



جامعة تشرين
كلية الهندسة المدنية
قسم الهندسة البيئية

دراسة جودة مياه بحيرة سد 16 تشرين

رسالة علمية أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية
اختصاص الهندسة البيئية

إعداد الطالبة

رنيم مناع

بإشراف

د. كوكب حربا

د. هيثم جناد

2012-2013 م

قُدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم الهندسة
البيئية من كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين

**This thesis has been submitted as a partial fulfillment of the
requirement for the degree of master in Engineering Department at
the Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.**

تصريح

أُصرّح بأنّ هذا البحث " دراسة جودة مياه بحيرة سد ١٦ تشرين " لم يسبق أن قُبِلَ للحصول على شهادة، ولا هو مُقدّم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

اسم المرشّح

رنيم سميع مناع

التوقيع

تاريخ: ٢٠١٣/ ١٢ / ٣٠

DECLARATION

This is to declare that, this work "**study quality water of lake 16 october dam**" has not been being submitted concurrently for any other degree.

Candidate name

Ranim mannaa



Date: 30 / 12 /2013

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 30/12/2013 وأجيزت.

لجنة الحكم:

الدكتور: عادل عوض

التوقيع

الأستاذ في قسم الهندسة البيئية، اختصاص هندسة تخطيط المدن، قسم الهندسة البيئية، كلية الهندسة المدنية،
جامعة تشرين

الدكتور: أحمد قصير

التوقيع

الأستاذ في قسم الهندسة البيئية، اختصاص الهندسة الصحية، قسم الهندسة البيئية، كلية الهندسة المدنية، جامعة
تشرين

الدكتور: هيثم جناد

التوقيع

المدرس في قسم الهندسة البيئية، اختصاص الهندسة الصحية، قسم الهندسة البيئية، كلية الهندسة المدنية،
جامعة تشرين

جامعة تشرين
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم اللغة العربية

السيد الدكتور عميد كلية

بجامعة تشرين

عملاً بقرار مجلس قسم اللغة العربية رقم / ٥٨٠ / تاريخ ٢٠١٣ / ١١ / ٢٠ المتضمن
مدققاً لنوييا لرسالة الماجستير لمؤلفها الطالبة / نديم مناع
وهي بعنوان (دراسة جوده مياه بحيرة س - ١٦ تشرين

وتم تصويب الرسالة وتدقيقها بعد المناقشة النهائية ، كما تم الالتزام بملاحظات المدقق اللغوي
أصولاً

وتفضلوا بقبول الاحترام

اسم المدقق وتوقيعه : / سحر بلبل



عميد كلية الآداب والعلوم الإنسانية


الدكتور يوسف جابر

رئيس قسم اللغة العربية

الدكتور عدنان أحمد



كلمة شكر

ACKMOWLEDGMENT

الشكر إلى قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - وزارة التعليم العالي - الجمهورية العربية السورية.

والشكر الخاص لهيئة الإشراف المؤلفة من السيد الدكتور هيثم جناد والسيدة الدكتورة كوكب حربا لما قدماه من توجيه ودعم خلال إنجاز هذا البحث.

الإهداء

DEDICATION

إلى كل من يحاول أن يبني وطنه بحب

شهادة

نشهد بأن هذا العمل الموصوف في هذه الرسالة " دراسة جودة مياه بحيرة سد ١٦ تشرين " هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة السيدة رنيم مناع، بإشراف الدكتور هيثم جناد (المدرس في قسم الهندسة البيئية بكلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين، اللاذقية، سورية) والدكتورة كوكب حربا (المدرسة المتمرنة في قسم الهندسة البيئية بكلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين، اللاذقية، سورية)، وإن أي مرجع ورد في هذه الرسالة موثق في النص.

بإشراف

المرشح

د. كوكب حربا

د. هيثم جناد

رنيم مناع

التوقيع

التوقيع

التوقيع

تاريخ: ٢٠١٣/ ١٢ / ٣٠

CERTIFICATION

It is hereby certified that, the work described in this thesis " **study quality water of lake 16 October dam** " is the results of Mis. Ranim mannaa own investigations under the supervision of and **Dr Haetham Jnad** (Assistant Professor, Environmental Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, SYRIA), and **Dr.Kokab Harba** (Assistant Professor, Environmental Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, SYRIA),any reference of other researchers work has been duly acknowledged in the text.

Candidate

Supervisors

Ranim mannaa

Dr. Haetham Jnad

Dr. Kokab Harba

فهرس المحتويات

رقم الفقرات	العناوين	الصفحة
	المقدمة	10
	أهمية البحث	11
	هدف البحث	11
	تنظيم البحث	12
الفصل الأول	مؤشرات جودة المياه	13
1-1	دراسة أجريت في بولونيا	13
2-1	دراسة أجريت في تركيا	13
3-1	دراسة أجريت في الأردن	13
4-1	دراسة على حوض نهر السن	14
5-1	دراسة حالة تشبع غذائي	14
6-1	مؤشرات جودة عالمية	14
7-1	دراسة حالة تشبع غذائي	16
8-1	دراسة مشكلات الاثراء الغذائي في تايوان	17
9-1	دراسة أجريت في تركيا	18
10-1	دراسة أجريت في نيوزيلاندا	19
11-1	دراسة جودة مياه بحيرة سد الثورة	19
12-1	دراسة أجريت في العراق	19
13-1	دراسة جودة مياه بحيرة بلوران	20
14-1	دراسة أجريت في مصر	20
الفصل الثاني	منطقة الدراسة	23
1-2	الموقع	23
2-2	الوضع البيولوجي	23
3-2	المناخ	23
1-3-2	درجة حرارة الجو	23

24	الرطوبة	2-3-2
24	الأمطار	3-3-2
24	التبخر	4-3-2
25	السطوع الشمسي	5-3-2
25	الرياح	6-3-2
26	الخصائص الجيولوجية والغطاء النباتي	3-2
27	متوسط تحاليل من المديریات عن عشر سنين سابقة	4-2
31	حساب مدة البقاء للبحيرة	5-2
31	الوضع البيئي والتلوث في البحيرة	6-2
36	الدراسة المخبرية	الفصل الثالث
36	الإعتيان	1-3
37	جمع العينات	2-3
37	العمل المخبري	3-3
37	طريقة قياس عدد العصيات	1-3-3
39	طريقة قياس BOD ₅	2-3-3
40	طريقة قياس شوارد الفوسفات	3-3-3
41	طريقة قياس شوارد النترات	4-3-3
42	طريقة قياس شوارد النتريت	5-3-3
42	طريقة قياس درجة الحرارة والحموضة	6-3-3
43	طريقة قياس DO	7-3-3
44	طريقة قياس العكارة	8-3-3
44	طريقة قياس الناقلية	9-3-3
45	طريقة قياس شوارد الأمونيوم	10-3-3
46	طريقة قياس COD	11-3-3
46	نتائج القياسات المخبرية وتحليلها	الفصل الرابع

46	النتائج والمناقشة	1-4
66	تحديد مستويات الجودة لمياه البحيرة	2-4
67	تطبيق المؤشر DOE الماليزي	1-2-4
72	تطبيق مؤشر الجودة NSFQI	2-2-4
78	تطبيق المؤشر NEWQI	3-2-4
81	تحديد مخطط جودة البحيرة وفقاً لحمولة المغذيات	3-4
90	حماية البحيرة عن طريق مناطق حماية	4-4
92	الإستنتاجات	5-4
93	التوصيات	6-4

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	الصفحة
الشكل (1-1)	مستويات جودة مياه بحيرة في مصر وفق المواصفات القياسية المصرية	21
الشكل (2-1)	مستويات جودة مياه بحيرة في مصر من أجل استخدامها للسباحة	21
الشكل (3-1)	مستويات جودة مياه بحيرة في مصر وفق المواصفات الأوروبية	22
الشكل (4-1)	مستويات جودة مياه بحيرة في مصر وفق المواصفات الأوروبية لصيد السمك	22
الشكل (1-2)	متوسط تغير PH في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة	29
الشكل (2-2)	متوسط تغير الحرارة في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة	29
الشكل (3-2)	متوسط تغير تركيز النتريت في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة	29
الشكل (4-2)	متوسط تغير العكارة في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة	30
الشكل (5-2)	متوسط تغير الفوسفات في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة	30
الشكل (6-2)	متوسط تغير DO في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة	30
الشكل (7-2)	مصور للبحيرة يوضح توضع الأراضي الزراعية والمنشآت السياحية والسكنية والغابات حول حرم البحيرة	33
الشكل (8-2)	مصور للبحيرة والمناطق المحيطة بمقياس 1:100000	34
الشكل (9-2)	مصور يوضح مصادر التلوث في البحيرة	35
الشكل (1-3)	مصور للبحيرة يوضح مواقع قطف العينات	37
الشكل (2-3)	ورقة الترشيح	38
الشكل (3-3)	أدوات لقياس عدد العصيات	38
الشكل (4-3)	جهاز قياس ال BOD ₅	39
الشكل (5-3)	جهاز قياس الفوسفات	40
الشكل (6-3)	جهاز قياس النترات	41
الشكل (7-3)	جهاز قياس النتريت	42
الشكل (8-3)	جهاز قياس ال pH	43

43	الشكل (9-3)	جهاز قياس ال DO
44	الشكل (10-3)	جهاز قياس العكارة
44	الشكل (11-3)	جهاز قياس الناقلية
45	الشكل (12-3)	جهاز قياس NH_4
45	الشكل (13-3)	جهاز قياس COD
47	الشكل (1-4)	تغير درجة الحرارة في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
49	الشكل (2-4)	تغير pH في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
50	الشكل (3-4)	تغير الناقلية الكهربائية في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)
51	الشكل (4-4)	تغير العكارة في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
53	الشكل (5-4)	تغير تركيز الأوكسجين المنحل في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
54	الشكل (6-4)	تغير تركيز النترات في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
56	الشكل (7-4)	تغير تركيز النتريت في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
57	الشكل (8-4)	تغير تركيز الأمونيوم في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)
58	الشكل (9-4)	تغير تركيز الفوسفات في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
60	الشكل (10-4)	تغير تركيز BOD_5 في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2013-2012)
61	الشكل (11-4)	تغير عدد العصيات الغائطية في مياه بحيرة سد 16 تشرين (2013-2012)
62	الشكل (12-4)	تغير درجات حرارة صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)
62	الشكل (13-4)	تغير درجات حرارة شتاءً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)
62	الشكل (14-4)	تغير درجة الحموضة صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)
63	الشكل (15-4)	تغير درجة حموضة شتاءً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)
63	الشكل (16-4)	تغير عكارة صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)
63	الشكل (17-44)	تغير عكارة شتاءً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)
64	الشكل (18-4)	تغير DO صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)

64	تغير DO شتاءً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-19)
64	تغير فوسفات صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-20)
65	تغير فوسفات شتاءً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-21)
65	تغير النتترات صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-22)
65	تغير النتترات شتاءً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-23)
66	تغير عدد العصيات صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-24)
66	تغير عدد العصيات صيفاً في مياه سد 16 تشرين (2013-2012)	الشكل (4-25)
72	مخطط لتصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين صيفاً وفق المؤشر الماليزي	الشكل (4-26)
73	دليل الجودة النوعي للعصيات الغائطية	الشكل (4-27)
73	المؤشر الفرعي للأوكسجين المنحل	الشكل (4-28)
74	المؤشر الفرعي للمواد الصلبة المعلقة	الشكل (4-29)
74	المؤشر الفرعي لدرجة الحموضة	الشكل (4-30)
74	المؤشر الفرعي للعكارة	الشكل (4-31)
75	المؤشر الفرعي للطلب الحيوي للأوكسجين	الشكل (4-32)
75	المؤشر الفرعي للنتترات	الشكل (4-33)
75	المؤشر الفرعي للفوسفور الكلي	الشكل (4-34)
78	مخطط الجودة صيفاً لبحيرة سد 16 تشرين وفق مؤشر الجودة للاستخدام NSFWQI لعام (2013-2012)	الشكل (4-35)
78	مخطط الجودة خريفاً لبحيرة سد 16 تشرين وفق مؤشر الجودة للاستخدام NSFWQI لعام (2013-2012)	الشكل (4-36)
81	مخطط الجودة ربيعاً لبحيرة سد 16 تشرين وفق مؤشر الجودة للاستخدام NEWWQI لعام (2013-2012)	الشكل (4-37)
82	تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة الأولى مع الزمن	الشكل (4-38)
83	تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة الثانية مع الزمن	الشكل (4-39)
85	تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة الرابعة مع الزمن	الشكل (4-40)
87	تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة الخامسة مع الزمن	الشكل (4-41)

89	مخطط TN صيفاً لبحيرة سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	الشكل (42-4)
89	مخطط TN شتاءً لبحيرة سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	الشكل (43-4)
90	مخطط TP صيفاً لبحيرة سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	الشكل (44-4)
90	مخطط TP شتاءً لبحيرة سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	الشكل (45-4)
92	حرم بحيرة سد 16 تشرين	الشكل (46-4)

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
الجدول (1-1)	نظام التصنيف الخاص بمؤشر جودة المياه في بولونيا	13
الجدول (2-1)	المعايير النظامية وفق المؤشر NEWWQI	16
الجدول (3-1)	درجات جودة المياه وفق مؤشر كارلسون مع الوصف الملائم	18
الجدول (1-2)	المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في المحطة المناخية للسد	23
الجدول (2-2)	المعدلات السنوية للرطوبة في المحطة المناخية لسد 16 تشرين	24
الجدول (3-2)	المعدلات السنوية للهطولات في المحطة المناخية لسد 16 تشرين	24
الجدول (4-2)	المعدلات السنوية للسطوع الشمسي في المحطة المناخية لسد 16 تشرين	25
الجدول (5-2)	المعدلات السنوية للرياح في المحطة المناخية لسد 16 تشرين	25
الجدول (6-2)	متوسط تحاليل من المديرية عن سنيين سابقة لعينة عند جسم السد	27
الجدول (7-2)	تصنيف جودة المياه وفق المؤشر الروسي (تعديل وزارة الدولة لشؤون البيئة)	28
الجدول (1-3)	أماكن أخذ العينات وتكرارها ونوعها	36
الجدول (2-3)	تحديد كمية العينة المستخدمة لقياس BOD ₅	39
الجدول (1-4)	نتائج قياس درجة الحرارة لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	47
الجدول (2-4)	نتائج قياس PH لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	48
الجدول (3-4)	نتائج قياس EC لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	50
الجدول (4-4)	نتائج قياس العكارة لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	51
الجدول (5-4)	نتائج تحاليل DO لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	52
الجدول (6-4)	نتائج قياس النتراة لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	54
الجدول (7-4)	نتائج قياس النتريت لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	55
الجدول (8-4)	نتائج قياس الأمونيوم لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	57
الجدول (9-4)	نتائج قياس الفوسفات لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	58
الجدول (10-4)	نتائج قياس BOD ₅ لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	59
الجدول (11-4)	نتائج قياس الجرثومية لمياه سد 16 تشرين لعام (2013-2012)	61

68	تصنيفات مؤشر جودة المياه حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-12)
68	وصف جودة المياه واستخدامها حسب مؤشر الماليزي	الجدول (4-13)
69	دليل الجودة النوعي ل PH حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-14)
69	دليل الجودة النوعي ل TSS حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-15)
69	دليل الجودة النوعي ل النترا ت حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-16)
70	دليل الجودة النوعي ل COD حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-17)
70	دليل الجودة النوعي ل BOD ₅ حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-18)
70	دليل الجودة النوعي ل DO حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-19)
71	تصنيف جودة المياه للبارامتر الواحد شتاءً حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-20)
71	تصنيف جودة المياه للبارامتر الواحد صيفاً حسب المؤشر الماليزي	الجدول (4-21)
72	تصنيف مياه بحيرة سد 16تشرين وفق المؤشر الماليزي	الجدول (4-22)
76	أوزان البارامترات حسب المؤشر NSFQI	الجدول (4-23)
76	المعايير النظامية للتصنيف بحسب NSFQI	الجدول (4-24)
77	تصنيف مياه بحيرة سد 16تشرين وفق المؤشر NSFQI	الجدول (4-25)
79	الوصف المناسب لجودة المياه حسب وفق المؤشر NEWQI	الجدول (4-26)
80	تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين وفق المؤشر NEWQI	الجدول (4-27)
82	قيم الآزوت والفوسفور الكلي ونسبة TN/TP للعينة الاولى	الجدول (4-28)
83	قيم الآزوت والفوسفور الكلي ونسبة TN/TP للعينة الثانية	الجدول (4-29)
84	قيم الآزوت والفوسفور الكلي ونسبة TN/TP للعينة الثالثة	الجدول (4-30)
84	قيم الآزوت والفوسفور الكلي ونسبة TN/TP للعينة الرابعة	الجدول (4-31)
86	قيم الآزوت والفوسفور الكلي ونسبة TN/TP للعينة الخامسة	الجدول (4-32)
87	القيم الارشادية لتصنيف البحيرات حسب مستويات الإخصاب	الجدول (4-33)
88	تقييم مستويات الإخصاب في مياه بحيرة سد 16 تشرين بالنسبة (TP،TN)	الجدول (4-34)
85	نسبة المؤشر TN/TP في مياه بحيرة 16 تشرين	الجدول (4-35)

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 ربحان، سد خليفة، سد الحفة و غيرها).

وفي عام 1976 بوشر بإنشاء سد16 تشرين على النهر بالقرب من قرية قسمين واكتمل المشروع عام 1987، يقع السد على نهر الكبير الشمالي ويعد حوض الكبير الشمالي من أكبر الأحواض في المنطقة الساحلية.

تستعمل مياه بحيرة 16 تشرين حالياً لري الأراضي الخصبة الواقعة شمال وجنوب شرق مدينة اللاذقية حيث إن القسم الأعظم من هذه الأراضي يستخدم في زراعة الحمضيات والخضار والأشجار المثمرة وتبلغ مساحة الحوض الصباب من المنبع إلى المصب (1097 km^2).

تعاني البحيرة حالياً من ارتفاع مؤشرات التلوث بسبب تصريف مخلفات الصرف الصحي والنفايات الصلبة من التجمعات السكانية مما يؤثر على جودتها بشكل سلبي.

تقع بحيرة سد 16 تشرين في منطقة الشمال الغربي من أراضي الجمهورية العربية السورية على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط بمحافظة اللاذقية يبعد حوالي 20 كم شمال شرق محافظة اللاذقية، ضمن سرير مجرى النهر الكبير الشمالي والذي يقع بين كتلتين جبليتين من سلاسل جبال الساحل السوري، اذ تجاوره السلسلة الساحلية السورية من الجنوب، وكتلة البايير والبسيط من الشمال والغرب، وتبعد حوالي 16 كم عن المدينة، وتقدر سعتها التخزينية حوالي (200_210) مليون متر مكعب من المياه، وتستخدم مياه البحيرة لري الأراضي الزراعية ولتربية الأسماك، حيث تبلغ مساحة شبكات الري العائدة له حوالي 198940 هكتار.

مواصفات السد: ركامي، حجم التخزين 210 مليون متر مكعب.

الحجم المفيد: 120 مليون متر مكعب.

ارتفاع السد : 52 متر.

عرض قمة السد: 12 متر.

طول السد عند القمة: 915 متر.

عرض قاعدة السد: 240 متر.

مساحة الحوض الصباب: 1.96 كيلو متر مربع.

منسوب التخزين الطبيعي: 74.70م.

مساحة سطح البحيرة: 1120 هكتار.

طول البحيرة: 11كم.

حجم الردميات الإجمالية: 2.8 مليون متر مكعب.

أهمية البحث

نظراً لأهمية المصادر المائية الموجودة في سوريا ولتزايد 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.

وبما أن بحيرة سد 16 تشرين مورد مائي ضخم ويتم استخدامه لري مساحات واسعة من الأراضي الزراعية إلا أنه 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 توجد حتى الآن أي تحديد لمستويات جودة البحيرة وفق المواصفات السورية والعالمية التي تساعدنا في معرفة إمكانية استثمار البحيرة لأغراض الشرب.

مشكلة البحث

- 1- عدم معرفة نوعية مياه البحيرة ومستوى جودتها وفق الأسس العالمية.
- 2- عدم إمكانية استثمار مياه البحيرة لأغراض الشرب بدون معرفة جودتها ونوعيتها؟

هدف البحث

- 1- تحديد مستويات جودة مياه البحيرة .
- 2- وضع خطة لحماية وتأهيل البحيرة.

خطوات البحث :

1. دراسة نظرية مرجعية لأسس تحديد جودة مياه البحيرات العالمية واختيار الأسس المناسبة التي تناسب ظروف البحيرة المدروسة.
2. توصيف منطقة الدراسة وتحديد مصادر التلوث على الخرائط والمعلومات الجيولوجية والجغرافية والمناخية عن البحيرة والمناطق المحيطة بها بالإضافة لمعلومات عامة عن السد.

3. حساب متوسط تحاليل من المديریات ودراسات سابقة عن عشر سنين سابقة وحساب مؤشر جودة المياه لهذه البحيرة حسب هذه المعطيات.
4. تحديد مرصد أخذ العينات وأخذ عينات دورية بحيث تغطي مختلف أماكن البحيرة وإجراء التحاليل لتحديد تراكيز البارامترات التالية: (درجة الحرارة - الرقم الهيدروجيني - الناقلية الكهربائية-DO-BOD₅- شوارد النترات - شوارد الفوسفات-----).
5. دراسة وتحليل النتائج إحصائياً وتفسيرها واستخدامها لتحديد دلائل ومستويات جودة البحيرة.
6. دراسة مستويات الإخصاب لمياه البحيرة بدلالة (TP ، TN).
7. وضع خطة عملية لحماية البحيرة من التلوث.

تنظيم البحث:

تم تقسيم البحث إلى أربعة فصول على النحو التالي:

الفصل الأول: مؤشرات جودة المياه

يتضمن هذا الفصل دراسة نظرية مرجعية لأسس تحديد جودة مياه البحيرات العالمية واستعراض بعض الدراسات التي تناولت هذا الموضوع عالمياً وعربياً.

الفصل الثاني: منطقة الدراسة

يتضمن معلومات جيولوجية وجغرافية ومناخية عن البحيرة والمناطق المحيطة بها بالإضافة لمعلومات عامة عن السد.

الفصل الثالث: الدراسة المخبرية -طرائق البحث والمواد المستخدمة:

ويتضمن شرح لكل التجارب المخبرية الفيزيائية والكيميائية والجرثومية التي أجريت من أجل تحديد تركيز الملوثات في كل موقع رصد.

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

تم في هذا الفصل دراسة النتائج وتحليلها إحصائياً وتفسيرها واستخدامها لتحديد دلائل ومستويات جودة البحيرة.

المراجع

الفصل الأول

مؤشرات جودة المياه :

1- في عام 1994 أجريت دراسة لجودة المياه في بولونيا طبق فيها مؤشر لنوعية المياه حسب من النموذج

$$WQI = n \times X^2$$

التالي :

n: عدد البارامترات التي أدخلت في الحساب.

X: قيمة المؤشر الذي يؤخذ من منحنيات التقييم الخاصة [1] .

قسمت البارامترات المعتمدة الى قسمين :

أساسية تستعمل في الحساب وأخرى إضافية تدخل فقط في حال كانت قيمة مؤشر الوحدة لها أقل من WQI المحسوب للبارامترات الأساسية.

الجدول (1-1): التالي يمثل نظام التصنيف الخاص بهذا المؤشر [1] .

الوصف	الدرجة	WQI
نظيف جداً	1	75-100
نظيف	2	50-75
ملوث	3	25-50
ملوث جداً	4	0-25

2- وفي عام 1996 أجريت دراسة لجودة المياه في تركيا بهدف تقييم مياه البحيرات اعتمدت على معايير تقنية ألمانية طورت على يد (Ryding and Rast 1989).

هذه المعايير تأخذ بعين الاعتبار ما يلي :

1- اعتبار البحيرة كجزء من منطقة التصريف.

2- الأخذ بعين الاعتبار العلاقة بين نوعية المياه و مورفولوجية البحيرة .

3- التلاؤم بين كل نوع استخدام ونوعية المياه اللازمة لهذا الاستخدام.

4- البحث المفصل في حالة المغذيات في البحيرة وكذلك أثر الحمولة الخارجية على جودة المياه [2]

3- وفي عام 1998 أجرى الدكتور عادل عوض دراسة لمعرفة الأحمال الكيميائية التي يطرحها نهر الزرقاء في بحيرة سد الملك طلال في الأردن وتحري مصادر هذه الملوثات إضافة إلى تقييم قدرة النهر على التنقية

الذاتية، وتحديد درجات الجودة لها، فوجد استناداً الى معايير اعتمدت (p,N) أساساً لوضع خرائط الجودة، أن درجة جودة نهر الزرقاء هي الأسوأ أي شديد الإخصاب، وبالتالي التنقية الذاتية للنهر غير كافية [3] .

4- أجرت نعمة شريف وآخرون في عام 2000 دراسة على حوض نهر السن بينت عدم صلاحية المياه للشرب في كافة المواقع المدروسة من الناحية الكيميائية بسبب ارتفاع شوارد (NH_4 ، NO_2 ، NO_3) ومن الناحية الجرثومية لارتفاع عدد العصيات الجرثومية الغائطية عن الحدود المسموحة، وعند تحديد درجات الجودة لمياه البحيرة انطلاقاً من المغذيات (N)، (P) وجدت البحيرة مخصبة بالنسبة لمستوى الفوسفور وشديدة الإخصاب بالنسبة لمستوى النتروجين [4] .

5- قام الباحثان (jennifer and Kelly) عام 2002 بدراسة التشبع في بحيرة (city park) ذات التشبع العالي وهي بحيرة سطحية تقع في (Baton Rouge Louisiana) حيث بدأت تعاني من تكاثر الطحالب فيها وبقياء الأسماك وقد تم بذل جهد كبير من أجل استرجاع نوعية مياه البحيرة بواسطة النقاط المحار ومعالجة مياه الصرف الصحي ونتج عنها تحسينات فورية في نوعية المياه [5] .

6- قام عدد من الباحثين عام 2004 في الولايات الأمريكية، بوصف مؤشرات لجودة المياه موجودة منذ عام 1972 عندما أصدر 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 [6] .

وقد تبنت عدة منظمات عالمية، فكرة وضع مقاييس لضبط جودة المياه للاستخدام، وبالتالي أصدرت كلاً منها لتقييم نوعية المياه في البلاد، واعتمدت تلك المؤشرات على تسعة بارامترات أو أكثر، مع الأخذ بعين الاعتبار حاجة الاستخدام لهذا المصدر (شرب، زراعة، تربية، أسماك، صناعة، ----)، منها على سبيل المثال:

(BCWQI (British Columbia Water Quality Index الذي طور في وزارة البيئة في كندا والذي يعتمد على تحديد نوعية المياه حسب هدف الاستخدام [7] .

أما قسم أوريغون للبيئة فقد أصدر عام 1980 المؤشر (OWQI)، وهو يحسب بدمج قياسات ثمان بارامترات (DO -BOD₅-PH-NH₄-NO₃-TP-TSS-F.c) بالإضافة إلى تغيرات الحرارة [8] .

وفي عام 1995 طورت وكالة البيئة في فلوريدا مؤشر FWQI الذي يحسب بالاعتماد على البارامترات التالية: (TOC-COD-BOD₅-DO-TSS -Turbidity-F.c -Nutrients)، وبعد حساب FWQI تقارن بالميزان التالي (Good(50-45) -Fair (45-60) -Boor (60-90) [9] .

أما في عام 1996 طور مؤشر (WEPWQI) ضمن برنامج (WEP) في دايتون وأوهايو وقد عبر عنه بميزان تصنيف (ممتاز - جيد - معتدل - فقير) [10].

معظم تلك المؤشرات اعتمدت على مؤشر طور في الولايات المتحدة، بدعم من المؤسسة العالمية للدراسات العلمية (NSF: National Science Foundation Studies)، ووكالة حماية البيئة (EPA: Environmental Protection Studie)، وسمي (NSFWQI National Sanitation Foundation Water Quality Index)، حيث تعاون عدد من العلماء لتحديد البارامترات الأهم، لتكون معياراً للقياس في هذا المؤشر، وقد اعتمدوا البارامترات التالية: الأوكسجين المنحل - الطلب الحيوي للأوكسجين - تعداد العصيات الغائطية PH-F.C - تغيرات الحرارة - الفوسفور الكلي TP - النترات NO₃ - العكارة turbidity - المواد الصلبة المعلقة (TSS: Total Suspended Solids) [11].

إن مؤشر NSFQI، وهو أكثرها انتشاراً و هو خطوة ممتازة و أداة إدارية عامة لمعرفة نوعية المياه، و قد طبق على نطاق واسع في مناطق عدة في العالم منها الهند في عام 2009 [12]، إيران في عام 2009 [13].

إلا أن المعلومات الكافية و المستمرة عن متغيرات الماء، غير متوفرة دائماً، بالنسبة لأغلب المصادر المائية، لذلك ارتأى الباحثون و بعد مراجعة كافة المؤشرات السابقة، والنظر ملياً في كل المعلومات، تم تطوير مؤشر جودة جديد لتقييم نوعية المياه في المسطحات المائية، يكون بسيطاً و سهل التطبيق و الفهم فكان NEWWQI [22]، و قد طورت معادلته على مرحلتين:

اختيار البارامترات الداخلة في الحساب بحسب أهميتها، أي تأثير كل منها على حالة المياه، حيث طبقت تحاليل الحساسية لاختبار أداء كل بارامتر و التحقق من تأثيره، و كانت البارامترات التالية: (العكارة - الناقلية الكهربائية F.C-TP-DO) هي الأهم، وصيغت المعادلة بحيث تعطي الأولوية للأوكسجين المنحل كنسبة مئوية أي درجة الإشباع بالأوكسجين ثم الفوسفور الكلي ثم تعداد العصيات الغائطية، أما العكارة و الناقلية فكانتا أقل تأثيراً.

الشكل النهائي للمعادلة اختير بحيث يكون بسيطاً و ضمن مجال رقمي معقول لذلك أدخل أرقاماً أصغر [14].

والمعادلة أصبحت على الشكل التالي:

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

DO: الأوكسجين المنحل يؤخذ كنسبة مئوية من درجة الإشباع.

Turb: العكارة مقدرة ب NTU.

TP: الفوسفور الكلي مقدرة ب mg/l.

F.C: عدد العصيات البرازية في 100 ml.

Sc: الناقلية الكهربائية مقدرة ب $\mu S/cm$.

