

## دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لجودة مياه السدود في محافظة اللاذقية

الدكتور تميم أحمد عليا\*

لينا حسن سلامة\*\*

(تاريخ الإيداع 4 / 11 / 2012. قُبل للنشر في 25 / 2 / 2013)

### ▽ ملخص ▽

تكتسب السدود في المناطق الساحلية أهمية كبيرة نظراً لاستخدامها في الري بشكل أساسي إضافة إلى استخدامها كمصدر من مصادر مياه الشرب في بعض الحالات. يهدف البحث إلى دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لجودة مياه بعض السدود في محافظة اللاذقية على مدى العشر سنوات الأخيرة، شمل البحث دراسة تراكيز شوارد كل من الكلور، والكبريتات، والنترات، والنترت، والفوسفات، والصوديوم والبوتاسيوم في خمسة سدود موزعة على امتداد ساحل محافظة اللاذقية، وهي سد بللوران، سد 16 تشرين، سد الثورة، سد صلاح الدين (السفرقية) وسد الحويز. أظهرت النتائج حدوث تغيرات مهمة في تراكيز معظم الشوارد خلال السنوات العشر الأخيرة، حيث بينت النتائج ارتفاع في تراكيز الشوارد في معظم السدود المدروسة، ولكن في الوقت نفسه هذا التغير ليس واحداً في جميع السدود بل كان يرتبط ارتباطاً وثيقاً بطبيعة السد وموقعه وسعته التخزينية.

الكلمات المفتاحية: جودة المياه، اللاذقية، الشوارد، مؤشرات التلوث، السدود السطحية.

\* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\* قائمة بالأعمال - قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Study of Some Chemical Indicators of Water Quality in Lattakia Dams

Dr. Tamim Ahmad Alia\*  
Liena Hasan Salama\*\*

(Received 4 / 11 / 2012. Accepted 25 / 2 / 2013)

### ▽ ABSTRACT ▽

The big value of dams in the Syrian coast comes from using them for irrigation and sometimes as source of potable water. This study aimed to determine some chemical indicators of water quality in Lattakia dams during ten years (2002-2011). The concentrations of ions ( $\text{Cl}^{-1}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{NO}_2^{-1}$ ,  $\text{NO}_3^{-1}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{K}^{+1}$ ,  $\text{Na}^{+1}$ ) in five dams (Balloran, 16 Tishreen, Al-thawra, Alsafarkia and Alhweez) were studied. The results indicated that most of the ions showed significant difference in concentrations during 2002-2011. The ions concentrations in most studied dams increased. The increase related to characteristics of dams (location, capacity, the activities located around the dam...).

**Keywords:** water quality, Lattakia, ions, pollution indicators, surface water, dams.

---

\*Associate Professor Dr., Department of Environmental Chemistry, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*Academic Assistant, Department of Environmental Chemistry, Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**مقدمة :**

تعتمد العديد من المناطق في أنحاء العالم اعتماداً كلياً على المياه الجوفية كمصدر أساسي للمياه من أجل الاستعمالات المختلفة [1]، ونتيجة النمو السكاني المتزايد شكل ازدياد الطلب على المياه والغذاء ضغطاً متزايداً على استنزاف المياه الجوفية [2, 3, 4]. في الوقت نفسه تتعرض المصادر المائية إلى العديد من الملوثات التي تصل إلى المياه بكميات مختلفة، بتأثير عدد من العوامل الطبيعية والعوامل الناجمة عن النشاطات البشرية المختلفة، التي تشمل النشاطات الزراعية، والصناعية، والتطور الحضري، والاستغلال المتزايد لمصادر المياه [6, 7]. تؤدي النشاطات الزراعية إلى وصول كميات كبيرة من المركبات الأزوتية والفوسفورية والعديد من المعادن إلى المصادر المائية السطحية والجوفية، فقد أشارت الدراسات العلمية إلى وجود علاقة قوية بين استعمال الأرض الزراعية ونوعية المياه الجوفية والسطحية في المناطق المجاورة، ويعود مصدر هذا التلوث بشكل أساسي إلى عمليات التسميد بالأسمدة الكيميائية أو العضوية [6, 8, 9, 10].

بالرغم من توفر المصادر المائية نسبياً في المناطق الساحلية السورية إلا أنها تتعرض إلى ضغط متزايد ناجم عن النشاطات الزراعية والسياحية والصناعية والحضرية المكثفة في المنطقة الساحلية نتيجة الكثافة السكانية المرتفعة نسبياً، مما دفع إلى إقامة العديد من السدود لتجميع المياه للاستفادة منها في عمليات الري وكمصدر من مصادر مياه الشرب، وخاصة أن قسماً كبيراً من هذه السدود هي سدود تجميعية مما يجعلها تتأثر بشكل مباشر بالملوثات المختلفة التي يمكن أن تطرح إلى البيئة. أشارت بعض الدراسات أن مياه بعض هذه السدود تتميز بدرجة كبيرة من نقاوة بحيث تكون صالحة للشرب من الناحية الكيميائية، وبالمقابل توجد مواقع أخرى أقل نقاوة ولا تحقق معايير مياه الشرب [11]. وركزت دراسات أخرى على دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيوكيميائية للأنهار التي تغذي هذه السدود مثل نهر الكبير الشمالي [12، 13]

**أهمية البحث وأهدافه :**

تعتبر مياه السدود هي المصادر الأساسية لمياه الري في المنطقة الساحلية وتستخدم جزئياً كمصدر من مصادر مياه الشرب. وبالرغم من وجود دراسات متفرقة على مؤشرات جودة بعض المصادر المائية في المنطقة الساحلية إلا أنه لا توجد دراسة معمقة تدرس هذه المؤشرات آخذة بعين الاعتبار خصائص هذه السدود المنتشرة في محافظة اللاذقية وعلى مدى فترة زمنية طويلة. ومن هذا المنطلق كان الهدف من البحث دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لجودة مياه السدود المنتشرة في محافظة اللاذقية والتغيرات التي طرأت على هذه المؤشرات خلال السنوات العشر الأخيرة (2002-2011) نتيجة العوامل الطبيعية والنشاطات البشرية التي طرأت على المنطقة الساحلية في سورية، والتوصل إلى معطيات تفيد في تحديد خصائص هذه المياه والتنبؤ بأية مؤشرات تدل على تدهور في مواصفاتها لاتخاذ التدابير اللازمة قبل الوصول إلى وضع تصبح فيه هذه المصادر المائية غير قابلة للاستخدام.

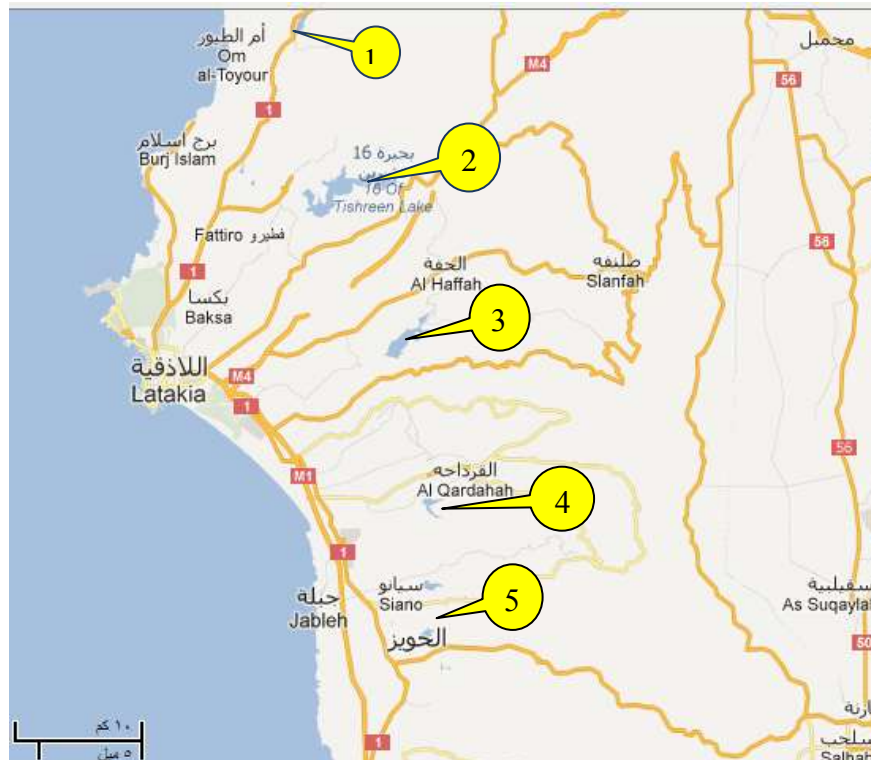
**طرائق البحث ومواده :**

شملت الدراسة خمسة سدود تتوزع على امتداد محافظة اللاذقية وهي على التوالي من الشمال إلى الجنوب سد بللوران، سد 16 تشرين، سد الثورة، سد صلاح الدين / السفريقية / وسد الحويز (الشكل 1). يظهر الجدول (1) بعض خصائص السدود المدروسة والتي تتضمن تاريخ إنشاء هذه السدود وحجومها التخزينية وموقعها والمناطق التي تروبوها.

