

## تقييم نوعية المياه في بحيرة المزيريب

عدنان علي نظام<sup>(1)</sup> و سيراؤوس محمد<sup>(1)</sup>

تاريخ الإيداع 2012/07/01

قبل للنشر في 2013/03/04

### الملخص

أجري تقييم نوعية المياه في بحيرة المزيريب خلال العام 2010-2011 بقياس عدد من المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية المهمة في تحديد نوعية المياه التي شملت درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني pH، والناقلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC)، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة Total Dissolved Solids (TDS)، والأكسجين الذائب Dissolved Oxygen (DO)، والشفافية باستعمال قرص سيكي Secchi Disk (SD)، والعكارة، والنتريت NO<sub>2</sub><sup>-</sup>، والنترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup>، والفوسفات PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>، والكبريتات SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>، والطلب الحيوي على الأوكسجين Biological Oxygen Demand BOD، والطلب الكيميائي على الأوكسجين Chemical Oxygen Demand (COD)، وإجمالي الكربون العضوي Total Organic Carbon (TOC)، والعدد الإجمالي للجراثيم غيرية التغذية Viable Count Heterotrophic Bacteria (VCHB)، والعدد الإجمالي المباشر للجراثيم Direct Total Count (DTC) وإجمالي القولونيات Total Coliform والعدد الإجمالي للطحالب وعدد الأنواع الطحلبية، وربطت هذه المعايير معاً إحصائياً من خلال حساب قيمة معامل الارتباط بيرسون باستعمال البرنامج الإحصائي STATISTICA. وبيّنت النتائج ارتفاعاً كبيراً في قيم pH وصل إلى 9.55 في شهر تشرين الأول وانخفاضاً في قيمة DO وصل إلى 0.12 ملغ/ل في تشرين الثاني، وارتفاع قيم COD إذ بلغ 40 ملغ/ل في تشرين الثاني، أما الغزارة الطحلبية فقد بلغت أقصى قيمة لها في تشرين الأول إذ وصل العدد إلى 3500 خ/مل، في حين وصل عدد الأنواع الطحلبية ذروته في شهر حزيران إذ بلغ 60 نوعاً، وكذلك ازداد عدد القولونيات إذ وصل إلى 13837 CFU.ml<sup>-1</sup> في شباط، وهذا دليل على حدوث تلوث عضوي وتدني النوعية الصحية لمياه بحيرة المزيريب.

**الكلمات المفتاحية:** بحيرة المزيريب، نوعية المياه، المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية.

(1) أستاذ، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.

## Assessment of water quality in Mzereb lake

A. A. Nizam<sup>(1)</sup> and S. Mohamad<sup>(1)</sup>

Received 01/07/2012

Accepted 04/03/2013

### ABSTRACT

Water quality in Mzereb lake was assessed during 2010-2011 by measuring number of physical, chemical and microbiological parameters which are important in determination water quality. These include water temperature, pH, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), dissolved oxygen (DO), clarity by depth of Secchi disk (SD), turbidity, nitrate  $\text{NO}_3^-$ , nitrite  $\text{NO}_2^-$ , phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$ , sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ , chemical oxygen demand (COD), total organic carbon (TOC), biochemical oxygen demand (BOD), heterotrophic bacteria viable count (VCHB), direct total count of bacteria (DTC), total coliforms, total number of algae, number species of algae. these parameters were related together statistically by measuring Person correlation coefficient using STATISTICA program. The results show high increase in pH values to 9.55 in October and DO decrease to  $0.12 \text{ mg.l}^{-1}$  in November while COD values reached  $40 \text{ mg.l}^{-1}$  in November. The maximum value of algal abundance was in October  $3500 \text{ cell.ml}^{-1}$  while the number of species reached 40 species in June, also the number of Coliforms reached  $13837 \text{ CFU.ml}^{-1}$  in February, this indicate the occurrence organic pollution and decline in the healthy quality of Mzereb lake.

**Key Words:** Mzereb lake, Water quality, Physical Chemical and Microbiological Parameters

---

<sup>(1)</sup> Prof., Department of Biology, Faculty of Sciences, Damascus University, Syria.

## مقدمة

تنشأ نوعية المياه نتيجة للتأثيرات الطبيعية والنشاطات البشرية إن وجدت، لذلك فإن نوعية المياه الطبيعية يمكن أن تكون متدنية بسبب مرورها عبر طبقات جيولوجية ذات تركيز ملحي أو جبسي مرتفع أو هي نابعة من جوف الأرض من طبقات ملحية أو متصلة بها، ويستعمل التركيب الكيميائي للمياه وملوحتها كدالة أساسية في تعريف نوعية المياه وفق الاستعمالات المختلفة، وتتمثل عمليات تغير النوعية الطبيعية للمياه في مجموع التفاعلات التي تحدث بين الماء والوسط المحيط به وفق خواص الأكسدة والإرجاع والهطول والإذابة Dissolution والتشتت Dispersion والانتزاز (المج) Desorption والادمصاص [Adsorption Cambers and Ghina 2005, Biswas and Tortajada 2009, Ahuja 2006]، كما أن لمجموعة الأحياء التي تنتشر في المياه دوراً كبيراً في تحديد نوعيتها وخاصة الجراثيم والطحالب التي يعتمد عليها في التقويم الحيوي لنوعية المياه، وتختلف مجموعات الأحياء الدقيقة باختلاف نوعية المياه العذبة، إذ يرتبط تركيبها الكمي والنوعي بوفرة المادة العضوية والتركيب الكيميائي للمياه وطبيعة الحوض كالمنشأ وجريان الماء أو ركوده والعمق والحجم ودرجة الحرارة وغيرها، وكذلك بالوسط المحيط (Chapman, 1996; Ashbolt *et al.*, 2001; Dodds, 2002; AWWA, 2004; Sige, 2005; UNEP GEMS/Water, 2006).

وبسبب الشح الكبير للموارد المائية فإن هناك حاجة ماسة لتقييم نوعية المياه في البحيرات والأنهار والسدود وتحديد صلاحيتها للشرب والري والاستجمام وغيرها من الأغراض، ورصد التغيرات الدورية للنوعية الكيميائية والحيوية لتلك المصادر المائية بشكل مستمر نظراً إلى حدوث تغيرات كبيرة في نوعية المياه والأحياء الموجودة فيها بين عام وآخر بحسب كمية المياه الموجودة في المصدر المائي ونسبة الملوثات التي تصل إليه [محمد 2010]. فهناك دراسة تناولت سويات بعض العناصر الثقيلة (Pb, Cd, Zn, Cu) والنشاط الإشعاعي لعناصر اليورانيوم والبولونيوم 210 والرصاص 210 في عينات مائية مأخوذة من البحيرة تبين بنتيجتها أن مياه البحيرة جيدة على الرغم من وجود ارتفاع نسبي لتركيز بعض العناصر الثقيلة في بعض المواقع ناتج عن مصدر للتلوث بمياه الصرف الصحي، في حين بقيت تراكيز العناصر المشعة ضمن الحدود الطبيعية لها (النعمة وآخرون، 1999). فضلاً عن ذلك توجد دراسة لتلوث حوض اليرموك أخذت فيها عينات من 27 موقعاً كان أحدها مخرج بحيرة المزيريب فقط دون أخذ عينات من أي نقطة أخرى في البحيرة التي أظهرت صلاحية مياه البحيرة للري، فضلاً عن أخذ عينات من مضخات النبع (اليازجي، 2004). ولذلك يجب متابعة الدراسات لتحديد نوعية مياه البحيرة خاصة أن نوعية المياه فيها تتغير تبعاً للنشاطات البشرية في منطقة البحيرة وكمية الهطل المطري ومستوى المياه.

**منطقة الدراسة:** تقع بحيرة المزيريب غربي مدينة درعا بنحو 12 كم، وتبلغ مساحتها نحو 104562 م<sup>2</sup> وطولها 333 م وعرضها 313 م وعمقها نحو 2.5 م، وتأتي مصادر التغذية لها من وادي الذهب ووادي عين البصل ونبع المزيريب، وهو من الينابيع الرئيسة في منخفض الهرير حيث توجد حركة للمياه الجوفية من منطقة جبل العرب ومنطقة جبل الشيخ، وتعدُّ بحيرة المزيريب أكبر وأهم مصدر لمياه الشرب في محافظتي درعا والسويداء جنوبي سورية، ويصل عدد المستفيدين منها إلى نحو 350 ألف نسمة، كما تقيّد في الري، وتجدر الإشارة هنا إلى أن مياه البحيرة في مدة الدراسة هي الفائض من مياه النبع بشكل أساسي الذي يقع ضمن البحيرة ركبت عليه مضخات لسحب مياهه، وأن المياه المستعملة لأغراض الشرب تمر على محطة معالجة تشمل عملية ترشيح وكلورة قرب البحيرة قبل ضخها للاستهلاك البشري.

والبحيرة كذلك منطقة سياحية مهمة، ولكن الجهات المعنية منعت استعمال القوارب للسياحة ضمن البحيرة للحفاظ على نوعية مياه البحيرة من التلوث، وتوجد منشأة لتربية الأسماك قريبا فيها عدة أنواع من الأسماك، يخرج من طرفها الجنوبي الغربي نهر عويرض الصغير (الشكل 1). وهي محطة لعدد من الطيور المهاجرة (مديرية الموارد المائية، 2011).



الشكل (1) صورة فضائية لبحيرة المزيريب مع أحواض تربية الأسماك إلى اليسار، من Google earth مبين عليها نقاط الاعتيان.

### الهدف من البحث

يُعنى البحث بتقييم نوعية المياه في بحيرة المزيريب، ويأتي استكمالاً لدراسات أخرى تناولت البحيرة من جوانب عدة، وهدف إلى تحديد التغيرات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية شهرياً خلال مدة البحث بين 2010 /10 حتى نهاية 2011 /9. وتأتي أهمية هذا البحث من أنه يسلم الضوء على التغيرات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لبحيرة المزيريب ذات الأهمية الإستراتيجية لمحافظة درعا والسويداء وخاصة بعد الاستنزاف الكبير لمياه النبع نتيجة التزايد السكاني الكبير وحفر الآبار، ولأسيماً أن معايير نوعية المياه في البحيرات تتأثر تأثراً كبيراً بالنشاطات البشرية وكمية الهطل المطري، إذ تستعمل مياه هذه البحيرة في الشرب والري لعدد كبير من سكان محافظتي درعا والسويداء، لذا يجب تقييم نوعية مياه هذه البحيرة باستمرار.

