مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

دراسة جودة مياه بحيرة سد 16 تشرين

الدكتور هيثم جناد*
الدكتورة كوكب حربا**
رنيم مناع***

(تاريخ الإيداع 25 / 7 / 2013. قُبِل للنشر في 21/ 11 / 2013)

∇ ملخّص ∇

يهدف البحث إلى تحديد مؤشر جودة المياه لبحيرة سد 16 تشرين,و للوصول لهدف البحث تم إجراء تحاليل فيزيائية –كيميائية–جرثومية دورية لمياه البحيرة. تم أخذ العينات من خمسة مواقع على طول البحيرة لمدة سنة كاملة . تم قياس البراميترات التالية :(درجة الحرارة ,PH, الناقلية الكهربائية ,DO, العكارة, BOD_5, النترات , النتريت, الأمونيوم , الفوسفات , عدد العصيات). تم تمثيل النتائج بيانياً ومقارنتها مع القيم المسموحة لمياه الشرب وفق المواصفات القياسية السورية. كما تم تصنيف البحيرة وفق مؤشرات جودة المياه العالمية : المؤشر الماليزي , مؤشر جودة المياه العالمي NSFWQI,المؤشر المعدلNEWWQI .

تم تصنيف مياه البحيرة من الدرجة الثالثة في جميع المواقع وفق المؤشر الماليزي , ومن الدرجة الثانية عند وسط البحيرة ومن الدرجة الثالثة في باقي المواقع وفقاً للمؤشر (NSFWQI) .تم تصنيفها من الدرجة الثانية في جميع المواقع وفقاً للمؤشر (NEWWQI).بناءً على نتائج المؤشرات تبين أن المياه لا يمكن استخدامها للشرب وتحتاج إلى معالجة . تم تحديد درجة إخصاب مياه البحيرة فوجد أنها مخصبة بالنسبة ل TN و TP عند وسط البحيرة , وشديدة الإخصاب بالنسبة ل TN,TP في باقي المواقع.

الكلمات المفتاحية : مؤشر جودة المياه , الإخصاب, NSFWQI, NEWWQI

* مدرس متفرغ – قسم الهندسة البيئية–كلية الهندسة المدنية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.
** مدرسة متمرنة– قسم الهندسة البيئية–كلية الهندسة المدنية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.
*** طالبة ماجستير– قسم الهندسة البيئية–كلية الهندسة المدنية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

Studying Water Quality of 16-October Dam Lake

Dr. Haytham Jnad[*]
Dr.Kokab Harba[**]
Ranim Mannaa[***]

(Received 25 / 7 / 2013. Accepted 21 / 11 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

The research aims to determine the water Quality Index for the Lake of 16 Tishreen Dam. To achieve this aim, we have carried out different periodical physic-chemical and bacterial measurements on the lake water. The samples were taken at five sites along the lake for a period of one complete year. The indicators that have been measured are: Temperature, Turbidity, PH, EC, DO, BOD_5, NO_3, NO_2, NH_4 ,PO_4, F.C. Measurement results were represented diagrammatically, and compared with the Syrian Specification Standards for portable Water. The lake was classed according to these Indices: Malays quality index, Canadian Indices (NSFWQI), (NEWWQI). The Lake was Classed according to these indices as following: from third grade at all locations (Malays Index), from second grade at the middle lake and from a third grade to all other locations (NSFWQI), and from second grade at all locations (NEWWQI). According to this indices the water is not good for drinking and needs treatment. The Productivity of the lake was determined. The Lake is Eutrophic according to TN,TP in the middle but Hypertrophic according to TN,TP in all other locations.

Keywords: Water Quality Index, Trophy, NSFWQI, NEWWQI.

[*] **Assistant Professor; Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, University of Tishreen; Lattakia, Syria**
[**] **Assistant professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, University of Tishreen; Lattakia, Syria**
[***] **Postgraduate Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, University of Tishreen; Lattakia, Syria**

مقدمة:

يمتاز الساحل السوري بكمية أمطار كبيرة مقارنة مع باقي المناطق السورية ,وتجري فيه مجموعة من الأنهار الصغيرة و مجاري السيول التي استغلت بشكل جيد لإقامة العديد من السدود عليها أهمها(سد 16 تشرين, سد الثورة, سد بلوران, سد الحويز , سد صلاح الدين, سد بيت ريحان, سد خليفة, سد الحفة و غيرها).

- وفي عام (1976) بوشر بإنشاء سد 16 تشرين على النهر بالقرب من قرية قسمين واكتمل المشروع عام (1987), يقع السد على نهر الكبير الشمالي ويعتبر حوض نهر الكبير الشمالي من أكبر الأحواض في المنطقة الساحلية.
- تستعمل مياه بحيرة 16 تشرين حالياً لري الأراضي الخصبة الواقعة شمال مدينة اللاذقية وجنوب شرقها ويستخدم القسم الأعظم من هذه الأراضي في زراعة الحمضيات والخضار والأشجار المثمرة، والمساحات المروية فعلاً من السد هي 11667 هكتاراً، وتبلغ مساحة الحوض الصباب من المنبع إلى المصب($1097km^{\wedge 2}$), و تعاني البحيرة حالياً من ارتفاع مؤشرات التلوث بسبب تصريف مخلفات الصرف الصحي والنفايات الصلبة من التجمعات السكانية مما يؤثر على جودتها بشكل سلبي.

أهمية البحث و أهدافه:

نظراً لأهمية المصادر المائية الموجودة في سوريا ولتعاظم الحاجة الماسة للمياه العذبة يوماً بعد يوم يجب أن تخضع تلك المصادر إلى مراقبة كمية ونوعية وذلك للحد ولو جزئياً من خطر التلوث بكافة أشكاله ويتم ذلك بإجراء فحص دوري للمياه ومعرفة مدى صلاحيتها لكافة الاستخدامات بهدف حمايتها ليس بالمراقبة فقط وإنما بإنشاء مناطق حماية لهذه المصادر على أسس متطورة.

وعلى الرغم من أن بحيرة سد 16 تشرين مورد مائي ضخم يتم استخدامه لري مساحات واسعة من الأراضي الزراعية فإنّه لم تجر حتى الآن دراسة شاملة وفق الأسس المرجعية العالمية لتقييم نوعية مياه البحيرة إنما يوجد بعض القياسات التي تدل على مؤشرات غير كاملة , كما أنه لا يوجد حتى الآن أي تحديد لمستويات جودة مياه البحيرة وفق المواصفات السورية والعالمية التي تساعدنا في معرفة إمكانية استثمار البحيرة لأغراض الشرب، فجاء بحثنا الحالي ليفي بهذا الغرض.