تم الحصول على البيانات نتيجة التحاليل التي أجريت في مديرية الموارد المائية في محافظة اللاذقية بأخذ عينات شهرياً وعلى مدى عشر سنوات ضمن الفترة 2002-2011، حيث قيست شوارد الكلوريد والكبريتات بالمعايرة الكيميائية والفوسفات والنترت والنترات باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر (spectrophotometer) والصوديوم والبوتاسيوم باستخدام جهاز فلام فوتومتر (flame photometer) في عينات المياه المأخوذة. تم تحليل البيانات إحصائياً باستخدام برنامج SPSS 18 وذلك لتقدير تأثير موقع السد وخصائص وعامل الزمن على تركيز هذه الشوارد، وتم اختبار وجود فروق بين نسبة الشوارد المختلفة في السدود المدروسة باستخدام طريقة توكاي عند درجة ثقة 95%، كما استخدمت الطريقة نفسها للكشف عن وجود فروق معنوية في تركيز هذه الشوارد باختلاف سنوات الدراسة.

الجدول (1) بعض مواصفات السدود المدروسة

| رقم | اسم السد | تاريخ لإنتاج | حجم التخزين النظري (مليون م <sup>3</sup> ) | الموقع             | المناطق التي يرويها              |
|-----|----------|--------------|--|--------------------|----------------------------------|
| 1   | بللوران  | 1977         | 16.6                                       | نهر وادي قنديل     | اللاذقية                         |
| 2   | 16 تشرين | 1986         | 210  | نهر الكبير الشمالي | اللاذقية، الحفة، القرداحة، جبلة. |
| 3   | الثورة   | 1996         | 97.8                                       | نهر الصنوبر        | اللاذقية - الحفة - القرداحة      |
| 4   | السفرقية | 1986         | 10   | نهر شحادة          | القرداحة-جبلة                    |
| 5   | الحويز   | 1987         | 12.5                                       | نهر السخابية       | جبلة                             |



الشكل (1) موقع السدود التي شملتها الدراسة: 1- سد بللوران، 2- سد 16 تشرين، 3- سد الثورة، 4- سد السفرقية، 5- سد الحويز

## النتائج والمناقشة :

أخذت نسب الشوارد المدروسة في السدود الخمسة والتي تم قياسها شهرياً على مدار عشر سنوات (2002-2011)، كما تم تجميع هذه القياسات الشهرية واعتبرت كمكررات، حسب منها متوسط تركيز الشوارد السنوية لكل سد من السدود المدروسة. تم حساب متوسط تركيز كل شاردة من الشوارد المدروسة في السدود الخمسة سنوياً بهدف دراسة تغيرات تركيز الملوثات بشكل عام في السدود الساحلية في الأعوام العشر الأخيرة وحسبت قيمة الانحراف المعياري لهذه القيم ليعبر عن التباينات في قيم هذه الشوارد تبعاً للسدود المدروسة. كما تم إجراء تحليل تباين لهذه القيم والكشف عن وجود فروق معنوية في متوسطات تراكيز الشوارد المدروسة في الأعوام العشر الأخيرة الجدول (2).

الجدول (2) متوسطات قيم بعض الشوارد مقدرة بـ mg/l في السدود الساحلية الخمسة في الأعوام العشر المدروسة

| Na <sup>+1</sup>    | K <sup>+1</sup>       | PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | Cl <sup>-1</sup>    |         | السنة |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------|-------|
| 14.000 <sup>a</sup> | 3.062 <sup>bcde</sup> | 0.030 <sup>a</sup>            | 1.894 <sup>a</sup>            | 0.024 <sup>a</sup>            | 41.625 <sup>ab</sup>          | 31.731 <sup>a</sup> | المتوسط | 2002  |
| 4.209               | 2.520                 | 0.016                         | 1.199                         | 0.019                         | 15.315                        | 8.562               | STD     |       |
| 17.708 <sup>a</sup> | 3.104 <sup>cde</sup>  | 0.057 <sup>a</sup>            | 4.220 <sup>b</sup>            | 0.021 <sup>a</sup>            | 38.357 <sup>ab</sup>          | 26.071 <sup>a</sup> | المتوسط | 2003  |
| 10.480              | 1.412                 | 0.069                         | 2.233                         | 0.120                         | 11.167                        | 7.640               | STD     |       |
| 18.421 <sup>a</sup> | 2.297 <sup>abcd</sup> | 0.089 <sup>a</sup>            | 3.233 <sup>ab</sup>           | 0.019 <sup>a</sup>            | 38.211 <sup>ab</sup>          | 32.647 <sup>a</sup> | المتوسط | 2004  |
| 13.231              | 0.989                 | 0.232                         | 1.696                         | 0.134                         | 11.579                        | 12.004              | STD     |       |
| 16.149 <sup>a</sup> | 2.141 <sup>abc</sup>  | 0.018 <sup>a</sup>            | 2.910 <sup>ab</sup>           | 0.021 <sup>a</sup>            | 33.857 <sup>a</sup>           | 25.312 <sup>a</sup> | المتوسط | 2005  |
| 8.221               | 0.864                 | 0.021                         | 1.829                         | 0.020                         | 9.158                         | 9.531               | STD     |       |
| 16.897 <sup>a</sup> | 1.903 <sup>a</sup>    | 0.053 <sup>a</sup>            | 3.236 <sup>ab</sup>           | 0.037 <sup>a</sup>            | 42.875 <sup>ab</sup>          | 25.000 <sup>a</sup> | المتوسط | 2006  |
| 12.685              | 0.769                 | 0.090                         | 1.774                         | 0.040                         | 29.186                        | 8.843               | STD     |       |
| 16.218 <sup>a</sup> | 1.530 <sup>a</sup>    | 0.027 <sup>a</sup>            | 2.344 <sup>a</sup>            | 0.025 <sup>a</sup>            | 52.964 <sup>bc</sup>          | 26.851 <sup>a</sup> | المتوسط | 2007  |
| 10.993              | 1.409                 | 0.011                         | 1.240                         | 0.020                         | 18.124                        | 6.956               | STD     |       |
| 57.957 <sup>d</sup> | 3.423 <sup>e</sup>    | *-                            | *-                            | *-                            | 42.020 <sup>ab</sup>          | 31.400 <sup>a</sup> | المتوسط | 2008  |
| 17.434              | 1.241                 | *-                            | *-                            | *-                            | 17.117                        | 9.796               | STD     |       |
| 47.319 <sup>c</sup> | 3.280 <sup>de</sup>   | *-                            | *-                            | *-                            | 50.694 <sup>abc</sup>         | 30.755 <sup>a</sup> | المتوسط | 2009  |
| 17.721              | 1.588                 | *-                            | *-                            | *-                            | 30.085                        | 10.848              | STD     |       |
| 30.378 <sup>b</sup> | 2.009 <sup>ab</sup>   | 0.091 <sup>a</sup>            | 1.838 <sup>a</sup>            | 0.676 <sup>b</sup>            | 53.913 <sup>bc</sup>          | 28.452 <sup>a</sup> | المتوسط | 2010  |
| 9.156               | 0.829                 | 0.155                         | 2.085                         | 0.959                         | 23.914                        | 11.307              | STD     |       |
| 35.619 <sup>b</sup> | 1.824 <sup>a</sup>    | 0.066 <sup>a</sup>            | 2.286 <sup>a</sup>            | 0.057 <sup>a</sup>            | 65.244 <sup>c</sup>           | 28.842 <sup>a</sup> | المتوسط | 2011  |
| 14.867              | 0.431                 | 0.139                         | 2.113                         | 0.113                         | 27.717                        | 12.724              | STD     |       |
| 30.739              | 2.387                 | 0.049                         | 2.687                         | 0.117                         | 47.603                        | 28.595              | المتوسط | -2002 |
| 20.273              | 1.306                 | 0.109                         | 1.887                         | 0.411                         | 23.472                        | 11.446              | STD     | 2011  |

\* - لا يوجد قراءة للقيمة.

- a, b, c, d, e سويات الفروق المعنوية بين المتوسطات عند درجة ثقة 95%.

- STD الانحراف المعياري.