### مواد البحث وطرقه

صُمم الاعتيان Sampling مسبقاً، ووضعت خطوات البرنامج كالهدف النهائي للعلاقات المختبرة، والفرضيات المختبرة، والتنبؤات، والطرائق التحليلية، والدقة المطلوبة، وتعريف الجماعة الهدف، وتوصيف وحدة الاعتيان، ووضع إطار الاعتيان، واختيار العينات العشوائية (Helmer & Hespanhol, 1997; Maasdam; 2000)، وبناءً عليه، اختيرت خمسة مواقع للرصد monitoring تمكن من رسم صورة دقيقة لنوعية مياه البحيرة (الشكل 1).

جمعت العينات بمعدل مرتين شهرياً خلال عام كامل باستعمال زورق من عمق 50 سم على الأقل ومسافة لا تقل عن 5 م عن أطراف البحيرة، بطرائق وأدوات مختلفة بحسب نوع العينة والغاية منها، وتحمل العبوات جميعها بطاقات تعريف للعينة التي بداخلها، ونقلت في حافظات حقلية مبردة تعمل على بطارية السيارة، كما أن المعالجة ووجود مواد حافظة (الفورمالين) أو عدم وجودها يتعلق بالاختبارات التي تطبق عليها لاحقاً في المختبر. جمعت العينات الجرثومية باستعمال عبوات زجاجية Pyrex معقمة سعتها 500 مل و250 مل، وفي المختبر أجري التعداد الإجمالي المباشر Direct Total Count (DTC) بعد تثبيتها بالفورمالين بحيث يكون التركيز النهائي (2% حجم/ حجم)، إذ أُضيفت الصبغة المتألقة DAPI 4'6-diamidino-2-phenylindol بتركيز  $5 \text{ mg.l}^{-1}$  (تكون معقداً متألماً أزرق اللون مع DNA عند طول الموجة 390 نانومتراً التي تعزز كشف الجراثيم عن الدقائق غير الحية)، إلى عينة الماء ثم ترشّيح 25 مل منها عبر أوراق ترشّيح سوداء خاصة بالفلورة (0.2 ميكروناً)، وفحصها وعدّها باستعمال مجهر فوق فلوروسيني (Epifluorescence Microscope (EFM) ماركة Olympus BH-2، ويعبّر

عن التعداد الإجمالي المباشر بوحدة خلية في المليتر خ/مل [Porter & Feig 1980, Kepner & Pratt 1994].

أما التعداد الإجمالي للجراثيم غيرية التغذية Viable Count Heterotrophic Bacteria (VCHB) فجرى بطريقة الفرش على الأطباق Spread Plate Count على وسط الأغار المغذي (NA) Nutrient Agar، ولتنمية الجراثيم القولونية استعمل وسط Eosin Methylene Blue Agar ثم حسب عدد المستعمرات النامية، ويُعبّر عنها بالوحدات المكوّنة للمستعمرة/مل<sup>-1</sup> Colony Forming Units (CFU).ml<sup>-1</sup>، وحُضنت العينات في درجة الحرارة 25 م° و 37 م° (Porter and Feig, 1980; Psenner, 1993; Haldal et al., 1994; Posch et al., 2001; Wintzingerode et al., 1997; Bartram et al., 2003; APHA, AWWA and WEF 2005).

أما عينات الجراثيم الزرقاء Cyanobacteria والطحالب Algae فجمعت باستعمال عبوات بلاستيكية من البولي إيثيلين، وجمعت العينات العوالقية باستعمال شبكة العوالق Plankton net ذات عيون قطرها 10 ميكرونات للتحاليل النوعية، واستعملت طريقة الترشيح من أجل التحاليل الكمية، وحُفظت العينات باستعمال محلول اليود لوغول Lugol's iodine (1 مل/ل) وحمض الكبريت والفورمالين بنسبة 2%، وعُرّفت الجراثيم الزرقاء والطحالب وأحصيت باستعمال عدّادة Haemocytometer وعدّادة Sedgwick-Rafter (APHA, AWWA and WEF 2005; Sigeo, 2005; Bellinger and Sigeo 2010)، واستعملت المراجع التصنيفية الآتية لتحديد الأجناس والأنواع (Krammer & Lange - Bertalot 1986, 1988, 1991, Lenzenweger 1996, 1997, 1999, Wehr and Sheath 2003).

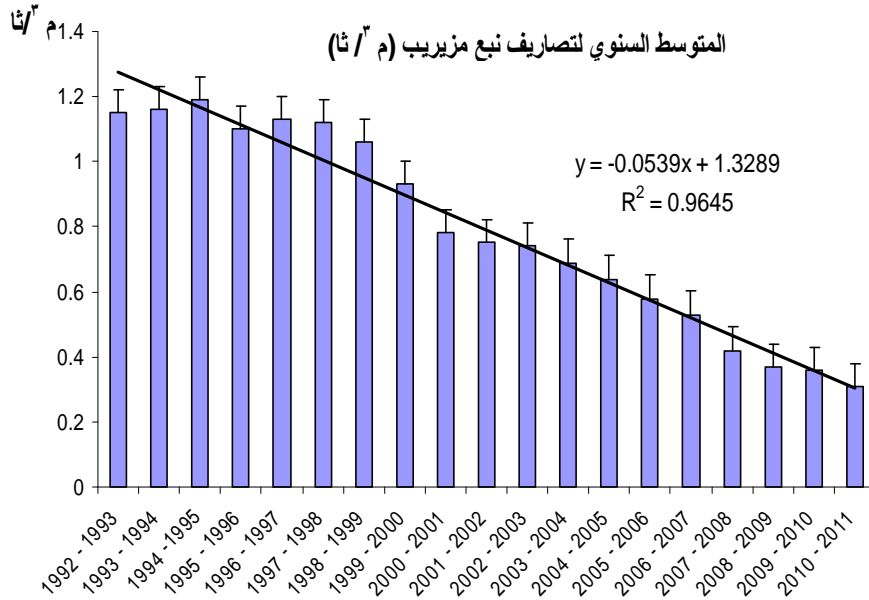
أما الاختبارات الفيزيائية والكيميائية فأجريت على مرحلتين الأولى حقلية عند الاعتيان، مثل: درجة حرارة الماء، pH، والناقلية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة Total Dissolved Solids (TDS)، والأكسجين الذائب Dissolved Oxygen (DO) باستعمال أجهزة قياس ماركة Crison، والعمارة باستعمال جهاز قياس ماركة HACH 2100، والشفافية Clarity باستعمال قرص سيكي (SD) Secchi Disk، ودرجة حرارة الهواء، وقد أجريت باستعمال أجهزة مضبوطة بدقة بمحاليل عيارية، أمّا في المختبر فقيست شوارد: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>، NO<sub>2</sub><sup>-</sup>، PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>، SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>، والطلب الكيميائي على الأكسجين Chemical Oxygen Demand (COD)، وإجمالي الكربون العضوي Total Organic Carbon (TOC) باستعمال المقياس الضوئي الطيفي (HACH DR 5000)، والطلب الحيوي الكيميائي على الأكسجين Biochemical Oxygen Demand BOD باستعمال جهاز ماركة WTW (Maria & Csaba, 1999; Dodds and Oakes 2004; APHA, AWWA and WEF 2005). أُجريت الدراسة

الإحصائية باستعمال برنامج STATISTICA من أجل حساب مصفوفات علاقات الارتباط Correlation matrix (معامل ارتباط بيرسون) وفق خيار Casewise للقيم المفقودة عند مجال ثقة 95% ومستوى دلالة P-level for highlighting أصغر من 0.05 ( $P < 0.05$ ) والتوزيع الطبيعي، كما رسم خط الاتجاه ووضعت قيمة الجذر التربيعي والمعادلة وقيم الخطأ القياسي على كل مخطط.

## النتائج والمناقشة

### 1. المتوسط السنوي لتصاريف نبع المزيريب

بناءً على قيم المتوسط السنوي لتصاريف نبع المزيريب خلال المدة الزمنية من العام 1992 حتى العام 2011 التي تم الحصول عليها من مديرية الموارد المائية في محافظة درعا رُسم المخطط البياني لهذه القيم الذي أظهر تغيراً وحيد الاتجاه وهو التناقص الكبير في التصاريف، (الشكل 2)، نتيجة الاستنزاف الكبير لمياه النبع نتيجة التزايد السكاني الكبير وحفر عدد من الآبار، مما أدى ليس فقط إلى نقص المخزون المائي السطحي المرتبط مع الهطول المطري بل تعداه إلى استنزاف المخزون التاريخي الذي لا يرتبط ارتباطاً مباشراً مع التغذية المطرية.

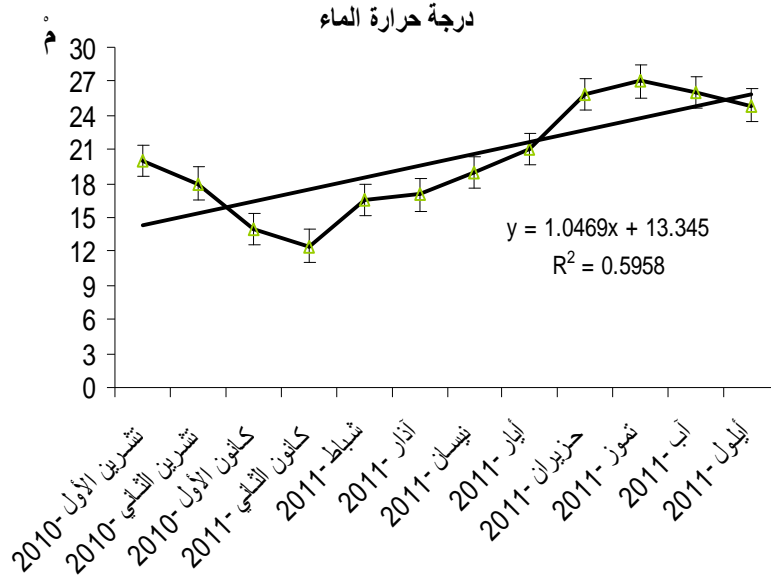


(المصدر: مديرية الموارد المائية في محافظة درعا 2011)

الشكل (2) المتوسط السنوي لتصاريف نبع المزيريب خلال المدة الزمنية 1992-2011.