والجدول التالي (1-2) يمثل المعايير النظامية وفق المؤشر NEWWQI، مع الوصف المناسب حسب كل درجة [14]

الوصف	نوع الماء	الدرجة
يستخدم للشرب	مثالي الجودة	3
يستخدم للشرب في الحد الأعلى و للاستحمام في الحد الأدنى	مقبول الجودة	2-3
الماء لا يستخدم للشرب و الاستحمام، واحد أو اثنان من البارامترات يتراجع و يحتاج لمعالجة معينة	منخفض الجودة	2-1
يحتاج لمعالجة، لتحسين نوعية الماء، بالنسبة لكافة البارامترات	سيئ الجودة	1-0

ووجد هذا المؤشر [NEWWQI] بالمقارنة 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 قلل من عدد البارامترات الداخلة في الحساب، هذا المؤشر يقيم نوعية المياه للاستخدام العام، وهو يعطي أفضل النتائج ضمن الظروف الطبيعية، إلا أنه لا يستخدم للدلالة على التلوث من أثر المعادن أو السموم.

7- الباحث (Kuo) ورفاقه في عام 2007 قام باستخدام الشبكات العصبونية من أجل التنبؤ بمستويات التشبع الغذائي في بحيرات (Taiwan) وقد تمكن من الحصول على نتائج جيدة من أجل المؤشرات المدروسة [15].

وقد أجريت الكثير من دراسات التشبع الغذائي على بحيرات عالمية مختلفة من بينها دراسة Sakamoto حيث وضع علاقة بين متوسط العمق وتركيز الفوسفور الكلي والنيتروجين الكلي وتركيز الكلوروفيل في بحيرات Eia في كندا [16].

كما تبين وفق بيانات مسح الإنتاج الرئيسي للفوتوبلانكتون (البلانكتون الضوئي) في البحيرات في جميع أنحاء العالم خلال برنامج المسح العالمي لـ IBP أن الاختلافات الجغرافية من خطوط الطول والعرض والاختلافات في المناخ وفي الخصائص البيولوجية تؤدي إلى اختلاف واضح في إنتاج الفيتوبلانكتون في

البحيرات كما أن ذلك الانتاج يقل كلما ابتعدنا عن خط الاستواء وأن أشعة الشمس هي العامل الرئيس المسؤول عنها في المناطق البعيدة عنه بخلاف الأماكن القريبة عن خط الاستواء [17] .

وفي عام 1977 وجد العالم Schindler علاقة مهمة بين المعدل السنوي CHI (الكلوروفيل a) والمعدل السنوي للفوسفور الكلي في كثير من البحيرات التي تمتد من خط عرض 38S جنوب خط الاستواء إلى خط عرض 75N شماله وتبين أن الفوسفور هو العامل الرئيس الذي يحدد إنتاج الفيتوبلانكتون [18] .

وفي عام 1989 وضع العالم Vollenweider نموذجاً عاماً للتشبع الغذائي في مياه البحيرات الداخلية في العالم وضح فيه معدل الحمولة السنوية للفوسفور ومتوسط التركيز السنوي للكلوروفيل خلال دراسات التشبع OECD لـ 335 بحيرة حيث وجد أنه في أكثر من 50% من البحيرات 185 بحيرة وجد علاقة وثيقة بين إنتاج طحالب الأعلا وحمولة الفوسفور، و 27% من البحيرات دلت دراساتها على أن هناك عوامل أخرى غير الفوسفور تضبط إنتاج تلك الطحالب وتبين أن في أميركا أن 70% من البحيرات Eutrophic (مخصبة) و 7% منها (قليلة المغذيات) Oligotrophic أما في كندا 12% Eutrophic و 73 % Oligotrophic (أما بالنسبة لبحيرة Washington فهي مثال نموذجي للتشبع الغذائي فقد كانت من صنف Oligotrophic ومع ازدياد عدد السكان فإن البحيرة تلقت كميات متزايدة من مياه الصرف الصحي الخام إلى أن وضع نظام لتحويله في عام 1930 وفي عام 1941 بنيت محطات معالجة لمياه الصرف على طول مصبات الأنهار الداخلة إلى البحيرة التي أدت إلى تخصيصها، إضافة إلى مياه الصرف الناتجة عن خزانات التعفن والتي كانت تلقى في البحيرة الذي نتج عنها ازدياد في كتلة طحالب الأعلا، وفي عام 1957 كانت المساهمة النسبية لمصادر الصرف الصحي إلى إجمالي فوسفور البحيرة 56% وأصبحت 75% في عام 1963 وقد استعادت البحيرة وضعها في عام 1968 بفضل بعض الإجراءات المتخذة والتي استمرت 5 سنوات وكان أهمها تحويل مياه الصرف الصحي عنها [19] .

أما بالنسبة للبحيرات العظمى في مقاطعة Laurentien التي تعد من المصادر الرئيسة للمياه العذبة في أمريكا وكندا أدى التزايد السكاني والنشاط الزراعي والصناعي في حوض تلك البحيرات في بداية القرن العشرين إلى تراجع ملحوظ في نوعية المياه [20] .

8- وفي عام 2008 حظيت مشكلات الإثراء الغذائي باهتمام بالغ في تايوان وذلك لإرتباطها بنوعية مياه الشرب وقد تمت دراسة حل مشاكل الإثراء الغذائي وجودة المياه الراكدة عبر استخدام برمجيات حسابية لحساب معدل إزالة العناصر الغذائية المتحكممة بالإثراء الغذائي خلال موسم الجفاف حيث استخدمت تقنية نيوتن المكررة لحل المعادلات اللاخطية لبحيرات جنوب تايوان وتمت دراسة حلول عديدة للتحكم بزيادة

العناصر الغذائية كان أكثرها اقتصاداً معالجة مياه الصرف الصحي التي تصب في نهر كيونج من أجل تحسين جودة المياه [21] .

9- وفي عام 2008 تم تقييم حالة الإشباع في بحيرة أوليوبات في منطقة مرمرة وهي من أكثر البحيرات المنتجة في تركيا والسبب يعود الى المخاوف من النتائج المترتبة من عملية الصرف، إن دراسة حالة التشبع للبحيرة تمت خلال فترة من شباط 2003 الى كانون الثاني 2004 وتم قياس (SD، TP، TN، كلوروفيل) بشكل شهري وفي خمس مناطق وتم حساب مؤشر كارلسون وفق العلاقات التالية:

$$TSI(SD)=60-14.41 \ln(SD)$$

$$TSI(CHL)=9.81 \ln(CHL)+30.6$$

$$TSI(TP)=14.42 \ln(TP)+4.15$$

قيمة TP، CHL مقدرة بـ mg/m^3 وقيمة SD مقدرة بـ m

وإن القيم المتوسطة لـ TSI(TP) و TSI(CHL) و TSI(SD) كانت 70.3 - 59.28 - 90.18 على التوالي

الجدول (1-3): درجات جودة الماء وفق مؤشر كارلسون مع الوصف الملانم لكل درجة [22]

الوصف	TP µg/L	SD M	Chl µg/L	TSI
(قليلة الإخصاب) Oligotrophy	<6	>8	<0.95	<30
قاع البحيرات الضحلة فقط منعدمة الأوكسجين	6-12	8-4	0.95-2.6	30-40
(معتدلة الإخصاب) Mesotrophy	12-24	4-2	2.6-7.3	40-50
(مخصبة) Eutrophy	24-48	2-1	7.3-20	50-60
طحالب خضراء طافية، مشاكل ميكروبية	48-96	0.5-1	20-56	60-70
كثافة في الطحالب و الأحياء الدقيقة: (شديدة الإخصاب) Hypereutrophy	96-192	0.25-0.5	56-155	70-80
كثافة في الطحالب، بعض الأحياء الدقيقة	192-384	<0.25	>155	>80

حيث صنفت البحيرة كبحيرة مشبعة اعتماداً على المؤشرين TSI(CHL) و TSI(SD) 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 الدمار للبحيرة كما حددت الدراسة النتريت المقترح للبحيرة وتم تحديد قيم الفوسفور الداخل [22] .

10- وفي عام 2010 قام الباحث (ozkundakci) بدراسة بحيرة (okaro) في نيوزيلاندا وقد تم تطبيق إجراءات للتحكم في حمولة الفوسفور الخارجة والداخلية إلى البحيرة بواسطة إنشاء حرم للبحيرة لتخفيض حمولة الفوسفور بالإضافة إلى استخدام نوع معدل من الزيولايت لإنقاص الحمولة الداخلية لها وقد أدت هذه الإجراءات إلى إنقاص الحمولة بنسبة 41% خلال أربع سنوات [23] .

11- وفي عام 2010 قامت المهندسة رندى قواف بدراسة مؤشرات تلوث المياه المسببة للإثراء الغذائي في بحيرة سد الثورة في اللاذقية، وربطها بمصادر التلوث المتمركزة على ضفاف البحيرة فوجد أنها مخصبة بالنسبة للفوسفور الكلي ومتوسطة الإخصاب بالنسبة للكلوروفيل وعمق سيثي وشديدة الإخصاب بالنسبة للنيتروجين الكلي [24] .

12- وفي عام 2010 تم تطبيق مؤشرات جودة المياه في بحيرة دوكان بمنطقة كردستان في العراق حيث تم استخدام عشر بارامترات (PH- BOD₅ -DO- عكارة- ناقلية كهربائية- قساوة - قلوية - صوديوم- نترات- نترت) وقد تم أخذ العينات من ثلاث نقاط وتم حساب مؤشر جودة المياه وفق الخطوات التالية :
الخطوة الأولى: خصص لكل بارامتر من بارامترات العشرة وزن ((AWi)) يتراوح من 1 الى 4 حيث يعتمد على الخبرة الجماعية التي تأخذ من دراسات مختلفة، على اعتبار أن العدد 1 يعتبر أقل أهمية والعدد 4 يعتبر أكثر أهمية.

أما الخطوة الثانية :تم حساب الوزن النسبي لكل بارامتر وفق المعادلة التالية:

$$\sum RW = AWi / \sum AWi$$

حيث RW:الوزن النسبي.

AWi:الوزن المخصص لكل بارامتر.

الخطوة الثالثة :يتم حساب مقياس تقدير النوعية Qi لكل بارامتر محسوب وفق العلاقة التالية:

$$Qi = (ci/si) * 100$$

ماعدا pH ، DO فإن Qi تحسب وفق العلاقة التالية :

$$Qi = ((ci-vi)/(si-vi) * 100)$$

حيث إن Qi :نسبة النوعية.

Ci:قيمة البارامتر محسوبة من التحليل المخبري.

Si:القيمة المسموحة للبارامتر وفق المواصفة القياسية العراقية.

Vi:القيمة المثالية المعتبرة وهي PH = 7 و DO=14.6

الخطوة الرابعة:يتم حساب مؤشر جودة المياه وفق العلاقات التالية :

$$SIi = RW * Qi$$

$$WQI = \sum SI_i$$

وإن قيم WQI المحسوبة تصنف حسب:

$WQI > 50$ نوعية مياه ممتازة .

$WQI = (50-100)$ نوعية مياه جيدة.

$WQI = (100-200)$ نوعية مياه فقيرة.

$WQI = (200-300)$ نوعية مياه فقيرة جداً.

وإن قيم WQI كانت 53.18 خلال عام 2000 وكانت 101.26 خلال عام 2009 ووفق القيم المحسوبة صنفت المياه على أنها جيدة خلال الأعوام 1978-1979-1980-1999-2000-2008 وعلى أنها مياه فقيرة خلال عام 2009 [25] .

13- وفي عام 2011 قامت المهندسة عبلة مجبور بإجراء تحاليل دورية فيزيائية - كيميائية و جرثومية لمياه بحيرة سد بلوران في اللاذقية في أربعة مواقع على البحيرة وتبين أنها غير صالحة للشرب [26] .

14- وفي عام 2011 تم ادارة جودة المياه لبحيرة تمساح في مصر باستخدام برنامج JIS، حيث تم أخذ 12 منطقة وتم قياس 12 بارامتر كيميائي- فيزيائي وهي (pH- الناقلية- العكارة - القساوة الكلية- القساوة المغنيزية- القساوة الكلزية- المواد الصلبة المنحلة- كلورايد- القلوية- السولفات- نترات- حديد- أوكسجين منحل- فوسفات- هيدروكربون نفط كلي- ملوحة- مواد صلبة كلية) وتم حساب مؤشر جودة المياه وفق العلاقات التالية :

$$AWQI = \sum q_i / n$$

$$WQI = \sum q_i$$

$$q_i = 100(v_i/s_i)$$

حيث n: عدد البارامترات.

V_i : القيمة المقاسة لكل بارامتر.

S_i : القيمة المعيارية لكل بارامتر.

وبناء على نتائج AWQI تم تصنيف البحيرة الى أربع مجموعات:

$AWQI = (0-100)$ نوعية المياه جيدة.

$AWQI = (100-150)$ نوعية المياه متوسطة الجودة.

$AWQI = (150-200)$ نوعية مياه سيئة.

$AWQI$ أعلى من 200 نوعية مياه سيئة جداً.

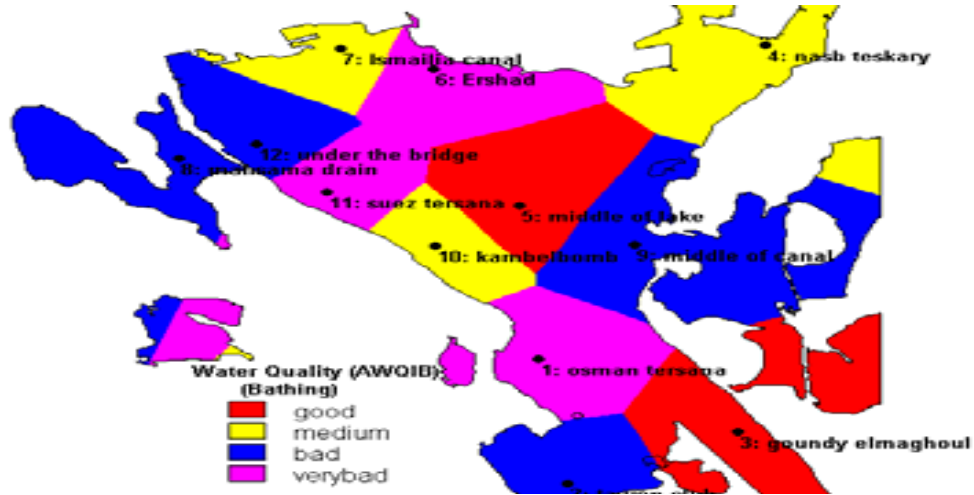
أما الخريطة الأساسية للبحيرة تتضمنت ثلاث طبقات باستخدام برنامج JIS: طبقة النقاط :تتضمن المواقع التي تم أخذ العينات منها.

طبقة المضلعات: تتضمن جسم البحيرة.

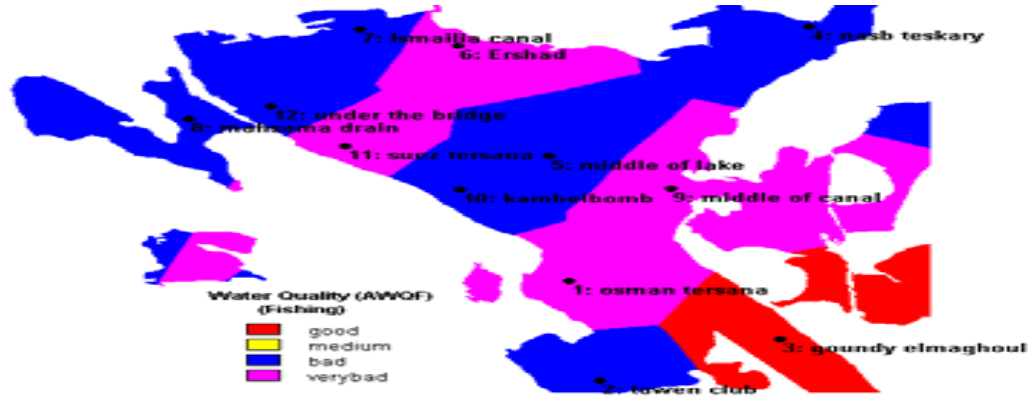
طبقة مصادر التلوث: تتضمن مواقع الصرف الصحي والصناعي التي تصرف في البحيرة [27]
وتظهر الأشكال التالية (1-1) و (2-1) و (3-1) و (4-1) مستوى نوعية المياه المناسبة لكل استخدام
باستخدام برنامج JIS:



الشكل: (1-1) يظهر مستويات جودة مياه البحيرة وفق المواصفات القياسية المصرية [27]



الشكل: (2-1) يظهر مستويات جودة مياه البحيرة وفق المواصفات الأوروبية من أجل استخدامها للسباحة وللنشاطات الترفيهية (AWQIM) [27]



الشكل: (3-1) يظهر مستويات جودة مياه البحيرة وفق المواصفات الأوروبية (AWQIFS) [27] .



الشكل (4-1): يظهر مستويات جودة البحيرة وفق المواصفات الأوروبية (AWQIS) من أجل استخدامها لصيد السمك [27] .

الفصل الثاني

منطقة الدراسة

الموقع والخصائص المناخية :

2-1- الموقع :

تقع بحيرة سد 16 تشرين في منطقة الشمال الغربي من أراضي الجمهورية العربية السورية على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط بمحافظة اللاذقية تبعد حوالي 20 كم شمال شرق محافظة اللاذقية، ضمن سرير مجرى النهر الكبير الشمالي والذي يقع بين كتلتين جبليتين من سلاسل جبال الساحل السوري، إذ تجاوره السلسلة الساحلية السورية من الجنوب، وكتلة البايير والبسيط من الشمال والغرب، وتبعد البحيرة حوالي 16 كم عن المدينة، وتقدر سعتها التخزينية حوالي (200_210) مليون متر مكعب من المياه، وتبلغ مساحة المسطح المائي بحدود (11.2) كم².

2-2- المناخ :

توضح الجداول (1-2)، (2-2)، (3-2)، (4-2)، (5-2) المعدلات السنوية لدرجات الحرارة، للرطوبة، الأمطار، السطوع الشمسي، الرياح على التوالي في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين.

2-2-1- درجة الحرارة :

إن المناخ السائد في المنطقة متوسط، حيث تتراوح درجة الحرارة ضمن المجال $C^0(10-29)$ ويتميز مناخ المنطقة برطوبة مرتفعة طوال العام حيث تتراوح ضمن المجال (65-80%)، وبالتالي يسود المنطقة بشكل عام مناخ البحر المتوسط.

الجدول (1-2): المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين [28]

محطة الرصد	السنة	المعدل السنوي (درجة مئوية)
سد 16 تشرين	2004	11.2
	2005	18.8
	2006	18.5
	2007	19.1
	2008	19.1
	2009	19.1
	2010	20.2
	2011	18.3
	2012	18.2

الجدول(2-2):المعدلات السنوية للرطوبة في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين [28] .

محطة الرصد	السنة	الرطوبة %
سد 16 تشرين	2004	66
	2005	67.6
	2006	67.8
	2007	64.9
	2008	61.6
	2009	66.5
	2010	65
	2011	69
	2012	67.1

2-2-2 الأمطار :

تتميز المنطقة بغزارة هطولات الأمطار ، حيث تتوزع الهطولات المطرية بدءاً من شهر تشرين الثاني إلى شهر نيسان بمعدلات متباينة، يهطل معظمها في الفترة مابين شهر كانون الأول وشباط والقليل منها خلال شهري تشرين الأول وتشرين الثاني وشهري آذار ونيسان، يتراوح معدل الهاطل المطري ما بين (500-1200) ملم سنوياً كما يبين الجدول (2-3)،ومن النادر أن تحصل هطولات في أشهر الصيف.

الجدول(3-2):المعدلات السنوية للهطولات في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين [28] .

محطة الرصد	السنة	المعدل السنوي (mm)
سد 16 تشرين	2005	1141.5
	2006	755
	2007	800.5
	2008	662
	2009	1176.5
	2010	638
	2011	1003.5
	2012	1100.5

2-2-3 التبخر :

يعد التبخر من العناصر الهامة للتوازن المائي، ويحصل في الظروف الطبيعية من سطوح المياه والثلج والتربة ومن أوراق النباتات نتيجة فعل الإشعاع الشمسي، ويتميز كل سطح تبخر بخصائص عدة تؤثر على عملية التبخر، فمثلاً يتعلق التبخر من سطح المياه بظروف الطقس السائدة في المنطقة كنقص رطوبة الهواء، درجة حرارة سطح التبخر، نوع الغطاء النباتي، ومساحة انتشاره وتضاريس المنطقة، عمق توضع سطح

المياه، درجة ملوحة المياه، عوامل اصطناعية كالسدود وأقنية الري والصرف وغيرها، وتشير الدراسة التي قامت بها محطات المراقبة في اللاذقية بأن القيمة الوسطية السنوية للتبخر من السطوح المائية الحرة تبلغ (1300) ملم، ويلاحظ أن ارتفاع هذه القيمة مرتبط بارتفاع معدل الإشعاع الشمسي الذي تتعرض له المنطقة.

الجدول(2-4): المعدلات السنوية للسطوع الشمسي في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين [28] .

محطة الرصد	السنة	السطوع الشمسي (hour)
	2005	7.9
	2006	7.8
	2007	7.9
	2008	8.4
	2009	7.8
	2010	7.9
	2011	7.7
	2012	7.8

2-2-4 الرياح:

تتأثر منطقة الساحل السوري برياح تختلف جهة حركتها باختلاف فصول السنة، حيث تكون الرياح السائدة شرقية وشمالية شرقية خلال الفصل البارد من السنة، وتتبدل لتصبح جنوبية وجنوبية غربية في الفصل الحار، وتتراوح السرعات القصوى للرياح في المنطقة ضمن المجال (25-30) (م.ثا⁻¹) أو أكثر كما يبين الجدول (2-5) المعدلات السنوية للرياح في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين.

الجدول(2-5): المعدلات السنوية للرياح في المحطة المناخية التابعة لسد 16 تشرين [28] .

محطة الرصد	السنة	سرعة الرياح
سد 16 تشرين	2004	3.9
	2005	3.1
	2006	4.1
	2007	2.9
	2008	2.9
	2009	2.7
	2010	2.8
	2011	2.4
	2012	2.9

2-3: الخصائص الجيولوجية والغطاء النباتي:

تنتشر على ضفاف النهر من المنبع وحتى سد 16 تشرين غابات تغطي حوالي (85%) من المساحة العامة، وذلك في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية حيث تنمو أشجار السنديان والبلوط والصنوبر والشوح، أما في المناطق التلالية المحيطة بالبحيرة فتنشر بشكل رئيس زراعة التبغ إضافة إلى أشجار الفاكهة المتنوعة كالتفاح والخوخ والتين والإجاص.

والمورد الأساسي لمياه البحيرة هو مياه نهر الكبير الشمالي ومياه الينابيع بالإضافة إلى المسيلات المطرية، وقاع البحيرة حصوي وصخري فقير جداً بالنباتات باستثناء بعض أنواع الفصيلة الضفدية (Ranunculaceae).

أما بالنسبة لجيولوجية المنطقة فهي تعد من أعقد المناطق الجيولوجية في سورية على الإطلاق نتيجة للتشويش الكبير الذي أصاب مقاطعها، حيث تتميز ستراتيجرافية المنطقة بشكل عام بوجود تشكيلات جيولوجية تعود إلى الكريتاسي العلوي والبالوجين والنيوجين والرباعي، وقد قام الخبراء الروس بدراسة لجيولوجية المنطقة وفيما يلي أنواع الصخور المنتشرة في منطقة الدراسة:

1- زمرة من الاندفاعات الأساسية Basic، والطف يتضمن اندساسات تحت بحرية من الغابرو.

2- صخور اندساسية ذات تركيب أساسي Ultra basic .

3- تشكيلة بركانية - رسوبية مكونة من اندفاعات أساسية ومتوسطة، وطف، ومن صخور رسوبية مثل الصخور الغضارية Argillics والسيليكاتية Silicates، وصخور الشعاعيات Radiolarites، والحجر الكلسي.

5- اندساسات صغيرة من النيفيلين - سيانيت.

يتميز منخفض نهر الكبير الشمالي بتوضعات تعرضت للحت والتعرية بشدة، وبعد هذا المنخفض حلقة وصل بين كتلة البسيط الناهضة، والسفح الشمالي الغربي لنهوض الجبال الساحلية. وفي زمن الميوسين الأوسط حدث نهوض شديد للمنطقة له علاقة بتشكيل الغاب وبالفوالق القاطعة للجبال الساحلية أدى هذا النهوض إلى تشكل بعض الفوالق في منطقة الدراسة إضافة إلى فوالق قديمة تعود إلى عمر المايستريخت.

ومما سبق نجد أن منطقة الدراسة تشكل منخفضاً بين كتلتين، الكتلة الشرقية وتتألف من رسوبيات النيوجين المولاسية، حيث لا تلاحظ في هذه الكتلة آثار فالقية، بينما تظهر آثار طمي محلية صغيرة، والكتلة الغربية المؤلفة من توضعات المايستريخت والبالوجين الكلسية الغضارية الحوارية المتطبقة أحياناً، تقطعها مجموعة من الفوالق الرئيسية والثانوية، وتتميز عن الكتلة الشرقية بارتفاعها طبوغرافياً، مما أدى إلى تشكيل

لاحق لتوضعات الرباعي المؤلفة من الكونغلوميرا الحصوية المارلية، والرملية في المنطقة وذلك نتيجة لعوامل الحث المؤثرة على المنطقة المحيطة، وعلى الصخور الأفيوليتية الواقعة شمال منطقة الدراسة.

2-4- حساب متوسط التحاليل عن عشر سنين سابقة وحساب قرينة الجودة :

تم أخذ تحاليل سابقة لمياه السد حيث كان يؤخذ عينات من جسم السد وقد قمت بحساب المتوسط السنوي لنتائج تحاليل مديرية الموارد المائية ومديرية البيئة ورسالة الطالب ضياء في المعهد العالي لبحوث البيئة وقد قمت بحساب مؤشر جودة المياه عند جسم السد لمتوسط السنوات العشر السابقة بناءً على دراسة وزارة الدولة لشؤون البيئة بعنوان دلائل جودة المسطحات والمجاري المائية في سورية، وتوضح الأشكال (2-1)، (2-2)، (3-2)، (4-2)، (5-2)، (6-2) متوسط تغير PH، درجة الحرارة، النترت، العكارة، الفوسفات، الأوكسجين المنحل وتم كذلك حساب مدة البقاء للبحيرة [28] والنتائج مبينة في الجدول (2-6) التالي:

الجدول (2-6) متوسط نتائج تحاليل من مديريات عن عشر سنين سابقة لعينة عند جسم السد [28]

المتوسط	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
20.4	22.4	21.3	20	20.9	17.38									درجة الحرارة
7.87	7.61	7.8	7.47	7.83	7.87	8.18	8.07	7.94	7.84		7.51	8.25	8.12	pH
0.0273	0.01	0.0243	0.016	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04			0.06	0.04	No ₂
2.55	3.56	1.09	0.2	1.87	2.55	2.03	2.76	2.67	3.48			5.27		No ₃
1.21	0.04	0.31	0.45	0.26	0.375	0.039	0.05	0.01	0.07		12.54	0.281	0.043	PO ₄
5.1	4.16		2.1	13.3	5.9			5.32	2.48			3.09	4.46	عكارة
7.43	7.69	9.64	5.5	6.9										Do
4.43	4.43													BOD5
46		23	12	102										عصيات
56.13		86.6	19.5	88	30.4									اللون
12.83		29	10.5	2.3	9.5									COD
0.194		0.033	0.087	0.033	0	0.01	0.05		1.4			0	0.14	NH ₄
493	477	418	449	589	534									EC
0.01								0.02				0		NH ₃
		306		321	279	303	276	240	254	305	310	271	263	قساوة كلية
237.2	239	225	231	225	266									TDS
18.5	30	16	4.5	14	14									TSS

الجدول (2-7): التصنيف وفق المؤشر الروسي (تعديل وزارة الدولة لشؤون البيئة)[11]

التصنيف العام	قرينة الجودة
ملوثة جداً (سيئ)	1-29
ملوثة نسبياً (متوسط)	30-59
نقية نسبياً (جيد)	60-89
فائقة النقاوة (ممتاز)	>90

وقد تم احتساب دلائل الجودة النوعي وفق المعادلات التالية :

$$BDO=100(1-(10.52-DO(1))/(10.52-4))$$

حيث DO1:القيمة المقاسة مخبرياً.

10.52:القيمة المرجعية الأفضل المعتمدة للمعيار DO حيث تمثل هذه القيمة حد الإشباع للماء بالأوكسجين بالضغط الجوي النظامي عند درجة حرارة 13 مئوية التي تمثل معدل درجة حرارة مياه المسطحات في سورية خلال الفصل البارد حيث تعتمد هذه المواصفة حالة المياه الأقرب إلى النقاوة التامة والمشبعة بالأوكسجين المنحل أساساً لتحديد القيم الأفضل للمعايير النوعية الداخلة في تكوين قرينة الجودة كما تم اعتماد هذه القيم بالاستئناس بمجموعة المواصفات القياسية السورية والعالمية ذات الصلة.

