

# **Evaluation of the Water Quality of Lakes of Some Small Surface Dams in the Area of Latakia and Determine its Suitability to Drink**

## **Case Study - Dam lakes: Al Qanjara - Karsana – Khirbet Al Jouzieh**

**Dr. Houssam Sabbouh\***

**(Received 4 / 11 / 2019. Accepted 30 / 4 / 2020)**

### **□ ABSTRACT □**

The research is summarized in conducting an experimental and analytical study that allows to determine the water quality of some small surface dams in Lattakia, namely: Al-Qanjara, Karsana, and Khirbet Al-Jouzieh dams. Hence the main objective of the research is to assess of water quality of the lakes of these dams , in order to know the possibility of adopting these lakes as sources of drinking water for the surrounding villages.

The research included brief information about the study sites of the three dams, in addition to a detailed explanation of a number of quality indicators, especially the two quality indicators: ( **NSFWQI** ) and ( **NEWWQI** ), which were later used to assess the water quality in the studied dam lakes.

The research methodology was then presented, which included the method of picking up the water samples required for testing, and then determining the values of the basic pollution indicators needed to calculate the values of the two quality indicators mentioned above.

The results of the quarterly tests were presented in a special table and then we represented these results graphically. This allowed us to discuss these results and analyze the possible reasons for their values fluctuating from one season to another in the three lakes.

Using the (**NSFWQI**) and (**NEWWQI**) indexes an assessment of the quality of the water of the studied dam lakes was reached, as it was found to be medium or low quality, and in both cases the water is not suitable for drinking in its current state, and protection measures for these lakes must be taken, in addition it's necessary to expose the water taken from these lakes for different purposes to treatment that lead to a decrease in the values of many pollution parameters, especially the Organic Pollution (BOD5) and bacterial pollution (FC) due to their direct negative impact on human health.

Finally, the conclusions reached through careful reading of the results of the tests, which allowed us to come up with a number of recommendations that must be followed to protect the lakes of dams studied from pollution.

**Keywords:** Water pollution - Basic pollution parameters - Water quality indexes.

---

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

## تقييم جودة مياه بحيرات بعض السدود السطحية الصغيرة في منطقة اللاذقية وتحديد مدى صلاحيتها للشرب (حالة الدراسة - بحيرات سدود: القنجرة - كرسانا - خربة الجوزية)

د. حسام صبح\*

(تاريخ الإيداع 4 / 11 / 2019. قُبِلَ للنشر في 30 / 4 / 2020)

### □ ملخص □

يتلخص البحث في إجراء دراسة تجريبية وتحليلية تسمح بتحديد نوعية مياه بعض السدود السطحية الصغيرة في منطقة اللاذقية وهي بحيرات سدود: القنجرة - كرسانا - خربة الجوزية، وبالتالي فإن الهدف الرئيسي للبحث يتمثل في تقييم جودة مياه بحيرات السدود المذكورة أعلاه باستخدام بعض مؤشرات جودة المياه بغية معرفة إمكانية اعتماد تلك البحيرات كمصادر لمياه الشرب للقرى المحيطة بها.

تضمن البحث معلومات موجزة حول مواقع الدراسة للسدود الثلاثة، بالإضافة إلى شرح تفصيلي لعدد من مؤشرات الجودة، وعلى الأخص مؤشري الجودة: (NSFWQI) و (NEWWQI)، اللذين تم استخدامهما فيما بعد لتقييم جودة المياه في بحيرات السدود المدروسة.

بعد ذلك تم عرض منهجية إجراء البحث التي تضمنت طريقة قطف عينات المياه اللازمة للاختبار، ومن ثم تحديد قيم مؤشرات التلوث الأساسية فيها اللازمة لحساب قيم مؤشري الجودة المذكورين أعلاه.

تم عرض نتائج الاختبارات الفصلية في جدول خاص ومن ثم قمنا بتمثيل تلك النتائج بيانياً، وهذا ما سمح لنا بمناقشة تلك النتائج وتحليل الأسباب المحتملة لتأرجح قيمها من فصل لآخر في البحيرات الثلاث.

باستخدام مؤشري الجودة (NSFWQI) و (NEWWQI) تم التوصل إلى تقييم جودة مياه بحيرات السدود المدروسة حيث تبين أنها متوسطة أو منخفضة الجودة وفي كلتا الحالتين تكون المياه غير صالحة للشرب بوضعها الراهن ولا بد اتخاذ إجراءات الحماية لتلك البحيرات، إضافة إلى ضرورة تعريض المياه المأخوذة منها لغايات مختلفة للمعالجة التي تؤدي إلى تخفيض قيم العديد من مؤشرات التلوث ولا سيما مؤشري التلوث العضوي (BOD<sub>5</sub> والتلوث الجرثومي (F.C) نظراً لتأثيرهما السلبي المباشر على صحة الإنسان.

ختاماً تم عرض الاستنتاجات التي تم التوصل إليها من خلال القراءة المتأنية لنتائج الاختبارات، والتي سمحت لنا بدورها بالتوصل إلى عدد من التوصيات التي لا بد من اتباعها لحماية بحيرات السدود المدروسة من التلوث.

**الكلمات المفتاحية:** تلوث المياه - مؤشرات التلوث الأساسية - مؤشرات جودة المياه.

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

**مقدمة:**

مع ازدياد عدد السكان وتطور مستوى حياة البشر وتعدد الأنشطة المختلفة للإنسان وظهور مشاكل تلوث المصادر المائية في الساحل السوري تبرز مسألة تأمين المياه اللازمة كما ونوعاً للتجمعات السكانية كإحدى التحديات التي تتطلب حلاً سريعاً وشفافاً وذلك بالبحث عن مصادر جديدة تفي بالغرض المطلوب .

تعتبر بحيرات السدود البالغ عددها ( 14 ) سداً في محافظة اللاذقية والتي أقيمت بطاقات تخزينية مختلفة لأغراض الري بالدرجة الأساسية إحدى أهم المصادر التي يمكن التعويل عليها للإيفاء بحاجات التجمعات السكانية من مياه الشرب بعد إخضاعها لعمليات التنقية البسيطة ( ترشيح وتعقيم ) ، ومن بين تلك البحيرات نذكر بحيرات سدود: القنجرة - كرسانا - خربة الجوزية ، والتي أصبح بالإمكان الاستغناء عن مياهها لأغراض الري نظراً لقيام الجهات المختصة في الدولة السورية بتمديد شبكة واسعة من خطوط الري المغذاة من بحيرة سد ( 16 تشرين ) ، والتي غطت الأراضي الزراعية التي كانت تروى بمياه بحيرات تلك السدود .

من هنا نرى ضرورة الاهتمام البالغ بحماية بحيرات هذه السدود من التلوث القادم من مصادر مختلفة مثل : مصبات الصرف الصحي ، فضلات المطاعم والمنزهات المقامة على ضفافها .... الخ .

**أهمية البحث وأهدافه:**

تكمن أهمية البحث في أنه يعتبر استكمالاً لمجموعة من الأبحاث الوطنية التي اهتمت بدراسة جودة المياه في بحيرات عدد كبير من السدود السطحية في المنطقة الساحلية [ 1 ، 2 ، 3 ] ، حيث أنه يقدم تقيماً لنوعية مياه بحيرات السدود السطحية المشار إليها في مقدمة البحث ومدى صلاحيتها لأن تكون مصدراً لمياه الشرب للتجمعات السكانية المجاورة .

من هنا نرى أن الهدف الرئيسي للبحث ينحصر في تقييم جودة مياه بحيرات سدود: القنجرة - كرسانا - خربة الجوزية باستخدام العديد من مؤشرات جودة مياه الشرب بغية الوقوف عند إمكانية اعتماد تلك البحيرات كمصادر لمياه الشرب .

**1- معلومات موجزة حول موقع الدراسة: [4]****1-1- الموقع العام:**

تقع بحيرات السدود الثلاثة في منطقة الشمال الغربي من أراضي الجمهورية العربية السورية على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط بمحافظة اللاذقية ( شمال شرق محافظة اللاذقية ) . هذا وتوضح الخارطة المبينة على الشكل رقم ( 1 ) مواقع السدود الثلاثة والمناطق المحيطة بها .