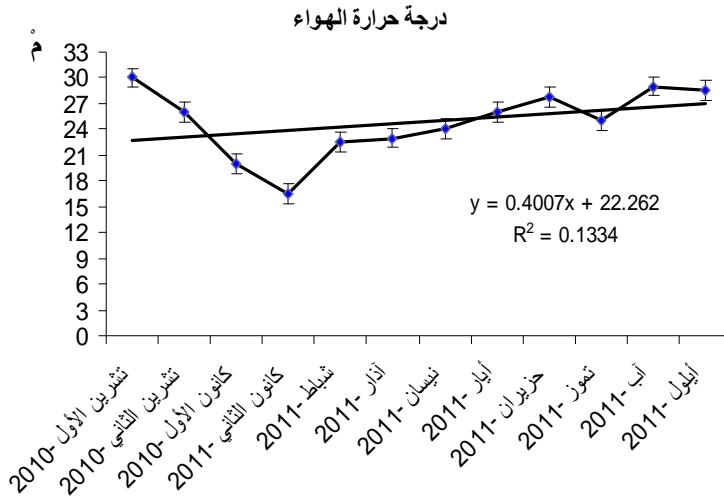
## 2. درجة حرارة الماء

تراوح درجة حرارة المياه العذبة بين 0-35 م°، وفقاً للمصدر والعمق والفصل والموقع الجغرافي، وتؤثر درجة الحرارة تأثيراً كبيراً في معظم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه كالكثافة والوزن النوعي واللزوجة والتوتر السطحي والسعة الحرارية وانحلالية الغازات والأملاح والناقلية الكهربائية والتفاعلات الحيوية الكيميائية، وتعدّ نوعية مياه البحيرات الأكثر تأثراً بالتغيرات الحرارية إذ تتغير درجة حرارة مياه البحيرات بسرعة وفق الفصل من السنة، راوحت درجة حرارة الماء بين 12.5 م° كأدنى قيمة في كانون الثاني وأعلى قيمة 26 م° في آب 2011 (الشكل 3)، وتتفق هذه القيم مع التغيرات الفصلية في درجات الحرارة، إذ ترتبط درجة حرارة الماء مع درجة حرارة الهواء والمدة الزمنية من السنة (الشكل 4)، ويبيّن التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط قوية بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الماء التي بلغت 0.79. وهذا التطابق الكبير عائد لقلّة عمق البحيرة وعدم وجود ظاهرة التطبق الحراري بشكل واضح فيها، كما ازداد عدد الأنواع الطحلبية في فصل الصيف عندما ارتفعت درجة حرارة الماء، إذ تصبح ملائمة لنمو معظم الأنواع. وحددت المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب الحدود المسموحة بالمجال 5-25 م°



الشكل (3) تغيّرات درجة حرارة المياه في بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.



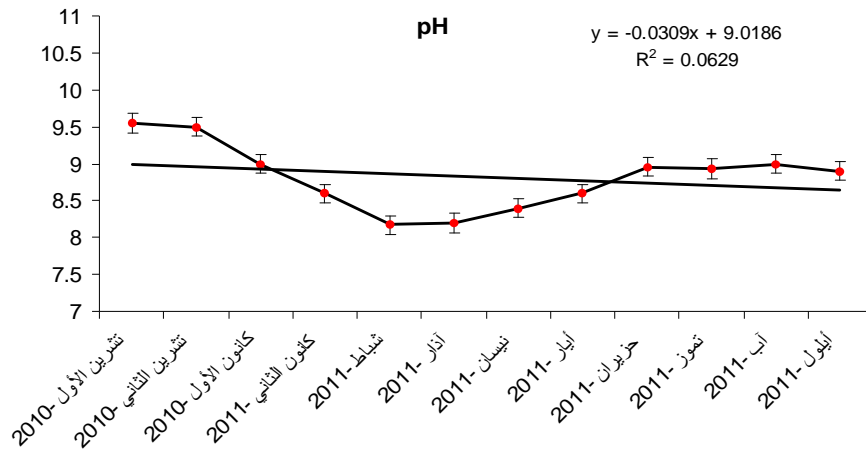


الشكل (4) تغيّرات درجة حرارة الهواء في بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

ملاحظة: القيم المعتمدة شهرياً هي متوسط القيم التي تم الحصول عليها خلال الجولتين لكل معيار من المعايير المدروسة. كما أنه لا يمكن مقارنة نتائج البحث بنتائج اليازجي 2004 التي اقتصر على نقطة واحدة فقط وهي مخرج البحيرة.

### 3. تغيّرات قيم الرقم الهيدروجيني pH

لوحظ ارتفاع قيم pH مياه بحيرة المزيريب خلال مدة الدراسة (الشكل 5)، ولاسيما بين أيار وتشيرين الثاني إذ بلغت أعلى قيمة (9.55) في تشيرين الأول، بما لا يتفق مع المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007 التي تحدد مجال قيم pH المسموح بها في مياه الشرب بين (6.5-9)، ويتزامن الارتفاع مع ازدياد أعداد الطحالب وخاصة في مرحلة ازدهار الجراثيم الزرقاء، ومن ثمّ ازدياد عملية التركيب الضوئي التي ينتج عنها ارتفاع تركيز البيكربونات في المياه مما يزيد من قلويتها من خلال التأثير في النظام كربونات - بيكربونات في المياه الطبيعية (Stevenson *et al.*, 1996; lee, 2008; Ahuja, 2009)، وكانت القيمة الأدنى 8.2 في آذار، وبقيت منخفضة في فصل الشتاء بين كانون الأول وآذار، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط معنوية إيجابية قوية بين تعداد الطحالب والرقم الهيدروجيني بلغت 0.77.

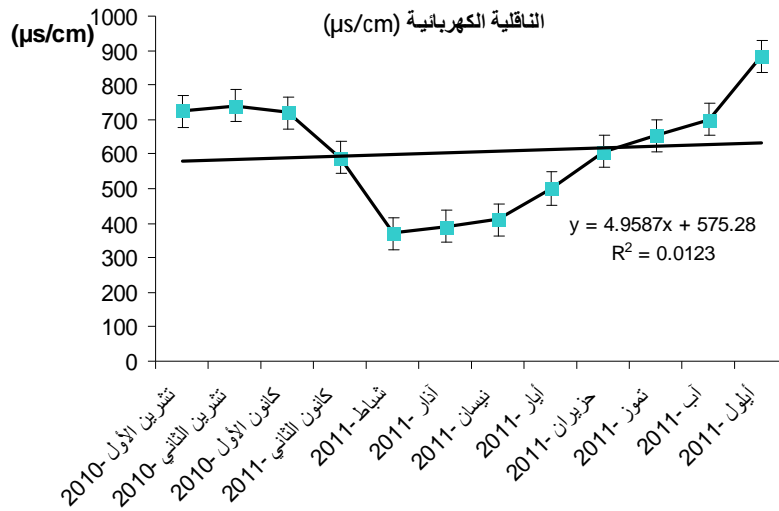


الشكل (5) تغيّرات قيم الرقم الهيدروجيني في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

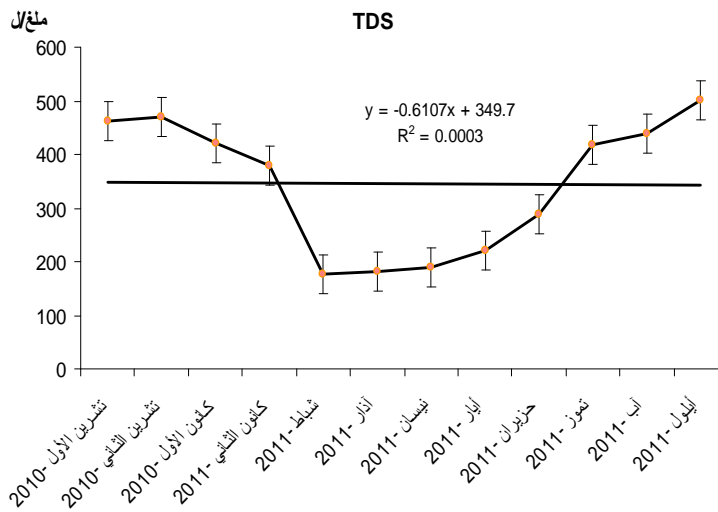
#### 4. الناقلية الكهربائية (EC)

راوحت قيم الناقلية الكهربائية في بحيرة المزيريب بين 370.6  $\mu\text{S/cm}$  في شباط و 884  $\mu\text{S/cm}$  في أيلول (الشكل 6)، بما يتفق مع قيم إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS) التي راوحت بين 176.72 ملغ/ل في شباط و 501.5 ملغ/ل (الشكل 7)، فالناقلية الكهربائية هي قياس غير مباشر لتركيز الأملاح الذائبة في المياه، وهي على علاقة طردية مع إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS)، وهذه القيم المسجلة تقع ضمن الحد المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007 البالغ 1500 ميكروموز/سم بالنسبة إلى معيار الناقلية الكهربائية و 900 ملغ/ل بالنسبة إلى معيار TDS، إذ تزداد قيم TDS في مياه المناطق الجافة المعرضة للجريان السطحي الزراعي، وتؤثر قيم TDS و الناقلية الكهربائية في انحلالية الغازات والمركبات القابلة للانحلال جزئياً في المياه، كما تزيد من فعل الماء المسبب لتآكل الأنابيب المعدنية (Mays, 1996; Stewart and Howell, 2003; Biswas and Tortajada, 2006).

ترافق ازدياد قيم الناقلية الكهربائية مع انخفاض مستوى المياه في البحيرة الذي وصل إلى حد الجفاف في أطراف البحيرة، فكلما انخفضت كمية المياه ازداد تركيز الأملاح الذائبة، ممّا يؤدي إلى ازدياد قيم الناقلية الكهربائية وإجمالي المواد الصلبة الذائبة، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بين الناقلية الكهربائية وإجمالي المواد الصلبة الذائبة درجة إيجابية قوية جدا بلغت 0.97، مما يؤكد التناسب الطردي بينهما، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين الناقلية الكهربائية والعكارة 0.76 والطلب الحيوي الكيميائي على الأوكسجين 0.80 والطلب الكيميائي على الأوكسجين 0.88 وإجمالي الكربون العضوي 0.64 والرقم الهيدروجيني 0.84.



