الأكسجين المنحل.

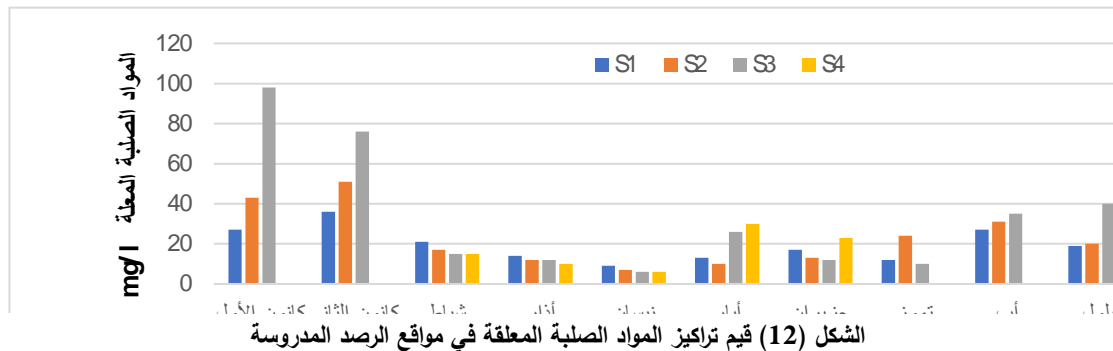


الشكل (11) تغيرات العكارة (Turbidity) في مياه بحيرة سد بلوران خلال فترة الدراسة

المواد الصلبة المعلقة (TSS , Total Suspended Solids):

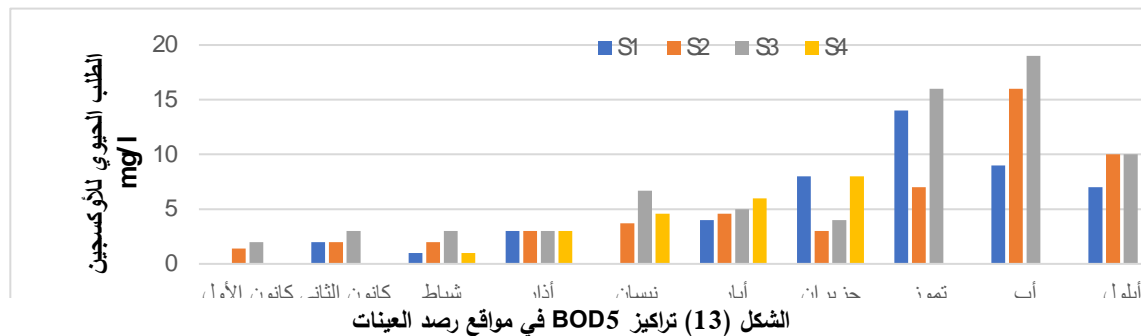
يبين الشكل (12) الذي يمثل الرسم البياني للقيم المقاسة لمؤشر الـ TSS أن قيم تراكيز المواد الصلبة المعلقة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب (5 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث سجلت أعلى قيمها (98mg/l) في شهر كانون الأول في موقع نقطة الرصد (S3) بالقرب من أماكن النشاط

السياحي بسبب الهطولات المطرية ومخلفات النشاط البشري والصرف الصحي ، في حين كانت أدنى قيمها (6mg/l) في شهر نيسان في موقع نقطة الرصد (S4) .



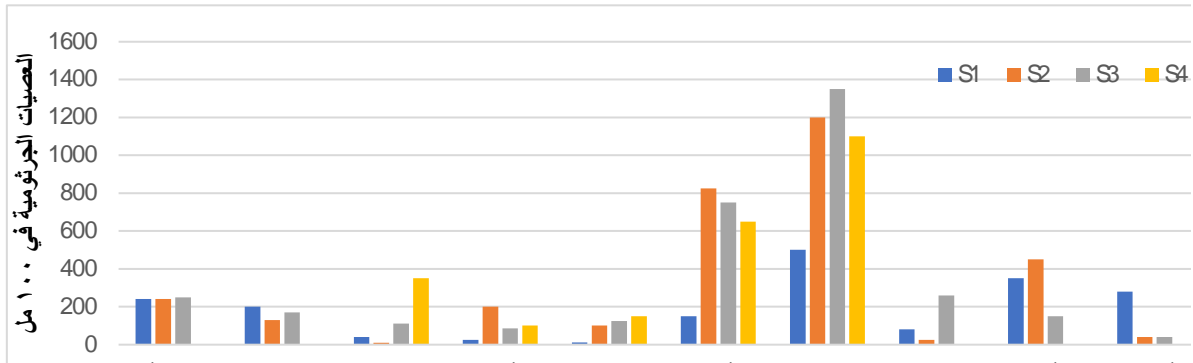
الطلب الحيوي للأوكسجين (Biochemical Oxygen Demand, BOD5):