4:القيمة المرجعية الأسوأ المعتمدة للمعيار DO

$$BBOD_5=100(1-(0-BOD(1))/(0-30))$$

$$BCOD=100(1-(0-COD(1))/(0-75))$$

$$BTSS=100(1-(0-TSS(1))/(0-80))$$

$$BTDS=100(1-(0-TDS(1))/(0-1200))$$

$$BPO_4=100(1-(0-PO_4(1))/(0-1.5))$$

$$BNO_3=100(1-(0-NO_3(1))/(0-50))$$

$$BF.c.=100(1-(0-F.c.(1))/(0-2500))$$

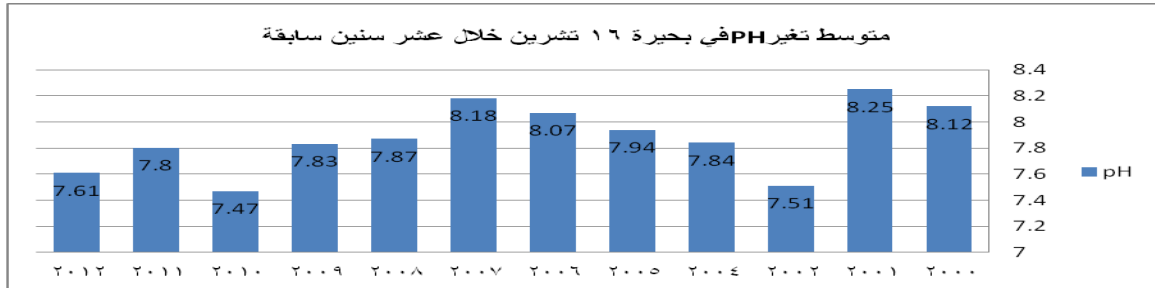
تحسب قرينة الجودة كحاصل جمع جداءات دلائل الجودة النوعي المحسوب وفق المعادلات السابقة

بمعاملات التثقيل النوعية للمعايير الداخلة في تكوين قرينة الجودة وفق المعادلة التالية[11] :

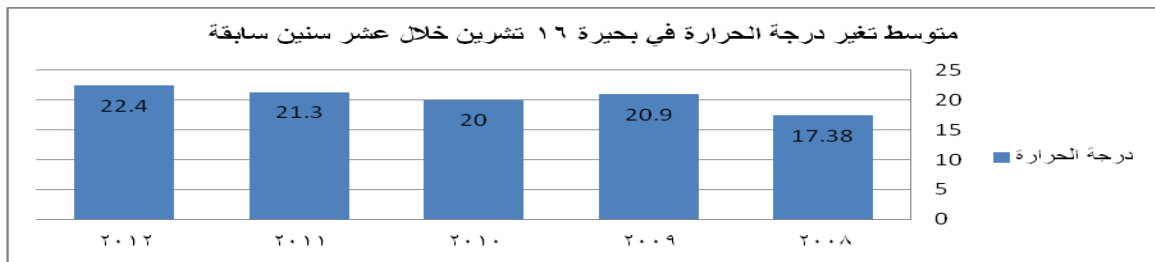
$$WQI = \sum B \cdot W$$

$$WQI = (0.1 \cdot 92) + (0.16 \cdot 52.61) + (0.12 \cdot 85.23) + (0.12 \cdot 82.9) + (0.08 \cdot 76.88) + (0.08 \cdot 80.23) + (0.09 \cdot 19.33) + (0.09 \cdot 94.9) + (0.16 \cdot 98.16) = 76.35$$

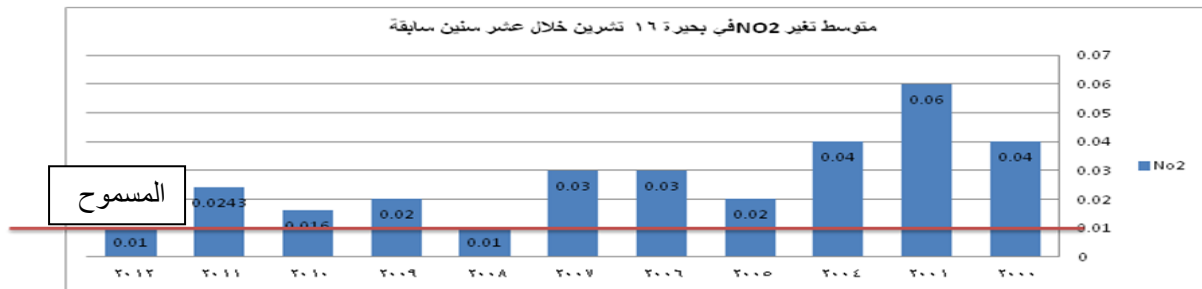
المياه نقية نسبياً تصلح مبدئياً لمعظم الاستخدامات



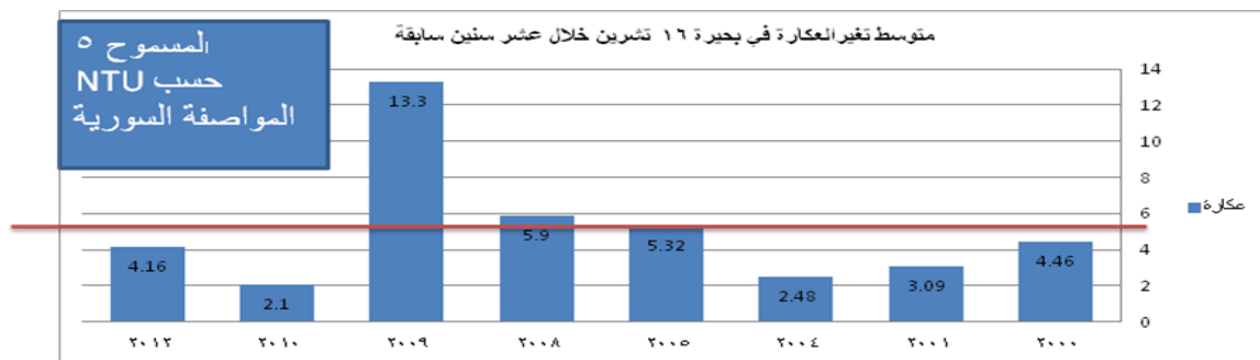
الشكل (1-2): متوسط تغير PH في بحيرة سد 16 تشرين خلال عشر سنين سابقة.



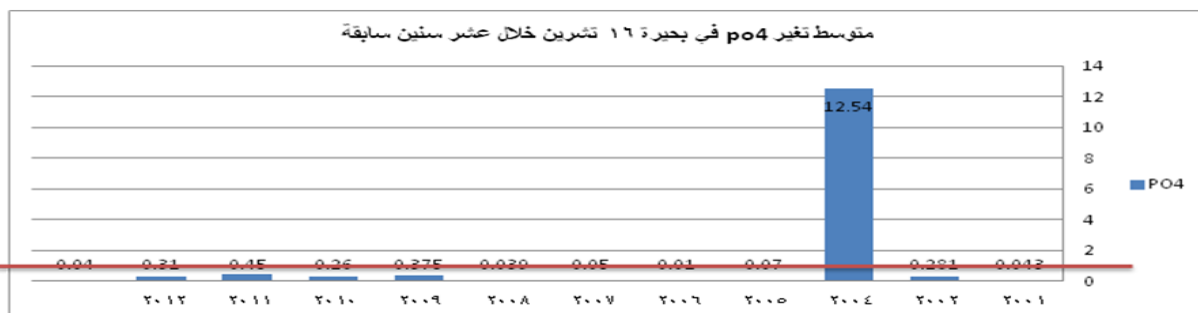
الشكل (2-2): متوسط تغير درجات الحرارة في سد 16 تشرين خلال السنوات السابقة.



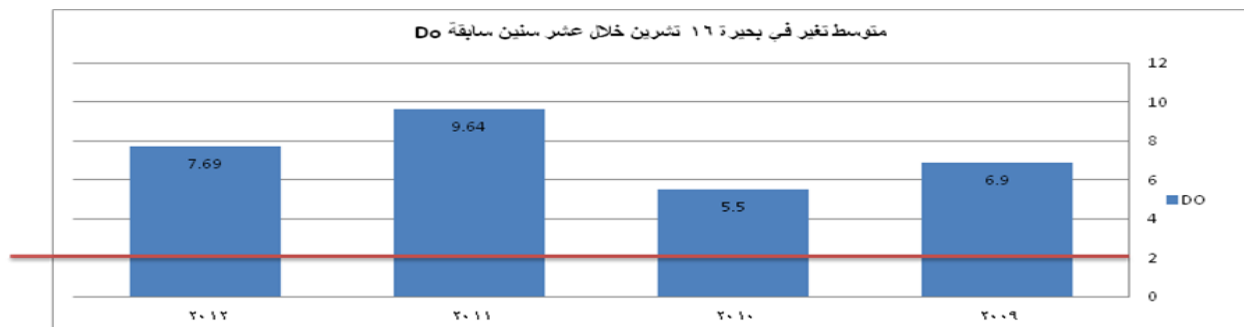
الشكل (3-2): متوسط تغير تركيز النترت في سد 16 تشرين خلال السنوات العشر السابقة.



الشكل (2-4): متوسط تغير العكارة في سد 16 تشرين خلال السنوات السابقة.



الشكل (2-5): متوسط تغير تركيز الفوسفات في سد 16 تشرين خلال السنوات السابقة.



الشكل (2-6) : متوسط تغير تركيز الأوكسجين المنحل في سد 16 تشرين خلال السنوات السابقة.

من المخططات السابقة نجد أن هناك فروقاً كبيرة بين السنوات حيث ازدادت درجة الحرارة 5 درجات مئوية من 2008 إلى 2012 والسبب يعود إلى أن العينات لم تؤخذ في أزمنة متماثلة وأخذت من قبل أشخاص مختلفين في ظروف تخزين مختلفة كذلك هناك عوامل كثيرة تؤثر كالرياح وساعة أخذ العينات والطقس وهذا لا يسمح بإجراء مقارنة دقيقة كما أنها أخذت لنقطة واحدة وهذا لا يعطي تقييماً

للبحيرة لذلك سوف يتم في هذا البحث أخذ العينات في أزمنة متماثلة وبنفس المراصد حتى يتم إجراء مقارنات على مدى السنين القادمة وتقييم جودة المياه بشكل دقيق.

2-5 حساب مدة البقاء للبحيرة :

$$t = V/Q$$

حيث V : متوسط حجم البحيرة m^3

Q : غزارة المياه m^3/yer

من ملحق جداول تخزين بحيرة سد 16 تشرين [ملحق 2] نحسب المتوسط السنوي لتخزين البحيرة من العلاقة :

$$V = \sum V_i / 12$$

حيث $V_1, V_2, V_3, \dots, V_{12}$ متوسط حجم التخزين الشهري للبحيرة بدءاً من شهر نيسان 2012 إلى شهر آذار 2013 على التوالي :

$$V = (212.8268 + 211.02494 + 191.2273 + 177.50407 + 149.35071 + 122.95923 + 107.20327 + 114.4444 + 189.77472 + 207.02834 + 213.68511 + 213.177) * 10^6 / 12$$

$$V = 175850490.8 m^3$$

ونحسب أيضاً التدفق السنوي من ملحق جداول تخزين البحيرة [ملحق 2] حسب العلاقة :

$$Q = \sum Q_i$$

حيث $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_{12}$ الغزارات الشهرية المسجلة بدءاً من شهر نيسان 2012 إلى شهر آذار 2013:

$$Q = (6.032 + 23.278 + 87.88 + 11.398 + 5.084 + 26.095 + 26.988 + 27.667 + 18.756 + 11.41 + 1.144 + 17.726) * 10^6$$

$$Q = 255.2755 * 10^6 m^3/yer$$

فيكون زمن البقاء الهيدروليكي :

$$t = 0.6675 year$$

2-6 الوضع البيئي والتلوث في البحيرة :

2-6-1 الوضع البيولوجي

تتميز بحيرة 16 تشرين بأهمية اقتصادية كبيرة، وذلك من خلال الحجم الكبير والواسع للمسطح المائي، لذا سعى الباحثون لإجراء العديد من الاختبارات التي تهتم بتصنيف المياه والاهتمام بمدى جودتها، ومنها

الدراسة البيولوجية لما يشكله التركيب الحيوي في الأوساط المائية من أهمية كبيرة للكائنات الحية التي تعيش فيها، إضافة إلى أهمية هذه الكائنات من الناحية الاقتصادية والصحية، والعلمية والبيئية.

تؤكد الدراسات العلمية التي جرت على المنطقة مثلاً: في الدراسة البيئية والتصنيفية لرخويات الماء العذب إلى الأهمية الكبيرة للرخويات في المجتمع الحيوي حيث يعيش قسم كبير منها في أوساط المياه العذبة، وبالتالي تكتسب رخويات المياه العذبة أهمية اقتصادية، وعلمية، وصحية، وبيولوجية وبيئية عالمية. تشير الدراسة إلى وجود بعض الأنواع من الرخويات:

Melanopsis praemorsa و *Theodoxus flolviatilis* في البحيرة، وهذه الأنواع تغيب كلياً من الموقع إذا قلت نسبة الأوكسجين، أو إذا زادت نسبة الملوثات العضوية، وبالتالي فهي مؤشرات لنقاوة الماء وغناه بالأوكسجين.

وتوضح الدراسة البيئية والتصنيفية للعوالق الحيوانية التي جرت على المنطقة، الدور الرئيس والهام للعوالق الحيوانية في النظام البيئي حيث تشكل حلقة الوصل الأساسية بين المنتجين (العوالق النباتية) والمستهلكين من الكائنات الكبيرة ذات الأهمية الاقتصادية كالأسمك، بالإضافة على أنها تشكل جزءاً مهماً من المجمع الحيوي في المياه العذبة. تشير الدراسة إلى التنوع الكبير للعوالق الحيوانية في البحيرة حيث تم تحديد 17 جنساً و 31 نوعاً تابعاً لشعبة الدوارات ومنها: *Rotaria* *Tichotria*، كما تم تحديد 13 جنساً و 17 نوعاً تحت نوع واحد من القشريات متفرعات القرون ومنها: *Pleuroxu*، *Leydigia*، *Graptoleberis*، وتم تحديد 10 أجناس، و 13 نوع من القشريات مجذافيات الأرجل منها: *Paracylops*، *Mesochra*، *Osphranticum*. كما تؤكد الدراسة بأن مجذافيات الأرجل تكون أكثر انتشاراً في الأماكن النظيفة، ووجودها بكثرة في منطقة يدل على نظافة مياهها من الملوثات [28].

يمكن حصر الملوثات التي تصل الى البحيرة بمايلي :

1- تلوث ناتج عن التسرب من الحفر الفنية المقامة عشوائياً في التجمعات السكنية حول البحيرة هي

(قسمين - عين البيضاء - مشقيتا - البهلولة).

2- تلوث ناتج عن المنشآت السياحية المحلية والموسمية الملاصقة لحرم البحيرة حيث توجد المطاعم

في المناطق التالية: يوجد على رافد نهر الأسود 5 مطاعم وفي منطقة عين البيضاء 2 مطعم

والطارقية والصفصاف 4 مطاعم والقرامة مطعم والرسنتين مطعم وقسمين 4 مطاعم والبهلولية

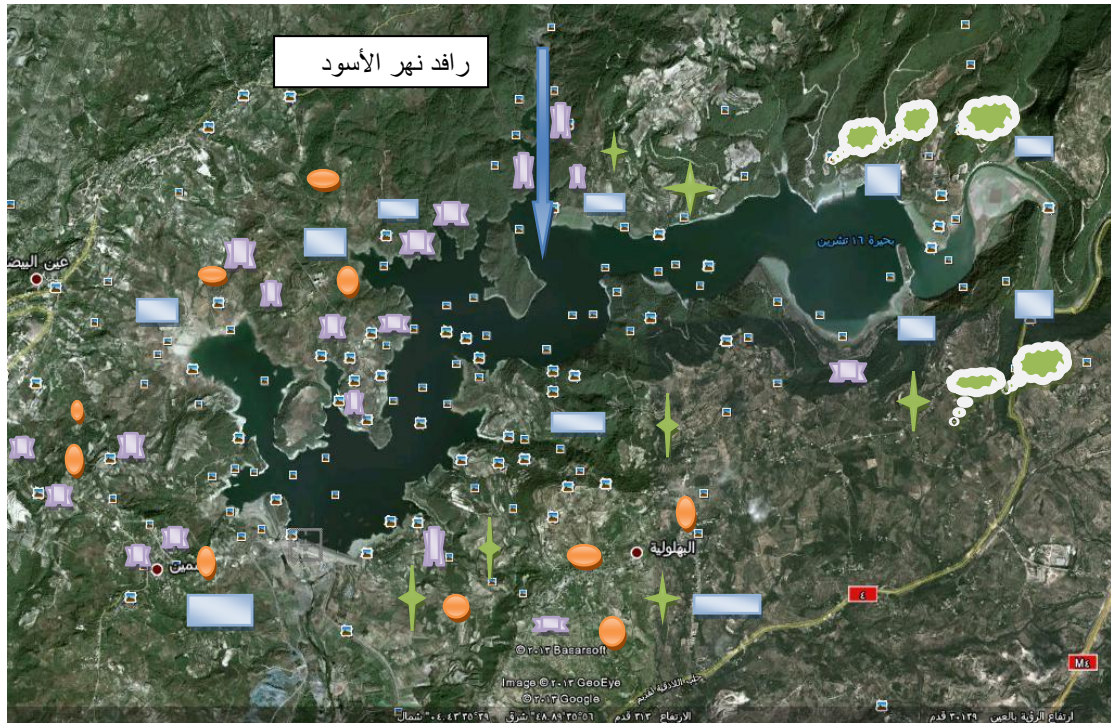
مطعمين.

3- تلوث ناتج عن رمي المخلفات الصلبة حول البحيرة.

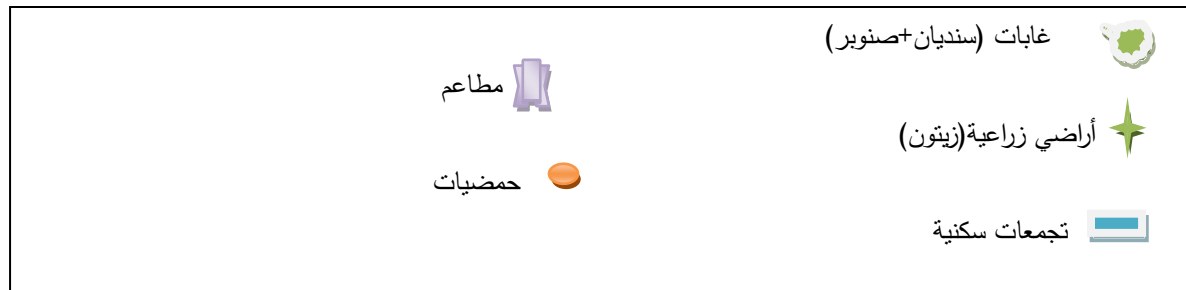
4- تلوث ناتج عن النشاط السكاني والحيواني عند أطراف البحيرة.

5- تلوث ناتج عن مياه الأمطار وما تحمله معها من ملوثات بالجريان السطحي قبل أن تصب في البحيرة خاصة من الأراضي الزراعية التي توجد في القرى المناطق التالية : قسمين وعين البيضاء ومشقينا أراضي حمضيات وفي قرية البهلولية أراضي زيتون وليمون وفي مناطق سفكون وغمام وزغارو توجد غابات السنديان والصنوبر.

ولقد اوردنا مجموعة من الخرائط والصورفي الأشكال(7-2)، (8-2)، (9-2)، لايضاح موقع البحيرة والمناطق المحيطة بها وهي كالتالي :



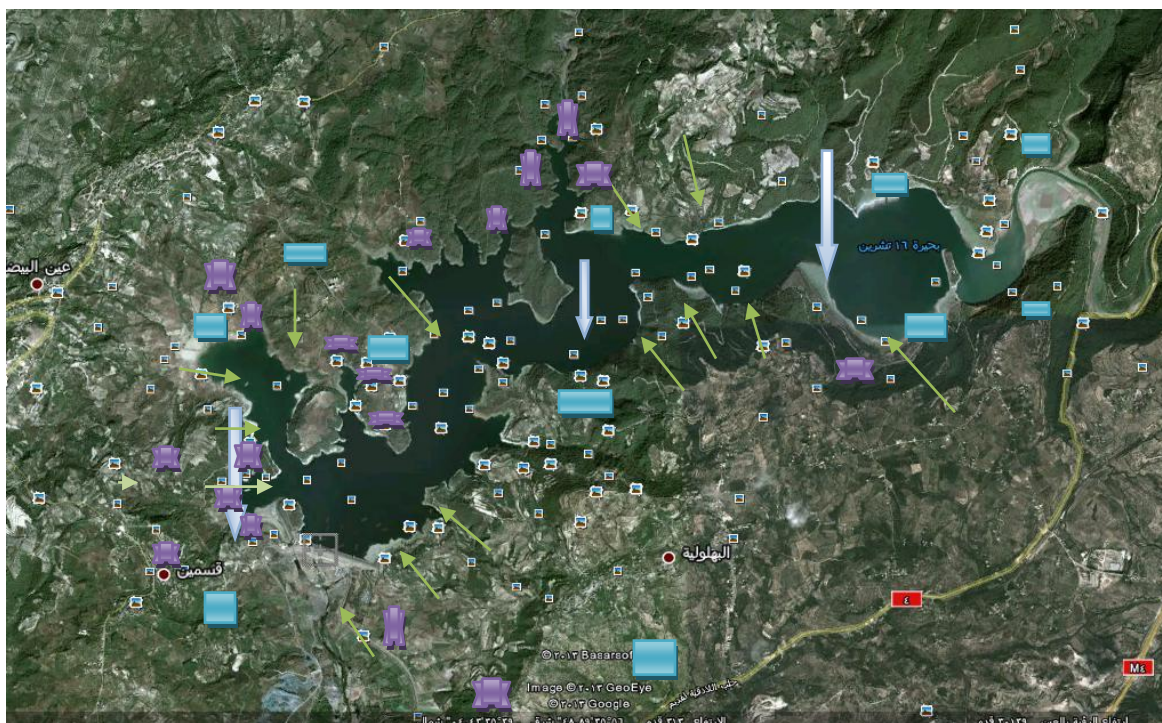
الشكل (7-2):مصور للبحيرة يوضح توضع الأراضي الزراعية والمنشآت السياحية والتجمعات السكنية والغابات الطبيعية حول حرم البحيرة



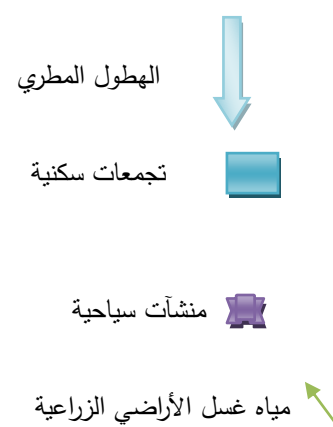


الشكل (2-8) مصور يوضح البحيرة والمناطق المحيطة بمقياس (1:100000)





الشكل (9-2) مصادر التلوث في البحيرة



الفصل الثالث

الدراسة المخبرية - طرائق البحث والمواد المستخدمة

1-3-الاعتيان:

تم أخذ العينات للتحاليل الفيزيائية والكيميائية والجراثومية بمعدل مرة واحدة في الشهر، اعتباراً من شهر نيسان للعام 2012 وحتى آذار للعام 2013، وقد تم تحديد مواقع العينات المائية السطحية، في مناطق مختلفة من البحيرة وذلك لتغطية كامل طول البحيرة فكانت كالآتي :

S1: عند مدخل البحيرة.

S2: وسط البحيرة.

S3: عينة اضافية على بعد 500 م من جسم السد.

S4: عند جسم السد.

S5: بالقرب من منشأة سياحية. وهذه المواقع موضحة على الشكل (1-3)، كما يبين الجدول (1-3) أماكن أخذ العينات.

وقد تم إجراء بعض هذه التحاليل في مخبر البيئة بمديرية البيئة وبعضها في مخبر مديرية الموارد المائية في مدينة اللاذقية .

الجدول (1-3): أماكن أخذ العينات وتكرارها ونوعها

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



الشكل (1-3) مواقع قطف العينات

3-2- جمع العينات :

جمعت العينات من المواقع المحددة ووضعت ضمن قوارير من البولي إيثيلين، وذلك بعد غسل العبوة عدة مرات بماء العينة ثم ملئها بالكامل، وإغلاقها بإحكام مع تثبيت شريط ورقي لاصق على العبوة يكتب عليه: (رقم العينة- الموقع - pH - درجة الحرارة- الناقلية الكهربائية)، ثم تنقل العينات الى المختبر، حيث حفظت في البراد بدرجة حرارة (+4) ريثما يتم تحليلها خلال فترة لا تتجاوز 24 ساعة.

3-3- العمل المخبري :

3-3-1- طريقة حساب تعداد جراثيم الكوليفورم البرازي F.c

تم الكشف عن الكوليفورم البرازي بطريقة الترشيح بالأغشية وقد أقرت هذه الطريقة للمراقبة الدورية للمياه وخاصة مياه الشرب من قبل USA وجمعية حماية البيئة، وكان أول من وصف الترشيح بالأغشية هو Windle Taylor عام 1953.



الشكل (2-3): ورقة الترشيح



الشكل (3-3): أدوات لقياس عدد العصيات

الخطوات :

يتم وضع ورقة الترشيح فوق طبق بتري الحاوي على وسط مغذي (الوسط الذي يتم استخدامه في المخبر Endo Agor).

ويتم نفاذ عينة الماء المراد فحصها من خلال ورقة الترشيح الموضحة في الشكل (2-3) .
الأدوات المستخدمة :مخلية ماء _موقد غاز لتعقيم الوسط المحيط المبينة في الشكل (3-3).
مبدأ الطريقة :

تؤخذ كمية محددة من المياه المراد اختبارها بحيث لا تقل كميتها عن 50 مل، يتم تعقيم أجزاء المخلية التي ستلامس عينة الماء، ويتم ترشيحها في جو معقم بواسطة مجموعة ترشيح جرثومية، من خلال فلاتر ميلي بور ذات سماكة 150ميكرون ومسامية 0.45 ميكرون بحيث إن البكتيريا ذات الحجم الأكبر من 0.47 ميكرون (القطر) لايمكنها النفاذ من مسامها، ويتم استخدام مخلية ماء -موقد غاز (لتعقيم الوسط المحيط)، بعد ذلك ينقل الغشاء الى طبق بتري، يحوي على وسط مغذ لنمو الجراثيم، بعدها يتم حضن الطبق في حاضنة مائية ، يتم الحضن بدرجة حرارة 45C مدة 24 ساعة، حيث يتم عد المستعمرات النامية على الغشاء ذات اللمعان المعدني بعد خضوعها للتأكيد على أوساط خاصة صلبة، ثم يحسب العدد في ال 100ml، وتعطي هذه الطريقة العدد المباشر للجراثيم.

3-3-2- إجراء التشغيل القياسي (SOP) لتحديد حاجة الأكسجين البيولوجي (BOD₅) :

BOD يعبر عن كمية الأكسجين بـ mg/l اللازمة للميكروبات كي تتمكن من أكسدة المركبات العضوية خلال فترة زمنية محددة وبدرجة حرارة ثابتة. يرفق برقم يدل على زمن الأكسدة بالأيام (BOD₅ أو BOD₂₀) ، قيم الـ BOD العالية تعد أحد مؤشرات تلوث مياه المصدر المائي بالمركبات العضوية ويعطي فكرة واضحة عن قدرة التنقية الذاتية للمصدر المائي، وتصمم على أساس قيمته محطات تنقية المياه.



الشكل (3-4):جهاز قياس BOD₅

الأجهزة والمواد الضرورية :

مانع نترجة (كاشف)، كاشف BOD (تغذية)، ملقح بذور الـ BOD (كاشف)، NaOH
قوارير قياس (432، 365، 250، 164.97، 43.5، 22.7)مل، قضيب توجيه مغناطيسي ماء، مقطر،
حاضن.

الجدول (3-2):تحديد كمية العينة المستخدمة والعامل في تجربة الـ BOD₅:

عامل التصحيح	كمية العينة المستخدمة مل	ملاحظات	قيمة الـ BOD ₅ المتوقعة mg/l
1	432	الأنهار والبحيرات والمياه السطحية	0-40
2	365	الأنهار الملوثة	0-80
5	250	مياه الصرف المنزلي والصناعي بتركيز منخفض	0-200
10	164	مياه الصرف المنزلي والصناعي بالتركيز العالي	0-400
20	97	مياه الصرف الصناعي مثل معامل عجينة الورق ومنتجات اللحوم	0-800
50	43.5	مياه الصرف الصناعي مثل معامل الزيوت والسمنة	0-2000
100	22.7	مياه الصرف الصناعي مثل معامل النشاء	0-4000

طريقة اجراء القياس :

- نقوم بتقدير مجال قياس العينة المراد تحليلها حسب الجدول السابق (2-3).
 - قبل ملء قارورة القياس نضيف مانع النترجة وكاشف تغذية ال BOD_5 ونضيف كاشف ملقح بذور ال BOD_5 .
 - نأخذ الحجم المختار من العينة المتجانسة بمساعدة قارورة القياس المغمورة.
 - ننقل محلول القياس بواسطة القمع إلى قارورة القياس المدرجة.
 - ندخل قضيب التوجيه المغناطيسي إلى القارورة.
 - نضع كرتين من هيدروكسيد الصوديوم في الكم المطاطي.
 - ندخل الكم المطاطي إلى القارورة.
 - نغلق الغطاء بإحكام ويضمن الكم المطاطي الإغلاق المحكم للنظام.
 - نضع قوارير القياس المدرجة على المنصة (صينية) ثم نضعها في الحاضن لمدة خمسة أيام في درجة حرارة 20 مئوية ثم نقرأ النتائج بعد خمسة أيام.
- 3-3-3- اجراء التشغيل القياسي (SOP) لتحديد الفوسفات :



الشكل (5-3):جهاز قياس الفوسفات

طريقة القياس :

- 1-نقوم بغسيل الأدوات الزجاجية بحمض كلور الماء 1:1 ثم نقوم بالشطف بالماء المقطر .
- 2-نملئ الخلية ب 10مل من العينة.
- 3-نضيف كاشف (Phosphate Powder Pillow) 2.5 ملغ / لتر إلى الخلية ونقوم بالحضن لمدة 15ثانية وسوف يظهر لون أزرق في حال وجود الفوسفات.
- 4- نضغط زر Read ستظهر النتائج مقدرة ب على الجهاز الموضح في الشكل (5-3) mg/l.

3-3-4 إجراء التشغيل القياسي (SOP) لتحديد النترات :

هي الشكل النهائي لأكسدة معظم المواد العضوية الآزوتية بواسطة البكتريا ووجودها في المياه يشير إلى التلوث بمياه الصرف الصحي.



الشكل (3-6):جهاز قياس النترات

طريقة القياس :

- 1-تقوم بملء خليتين ب 10مل من العينة إحدى هاتين الخليتين في العينة المحضرة والأخرى في الشاهد ثم نضع الشاهد على حدة.
- 2-نضيف كاشف (Nitrate Reagent Powder) 5 ملغ /لتر إلى العينة المحضرة.
- 3-بعد دقيقة نقوم بخض العينة بعدئذ سوف يبدأ تفاعل مدته خمس دقائق وفي حال وجود نترات في العينة سوف يظهر لون بين الأصفر والبرتقالي.
- 4-نقوم بوضع الشاهد في حامل الخلايا لجهاز قياس النترات الموضح في الشكل(3-6).
- 5-يظهر على الشاشة صفراً 0 mg/l .
- 6-نضع العينة في حامل الخلايا وبعد الضغط على زر READ ستظهر القيمة مقدرة ب mg/l.

3-3-5 اجراء التشغيل القياسي (SOP) لتحديد النتريت :

وهي عبارة عن منتج أكسدة الأمونيا أو إرجاع النترات.



الشكل (7-3):جهاز قياس النتريت

طريقة القياس :

- 1-نقوم بملء خلية ب 10مل من العينة إحدى هاتين الخليتين في العينة المحضرة والأخرى في الشاهد ثم نضع الشاهد على حدة.
- 2-نضيف كاشف 10ملغ /لتر الى العينة المحضرة.
- 3-بعد دقيقة نقوم بخض العينة حتى يعطي العداد إشارة صوتية بعدئذ سوف يبدأ تفاعل مدته خمس دقائق وفي حال وجود نتريت في العينة سوف يظهر لون كهرماني.
- 4-نقوم بوضع الشاهد في حامل الخلاياالموضح في الشكل (7-3).
- 5-يظهر على الشاشة صفر mg/l.
- 1-نضع العينة المحضرة في حامل الخلايا وبعد الضغط على زر READ ستظهرالقيمة مقدرة ب mg/l.