الشكل رقم ( 1 ) : توضع بحيرات سدود ( القنطرة - كرسانا - خربة الجوزية ) في الموقع العام

## 2-1- المعطيات الهندسية:

يبين الجدول رقم ( 1 ) أدناه أهم المعطيات الهندسية المتعلقة بجسم السد والبحيرة للمواقع الثلاثة المعنية بالدراسة.

الجدول رقم ( 1 ) : المعلومات الهندسية العائدة للسدود المشمولة بالدراسة

المواصفات	سد القنطرة	سد كرسانا	سد خربة الجوزية
ارتفاع جسم السد ( m )	16.5	15	20
طول جسم السد ( m )	210	241.5	234
حجم التخزين الكلي ( m . m <sup>3</sup> )	0.7	0.4	1.5
طول عتبة المفيض ( m )	120	115	113
الحجم الميت ( m . m <sup>3</sup> )	0.05	0.07	0.2

**1-3- معلومات مناخية :****أ- المناخ السائد:**

إن المناخ السائد في المنطقة متوسطي حيث الطقس معتدل تتخلله بعض الأيام الباردة شتاء ، ومعتدل إلى حار نسبياً صيفاً حيث تتراوح درجات الحرارة بين ( 10 - 29 ) درجة مئوية .  
يتميز مناخ المنطقة برطوبة مرتفعة طوال العام حيث تتراوح ضمن المجال ( 65 - 80% ) وبالتالي يسود المنطقة بشكل عام مناخ البحر المتوسط .

**ب- الأمطار:**

تتميز المنطقة بغزارة الهطولات المطرية حيث تتوزع الهطولات المطرية بدءاً من شهر تشرين الثاني إلى شهر نيسان بمعدلات متباينة، يهطل معظمها في الفترة ما بين شهر كانون الأول وشباط، والقليل منها خلال شهري تشرين الأول والثاني وشهري آذار ونيسان. يتراوح معدل الهطول المطري بين ( 600 - 1200 mm ) سنوياً ومن النادر أن تحصل الهطولات خلال أشهر الصيف.

**ج- الرياح:**

تتأثر منطقة الساحل السوري برياح تختلف جهة حركتها باختلاف فصول السنة ، حيث تكون الرياح السائدة شرقية وشمالية شرقية خلال الفصل البارد من السنة ( شتاءً )، وتتبدل لتصبح جنوبية وجنوبية غربية خلال الفصل الحار (صيفاً). ومن الجدير ذكره أن سرعة الرياح في المنطقة قد تصل أثناء العواصف الشديدة إلى ( 80 - 100 كم / سا).

**1-4- مصادر التلوث:**

يمكن حصر الملوثات التي تصل إلى السدود المدروسة بما يلي:

أ- تلوث ناتج عن رمي المخلفات الصلبة حول بحيرات السدود.

ب- تلوث ناجم عن النشاط السكاني والحيواني عند أطراف بحيرات السدود.

ج- تلوث ناتج عن الجريانات المطرية وما تحمله معها من ملوثات أثناء مرورها على الأرض قبل أن تصب في بحيرات السدود وخاصة الأراضي الزراعية.

د- تلوث ناجم عن تسرب مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية المقامة عشوائياً في التجمعات السكنية حول بحيرات السدود، وهو من أخطر مصادر التلوث المذكورة ذلك لأن وصول مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى المصادر المائية يعمل على إفسادها ويجعلها غير ملائمة لحياة مختلف الكائنات الحية وذلك لأن مياه الصرف الصحي تحمل معها الكثير من المواد العضوية الضارة .

إلى جانب الملوثات العضوية تقوم مياه الصرف الصحي بنقل كميات كبيرة من الأحياء الدقيقة التي قد تسبب العديد من الأمراض إلى مصادر المياه السطحية منها والجوفية ، والتي قد تصل إلى الإنسان عن طريق شربه للماء الملوث بها أو من خلال استخدامه لهذه المياه في نشاطاته المختلفة التي لها علاقة بالماء .

**2- مؤشرات جودة المياه:**

عند الحديث عن مؤشرات جودة المياه ( WQI: Water Quality Index ) يجب القول أن تلك المؤشرات هي التي تسمح بتقييم صحة المصدر المائي بعدد وحيد، تم الحصول عليه نتيجةً لحلّ معادلة رياضية، ومتغيرات هذه المعادلة هي نتائج قياسات البارامترات الأكثر تأثيراً وخطورةً على المصدر المائي، حيث تمّ اختيار هذه البارامترات بعد

دراسات طويلة والتوصل بأنها الأهم، ومن ثم يتم مقارنة هذا العدد بمعايير تصنيف نظامية ( Classification Criteria Standards ) حسب كل مؤشر، تكون هذه المعايير مقسمة إلى درجات من السيئ جداً ( Very Bad ) حتى الممتاز ( Excellent ) أو عالي الجودة، وقد تم تطبيق تصنيفات متعددة في كافة أنحاء العالم وطُرأت تطورات عديدة على تلك المعايير.

لقد تبنت عدة منظمات عالمية فكرة وضع مقاييس لضبط جودة المياه للاستخدام، فأصدرت كل منها مؤشراً لتقييم نوعية المياه في البلاد، مع الأخذ بعين الاعتبار حاجة الاستخدام لهذا المصدر ( شرب، زراعة، تربية أسماك، صناعة،... )، ومنها: مؤشر جودة المياه الكولومبي ( BCWQI: British Columbia Water Quality Index )، الذي طُوّر في وزارة البيئة في كندا والذي يعتمد على تحديد نوعية المياه حسب هدف الاستخدام [5].

في عام ( 1995 )، قام مجموعة من الخبراء في وكالة البيئة في فلوريدا ( SAFE ) بتطوير مؤشر الجودة ( FWQI: Florida Water Quality Index )، والذي يحسب بالاعتماد على البارامترات التالية: ( TOC, COD, BOD<sub>5</sub>, DO, TSS, Turbidity, F.C, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> )، وتُقارن قيمة المؤشر بالميزان التالي: ( 5 → < 45 ) جيد، ( 45 → < 60 ) معتدل، ( 60 → < 90 ) فقير [6].

وفي عام ( 1996 )، تم تطوير مؤشر ( WEPWQI : Watershed Enhancement Program Water Quality Index )، ضمن برنامج تعزيز مسطحات المياه في مدينة دايتون في ولاية أوهايو الأمريكية، وقد عبر عنه بميزان تصنيف ( ممتاز - جيد - معتدل - فقير ) [7].

إن معظم تلك المؤشرات اعتمدت على مؤشر طور في الولايات المتحدة، بدعم من المؤسسة الوطنية للدراسات العلمية ( NSF: National Science Foundation Studies )، ووكالة حماية البيئة ( EPA: Environmental Protection Agency )، وسمي: ( NSFQI: National Sanitation Foundation Water Quality Index )، وقد تعاون عدد من الباحثين لتحديد البارامترات الأهم لتكون معياراً للقياس في المؤشر ( NSFQI )، واعتمدوا البارامترات التالية [8]:

- الفوسفور الكلي ( TP: Total phosphate, mg/l ) .
  - تغيرات درجة الحرارة ( TC: Temperature changes, C<sup>0</sup> ) .
  - الرقم الهيدروجيني ( PH ) .
  - تعداد العصيات الجرثومية الغائطية ( F.C: Fecal Coliform ) مقدره بـ ( عصية في 100 ml ) .
  - الأكسجين المنحل ( DO: Dissolved Oxygen, % ) .
  - الطلب الحيوي للأكسجين ( BOD<sub>5</sub>: Biochemical Oxygen Demand, mg/l ) .
  - النتراة ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mg/l )
  - العكارة ( Turb: Turbidity, NTU )
  - المواد الصلبة المعلقة الكلية ( TSS: Total Suspended Solid, mg/l ) .
- والذي عبر عنه بالموديل الرياضي التالي [8]:

$$NSFWQI = \sum_{i=1}^p W_i \cdot Q_i \quad (1)$$

حيث أن:

P: عدد البارامترات الداخلة في الحساب و عددها تسعة بارامترات.

Wi: وزن كل بارامتر بحسب أهميته وتأثيره على نوعية المياه ، وقد بينا تلك الأوزان في الجدول رقم ( 2 )  
اللاحق.