نلاحظ من الشكل (13) أن تراكيز (BOD5) قد تغيرت ضمن مجال واسع وقد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب (2 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث سجلت أعلى قيمها (19 mg/l) في شهر آب في موقع نقطة الرصد (S3) بالقرب من التجمعات السكانية، وذلك بسبب تسرب مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية القريبة من منطقة البحيرة، في حين كانت أدنى قيمها (0 mg/l) في شهر كانون الأول في موقع نقطة الرصد (S1) وذلك بسبب الهطولات المطرية وقلة نشاط البكتيريا المفككة والمستهلكة للأوكسجين لأكسدة المواد العضوية.



التحليل الجرثومية (تعداد العصيات الجرثومية الغائطية) (FC , Fecal Coliform):

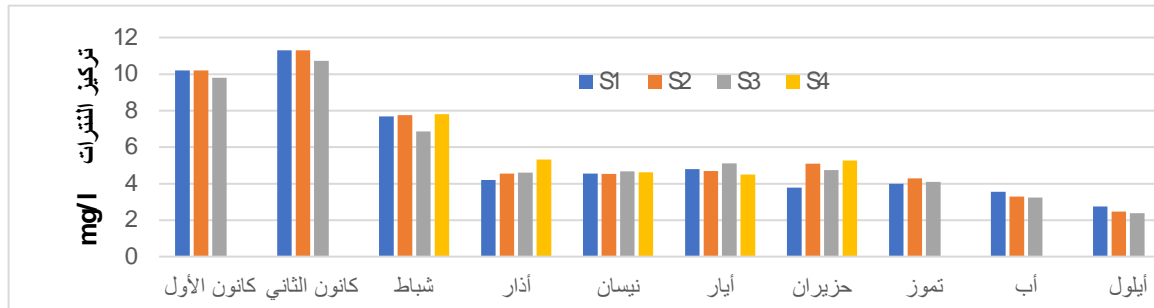
نلاحظ من الشكل (14) أن تعداد العصيات الجرثومية الغائطية قد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب (صفر عضية/100 مل) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، وبالتالي فمياه البحيرة المدروسة غير صالحة للشرب جرثومياً، حيث سجلت أعلى قيمة لها (1350 عضية /100 مل) في شهر حزيران في موقع نقطة الرصد (S3) بسبب وصول مياه الصرف الصحي غير المعالجة من المناطق المجاورة للبحيرة، إضافة إلى جرف مياه الأمطار للأتربة المحتوية على المخلفات الحيوانية (البراز)، وأدنى قيمة لها (10 عضية/100 مل) في شهر شباط في موقع نقطة الرصد.



الشكل (14) تراكيز العسويات الجرثومية المغناطية في مواقع الرصد خلال فترة الدراسة

شاردة النترات (NO_3^-):

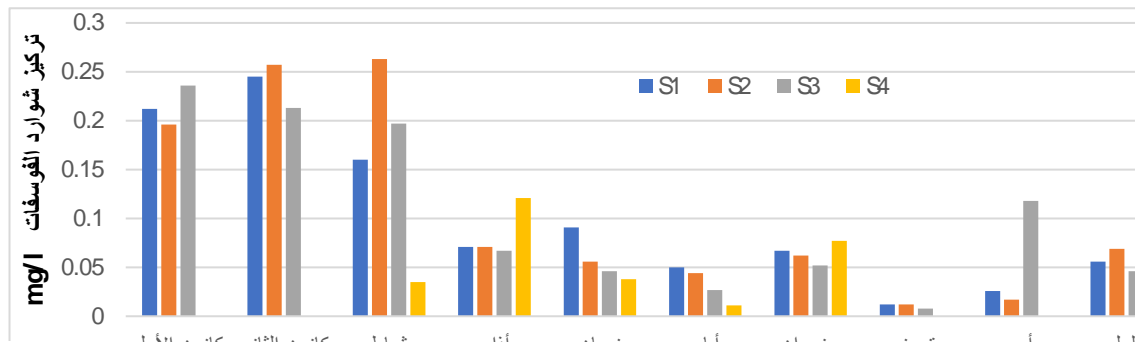
نلاحظ من الشكل (15) أن تراكيز شوارد النترات لم تتجاوز الحدود المسموح بها في مياه الشرب (45mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث سجلت أعلى قيمة لها (11.3 mg/l) في شهر كانون الثاني في موقع نقطة الرصد (S2)، وأدنى قيمة لها (1.56 mg/l) في شهر تشرين الأول في موقع نقطة الرصد (S3) عند منتصف البحيرة تقريباً.