3-3-6-درجة الحرارة &درجة الحموضة :

تؤثر درجة الحرارة على سرعة كل التفاعلات الكيميائية و/ أو الحيوية التي تجري في المياه. تؤثر تغيرات درجة الحرارة على انحلالية الغازات في المياه وبالتالي على عمليات تنفس الأحياء وعمليات التنقية الذاتية للمصادر المائية وتشتت الملوثات وتفككها ودرجة الإشباع بالأكسجين المنحل. يقيس الرقم الهيدروجيني pH تركيز شوارد الهيدروجين لعينة من الماء. pHالمصدر المائي يتأثر بنوعية الأمطار الهائلة (أمطار حامضية) وبالتركيب الجيولوجي للحوض المائي.

تم قياس درجة الحرارة في الطبيعة مباشرة بواسطة ميزان حرارة زئبقي مدرج $^{\circ}\text{C}$ (0-100) بتغطيس الميزان في الماء عدة مرات في الموقع ذاته وعلى العمق ذاته (50cm) ويترك لعدة دقائق في كل مرة ثم يتم أخذ متوسط القراءات. تم قياس درجة الحموضة باستخدام جهاز pH الحقلي الشكل (3-8) حيث تمت العملية مباشرة في الطبيعة بعد قطف العينات من الموقع.



الشكل (3-8):جهاز قياس PH

3-3-17 الأوكسجين المنحل DO :

ينتج DO في المصدر المائي نتيجة عملية التركيب الضوئي ونتيجة حركة المياه وتماسها مع الهواء المحيط ويستهلك خلال عمليات التنفس والتفكك وقد تم قياسه حقلياً بواسطة جهاز الشكل (3-9). يسبب التلوث بالمواد العضوية (المغذيات) نقصاً كبيراً في كمية الأوكسجين المنحل بسبب استخدامه من قبل البكتيريا التي تقوم بهضم هذه المواد وتنقية المصدر، تتغير تراكيز DO المصدر المائي تبعاً للفصول، تبعاً للملوثات وتشتتها، وأيضاً تبعاً لسرعة الجريان وعمق المجرى.



الشكل (3-9):جهاز قياس DO

3-3-8-عكارة:

عكارة الماء تعرف بأنها كمية العوالق في الماء التي تحجب مرور الضوء.

مسببات العكارة:العوالق الدقيقة العضوية (أحياء ومواد عضوية غير حية)-العوالق غيرالعضوية (تربة، طمي،..)، تم قياسها بواسطة الجهاز المخبري المبين في الشكل(3-10) حيث تملأ العينة في احدى العبوات الخاصة بالجهاز، ثم توضع في مكانها المخصص بعد ذلك نضغط زر READ ونقرأقيمة العكارة مباشرة، وفي حال كانت العينة ذات عكارة أكبر من المجال الذي عايرنا عليه الجهاز سابقاً نضغط زر RNG، فيتغير المجال أوتوماتيكياً ونقرأ القيمة الصحيحة.



الشكل (3-10):جهاز قياس العكارة.

3-3-9-الناقلية الكهربائية:Electrical Conductivity

تعرف الناقلية الكهربائية للماء بأنها قدرة الماء على نقل التيار الكهربائي، تعبر عن المحتوى الشاردي للماء.

تقاس ب : ميللي سيمنز في السنتيمتر $\mu S.cm^{-1}$ ، ترتبط ارتباطاً مباشراً بالكمية الكلية للمواد الصلبة المنحلة Total Dissolved Solid و وتزداد الناقلية بازدياد درجة الحرارة.
تم القياس على الجهاز المخبري الموضح في الشكل (3-11):



الشكل (3-11):جهاز قياس الناقلية

: NH₄-10-3-3

تم قياس تركيز شوارد الأمونيوم بواسطة جهاز مخبري كما في الشكل (11-4)



الشكل (12-3):جهاز قياس NH₄

COD-11-3-3

نأخذ 2 مل من الماء المقطر ويوضع فوق كاشف COD (شاهد) و2 مل من العينة ويضاف فوق كاشف COD تؤخذ الخليتين وتعرض لدرجة حرارة 150 لمدة 120 دقيقة بعد ذلك تترك الخليتا حتى تبرد بعد نصف ساعة ثم تقاس بتصفير الجهاز المبين في الشكل (13-3) على الشاهد (ماء مقطر) ثم تقاس COD.



الشكل (13-3):جهاز قياس COD

الفصل الرابع

نتائج القياسات المخبرية وتحليلها

شملت القياسات الحقلية والمخبرية تغيرات الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه البحيرة في مواقع العينات المختارة، والتي استمرت لمدة عام، كما تم تمثيل النتائج بيانياً بهدف التوصل الى استنتاجات علمية تخدم البحث، مع ملاحظة أن الخط البياني للعينات الاولى والثانية فيه انقطاع حيث تعذر أخذ العينات لأسباب محلية.

وسيتم عرض النتائج كالتالي :

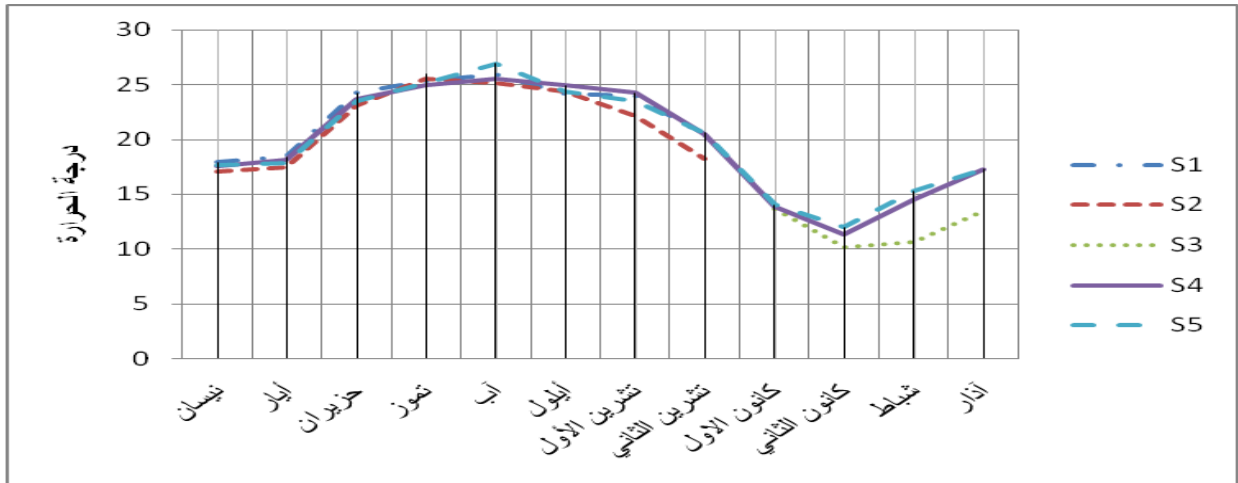
1-درجة الحرارة :

الحرارة هي متغير هام بالنسبة لنوعية المياه، لأنه يسيطر على حياة الكائنات المائية، ويؤثر في مستوى التفاعلات الكيميائية والبيولوجية، حيث إن ارتفاع درجة حرارة الماء يخفض من تركيز الاوكسجين المنحل في المصدر المائي [31] .

إن التغيرات الموسمية في درجة حرارة الماء، مرتبطة بالشروط المناخية الخارجية (درجة حرارة الجو، أشعة الشمس)، لذلك نراها أكثر ارتفاعاً في فصل الصيف، نرى في الشكل (4-1) بأن تغيرات قيم الحرارة المسجلة خلال فترة الدراسة متشابهة في نقاط الرصد، وأعلى قيمة مسجلة كانت في شهر آب (26.9) درجة مئوية، بينما أخفض قيمة لها (11.3) في شهر كانون الثاني كما في الجدول (4-1)، مع العلم أنه تمر أيام دافئة خلال الفصول الباردة والعكس بالعكس، وهي تقع ضمن مجال مقبول، مما يدل على عدم تعرض مناطق الدراسة لمخلفات صناعية حارة.

الجدول (4-1): نتائج قياس درجة الحرارة لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

درجة الحرارة	S1	S2	S3	S4	S5	المتوسط الشهري
نيسان	17.9	17.1		17.5	17.6	17.53
أيار	18.4	17.5		18.1	17.8	17.95
حزيران	24.2	23.1		23.7	23.5	23.63
تموز	25.3	25.5	26	24.9	25.1	25.2
آب	25.9	25.1		25.5	26.9	25.85
أيلول	24.1	24.3		24.9	24.4	24.425
تشرين الأول	23.9	22.1		24.2	23.5	23.43
تشرين الثاني	20.3	18.3		20.4	20.6	19.9
كانون الأول			13.7	13.8	14	13.90
كانون الثاني			10.2	11.3	12	11.65
شباط			10.7	14.5	15.3	14.9
آذار			13.5	17.2	17.3	17.25
المتوسط السنوي				19.67	19.83	19.75



الشكل (4-1) تغير درجة الحرارة مع الزمن في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013).

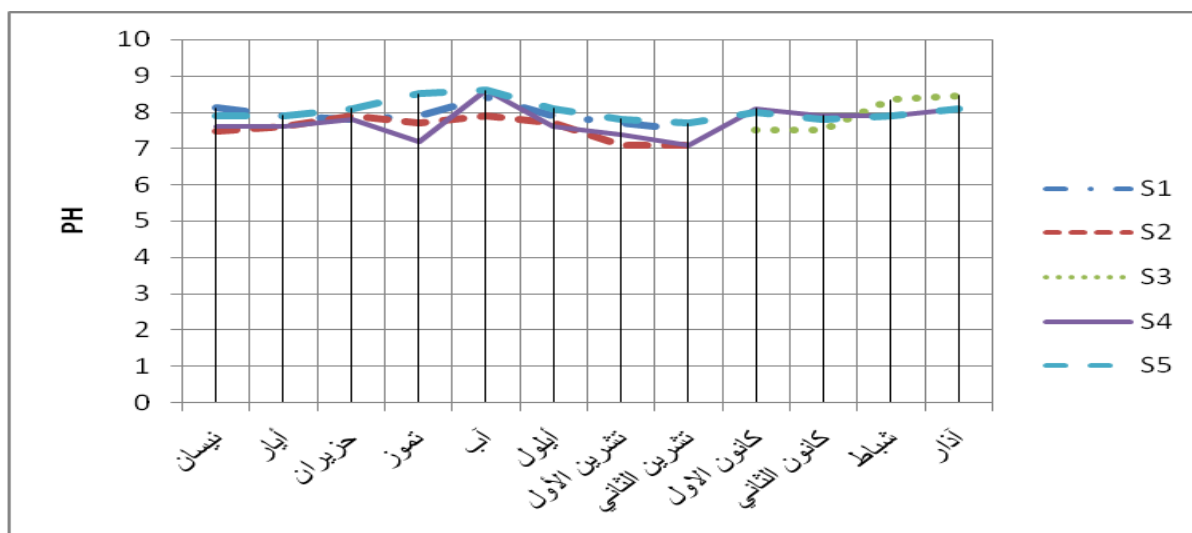
2- الرقم الهيدروجيني :

هو تركيز شوارد الهيدروجين في الماء، والماء يكون معتدلاً عندما $pH=7$ ، وحامضياً إذا كانت القيمة أقل، وقلوياً إذا كانت القيمة أكثر، إن التغيرات في قيم pH متشابهة في نقاط الرصد، ويعزى ارتفاع درجة pH إلى نمو الطحالب والنباتات التي تقوم بعملية التركيب الضوئي فتستهلك CO_2 المنحل في الماء، وذلك في

الربيع وبدايات الصيف، ثم تعود وتنخفض في الخريف بسبب نشاط الأحياء المفككة للمواد العضوية التي تنتج CO₂، نجد من الجدول (2-4) بأن القيم تراوحت ضمن المجال (7.1-8.6) مما يدل على ثباتها بشكل تقريبي في مناطق الدراسة، وهذا يدل على عدم تعرض البحيرة لمصدر تلوث خارجي حمضي (أمطار حامضية، صرف صناعي)، أو قلوي (صناعي أو معادن قلوية) وبما أن القيم تقع ضمن المجال السابق فإن المياه قلوية وهي لا تشكل خطراً على الصحة إنما لها مشاكل جمالية (كطعم قلوي وصعوبة في الحصول على رغوة وتكوين رواسب على الملابس، المجال المسموح به في مياه الشرب هو (6.5-8.5) [30].

الجدول (2-4): نتائج قياس PH لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S5	S4	S3	S2	S1	PH
7.9	7.6		7.5	8.1	نيسان
7.9	7.6		7.6	7.9	أيار
8.1	7.8		7.9	7.8	حزيران
8.5	7.2	7.6	7.7	7.9	تموز
8.6	8.6		7.9	8.4	آب
8.1	7.6		7.7	7.9	أيلول
7.8	7.4		7.1	7.7	تشرين الأول
7.7	7.1		7.1	7.5	تشرين الثاني
8	8.1	7.5			كانون الاول
7.8	7.9	7.5			كانون الثاني
7.9	7.9	8.34			شباط
8.1	8.1	8.45			آذار



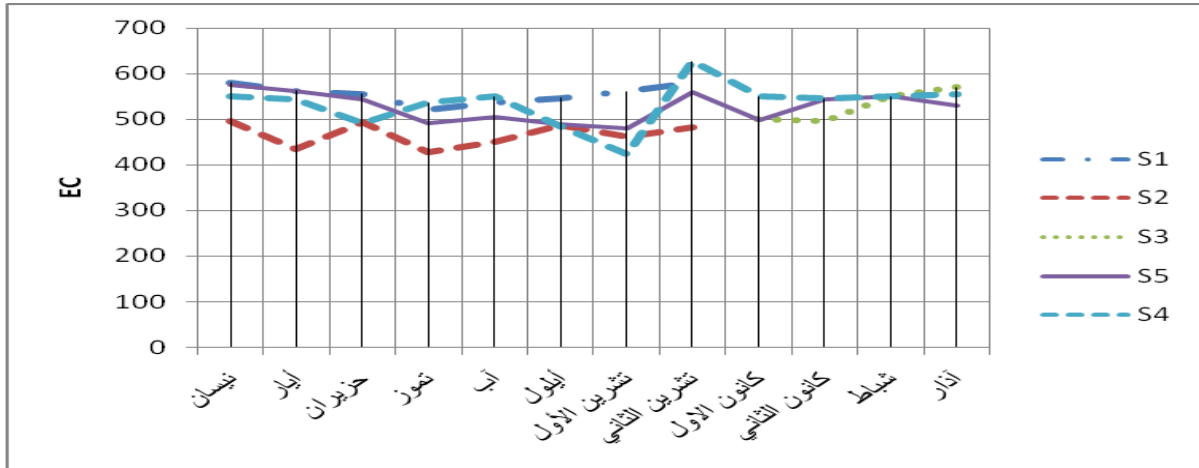
الشكل (2-4): تغير pH مع الزمن في مياه بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

3- الناقلية الكهربائية :

الناقلية هي قياس قدرة الماء على نقل تيار كهربائي، وهي تتعلق بتركيز الأملاح اللاعضوية المذابة في الماء، وتنتج الناقلية العالية عن ارتفاع نسبة الملوحة [14]، تتغير الناقلية الكهربائية بسبب التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية التي تحصل في الماء، كما تتأثر بتغيرات الحرارة ودرجة الحموضة الـ pH، في الجدول (3-4) نرى بأن القيم تتراوح ضمن المجال (428-627) ميكرو سيمنس /ثانية وهذا يعلل بعدم تعرض البحيرة لمصدر تلوث خارجي حمضي أو قلوي، قيم الناقلية تناقصت قليلاً في شهر تموز إلا أنها لم تتجاوز الحد المسموح 1500 ميكرو سيمنس /ثانية، حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب أي أنها تقع ضمن الحد المسموح به [30] .

الجدول (3-4): نتائج قياس EC لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S4	S5	S3	S2	S1	EC
551	576		495	580	نيسان
543	562		435	561	أيار
492	545		492	555	حزيران
536	492	510	428	520	تموز
550	507		451	535	آب
485	490		487	546	أيلول
423	481		461	561	تشرين الأول
627	560		481	580	تشرين الثاني
550	500	500			كانون الأول
545	545	495			كانون الثاني
550	550	550			شباط
555	530	570			آذار



الشكل (3-4) تغير تركيز الناقلية الكهربائية في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

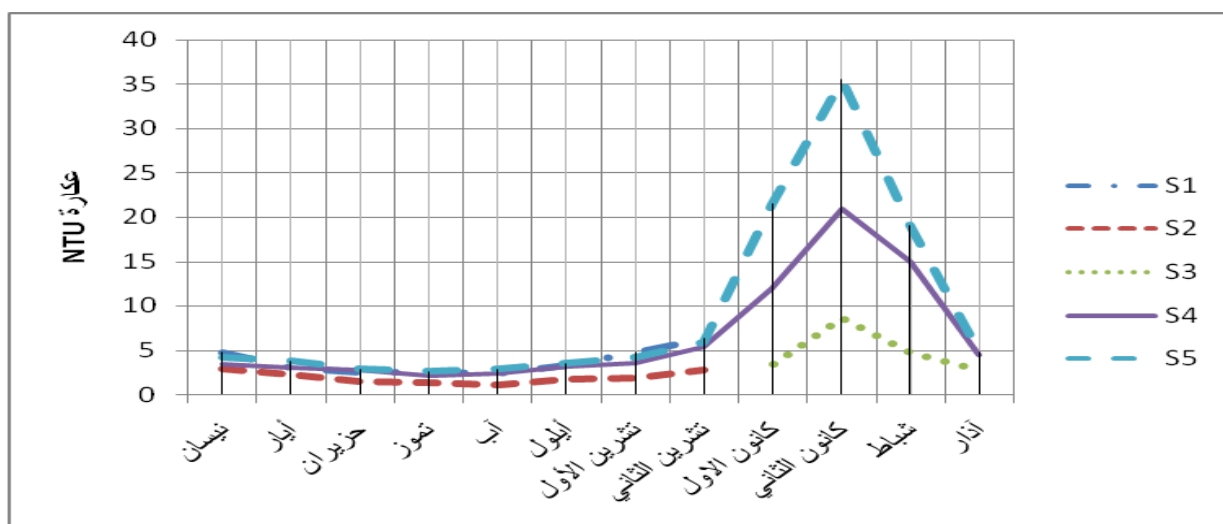
4-العكارة :

تدل العكارة على كمية المواد المعلقة في الماء، والتركيز العالي لتلك الذرات يؤدي الأسماك والكائنات المائية [34] ، نجد من الجدول (4-4) بأن العكارة ازدادت بعد أول هطول مطري، في شهر كانون الثاني ووصلت لأعلى قيمة (35.5) في موقع العينة الخامسة، بينما انخفضت القيم في أشهر الصيف حيث توقف

هطول المطر، ووصلت الى 1.1 في آب في العينة الثانية وإن الحد المسموح بحسب منظمة الصحة العالمية WHO هو 3NTU، وبحسب المواصفة القياسية السورية (5NTU)[30][18] .

الجدول (4-4): نتائج قياس العكارة لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

عكارة	S1	S2	S3	S4	S5
نيسان	4.8	2.9		3.4	4.2
أيار	3.1	2.2		3	3.8
حزيران	2.5	1.5		2.8	2.9
تموز	2.5	1.3	1.6	2.1	2.6
آب	2.4	1.1		2.3	2.8
أيلول	3.3	1.8		3.1	3.5
تشرين الأول	4.8	1.9		3.5	4.2
تشرين الثاني	6.3	2.8		5.3	5.8
كانون الأول			3.5	12	21.5
كانون الثاني			8.6	21	35.5
شباط			4.7	15	19
آذار			2.8	4.5	4.8



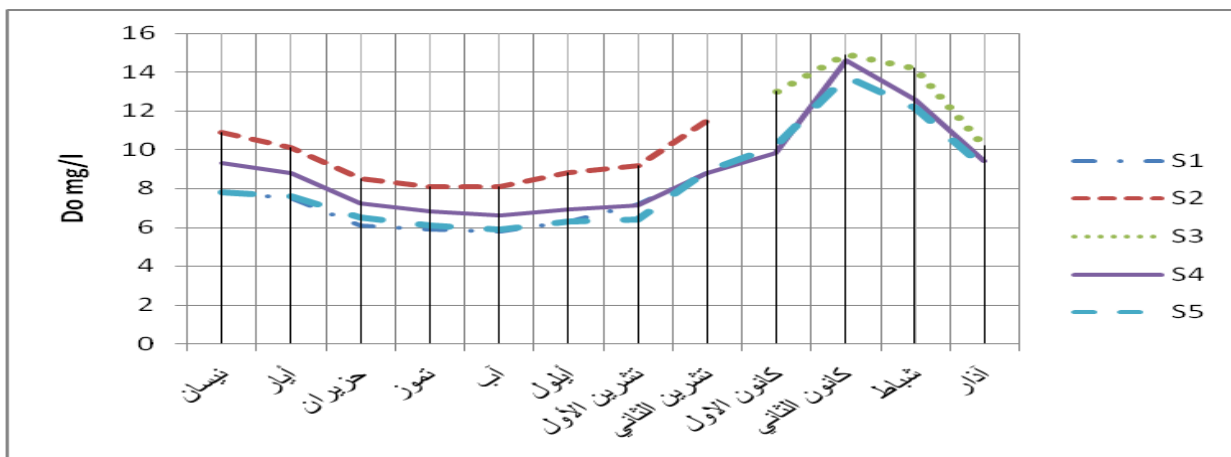
الشكل (4-4): تغير العكارة في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

5-الأوكسجين المنحل :

إن قيم ال DO المقاسة هي عند السطح فقط، وهناك فرق في قيم الأوكسجين المنحل بين السطح وفي الاعماق ،ويزداد الفرق بسبب التمثيل الضوئي والتهوية على السطح حيث تزداد نسبة الأوكسجين، ويتعلق تركيز الأوكسجين المنحل في الماء بعدة عوامل، فهو يتناسب عكساً مع ارتفاع درجة حرارة الماء وتركيز الأملاح المنحلة وارتفاع نسبة الملوثات العضوية، وطرداً مع شدة التركيب الضوئي الذي تقوم به النباتات المائية خاصة الطحالب وأيضاً مع حركة الماء السطحية، ويعد الأوكسجين المنحل هاماً لحياة الكائنات المائية وإذا انخفض تركيزه عن 2 mg/l نقول عن المياه فقيرة ويصعب استمرار الحياة المائية [34] نرى في الجدول (4-5) أن قيم DO تراوحت بين $(5.8-14.6) \text{ mg/l}$ وبمقارنة القيم مع حدود منظمة ال (WHO) لقيمة الأوكسجين المنحل في مياه الشرب $(4-15 \text{ mg/l})$ مما يدل على جودة مياه البحيرة وغناها بالأوكسجين،وصلت إلى أعلى قيمة لها عند هطول المطر في شهر كانون الثاني في الموقع (3) حيث بلغت (14.9 mg/l) ،وأخفض قيمة في شهر آب في الموقع (1) حيث بلغت (5.8 mg/l) ،حيث يستهلك الأوكسجين في عمليات تفكك وأكسدة المواد العضوية من قبل الأحياء الدقيقة وعمليات التنفس للأحياء الحيوانية المائية.

الجدول(4-5):نتائج تحاليل DO لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

DO	S1	S2	S3	S4	S5
نيسان	7.8	10.9		9.3	7.8
أيار	7.5	10.1		8.8	7.6
حزيران	6.1	8.5		7.2	6.5
تموز	5.9	8.1	6.1	6.8	6.1
آب	5.8	8.1		6.6	5.9
أيلول	6.3	8.8		6.9	6.3
تشرين الأول	7.2	9.2		7.1	6.4
تشرين الثاني	8.8	11.5		8.8	8.9
كانون الاول			13	9.8	10.2
كانون الثاني			14.9	14.6	13.8
شباط			14.2	12.6	12.2
آذار			10.2	9.4	9.1



الشكل (4-5) تغير تركيز الأوكسجين المنحل في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

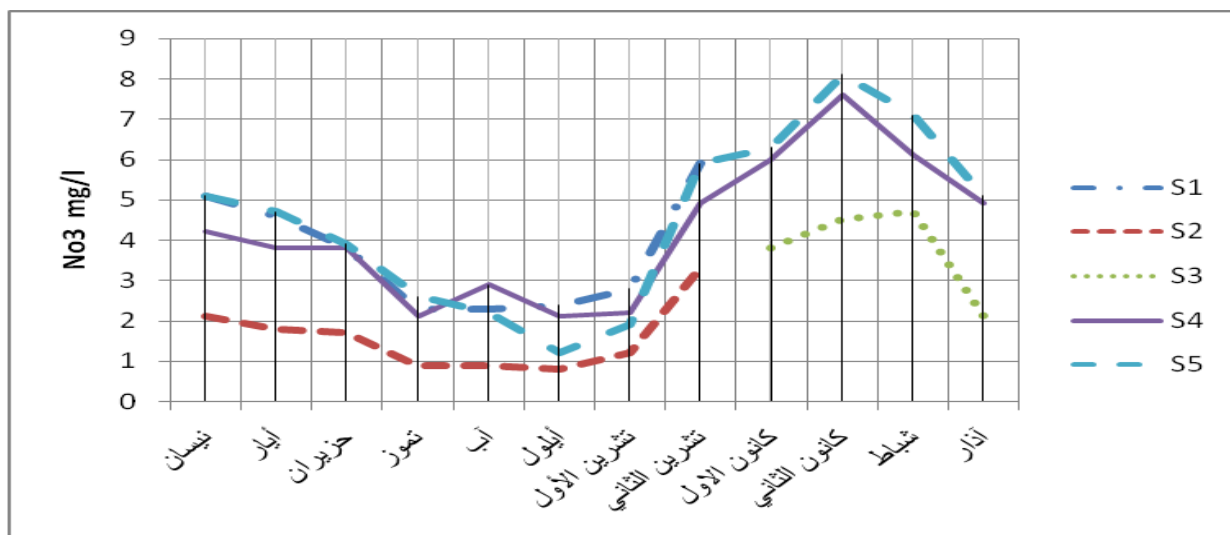
6- النترات :

إن ازدياد تركيز النترات فوق الحدود المسموحة يشكل خطورة على الصحة العامة، فهي تعد مادة محرصة على السرطان، كما تسبب ما يسمى بالمرض الأزرق عند الأطفال الرضع، إن ارتفاع تركيز النترات كان شتاء بعد هطول المطر، والسبب هو غسل التربة كون البحيرة تحاط بأراضي زراعية حيث إن الأسمدة والمبيدات الحشرية تزيد من تركيز النترات، كما تجدر الإشارة إلى أن تسريبات الصرف الصحي من الحفر الفنية، ومخلفات الحيوانات بما فيها الطيور والأسماك بالإضافة الى وجود بعض النشاطات البشرية المتنوعة (اصطياف، الصيد) وهذا كله يزيد من تركيز النترات، وتعد مركبات النتروجين من المغذيات التي تسبب النمو الزائد للطحالب والنباتات في البحيرة، مما يؤدي الى استهلاك الأوكسجين المنحل.

من الجدول (4-6) نجد أن أكبر قيمة كانت في شهر كانون الثاني في الموقع (5) حيث بلغت (8.1mg/l)، أما أصغرها كانت 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.

الجدول (4-6): نتائج تحاليل NO_3 لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S5	S4	S3	S2	S1	NO_3
5.1	4.2		2.1	5.1	نيسان
4.7	3.8		1.8	4.6	أيار
3.9	3.8		1.7	3.8	حزيران
2.6	2.1	1.3	0.9	2.3	تموز
2.2	2.9		0.9	2.3	آب
1.2	2.1		0.8	2.4	أيلول
1.9	2.2		1.2	2.8	تشرين الأول
5.9	4.9		3.3	5.9	تشرين الثاني
6.3	6	3.8			كانون الأول
8.1	7.6	4.5			كانون الثاني
7.1	6.1	4.7			شباط
5.1	4.9	2.1			آذار



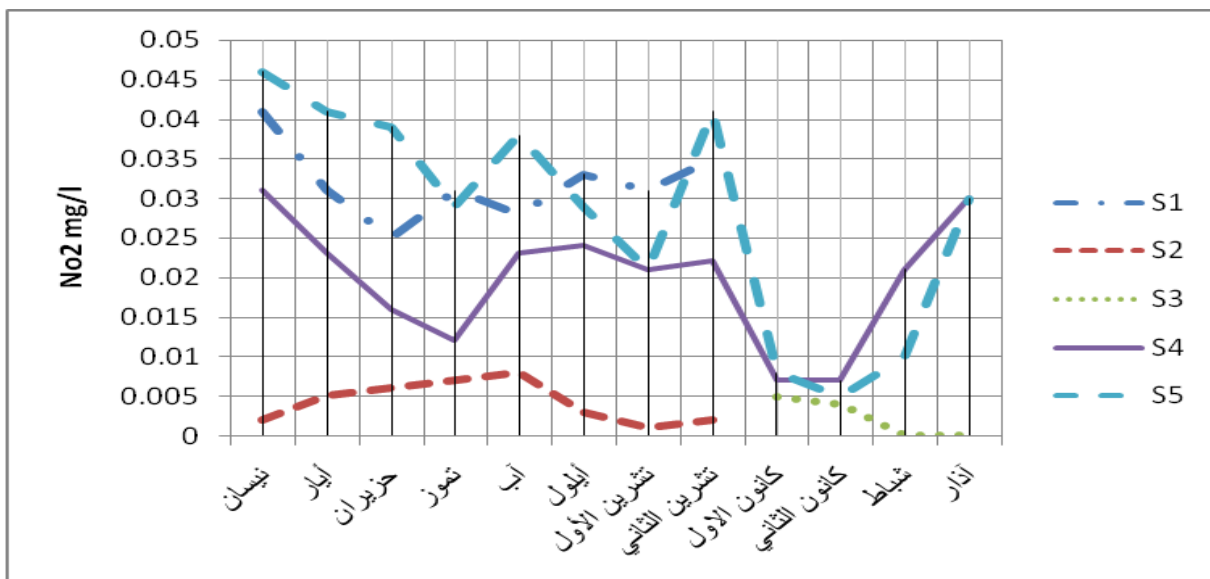
الشكل (4-6): تغير تركيز النترات في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013).

7- النتريت :

إن النتريت يتفاعل مع المواد الأمانية الموجودة في الطعام لتتحول الى مادة سامة، وتسبب إصابات في الكبد والرئة والجهاز العصبي، كما تسبب السرطانات وتشوهات الأجنة، من الجدول (4-7) 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 [30]، في شهري نيسان و أيار في بداية الموسم السياحي، ويعود السبب إلى التسريبات الحاصلة لمياه الصرف الصحي من الحفر الفنية، وفي شهر تشرين الثاني بسبب الهطولات المطرية وما جلبت معها من الأراضي الزراعية المحيطة بالبحيرة، أعلى قيمة لها سجلت في الموقع (5) في شهر نيسان حيث بلغت (0.046mg/l) نظراً لقربها من المنشآت السياحية، ولسهولة وصول المواطنين وتلويثها (براز، بقايا طعام).