تم حساب متوسط تركيز كل شاردة من الشوارد المدروسة في السدود الخمسة خلال العشر سنوات الأخيرة وحسبت قيمة الانحراف المعياري لهذه القيم ليعبر عن التباين في قيم هذه الشوارد في السدود المدروسة وسبب هذه التباينات ناتج عن تأثير مجموعة من العوامل منها موقع السد الجغرافي والنشاطات المختلفة المحيطة به، إضافة إلى سعته التخزينية. كما تم الكشف عن وجود فروق معنوية في متوسطات تراكيز هذه الشوارد في السدود المدروسة الجدول (3).

الجدول (3) تغير متوسط تركيز الشوارد مقدرة بـ mg/l خلال السنوات العشر في السدود الساحلية المدروسة

| السد     | المتوسط | Cl <sup>-1</sup>     | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | K <sup>+1</sup>    | Na <sup>+1</sup>    |
|----------|---------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| بللوران  | المتوسط | 35.723 <sup>c</sup>  | 39.887 <sup>a</sup>           | 0.025 <sup>a</sup>            | 3.183 <sup>bc</sup>           | 0.048 <sup>a</sup>            | 2.893 <sup>b</sup> | 43.594 <sup>b</sup> |
|          | STD     | 12.056               | 22.409                        | 0.031                         | 1.754                         | 0.087                         | 1.950              | 24.221              |
| 16 تشرين | المتوسط | 27.823 <sup>b</sup>  | 52.145 <sup>b</sup>           | 0.266 <sup>c</sup>            | 2.243 <sup>ab</sup>           | 560.0 <sup>a</sup>            | 2.120 <sup>a</sup> | 29.260 <sup>a</sup> |
|          | STD     | 12.185               | 26.811                        | 0.702                         | 1.510                         | 1570.                         | 1.017              | 16.804              |
| الثورة   | المتوسط | 22.096 <sup>a</sup>  | 54.564 <sup>b</sup>           | 0.166 <sup>bc</sup>           | 2.001 <sup>a</sup>            | 30.02 <sup>a</sup>            | 2.264 <sup>a</sup> | 25.071 <sup>a</sup> |
|          | STD     | .3309                | 19.803                        | 0.428                         | 1.555                         | 340.0                         | 1.162              | 19.393              |
| السفرقية | المتوسط | 26.286 <sup>ab</sup> | 55.530 <sup>b</sup>           | 0.018 <sup>a</sup>            | 2.865 <sup>abc</sup>          | 0.055 <sup>a</sup>            | 2.340 <sup>a</sup> | 28.547 <sup>a</sup> |
|          | STD     | 9.036                | 26.361                        | 0.022                         | 1.642                         | 0.111                         | 0.969              | 20.642              |
| الحويز   | المتوسط | 28.924 <sup>b</sup>  | 39.176 <sup>a</sup>           | 0.053 <sup>ab</sup>           | 3.319 <sup>c</sup>            | 0.066 <sup>a</sup>            | 2.309 <sup>a</sup> | 26.627 <sup>a</sup> |
|          | STD     | 8.242                | 14.038                        | 0.132                         | 2.587                         | 0.105                         | 1.013              | 13.913              |

- a, b, c سويات الفروق المعنوية بين المتوسطات عند درجة ثقة 95%.

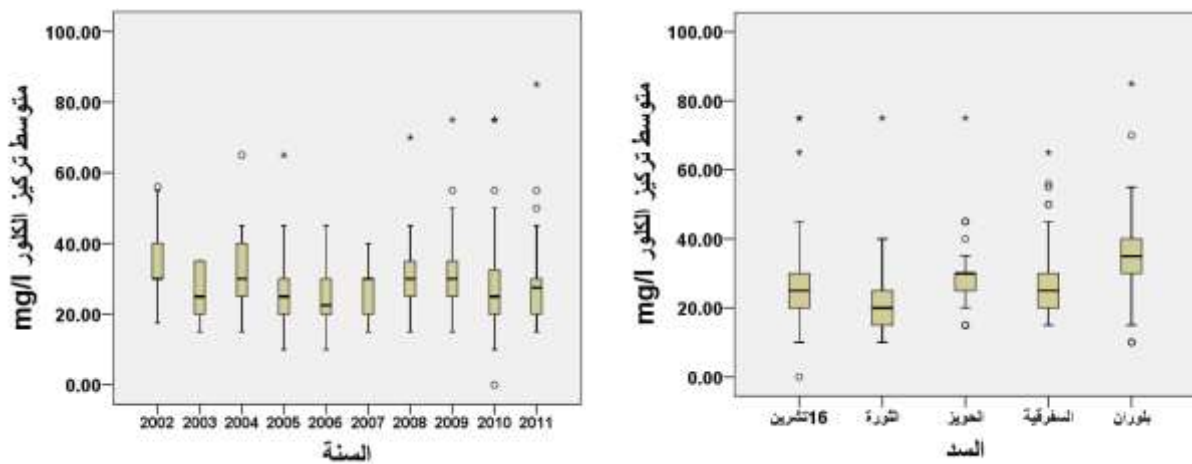
- STD الانحراف المعياري.

### تغيرات قيم شاردة الكلور:

يصل الكلور إلى المياه من ذوبان الهاليت ومواد أخرى إضافة إلى إمكانية انغسال بعض المركبات الكلورية من الغلاف الجوي [6].

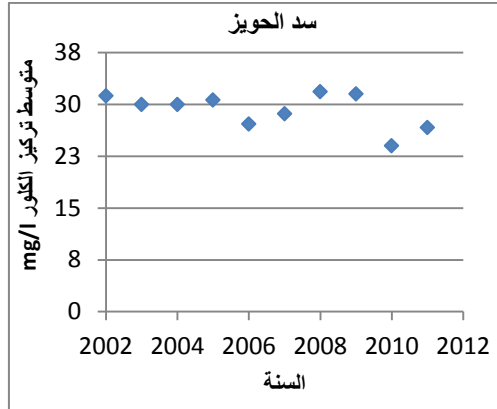
تظهر القيم المبينة في الجدولين 2 و 3 أن متوسط تركيز شاردة الكلور تراوحت ضمن المجال 25-33mg/l وكانت الأقل خلال عام 2006، كما تميزت الأعوام 2004، 2005 و 2007 بتراكيز منخفضة مقارنة ببقية السنوات (الشكل 2). ويمكن تفسير أن هذا التفاوت في تركيز الكلور ناتج عن نسبة الهطولات المطرية في المحافظة حيث يتسبب انخفاض نسبة الأمطار بقلة انحلال الأملاح في السحنات الجيولوجية المحيطة بالمجمعات المائية [14]. إن وجود هذه النسب من الكلور في مياه السدود لا يؤثر إلى أي خطر على جودة المياه فهو أقل من الحدود المسموح بها لمياه الري (500 mg/l) [15] أو حتى لمياه الشرب (200-300 mg/l) [16]. كما لم يظهر التحليل الإحصائي أية فروق معنوية بين الأعوام المختلفة ( $p > 0.05$ ).

من خلال الشكل (2) يتبين أن متوسط تركيز الكلور اختلف في السدود الخمسة وكانت أعلى قيمة له في سد بلوران وأخفضها في سد الثورة، وكانت التراكيز في سد تشرين وسد الحويز متقاربة. وأظهر التحليل الإحصائي أن الفروق في تركيز الكلور بين السدود المدروسة ذات قيمة معنوية  $p < 0.05$  (الجدول (3)). أظهرت الدراسة الاحصائية وجود تأثير تفاعلي بين السد والزمن أي أن تغيرات متوسط تركيز الشاردة خلال كل سنة من السنوات العشر المدروسة تختلف تبعاً للسد المدروس حيث نلاحظ أن قيمة التراكيز انخفضت خلال الزمن في كل من سد 16 تشرين وسد الحويز في حين أنها في سد بلوران كانت متقاربة خلال الأعوام العشر المدروسة وكانت أخفض قيمة لها في عام 2010 أما في سدي السفريقية والثورة فقد ارتفعت خلال فترة الدراسة (الشكل (3)).