الشكل (15) تراكيز شوارد النترات في مواقع الرصد خلال فترة الدراسة

شاردة الفوسفات (PO_4^{3-}):

بقراءة الشكل (16) الذي يعبر عن نتائج قياس شاردة الفوسفات نجد أن تراكيز شاردة الفوسفات لم تتجاوز الحدود المسموح بها في مياه الشرب (0.5 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45)، حيث سجلت أعلى قيمة لها (0.263 mg/l) في شهر شباط في موقع نقطة الرصد (S2) بالقرب من التجمعات السكانية، وأدنى قيمة لها (0.008 mg/l) في شهر تموز في موقع نقطة الرصد (S3) عند منتصف البحيرة تقريباً.



الشكل (16) تراكيز شاردة الفوسفات في نقاط الرصد خلال فترة الدراسة

تطبيق مؤشر جودة المياه وفق المجلس الكندي لوزراء البيئة (CCMEWQI):

تم تطبيق المؤشر الكندي على كافة البارامترات المدروسة وذلك لجميع نقاط الاعتيان المعتمدة، وفيما يلي نوضح كيفية حساب المؤشر (CCMEWQI):

النقطة SI قرب جسم السد:

تعطى المعادلة الرياضية للمؤشر الكندي بالعلاقة:

$$CCMEWQI = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

$$F1 = \frac{\text{(عدد البارامترات غير المحققة للقيمة القياسية)}}{\text{عدد البارامترات الكلي}} * 100$$

$$F1 = \frac{(6)}{9} * 100 = 66.667$$

$$F2 = \left[\frac{\text{عدد الفحوصات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}} \right] * 100$$

$$F2 = \left[\frac{46}{97} \right] * 100 = 47.4227$$

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

$$Excursion = \left[\frac{58.3}{5} \right] - 1 = 10.66 \text{ etc ...}$$

$$nes = \left[\frac{0.032 + 0.14 + 0.2 + 0.232 + 0.136 + 0.04 + \dots}{97} \right] = 35.266$$

$$F3 = \left[\frac{nes}{0.01nes + 0.01} \right]$$

$$F3 = \left[\frac{35.266}{0.01(35.266) + 0.01} \right] = 97.252$$

$$CCMEWQI = 100 - \frac{\sqrt{66.667^2 + 47.4227^2 + 97.252^2}}{1.732} = 26.627$$

مياه فقيرة جداً (بعيدة دائماً عن خصائص المياه المرغوبة)

الجدول (5) تصنيف نوعية المياه وفق مؤشر جودة المياه الكندي CCME WQI.

التصنيف	القيمة	الوصف
ممتاز	95-100	الغياب التام لأي ضعف في نوعية المياه، وطبيعة المياه قريبة جداً من المستويات الطبيعية.
جيد	80-94	نوعية المياه محفوظة بدرجة طفيفة من التدهور في خصائصها، والمياه نادراً ما تحيد عن المستويات الطبيعية المرغوب بها.
وسط-مقبول	65-79	نوعية المياه تضعف من حين لآخر أي أحياناً تحيد عن المستويات الطبيعية المرغوب بها.
سيء (قريب من الحد المقبول)	45-64	نوعية المياه كثيراً ما تضعف أو تتدهور، أي بشكل متكرر تحيد عن المستويات الطبيعية المرغوب بها.
رديء جداً	0-44	نوعية المياه في معظم الأوقات أو دائماً متدهورة

وقد أوردنا نتائج حساب المؤشر لجميع نقاط الرصد في الجدول (6). من خلال مقارنة النتائج مع الجدول (5) نجد أن مياه البحيرة عند النقطة S1 من حيث صلاحيتها للشرب من النوع (الريء جداً)، وهذا يعني أن نوعية المياه تتدهور "تضعف كثيراً" أي أنها تحيد بشكل دائم عن المستويات الطبيعية المرغوب بها في مياه الشرب.

الجدول (6) نتائج تطبيق مؤشر جودة المياه الكندي على نقاط الاعتيان المختارة في بحيرة سد بلوران لعام 2011

نقاط الاعتيان	F1	F2	Σ excursion	nes	F3	CCMEWQI	التصنيف
S1	66.667	47.4227	3420.803	35.266	97.242	26.627	سيء جداً
S2	66.667	46.39	3264.656	33.656	97.114	27	سيء جداً
S3	66.667	45.4545	3030.848	34.44	100	25.8	سيء جداً
S4	66.667	45.4545	3568.889	81.111	98.78	26.36	سيء جداً



الشكل (17) يوضح نتائج الاعتيان في نقاط الرصد المحددة في سد بلوران لعام 2011

الجدول (7) نتائج تطبيق مؤشر جودة المياه الكندي على نقاط الاعتيان المختارة في بحيرة سد بلوران لعام 2022