يهدف البحث إلى تحديد مستويات جودة مياه البحيرة وفق مؤشرات عالمية محددة (الماليزي NSFWQI, NEWWQI,) ووضع إجراءات لحماية البحيرة وتأهيلها.

خطوات البحث :

1-دراسة نظرية مرجعية لأسس تحديد جودة مياه البحيرات العالمية، واختيار الأسس المناسبة منها التي تتوافق مع ظروف الساحل السوري.

2-توصيف منطقة الدراسة والمعلومات الجيولوجية والجغرافية والمناخية عن البحيرة والمناطق المحيطة بها بالإضافة لمعلومات عامة عن السد.

3-حساب متوسط تحاليل من المديريات عن عشر سنين سابقة وحساب مؤشر جودة المياه لهذه البحيرة حسب هذه المعطيات.

4-تحديد مراصد أخذ العينات وأخذ عينات دورية بحيث تغطي مختلف مساحة سطح البحيرة وإجراء التحاليل لتحديد تراكيز البارامترات التالية: (درجة الحرارة -الرقم الهيدروجيني-الناقلية الكهربائية-DO-BOD_5-شوارد النترات - شوارد الفوسفات-النتريت-الأمونيوم-عدد العصيات البرازية).

5-دراسة وتحليل النتائج إحصائياً وتفسيرها واستخدامها لتحديد دلائل جودة البحيرة ومستوياتها.

6-دراسة مستويات الإخصاب للبحيرة بدلالة (TN,TP).

7-وضع إجراءات لحماية البحيرة من التلوث.

مؤشرات الجودة العالمية للمياه:

•في عام 2004قام عدة باحثين في الولايات الأمريكية, بوصف مؤشرات لجودة المياه[1]وقاموا بإصدار قانون الماء النظيف الذي اشترط وجود هيئة تشريعية لتحديد معايير لجودة المياه, وكذلك تحديد الحمولة اليومية الأعظمية للملوثات, التي يستطيع المصدر المائي أن يتلقاها، ويبقى ملائماً للمعايير النظامية.

•تبنت عدة منظمات عالمية فكرة وضع مقاييس لضبط جودة المياه للاستخدام, و أصدرت كل منها مؤشراً لتقييم نوعية المياه في البلاد, مع الأخذ بعين الاعتبار حاجة الاستخدام لهذا المصدر (شرب, زراعة, تربية أسماك, صناعة), على سبيل المثال:BCWQI مؤشر جودة المياه الكولومبي (British Columbia Water Quality Index) الذي طور في وزارة البيئة في كندا والذي يعتمد على تحديد نوعية المياه حسب هدف الاستخدام[2].

•في عام 1995 طورت وكالة البيئة في فلوريدا مؤشراً لجودة المياه يحسب بالاعتماد على البارامترات التالية:(TOC-COD-BOD_5-DO-TSS-Turbidity-F.C-Nutrients), والقيم الناتجة تقارن بالميزان التالي(90→60)Boor-(60→45)Fair-(45→5)Good [3].

•في عام 1996 طور مؤشر في دايتون وأوهايو وقد عبر عنه بميزان تصنيف(ممتاز- جيد- معتدل - فقير) .[4]

•معظم تلك المؤشرات اعتمدت على مؤشر طور في الولايات المتحدة, بدعم من المؤسسة العالمية للدراسات العلمية(NSF:National Scienc Foundation Studies), ووكالة حماية البيئة:EPA (Environmental Protection Ageacy), وسمي مؤشر جودة المياه العالمي NSFWQI:(National Sanitation Foundation . Water Quality Index)

•تعاون عدد من العلماء لتحديد البارامترات الأهم لتكون معياراً للقياس في المؤشر NSFWQI, وقد اعتمدوا البارامترات التالية:(الأوكسجين المنحل DO - الطلب الحيوي للأوكسجين BOD_5-تعداد العصيات الغائطيةF.C- PH- تغيرات الحرارة- الفوسفور الكلي TP-النترات NO_3 -العكارة Turbidity-المواد الصلبة المعلقة TSS:Total Suspended Solids).

والذي عبر عنه بالموديل الرياضي التالي [5]:

$$(i=1,i=P),(NSFWQI=\sum W_iQ_i$$

P:عدد البارامترات الداخلة في الحساب وعددها تسعة.

Qi:مؤشر فرعي ويؤخذ من مخططات التقييم الخاصة بكل بارامتر [6] .

Wi:وزن كل بارامتر بحسب أهميته وتأثيره في نوعية المياه [6] .

جدول (1): المعايير النظامية للتصنيف حسب NSFWQI

الدرجة	الوصف	NSFWQI
A	ممتاز	91–100
B	جيد	71–90
C	متوسط	70–51
D	سيئ	26–50
E	سيئ جداً	0–25

• في عام2010 ارتأى الباحثون ضرورة تطوير مؤشر جودة جديد لتقييم نوعية المياه في المسطحات المائية يكون بسيطاً و سهل التطبيق و الفهم فكانNEWWQI (مؤشر جودة المياه العالمي المعدل) [6], والبارامترات الداخلة في حساب المؤشر هي: (العكارة– الناقلية الكهربائية– F.C–TP–DO), ومعادلة حساب المؤشر كالتالي:

$$NEWWQI = \mathrm{Log}\left[\frac{(DO^{1.5})}{(3.8^{TP}) * (turb^{0.15}) * (15^{F.c\backslash 10000}) + 0.14(SC\hat{}0.5)}\right]$$

DO :الأوكسجين المنحل يؤخذ كنسبة مئوية.

Turb:العكارة مقدرة ب NTU.

TP: الفوسفور الكلي مقدرة ب mg/l.

F.C :عدد العصيات الجرثومية في 100 ml.

sc : الناقلية الكهربائية يقدَّر ب µ S/cm.

والجدول التالي(2):المعايير النظامية للتصنيف وفق المؤشر NEWWQI

الوصف	نوع الماء	الدرجة(NEWWQI)
100%بالنسبةDO ,لا يوجد F.C–TP , العكارة أقل من1 NTU , الناقلية الكهربائية أقل من 5µ S/CM	مثالي الجودة	3
يستخدم للشرب في الحد الأعلى و للاستجمام في الحد الأدنى	مقبول الجودة	2–3
الماء لا يستخدم للشرب و الاستجمام, واحد أو اثنان من البارامتيرات يتراجع و يحتاج لمعالجة معينة	منخفض الجودة	2–1
يحتاج لمعالجة لتحسين نوعية الماء بالنسبة لكافة البارامترات	سئ الجودة	1–0