الشكل (6) تغيير قيم الناقلية الكهربائية في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

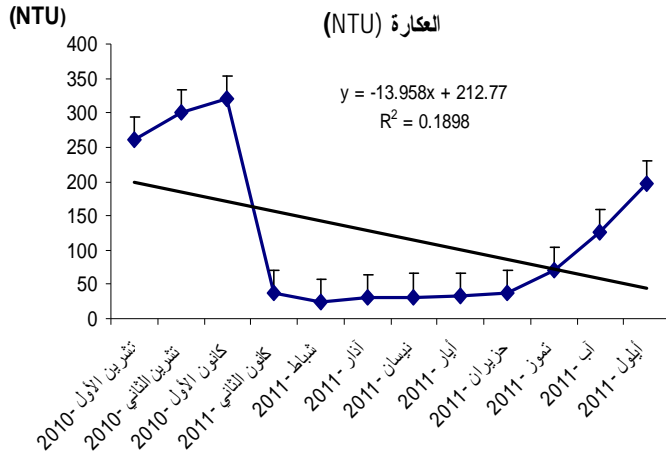


الشكل (7) تغيير إجمالي المواد الصلبة الذائبة في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

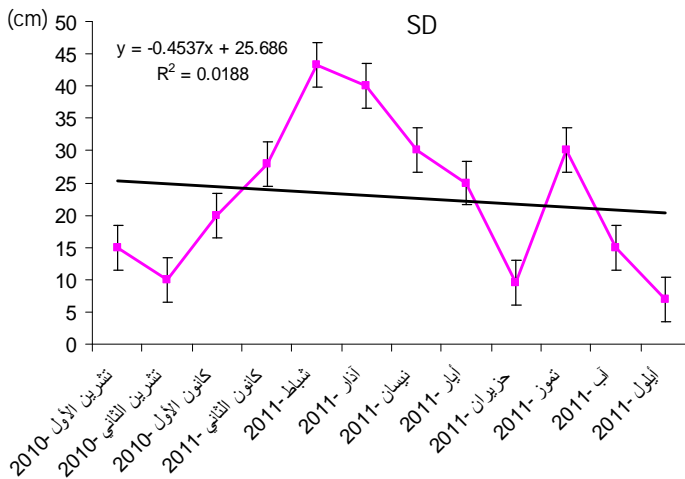
##### 5. العكارة

راوحت قيم درجة العكارة بين 23.67 NTU في شباط و 320 NTU في كانون الأول، إذ لوحظ ارتفاع قيمها في فصلي الصيف والخريف (الشكل 8)، وهذه القيم تفوق الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام

2007 والبالغ 5 NTU، وتعود أسباب العكارة إلى حركة المياه وقلة عمق البحيرة ثم إلى ازدهار الجراثيم الزرقاء والطحالب، ويبيّن التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط سلبية بين العكارة والشفافية بلغت 0.61 فكلما ازدادت العكارة انخفضت الشفافية (الشكل 9)، وهناك علاقة ارتباط إيجابية بين العكارة وكل من الرقم الهيدروجيني 0.78 والطلب الحيوي الكيميائي على الأكسجين 0.73 والطلب الكيميائي على الأكسجين 0.66 وإجمالي الكربون العضوي 0.73.



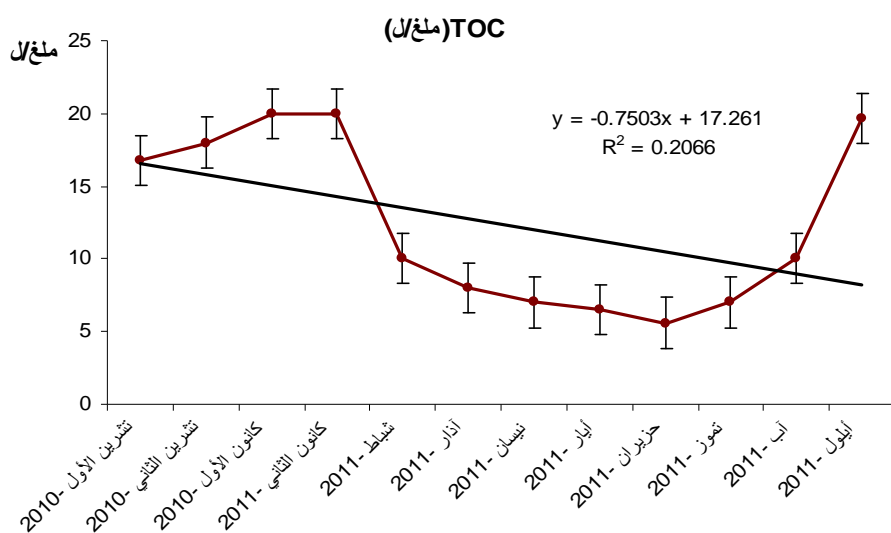
الشكل (8) تغيير قيم العكارة في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.



الشكل (9) تغيير قيم الشفافية في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

## 6. إجمالي الكربون العضوي (TOC)

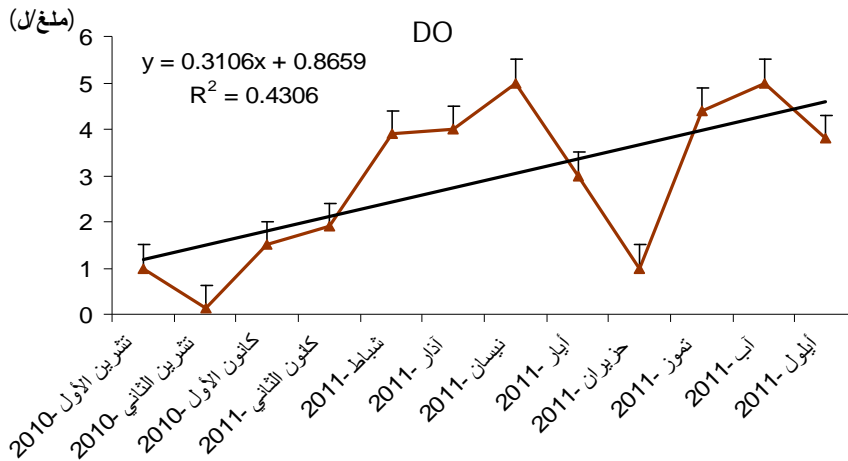
يُعبّر عن المواد العضوية في المياه بإجمالي الكربون العضوي (TOC) وبشكل خاص عند التراكيز المنخفضة، وهو عبارة عن الفرق بين إجمالي الكربون Total carbon (TC) والكربون اللاعضوي Inorganic carbon (IC)، المركبات الكربونية تتأكسد حرارياً (بالتهضيم الحراري) بوجود الحفاز وتعطي غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يقاس باستعمال الأشعة تحت الحمراء [Mays 1996]، إذ أبدت قيم إجمالي الكربون العضوي ارتفاعاً ملحوظاً في فصلي الخريف والشتاء بسبب موت عدد كبير من الطحالب وانخفاض نشاط الجراثيم غيرية التغذية نتيجة انخفاض درجة حرارة الماء، وقد انخفضت في فصلي الربيع والصيف بسبب ازدياد تفكك المادة العضوية بفعل الجراثيم، فقد راوحت قيم إجمالي الكربون العضوي في مياه بحيرة المزيريب بين 5.6 ملغ/ل في حزيران و20 ملغ/ل في كانون الأول وكانون الثاني (الشكل 10)، وقيم هذا المعيار تجاوزت الحد الأقصى المسموح به في مياه الشرب بحسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007 والبالغ 5 ملغ/ل. إذ يكون العامل الفعال في الأكسدة هو الجراثيم غيرية التغذية في البحيرات، وتراوح قيم إجمالي الكربون العضوي ضمن المجال 1-10 ملغ/ل في المياه الطبيعية النموذجية، ولكن القيم المسجلة في أغلب المسطحات المائية تفوق ذلك (محمد، 2010؛ Edzwald، 2011).



الشكل (10) تغير قيم إجمالي الكربون العضوي في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

### 7. الأكسجين الذائب (DO)

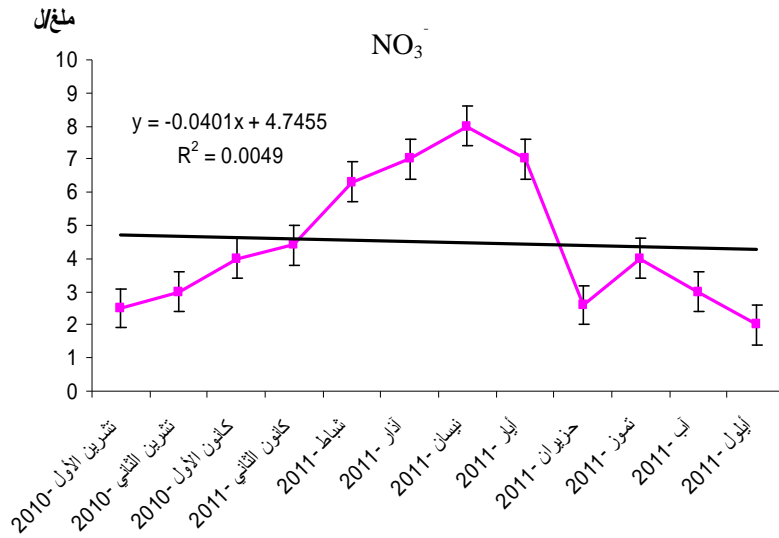
يعتمد مستوى الأكسجين الذائب في المياه الطبيعية على النشاطات الطبيعية والكيميائية والحيوية في المياه، كما أنه يجب أن لا تقل نسبة DO عن 2ملغ/ل في مياه الشرب فهو ضروري لتكوين طبقة حامية للأنايبب الموصلة للماء، لوحظ انخفاض واضح في قيم الأكسجين الذائب في بحيرة المزيريب في معظم أشهر السنة بسبب صغر حجم البحيرة وركود المياه وعدم الخلط الجيد وزيادة المادة العضوية فيها، وهذا يجعلها غير جيدة لتربية الأسماك، وتختلف قيم الأكسجين الذائب في الأوساط المائية باختلاف نوعية البيئة المائية فيما إذا كانت مياهًا جارية أو راكدة، والقيم المسجلة للأكسجين الذائب في البيئات المائية (الأنهار والينابيع) عبر العالم تراوح بين 3-9 ملغ/ل (Mays, 1996)، فقد راوحت قيم الأكسجين الذائب في البحيرة بين 0.12 ملغ/ل في تشرين الثاني و5 ملغ/ل في نيسان وأب (الشكل 11)، إذ تزداد القيم بازدياد الجماعات التي تقوم بعملية التركيب الضوئي ولاسيما الطحالب، ولكن عند ازدياد الجماعات الجرثومية غيرية التغذية نتيجة ازدياد المادة العضوية فإنها تستهلك معظم الأكسجين في الأكسدة مما يؤدي إلى انخفاض قيم الأكسجين الذائب، حتى استنزافه أحياناً، ولذلك تنشأ ظروف لاهوائية مما يؤدي إلى إرجاع بعض المركبات الكيميائية وإطلاق روائح كريهة (Hauer and Hill 1996; Ahuja, 2009). ومن الدراسة الإحصائية تبين وجود علاقة ارتباط سلبية ضعيفة غير معنوية بين الأكسجين الذائب وإجمالي الكربون العضوي بلغت -0.49، فزيادة المادة العضوية تسبب نقص الأكسجين الذائب. كما أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى نقصان تركيز الأكسجين الذائب الضروري للجراثيم الهوائية لتقوم بتفكيك المادة العضوية.