الجدول(4-7):نتائج تحاليل NO_2 لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S5	S4	S3	S2	S1	NO2
0.046	0.031		0.002	0.041	نيسان
0.041	0.023		0.005	0.031	أيار
0.039	0.016		0.006	0.025	حزيران
0.029	0.012	0.02	0.007	0.031	تموز
0.038	0.023		0.008	0.028	آب
0.029	0.024		0.003	0.033	أيلول
0.021	0.021		0.001	0.031	تشرين الأول
0.041	0.022		0.002	0.035	تشرين الثاني
0.008	0.007	0.005			كانون الاول
0.005	0.007	0.004			كانون الثاني
0.01	0.021	0			شباط
0.03	0.03	0			آذار



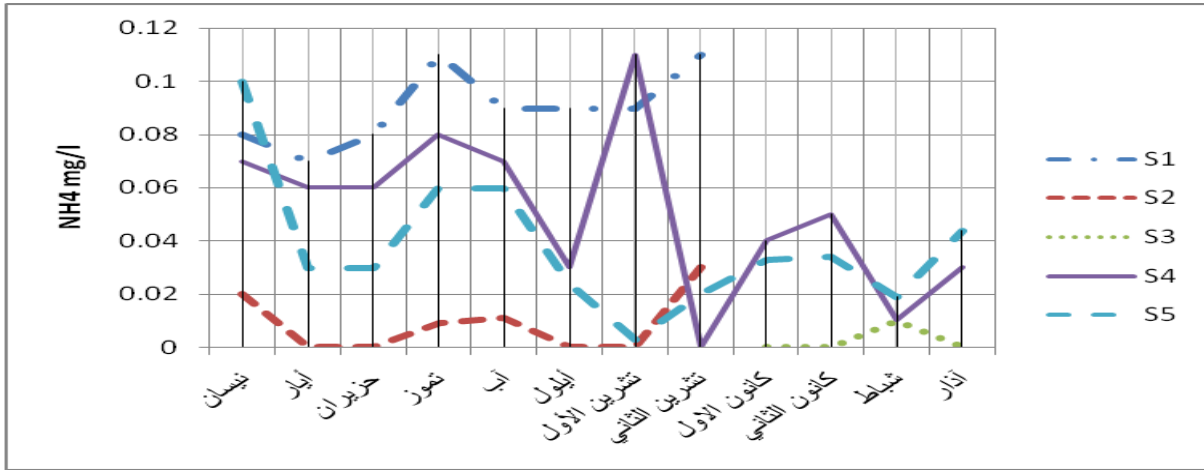
الشكل (4-7): تغير تركيز النتريت في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

8-الأمونيوم:

إن تجاوز شوارد الأمونيوم للحد المسموح (0.05mg/l)[30] يؤدي إلى تراكمها في جسم الكائن الحي، وهو سام للأسماء والنباتات المائية إذ تتأثر خياشم الأسماك عندما يصل للقيمة 0.06mg/l[34]، وهو مؤشر للتلوث ينتج عن استعمال الأسمدة بشكل جرعات مفرطة، من الجدول (4-8) نرى بأن القيم مرتفعة في مواقع العينات (4-5-1)، نجدها مرتفعة في شهر نيسان بداية موسم السياحة وذلك بسبب التسريبات من الحفر الفنية إضافة إلى التسميد وكذلك في تموز وآب ويعود ذلك إلى نشاط عمليات التفكك وغنى الوسط بالمواد العضوية، إن موقع رصد العينة الأول يرينا قيمة مسجلة في نيسان تصل إلى (0.11mg/l) بسبب قربها من المنشآت السياحية وسهولة وصول المواطنين إليها والقيام بممارسات خاطئة تؤدي إلى التلوث، إضافة إلى تسميد الأراضي الزراعية القريبة منها.

الجدول (4-8): نتائج تحاليل NH_4 لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S5	S4	S3	S2	S1	NH_4
0.1	0.07		0.02	0.08	نيسان
0.03	0.06		0	0.07	أيار
0.03	0.06		0	0.08	حزيران
0.06	0.08	0	0.009	0.11	تموز
0.06	0.07		0.011	0.09	آب
0.024	0.03		0	0.09	أيلول
0.003	0.11		0	0.09	تشرين الأول
0.02	0		0.03	0.11	تشرين الثاني
0.033	0.04	0			كانون الأول
0.034	0.05	0			كانون الثاني
0.019	0.01	0.01			شباط
0.044	0.03	0			آذار



الشكل (4-8): تغير تركيز الأمونيوم في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

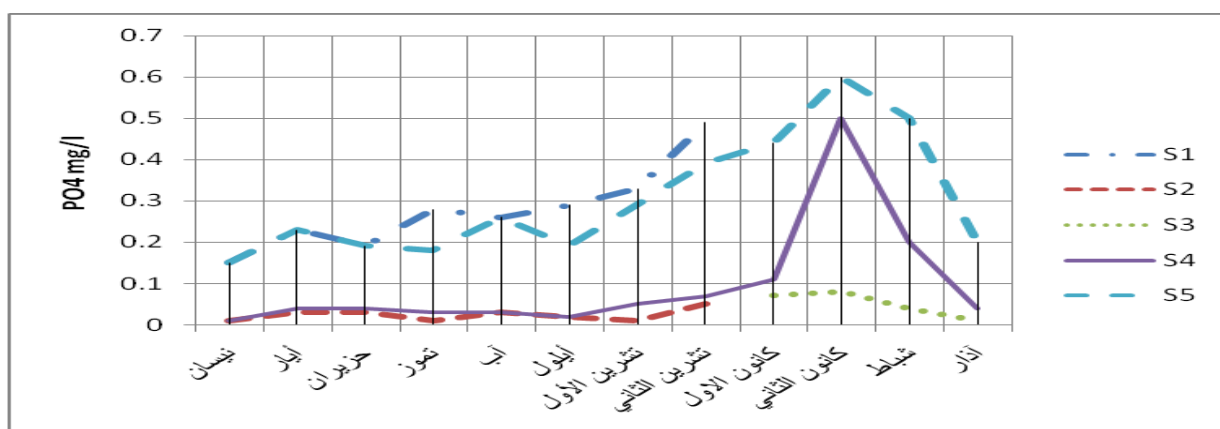
9-شوارد الفوسفات :

إن الفوسفات لا يعد ساماً للإنسان أو الحيوان إلا اذا وجد بكميات كبيرة، حيث يسبب مشاكل هضمية، وغالباً ما تزداد تراكيز الفوسفات بسبب مياه الأمطار بعد غسل تربة الأراضي الزراعية الحاوية على الأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية القريبة من المصدر المائي، بالإضافة إلى أن الفوسفور يدخل في تركيب المنظفات التي تأتي من تسرب مياه الصرف الصحي ومن الحفر الفنية، مع العلم أن الحد المسموح حسب

المواصفة القياسية السورية (0.5mg/l)[30]، نجد أن أعلى قيمة لتركيز شوارد الفوسفات في مياه البحيرة خلال شهر كانون الثاني (0.6mg/l) في الموقع (5)، وهذا يتعلق بشكل أساسي بالفترة الزمنية من السنة التي يتم فيها إضافة السماد السوبر فوسفات للأراضي كون البحيرة تحاط بأراضي زراعية والتي يضاف لها السماد الفوسفاتي في شهر تشرين الثاني وذلك لأن هذه الأسمدة تحتاج إلى زمن طويل لكي تتحلل وتذوب في محاليل التربة بحيث تصبح جاهزة للامتصاص من قبل جذور الأشجار [50] .

الجدول(4-9):نتائج قياس PO_4 لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S5	S4	S3	S2	S1	PO_4
0.15	0.01		0.01	0.15	نيسان
0.23	0.04		0.03	0.23	أيار
0.19	0.04		0.03	0.19	حزيران
0.18	0.03	0.06	0.01	0.28	تموز
0.26	0.03		0.03	0.26	آب
0.19	0.02		0.02	0.29	أيلول
0.29	0.05		0.01	0.33	تشرين الأول
0.39	0.07		0.05	0.49	تشرين الثاني
0.44	0.11	0.07			كانون الاول
0.6	0.5	0.08			كانون الثاني
0.5	0.2	0.04			شباط
0.2	0.04	0.01			آذار



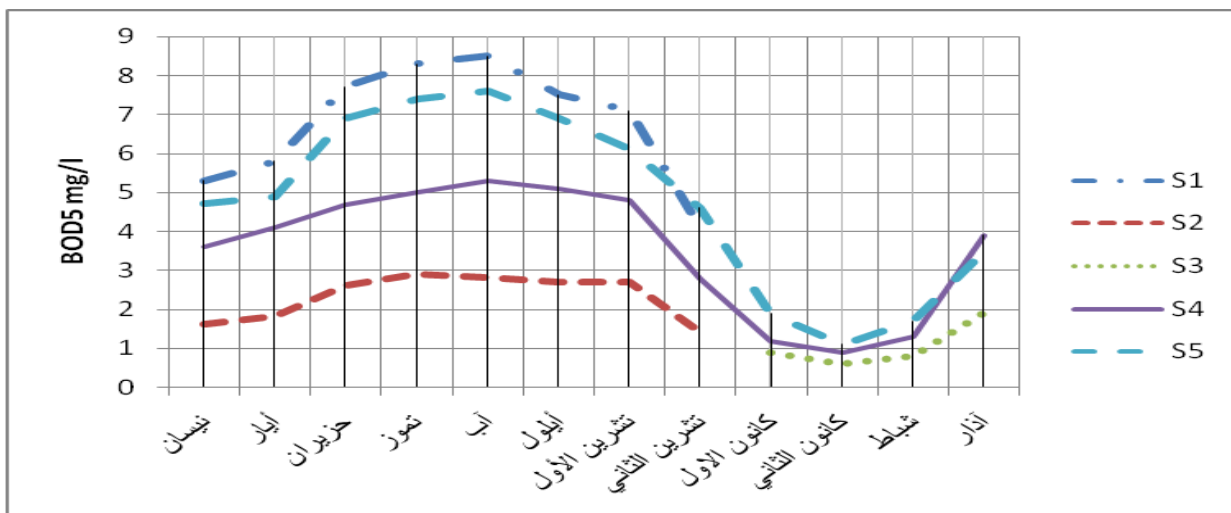
الشكل (4-9): تغيرات تركيز شوارد الفوسفات في سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

10-الطلب الحيوي للأوكسجين BOD₅:

وهو من أكثر المؤشرات أهمية وشيوعاً لتحديد درجة تلوث المياه بالمواد العضوية، إذ تزداد قيمته بازدياد تركيزها وبالعكس، نرى من الجدول (4-10) بأن القيم بدأت بالارتفاع في الأشهر حزيران وتموز وآب ووصلت للقيمة (8.5) في آب في الموقع (1) وهذا عائد إلى تسرب مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية حيث تنشط السياحة في تلك الأشهر، ثم انخفضت بعد هطول الأمطار في شهر كانون الثاني ووصلت للقيمة (0.9mg/l)، مع العلم بأن القيمة المسموحة في مياه الشرب حسب المواصفة السورية هي (2mg/l)[30]

الجدول (4-10):نتائج قياس BOD₅ لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

S5	S4	S3	S2	S1	BOD ₅
4.7	3.6		1.6	5.3	نيسان
4.9	4.1		1.8	5.8	أيار
6.9	4.7		2.6	7.7	حزيران
7.4	5	2.8	2.9	8.3	تموز
7.6	5.3		2.8	8.5	آب
6.9	5.1		2.7	7.5	أيلول
6.1	4.8		2.7	7.1	تشرين الأول
4.6	2.8		1.4	4.1	تشرين الثاني
1.9	1.2	0.9			كانون الاول
1.1	0.9	0.6			كانون الثاني
1.7	1.3	0.8			شباط
3.5	3.9	1.9			آذار



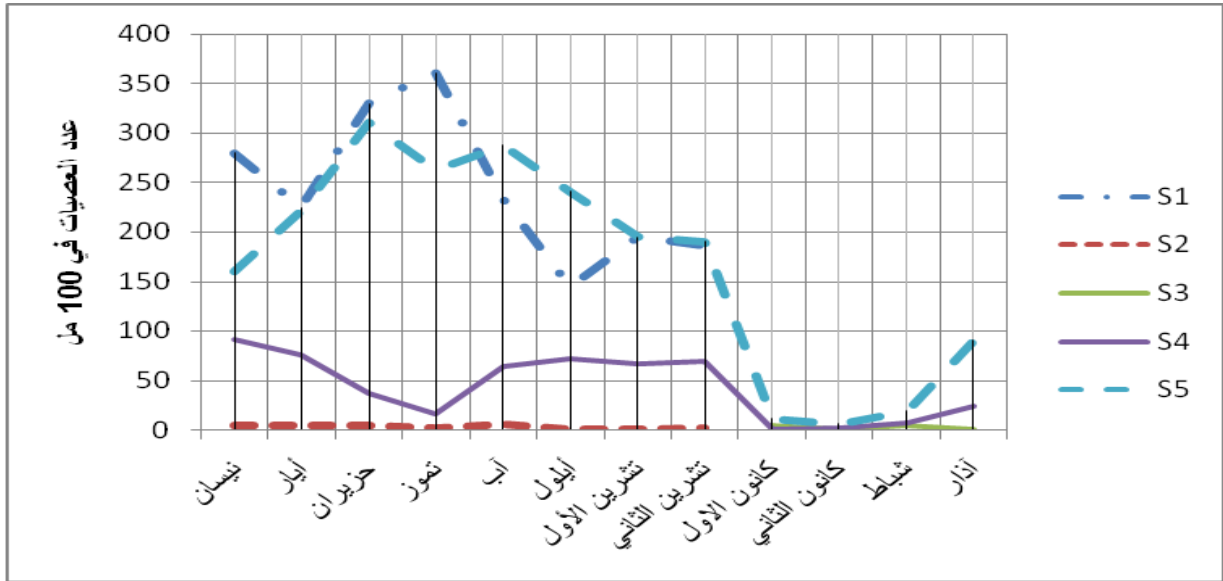
الشكل (4-10): تغير قيم الطلب الحيوي للاوكسجين في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

11-التحاليل الجرثومية :

أظهرت التحاليل الدورية للمواقع المدروسة اختلافات واضحة في قيم العصيات القولونية الغائطية، إذ وصلت إلى أعلى قيم لها في شهر تموز (361) عضية في 100ml في موقع رصد العينة الأولى وهذا ناتج عن تسرب مياه الحفر الفنية في بداية الموسم السياحي والفضلات الناتجة عن النشاط البشري والحيواني الملاصق لحرم البحيرة، من الجدول (4-11) نجد أن قيم تعداد الجراثيم انخفضت في شهري أيلول وتشرين الأول بسبب العوامل المجهددة للجراثيم كالأشعة الشمسية ودرجة الحرارة المرتفعة، كما انخفضت بعد هطول الأمطار في شهر كانون الأول، مع العلم أن القيم المسموحة صفر عضية في 100ml وفق المواصفات القياسية السورية وبالتالي مياه البحيرة غير صالحة للشرب جرثومياً، ولا لأغراض الري المقيد ومنها ري الفواكه والخضار التي تؤكل نيئة حيث حددت وكالة البيئة العالمية معيار صفر عضية في 100ml، وهي في بعض الأشهر غير صالحة لري الخضار والمحاصيل التي تطبخ حيث حددت وكالة حماية البيئة (EPA) هو 200 عضية أو أقل في 100ml .

الجدول (4-11): نتائج قياس عدد العصيات لمياه سد 16 تشرين لعام (2012-2013)

عدد العصيات	S1	S2	S3	S4	S5
نيسان	280	5		91	160
أيار	225	4		75	221
حزيران	330	5		37	311
تموز	361	2	9	15	263
آب	233	6		64	288
أيلول	145	0		71	241
تشرين الأول	195	0		66	195
تشرين الثاني	187	2		69	190
كانون الأول			4	0	11
كانون الثاني			0	1	6
شباط			4	6	19
آذار			0	24	91

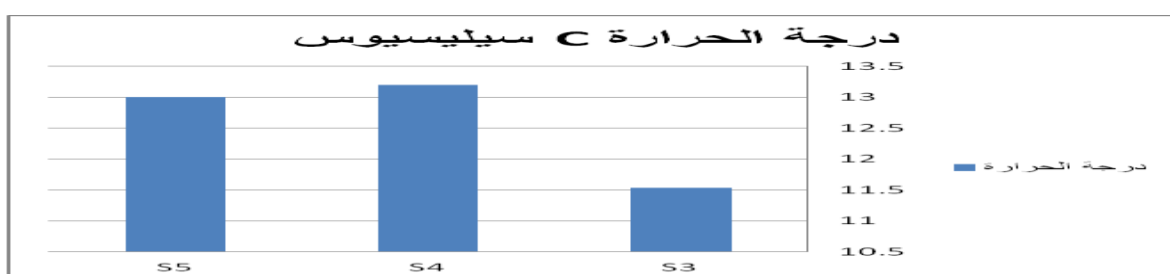


الشكل (4-11): تغير تعداد العصيات الجرثومية في بحيرة سد 16 تشرين خلال (2012-2013)

تغير درجات حرارة المياه صيفاً في المواقع الخمسة خلال (٢٠١٢-٢٠١٣)

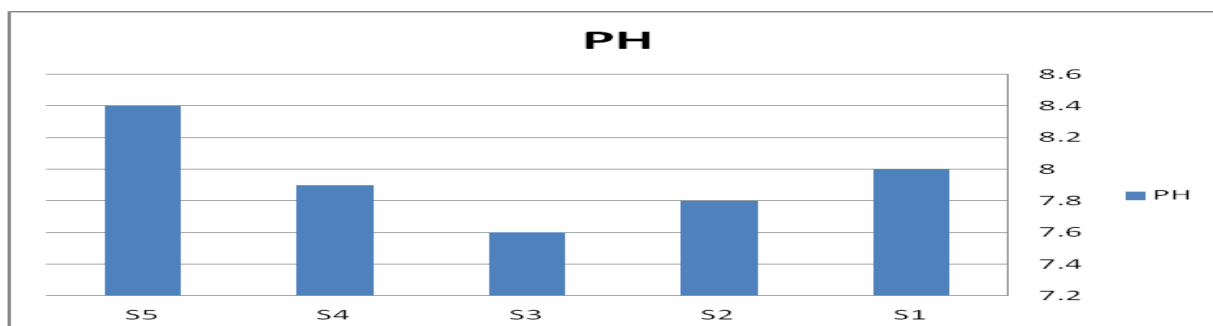


الشكل (4-12) تغير درجات حرارة المياه صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2013-2012)

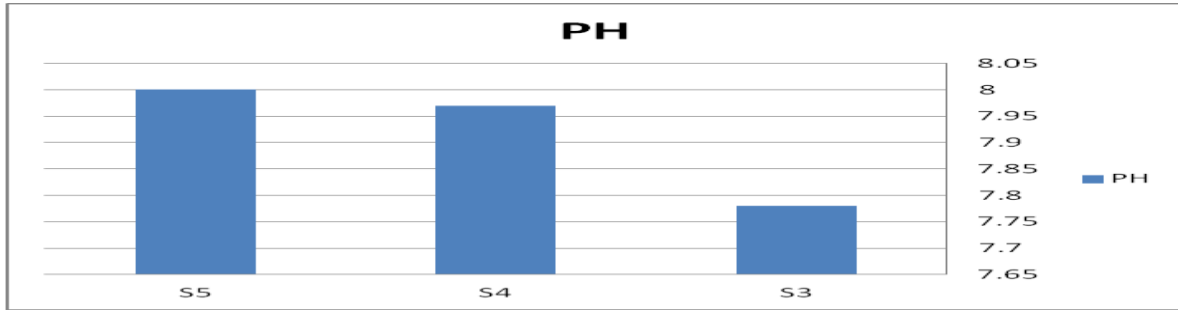


الشكل (4-13): متوسط درجات الحرارة شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2013-2012)

نرى في الشكلين (4-12)، (4-13) بأن تغيرات قيم الحرارة المسجلة خلال فترة الدراسة، متشابهة في نقاط الرصد الخمسة، وهي تقع ضمن مجال مقبول، مما يدل على عدم تعرض مناطق الدراسة لمخلفات صناعية حارة.

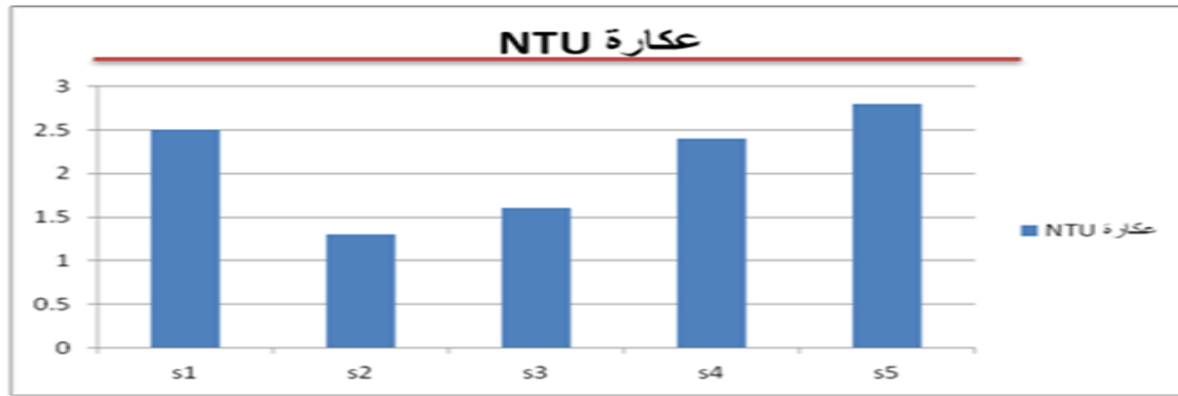


الشكل (4-14): متوسط PH صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2013-2012)



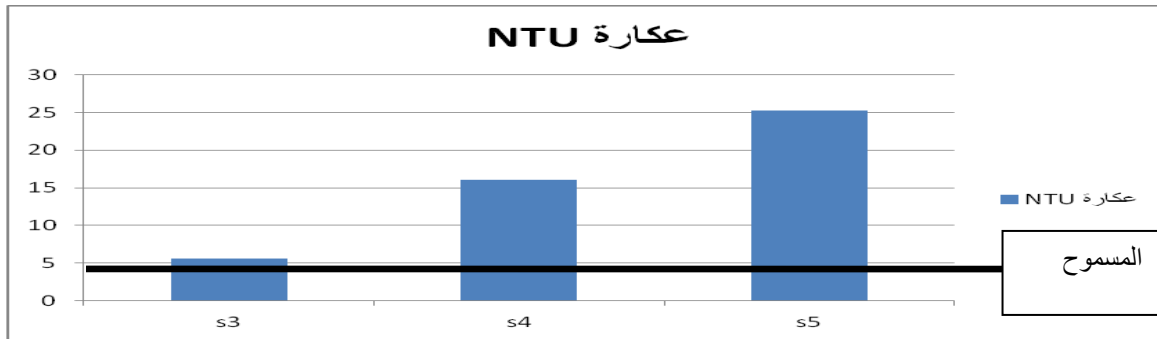
الشكل (4-15): متوسط PH شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2012-2013)

نرى في الشكلين (4-14)، (4-15) أن التغيرات في قيم PH متشابهة في نقاط الرصد وقد تراوحت القيم ضمن المجال (7.1-8.6) مما يدل على ثباتها بشكل تقريبي في مناطق الدراسة ، وهذا يدل على عدم تعرض البحيرة لمصدر تلوث خارجي حمضي (أمطار حامضية ، صرف صناعي) .



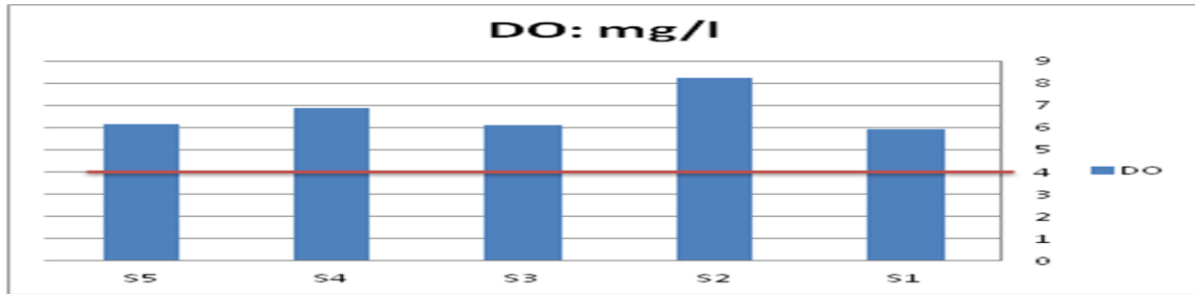
الشكل (4-16): متوسط العكارة صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2012-2013)

نجد من الشكل (4-16) أن القيم تكون مرتفعة عند الموقع 1 بسبب ما يحمله النهر من ملوثات ثم تنخفض عند 2 و 3 أي عند وسط البحيرة بسبب عملية التنقية الذاتية والترسيب ثم تعود لارتفاع قليل عند جسم السد لتعود وترتفع عند 5 لقربها من المنشآت السياحية ولسهولة وصول المواطنين.



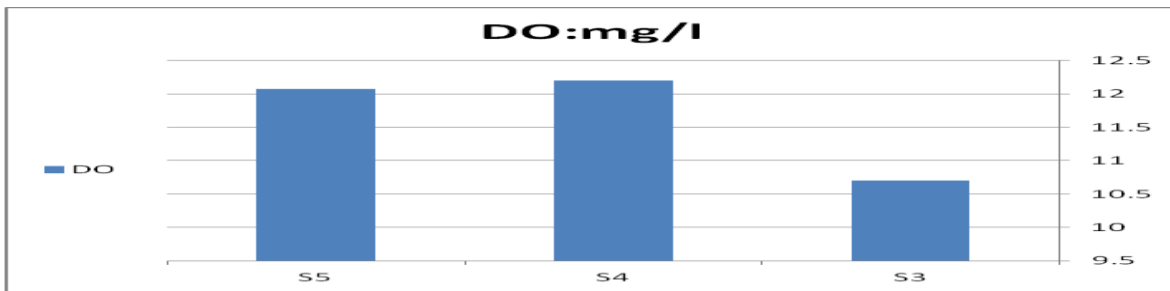
الشكل (4-17): متوسط العكارة شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2012-2013)

نجد من الشكل (4-17) ازدادت العكارة بعد أول هطول مطري ونجد أن القيم تكون مرتفعة عند الموقع 5 لقربها من المنشآت السياحية ولسهولة وصول المواطنين.



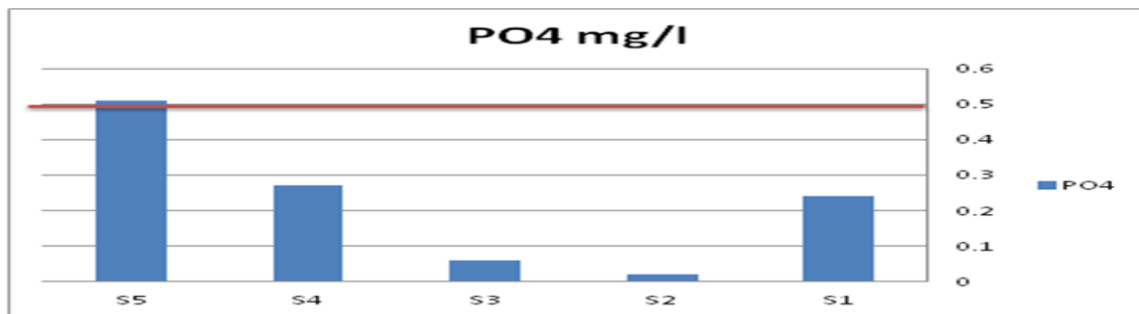
الشكل (4-18): متوسط DO صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2012-2013)

نجد من الشكل (4-18) أن DO لم ينخفض تحت القيمة 4mg/l حتى في فصل الصيف وهذا يدل على جودة مياه البحيرة وغناها بالأكسجين .



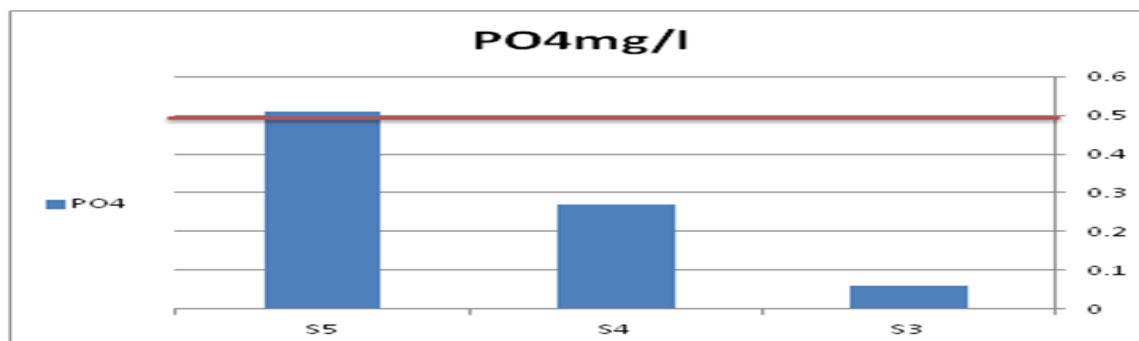
الشكل (4-19): متوسط DO شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2012-2013)

نجد من الشكل (4-19) إن قيم DO وصلت الى أعلى قيمة لها عند هطول المطر حيث يستهلك الاوكسجين في عمليات تفكك واكسدة المواد العضوية .



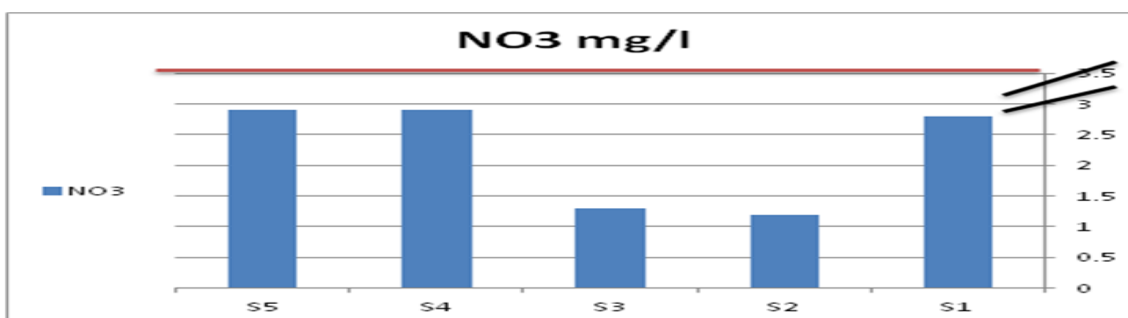
الشكل (4-20): متوسط PO₄ صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2012-2013)

نجد من الشكل (4-20) أن القيم تكون مرتفعة عند الموقع 1 بسبب ما يحمله النهر من ملوثات (صرف صحي وسياحة) ثم تنخفض عند 2 و 3 أي عند وسط البحيرة بسبب عملية التنقية الذاتية والترسيب ثم تعود لترتفع قليلاً عند جسم السد بسبب النشاط البشري والمسامك لتعود وترتفع عند 5 لقربها من المنشآت السياحية ولسهولة وصول المواطنين (بحيرة شبه مغلقة) .