•وفي عام 2008تم وضع المؤشر**DOE** الماليزي لتحديد جودة البحيرات [7] والباراميترات الداخلة في الحساب هي :(DO , BOD_5, NO_3, PH , COD, TSS) أما بالنسبة إلى (COD , TSS) فقد تم قياسها لمرة واحدة واستنتجت العلاقة التي تربطهم مع BOD_5, NTU:

$$COD=1.5\ BOD_5$$

$$TSS=1.25\ NTU$$

يتم حساب المؤشر وفق المعادلة التالية :

$$WQI = (0.22*\ SIDO) + (0.19*SIBOD_5) + (0.16*SICOD) + (0.15*SINO_3) + (0.16\ * SITSS) + (0.12\ *\ SipH)$$

[7] تحسب وفق معادلات $SIBOD_5$, $SICOD$, $SINO_3$, SITSS, SipH, SIDO,حيث

الجدول (3):المعايير النظامية للتصنيف وفق المؤشر الماليزي

البارامتر	الواحدة	الوصف				
		I	II	III	IV	V
NH_4	mg/l	< 0.1	0.1 – 0.3	0.3 – 0.9	0.9 – 2.7	> 2.7
BOD_5	mg/l	< 1	1 – 3	3 – 6	6 – 12	> 12
COD	mg/l	< 10	10 – 25	25 – 50	50 – 100	> 100
DO	mg/l	> 7	5 – 7	3 – 5	1 – 3	< 1
pH	–	> 7	6 – 7	5 – 6	< 5	> 5
Tss	mg/l	< 25	25 – 50	50 – 150	150 – 300	> 300
Water Quality Index (WQI)	–	< 92.7	76.5 – 92.7	51.9 – 76.5	31.0 – 51.9	> 31.0

•في عام 2008 تم تقييم حالة الاشباع في بحيرة أوليوبات في منطقة مرمرة وهي من أكثر البحيرات المنتجة في تركيا والسبب يعود الى المخاوف من النتائج المترتبة على عملية الصرف ومن تسريب الأراضي الزراعية ,إن دراسة حالة التشبع للبحيرة تمت خلال الفترة من شباط 2003 الى كانون الثاني 2004 وتم قياس (TP,TN , كلوروفيل, SD) بشكل شهري وفي خمس مناطق وتم حساب مؤشر كارلسون. وبناءً على ذلك صنفت البحيرة من ضمن البحيرات المشبعة اعتماداً على المؤشرين(CHL)TSI و(SD)TSI وفوق مشبعة اعتماداً على (TN/TP) وبالتالي كان التقييم النهائي للدراسة بأن هناك علامات واضحة للتشبع لوحظت في البحيرة خلال فترة الدراسة لذلك يجب أن توضع الحلول وتنفذ بسرعة لكي يتم تفادي التموت للبحيرة كما حددت الدراسة الحد المسموح للنتريت الداخل للبحيرة وكذلك قيم الفوسفور الداخل [8]

طرائق البحث ومواده:

أجريت الدراسة على بحيرة سد 16تشرين التي تبعد حوالي 20كم شمال شرق محافظة اللاذقية , وتقدر سعتها التخزينية حوالى (200_210) مليون متر مكعب من المياه , وتستخدم مياه البحيرة لري الأراضي الزراعية ولتربية الأسماك, حيث تبلغ مساحة شبكات الري العائدة له حوالي 25000 هكتار ويمكن حصر الملوثات التي تصل الى البحيرة بمايلي :

1–تلوث ناتج عن التسرب من الحفر الفنية لبعض التجمعات العشوائية التابعة ل (قسمين–عين البيضا–مشقيتا–البهلولية).

2–تلوث ناتج من المنشآت السياحية المحلية والموسمية الملاصقة لحرم البحيرة إذ توجد المطاعم في المناطق التالية :يوجد على رافد نهر الأسود 5 مطاعم وفي منطقة عين البيضا مطعمان والطارقية والصفصاف 4 مطاعم والقرامة مطعم والرستين مطعم وقسمين 4 مطاعم والبهلولية مطعمان .

3–تلوث ناتج من رمي المخلفات الصلبة حول البحيرة .

4–تلوث ناتج من النشاط السكاني والحيواني عند أطراف البحيرة .

5–تلوث ناتج من مياه الأمطار وما تحمله معها من ملوثات في أثناء مرورها على الأرض قبل أن تصب قي البحيرة، وبخاصة في الأراضي الزراعية التي توجد في المناطق التالية : في قرى قسمين وعين البيضا ومشقيتا أراضي ليمون، وفي قرية البهلولية أراضي زيتون وليمون، وفي مناطق سفكون وغمام وزغارو توجد غابات السنديان والصنوبر .

- تم وضع برنامج مراقبة لأخذ العينات من البحيرة دورياً بمعدل مرة واحدة في الشهر لمدة سنة كاملة, وذلك في الفترة ما بين الساعة التاسعة والعاشرة صباحاً,مع ملاحظة أن الخط البياني للعينة الأولى والثانية فيه انقطاع إذ تعذر أخذ العينات لأسباب محلية , وجمعت العينات في عبوات بلاستيكية مغسولة, إلا عينات التحليل الجرثومي فجمعت في عبوات زجاجية مغسولة ومعقمة بالحرارة, ونقلت إلى مخبر التحليل, وقد تم قياس البارامترات التالية (درجة الحرارة – PH, –الناقلية الكهربائية –النترات–النتريت–الفوسفات –العكارة–الأمونيوم–DO–BOD_5–عدد العصيات F.c) وحدّدت مواقع العينات المائية السطحية في مناطق مختلفة من البحيرة وذلك لتغطية كامل طول البحيرة، فكانت كما في الشكل التالي :

S1:عند مدخل البحيرة, S2 :وسط البحيرة, S3 :عينة إضافية على بعد 500م من جسم السد

S4:عند جسم السد, S5:بالقرب من منشأة سياحية , والشكل (1) يوضح مواقع قطف العينات

- أجريت بعض هذه التحاليل في مخبر البيئة بمديرية البيئة وبعضها في مخبر مديرية الموارد المائية في مدينة اللاذقية .