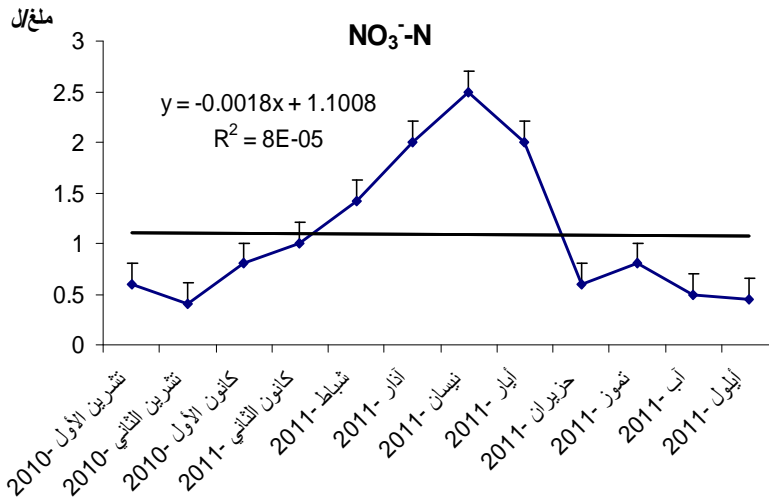
الشكل (11) تغير قيم الأكسجين الذائب في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

## 8. المغذيات

تدل النتترات على أعلى درجة أكسدة لعنصر النتروجين ووجودها بتراكيز عالية يعني أن المادة العضوية قد تأكسدت تأكسداً كبيراً، كما تعدّ من أهم العناصر لنمو الطحالب، فقد راوحت قيمها في بحيرة المزيريب بالشكل  $\text{NO}_3^-$  بين 2 ملغ/ل في أيلول و8 ملغ/ل في نيسان (الشكل 12)، وذلك نتيجة موت معظم الأحياء وبشكل خاص الطحالب في فصل الشتاء وتحلل مادتها العضوية وتحول المركبات الأزوتية إلى نتترات فضلاً عن النتترات القادمة مع الأراضي الزراعية، وهي دون الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007 البالغ 50 ملغ/ل، وبالشكل  $\text{NO}_3^-$ -N بين 0.4 ملغ/ل في تشرين الثاني و2.5 ملغ/ل في نيسان (الشكل 13)، وهي دون الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب 10 ملغ/ل، وبيّن التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط قوية جداً بين الشكلين بلغت 0.97، في حين كانت علاقة الارتباط سلبية قوية جداً بين شاردة النتترات  $\text{NO}_3^-$  والرقم الهيدروجيني -0.80. فكلما زادت قلوية الوسط المائي أدى ذلك إلى تثبيط عملية أكسدة المادة العضوية الأزوتية إلى نتترات بفعل الأحياء الدقيقة، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة -0.88 والناقلية الكهربائية -0.90، إذ لوحظ ازدياد قيم شاردة النتترات في فصل الهطول المطري فتهاجر نحو المياه الجوفية من الأراضي الزراعية، ويؤكد ذلك ازدياد قيمتها في النبع وقد وصل تركيز النتترات  $\text{NO}_3^-$  إلى 26 ملغ/ل في نيسان مقارنة بمياه البحيرة بسبب استهلاك الطحالب لهذه الشاردة في عمليات النمو، ولم توضع في هذا البحث نتائج القياسات التي أجريت على مياه النبع التي أخذت من المضخات الموجودة على النبع قبل دخولها إلى محطة المعالجة، واكتفي بذكر هذه القيمة فقط للتأكيد أن مصدر النتترات هو الأسمدة الزراعية المتسربة إلى المياه الجوفية فضلاً عن عمليات التحلل العضوي في المياه، وراوحت قيمة شاردة النتريت بالشكل  $\text{NO}_2^-$  بين 0.007 ملغ/ل في أيلول و0.117 ملغ/ل في تشرين الأول الشكل 14، الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007 البالغ 0.2 ملغ/ل، وبالشكل  $\text{NO}_2^-$ -N بين 0.002 ملغ/ل في أيلول و0.04 ملغ/ل في نيسان الشكل 15، الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب 0.01 ملغ/ل، وبيّن التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية بين شاردة النتريت بشكلها بلغت 0.65 وبين شاردي النتريت والكبريتات  $\text{SO}_4^{2-}$  بلغت 0.69.

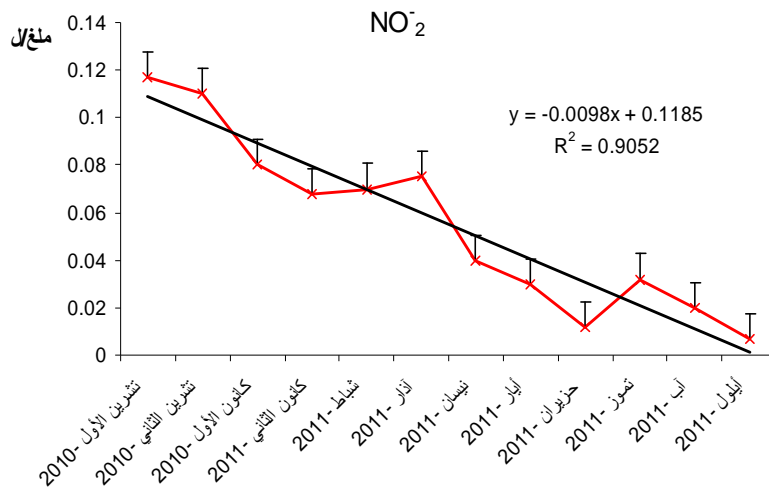


الشكل (12) تغيير قيم شاردة النتراة NO<sub>3</sub><sup>-</sup> في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010-2011.

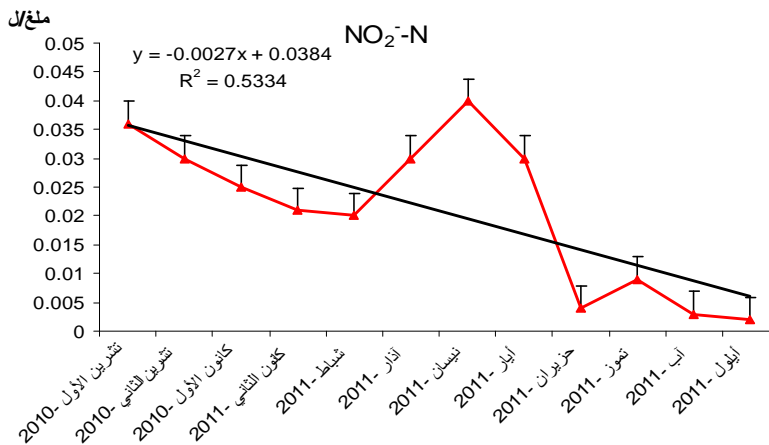


الشكل (13) تغيير قيم شاردة النتراة NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010-2011.



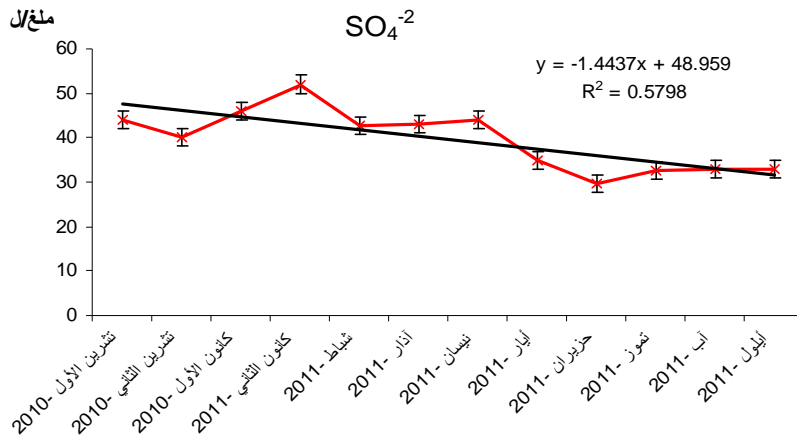


الشكل (14) تغيّر قيم شاردة النتريت NO<sub>2</sub><sup>-</sup> في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

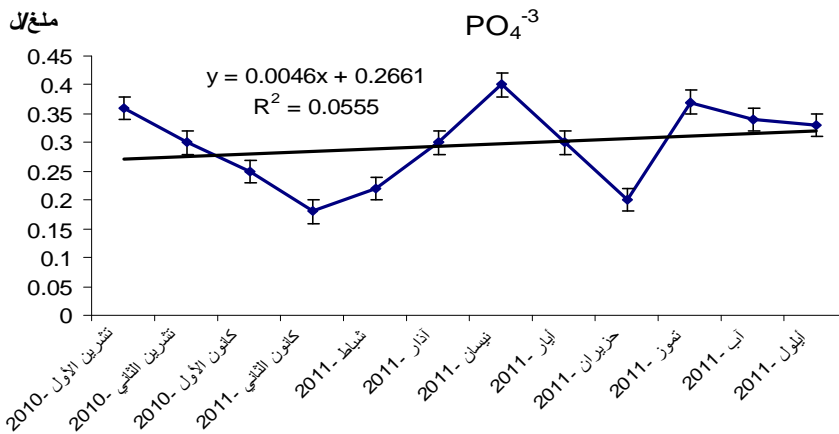


الشكل (15) تغيّر قيم شاردة النتريت NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

أما شاردة الكبريتات SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> فراوحت قيمتها بين 29.6 ملغ/ل في حزيران و 52 ملغ/ل في كانون الثاني (الشكل 16)، الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب 250 ملغ/ل، فقد انخفضت قيمها في الصيف بسبب نمو الطحالب المستهلكة لها، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط سلبية قوية جداً بين درجة حرارة الماء وتركيز شاردة الكبريتات بلغت -0.93 إذ ينخفض تركيز شاردة الكبريتات بارتفاع درجة حرارة الماء، وهناك علاقة ارتباط سلبية بين شاردة الكبريتات وعدد الأنواع بلغت -0.63.