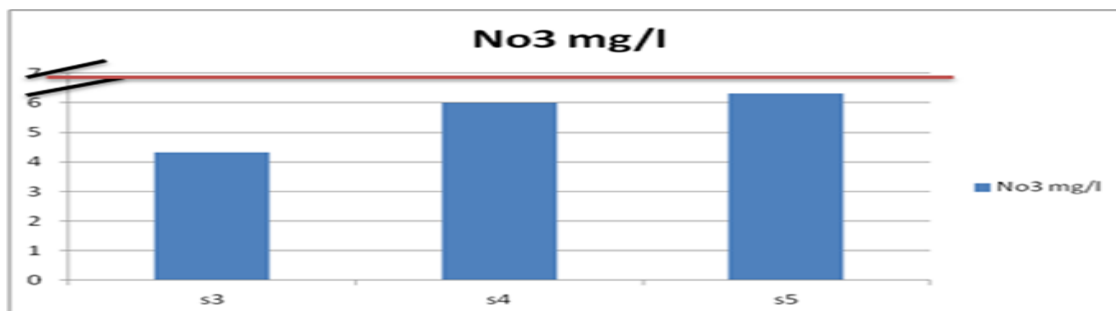


الشكل (4-21): متوسط PO_4 شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2012-2013)

من الشكل (4-21) نجد أن ارتفاع تركيز النترات كان شتاءً بعد هطول المطر، والسبب هو غسل التربة كون البحيرة تحاط بأراضي زراعية .

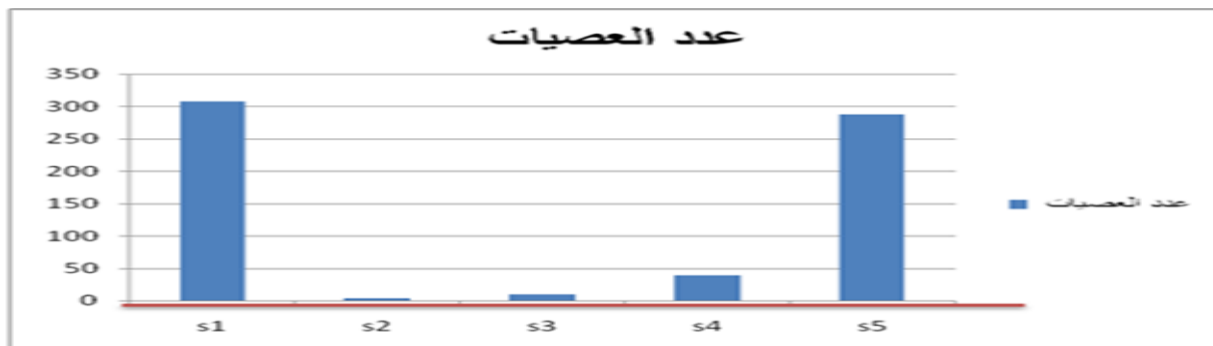


الشكل (4-22): متوسط NO_3 صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2012-2013)

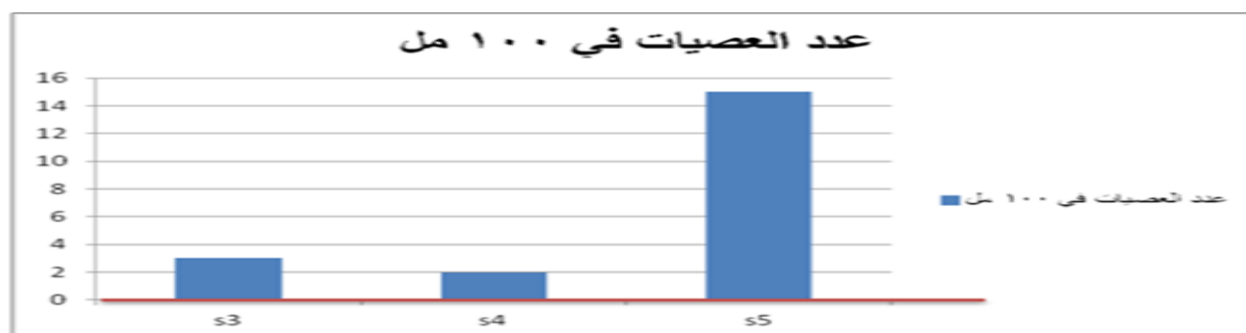


الشكل (4-23): متوسط NO_3 شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2012-2013)

نجد من الشكلين (22-4)، (23-4) أن القيم تكون مرتفعة عند الموقع 1 بسبب ما يحمله النهر من ملوثات ثم تنخفض عند 2 و3 أي عند وسط البحيرة بسبب عملية التنقية الذاتية والترسيب ثم تعود لتنخفض قليلاً عند جسم السد لتعود وترتفع عند 5 لقربها من المنشآت السياحية ولسهولة وصول المواطنين.



الشكل (24-4): متوسط عدد العصيات صيفاً في المواقع الخمسة خلال (2012-2013)



الشكل (25-4): متوسط عدد العصيات شتاءً في المواقع الثلاثة خلال (2012-2013)

نجد من الشكلين (24-4)، (25-4) أن القيم تكون مرتفعة عند الموقع 1 بسبب ما يحمله النهر من ملوثات ثم تنخفض عند 2 و3 أي عند وسط البحيرة بسبب عملية التنقية الذاتية والترسيب ثم تعود لترتفع قليلاً عند جسم السد لتعود وترتفع عند 5 لقربها من المنشآت السياحية ولسهولة وصول المواطنين.

2-4- تحديد مستويات الجودة لمياه البحيرة :

من التحاليل والقياسات التي أجريت على مياه سد 16 تشرين، وجدنا أن تركيز بعض المتغيرات التي تم قياسها قد تعدى القيم المسموحة، إذاً لا بد من تحديد لمستويات وأدراجات جودة مياه البحيرة ، ومعرفة المصادر المؤثرة على 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 البحرات والمسطحات المائية.

1-2-4- تحديد مخطط جودة البحيرة وفقاً للمؤشر الماليزي: [29]

لتصنيف جودة المياه وفق هذا المؤشر تم قياس DO، BOD₅، NO₃، PH، أما بالنسبة للمؤشرين COD، TSS فقد تم قياسهما لمرة واستنتاج العلاقة التي تربطهما مع BOD₅، عكارة وقد وجدنا أن

$$\text{COD} = 1.5 \text{BOD}_5$$

$$\text{TSS} = 1.25 \text{ NTU}$$

يتم تصنيف جودة المياه وفق المؤشر التالي :

$$\text{WQI} = (0.22 * \text{SIDO}) + (0.19 * \text{SIBOD}) + (0.16 * \text{SICOD}) + (0.15 * \text{SIAN}) + (0.16 * \text{SISS}) + (0.12 * \text{SipH})$$

where; $0 \leq \text{WQI} \leq 100$

يتم حساب المؤشر وفق المعادلات التالية:

SubIndex for DO (In % saturation)

$$\text{SIDO} = 0$$

$$\text{for } x \leq 8$$

$$\text{SIDO} = 100$$

$$\text{for } x \leq 92$$

$$\text{SIDO} = -0.395 + 0.030x^2 - 0.00020x^3$$

$$\text{for } 8 < x < 92$$

SubIndex for BOD

$$\text{SIDOD} = 100.4 - 4.23x$$

$$\text{for } x \leq 5$$

$$\text{SIDOD} = 108 * \exp(-0.055x) - 0.1x$$

$$\text{for } x > 5$$

SubIndex for COD

$$\text{SICOD} = -1.33x + 99.1$$

$$\text{for } x \leq 20$$

$$\text{SICOD} = 103 * \exp(-0.0157x) - 0.04x$$

$$\text{for } x > 20$$

SubIndex for NH₃-N

$$[29] \text{SIAN} = 100.5 - 105x$$

$$\text{for } x \leq 0.3$$

$$\text{SIAN} = 94 * \exp(-0.573x) - 5 * I x - 2 I$$

$$\text{for } 0.3 < x < 4$$

$$\text{SIAN} = 0$$

$$\text{for } x \geq 4$$

SubIndex for TSS

$$\text{SITSS} = 97.5 * \exp(-0.00676x) + 0.05x$$

$$\text{for } x \leq 100$$

$$\text{SITSS} = 71 * \exp(-0.0061x) + 0.015x$$

$$\text{for } 100 < x < 1000$$

$$\text{SITSS} = 0$$

$$\text{for } x \geq 1000$$

SubIndex for pH

$$\begin{aligned} \text{SlpH} &= 17.02 - 17.2x + 5.02x^2 \\ \text{SlpH} &= -242 + 95.5x - 6.67x^2 \\ \text{SlpH} &= -181 + 82.4x - 6.05x^2 \\ \text{SlpH} &= 536 - 77.0x + 2.76x^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{for } x < 5.5 \\ &\text{for } 5.5 \leq x < 7 \\ &\text{for } 7 \leq x < 8.75 \\ &\text{for } x \geq 8.75 \end{aligned}$$

الجدول (4-12): تصنيفات مؤشر جودة مياه [29] حسب قيم المؤشر الماليزي

البارامتر	الوحدة	الوصف				
		اممتاز	الجيد	المتوسط	أسىء	أسىء جداً
NH ₄	mg/l	< 0.1	0.1 – 0.3	0.3 – 0.9	0.9 – 2.7	> 2.7
BOD	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
(WQI)	–	< 92.7	76.5 – 92.7	51.9 – 76.5	31.0 – 51.9	> 31.0

الجدول (4-13): [29] وصف المياه واستخداماتها حسب المؤشر الماليزي

الوصف	الاستخدامات
I	لا تحتاج المياه لمعالجة من أجل استخدامها للشرب وتستخدم لتربية أسماك تعيش في ظروف مثالية
IIA	تحتاج المياه لمعالجة من أجل استخدامها للشرب ولكن تستخدم لتربية أنواع حساسة من الأسماك
IIB	تحتاج المياه لمعالجة متقدمة فعالة من أجل استخدامها للشرب ولكن تستخدم لتربية أنواع مقاومة من الأسماك ولسقاية المواشي
III	تستخدم للري
IV	لا يتم استخدامها للاستخدامات السابقة

الجدول (4-14): دليل الجودة النوعي للـ PH حسب المؤشر الماليزي [29]
for $7 \leq x < 8.75$

$$SlpH = -181 + 82.4x - 6.05x^2$$

ربيع	شتاء	خريف	صيف	
91	–	94.776	91	S1
96.255	–	98.116	93.638	S2
83.29	93.88		95.79	S3
95.792	91.427	97.462	92.379	S4
92.379	91	92.379	84.272	S5

$$SISS = 97.5 * \exp(-0.00676x) + 0.05x \quad \text{for } x \leq 100$$

الجدول (4-15): دليل الجودة النوعي للمواد الصلبة المعلقة حسب المؤشر الماليزي [29]

ربيع	شتاء	خريف	صيف	
94.509	–	93.925	95.618	S1
95.544	–	95.864	96.516	S2
95.39	93.38		95.79	S3
95.099	86.17	94.583	95.693	S4
94.509	80.315	94.143	95.395	S5

الجدول (4-16): دليل الجودة النوعي لـ NO_3 حسب المؤشر الماليزي [29]

$$SIAN = 100.5 - 105x \quad \text{for } x \leq 0.3$$

ربيع	شتاء	خريف	صيف	
92.625	–	90.315	90.735	S1
99.45	–	99.45	99.765	S2
100.5	100		100.5	S3
94.935	97.035	95.57	93.15	S4
94.41	97.455	98.82	95.25	S5

الجدول (4-17): دليل الجودة النوعي لـ COD حسب المؤشر الماليزي [29]

$$SICOD = -1.33x + 99.1 \quad \text{for } x \leq 20$$

ربيع	شتاء	خريف	صيف	
92.45	–	91.12	82.741	S1
95.709	–	94.912	93.514	S2
95.31	97.56		93.514	S3
91.319	96.906	90.721	89.125	S4
89.524	95.908	87.329	84.537	S5

SubIndex for BOD

$$SIDOD = 100.4 - 4.23x$$

$$\text{for } x \leq 5$$

$$SIDOD = 108 * \exp(-0.055x) - 0.1x$$

$$\text{for } x > 5$$

الجدول (4-18): دليل الجودة النوعي لـ BOD₅ حسب المؤشر الماليزي [29]

ربيع	شتاء	خريف	صيف	
78.811	–	76.174	67.975	S1
93.209	–	90.671	88.556	S2
92.36	95.514		74.6	S3
83.903	95.747	82.634	79.25	S4
80.096	93.632	77.482	71.556	S5

الجدول (4-19): دليل الجودة النوعي لـ DO حسب المؤشر الماليزي [29]

$$SIDO = -0.395 + 0.030x^2 - 0.00020x^3$$

$$\text{for } 8 < x < 92$$

ربيع	شتاء	خريف	صيف	
0	–	0	0	S1
2.681	--	2.298	1.512	S2
2.51	2.795		0	S3
1.939	3.772	0	0	S4
0	3.643	0	0	S5

$$WQI = (0.22 * SDO) + (0.19 * SIBOD) + (0.16 * SICOD) + (0.15 * SIAN) + (0.16 * SISS) + (0.12 * SipH)$$

$$0 \leq WQI \leq 100$$

الجدول (4-20): تصنيف مؤشر جودة المياه للبارامتر الواحد حسب المؤشر الماليزي شتاءً

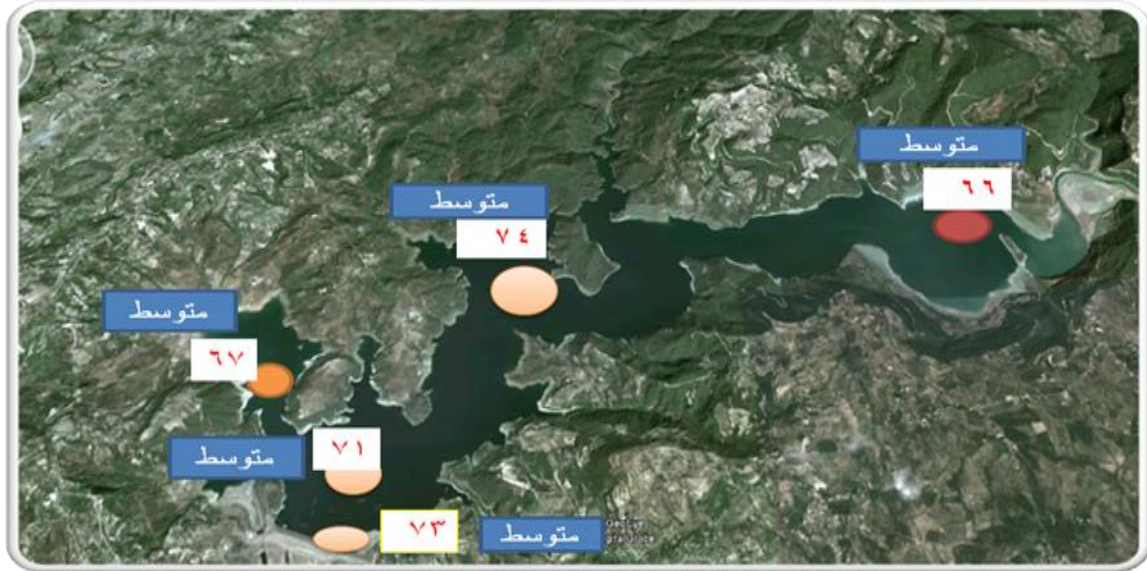
	S3 شتاءً	S4 شتاءً	S5 شتاءً
PH	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز
NH4	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز
COD	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز
BOD	أ ممتاز	II جيد	II جيد
TSS	أ ممتاز	أ ممتاز	الجيد
DO	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز

الجدول (4-21): تصنيف مؤشر جودة المياه للبارامتر الواحد حسب المؤشر الماليزي صيفاً

	S1 صيفاً	S2 صيفاً	S3 صيفاً	S4 صيفاً	S5 صيفاً
PH	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز
NH4	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز
COD	II جيد	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	II جيد
BOD	IV	II جيد	II جيد	III متوسط	IV سيئ
TSS	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز	أ ممتاز
DO	II جيد	أ ممتاز	II جيد	II جيد	II جيد

الجدول (4-22): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين وفق المؤشر الماليزي

المرصد	صيف	خريف	شتاء	ربيع	الوصف	الاستخدام
S1	65.983	69	–	69.701	III	يتطلب معالجة متقدمة
S2	73.764	74.949	–	75.368	III	لاستخدامه لمياه الشرب
S3	71.08		75.58	71.36	III	يستخدم لتربية الأسماك حيث
S4	73.106	71.38	73.840	71.929	III	يتطلب أنواع أسماك مقاومة
S5	66.784	69.666	72.325	69.911	III	



الشكل (4-26): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين صيفاً وفق المؤشر الماليزي

4-2-2-2- تطبيق مؤشر الجودة NSFQI لأغراض الشرب:

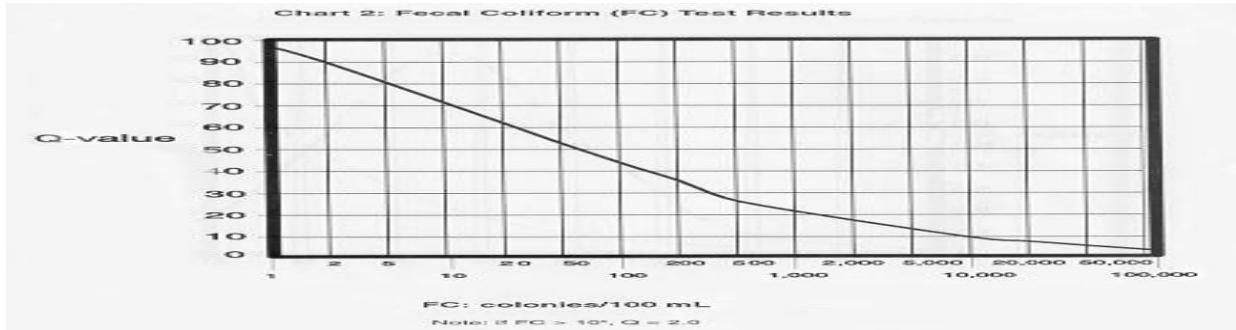
نظراً للانتشار الواسع في تطبيق هذا المؤشر عالمياً، بهدف تقييم نوعية المياه في المصادر المائية، ولأنه يعطي أفضل النتائج إذا كان المصدر المائي ضمن ظروف طبيعية، أي لا يتعرض بشكل مباشر إلى حمولات تلوث كبيرة مثلاً (مصّب صرف صحي)، لذلك سنعمد هذا المؤشر لتقييم مياه البحيرة، ومن ناحية أخرى العينات يجب أن لا تقطف من مواقع توجد فيها كمية كبيرة من نفايات حيوانية أو إنسانية غير معالجة، وقد تم أخذ ذلك بعين الاعتبار [6].

إن القياسات التي طبقت على البحيرة كانت شهرية ولمدة عام كامل، وقد كان هناك تباين واضح في قيم البارامترات المسجلة شهرياً، خاصة بين فصلي الصيف والشتاء، هذا بالإضافة إلى عدم إمكانية جلب عينات من بعض المواقع في بعض الأشهر لأسباب محلية، لذلك وجدنا أنه من الأفضل حساب معدلات فصلية بدلاً من معدل كلي لا يعطي صورة دقيقة عن القيم، المعدلات الفصلية موضحة في الجدول التالي، البارامترات الداخلة في حساب المؤشر NSFQI، وهي: (الأوكسجين المنحل ، الطلب الحيوي للأوكسجين، تعداد العصيات الغائطية -pH- تغيرات الحرارة- الفوسفور الكلي-النترات- العكارة- المواد الصلبة المعلقة) [6]، والذي عبر عنه بالمعادلة التالية:

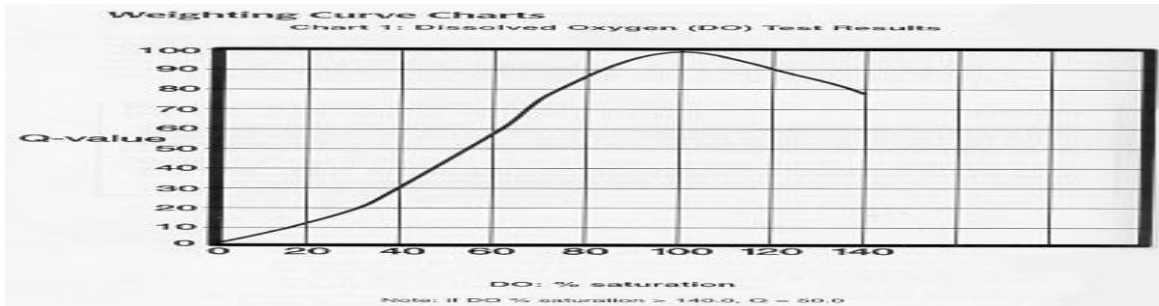
$$NSFWQI = \sum_{i=1}^P WiQi$$

P: عدد البارامترات الداخلة في الحساب وعددها تسعة

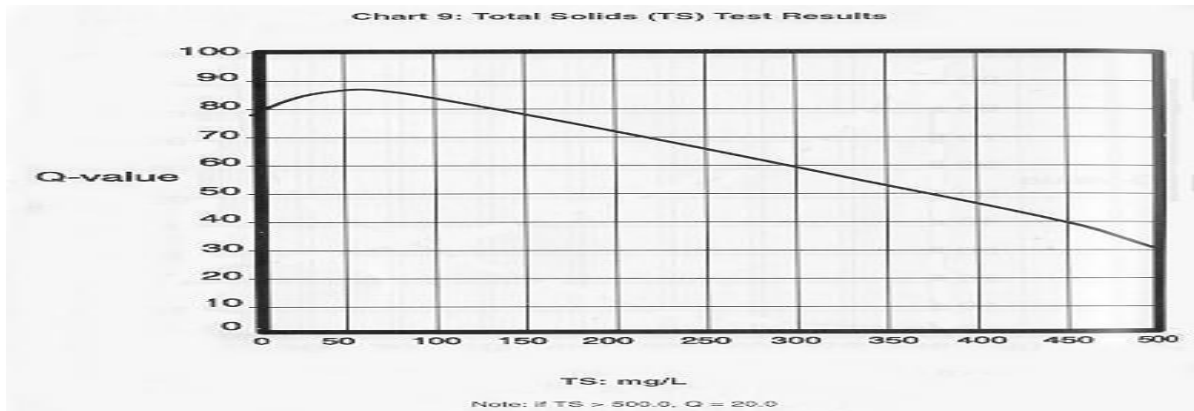
Wi: وزن كل بارامتر بحسب أهميته وتأثيره على نوعية المياه وقد وردت تلك الأوزان في الجدول (4-24) .
Qi: مؤشر فرعي ويؤخذ من مخططات التقييم الخاصة بكل بارامتر، سوف نورد تلك المنحنيات ذوات الأرقام (27-4)، (28-4)، (29-4)، (30-4)، (31-4)، (32-4)، (33-4)، (34-4) :



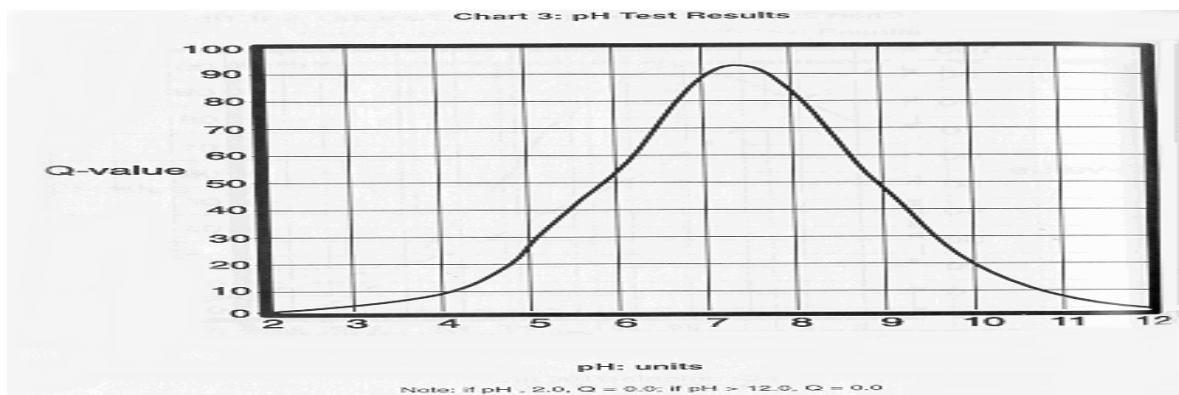
الشكل (27-4): دليل الجودة النوعي للعصيات الغائطية



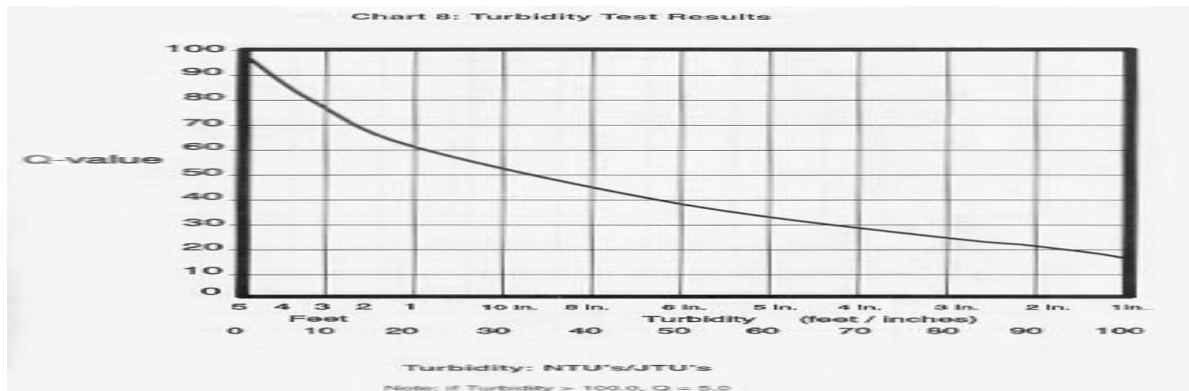
الشكل (28-4): دليل الجودة النوعي للأوكسجين المنحل %



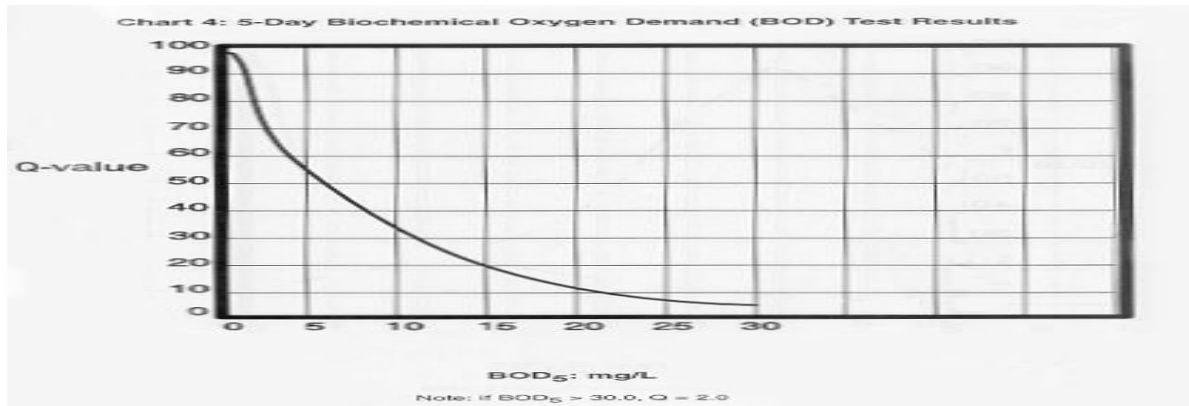
الشكل (4-29): دليل الجودة النوعي للمواد الصلبة المعلقة



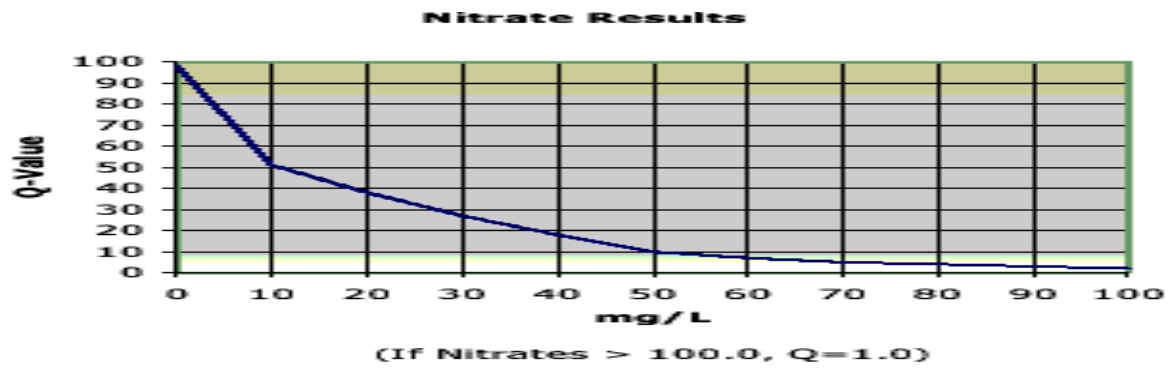
الشكل (4-30): دليل الجودة النوعي لدرجة الحموضة



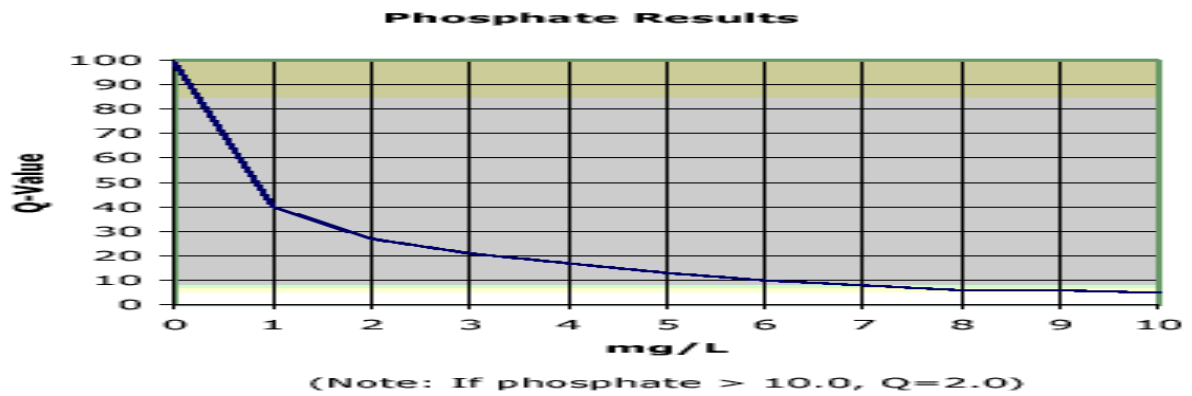
الشكل (4-31): دليل الجودة النوعي للعكارة



الشكل (4-32) دليل الجودة النوعي للطلب الحيوي للأوكسجين



الشكل (4-33): دليل الجودة النوعي للنترات



الشكل (4-34): دليل الجودة النوعي للفوسفور الكلي

الجدول (4- 23)أوزان الباراميترات الأهم[6]

Factor	Weight
Dissolved oxygen	0.17
Fecal coliform	0.16
pH	0.11
Biochemical oxygen demand	0.11
Temperature change	0.10
Total phosphate	0.10
Nitrates	0.10
Turbidity	0.08
Total solids	0.07

ثم نقارن مع المعايير النظامية للتصنيف بحسب NSFQI الموضحة في الجدول(4-25)

الجدول (4- 24):المعايير النظامية للتصنيف بحسب NSFQI [6]

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

سوف نقوم بحساب قيم المؤشر NSFQI لعينات البحيرة، بالاعتماد على العلاقة :

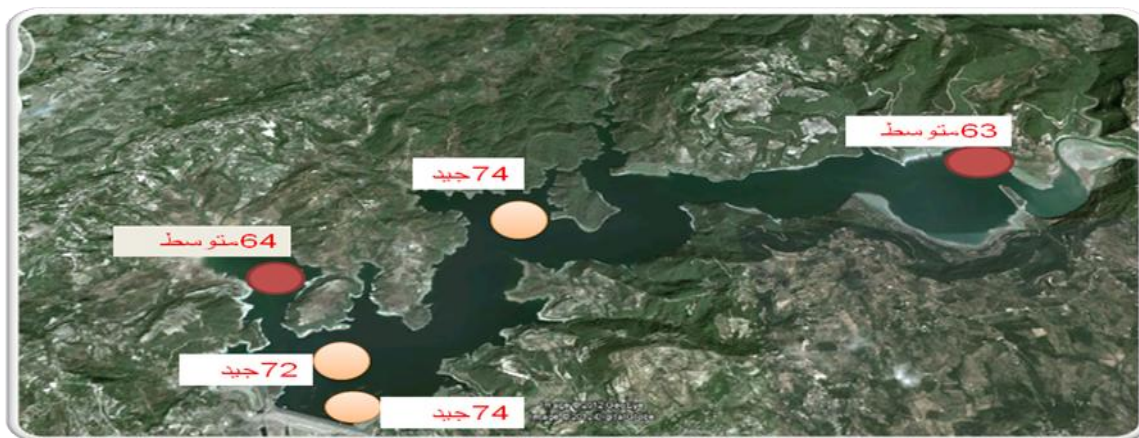
$$NSFWQI = \sum_{i=1}^p w_i Q_i$$

والمنحنيات الواردة أعلاه مع تبيان الوصف والدرجة المناسبين لقيم المؤشر الناتجة.