الجدول (4):أماكن أخذ العينات وتكرارها ونوعها

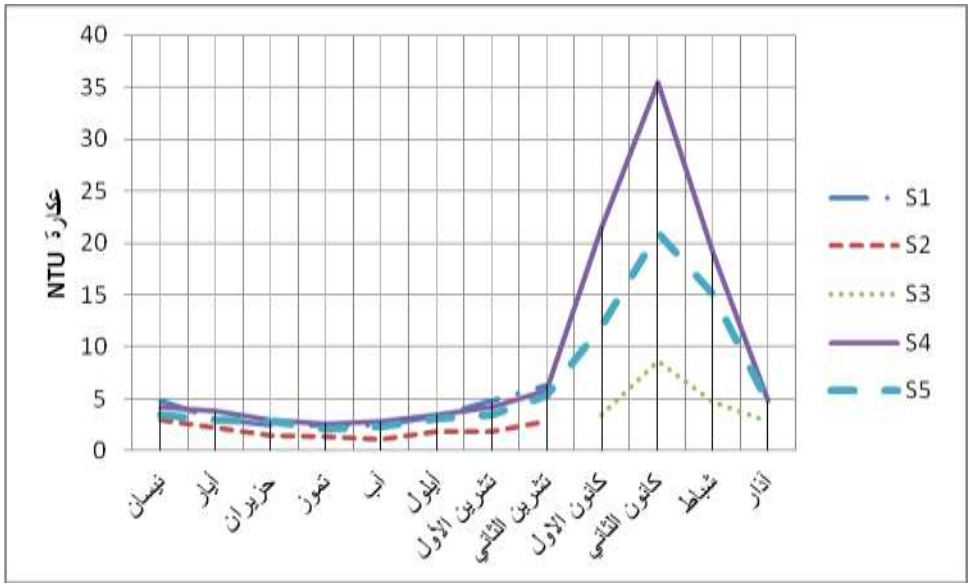
العينة	رمز العينة	مكان أخذ العينة	تكرار العينة	نوع العينة
1	S1	مدخل البحيرة	8 أشهر	بسيطة
2	S2	وسط البحيرة	8 أشهر	بسيطة
3	S3	على بعد 500 م عن جسم السد	5أشهر	بسيطة
4	S4	عند جسم السد	12 شهر	بسيطة
5	S5	بالقرب من منشأة سياحية	12 شهر	بسيطة

الشكل (1)مواقع قطف العينات

النتائج والمناقشة :

1-العكارة:

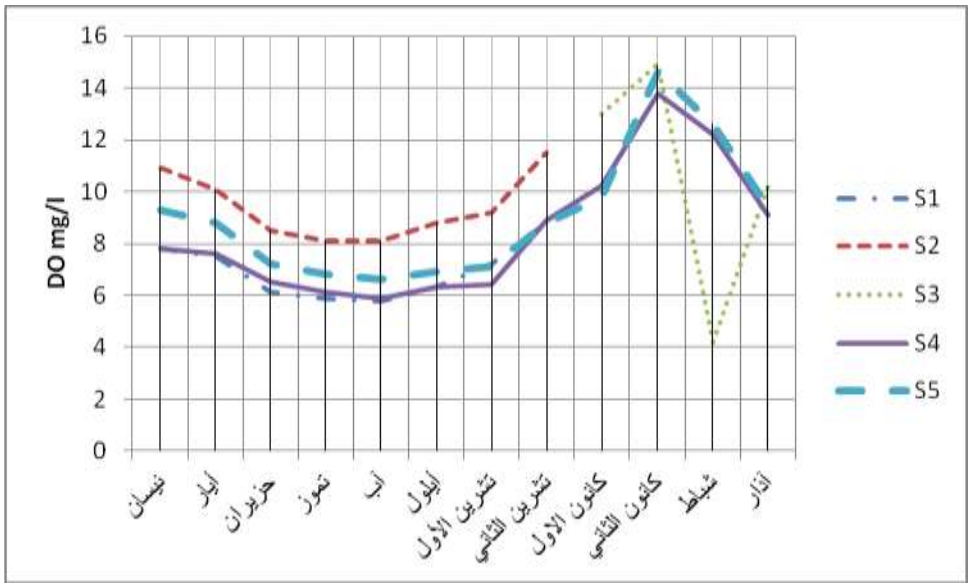
نجد من الشكل (2) ازدادت العكارة بعد أول هطول مطري, في شهر كانون الثاني ووصلت لأعلى قيمة (35.5NTU) في موقع العينة الرابعة , بينما انخفضت القيم في أشهر الصيف حيث توقف هطول المطر ووصلت الى (1.1NTU) في آب في موقع العينة الثانية وإن الحد المسموح بحسب منظمة الصحة العالمية WHO هو(3NTU), وبحسب المواصفة القياسية السورية (5NTU)[9][10] .



الشكل (2): تغير العكارة في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

2-الأوكسجين المنحل:

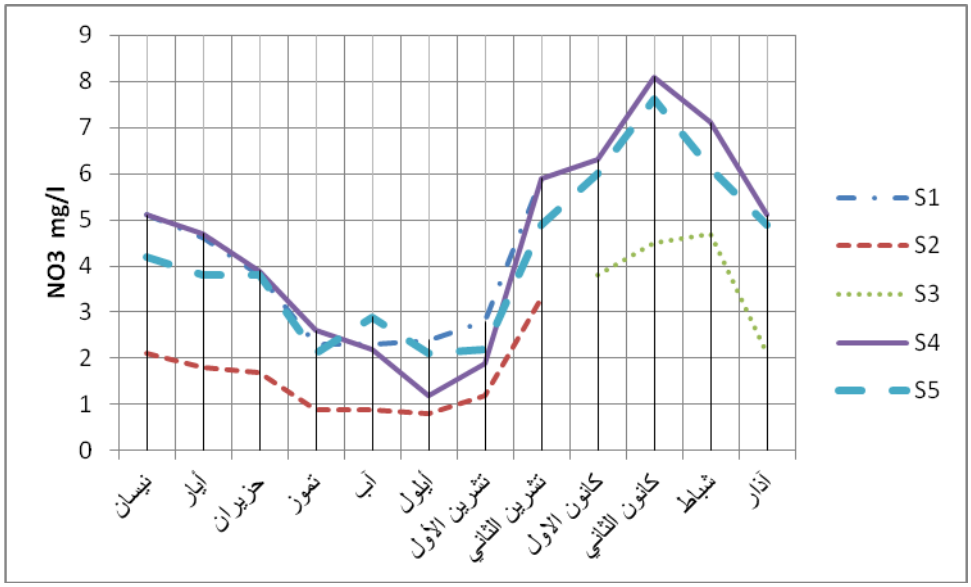
كما هو واضح في الشكل (3) نجد أن أعلى قيمة له عند هطول المطر في شهر كانون الثاني في الموقع (3) حيث بلغت (14.9mg/l), وأخفض قيمة في شهر آب في الموقع (3) حيث بلغت (4.2mg/l), إذ يستهلك الاوكسجين في عمليات تفكك المواد العضوية وأكسدتها من قبل الأحياء الدقيقة .