Qi: مؤشر فرعي خاص بالبارامتر المدروس تحدد قيمته من منحنيات التقييم الخاصة بكل مؤشر، تؤخذ من  
المراجع المختصة [10 ، 8].

الجدول ( 2 ) : أوزان البارامترات الداخلة في حساب مؤشر الجودة ( NSFQI ) [8]

عوامل تحديد نوعية المياه وأوزانها ( Water Quality Factors and Weights )	
العامل Factor	الوزن Weight
( DO ) الأكسجين المنحل	0.17
( F.C ) العصيات الغائطية	0.16
( PH ) الرقم الهيدروجيني	0.11
( BOD5 ) الطلب الحيوي للأكسجين	0.11
( TC ) تغيرات درجة الحرارة	0.10
( TP ) الفوسفور الكلي	0.10
( NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) النترات	0.10
( Turb ) العكارة	0.08
( TSS ) المواد الصلبة المعلقة الكلية	0.07

يتم التقييم بمقارنة قيم المؤشر مع المعايير النظامية للتصنيف والخاصة به وفق ما يبينه الجدول رقم ( 3 ) اللاحق.  
إضافة إلى ما ذكر أعلاه ارتأى عدد من الباحثين في العام ( 2010 ) ضرورة تطوير مؤشر جودة لتقييم نوعية  
المياه في المسطحات المائية، بحيث يكون بسيطاً وسهل التطبيق والفهم، فقاموا بإصدار ما أسموه مؤشر جودة المياه  
المعدل ( NEWWQI: New Water Quality Index )، والبارامترات الداخلة في حسابه هي : ( Turbidity -

EC - DO - TP - F.C )، أما معادلة حسابه التي تم التوصل من قبلهم إليها فكانت على النحو التالي : [9]

$$NEWWQI = \log \left[ \frac{(DO)^{1.5}}{(3.8)^{tp} * (turb)^{0.15} * (15)^{F.C/10000} + 0.14(EC)^{0.5}} \right] \quad (2)$$

حيث أن:

- Turb: العكارة مقدرة ب NTU .
- TP: الفوسفور الكلي مقدراً ب mg/l .
- F.C: عدد العصيات الجرثومية في 100 ml .
- EC: الناقلية الكهربائية مقدرة ب (µS/cm) .

DO - الأوكسجين المنحل ويؤخذ كنسبة مئوية وتحسب قيمته بالعلاقة : [12]

$$DO(\%) = \frac{DO \text{ (mg/l)}}{DO_{sat}} * 100$$

حيث أن:

DO - قيمة الأوكسجين المنحل الوسطية المقاسة ( كمعدل فصلي ) في كل نقطة اعتيان (mg/l).

$DO_{sat}$  - تركيز الإشباع للأوكسجين المنحل في المياه والموافق لدرجة الحرارة المقاسة (mg/l).

يتم التقييم بمقارنة قيم المؤشر مع المعايير النظامية للتصنيف والخاصة به وفق الجدول رقم ( 4 ) اللاحق.

الجدول رقم ( 3 ) : المعايير النظامية لتصنيف جودة المياه وفق مؤشر الجودة ( NSFQI ) [8]

Water Quality Index Legend		
الدرجة	الجودة ( Quality )	المجال ( Range )
A	ممتاز ( Excellent )	90 - 100
B	جيد ( Good )	70 - 90
C	متوسط ( Medium )	50 - 70
D	سيئ ( Bad )	25 - 50
E	سيئ جداً ( Very bad )	0 - 25

لقد أثبتت مقارنة مؤشر جودة المياه المعدل ( NEWWQI ) مع غيره من المؤشرات بأنه الأسهل والأبسط في التطبيق، فهو لا يحتاج لمنحنيات تقييم خاصة بكل بارامتر أو حساب مؤشرات ثانوية ، بل يحسب بخطوة واحدة فقط، وهو يعطي نتيجة مشابهة لنتائج غيره من المؤشرات ، مع أنه أقل من عدد البارامترات الداخلة في الحساب . كما أنه يسمح بتقييم نوعية المياه للاستخدام العام وهو يعطي أفضل النتائج ضمن الظروف الطبيعية ، إلا أنه لا يستخدم للدلالة على تلوث المياه الطبيعية بالمعادن أو السموم .

الجدول رقم ( 4 ) : المعايير النظامية لتصنيف جودة المياه وفق مؤشر الجودة المعدل ( NEWWQI ) [9]

الدرجة ( NEWWQI )	نوع الماء	الوصف
3	مثالي الجودة	DO بنسبة 100% ، لا يوجد TP - F.C ، العكارة أقل من 1 NTU ، الناقلية الكهربائية أقل من 5 $\mu\text{S/cm}$
3 → > 2	مقبول الجودة	يستخدم للشرب في الحد الأعلى وللإستجمام في الحد الأدنى
< 2 → 1	منخفض الجودة	الماء لا يستخدم للشرب والإستجمام، واحد أو اثنين من البارامترات يتراجع ويحتاج لمعالجة معينة
< 1 → 0	سيئ الجودة	يحتاج لمعالجة لتحسين نوعية الماء بالنسبة لكافة البارامترات



**3- منهجية إجراء البحث :****3-1- تحديد مواقع أخذ العينات:**

بسبب صغر مساحات بحيرات السدود المدروسة نسبياً وبسبب تراجع تلك المساحات ومنسوب المياه فيها في أواخر فصل الصيف فقد تم قطف العينات من نقطتين واقعتين على امتداد جسم السد لكون المأخذ المائي على هكذا سدود صغيرة يقام عادة بالقرب من جسم السد وذلك شهرياً وعلى مدى دورة هيدرولوجية كاملة امتدت من حزيران 2015 حتى أيار 2016 .

**3-2- جمع العينات:**

جُمعت عينات التحليل الكيميائي في عبوات بلاستيكية نظيفة ومغسولة ومعدة لهذه الغاية، أما عينات التحليل الجرثومي، فجمعت في عبوات زجاجية نظيفة ومغسولة بالماء المقطر، ومعقمة بالحرارة في فرن درجة حرارته ( 160 C° ) لمدة ساعتين ونصف، وقد أخذت العينات على عمق ( 15-20 cm ) تحت سطح الماء، حيث تم اتباع كافة الارشادات اللازمة والضرورية للقيام بالاعتيان [11] وهي:

- 1- غسل عبوة العينة ثلاث مرات بماء العينة قبل ملئها بها.
- 2- الحفاظ على أجهزة الاعتيان نظيفة من الملوثات وذلك بغسلها وتغطيتها لمنع وصول الغبار إليها.
- 3- عدم ملء العبوات حتى أعلاها، من أجل ترك مجال صغير يسمح بمزج مياه العينة أثناء تحليلها.
- 4- حفظ العينات الميكروبيولوجية وعينات الـ ( BOD<sub>5</sub> ) قدر المستطاع بعد أخذها مباشرة، في مكان مظلم وبدرجة حرارة أقل من ( 4 C° ) ريثما يتم إيصالها إلى المختبر.

**3-3- القياسات المخبرية:**

تم إجراء مجموعة من القياسات المخبرية على العينات المقطوفة من نقاط الاعتيان ، وقد شملت تحديد قيم كافة البارامترات اللازمة لتقييم جودة المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة باستخدام مؤشرين أساسيين تم التعرض لهما بالشرح والتفصيل أعلاه وهما : ( NSFQI ) و ( NEWQI ) ، وقد تضمنت تلك الاختبارات تحديد قيم البارامترات التالية : [ 8 ، 9 ]

أ- بارامترات تم تحديدها حقلياً وقد شملت :

- درجة الحرارة ( Temperature , T , C° ) .
- الأكسجين المنحل ( Dissolved Oxygen, DO , mg/l ) .
- الناقلية الكهربائية ( Electrical Conductivity, EC , µs/cm ) .
- الرقم الهيدروجيني ( pH – Value ) .
- ب- بارامترات تم تحديدها في المختبر وقد شملت :
- الطلب الحيوي للأكسجين ( BOD<sub>5</sub>: Biochemical Oxygen Demand , mg/l ) .
- تعداد عصيات الكوليفورم البرازية .
- المواد الصلبة المعلقة الكلية ( TSS: Total Suspended Solid , mg/l ) .