الشكل (2) تغير تركيز شاردة الكلور تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة



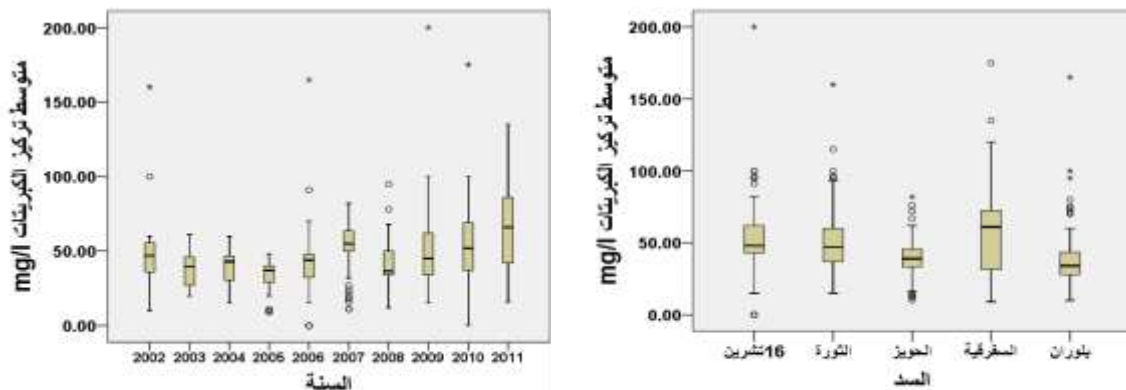


الشكل (3) متوسط تركيز شاردة الكلور في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

### تغيرات قيم شاردة الكبريتات:

يعتبر انحلال أكاسيد الكبريت الموجودة في الغلاف الجوي في مياه الأمطار من أهم مصادر الكبريتات في المياه، إضافة إلى كميات إضافية تصل إليها ناتجة عن الأسمدة ومياه الصرف الصحي. ويعتبر الغرائث من المصادر الطبيعية للكبريتات في المياه الجوفية حيث ينتج عن ذوبان مركبات الكبريت الموجودة في الغرائث، كما يمكن أن تنتج الكبريتات عن ذوبان أكاسيد الكبريت الموجودة في الصخور الرسوبية والجبس وكبريتات الكالسيوم اللامائية [17].

من خلال القيم المبينة في الجدولين 2 و 3 نلاحظ أن قيم شاردة الكبريتات تغيرت بتغير الزمن وتراوحت ضمن مجال واسع نسبياً (33-66mg/l) حيث أظهرت اتجاه للزيادة مع الزمن وكانت أعلى قيمة لها في عام 2011 (الشكل 4)، وهذا الميل للارتفاع يمكن أن يكون ناتجاً عن زيادة مصادره وخاصة تلوث الغلاف الجوي أو استخدام متزايد للأسمدة في النشاطات الزراعية المتنوعة. أثبت التحليل الإحصائي وجود اختلاف معنوي في تركيز الكبريتات باختلاف الأعوام المدروسة ( $p < 0.05$ ). وأظهرت النتائج أن تركيز الكبريتات في السدود المدروسة كانت متقاربة وتراوحت ضمن مجال ضيق؛ فقد كانت التراكيز الأقل في سدي الحويز وبلوران مقارنة بالسدود الأخرى ( $p < 0.05$ ) (الشكل 4).



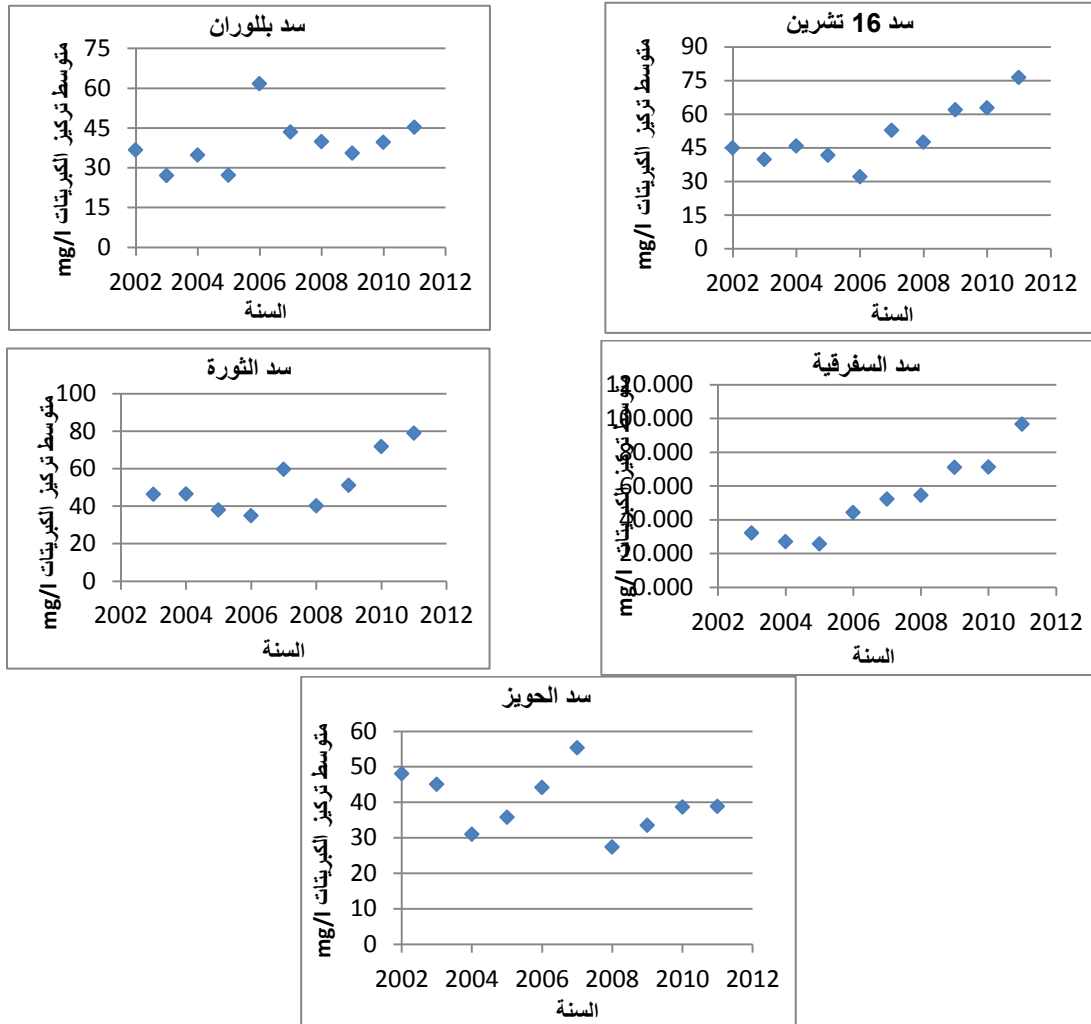
الشكل (4) تغير تركيز شاردة الكبريتات تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة

أظهرت الدراسة الإحصائية وجود تأثير تفاعلي بين السد والزمن أي أن تغيرات متوسط تركيز شاردة الكبريتات خلال كل سنة من السنوات العشر المدروسة تختلف تبعاً للسد المدروس؛ حيث يلاحظ ارتفاع قيمة التركيز خلال الزمن



في معظم السدود (سد 16 تشرين، سد بللوران، سد السفريقية وسد الثورة) في حين أنها انخفضت في سد الحويز خلال فترة الدراسة (الشكل 5).

تشير النتائج الإجمالية إلى أن نسب التلوث بالكبريتات منخفضة وما تزال التراكيز التي تم قياسها بعيدة عن الحدود المسموح بها لمياه الري (600 mg/l) [15] وكذلك لمياه الشرب (250-500 mg/l) [16].



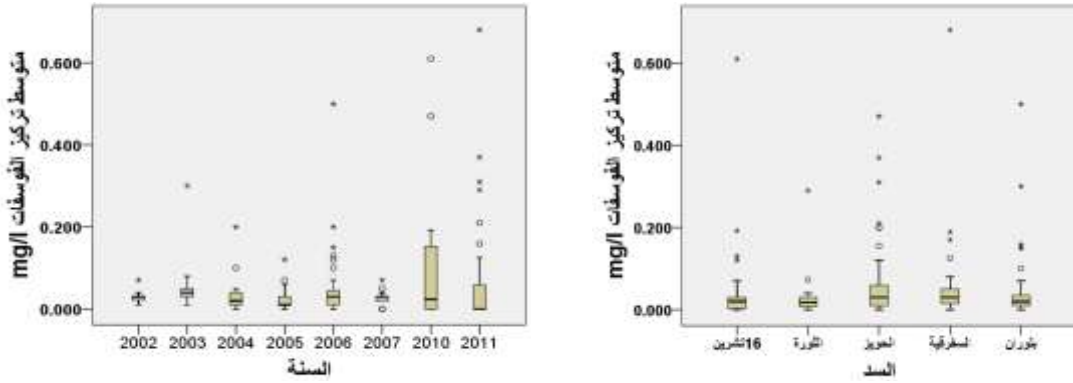
الشكل (5) متوسط تركيز شاردة الكبريتات في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