الشكل (16) تغير قيم شاردة الكبريتات  $SO_4^{2-}$  في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011. تعدّ الفوسفات  $PO_4^{3-}$  والنترات من أهم العناصر المسببة لظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication وهي الشكل الأساسي للفوسفور في المياه الذي تستطيع الأحياء الدقيقة الاستفادة منه (Baribeau *et al.*, 2000; Dodds and Oakes, 2004; Asawa, 2005) راوحت قيمة شاردة الفوسفات في بحيرة المزيريب بين 0.18 ملغ/ل في كانون الثاني و 0.4 ملغ/ل في نيسان، الحد الأقصى المسموح به في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007 البالغ 1 ملغ/ل، ومصدرها الأساسي هو الأسمدة الزراعية وتفكيك المادة العضوية (الشكل 17)، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين تغير قيم شاردة الفوسفور والتعداد العام للطحالب في بحيرة المزيريب بلغت 0.75.



الشكل (17) تغير قيم شاردة الفوسفات  $PO_4^{3-}$  في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

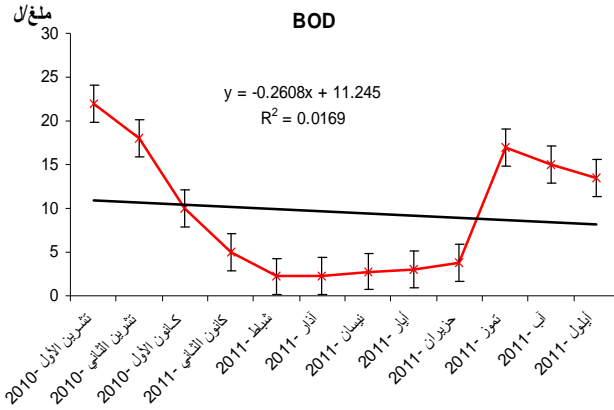
**9. الطلب الحيوي على الأوكسجين (BOD)**

يعدُّ هذا الاختبار من الاختبارات المهمة لتحديد تركيز المادة العضوية في المياه بطريقة غير مباشرة، وهو يعبر عن كمية الأوكسجين المستهلكة من قبل الأحياء الدقيقة لأكسدة المادة العضوية الموجودة في المياه والقابلة للأكسدة بفعل الأحياء الدقيقة الهوائية، وتتوقف كمية الأوكسجين المستهلكة على تركيز المادة العضوية في المياه ودرجة الحرارة في أثناء حضن العينة والمدة الزمنية، ويجب أن لا تزيد قيمته على 5 ملغ/ل في مياه الشرب، فقد راوحت قيم BOD في بحيرة المزيريب بين 2.2 ملغ/ل في شباط و22 ملغ/ل في تشرين الأول (الشكل 18)، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين قيم BOD والرقم الهيدروجيني pH بلغت 0.87 وهذا يدل على أن ارتفاع قيم pH يزيد نشاط الجراثيم المؤكسدة للمادة العضوية، ومع الناقليّة الكهربيّة 0.80 ومع 0.87 TDS ومع العكارة 0.73 إذ تزداد العكارة بزيادة المادة العضوية وعدد الأحياء الدقيقة في الماء، ومع COD بلغت 0.80 وهذا دليل على حدوث عمليتي الأكسدة الكيميائية والأكسدة الحيوية للمادة العضوية بشكل متواز تقريباً في البحيرة، ومع التعداد العام للطحالب 0.69 فكلما ازداد عدد الطحالب ازداد عدد الجراثيم التي تقوم بأكسدة مادتها العضوية بعد موتها مما يزيد الطلب على الأوكسجين، بينما كانت علاقة الارتباط سلبية قوية مع شاردة النترات  $\text{NO}_3^-$  بلغت -0.73 أي كلما انخفضت قيم BOD التي هي مؤشر على كمية المادة العضوية ازداد تركيز شاردة النترات التي تنتج عن أكسدة هذه المادة العضوية بفعل الجراثيم غيرية التغذية (Dodds et al., 1998).

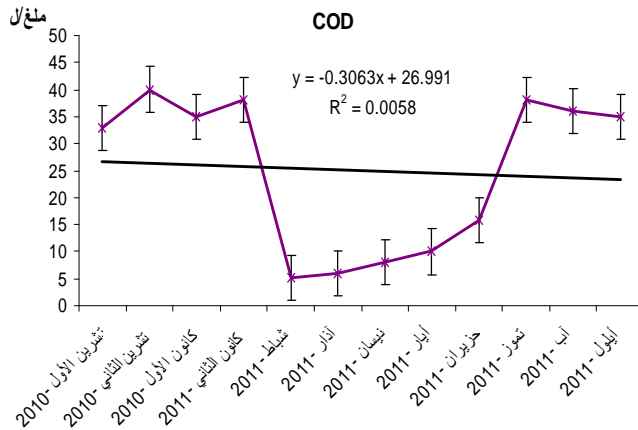
**10. الطلب الكيميائي على الأوكسجين (COD)**

يعدُّ هذا الاختبار من أهم اختبارات نوعية المياه وهو مقياس لتركيز المواد العضوية التي يمكن أكسدتها كيميائياً دون تدخل الأحياء الدقيقة، وهذا الاختبار مهم جداً لأنه في حال وجود مخلفات لعناصر سامة في المياه يمكن أن تثبط نشاط الأحياء الدقيقة، وهذا يؤثر في قياس BOD، كما أننا نحصل على النتيجة بشكل أسرع من قياس BOD الذي يحتاج إلى خمسة أيام، في حين قياس COD نحصل على النتيجة خلال ثلاث ساعات، كما أن اختبار COD يمكننا من الحصول على نتيجة تقريبية للمادة العضوية الكلية القابلة للأكسدة الكيميائية، كما أنه لا يفرق بين المادة العضوية القابلة وغير القابلة للتغيير، وعلى الرغم من أن قياس BOD وCOD يتعلق بالمادة العضوية في المياه بالطرائق الحيوية الكيميائية والكيميائية على التوالي فإنه لا توجد علاقة عامة تربط بينهما، ولإيجاد ترابط نحن بحاجة لقياسات كافية تطبق في حالة محطات المعالجة وليس في حالة البيئات المائية الطبيعية كما هو الحال في بحثنا. ويجب ألا تتجاوز قيمته 3 ملغ/ل في مياه الشرب بحسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007، فقد راوحت قيم COD في بحيرة المزيريب بين 5.2 ملغ/ل في شباط و40 ملغ/ل في تشرين الثاني

(الشكل 19)، وهذا الارتفاع عائد إلى موت معظم أنواع الطحالب في شهر تشرين الثاني ومن ثمّ ازدياد كمية المادة العضوية فضلاً عن تناقص مستوى المياه في البحيرة إلى حد كبير، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين قيم COD والرقم الهيدروجيني pH بلغت 0.75 ومع الناقلية الكهربائية 0.88 ومع TDS بلغت 0.95 ومع العكارة 0.66 ومع BOD بلغت 0.80 ومع TOC بلغت 0.68، في حين كانت علاقة الارتباط سلبية قوية مع شاردة النترات  $\text{NO}_3^-$ -N بلغت -0.81، فالنترات هنا ناتجة عن الأوكسدة الكيميائية للمادة العضوية (Dodds et al., 1998).