- العكارة ( Turbidity , mg/l ) .

- النترات (  $\text{NO}_3^-$  , mg/l ) .

- الفوسفات الكلي ( TP , mg/l ) .

من الجدير بالذكر أن بعض التحاليل أجري في مختبر الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين، وبعضها الآخر تم إجراؤه في مختبرات مديرية الموارد المائية في اللاذقية. تبعاً للظروف التي تسمح باستخدام المختبرين وتبعاً للأوقات الملائمة لقطف العينات، فقد كان التحليل المخبري يُنجز مباشرة فور الانتهاء من قطف العينات، وذلك للحفاظ على التركيب الكيميائي للعينات، والحصول على قيم دقيقة تعطي أدق صورة ممكنة عن الوضع الحالي للتركيب الكيميائي والفيزيائي والجرثومي لمياه بحيرات السدود الثلاثة المدروسة . بسبب التقارب في قيم البارامترات المقاسة في العينات المقطوفة من نقطتي الاعتيان في كل بحيرة فقد تم أخذ القيمة الوسطية للقيمتين المقاستين لكل بارامتر، ومن جهة أخرى ونظراً لعدم التباين الفصلي المحسوس في القيم المخبرية المقاسة للبارامترات المختلفة فقد تم اعتماد القيم الفصلية الوسطية لتلك البارامترات عند تحديد مستويات جودة المياه في بحيرات السدود الثلاثة باستخدام مؤشرات الجودة الوارد أعلاه ، وقد عرضنا تلك القيم الفصلية الوسطية للبارامترات المقاسة بيانياً على المخططات ذوات الأرقام ( 2 ..... 11 ) .

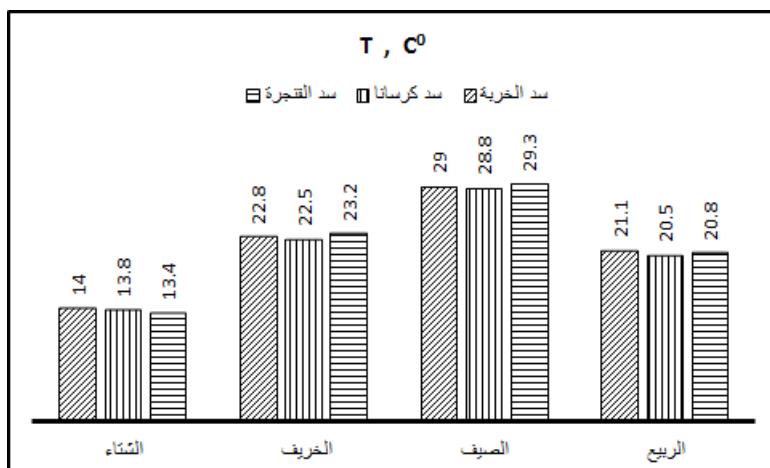
### النتائج والمناقشة:

3-4- مناقشة نتائج القياسات المخبرية والحقلية:

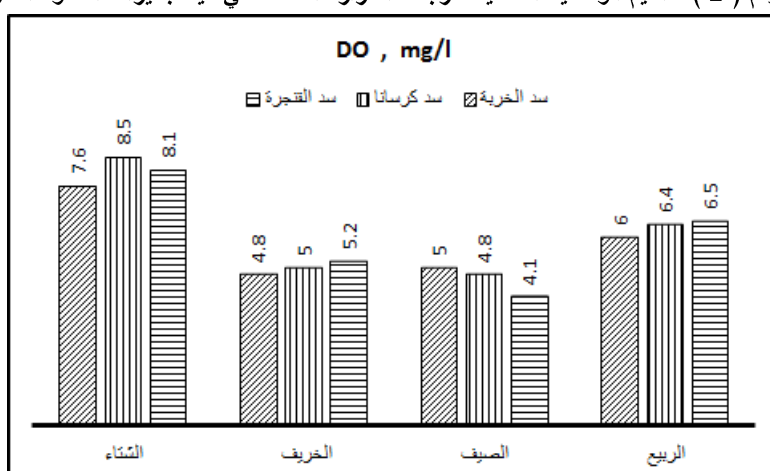
1-3-4- درجة حرارة المياه المقاسة (  $T$  ,  $C^\circ$  ) :

الحرارة هي متغير هام بالنسبة لنوعية المياه لأنه يسيطر على حياة الكائنات المائية ، ويؤثر في مستوى التفاعلات الكيميائية والبيولوجية، حيث أن ارتفاع درجة حرارة الماء يخفض من تركيز الأوكسجين المنحل في المصدر المائي [10]. إنَّ التغيرات الموسمية في درجة حرارة الماء، مرتبطة بالشروط المناخية الخارجية ( درجة حرارة الجو - أشعة الشمس) لذلك نراها أكثر ارتفاعاً في فصل الصيف.

بمراجعة الشكل رقم ( 2 ) أسفلاً نجد أن تغيرات قيم درجات الحرارة المسجلة خلال فترة الدراسة متشابهة في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة وقد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب (  $5 - 25 C^\circ$  ) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم ( 45 ) [13] في فصل الصيف لتسجل أعلى قيمة لها بحدود (  $29 C^\circ$  ) في حين أنها انخفضت شتاء لتصل إلى الدرجة (  $13 C^\circ$  ) تقريباً.



الشكل رقم ( 2 ) : القيم الوسطية الفصلية لدرجات الحرارة المقاسة في مياه بحيرات السدود المدروسة



الشكل رقم ( 3 ) : القيم الوسطية الفصلية لتراكيز الأكسجين المنحل في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 4-3-2- الأكسجين المنحل ( DO , mg/l ) :

يشكل وجود الأكسجين المنحل في الماء عاملاً أساسياً في استمرار الحياة ضمن الوسط المائي، إضافةً لدوره الهام في عملية التنقية الذاتية.

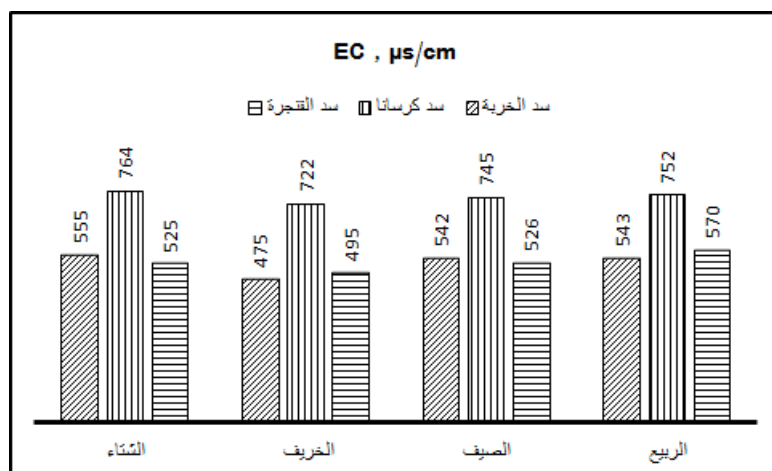
بمراجعة الشكل رقم ( 3 ) أعلاه ، والذي يمثل نتائج قياس الأكسجين المنحل في بحيرات السدود المدروسة خلال فصول سنة الدراسة نجد أن أعلى القيم قد سجلت في فصل الشتاء ( حوالي 8 مغ / ل ) ، وهذا أمر منطقي حيث يكون نشاط البكتيريا المفككة للفضلات العضوية والمستهلكة للأكسجين في حدوده الدنيا عند درجات الحرارة المنخفضة شتاءً، في حين نلاحظ بدء انخفاض تركيز الأكسجين المنحل في مياه البحيرات الثلاث المدروسة في فصل الربيع ليصل قيمه الدنيا في فصل الصيف مع ازدياد نشاط البكتيريا المستهلكة للأكسجين بفعل ارتفاع درجة حرارة المياه ، وقد كانت أخفض قيمة تم تسجيلها خلال فترة الدراسة هي في بحيرة سد القنجرة وكانت مساوية ( 4.1 mg/l ) ، مع العلم أن الحد المسموح به لتركيز الأكسجين المنحل في مياه الشرب ( 5 mg/l ) ، حسب

المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13].