### تغيرات قيم شاردة الفوسفات:

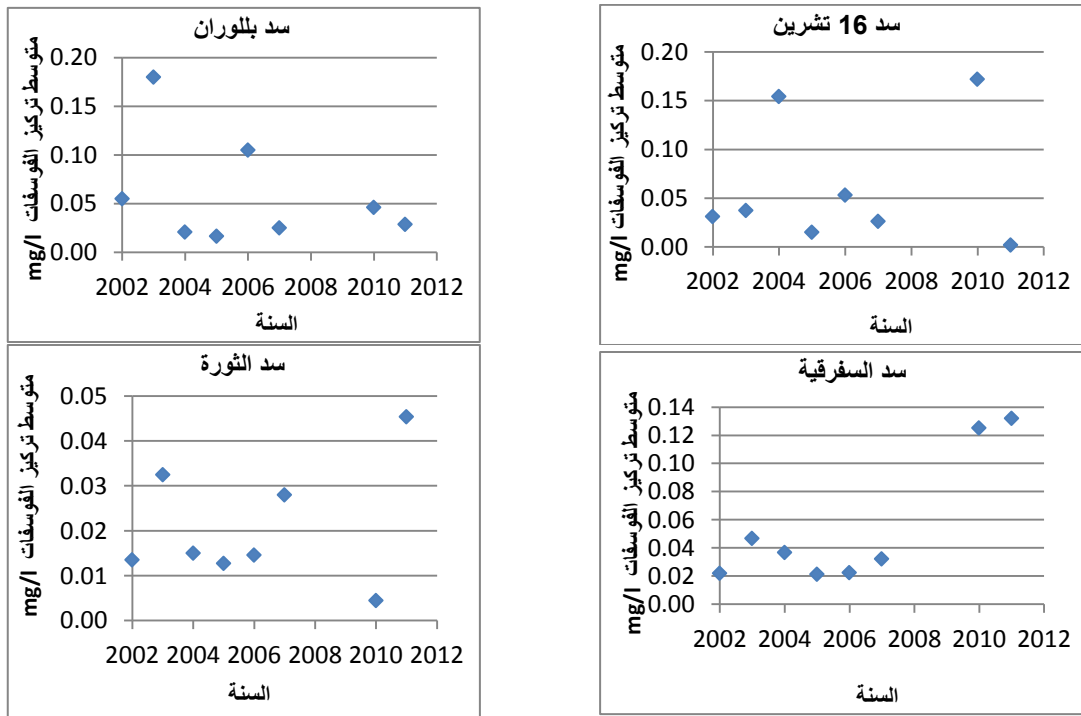
يمكن أن تصل الفوسفات إلى المياه من عدة مصادر، قد يكون من أهمها الأسمدة المستخدمة في الزراعة والمنظفات التي تصل عبر الصرف الصحي، ويعتبر وجود الفوسفات في المياه أحد الأسباب الرئيسية للإثراء الغذائي الذي يتسبب بنمو الطحالب والأشنيات وغيرها. يتسبب الإثراء الغذائي بمشاكل متعددة وخاصة في حالة استخدام المياه كمصدر لمياه الشرب نتيجة موت هذه الطحالب والأشنيات وتحللها في المياه مشكلة المركبات الدبالية.

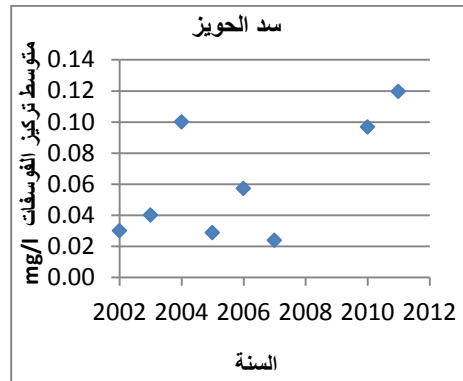
أشارت النتائج التي تم التوصل إليها خلال البحث الحالي إلى تراوح نسبة الفوسفات ضمن مجال (0.02-0.08 mg/l) وكانت أعلى قيمة لها عام 2010 وبالمقابل كانت تراكيزها متقاربة في السنوات 2002-2005 ومنخفضة مقارنة بها في الأعوام الأخرى (الجدولين 2 و 3). ويمكن تفسير هذا الاختلاف في تركيز الفوسفات

بتغير نسب الهطولات المطرية حيث يلاحظ أن قيمها كانت الأعلى خلال عامي 2004 و 2010 نتيجة قلة الهطولات المطرية في هذين العامين مما تسبب برفع تركيز الفوسفات في المصادر المائية. بمقارنة نسب الفوسفات في السدود المدروسة نجد أن تركيزها في سد الثورة كان أخفض منه في بقية السدود (الشكل 6). وبالرغم من وجود فرق واضح في المتوسطات أظهر التحليل الإحصائي أن هذه الفروق غير معنوية، ويمكن تفسير ذلك نتيجة التغيرات الكبيرة في تركيز الفوسفات بين الأعوام المختلفة وحتى بين التراكيز في العينات التي أخذت شهرياً من السدود المذكورة.



الشكل (6) تغير تركيز شاردة الفوسفات تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة





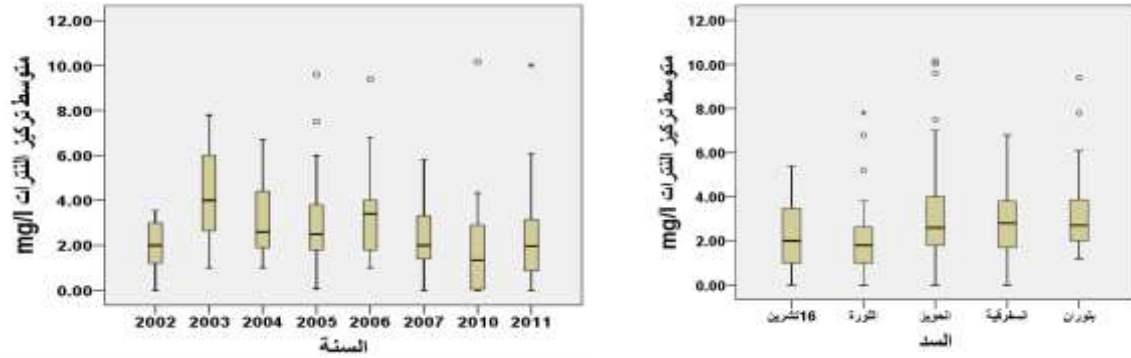
الشكل (7) متوسط تركيز شاردة الفوسفات في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

وبدراسة تغيرات تركيز الفوسفات خلال السنوات العشر وفي كل سد على حدة نجد أن التراكيز متغيرة بين عام وآخر في مختلف السدود. ويلاحظ في بعض السدود وجود ميل للارتفاع في التراكيز مثل سد الحويز وسد السفريقية وبالمقابل أظهرت القيم تشتتاً في سدود أخرى ولم يظهر ميل واضح للارتفاع أو الانخفاض في تراكيز الفوسفات (الشكل 7). ولم يظهر التحليل الإحصائي تأثيراً تفاعلياً بين السد والزمن بسبب تشتت القيم الذي ذكر آنفاً. وبمقارنة قيم تراكيز الفوسفات في السدود المدروسة خلال مدة الدراسة (2002-2011) مع الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية السورية نجد أن تركيز الفوسفات في السدود المدروسة أقل من الحدود المسموح بها لمياه الري (20 mg/l) [15] وكذلك لمياه الشرب (0.5-1 mg/l) [16].