الشكل (3):تغير تركيز الأوكسجين المنحل في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

3- النترات:

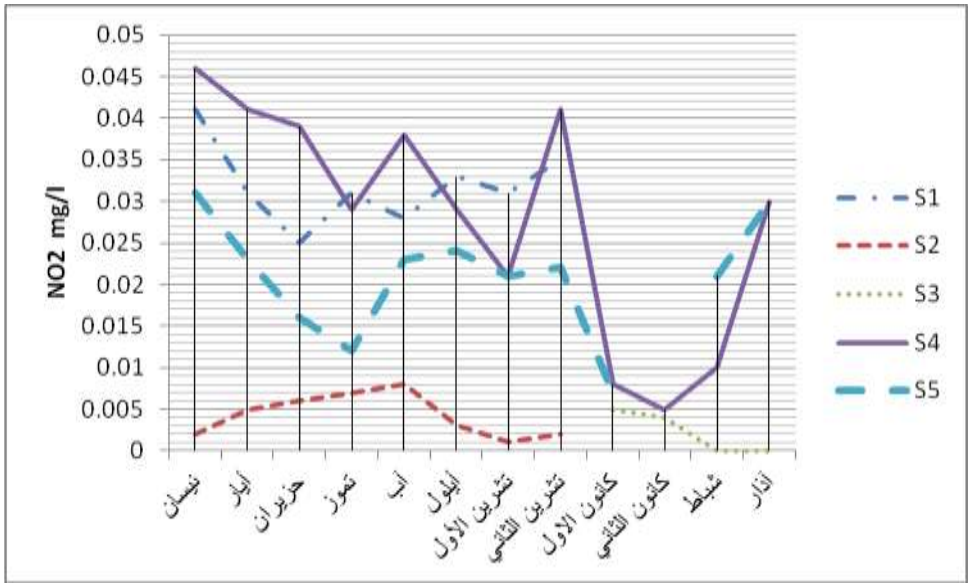
كما هو واضح في الشكل (4) نجد أن أكبر قيمة كانت في شهر كانون الثاني في الموقع (4)حيث بلغت (8.1mg/l), أما أصغرها فكانت في أيلول في الموقع (2) حيث بلغت (0.8mg/l), وبمقارنة القيم مع حدود المواصفات القياسية السورية لقيم النترات (45mg/l) نجد أنها ضمن الحد المسموح به. [10]



الشكل (4):تغير تركيز NO_3 في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

4- النتريت:

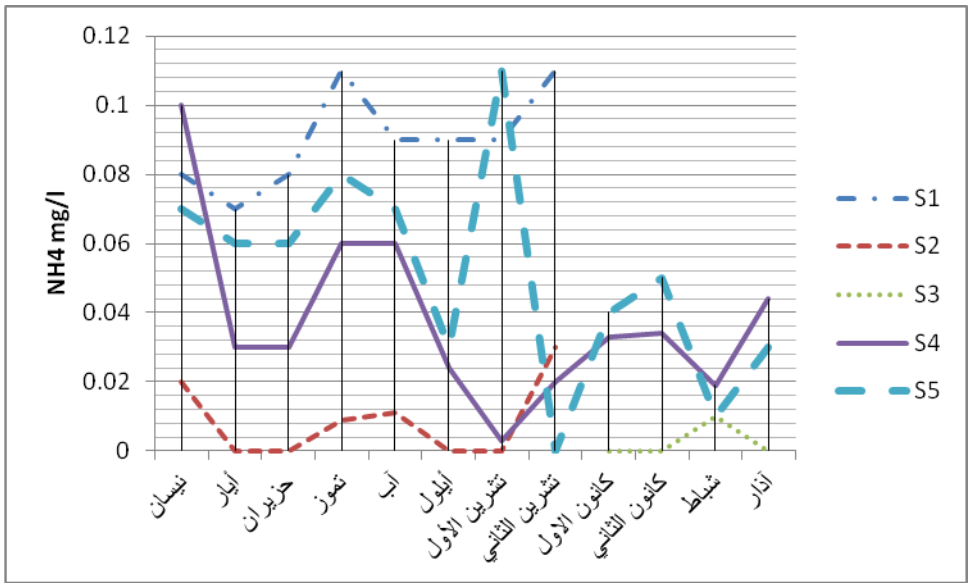
كما هو واضح في الشكل (5) نرى أن القيم المسجلة في كل نقاط الرصد ما عدا موقع وسط البحيرة قد تجاوزت الحد المسموح لشوارد النتريت(0.01mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب[10], في شهري نيسان و أيار في بداية الموسم السياحي, ويعود السبب الى التسريبات الحاصلة لمياه الصرف الصحي من الحفر الفنية, وفي شهر تشرين الثاني بسبب الهطولات المطرية المسببة لنقل الملوثات مع الجريان السطحي, وأعلى قيمة لها سجلت في الموقع (4) في شهر نيسان حيث بلغت (0.046mg/l) نظراً لقربها من المنشآت السياحية, ولسهولة وصول المواطنين وتلويثها(مخلفات بشرية, بقايا طعام).



الشكل (5): تغير تركيز NO_2 في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

5-الأمونيوم:

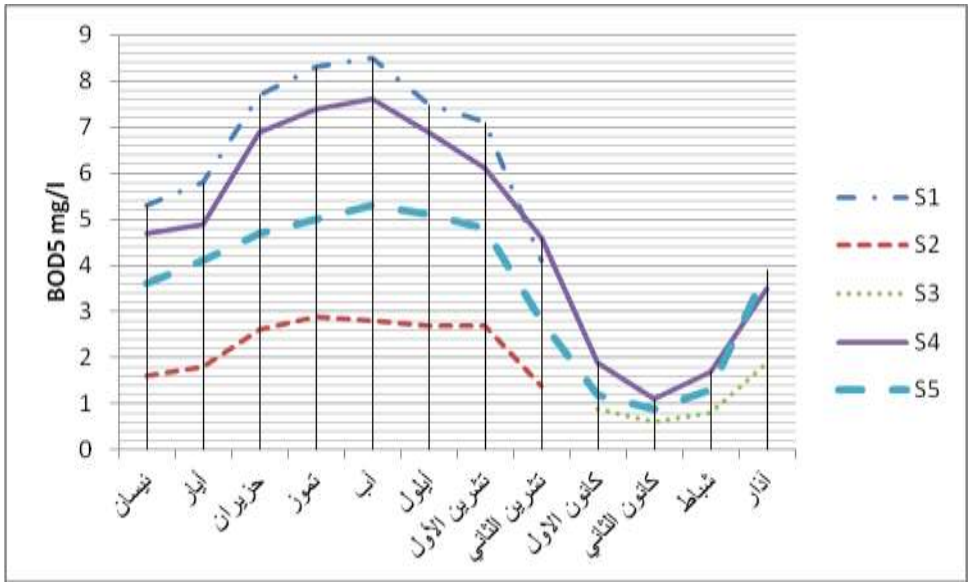
كما هو واضح في الشكل (6)نرى بأن القيم مرتفعة في مواقع العينات (5-4-1), مع العلم أن الحد المسموح (0.05mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية[10] , نجدها مرتفعة في شهر نيسان بداية موسم السياحة وذلك بسبب التسريبات من الحفر الفنية إضافة إلى جرف السماد الزراعي وكذلك في تموز وآب ويعود ذلك الى نشاط عمليات التفكك وغنى الوسط بالمواد العضوية, إن موقع رصد العينة الخامسة يرينا قيمة مسجلة في نيسان تصل الى (0.11mg/l)بسبب قربها من المنشآت السياحية وسهولة وصول المواطنين إليها والقيام بممارسات خاطئة تؤدي الى التلوث, إضافة إلى تسميد الأراضي الزراعية القريبة منها.