#### 4-3-3- الناقلية الكهربائية ( E.C , $\mu\text{s/cm}$ ) :

تشير الناقلية الكهربائية إلى قابلية الماء لنقل التيار الكهربائي وتقاس بالـ ( $\mu\text{s/cm}$ )، وتعد الناقلية الكهربائية مؤشراً على كمية الأملاح المنحلة الموجودة في المياه كشوارد موجبة وسالبة [14]. تتغير الناقلية الكهربائية بسبب التفاعلات الكيميائية والفيزيائية التي تحصل في الماء، كما تتأثر بتغيرات درجات الحرارة ودرجة الحموضة (PH).

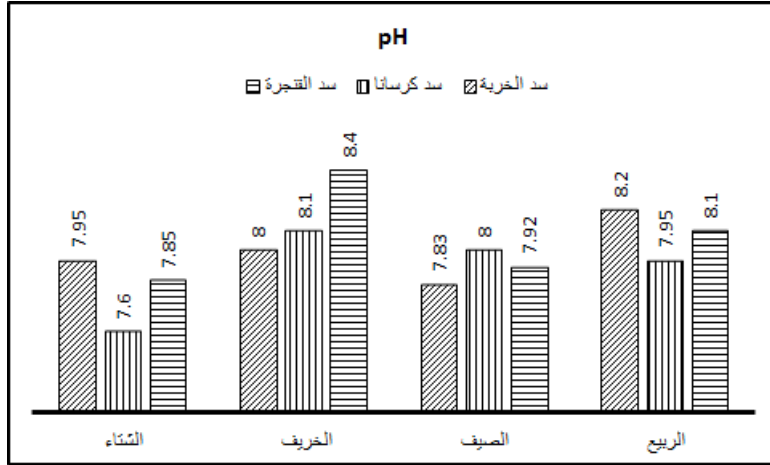
لقد تم تمثيل نتائج القياسات العائدة للناقلية الكهربائية بيانياً كما يظهر الشكل رقم (4) أدناه، ومنه نلاحظ أن قيم الناقلية الكهربائية سجلت أعلى قيم لها في مياه بحيرة سد كرسانا، في حين أنها كانت أخفض في كل من بحيرتي سدي القنطرة وخربة الجوزية، ولكنها لم تتجاوز في كل الحالات الحدود المسموحة في المواصفة السورية لمياه الشرب ( $\mu\text{s/cm}$ ) (1000) [13].



الشكل رقم (4) : القيم الوسطية الفصلية للناقلية الكهربائية (E.C) في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 4-3-4- الرقم الهيدروجيني (pH) :

يعبر الرقم الهيدروجيني عن تركيز شوارد الهيدروجين في الماء فعند القيمة ( $\text{PH} = 7$ ) يكون الماء معتدلاً، أما عند القيمة ( $\text{PH} < 7$ ) فيكون حامضياً، في حين يصبح قلويّاً عندما ( $\text{PH} > 7$ ). بالنظر إلى الشكل رقم (5) اللاحق نجد أن قيم الرقم الهيدروجيني متقاربة في مياه بحيرات السدود الثلاثة المدروسة وعلى امتداد فصول السنة وجميعها أكبر من (7)، وبالتالي نجد أن مياه تلك البحيرات رجحت عليها صفة القلوية، مع العلم أن قلوية المياه بشكل عام لا تشكل خطراً على الصحة العامة، بل تنحصر مشاكلها في الطعم القلوي غير المستساغ، والصعوبة في الحصول على الرغوة وتكوّن الرواسب على الملابس عند استخدامها كمياه للغسيل.



الشكل رقم ( 5 ) : القيم الوسطية الفصلية للرقم الهيدروجيني ( pH ) في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 4-3-5- الطلب الحيوي للأكسجين ( $BOD_5$ , mg/l):

يعدّ الطلب الحيوي للأكسجين من أكثر المؤشرات أهمية وشيوعاً لتحديد درجة تلوث المياه بالمواد العضوية، حيث يزداد بازدياد تراكيزها والعكس صحيح.

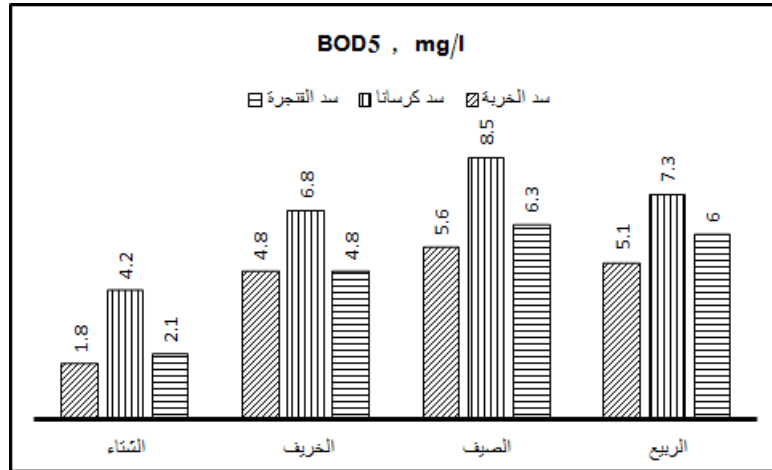
ويعرّف بأنه كمية الأكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية في عينة الماء المدروسة، بفعل البكتريا الهوائية خلال فترة زمنية محددة وبدرجة حرارة ( 20 ) درجة مئوية ويقدر بـ ( $mg/l$ ) [12].

نلاحظ من الشكل رقم ( 6 ) الوارد لاحقاً أن قيم تراكيز الـ ( $BOD_5$ ) خلال سنة الدراسة كانت أعظمية في فصل الصيف في مياه بحيرات السدود الثلاثة المدروسة ، حيث تجاوزت الحد المسموح به في مياه الشرب ( $2 mg/l$ )، حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13] ، ويمكن أن يعزى ذلك إلى تسرب مياه الصرف الصحي من شبكات الصرف الصحي أو من الحفر الفنية المتواجدة في التجمعات السكانية القريبة من البحيرات المدروسة، إضافة إلى إمكانية وصول الفضلات العضوية إلى تلك البحيرات نتيجة الأنشطة السياحية والترفيهية التي تزدهر صيفاً . أما القيم الدنيا لتراكيز الـ ( $BOD_5$ ) فتمت ملاحظتها شتاءً ، وهذا ما يمكن أن يعزى للهطولات المطرية الغزيرة التي تشهدها منطقة الدراسة عادة ، الأمر الذي يترافق بقلّة نشاط البكتيريا المفككة للمواد العضوية والمستهلكة للأكسجين المنحل .

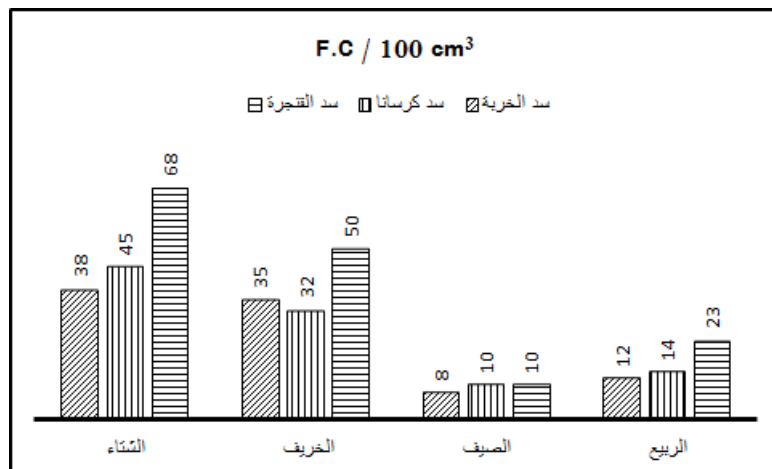
#### 4-3-6- التحاليل الجرثومية (Fecal Coliform , FC):

يعتبر التحليل الجرثومي من الأمور الهامة الواجب دراستها عند تقييم مدى صلاحية مياه أي مصدر مائي للأغراض المختلفة ، وقد بينا على الشكل رقم ( 7 ) لاحقاً نتائج التحليل الجرثومي للعينات المأخوذة من بحيرات السدود الثلاثة المدروسة ، ولدى قراءة الشكل المذكور نجد أن التلوث الجرثومي بالعصيات البرازية بلغ قيمه العظمى في فصل الشتاء في البحيرات الثلاث ولا سيما في بحيرة سد القنطرة حيث وصل إلى ( 68 عضية في الـ  $100 m$  ) ، ويعزى ذلك لوصول الفضلات التي تجرفها مياه الأمطار وللتسربات التي يمكن أن تصل إلى بحيرات السدود المدروسة من الحفر الفنية المجاورة لتلك البحيرات ، في حين أن القيم الصغرى للتلوث الجرثومي قد سُجلت في البحيرات الثلاث في فصل الصيف وذلك نتيجةً للعوامل المجهدّة للجراثيم كالأشعة الشمسية ودرجة الحرارة المرتفعة.