#### تغيرات قيم شاردة النتراة :

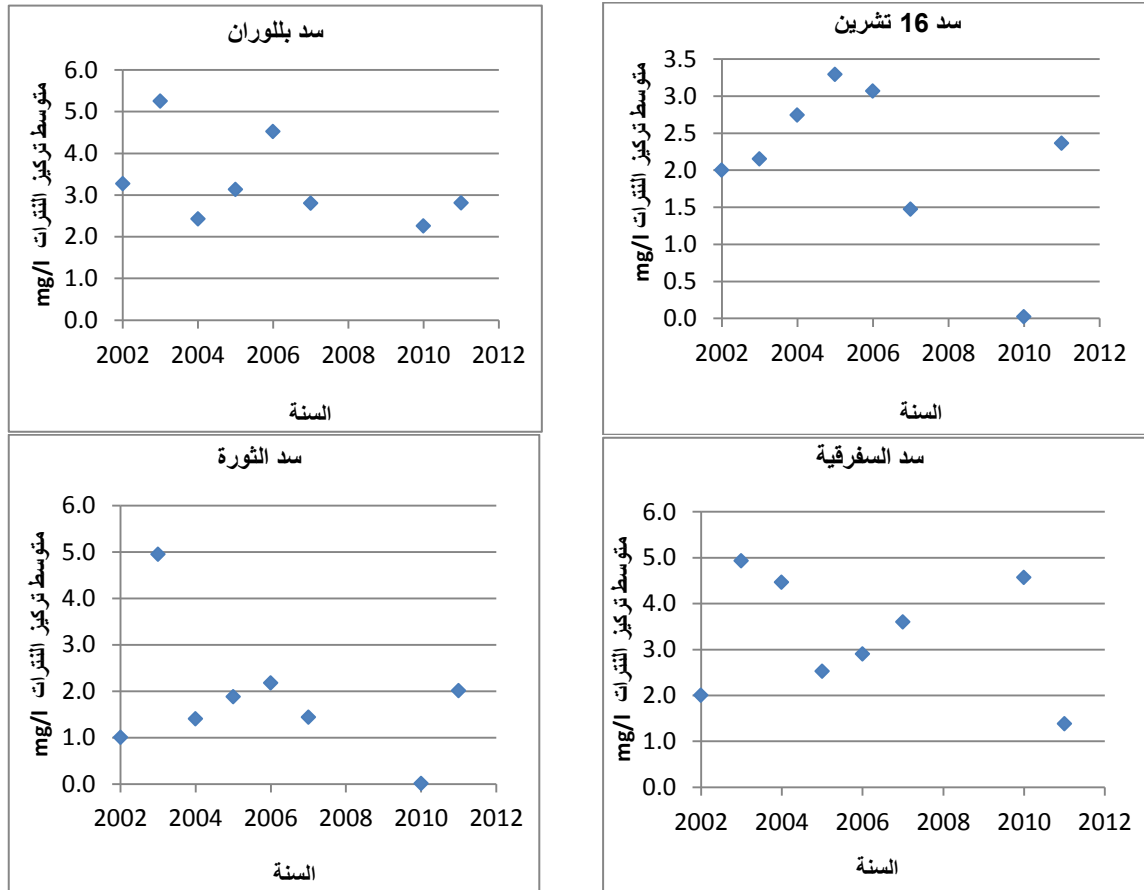
تتأثر التغيرات في تراكيز النتراة في المياه بعدد من العوامل منها: تغيرات في تراكيز النتراة من مصدر التلوث والتغيرات في الظروف الجوية (الأمطار والتبخير)، إضافة إلى الأنشطة الزراعية (خاصة التسميد)، ويضاف إلى ذلك التغيرات في مستوى المياه الجوفية وكمية الاستجرار في حالة المياه الجوفية [18]. وتعتبر مياه الصرف والسماد الحيواني وبقايا القمامة هي مصادر مهمة للنتراة في المياه الجوفية، كما تصل النتراة إلى المياه من الأسمدة المستخدمة مثل نترات البوتاسيوم و نترات الأمونيوم شديدة الانحلال في المياه مما يساعد على إنغسالها بسهولة من التربة ووصولها إلى المصادر المائية [19].

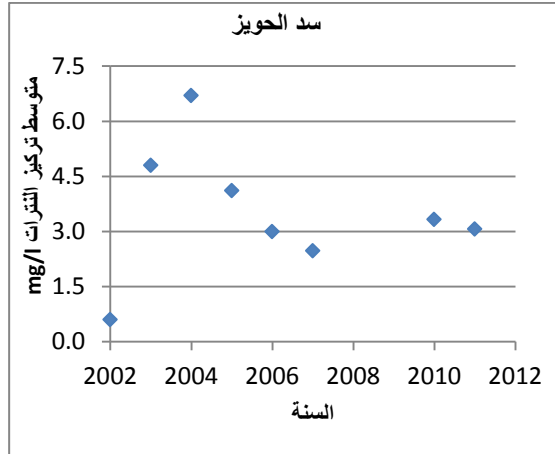
من خلال النتائج المبينة في الجدولين 2 و3 نلاحظ أن قيم شاردة النتراة تغيرت بتغير الزمن وقد كانت أعلى قيمة لها في عام 2003 ولكنها اتجهت بعد ذلك إلى الانخفاض بشكل عام حتى عام 2010 ( $p < 0.05$ ). وكذلك نجد أن متوسط تراكيز النتراة اختلف في السدود الخمسة المدروسة؛ فقد كانت قيمه منخفضة في سد الثورة وسد 16 تشرين وبالمقابل قيمته هي الأعلى في سد الحويز ( $p < 0.05$ ) (الشكل 8). ويمكن تفسير القيم المنخفضة للنتراة في سدي 16 تشرين والثورة بالسعة التخزينية الكبيرة لهذين السدين مما يقلل من تأثير مصادر التلوث الحاوية على النتراة والتي يمكن أن تصل إلى هذين المصدرين، بالمقابل السعة التخزينية المنخفضة يمكن أن تتأثر بشكل أكبر بأية كميات من النتراة يمكن أن تصل إليها عبر مصادر التلوث المختلفة.



الشكل(8) تغير تركيز شاردة النتريت تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة

كما أظهرت الدراسة الإحصائية عدم وجود تأثير تفاعلي بين السد والسنوات المدروسة أي أن تغيرات متوسط تركيز الشاردة خلال كل سنة من السنوات العشر المدروسة لا يتأثر بشكلٍ واضح بالسدود المدروسة.



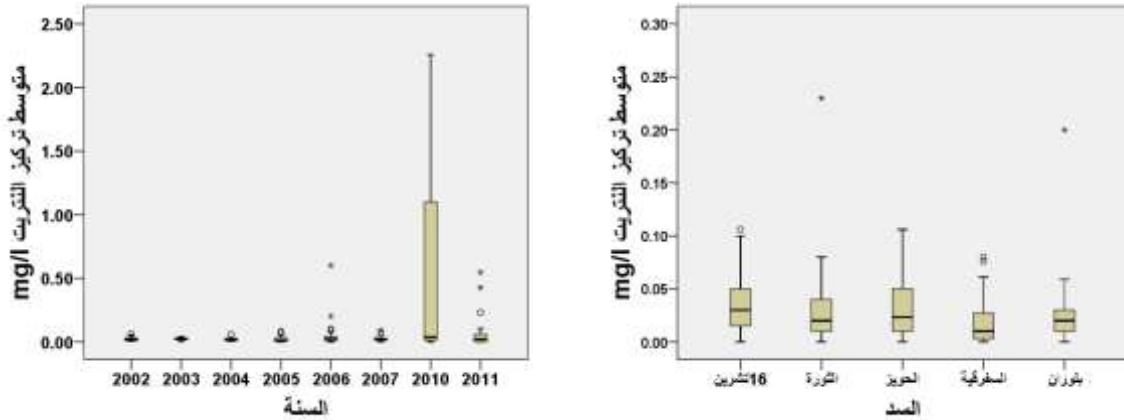


الشكل (9) متوسط تركيز شاردة النتراة في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

من الشكل (9) يلاحظ أن تركيز النتراة في جميع السدود تميل بشكل بسيط إلى الانخفاض مع الزمن وإن كان هذا الميل يختلف من سد إلى آخر فنجد واضحاً في سد بللوران وأقل وضوحاً في السدود الأخرى. وبالعودة إلى الجدولين 2 و3 والشكل 9 نجد أن النتراة تراوحت في جميع السدود خلال السنوات العشر المدروسة ضمن مجال 0-7mg/l وهو أقل من الحد الأعظم المسموح به لمياه الري (60-70 mg/l) [15] وكذلك لمياه الشرب فهي [16](50 mg/l).