الشكل (6): تغير تركيز NH_4 في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

6-الطلب الحيوي للأوكسجين BOD_5:

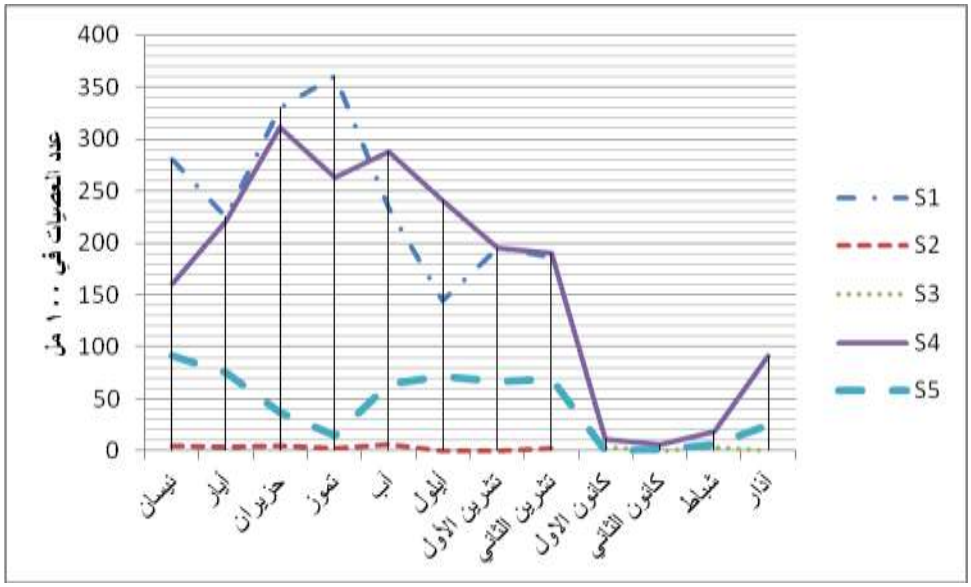
كما هو واضح في الشكل (7) نرى بأن القيم بدأت بالارتفاع في أشهر حزيران وتموز وآب ووصلت للقيمة(8.5mg/l) في آب في الموقع (1) وهذا عائد الى تسرب مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية بسبب نشاط السياحة في تلك الأشهر, ثم انخفضت بعد هطول الامطار في شهر كانون الثاني ووصلت للقيمة (0.6mg/l) في الموقع (3),مع العلم بأن القيمة المسموحة في مياه الشرب حسب المواصفة السورية هي (2mg/l)[10] .



الشكل (7) :تغير BOD_5 في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2012)

7-التحاليل الجرثومية:

أظهرت التحاليل الدورية للعينات المأخوذة من المواقع المدروسة اختلافات واضحة في قيم العصيات القولونية الغائطية, كما هو واضح في الشكل (8)اذ وصلت الى أعلى قيم لها في شهر تموز (361)عصية في 100ml في موقع رصد العينة الأولى وهذا ناتج من تسرب مياه الحفر الفنية في بداية الموسم السياحي والفضلات الناتجة من النشاط الانساني والحيواني الملاصق لحرم البحيرة, كما نجد أن قيم تعداد الجراثيم انخفضت في شهري أيلول وتشرين الأول بسبب العوامل المجهدة للجراثيم كالأشعة الشمسية ودرجة الحرارة المرتفعة, كما انخفضت بعد هطول الأمطار في شهر كانون الثاني, مع العلم أن القيم المسموحة صفر عصية في 100ml وفق المواصفات القياسية السورية[10] وبالتالي مياه البحيرة غير صالحة للشرب جرثومياً .



الشكل (8) :تغير تعداد العصيات الجرثومية في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

تحديد مستويات الجودة لمياه البحيرة :

من خلال التحاليل والقياسات التي أجريت على مياه سد 16 تشرين, وجدنا أن تركيز بعض العناصر التي تم قياسها قد تعدى القيم المسموحة حسب المواصفة القياسية السورية[10], اذاً لا بد من تحديد مستويات جودة مياه البحيرة أو درجاتها وفقاً لمؤشرات عالمية وهي NSFWQI[5],[5] NEWWQI, الماليزي[7], ومعرفة المصادر المؤثرة في تغير تلك المستويات, وذلك بغاية الضبط والتحكم الشامل بمياه البحيرة على المدى البعيد, ومن ثم التمكن من وضع السياسات والخطط المناسبة لتحقيق درجة جودة مقبولة بيئياً وفقاً للشروط المحلية, وبما يتناسب مع المعايير العالمية الموضوعة لمستويات أو درجات الجودة لمياه البحيرات والمسطحات المائية.

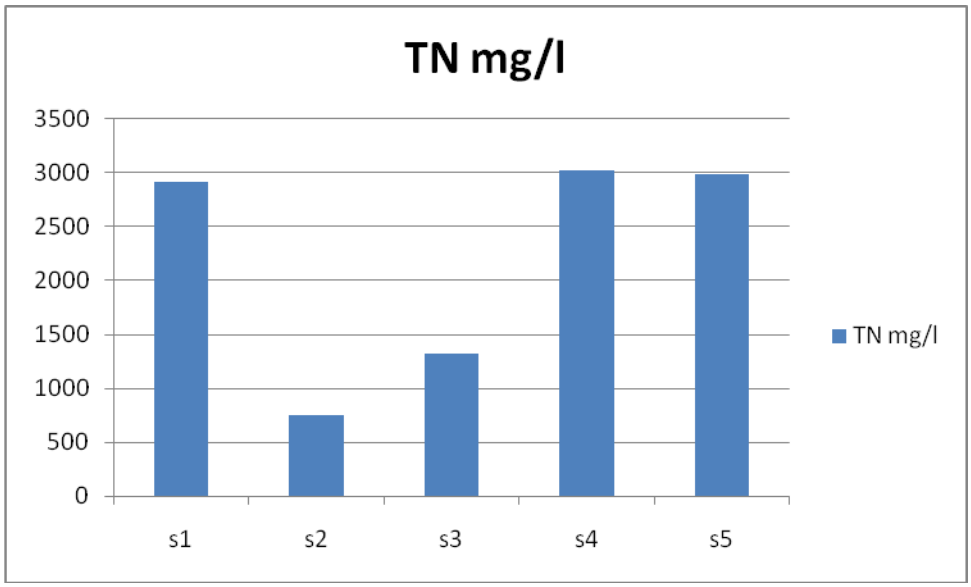
1-تم تصنيف مياه البحيرة وفق المؤشر الماليزي WQI في المستوى الثالث في جميع المواقع، وهذا يعني أنها تتطلب معالجة متقدمة لاستخدامها لمياه الشرب ولكن يمكن استخدامها لتربية بعض أنواع الأسماك المقاومة [7]