أخيراً نشير إلى أن القيم المسجلة للتلوث الجرثومي في مياه بحيرات السدود المدروسة وفي كل فصول سنة الدراسة قد تجاوزت الحد المسموح به في مياه الشرب ( 0 عضية في / 100 m ) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13]، و هذا يعني أن مياه تلك البحيرات غير صالحة للشرب من وجهة نظر التلوث الجرثومي



الشكل رقم ( 6 ) : القيم الوسطية الفصلية لمؤشر التلوث العضوي ( BOD5 ) في مياه بحيرات السدود المدروسة

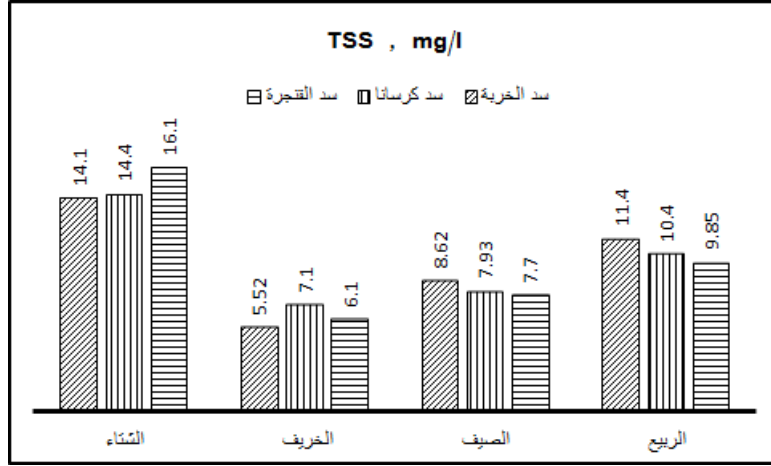


الشكل رقم ( 7 ) : القيم الوسطية الفصلية لمؤشر التلوث الجرثومي ( F.C ) في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 4-3-7- تركيز المواد الصلبة المعلقة الكلية ( TSS , mg/ ) :

يعبر تركيز المواد العالقة الكلية في المياه عن أحمال الملوثات والشوائب العالقة في تلك المياه ، لذلك قمنا بتحديد تراكيز تلك المواد في العينات المقطوفة من بحيرات السدود الثلاثة المدروسة ، وتم تمثيل نتائج القياسات المخبرية هذه بيانياً على الشكل رقم ( 8 ) أدناه ، الذي يبين أن التراكيز العظمى للمواد العالقة في مياه البحيرات الثلاث

المدروسة كانت في فصل الشتاء ، وهذا ما يعزى إلى الهطولات المطرية الغزيرة في فصل الشتاء والتي تجرف معها كميات كبيرة من الأتربة والرمال وتوصلها إلى مياه تلك البحيرات . إلى جانب ما ذكر أعلاه نود الإشارة إلى أن تراكيز المواد الصلبة العالقة في مياه بحيرات السدود المدروسة قد تجاوزت الحد المسموح لها ( 5 مغ / ل حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13] ) على مدار الفصول الأربعة لسنة الدراسة .



الشكل رقم ( 8 ) : القيم الوسطية الفصلية لتركيز المواد الصلبة العالقة الكلية ( T.S.S ) في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 4-3-8- العكارة (Turbidity):

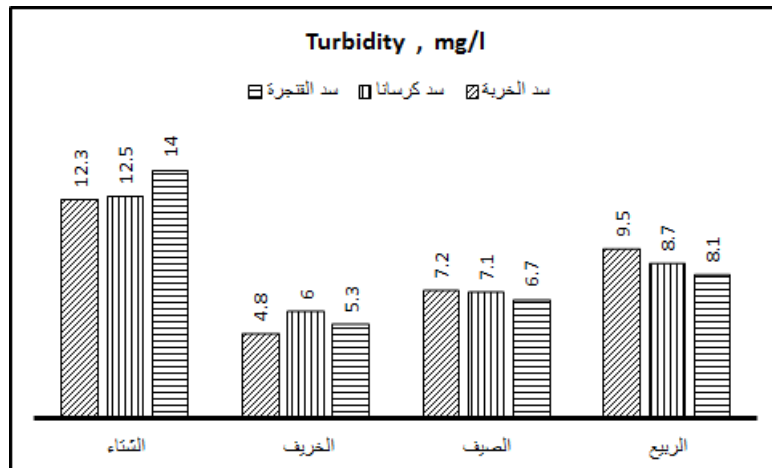
تتجم عكارة المياه الطبيعية بشكل عام عن احتوائها على الذرات العالقة ، والتي يقاس تركيزها بوحدة القياس التي يرمز لها بـ ( Nephelometric Turbidity Units / NTU ) ، كما يعتبر تلون المياه شكل من أشكال عكارتها .

بعد قياس قيمة عكارة المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة تم تمثيل النتائج بيانياً كما يظهر الشكل رقم ( 9 ) اللاحق، ومنه نلاحظ أن القيمة الأكبر للعكارة في مياه البحيرات الثلاث المدروسة كانت في فصل الشتاء ، وهذا ما يعزى إلى الهطولات المطرية الغزيرة في فصل الشتاء والتي تجرف معها كميات كبيرة من الأتربة والرمال وتوصلها إلى مياه تلك البحيرات . كما يوضح الشكل أن عكارة المياه في بحيرات السدود المدروسة قد تجاوزت الحد المسموح لها ( 5 مغ/ل حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13] ) وعلى مدار الفصول الأربعة لسنة الدراسة.

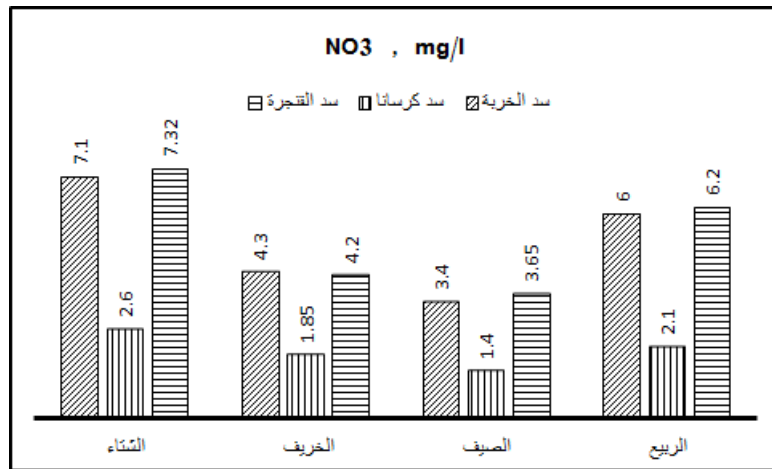
#### 4-3-9- تركيز شوارد النترات ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> , mg/l ) :

يمثل الشكل رقم ( 10 ) اللاحق تمثيلاً بيانياً لنتائج القياسات المخبرية لتركيز شوارد النترات في العينات المقطوفة من بحيرات السدود الثلاثة المدروسة ، حيث نلاحظ بعد قراءته أن القيم العظمى لتركيز شوارد النترات في البحيرات الثلاث كانت في صل الشتاء نتيجةً لتسربات مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية المقامة في مناطق

قريبة من تلك البحيرات، غير أن تراكيز شوارد النترات في البحيرات الثلاث وعلى مدار الفصول الأربعة لسنة الدراسة لم تتجاوز الحد المسموح به في مياه الشرب (45 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13].