الشكل (18) تغيير BOD، في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

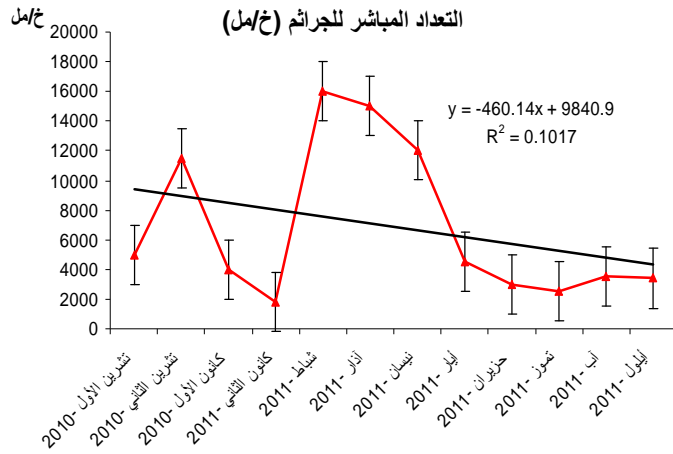


الشكل (19) تغيير COD في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

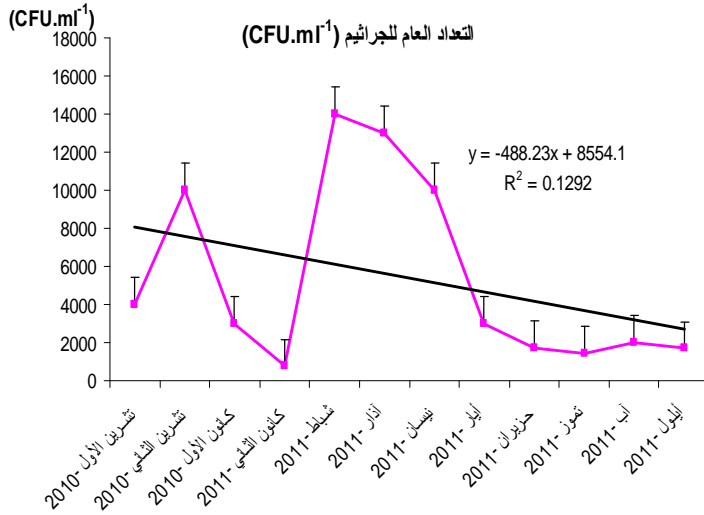
## 11. الصفات الميكروبيولوجية

تعد الصفات الحيوية للمياه من أكثر العوامل تأثيراً في الصحة العامة، إذ يعاني 50% من سكان البلدان النامية أمراضاً لها علاقة بالماء، وأهمها الأمراض المعدية التي تنقلها المياه وتسبب 4 ملايين وفاة من الأطفال الرضع في السنة، ونحو مليون وفاة من البالغين سنوياً (Anderson and Bohan, 2001; Bartram *et al.*, 2003)، فالتعداد المباشر للجراثيم بالمجهر الفلوروسيني تراوح بين 1800 خ/مل في كانون الثاني نتيجة انخفاض درجة حرارة الماء التي تؤثر في نشاط الجراثيم و16000 خ/مل في شباط نتيجة ازدياد تركيز شاردة النترات التي تعد المغذي الأساسي للجراثيم وعدم وجود منافسة من قبل الطحالب على تلك الشاردة في شهر شباط بسبب قلة أعدادها في تلك المرحلة من السنة (الشكل 20)، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين التعداد المباشر للجراثيم وتركيز شاردة النترات  $\text{NO}_3^-$  بلغت 0.60 فعدد الجراثيم يزداد بازدياد تركيز شاردة النترات، ومع التعداد العام للجراثيم غيرية التغذية على الأطباق بلغت قيمة معامل الارتباط 1، وهذا طبيعي أن يكون هناك تطابق كبير لأن الجراثيم غيرية التغذية جزء من مجموع الجراثيم في البحيرة، ومع تعداد القولونيات 0.79 لأنها جزء من مجموعة الجراثيم الدخيلة على بيئة البحيرة، وكانت العلاقة سلبية مع الطلب الكيميائي على الأكسجين -0.63 لأنه كلما ازداد عدد الجراثيم جرى تفكيك المادة العضوية ومعدنتها بشكل كبير، ومن ثمّ انخفض تركيز المادة العضوية مما يخفض قيم COD، ومع الناقلية الكهربائية -0.66.

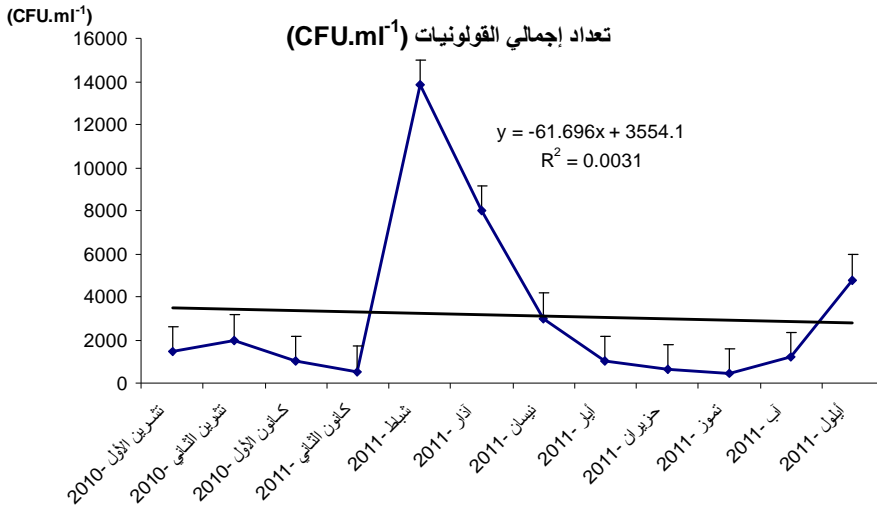
أمّا التعداد العام للجراثيم غيرية التغذية على الأطباق فقد راوح بين  $755 \text{ CFU.ml}^{-1}$  في كانون الثاني و  $14000 \text{ CFU.ml}^{-1}$  في شباط (الشكل 21)، الحد الأقصى المسموح به في مياه الشرب للجراثيم غير الممرضة بحسب المواصفة القياسية السورية رقم 45 لعام 2007 هو 200 مستعمرة/100مل، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين التعداد العام للجراثيم غيرية التغذية وتركيز شاردة النترات  $\text{NO}_3^-$  بلغت 0.59، في حين راوح عدد الجراثيم القولونية بين  $414 \text{ CFU.ml}^{-1}$  في تموز و13837  $\text{CFU.ml}^{-1}$  في شباط (الشكل 22)، الحد الأقصى المسموح به في مياه الشرب بحسب المواصفة القياسية السورية رقم 45 لعام 2007 هو 0 مستعمرة/100مل، ومصدرها الرئيس هو روث الأغنام والأبقار التي تشرب مباشرة من مياه البحيرة، فضلاً عن الطيور، وقد قامت الجهات المختصة باتخاذ إجراءات تحول دون وصول مخلفات الصرف الصحي إلى البحيرة، والقولونيات مجموعة من الجراثيم الدالة على فعالية معالجة المياه وسلامتها تجمع في دالة هي تعداد إجمالي القولونيات (Total coliforms) (Besneret *et al.*, 2002; Tallon *et al.*, 2005)، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين التعداد العام للجراثيم غيرية التغذية وإجمالي المعويات بلغت 0.78.



الشكل (20) التعداد المباشر للجراثيم في مياه بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.



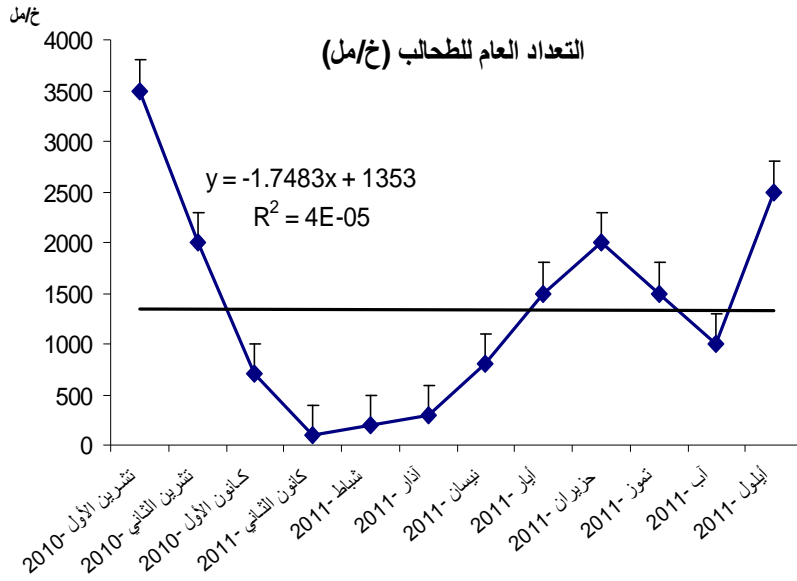
الشكل (21) التعداد العام للجراثيم غيرية التغذية في بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.



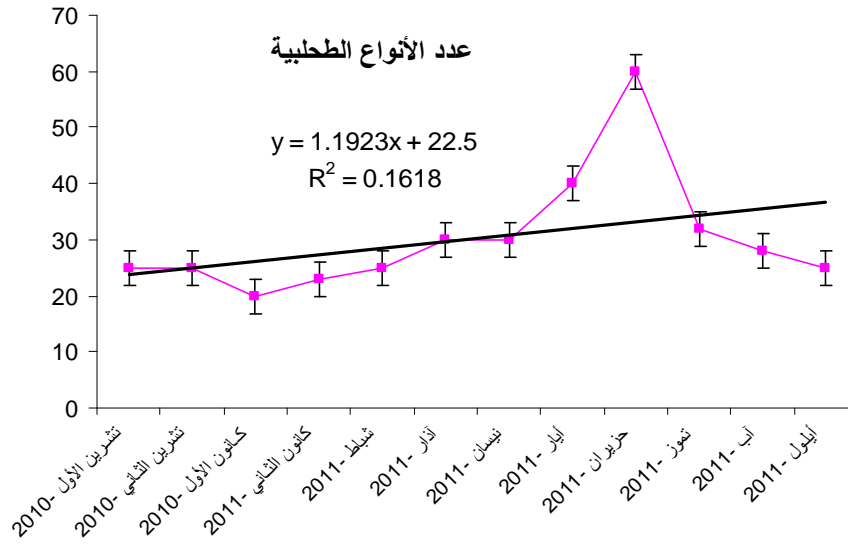
الشكل (22) تعداد إجمالي القولونيات في بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.

أما التعداد العام للطحالب فقدراوح بين 100 خ/مل في كانون الثاني و3500 في تشرين الأول نتيجة ازدهار الجراثيم الزرقاء (الشكل 23)، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين تعداد الطحالب وتركيز الفوسفور بلغت 0.75 لأن الفوسفور من أهم العناصر اللازمة لتغذية الطحالب وازدهارها، وبين تعداد الطحالب والرقم الهيدروجيني 0.77، ومع الطلب الحيوي الكيميائي على الأكسجين 0.69، في حين كانت العلاقة سلبية مع كل من قرص سيكي -0.72، وتركيز النترات -0.63.

وبلغ عدد الأنواع الطحلبية أعلى حد له في شهر حزيران 60 نوعاً بسبب ارتفاع درجة حرارة الماء لتصبح ملائمة لنمو معظم الأنواع (الشكل 24)، ومن أهم الأجناس التي سُجّلت في البحيرة الجنس *Pediastrum* والجنس *Pandorina* والجنس *Synechococcus*، ويبين التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط سلبية بين عدد الأنواع وكل من إجمالي الكربون العضوي -0.68، فمع ازدياد تركيز المادة العضوية ينخفض عدد الأنواع بسبب بقاء الأنواع المتحملة للحمل العضوي المرتفع، وهناك علاقة ارتباط سلبية بين عدد أنواع الطحالب وشاردة الكبريتات بلغت -0.63.



الشكل (23) التعداد العام للطحالب في بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.



الشكل (24) عدد أنواع الطحالب في بحيرة المزيريب خلال 2010 - 2011.