2-تم تصنيف مياه البحيرة وفق مؤشر الجودة العالمي NSFWQI في الدرجة الثانية عند وسط البحيرة وجسم السد ومن الدرجة الثالثة في باقي المواقع ، وهذا يعني أنّ مياه البحيرة غير صالحة للشرب وتحتاج الى معالجة نظراً لارتفاع قيم البارامترات عن الحدود المسموحة. [5]

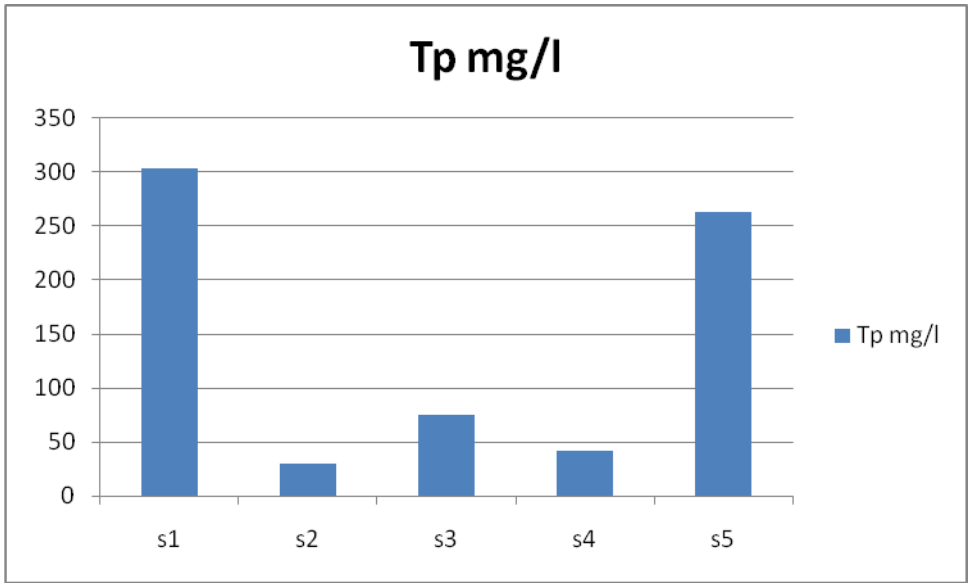
3-تم تصنيف مياه البحيرة وفق المؤشر NEWWQI في الدرجة الثانية، والوصف مقبول الجودة, أي ان مياه البحيرة غير صالحة للشرب وتحتاج للمعالجة ونلاحظ التقارب بين المؤشرات الثلاثة من حيث النتائج[5] .

4-تم تصنيف مياه البحيرة وفقاً لمؤشر الإثراء الغذائي (TN,TP) باعتبار أن تركيز النتروجين الكلي هو مجموع تراكيز كل من النترات والنتريت والأمونيا, وأن تراكيز الفوسفات الناتجة من التحاليل هي 80% من تركيز الفوسفور الكلي , فكانت مخصبة حسب(TN , TP) في وسط البحيرة ,ولكنها شديدة الاخصاب حسب قيم (TN , TP)في باقي المواقع, وهذا دليل على تزايد تركيز النتروجين والفوسفور، ويزيد تركيزهما خاصة بعد هطول الأمطار وهذا يدل على أن المغذيات تصل الى البحيرة بشكل أكبر في مواسم الأمطار وبعدها نتيجة غسل التربة من الأسمدة الزراعية والفوسفاتية المستخدمة في المنطقة, إضافة إلى الملوثات العشوائية الناجمة عن تحلل المواد العضوية (نفايات

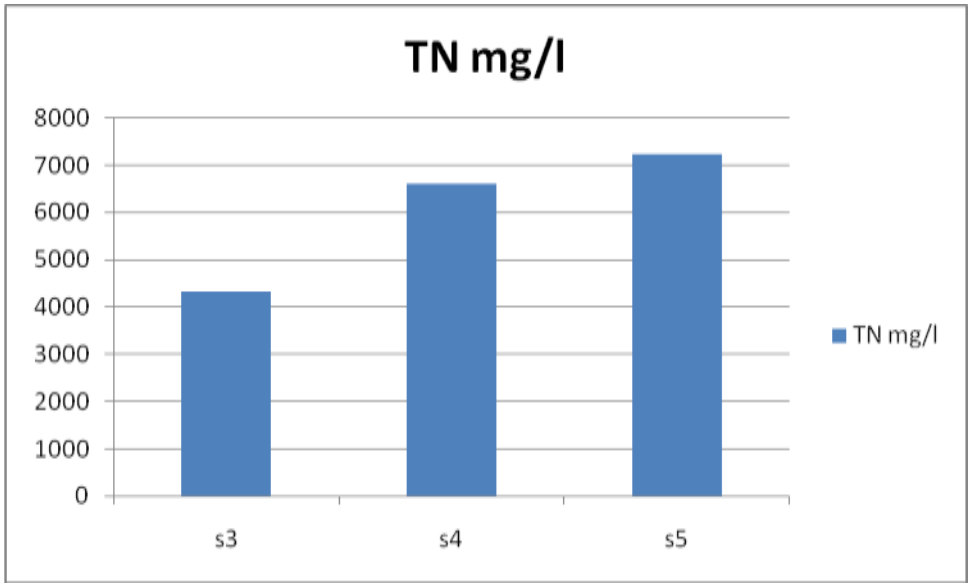
,فضلات), كما تظهر الأشكال (12, 11, 10, 9) تغيرات النتروجين والفوسفور الكلي في المواقع الخمسة صيفاً وشتاءً حيث نجد أنها ارتفعت في المواقع (4, 5) في فصل الشتاء والسبب هو غسل التربة كون التربة تحاط بأراضٍ زراعية، حيث أن الأسمدة والمبيدات الحشرية تزيد من تركيز النترات, كما تجدر الاشارة الى أن تسريبات الصرف الصحي من الحفر الفنية تزيد من تركيز النتريت والأمونيوم كما أنها ارتفعت في المواقع نفسها، بالإضافة إلى الموقع (1) في فصل الصيف بسبب قربها من المنشآت السياحية وسهولة وصول المواطنين إليها.