نقاط الاعتيان	F1	F2	Σ excursion	nes	F3	CCMEWQI	التصنيف
S1	66.667	43.5185	1988.565	18.413	94.85	28.5	سيء
S2	66.667	45.37	3359.119	31.103	96.89	27.22	سيء جداً
S3	66.667	49.495	3432.1805	34.67	97.2	26.19	سيء جداً
S4	55.56	46.67	2371.288	52.69	98.14	29.531	سيء



الشكل (18) يوضح نتائج الاعتيان في نقاط الرصد المحددة في سد بلوران لعام 2022

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- إن التلوث الواصل إلى بحيرة سد بلوران، ناتج عن تسرب الصرف الصحي العشوائي، الناجم عن الحفر الفنية غير الكتيمة، للمنشآت السياحية والمطاعم والتجمعات السكنية القريبة من منطقة البحيرة، وعن الفضلات الصلبة والسائلة الناتجة عن البشر والحيوانات والاستراحات الموسمية، إضافة إلى ما تحمله مياه الأمطار من ملوثات أثناء مرورها على الأراضي الزراعية (أسمدة، مبيدات حشرية) قبل أن تصب في البحيرة.

2- التحاليل الجرثومية أوضحت بأن المواقع الأربعة وخلال كل فترة الدراسة ملوثة وأن تعداد الجراثيم البرازية قد تجاوز الحد المسموح به محلياً وعالمياً (صفر عصية كوليفورم لكل 100 mg/l) وهذا دليل وصول الصرف الصحي والمخلفات البشرية إلى مياه البحيرة.

3- تم تصنيف البحيرة وفق مؤشر الجودة الكندي CCME WQI فكانت من الدرجة الرابعة والوصف سيء، وبالتالي مياه البحيرة غير صالحة للشرب وتحتاج إلى معالجة نظراً لارتفاع قيم البارامترات (BOD5، FC، العكارة، المواد الصلبة المعلقة، العصيات الجرثومية الغائبية).

4- من خلال مقارنة النتائج بين فترتي الدراسة (2011-2022) نلاحظ تدني جودة مياه البحيرة مع ازدياد في القيم وبالتالي يجب إجراء تدابير وقائية حازمة للحد من انتشار الملوثات والحفاظ على المصدر المائي.

التوصيات:

1- العمل على إنشاء شبكات صرف صحي للقرى والتجمعات السكنية، التي تعتمد على الحفر الفنية، خاصة في المناطق القريبة من البحيرة.

2- حماية حرم البحيرة من عبث المواطنين والمواشي، عن طريق سور حماية، وفرض عقوبات مالية على كل من يلوث قرب حافة البحيرة..

References:

- 1- Abb allnafea, yasameen, salman, a bacteriological and chemical study of the water of reservoirs and tanks in some neighborhoods of the city of Baghdad, university journal al nahreenK, vol14, n 1, 2011, p 38-45.
- 2-Junxu Chen a,b, Yan Lyu a, Zhifang Zhaoa, Hong Liua,b, Hongling Zhaoa, Zichen Li /2019/Using the multidimensional synthesis methods with non-parameter test,

multiple time scales analysis to assess water quality trend and its characteristics over the past 25 years in the Fuxian Lake, China.

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

4-Jafar, R., et al., Multiple linear regression and machine learning for predicting the drinking water quality index in Al-Seine lake. Smart Cities, 2023. 6(5): p. 2807-2827

5-United Nations Environment Programme. /2008/. An Overview of the State of the . Second Edition -World's Fresh and Marine Water Available at <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article186.Html13/4/2016>

6- Al-Mohammed1, M. * Fadhil ,et... -2020- The Analysis of Water Quality Using Canadian Water Quality Index : Green Belt Project/Kerbala-Iraq

7-Al saffawe, abd al aziz, 2018, application of Canadian water quality index to evaluate water quality for drinking purposes: a case study of groundwater quality in al-muhallabiya district/Ninawa

8- Bilgin, A. (2018). Evaluation of surface water quality by using Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) method and discriminant analysis method: a case study Coruh River Basin. Environmental Monitoring and Assessment.

9- al fatama , mahmod ,amaar, 2022, evaluating the water quality of al ase river from the outlet of thr rastan dam lake to the mahardah dam.

10-haidar, naghah,2022, Evaluation of the water quality of Al-Mazina Dam in Homs For drinking and irrigation according to international water quality indicators.

11- The Syrian Arab Standards and Metrology Authority for Drinking Water, Syrian Standard Specifications No. (45), Second Revision, Ministry of Industry, Damascus, p. 22, 2007