الشكل رقم (9) : القيم الوسطية الفصلية لعمارة المياه (Turbidity) في مياه بحيرات السدود المدروسة

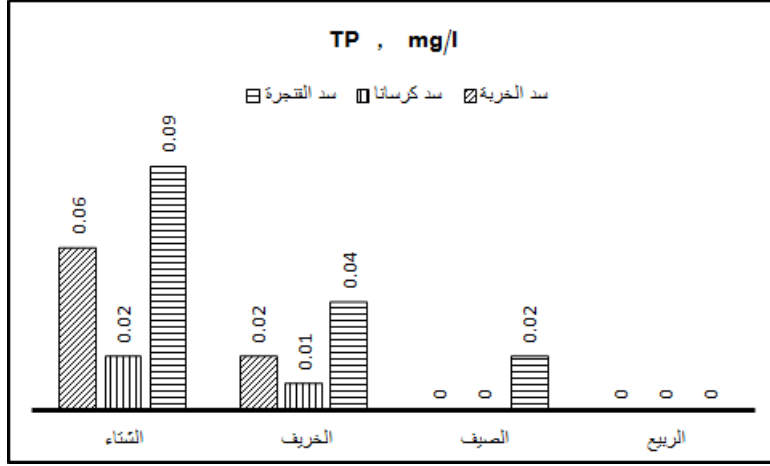


الشكل رقم (10) : القيم الوسطية الفصلية لتركيز شوارد النترات ( $\text{NO}_3^-$ ) في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 4-3-10) تركيز شوارد الفوسفات (TP , mg/l) :

عند الاطلاع على الشكل رقم (11) الوارد لاحقاً نجد أنّ تراكيز الفوسفات في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة وعلى مدار الفصول الأربعة لسنة الدراسة لم تتجاوز الحدود المسموحة لها في مياه الشرب (0.5 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم (45) [13] ، مع العلم أن الزيادة في تركيز الفوسفات قد يؤدي إلى نمو كبير للطحالب والنباتات المائية، مما يهبط المصدر المائي لحالة التشبع الغذائي، وبالتالي خنق المصدر المائي واستهلاك الأكسجين المنحل فيه [15].





الشكل رقم ( 11 ) : القيم الوسطية الفصلية لتركيز الفوسفات الكلي ( TP ) في مياه بحيرات السدود المدروسة

#### 5- تحديد مستويات الجودة لمياه بحيرات السدود المدروسة:

بغية تقييم نوعية المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة تم تحديد مستويات أو درجات الجودة لتلك المياه باستخدام بعض مؤشرات الجودة التي تم التطرق إليها ( وبالتحديد **NSFWQI** و **NEWWQI** ) اعتماداً على نتائج القياسات المخبرية التي قمنا بها ( انظر الجدول رقم 5 ) ومعرفة المصادر المؤثرة على تغير تلك المستويات، من أجل عملية الضبط والتحكم الشامل بها على المدى البعيد، وتحقيق درجات الجودة المقبولة بيئياً.

#### 5-1- تحديد مستويات الجودة لمياه بحيرات السدود المدروسة باستخدام المؤشر **NSFWQI** :

لتحديد مستويات جودة المياه في بحيرات السدود المدروسة باستخدام المؤشر **NSFWQI** قمنا بتحديد قيم ذلك المؤشر بدلالة القيم الحرجة للبارامترات الداخلة في حسابه مأخوذةً بالارتفاع أو بالانخفاض ، والتي حُسبت بدالاتها قيم المؤشرات الفرعية (  $Q_i$  ) لتلك البارامترات [ 8 ، 10 ] ، وقد أوردنا جميع تلك القيم في الجدول رقم ( 6 ) لاحقاً.

بالعودة إلى العلاقة رقم ( 1 ) وباستخدام معطيات الجدول رقم ( 2 ) الذي يبين أوزان البارامترات الداخلة في حساب مؤشر الجودة ( **NSFWQI** ) وبعد الاستعانة بمعطيات الجدول رقم ( 6 ) الذي يوضح قيم المؤشرات الفرعية (  $Q_i$  ) لتلك البارامترات تم حساب قيمة مؤشر الجودة ( **NSFWQI** ) لمياه بحيرات السدود الثلاثة المدروسة وذلك على النحو التالي :

أ- قيمة مؤشر الجودة ( **NSFWQI** ) بالنسبة لمياه بحيرة سد القنطرة :

$$NSFWQI = 9 * 0.1 + 70 * 0.11 + 68 * 0.08 + 50 * 0.17 + 52 * 0.11 + 68 * 0.1 + 93 * 0.1 + 83 * 0.07 + 51 * 0.16 = 58.33$$

ب- قيمة مؤشر الجودة ( **NSFWQI** ) بالنسبة لمياه بحيرة سد كرسانا :

$$NSFWQI = 10 * 0.1 + 81 * 0.11 + 70 * 0.08 + 60 * 0.17 + 41 * 0.11 + 90 * 0.1 + 98 * 0.1 + 82 * 0.07 + 55 * 0.16 = 63.01$$

ج- قيمة مؤشر الجودة ( **NSFWQI** ) بالنسبة لمياه بحيرة سد خربة الجوزية :

$$\text{NSFWQI} = 9.5 * 0.1 + 82 * 0.11 + 71 * 0.08 + 52 * 0.17 + 54 * 0.11 + 70 * 0.1 + 95 * 0.1 + 82 * 0.07 + 60 * 0.16 = 62.27$$

**النتيجة:** انطلاقاً من القيم المحسوبة لمؤشر الجودة (NSFWQI) وبالعودة إلى الجدول رقم (3) نجد أن جودة المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة تتفق مع الدرجة (C) وقيمتها تقع في المجال (50 - 70) وبالتالي فهي متوسطة الجودة.

الجدول رقم (6): القيم الحرجة لمؤشرات التلوث المأخوذة بعين الاعتبار عند حساب قيم مؤشر الجودة NSFQI لمياه بحيرات السدود الثلاثة المدروسة

F.C	TSS	TP	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	BOD <sub>5</sub>	DO %	DO sat	DO	العكارة Turb.	pH	درجة الحرارة	اسم البحيرة	
	mg/l				%	mg/l			--	C°		
68	16.1	0.09	7.32	6.30	55	7.4	4.1	14.0	8.40	29.3	قيمة مؤشر التلوث	بحيرة سد القنطرة
51	83	93	68	52	50	--	--	68	70	9.0	قيمة المؤشر الفرعي Qi	
45	14.4	0.02	2.60	8.50	62	7.8	4.8	12.5	8.10	28.8	قيمة مؤشر التلوث	بحيرة سد كرسانا
55	82	98	90	41	60	--	--	70	81	10	قيمة المؤشر الفرعي Qi	
38	14.1	0.06	7.10	5.60	56	8.6	4.8	12.3	8.20	29.0	قيمة مؤشر التلوث	بحيرة سد خربة الجوزية
60	82	95	70	54	52	--	--	71	82	9.5	قيمة المؤشر الفرعي Qi	

**5-2) - تحديد مستويات الجودة لمياه بحيرات السدود المدروسة باستخدام المؤشر NEWWQI :**

تم تحديد مستويات جودة المياه في بحيرات السدود المدروسة باستخدام المؤشر NEWWQI بدلالة القيم الحرجة للبارامترات الداخلة في حسابه مأخوذةً بالارتفاع أو بالانخفاض ، والمتمثلة بما يلي :

أ- الفوسفور الكلي ( TP: Total phosphate, mg/l ) .

ب- تعداد العصيات الجرثومية الغائبية ( F.C: Fecal Coliform ) مقدره بـ ( عصبية واحدة في كل 100 ml ) .

ج- الأوكسجين المنحل ( DO: Dissolved Oxygen, % )

د- العكارة ( Turb: Turbidity, NTU )

هـ- الناقلية الكهربائية ( EC: Electrical Conductivity, µs/cm )

والواردة قيمها في الجدول رقم ( 7 ) أدناه .