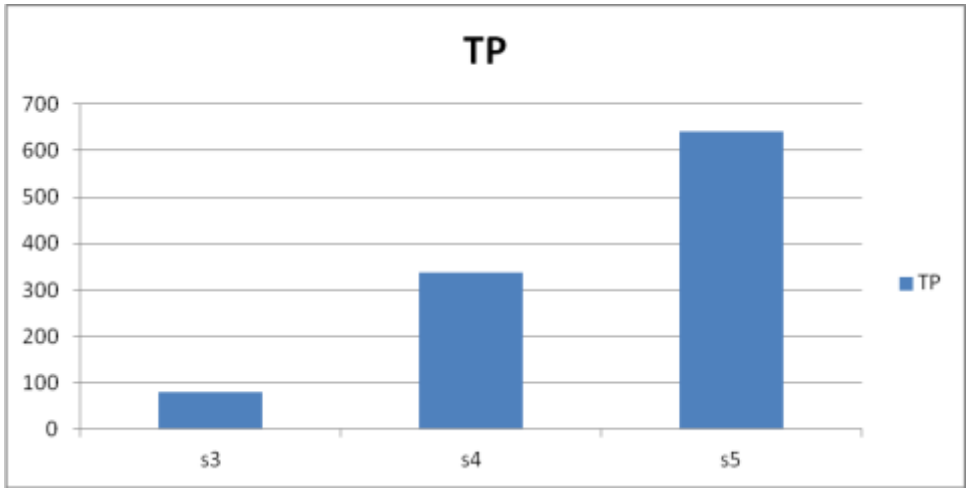
الشكل (9): مخطط TN لبحيرة سد 16 تشرين صيفاً لعام (2012-2013)



الشكل (10): مخطط TP لبحيرة سد 16 تشرين صيفاً لعام (2012-2012)



الشكل (11): مخطط TN لبحيرة سد 16 تشرين شتاءً لعام (2012-2013)



الشكل (12): مخطط TP لبحيرة سد 16 تشرين شتاءاً لعام (2012-2013)

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات :

1-إن التلوث الواصل الى بحيرة سد 16 تشرين ناتج من تسريبات الصرف الصحي العشوائية, الناجم عن الحفر الفنية غير الكتيمة للمنشآت السياحية والمطاعم والتجمعات السكنية القريبة من منطقة البحيرة, وعن الفضلات الصلبة والسائلة الناتجة من البشر والحيوانات والاستراحات الموسمية إضافة الى ما تنقله مياه الأمطار من ملوثات أثناء الجريان السطحي (أسمدة ,مبيدات حشرية).

2- إن نتائج التحاليل أوضحت بأن قيم العكارة والنتريت والأمونيوم و BOD_5 وعدد العصيات قد تجاوزت الحد المسموح حسب المواصفة القياسية السورية[10] وهذا يعني أن كل بارامتر على حدة يحتاج إلى تخفيض.

3- عند حساب المؤشر الماليزي[7] ومؤشر الجودة العالمي[5] NSFWQI والمؤشرالمعدل NEWWQI [6]وجد أن مياه البحيرة تحتاج الى معالجة اذا تم استخدامها للشرب، ولكن يمكن استخدامها لتربية الأسماك إذا كانت من النوع المقاوم.

4-تم اختيار مؤشر الجودة الأفضل الملائم للحالة السورية وهو NSFWQIلأنه أعطى الوصف الدقيق لمناطق أخذ العينات.حيث صنفت البحيرة وفقاً لهذا المؤشر في الدرجة الثانية عند وسط البحيرة، وفي الدرجة الثالثة في باقي المواقع. أما المؤشّران الماليزي ومؤشر جودة المياه العالمي المعدل فقد أتاها تصنيف مياه البحيرة في الدرجة نفسها في جميع المواقع، أي أن المؤشر NSFWQI أكثر دقة.

التوصيات :

1-يجب متابعة أخذ العينات سنوياً في أزمنة متماثلة وأماكن محددة لإجراء مقارنة دقيقة مع السنوات السابقة.

2-العمل على إنشاء شبكات صرف صحي للقرى والتجمعات السكنية التي تعتمد على الحفر الفنية مع محطات معالجة محلية خاصة في المناطق القريبة من البحيرة .

3- وضع حرم للبحيرة يكون محميًّاً بسور يمتد من حافة البحيرة إلى ما بين (50-10) متراً باتجاه اليابسة, ويتم ذلك باستملاك الأراضي حول البحيرة بحيث يتم نقل كل المنشآت السياحية والمطاعم المحلية والموسمية، وبخاصة تلك التي تقع على الأنهار المغذية إلى خارج نطاق حرم البحيرة, أما بالنسبة للأراضي الزراعية القريبة فيمكن زراعتها بشرط ترشيد استخدام الأسمدة والمبيدات .

المراجع:

1-AHMED SAID, DAVID K. STEVENS, GERALD SEHLKE. *ENVIRONMENTAL ASSESSMENT, AN Innovative Index for Evaluating Water Quality in Streams*. Environmental Management. Vol. 34, No.3, (2004), pp.406-414.

2- ZANDBERGEN,P. A., and K. J. Hall. 1998. *Analysis of the British Columbia water quality index for watershed managers*: *A case study of two small watersheds*. Water Quality Research Journal of Canada 33,519-549.

3-CUDE, C. 2001. Oregon water quality index: *A tool for evaluating water quality management effectiveness*. Journal of American Water Resources Association 37, 125-137.

4-SAFE. 1995. Strategic assessment of Florida's environment, *Florida stream water quality index, statewide summary*, 2010, 15 Sept. http://www.pepps.fsu.edu/safe/environ/swq1.html.

5-WEP.1996. Lower Great Miami watershed enhancement program (WEP), Miami valley river index.

6-BRIAN ORAM, PG, B.F. Environmental Consultants Inc. *the Water Quality Index,Monitoring the Quality of Surface water*, 2010, 10 Sept http://www.csgnetwork.com/h2oqualindexcvttemponlycalc.html.

7-National Water Quality Standards For Malaysia. PARAMETER, UNIT, CLASS ...DOE Water Quality Classification Based On Water Quality Index. SUB INDEX

8-Evaluation ot trophic state of lake Uluabat,Turkey,2008 streams.Environment Management Vo1-34No.3(2004),pp.406-414.

9-WHO(World Health Organization)1984.Guidelines for Drinking Water Quality .Vo.1,Health Criteria and Other Supporting Information .Geneva;WHO

10- المواصفة القياسية السورية رقم 45 لمياه الشرب ، (1995): هيئة المواصفات و المقاييس العربية السورية.