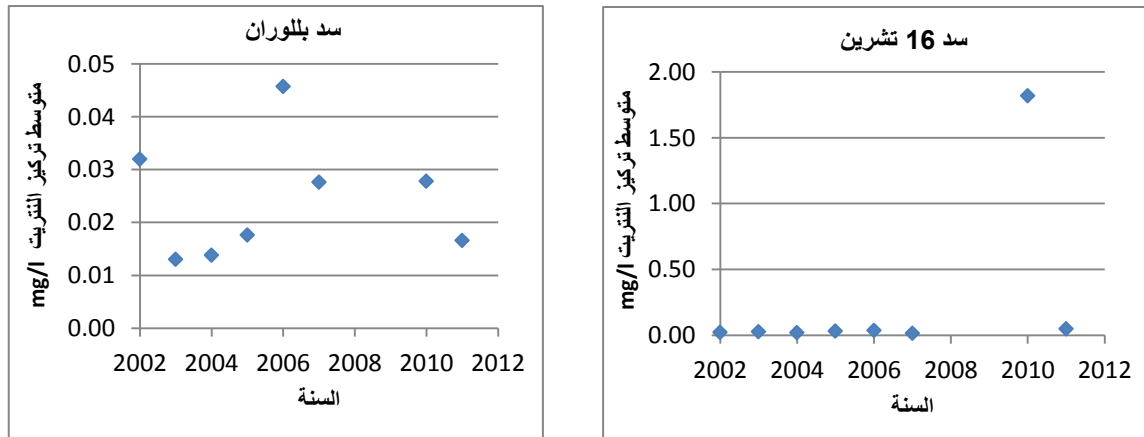
#### تغيرات قيم شاردة النتريت :

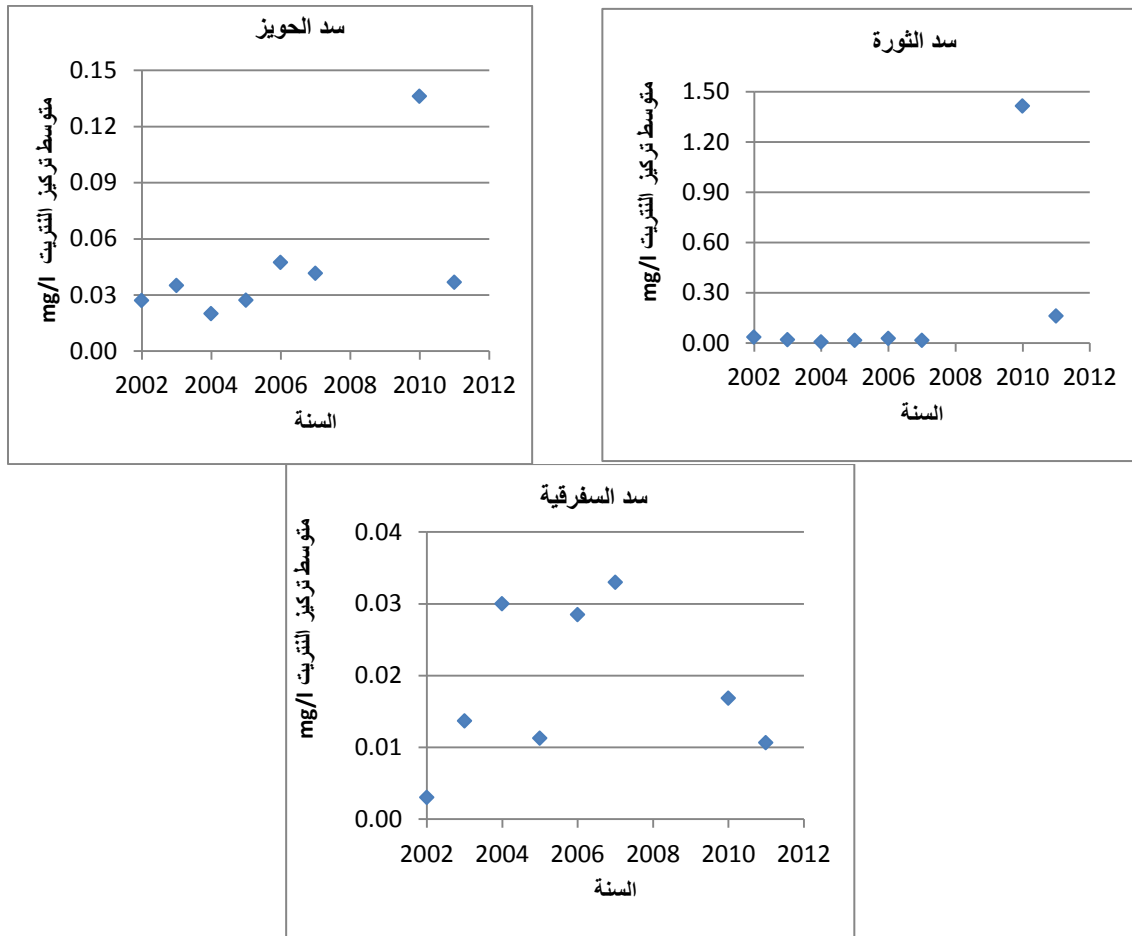
يمكن أن تصل شاردة النتريت إلى المصادر المائية عبر الصرف الصحي، وتتميز هذه الشاردة بعدم ثباتها حيث تتأكسد مع الزمن إلى شاردة النتراة، ولذلك يعتبر وجود النتريت في المياه مؤشراً على وجود تلوث حديث بالصرف الصحي. وأظهرت النتائج التي تم التوصل إليها أن تركيز شاردة النتريت كان مرتفعاً جداً في عام 2010 مقارنة ببقية السنوات فقد وصلت عام 2010 إلى 0.7 mg/l مقارنة بقيمة منخفضة في بقية السنوات تراوحت ضمن المجال (0.02-0.04 mg/l). ويمكن تفسير هذا التغير الكبير بحدوث تلوث ووصول كميات من الصرف الصحي إلى بعض هذه السدود مما رفع تركيز شاردة النتريت بشكل كبير. وقد ظهر من خلال التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين تركيز النتريت عام 2010 وتركيزه في بقية السنوات ( $p < 0.05$ ) (الجدول 2). وبمقارنة تركيز شاردة النتريت في السدود المختلفة نجد أن تركيزها في سد 16 تشرين وسد الثورة مرتفع وتميز كل من سدي بللوران والسفوقية بتراكيز نتريت متدنية ( $p < 0.05$ ) (الجدول 3، الشكل 10).



الشكل (10) تغير تركيز شاردة النتريت تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة

ومن التحليل الإحصائي المشترك لتأثير كل من موقع السد وخصائصه من جهة وتأثير العام المدروس من جهة ثانية تبين وجود تأثير تفاعلي بينهما، بمعنى آخر التغيير في تركيز النتريت خلال أعوام الدراسة يختلف من سد إلى آخر. ومن خلال الشكل (11) نجد أن قيم متوسطات تراكيز النتريت في سد 16 تشرين وسد الثورة كانت قيمها منخفضة ومقاربة خلال فترة الدراسة باستثناء عام 2010 حيث ظهر ارتفاع كبير لقيمتها ووصل تركيز النتريت فيه إلى أعلى من 1.4mg/l في سد الثورة وأعلى من 1.8 mg/l في سد 16 تشرين، كما تظهر النتائج ارتفاع تركيز النتريت عام 2010 في سد الحويز ولكن بدرجة أقل من ارتفاعها في سدي 16 تشرين والثورة، وهذا يفسر ارتفاع متوسط تركيز النتريت عام 2010 مقارنة ببقية الأعوام. وفي الوقت نفسه تظهر تراكيز النتريت في سدي بلوران والسفريقية منخفضة ومقاربة إلى حد كبير (الشكل 11).





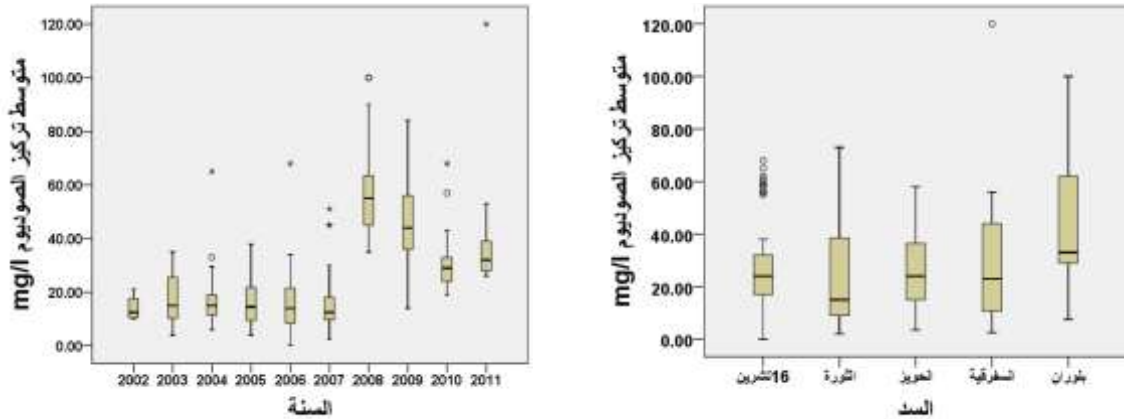
الشكل (11) متوسط تركيز شاردة النتريت في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

تشير النتائج الإجمالية إلى نسب تلوث بالنتريت منخفضة وأقل من الحدود المسموح بها لمياه الشرب (0.2 mg/l) باستثناء القيم التي ظهرت عام 2010 في كل من سد 16 تشرين وسد الثورة التي تجاوزت هذه الحدود بما يجعل منها خطر على الصحة العامة في حال استخدامها كمصدر من مصادر مياه الشرب، كما ارتفعت نسبة النتريت عام 2010 في سد الحويز إلى قيم مرتفعة ولكنها بقيت ضمن المجال المسموح به لمياه الشرب [16].