الجدول رقم (7): القيم الحرجة لمؤشرات التلوث الداخلة في حساب مؤشر الجودة NEWWQI

مؤشر التلوث					اسم البحيرة
E.C	Turb.	DO	F.C	TP	
µs/cm	NTU	%	عصبية في 100 سم <sup>3</sup>	mg/l	

570	14.0	55	68	0.09	سد القنجرة
764	12.5	62	45	0.02	سد كرسانا
555	12.3	56	38	0.06	سد خربة الجوزية

بالعودة إلى العلاقة رقم ( 2 ) وبعد الاستعانة بمعطيات الجدول رقم ( 7 ) الذي يوضح القيم الحرجة لمؤشرات التلوث الداخلة في حساب قيمة مؤشر الجودة NEWWQI لمياه بحيرات السدود الثلاثة المدروسة وذلك على النحو التالي :

(أ) - قيمة مؤشر الجودة (NEWWQI) بالنسبة لمياه بحيرة سد القنجرة :

$$NEWWQI = ( 55 )^{1.5} / [ ( 3.8 )^{0.09} \cdot ( 14.0 )^{0.15} \cdot ( 15 )^{68/10000} + 0.14 ( 570 )^{0.5} ] = 1.90$$

(ب) - قيمة مؤشر الجودة (NEWWQI) بالنسبة لمياه بحيرة سد كرسانا :

$$NEWWQI = ( 62 )^{1.5} / [ ( 3.8 )^{0.02} \cdot ( 12.5 )^{0.15} \cdot ( 15 )^{45/10000} + 0.14 ( 764 )^{0.5} ] = 1.96$$

(ج) - قيمة مؤشر الجودة (NEWWQI) بالنسبة لمياه بحيرة سد خربة الجوزية :

$$NEWWQI = ( 56 )^{1.5} / [ ( 3.8 )^{0.06} \cdot ( 12.3 )^{0.15} \cdot ( 15 )^{38/10000} + 0.14 ( 555 )^{0.5} ] = 1.93$$

**النتيجة :** انطلاقاً من القيم المحسوبة لمؤشر الجودة (NEWWQI) بالعودة إلى الجدول رقم ( 4 ) نجد أن

جودة المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة تقع في المجال  $1 \rightarrow 2 <$  وبالتالي فهي منخفضة الجودة .

بالنظر إلى قيم مؤشرات الجودة التي تم استخدامها ( NSFQI ) و ( NEWWQI ) لتقييم جودة المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة نجد أنها متوسطة أو منخفضة الجودة وفي كلتا الحالتين تكون المياه غير صالحة للشرب ولا بد من إخضاعها لعمليات المعالجة التي تؤدي إلى تخفيض قيم العديد من مؤشرات التلوث ولا سيما مؤشري التلوث العضوي ( BOD<sub>5</sub> ) والتلوث الجرثومي ( F.C ) نظراً لتأثيرهما السلبي المباشر على صحة الإنسان .

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

بمراجعة نتائج القياسات المخبرية التي تم إجراؤها وبقراءة قيم مؤشرات الجودة المستخدمة تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

1- تظهر نتائج القياسات المخبرية تجاوز العديد من مؤشرات التلوث في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة القيم الحدية المسموح بها في مياه الشرب وفقاً للمواصفة القياسية السورية رقم ( 45 )، وبالخصوص المؤشرات : BOD<sub>5</sub> , F.C , TSS .

2- لدى تحديد جودة المياه في البحيرات الثلاث المدروسة باستخدام مؤشري الجودة ( NSFQI ) و ( NEWWQI ) تبين أنها متوسطة أو منخفضة الجودة وفي كلتا الحالتين تكون المياه غير صالحة للشرب ولا بد من إخضاعها لعمليات المعالجة التي تؤدي إلى تخفيض قيم العديد من مؤشرات التلوث ولا سيما مؤشري التلوث العضوي ( BOD<sub>5</sub> ) والتلوث الجرثومي ( F.C ) نظراً لتأثيرهما السلبي المباشر على صحة الإنسان.

3- إن التلوث الحاصل في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة في معظمه ناتج عن تسريبات مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية للتجمعات السكنية القريبة من تلك البحيرات، بالإضافة للمخلفات الصلبة والسائلة الناجمة عن النشاطات البشرية والحيوانية، فضلاً عن المخلفات الزراعية التي تحملها مياه الأمطار أثناء الجريان السطحي (كالأسمدة والمبيدات الحشرية).

#### التوصيات:

انطلاقاً من الاستنتاجات المعروضة أعلاه يمكن صياغة التوصيات المستنبطة من البحث على النحو التالي:  
أ- العمل على حماية بحيرات السدود المدروسة من وصول مياه الصرف الصحي إليها وذلك بإقامة منظومات متكاملة للصرف الصحي في التجمعات السكنية القريبة منها مع دراسة إمكانية الاستفادة من المنشآت القائمة في المناطق القريبة منها .

ب- ترشيد استخدام الأسمدة الزراعية الحاوية على الأزوت و الفوسفور، لأنَّ القسم الزائد عن حاجة النبات يستقر في التربة، ليعود وينحل في مياه الأمطار التي تحمل كل ما تلقته في طريقها عبر عمليات الجريان السطحي إلى مياه بحيرات السدود المدروسة وتقوم بتلويثها.

ج- العمل على حماية مجاري السيول والأنهار من انجراف التربة، خاصةً في المناطق المجاورة لبحيرات السدود المدروسة، وبالتالي الإقلال من وصول الملوثات إليها عبر عمليات الجريان السطحي بفعل مياه الأمطار وما تحمله من التربة الزراعية المليئة بالأسمدة الملوثة.

د- ضرورة قيام المؤسسات الحكومية بتحليل دورية لعينات المياه المأخوذة من بحيرات السدود المدروسة ، وذلك للوقوف على التغيرات التي يمكن أن تطرأ على خصائص المياه في تلك البحيرات والتنبؤ بالمخاطر التي يمكن أن تتعرض لها.

#### References:

- [1]. GAFAR, R. Application of the Water Quality Index (NSFWQI) on the Al-Sain Lake. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016, 44-63.
- [2]. AWAD, A. ; JNAD, H. ; MAJBOUR, A. Assessment of Water Quality Index of Ballouran Lake for Drinking Purposes. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012, 167-183.
- [3]. GALIA, S. Study of Some Indicators of Water Quality in Lattakia Dams. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (0) 2013, 129-149.
- [4]. Archive of Water Resources Directorate - Lattakia Branch.
- [5]. ZANDBERGEN, P. A; HALL, K. J. Analysis of the British Columbia water quality index for watershed managers: A case study of two small watershed. Water Quality Research Journal of Canada . Vol. 33 , Issue 4 , November 1998 , 119-137.
- [6]. SAFE.1995.Strategic assessment of Florida's environment, Florida Stream Water Quality Index, statewide summary, 2014, 10 MAY, available at: <Http://www.pepps.fsu.edu/safe/environ/swq1.html>.
- [7]. Lower Great Miami watershed enhancement program (WEP), Miami valley river index, 1996 . Available at : <http://www.mvrpc.org/wq/wep.htm>

- [8]. BRIAN ORAM, PG, B.F. Environmental Consultants Inc. the Water Quality Index, Monitoring the Quality of Surface water, 2014, 15 June. available at: <http://www.water-research.net/waterqualindex/waterqualindex.htm>
- [9]. SAID, A; STEVENS, D. K; SEHLKE, G. Environmental Assessment, An Innovative index for Evaluating Water Quality In Streams. Environmental Management. Vol.34, No.3, October 2004, 406 – 414 .
- [10]. Mr. Brian Oram, PG, B.F. Environmental Consultants Inc. Water Research Center, Stream Water Quality Importance of temperature , 2014.
- [11]. EPA Guidelines . Regulatory monitoring and testing, Water and wastewater sampling, June 2007.
- [12]. HACH, C, C; KLEIN, L, R. Introduction to Biochemical Oxygen Demand, Technical Information Series- Booklet NO.7, 2013.
- [13]. Syrian Standard No. 45 for Drinking Water, Syrian Arab Standards and Metrology Organization. 1995 .
- [14]. Standard Method For The Examination of Water and Waste Water, Part 1000, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 1999.
- [15]. Quality Criteria for Water, U.S. Environmental Protection Agency, EPA 440/50-86-001, 1986.