الجدول (4-25): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين وفق المؤشر

NSFWQI

الوصف	NSFWQI	F.c.	TSS Mg/l	TP Mg/l	N03 Mg/l	BOD5 Mg/l	DO %	العكارة NTU	PH	درجة الحرارة	الفصول	العينات
متوسط	63	308	3.13	0.3	2.8	8.2	70	2.5	8	25.1	صيف	S1
متوسط	67	176	6	0.46	3.7	6.2	98	4.8	7.7	22.8	خريف	
متوسط	66	253	5	0.238	4.9	5.6	81	4	8	18.2	ربيع	
جيد	74	4	1.63	0.025	1.2	2.8	98	1.3	7.8	24.6	صيف	S2
جيد	86	1	2.71	0.04	1.8	2.3	111	2.17	7.3	21.6	خريف	
جيد	82	5	3.25	0.025	2	1.7	108	2.6	7.55	17.3	ربيع	
جيد	72	3	7	0.078	4.33	0.77	130	5.6	7.78	11.53	شتاء	S3
جيد	82	0	3.5	0.013	2.1	1.9	98	2.8	8.45	13.5	ربيع	
جيد	71	9	2	0.075	1.3	2.8	74	1.6	7.6	26	صيف	
جيد	74	39	3	0.041	2.9	5	82	2.4	7.9	24.7	صيف	S4
جيد	73	69	4.88	0.063	3.1	4.2	88	3.9	7.4	23.2	خريف	
جيد	78	2	20	0.34	6	1.1	116	16	7.97	13.2	شتاء	
جيد	72	63	4	0.038	4	3.9	95	3.2	7.6	17.8	ربيع	
متوسط	64	287	3.5	0.026	2.9	7.3	74	2.8	8.4	25.2	صيف	S5
متوسط	68	209	5.6	0.36	3	5.9	83	4.5	7.9	22.8	خريف	
جيد	72	12	31.63	0.64	6.3	1.6	114	25.3	8	13	شتاء	
متوسط	67	157	5	0.24	4.9	4.8	81	4	7.9	17.7	ربيع	



الشكل (4-35): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين صيفاً وفق المؤشر NSFQI



الشكل (4-36): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين خريفاً وفق المؤشر NSFQI

4-2-3-تحديد مخطط جودة للبحيرة وفقاً لNEWWQI:

تم اختيار البارامترات الداخلة في الحساب بحسب أهميتها. أي تأثير كل منها على حالة المياه، حيث طبقت تحاليل الحساسية لاختبار أداء كل بارامتر و التحقق من تأثيره، و كانت البارامترات التالية: (العكارة-الناقلية الكهربائية F.C-TP-DO) هي الأهم، وصيغت المعادلة بحيث تعطي الأولوية للأوكسجين المنحل كنسبة مئوية أي درجة الإشباع بالأوكسجين ثم الفوسفور الكلي ثم تعداد العصيات الغائطية، أما العكارة و الناقلية فكانتا أقل تأثيراً، الشكل النهائي للمعادلة اختير بحيث يكون بسيطاً و ضمن مجال رقمي معقول لذلك أدخلت أرقاماً أصغر [6] والمعادلة أصبحت على الشكل التالي:

$$NEWWQI = \log \left[\frac{(DO)^{1.5}}{(3.8)^{TP} * (turb)^{0.15} * (15f.c/1000) + 0.14(sc)^{0.5}} \right]$$

DO :الأوكسجين المنحل يؤخذ كنسبة مئوية من درجة الإشباع.

Turb:العكارة مقدرة ب NTU.

TP:الفوسفور الكلي مقدرة ب mg/l.

F.C: عدد العصيات البرازية 100 ml.

SC:الناقلية الكهربائية مقدرة ب μ S/cm.

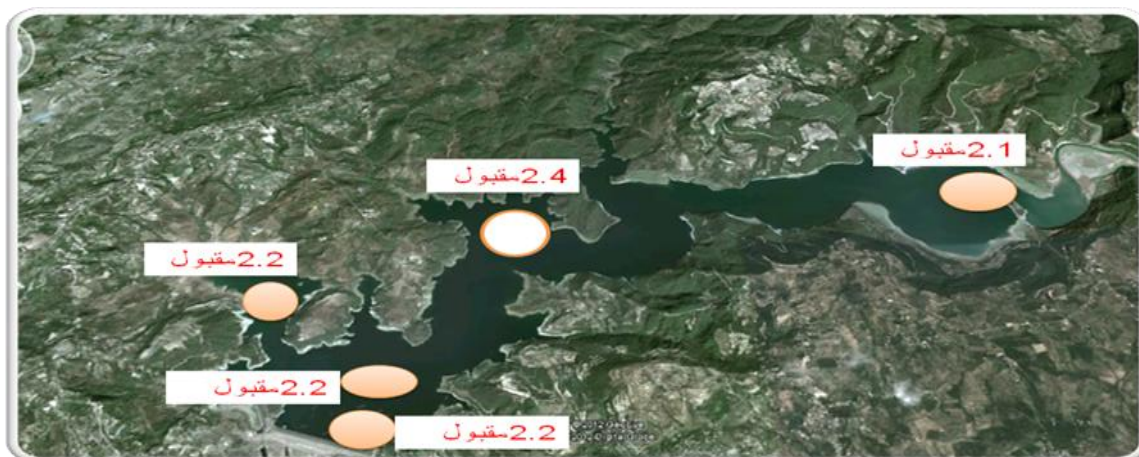
الجدول(4-26) : المعايير النظامية وفق المؤشر NEWWQ [6]

الوصف	نوع الماء	الدرجة(NEWWQI)
يستخدم للشرب	مثالي الجودة	3
يستخدم للشرب في الحد الأعلى و للاستحمام في الحد الأدنى	مقبول الجودة	2-3
الماء لا يستخدم للشرب و الاستحمام واحد أو اثنان من البارامترات يتراجع و يحتاج لمعالجة معينة	منخفض الجودة	2-1
يحتاج لمعالجة، لتحسين نوعية الماء ، بالنسبة لكافة البارامترات	سئ الجودة	1-0

و وجد هذا المؤشر [NEWWQI] بالمقارنة مع غيره من المؤشرات بأنه الأسهل و الأبسط 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 قلل من عدد البارامترات الداخلة في الحساب، هذا المؤشر يقيم نوعية المياه للاستخدام العام، وهو يعطي أفضل النتائج ضمن الظروف الطبيعية، إلا أنه لا يستخدم للدلالة على التلوث من أثر المعادن أو السموم. وعلى اعتبار أن تراكيز الفوسفات الناتجة عن التحاليل هي 80% من تركيز الفوسفور الكلي.

الجدول(4-27):تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين وفق المؤشر NEWWQI

نوع الماء	NEWWQI	الناقلية الكهربائية	F.c.	TP Mg/l	DO%	العكارة NTU	الفصول	العينات
مقبول الجودة	2.2	526	39	0.041	82	2.4	صيف	S4
مقبول الجودة	2.3	512	69	0.063	88	3.9	خريف	
مقبول الجودة	2.3	548	2	0.34	116	16	شتاء	
مقبول الجودة	2.1	550	63	0.038	95	3.2	ربيع	
مقبول الجودة	2.2	515	287	0.026	74	2.8	صيف	S3
مقبول الجودة	2.2	510	209	0.36	83	4.5	خريف	
مقبول الجودة	2.3	532	12	0.64	114	25.3	شتاء	
مقبول الجودة	2.2	556	157	0.24	81	4	ربيع	
مقبول الجودة	2.4	457	4	0.025	98	1.3	صيف	s2
مقبول الجودة	2.4	476	1	04.0	111	2.17	خريف	
مقبول الجودة	2.4	465	5	025.0	108	2.6	ربيع	
مقبول الجودة	2.1	537	308	3.0	70	2.5	صيف	S1
مقبول الجودة	2.2	562	176	46.0	98	4.8	خريف	
مقبول الجودة	2.2	571	253	0.238	81	4	ربيع	
مقبول الجودة	2.5	515	3	0.078	130	5.6	شتاء	S5
مقبول الجودة	2.2	510	9	0.075	74	1.6	صيف	
مقبول الجودة	2.3	570	0	0.125	98	2.8	ربيع	



الشكل (4-37): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين صيفاً وفق المؤشر NEWWQI

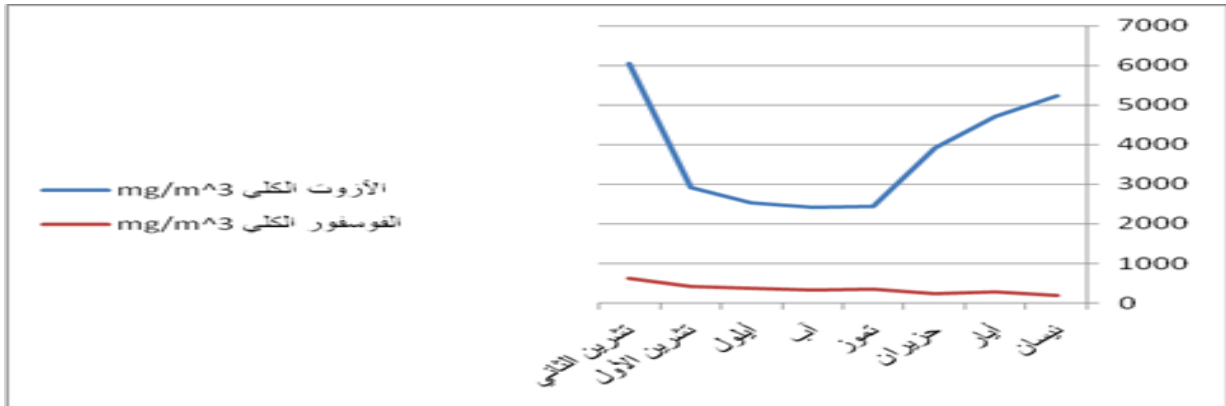
4-2-4- تحديد مخطط جودة للبحيرة وفقاً لحمولة المغذيات :

تؤدي زيادة تركيز عناصر الإثراء الغذائي (الفوسفات والنيتروجين)، في المياه عن حدود معينة إلى ظاهرة النمو المتزايد للطحالب، فالطحالب كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا وهي كائنات غير مرغوب فيها، تحتاج لمدة أسبوع إلى شهر لتنمو في المياه السطحية وخاصة البحيرات، فهي تطفو على وجه البحيرة وتقلل من استعمالات المياه السطحية كمصدر للشرب والأغراض الأخرى.

من خلال التحاليل كشف عن وجود شوارد كل من النترات والنترت والفوسفات والتي مصدرها الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية المستخدمة في تخصيب الأراضي حول منطقة البحيرة، والتي تتحلل بمياه الأمطار في الشتاء وبمياه الري في الصيف ثم تصل إلى البحيرة، هذا بالإضافة للتسريبات من الحفر الفنية والنشاط البشري والحيواني على أطراف البحيرة، سوف ندرج التراكيز الشهرية لقيم النيتروجين الكلي والفوسفور الكلي في البحيرة، باعتبار أن تركيز النيتروجين الكلي هو مجموع تراكيز كل من النترات والنترت والأمونيا، وأن تراكيز الفوسفات الناتجة عن التحاليل هي 80% من تركيز الفوسفور الكلي.

الجدول (28-4): قيم الآزوت الكلي والفوسفور الكلي للعينات s1

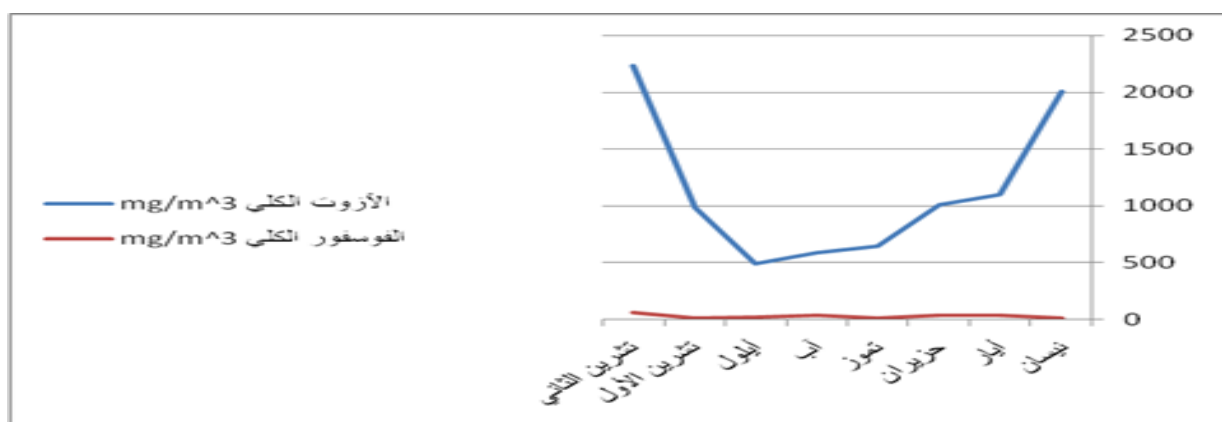
الأشهر	الأزوت الكلي mg/m ³	الفوسفور الكلي mg/m ³	نسبة TN/TP
نيسان	5221	188	28
أيار	4701	288	16
حزيران	3905	238	16
تموز	2441	350	7
آب	2418	325	7
أيلول	2523	363	7
تشرين الأول	2921	413	7
تشرين الثاني	6045	613	10
المعدل	3772	232	12
الفصول	TN	TP	الوصف
ربيع	4961	238	شديدة الإخصاب بالنسبة J TN، TP
صيف	2921	304	شديدة الإخصاب بالنسبة TN و TP
خريف	3830	463	شديدة الإخصاب بالنسبة J TN و TP



الشكل (38-4): تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة s1 خلال (2012-2013)

الجدول (29-4): قيم الآزوت الكلي والفوسفور الكلي ونسبة (TN/ TP) للعينات s2

الأشهر	الآزوت الكلي mg/m ³	الفوسفور الكلي mg/m ³	نسبة TN/TP
نيسان	2001	13	153
أيار	1099	38	28
حزيران	1011	38	26
تموز	645	13	49
آب	587	38	15
أيلول	493	25	19
تشرين الأول	983	13	75
تشرين الثاني	2230	63	35
المعدل	956	30	50
الفصول	(mg/m ³)TN	(mg/m ³)TP	الوصف
ربيع	1550	26	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TN، ومخصبة بالنسبة لـ TP
صيف	748	30	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TN و TP
خريف	1235	34	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TN ومخصبة بالنسبة لـ TP



الشكل (39-4): تغير تركيز النيتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة s2 خلال (2012-2013)

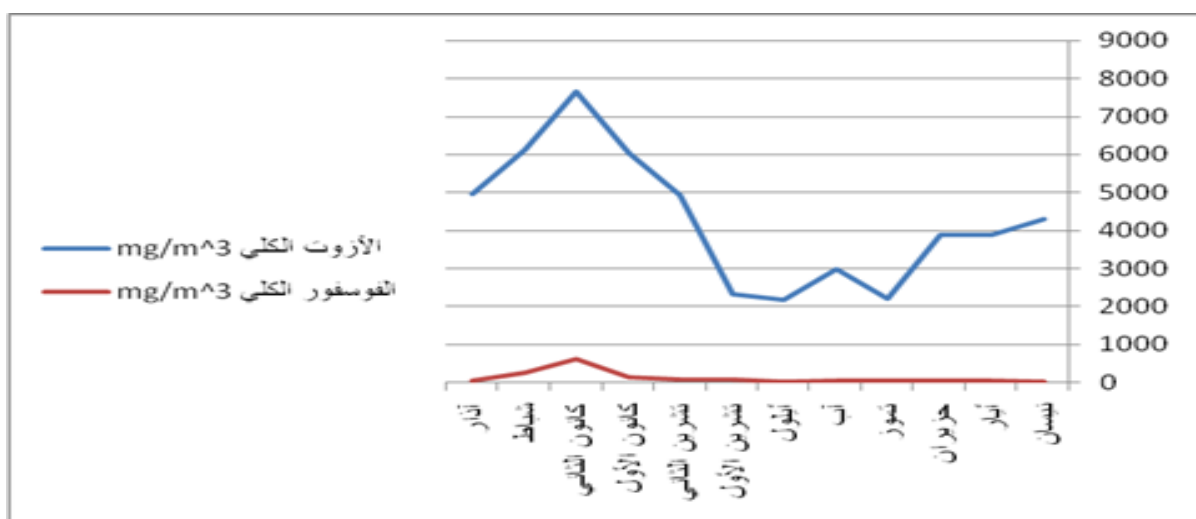
الجدول (30-4): قيم الآزوت الكلي والفوسفور الكلي ونسبة (TN/ TP) للعينة s3

الأشهر	الآزوت الكلي mg/m ³	الفوسفور الكلي mg/m ³	نسبة TN/TP
كانون الأول	3805	87.5	44
كانون الثاني	4504	100	45
شباط	4710	50	94
آذار	2100	12.5	168
تموز	1320	75	17
شتاء	4340	79	55
ربيع	2100	12.5	168
صيف	1320	75	168

جدول (31-4): قيم الآزوت الكلي والفوسفور الكلي ونسبة (TN/ TP) للعينة s4

الأشهر	الآزوت الكلي mg/m ³	الفوسفور الكلي mg/m ³	نسبة TN/TP
نيسان	4301	13	344
أيار	3883	50	78
حزيران	3876	50	78
تموز	2192	38	58
آب	2993	38	79
أيلول	2174	25	87
تشرين الأول	2331	63	37
تشرين الثاني	4922	88	56
كانون الأول	6047	138	44
كانون الثاني	7650	625	12
شباط	6131	250	25

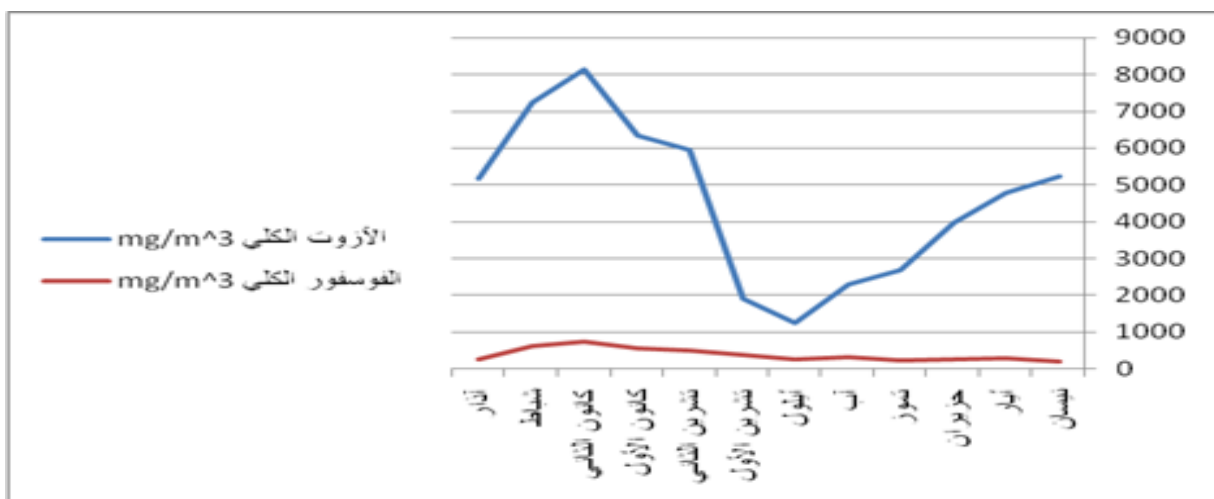
آذار	4960	50	99
المعدل	4288	119	83
الفصول	(mg/m ³)TN	(mg/m ³)TP	الوصف
ربيع	4381	38	شديدة الإخصاب بالنسبة لTN ومخصبة بالنسبة لTP
صيف	3020	42	شديدة الإخصاب بالنسبة لTN ومخصبة بالنسبة لTP
خريف	3142	59	شديدة الإخصاب بالنسبة لTN ومخصبة بالنسبة لTP
شتاء	6609	338	شديدة الإخصاب بالنسبة لTN، TP



الشكل (4-40): تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة s4 خلال (2012-2013)

الجدول (32-4) :قيم الآزوت والفوسفور الكلي ونسبة TN/TP للعينة s5

الأشهر	الآزوت الكلي mg/m ³	الفوسفور الكلي mg/m ³	نسبة TN/TP
نيسان	5246	188	28
أيار	4771	288	17
حزيران	3969	238	17
تموز	2689	225	12
آب	2298	325	7
أيلول	1253	238	5
تشرين الأول	1924	363	5
تشرين الثاني	5961	488	12
كانون الأول	6341	550	12
كانون الثاني	8139	750	11
شباط	7229	625	12
آذار	5174	250	21
المعدل	4583	377	13
الفصول	)TN (mg/m ³	(mg/m ³)TP	الوصف
ربيع	5064	242	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TP،TN
صيف	2985	263	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TP،TN
خريف	3046	363	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TP،TN
شتاء	7236	642	شديدة الإخصاب بالنسبة لـ TP،TN



الشكل (41-4):تغير تركيز النتروجين الكلي والفوسفور الكلي في العينة s5 خلال (2012-2013)

الجدول (4-33): القيم الإرشادية لتصنيف البحيرات بمقارنة معدلات قيم النتروجين والفوسفور الكلي [22]

النتروجين الكلي mg/m ³	الفوسفور الكلي mg/m ³	مستويات الإخصاب
أصغر من 300	أصغر من 5	غير مخصبة OLIGOTROPHIC
300-500	5-20	معتدلة الإخصاب MESOTROPHIC
350-1000	20-100	مخصبة EUTROPHIC
أكبر من 1000	أكبر من 100	شديدة الإخصاب HYPERTROPHIC

الجدول (34-4):تقييم مستويات الإخصاب في مياه بحيرة سد 16تشرين بالنسبة للمغذيات (TN،TP)

مواقع العينات	المتوسط السنوي للتروجين الكلي mg/m ³	المتوسط السنوي للفوسفور الكلي mg/m ³	مستويات الإخصاب
S1	3772	232	شديدة الإخصاب بالنسبة للتروجين الكلي والفوسفور الكلي
S2	956	30	مخصبة بالنسبة للتروجين الكلي مخصبة بالنسبة للفوسفور الكلي
S3	4583	377	شديدة الإخصاب بالنسبة للتروجين الكلي والفوسفور الكلي
S4	4288	119	شديدة الإخصاب بالنسبة للتروجين الكلي ومخصبة بالنسبة للفوسفور الكلي
S5	3218	46	شديدة الإخصاب بالنسبة للتروجين الكلي مخصبة بالنسبة للفوسفور الكلي

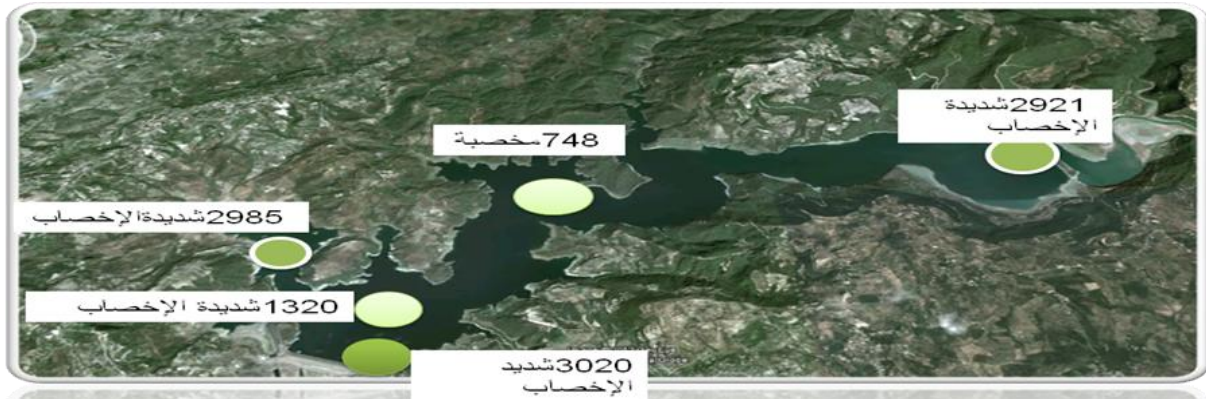
تجدر الإشارة إلى أن درجة الجودة المطلوبة هي درجة الجودة الثانية كحد أدنى، التي تعتمد عليها الدول الأوروبية في قوانين حماية البيئة[19] .

المؤشر TN/TP:

الجدول (35-4) : نسبة التروجين الكلي إلى الفوسفور الكلي في مياه بحيرة سد 16 تشرين

المتوسط mg/m ³			
مواقع العينات	TN	TP	TN/TP
S1	3772	232	16
S2	956	30	31
S3	4583	377	12
S4	4288	119	39
S5	3218	46	70

إن حاجة الطحالب من النتروجين تعادل (10-15) ضعف حاجته من الفوسفور، أي عندما تكون نسبة TN/TP أقل من 10 يكون الفوسفور هو العنصر المحدد لنمو وتكاثر الطحالب، وعندما تكون نسبة TN/TP أكبر من 10 يصبح النتروجين هو العنصر المحدد، وهذا يعني أن المغذيات التي تصل إلى البحيرة تزداد بشكل ملحوظ، نتيجة هطول الأمطار، بالإضافة إلى التسريبات عن الحفر الفنية والمخلفات الناتجة عن النشاط السياحي والزراعي للسكان القريب من حرم البحيرة [22].



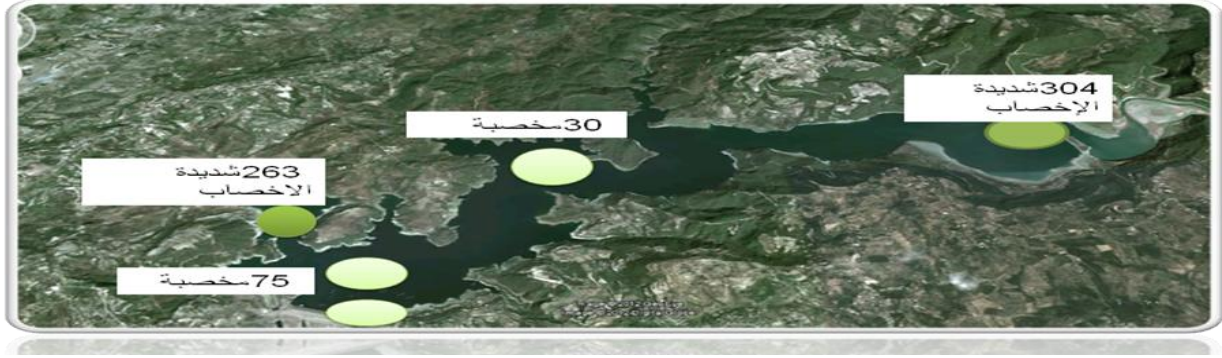
الشكل (4-42): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين صيفاً وفقاً ل TN



الشكل (4-43): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين شتاءً وفقاً ل TN



الشكل (4-44): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين شتاءً وفقاً ل TP



الشكل (4-45): تصنيف مياه بحيرة سد 16 تشرين صيفاً وفقاً ل TP

4-4- حماية البحيرة عن طريق إنشاء مناطق حماية:

بالنظر إلى النتائج التي حصلنا عليها، والتي أظهرت بأن البحيرة تتعرض للتلوث بسبب وجود المنشآت السياحية والمطاعم والاستراحات الموسمية بالقرب منها، إضافة للأراضي الزراعية المنتشرة حولها، بالإضافة إلى مخلفات الحيوانات والمواطنين الذين يقصدون البحيرة للتمتع بجمالها، لذلك يجب حمايتها لأن مياهها تستخدم للشرب والأفضل من البداية الحد من وصول تلك الملوثات إليها قدر الإمكان، وهذا يحتاج إلى تحديد مناطق حماية للبحيرة بهدف إبعاد الملوثات الخطيرة على الصحة عنها كالملوثات الجرثومية الممرضة (بكتيريا، جراثيم، فيروسات) ومياه المجاري والقمامة والمنظفات والدهون والأسمدة والمبيدات.