### الخلاصة

إن تقييم نوعية المياه في بحيرة المزيريب خلال مدة الدراسة 2010-2011 أظهر أنها تعاني من حالة تلوث عضوي تبيّن من خلال تجاوز قيم TOC الحدود المسموح بها في مياه الشرب التي وصلت إلى 20 ملغ/ل في شهري كانون الأول والثاني و BOD التي وصلت 22 ملغ/ل في تشرين الأول و COD التي وصلت 40 ملغ/ل في تشرين الثاني، في حين انخفضت قيم الأكسجين الذائب إلى 0.12 ملغ/ل في تشرين الثاني فضلاً عن وجود تلوث جرثومي تمثل بوصول التعداد العام للقولونيات إلى  $13837 \text{ CFU.ml}^{-1}$  في شباط، كما ارتفعت قيم الرقم الهيدروجيني لتصل إلى 9.55 في تشرين الأول، والعكارة إلى 320 NTU في كانون الأول، ولكن هذا التجاوز في القيم المسموح بها بالنسبة إلى هذه المعايير في مياه الشرب كان مؤقتاً، وهذا يسهل عمليات معالجة هذه المياه وينقص من تكلفتها، كما أنه يمكن الحد من هذا التلوث باتخاذ إجراءات صارمة لحماية البحيرة من التلوث الناتجة عن النشاطات البشرية والاهتمام بحوض البحيرة، بينما كانت نتائج قياس كل من معايير الناقلية الكهربائية وإجمالي المواد الصلبة الذائبة وتركيز شاردة النتريت والنتريت والكبريتات والفوسفات ضمن الحدود المسموح بها في مياه الشرب. كما أبدت تنوعاً طحلياً جيداً وصل إلى 60 نوعاً في شهر حزيران، ومن مجمل ما تقدم نستنتج أنّ نوعية مياه البحيرة يمكن تحسينها والسيطرة على التلوث الناشئ فيها من خلال تنظيف البحيرة كل عدة سنوات وخاصة في مرحلة انخفاض مستوى المياه بجرف الرواسب والمواد المترakمة فيها، وحمايتها من وصول المخلفات العضوية ووصول المواشي إلى البحيرة، كما يجب رصد تغيّرات النتريت والفوسفات دورياً في مياه النبع لوصول تلك الشوارد إلى المياه الجوفية من المناطق الزراعية المجاورة. كما يجب التوسع في الدراسة لتشمل معايير أخرى تعطي فكرة أفضل عن نوعية المياه.

## REFERENCES المراجع

- مديرية الموارد المائية بدمشق 2011. محمد، سيراؤوس. 2010. تقييم حركية جماعات الميكروفلورا ونوعية المياه في بحيرات السدود بالسويداء باستعمال بيانات الميكروبيولوجيا والاستشعار عن بعد، أطروحة دكتوراه في الأحياء الدقيقة، جامعة دمشق، كلية العلوم، قسم علم الحياة النباتية.
- المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007، المراجعة الثانية، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة سورية، رقم قرار الاعتماد 104، تاريخ الاعتماد 2007/5/7.
- النعمة، محمد. المصري، محمد سعيد. الرئيس، محمد. 1999. تعيين بعض عناصر الأثر والنكليات المشعة الطبيعية في بيئة بحيرة مزيريب، هيئة الطاقة الذرية، سورية.
- اليازجي، وريف. 2004. دراسة تلوث حوض اليرموك بالعناصر اللاعضوية والتلوث الجرثومي، رسالة ماجستير في الكيمياء العامة، جامعة دمشق، كلية العلوم، قسم الكيمياء.
- Ahuja Satinder. 2009. Handbook of water quality and purity. Academic Press is an imprint of Elsevier. ISBN: 978-0-12-374192-9.
- Andersson, Y., and P. Bohan. 2001. Disease Surveillance and Waterborne Outbreaks. In L. Fewtrell and J. Bartram (eds.), *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. London: WHO and IWA Publishing.
- APHA, AWWA, and WEF (American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st ed., A. D. Eaton, L. S. Clesceri, E. W. Rice, and A. E. Greenberg, eds. Washington, DC: American Public Health Association. Denver, CO: American Water Works Association.
- Asawa G.L. 2005. Irrigation and water resources engineering. New Age International (P) Ltd., Publishers, first edition 2005.
- Ashbolt, N. J., Grabow, W.O.K. and Snozzi, M. 2001. 13: Indicators of microbial water quality, in *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*, L. Fretwell and J. Bartram, Editors. 2001, World Health Organization (WHO), IWA Publishing: London, U.K.
- AWWA (American Water Works Association). 2004. M7, *Problem Organisms in Water: Identification and Treatment*. Denver, CO: American Water Works Association.
- Baribeau, H., C. A. Kinner, J. R. Stephen, R. De Leon, P. A. Rochelle and D.L. Clark. 2000. Microbial Population Characterization of Suspended and Fixed Biomass in Drinking Water Reservoirs. In *Proceedings of AWWA Water Quality Technical Conference, Salt Lake City, UT*.
- Bartram, J., J. Cotruvo, M. Exner, C. Fricker, and A. Glasmacher. 2003. *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-Water Safety*. London: IWA Publishing.
- Bellinger Edward G. and Sigeo David C. 2010. Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. Wiley-Blackwelly. ISBN 978-0-470-05814-5.

- Besner, M. C., V. Gauthier, P. Servais, and A. Camper. 2002. Explaining the Occurrence of Coliforms in Distribution Systems. *Journal AWWA* 94(8):95–109.
- Biswas K. Asit and Tortajada Cecilia. 2006. *Water Quality Management in the Americas*. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
- Cambers, G. and Ghina, F. 2005. *Water Quality, an Introduction to Sandwatch: An Educational Tool for Sustainable Development*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO): Paris, France.
- Chapman, D. (ed.). 1996. *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water. Environmental Monitoring*. Second Edition. UNESCO, WHO, and UNEP. E&FN Spon, London UK.
- Dodds, W. K. 2002. *Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications*. Academic Press, USA.
- Dodds, W.K., Jones, J.R., and Welch, E.B. 1998. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Research* 32:1455-1462.
- Dodds, WK and Oakes, RM. 2004. A technique for establishing reference nutrient concentrations across watersheds affected by humans. *Limnology and Oceanography Methods* 2:333-341.
- Edzwald. K.J. 2011. *Water Quality & Treatment A Handbook on Drinking Water*. Sixth Edition American Water Works Association, McGraw-Hill, ISBN: 978-0-07-163011-5, MHID: 0-07-163011-2.
- Hauer, F.R. and Hill, W.R. 1996. Temperature, light, and oxygen. In Hauer, F.R. and Lamberti, G.A. (eds), *Methods in Stream Ecology*. Academic Press: San Diego.
- Heldal, M., S. Morland, G. Bratbak, and B. Riemann. 1994. Determination of bacterial cell number and cell volume by means of flow cytometry, transmission electron microscopy, and epifluorescence microscopy. *J. Microbiol. Methods* 20:255–263.
- Helmer .R. and Hespanhol .J. 1997. *Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles*. 526 pages © 1997 WHO/UNEP. ISBN 0 419 22910 8.
- Kepner, R. L., and J. R. Pratt. 1994. Use of fluorochromes for direct enumeration of total bacteria in environmental samples: past and present. *Microbiol. Rev.* 58:603–615.
- Krammer, K. and H. Lange Bertalot. 1986. *Freshwater Flora of the Middle Europe, Bacillariophyceae. Band 2/1, 1. Teil: Naviculaceae*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1988. *Freshwater Flora of the Middle Europe, Bacillariophyceae. Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991. *Freshwater Flora of the Middle Europe, Bacillariophyceae. Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lee, Robert Edward. 2008. *Phycology*. Fourth edition. Colorado State University, USA.

- Lenzenweger, R. 1996. *Desmid Flora of Austria, Vol. 1*. J. Cramer, Stuttgart.
- Lenzenweger, R. 1997. *Desmid Flora of Austria, Vol. 2*. J. Cramer, Stuttgart.
- Lenzenweger, R. 1999. *Desmid Flora of Austria, Vol. 3*. J. Cramer, Stuttgart.
- Maasdam Ruurd. 2000. *Exploratory Data Analysis in Water Quality Monitoring Systems*. MSc. Thesis, University of Salford.
- Maria Csuros, Csaba Csuros., 1999. *Microbiological Examination of Water and Wastewater, with contribution by Klara Ver*, Lewis Publishers. Boca Raton London New York Washington. D.C.
- Mays, L.W, 1996. *Water resources handbook*. Department of civil and environmental engineering. Arizona State University. McGRAW-HILL.
- Porter, K. G., and Y. S. Feig. 1980. The use of DAPI for identification and counting aquatic flora. *Limnol. Oceanogr.* 25:943–948.
- Posch, T., M. Loferer-Kroßbacher, G. Gao, A. Alfreider, J. Pernthaler, and R. Psenner. 2001. Precision of bacterioplankton biomass determination: a comparison of two fluorescent dyes, and of allometric and linear volume-to-carbon conversion factors. *Aquat. Microb. Ecol.* 25:55–63.
- Psenner, R. 1993. Determination of size and morphology of aquatic bacteria by automated image analysis, p. 339–345. In P. Kemp, B. F. Sherr, E. B. Sherr, and J. J. Cole (ed.), *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Sigee C. D. 2005. *Freshwater Microbiology, biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in aquatic environment*. University of Manchester, UK, John Wiley & Sons, LTD.
- Stevenson, R. Jan; Bothwell, Max L; Lowe, Rex L. 1996. *Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press.
- Stewart B. A. and Terry A. Howell. 2003. *Encyclopedia of Water Science*. Copyright © 2003 by Marcel Dekker, Inc. New York . Basel.
- Tallon, P., Magajna, B., Lofranco, C., and Leung, K.T. 2005. Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective. *Water, Air, and Soil Pollution* 166:139-166.
- UNEP GEMS/Water Programme. 2006. *Water Quality for Ecosystem and Human Health*. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme. ISBN 92-95039-10-6.
- Wehr, J. D. and Sheath, R. G. 2003. *Freshwater Algae of North America Ecology and Classification*. A volume in the aquatic ecology series. Academic Press. ISBN-13:978-0-12-741550-5. 918P.
- Wintzingerode, F. V., U. B. Goebel, and E. Stackebrandt. 1997. Determination of microbial diversity in environmental samples: Pitfalls of PCR-based rRNA analysis. *FEMS Microbiol. Rev.* 21: 213–229.