ويتم تصنيف مناطق الحماية كالآتي

الحرم الأول:

يمتد اعتباراً من حافة البحيرة إلى ما بين (10-50) متراً، ويحظر وجود أي استخدام بشري أو زراعي أو صناعي ما عدا النمو الطبيعي الأخضر، ويجب أن يكون هذا النطاق محمياً بسور (شبكة معدني مثلاً) وهو خطوة أولى لحماية البحيرة من عبث العابثين .

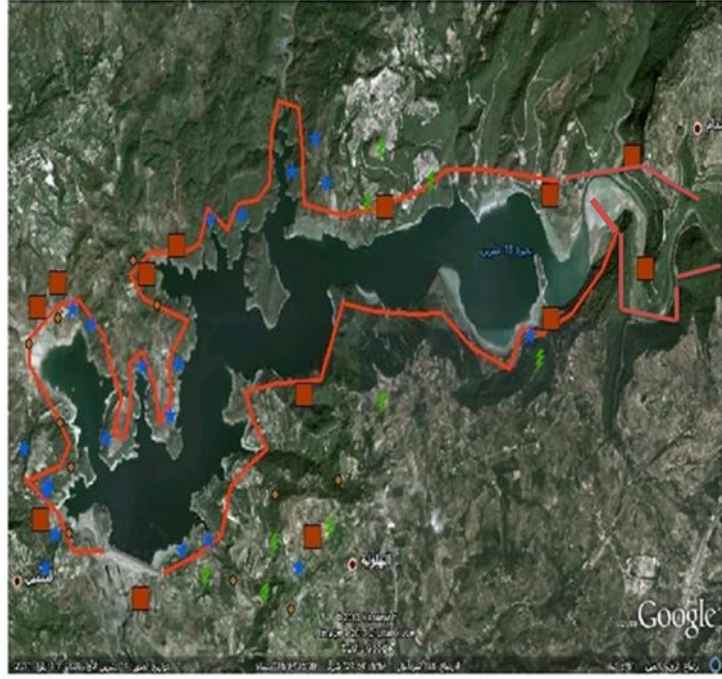
الحرم الثاني (ضيق):

يحيط بالأول ويمكن الاستفادة من منطقة هذا الحرم للزراعة الطبيعية شرط عدم التسميد، وطبعاً يجب المحافظة على واقع الطبقة العليا من الأرض ومنع السكن ضمنه.

الحرم الثالث (واسع):

يحيط بالثاني وفيه يسمح بالبناء السكني شريطة وجود أبنية مجاري تصريف صحي نظامية إلى شبكة تصريف نظامية، ويمنع منعاً باتاً استخدام الحفر الفنية، كما لا يسمح بوجود أماكن للطمر الصحي للقمامة، وصناعات ذات نفايات سائلة خطيرة، ويحظر استخدام المبيدات الكيميائية التي تحمي النباتات.

بالنظر للوضع الراهن للبحيرة، نجد بأن كل المنشآت المتوضعة حولها تخالف الشروط الوارد ذكرها بالنسبة للنطاقات المقترحة نظراً لوجود الطريق العام قرب البحيرة وعلى مسافات مختلفة وهذا ما يمنع تواجد تلك المنشآت ضمن الشروط المطلوبة، لذلك نجد بأن أفضل طريقة لتلافي التأثير السلبي لتلك المنشآت على البحيرة، هي نقلها للجهة الأخرى من الطريق العام أي إلى يسار الطريق العام، والعمل على تصريف مخلفات تلك المنشآت ضمن مصرف مشترك، يكون تحت الطريق العام ويؤخذ ليصب في أقرب شبكة صرف صحي متواجدة في المنطقة، وبذلك نحافظ على البحيرة من التلوث ولا نؤثر سلباً على النشاط السياحي الذي تتمتع به تلك المنطقة، أما بالنسبة للأراضي الزراعية الموجودة ضمن النطاقات المقترحة فيسمح بوجودها إذا كانت تبعد على الأقل من (10-50) متراً عن حافة البحيرة ولكن مع إلزام أصحابها بالزراعة دون تسميد أو رش المبيدات الحشرية .



الشكل (4-46): مصور يوضح حرم البحيرة



4-5 الاستنتاجات :

1. تؤكد التحاليل أن بحيرة سد 16 تشرين هي بحيرة معرضة للتلوث القادم من تسرب مياه الصرف الصحي والزراعي والمنشآت السياحية وخاصة بعناصر P ، BOD_5 ، N .
2. وفق المؤشر الماليزي: أظهرت نتائج القياس أن قيم الأمونيوم و BOD_5 وقد تجاوزت الحد المسموح عند المقارنة مع (دلائل الجودة النوعية المسموحة) وبالتالي أي أن كل بارامتر على حدة يحتاج إلى تخفيض، أما بالنسبة لمؤشر الجودة الكلي فقد بينت الحسابات لمؤشر أن مياه البحيرة تصنف من الدرجة الثالثة (المتوسطة).

3. وفق المؤشرين NSFQI وجد أن مياه البحيرة من الدرجة الثالثة (متوسطة الجودة) عند النقاط S1، S4، S5 وجيدة عند النقطتين (S2، S3) وتحتاج الى معالجة من أجل الشرب.
4. أما بالنسبة للمؤشر NEWQI وجد أن المياه جيدة وفق معطيات المؤشر.
5. بالمقارنة مع المواصفات القياسية السورية لمياه الشرب وجد ارتفاع قيم النتريت وعدد العصيات والـ BOD₅ والعكارة والفوسفات عن القيم المسموحة.
6. بالمقارنة بين المؤشرات من حيث ملائمتها لحالة المياه السطحية في سوريا وجد أن مؤشر الجودة الأفضل الملائم هو NSFQI لأنه أعطى الوصف الدقيق لمناطق أخذ العينات. حيث صنفت البحيرة وفقاً لهذا المؤشر من الدرجة الثانية عند وسط البحيرة ومن الدرجة الثالثة في باقي المواقع أما المؤشرين الماليزي ومؤشر جودة المياه العالمي المعدل فقد صنفت مياه البحيرة من نفس الدرجة في جميع المواقع أي أن المؤشر NSFQI أكثر دقة.
7. تبين من خلال الدراسة أن البحيرة شديدة الإخصاب في جميع النقاط ماعدا وسط البحيرة فكانت مخصبة وفقاً للمؤشرين TP، TN.

4-5-التوصيات :

- لضمان الحفاظ على مياه بحيرة سد 16 تشرين ضمن مستوى جودة مقبول وعلى المدى الطويل يجب تحقيق ما يلي :
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 تقع على الروافد مع محطات معالجة محلية خاصة في المناطق القريبة من البحيرة
3. العمل على استملاك الأراضي حول البحيرة لتطبيق نطاقات الحماية بحيث يتم نقل كل المنشآت السياحية والمطاعم المحلية والموسمية خاصة التي تقع على الأنهار المغذية الى خارج النطاق لحماية البحيرة بشكل كامل، أما بالنسبة للأراضي الزراعية القريبة فيمكن زراعتها بشرط منع التسميد ورش المبيدات
4. العمل على تطوير مؤشر جودة يناسب الحالة السورية

المراجع

- 1-Dojlido.J,Raniszewski.J,Woyciechowska.Water Index Application for River in Vistula River Basin in Poland.Water Science and Technology,vo1.30,No.10,1994 , pp.57-64
- 2-Beler Baykal.B,Gnenc.IE,Merci .M,Tania.A,Tunay.o.AnAiternativeApproch For Evaluation of lake Water Quality:Lake SAPANCA-a Case Study From Turkey Water .
- 3-عادل عوض تأثير ملوثات الإثراء الغذائي مركبات (N)، P في البيئة المائية، حالة الدراسة سد الملك طلال في الأردن والمقارنة على الظروف السورية، مجلة الأبحاث والتنمية المستدامة، المجلد الأول، (1998) 41-66 .
- 4-نعمى ابراهيم تحديد مخطط الجودة لمياه نبع السن بالعلاقة مع الظروف الهيدرولوجية ومجالات استخدامها ماجستير في قسم البيئة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا (2000)، 146.
- 5-Ruley,j.E.and KillyRusch,K.A,(2002).An assessment of long term post retraction water quality trends in a shallow subtropical,urbanhypereutrophic lake ,Ecological Enngineering VoI.19,Issue4,Oct,P.265-280
- 6-Copeland,c.2002-water qualityimplementing the clean Water Art,availableat:<http://www.policyalmanac.or>
- 7-Zandbergen.P.A.‘andK.j.Hall.1998.Analysis of the British Columbia Water quality index for watershed managers :Acase study of two small watersheds.water Quality Research journal of Canada 33:519-549 .
- 8-Cude.c.2001-oregon water quality index:Atool for evaluating water quality management effectiveness journal of American water Resources Assocoation 37:125-137.
- 9-SAFE.1995.Strategic assessment of Florida’senvironment,Florida stream water qualityindex,statewidesummary,availableat. :<http://www.pepps.fsu.edu/safe/environ/swq1.htm1>.
- 10-WEP.1996.Lower Great Miami watershed enhancement-program (WEP),Miami Valley riverindex.
- 11-Mitchell.M.K.‘and W.B.Stapp.1996.Field manual for water quality monitoring An environmental education program for schools ,Thomsons shore,inc,Dexter, Michigan277.
- 12-pradyusa Samantray,BasantaK.Mishra,ChittaR.Panda and Swoyamp.Rout Assessment of water Quality index in Mahanadi Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in paradipArea,indiaJHum Ecol,26(3):153-161:2009.

- 13-Ebrahimi,E,Soffiani,a.water Quality Assessment in an Arid Region using NSF Water Quality index .Water Science and Technolgy,2009:27-61.
- 14-AHMED SAIDDAVIDK.STEVENS,GERALDSEHLKE,ENVIRONMENTAL ASSESSMENT ,AN innovative index for Evaluating water Quality in streams.Environmental Management Vo1-34,No.3(2004),pp.406-414.
- 15-793,second Edition,E.RobertsAlley.Water Quality Control Hand Book
- 16-المواصفة القياسية السورية رقم 45 لمياه الشرب، (2007):هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية.
- 17-BARTRAM,G.,BALANCE,R.Water Quality Monitoring. A Practical guide to Design and Implementation of Fresh Water Quality Studies and Monitoring Programmes ,623.
- 18-Iowa Department of Natural Resources,Geological survey .Iowa,s Water Ambient Monitoring Program ,pp .4,February 2006.
- 19- Mr.BrianOram, PG.B.F.Environmental Consultants Inc.the Water Quality
- 20-Barcia,j.(1990).Long-Terterends in Graet Lakes nutrient concentrations :a sum Foy R.H.(1992).A phosphorous loading Model for Northern Irish Lakes,water research.Voi.26,NO.5,pp 633-638
- 21-Kuo.j.T,Hsieh,P.H,andjou,W.S(2008)Lake eutrophication management modeling using dynamic programming journal of Environmrntal Management Vol.88,No.4:677-687
- Index,Monitoring the Quality index,Monitoring the Quality of Surface water
- 22-Evaluation of trophic state of lake Uluabat,Turkey,2008
- 23-Ozkundakci(2010)Effect of intensive catchment and in-lake restoration procedures on phosphorus concentration in a eutrophic lake .Ecological,No.4:396 405 ,P,andScholes,D.P,Engineering VoI.36 D.Hamilton
- 24-رندى قواف تصنيف جودة بحيرة سد الثورة انطلاقاً من ظاهرة التشبع الغذائي ، ماجستير في قسم البيئة ،جامعة تشرين ،اللاذقية ،سوريا (2010)
- 25-Application of water Quality Index for Assessment of Dokan Lake Ecosystem,Kurdistan R EGIION ,Iraq,2010
- 26-عيلة مجبور تحديد مستويات جودة مياه بحيرة سد بلوران لأغراض الشرب، ماجستير في قسم البيئة ،جامعة تشرين، اللاذقية ،سوريا (2011)
- 27- Egypt using GIS,Water quality management of lake Tamsah ، Engineering Department,Noha Donia Associate Professor Institute of Environmental Studies and Researches, Ain Shams University, Egypt
- 28-أرشيف مديرية الموارد المائية – فرع اللاذقية.

CLASS ‘National Water Quality Standards For **Malaysia**. PARAMETER UNIT-29
...DOE Water Quality Classification Based On **Water Quality Index** SUB INDEX

30-المواصفة القياسية السورية رقم 45 لمياه الشرب، 2007:هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية
31-Mr.BOram,PG,B.F.Environment Consultants Ins.Water Research Center,Stream
Water Quality importance of temperatur e
32-WHO(World Health Organization)1984.Guidelines for Drinking Water
Quality .Vo.1,Health Criteria and Other Supporting Information .Geneva;WHO

33-Department of Ecology,A Citizen Guide to understanding and Monitoring
Lakes and Stream,Chapter2-Lakes,How to Report Analyze Lake Water Quality
Data,pp. 5

34-Water Quality Parameters and Definitions,AppendixE-4 Environmental Studies
Board,National Academy of Science ,1972

Study quality water of lake 16 October dam

Abstract

The research aims to determine a water Quality Index for the Lake of 16 Tishreen Dam. To achieve this aim we have carried out a different periodical physico-chemical and bacterial measurements on the water of the lake. The Samples were taken at five sites along the lake for a period of complete year. The indicators that NO_2 , NO_3 , BOD_5 , DO , EC , PH , Turbidity, have been measured are: Temperature and F.C . Measurement results were represented diagrammatically, PO_4 , NH_4 compared with the Syrian Specification Standards for portable Water. The lake was Canadian Indices, classed according to these Indices: Malays quality index (NEWWQI). The Lake was Classed according to these indices as, (NSFWQI) from second grade at, following; from third grade at all locations (Malays Index) and from, the middle lake and from a third grade to all other locations (NSFWQI) 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 location

Key words: NEWWQI, NSFWQI, trophy, Water quality Index

دراسة جودة مياه بحيرة سد 16 تشرين

الملخص:

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 خمس مواقع على طول البحيرة لمدة سنة كاملة. تم قياس البارامترات التالية: (درجة الحرارة، pH، الناقلية الكهربائية، DO، العكارة، BOD₅، النتريت، 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 NSFQI، المؤشر المعدل NEWQI .

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 (NSFQI). تم تصنيفها من الدرجة الثانية في جميع المواقع وفقاً للمؤشر (NEWQI). 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، NSFQI، NEWQI

ملحق (1): مواصفات مياه الشرب طبقاً لهيئة المواصفات والمقاييس السورية م.ق.س 45\2007:

تحدد هذه المواصفة القياسية السورية العامة الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب والصناعات الغذائية.

مياه الشرب: هي المياه الصالحة للشرب والصناعات الغذائية والمطابقة في خصائصها لهذه المواصفة.

يجب أن تكون مياه الشرب خالية بصفة عامة من العكر، عديمة اللون والرائحة والرغوة وذات طعم مستساغ وألا تزيد المواد ذات التأثير على الجودة عن الحدود المبينة :

تسلسل	المكون	الرمز	الوحدة	الحد المسموح به	الحد الأقصى المسموح به
1	الرقم الهيدروجيني	PH	-	9-6.5	عند التعقيم بالكلور يفضل أن يكون PH أقل من 8
2	اللون	TCU	ملغ/ل كوبالت البلاطين	15	-
3	الطعم والرائحة		-	مقبول	-
4	العكارة	TUR	NTU	1	5
5	الناقلية	E.C	ميكرو زاسم	1500	2000
6	مجموع المواد المنحلة الصلبة	T.D.S	ملغ/ل	900	1200
7	القساوة الكلية	T.H	ملغ/ل	500	700
8	الكبريتات	SO4	ملغ/ل	250	500
9	الكلوريد	CL ⁻	ملغ/ل	250	500
10	الصوديوم	Na	ملغ/ل	200	300
11	المنغنيز	Mn	ملغ/ل	0.2	0.4
12	الحديد	Fe	ملغ/ل	0.3	1

2	1	ملغ/ل	Cu	النحاس	13
0.2	0.1	ملغ/ل	AL	الألمنيوم	14
5	3	ملغ/ل	ZN	التوتياء	15
0.3	0.01	ملغ/ل	H ₂ S	كبريت الهيدروجين	16
0.05	–	ملغ/ل	NH ₄	الأمونيا	17
0.01	–	ملغ/ل	NO ₂	النتريت	18
10مقدرة على أساس N	–	ملغ/ل	NO ₃	النترات	19
0.5	–	ملغ/ل	PO ₄	الفوسفات	20
2	–	ملغ/ل	BOD ₅	الأوكسجين المنحل	21
صفر	–	عصية/100مل	F.C	العصيات القولونية الغائطية	22

ملحق (2): جداول تخزين مياه بحيرة سد 16 تشرين لعام 2012-2013

	v	Δv		v	Δv		V	Δv
01/06/2012	205.789	0.563	01/07/2012	190.538	0.542	01/08/2012	162.677	0.736
02/06/2012	205.113	0.676	02/07/2012	189.796	0.742	02/08/2012	161.032	1.645
03/06/2012	204.663	0.45	03/07/2012	189.054	0.742	03/08/2012	160.246	0.786
04/06/2012	204.1	0.563	04/07/2012	188.206	0.848	04/08/2012	159.373	0.873
05/06/2012	203.458	0.642	05/07/2012	187.358	0.848	05/08/2012	158.413	0.96
06/06/2012	202.923	0.535	06/07/2012	186.51	0.848	06/08/2012	157.714	0.699
07/06/2012	202.281	0.642	07/07/2012	185.662	0.848	07/08/2012	156.841	0.873
08/06/2012	201.746	0.535	08/07/2012	184.92	0.742	08/08/2012	156.056	0.785
09/06/2012	201.104	0.642	09/07/2012	184.072	0.848	09/08/2012	155.181	0.875
10/06/2012	200.462	0.642	10/07/2012	183.012	1.06	10/08/2012	154.31	0.871
11/06/2012	199.82	0.642	11/07/2012	182.167	0.845	11/08/2012	153.524	0.786
12/06/2012	199.271	0.549	12/07/2012	181.218	0.949	12/08/2012	152.83	0.694
13/06/2012	198.322	0.949	13/07/2012	180.268	0.95	13/08/2012	151.81	1.02
14/06/2012	197.466	0.856	14/07/2012	179.318	0.95	14/08/2012	151.045	0.765
15/06/2012	196.824	0.642	15/07/2012	178.69	0.628	15/08/2012	150.28	0.765
16/06/2012	195.968	0.856	16/07/2012	177.42	1.27	16/08/2012	149.43	0.85
17/06/2012	195.219	0.749	17/07/2012	176.47	0.95	17/08/2012	148.58	0.85
18/06/2012	194.363	0.856	18/07/2012	175.415	1.055	18/08/2012	147.815	0.765
19/06/2012	193.507	0.858	19/07/2012	174.36	1.055	19/08/2012	146.965	0.85
20/06/2012	193.658	0.151	20/07/2012	173.41	0.95	20/08/2012	146.115	0.85
21/06/2012	191.916	1.742	21/07/2012	172.356	1.054	21/08/2012	145.265	0.85
22/06/2012	191.068	0.848	22/07/2012	171.303	1.053	22/08/2012	144.5	0.765
23/06/2012	192.34	1.272	23/07/2012	170.251	1.052	23/08/2012	143.85	0.65
24/06/2012	192.34	0	24/07/2012	169.304	0.947	24/08/2012	142.63	1.22
25/06/2012	192.446	0.106	25/07/2012	168.147	1.157	25/08/2012	141.78	0.85
26/06/2012	192.552	0.106	26/07/2012	167.095	1.052	26/08/2012	140.845	0.935
27/06/2012	192.658	0.106	27/07/2012	166.043	1.052	27/08/2012	139.91	0.935
28/06/2012	192.446	0.212	28/07/2012	165.096	0.947	28/08/2012	139.06	0.85
29/06/2012	191.916	0.53	29/07/2012	164.25	0.846	29/08/2012	138.21	0.85
30/06/2012	191.08	0.836	30/07/2012	163.413	0.837	30/08/2012	137.16	1.05
الإجمالي الشهري	197.2273	18.756	الإجمالي الشهري	177.5041	27.667	31/08/2012	136.425	0.735
						الإجمالي الشهري	149.3507	26.988

	V	Δv		v	Δv		$vm.m^3$	Δvm^3
01/09/2012	135.51	0.915	01/05/2012	212.434	0	01/04/2012	213.37	0
02/09/2012	134.908	0.602	02/05/2012	212.434	0	02/04/2012	213.37	0
03/09/2012	134.256	0.652	03/05/2012	212.642	0.208	03/04/2012	213.37	0
04/09/2012	133.648	0.608	04/05/2012	213.682	1.04	04/04/2012	213.375	0
05/09/2012	133.06	0.588	05/05/2012	213.37	0.312	05/04/2012	213.085	0.285
06/09/2012	132.304	0.756	06/05/2012	213.162	0.208	06/04/2012	213.058	0.027
07/09/2012	131.212	1.092	07/05/2012	213.954	0.792	07/04/2012	212.954	0.104
08/09/2012	130.372	0.84	08/05/2012	212.85	1.104	08/04/2012	212.954	0
09/09/2012	129.616	0.756	09/05/2012	212.746	0.104	09/04/2012	212.85	0.104
10/09/2012	128.776	0.84	10/05/2012	212.746	0	10/04/2012	212.85	0
11/09/2012	127.6	1.176	11/05/2012	212.018	0.728	11/04/2012	212.954	0.104
12/09/2012	126.775`	0.825	12/05/2012	211.81	0.208	12/04/2012	212.954	0
13/09/2012	125.7`02	1.073	13/05/2012	211.602	0.208	13/04/2012	212.85	0.104
14/09/2012	124.63	1.072	14/05/2012	212.124	0.522	14/04/2012	212.85	0
15/09/2012	123.93	0.7	15/05/2012	212.226	0.102	15/04/2012	212.85	0
16/09/2012	123.238	0.692	16/05/2012	212.122	0.104	16/04/2012	212.85	0
17/09/2012	122.072	1.166	17/05/2012	211.914	0.208	17/04/2012	212.746	0.104
18/09/2012	121	1.072	18/05/2012	211.498	0.416	18/04/2012	212.746	0
19/09/2012	120.258	0.742	19/05/2012	211.186	0.312	19/04/2012	212.746	0
20/09/2012	119.35	0.908	20/05/2012	210.874	0.312	20/04/2012	212.746	0
21/09/2012	118.366	0.984	21/05/2012	210.652	0.222	21/04/2012	212.746	0.104
22/09/2012	117.462	0.902	22/05/2012	210.25	0.402	22/04/2012	212.538	0.104
23/09/2012	116.48	0.984	23/05/2012	209.938	0.312	23/04/2012	212.538	0
24/09/2012	115.824	0.656	24/05/2012	209.392	0.546	24/04/2012	212.538	0
25/09/2012	115.168	0.656	25/05/2012	208.829	0.563	25/04/2012	212.538	0
26/09/2012	114.184	0.984	26/05/2012	208.604	0.225	26/04/2012	212.538	0
27/09/2012	113.118	1.066	27/05/2012	208.266	0.338	27/04/2012	212.538	0
28/09/2012	112.216	0.902	28/05/2012	207.816	0.45	28/04/2012	212.538	0
29/09/2012	111.314	0.902	29/05/2012	207.365	0.451	29/04/2012	212.434	0.104
30/09/2012	110.33	0.984	30/05/2012	206.915	0.45	30/04/2012	212.434	0
الإجمالي الشهري	123.2215	26.095	31/05/2012	206.352	0.563	الإجمالي الشهري	212.8303	1.144
			الإجمالي الشهري	211.0249	11.41			

	V	Δv		v	Δv		V	Δv
01/10/2012	109.346	0.984	01/11/2012	107.952	0.082	01/12/2012	119.104	0.164
02/10/2012	108.444	0.902	02/11/2012	108.034	0.082	02/12/2012	119.186	0.082
03/10/2012	107.46	0.984	03/11/2012	108.116	0.082	03/12/2012	119.218	0.032
05/10/2012	106.558	0.902	05/11/2012	108.22	0.104	04/12/2012	119.32	0.102
06/10/2012	106.558	0	06/11/2012	108.28	0.06	05/12/2012	119.845	0.525
07/10/2012	106.558	0	07/11/2012	108.362	0.082	06/12/2012	120.34	0.495
08/10/2012	106.558	0	08/11/2012	108.28	0.082	07/12/2012	121.081	0.741
09/10/2012	106.558	0	09/11/2012	108.28	0	08/12/2012	122.485	1.404
10/10/2012	106.886	0.328	10/11/2012	108.28	0	09/12/2012	125.208	2.723
11/10/2012	106.886	0	11/11/2012	109.92	1.64	10/12/2012	126.115	0.907
12/10/2012	106.886	0	12/11/2012	111.314	1.394	11/12/2012	127.518	1.403
13/10/2012	106.886	0	13/11/2012	113.856	2.542	12/12/2012	129.606	2.088
14/10/2012	106.886	0	14/11/2012	114.84	0.984	13/12/2012	131.464	1.858
15/10/2012	106.886	0	15/11/2012	114.84	0	14/12/2012	132.556	1.092
16/10/2012	106.886	0	16/11/2012	116.398	1.558	15/12/2012	133.48	0.924
17/10/2012	106.886	0	17/11/2012	117.3	0.902	16/12/2012	133.9	0.42
18/10/2012	106.886	0	18/11/2012	117.956	0.656	17/12/2012	134.74	0.84
19/10/2012	106.968	0.082	19/11/2012	118.202	0.246	18/12/2012	136.595	1.855
20/10/2012	107.05	0.082	20/11/2012	118.284	0.082	19/12/2012	149.175	12.58
21/10/2012	107.132	0.082	21/11/2012	118.448	0.164	20/12/2012	173.2	24.025
22/10/2012	107.132	0	22/11/2012	118.694	0.246	21/12/2012	182.906	9.706
23/10/2012	107.132	0	23/11/2012	118.694	0	22/12/2012	188.1	5.194
24/10/2012	107.132	0	24/11/2012	118.612	0.082	23/12/2012	181.1	0
25/10/2012	107.135	0.003	25/11/2012	118.694	0.082	24/12/2012	193.4	12.3
26/10/2012	107.135	0	26/11/2012	118.776	0.082	25/12/2012	195.54	2.14
27/10/2012	107.788	0.653	27/11/2012	118.94	0.164	26/12/2012	137.038	1.498
28/10/2012	107.87	0.082	28/11/2012	118.94	0	27/12/2012	198.215	1.177
29/10/2012	107.87	0	29/11/2012	118.94	0	28/12/2012	198.857	0.642
30/10/2012	107.87	0	30/11/2012	118.94	0	29/12/2012	199.394	0.535
الإجمالي الشهري	107.1803	5.084	الإجمالي الشهري	114.2894	11.398	30/12/2012	199.606	0.214
						31/12/2012	199.82	0.214
						الإجمالي الشهري	150.5843	87.88

	V	Δv		V	Δv		V	Δv
01/01/2013	199.392	0.642	01/02/2013	210.666	0.208	01/03/2013	213.89	0.208
02/01/2013	198.75	0.428	02/02/2013	210.458	0.416	02/03/2013	213.682	0.312
03/01/2013	198.322	0.714	03/02/2013	210.042	1.04	03/03/2013	213.37	0.416
04/01/2013	197.608	0.286	04/02/2013	211.082	1.248	04/03/2013	212.954	0.52
05/01/2013	197.894	0	05/02/2013	212.33	0.416	05/03/2013	213.474	0.416
06/01/2013	197.894	2.354	06/02/2013	212.746	0.416	06/03/2013	213.058	0.312
07/01/2013	200.248	6.217	07/02/2013	213.162	0.208	07/03/2013	212.746	0.52
08/01/2013	206.465	2.139	08/02/2013	213.37	0	08/03/2013	212.226	0.208
09/01/2012	208.604	1.013	09/02/2013	213.37	0	09/03/2013	212.018	0.416
10/01/2012	209.617	0.425	10/02/2013	213.37	0.01	10/03/2013	211.602	0.832
11/01/2013	210.042	0.61	11/02/2013	213.38	0.218	11/03/2013	212.434	0.832
12/01/2013	210.652	0.118	12/02/2012	213.162	0.31	12/03/2013	213.266	0.208
13/01/2013	210.77	0	13/02/2012	213.472	0.31	13/03/2013	213.474	0.208
15/01/2013	210.77	0.208	14/02/2013	213.162	0.208	14/03/2013	213.682	0
16/01/2013	210.25	0.31	15/02/2013	213.37	1.144	15/03/2013	213.682	0
17/01/2013	209.834	0.416	16/02/2013	214.514	0.312	16/03/2013	213.682	0.154
18/01/2013	209.617	0.217	17/02/2013	214.826	0.234	17/03/2013	213.528	0
19/01/2013	209.054	0.563	18/02/2013	215.06	0.754	18/03/2013	213.528	0.158
20/01/2013	208.491	0.563	19/02/2013	214.306	1.01	19/03/2013	213.37	0
21/01/2013	208.154	0.337	20/02/2013	215.316	0.386	20/03/2013	213.37	0
22/01/2013	207.591	0.563	21/02/2013	214.93	0.728	21/03/2013	213.37	0
23/01/2013	208.829	1.238	22/02/2013	214.202	3.919	22/03/2013	213.37	0
24/01/2013	209.834	1.005	23/02/2013	218.121	1.116	23/03/2013	213.37	0
25/01/2013	210.562	0.728	24/02/2013	217.005	1.427	24/03/2013	213.37	0
26/01/2013	211.602	1.04	25/02/2013	215.578	0.97	25/03/2013	213.37	0.104
27/01/2013	211.029	0.312	26/02/2013	214.608	0.718	26/03/2013	213.226	0
28/01/2013	210.666	0.624	27/02/2013	213.89		27/03/2013	213.226	0
29/01/2013	210.458	0.208	الإجمالي الشهري	213.6851	17.726	28/03/2013	213.226	0.208
الإجمالي الشهري	206.8928	23.278				29/03/2013	213.058	0
						30/03/2013	213.058	0
						الإجمالي الشهري	213.1893	6.032

**Tishreen University
Faculty of Civil Engineering
Environmental Engineering Department**



water quality Studying of 16 October dam's lake

**This thesis prepared for masters degree in Civil Engineering
Jurisdiction of the Environmental Engineering**

**The Preparation of Student
Ranim Mannaa**

Under the Supervisors of

Dr.Kokab Harba

Dr.Haetham Jnad

2013-2012