### تغيرات قيم شاردة الصوديوم:

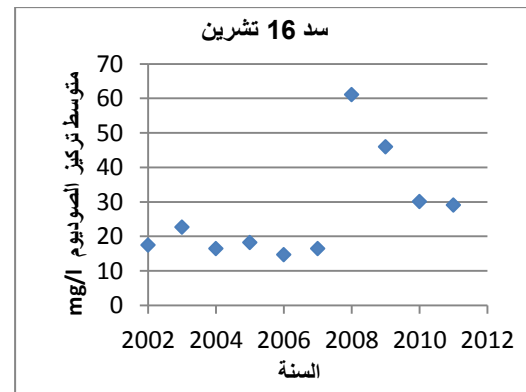
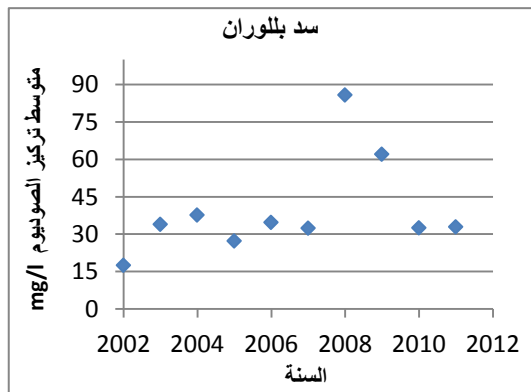
المصدر الأساسي لشوارد الصوديوم في المياه هو انحلال أملاح الصوديوم خلال الأمطار والعوامل الجوية المختلفة إضافة إلى تسربه من الحقول نتيجة غسيل التربة التي تمر بها هذه المياه [6]. كما يمكن أن تصل كميات من الصوديوم إلى المياه من التلوث بمياه الصرف الصحي.

من الشكل 12 نلاحظ أن متوسط تركيز الصوديوم خلال الفترة 2002-2006 كانت ثابتة ومنخفضة لا تتجاوز 20 mg/l لترتفع بشكل مفاجئ عام 2008 إلى تراكيز اقترنت من 60 mg/l لتتخفض بعد ذلك بشكل تدريجي، ولكنها بقيت مرتفعة نسبياً مقارنة بالفترة 2002-2006 ( $p < 0.05$ ) (الجدول 2). ويمكن أن يعود ذلك إلى استنزاف مياه السدود الكبير وتركز أملاح الصوديوم نتيجة البخر نتيجة انخفاض معدلات الأمطار. وبمقارنة تركيز الصوديوم في السدود المختلفة نجد أن التراكيز كانت مرتفعة في سد بلوران مقارنة بتركيزه ببقية السدود التي تميزت بتراكيز صوديوم متقاربة لا يوجد فيما بينها أية فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) (الجدول 3، الشكل 12).

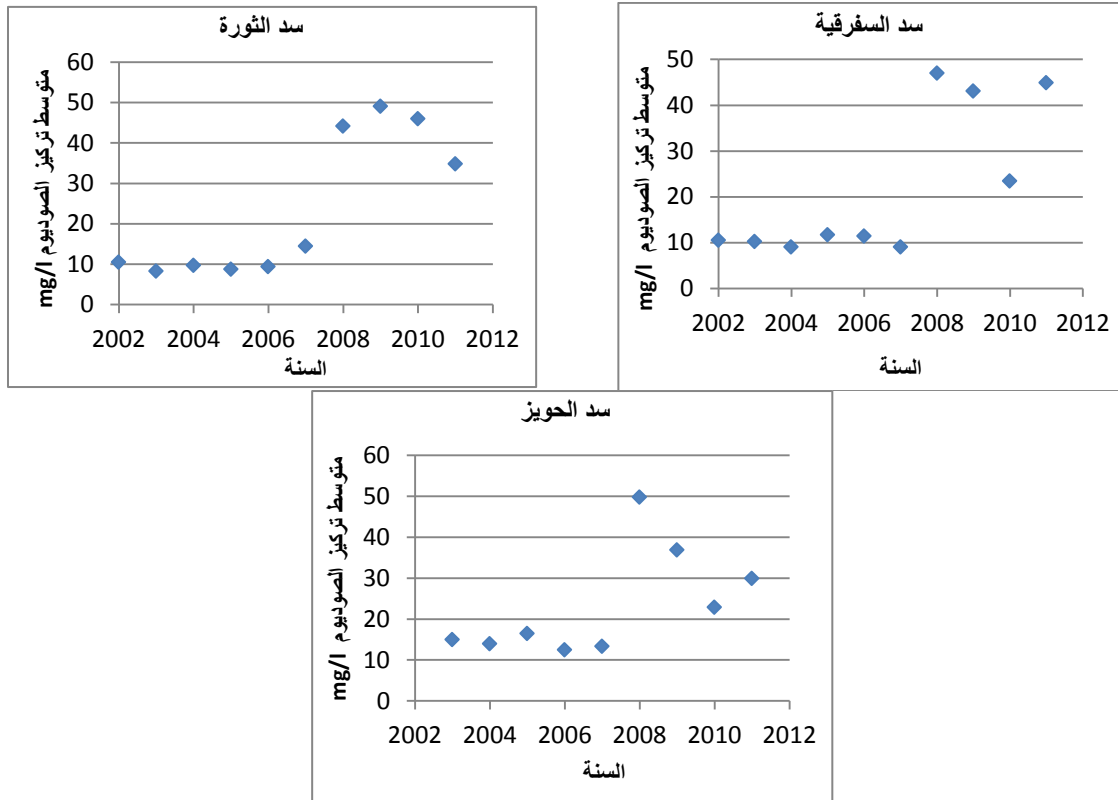


الشكل (12) تغير تركيز شاردة الصوديوم تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة

لدراسة التغيرات في كل سد على حدة خلال الفترة المذكورة أجري تحليل التباين المشترك الذي أظهر وجود تأثير تفاعلي بين كل من السنة والسد أي أن تغيرات تركيز الصوديوم خلال الفترة المدروسة تختلف من سد إلى آخر. رغم أنها كانت تميل بشكل عام إلى الارتفاع وإن اختلفت شدة الارتفاع من سد إلى آخر فيلاحظ أن التراكيز ارتفعت خلال السنوات الأخيرة بشكل واضح في سد الثورة وسد السفريقية وكان هذا الارتفاع أقل وضوحاً في سدود أخرى مثل سد 16 تشرين وسد بلوران، وبالعودة إلى الموقع الجغرافي لهذه السدود نجد أن كل من سد 16 تشرين وسد بلوران يقعان شمال اللاذقية ( حيث السحنة الجيولوجية السائدة في منطقتي البابر والبسيط هي الصخور الخضراء أو الصخور الأفيولوتية ذات الخصائص القلوية نظراً لارتفاع تركيز الصوديوم فيها) بينما السدود الأخرى تقع جنوب اللاذقية ويمكن أن يكون الموقع الجغرافي وحدث تغيرات في النشاطات المختلفة المحيطة بمواقع هذه السدود قد أثرت على تركيز الصوديوم في هذه السدود خلال السنوات الأخيرة.



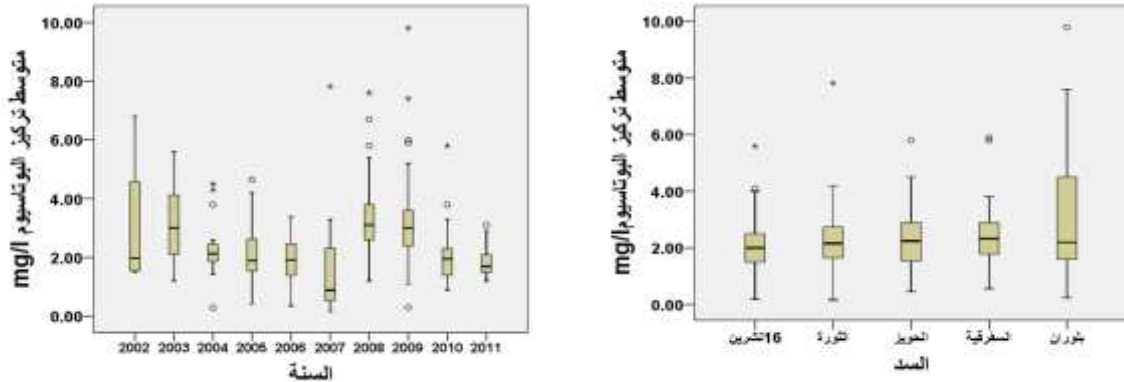




الشكل (13) متوسط تركيز شاردة الصوديوم في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

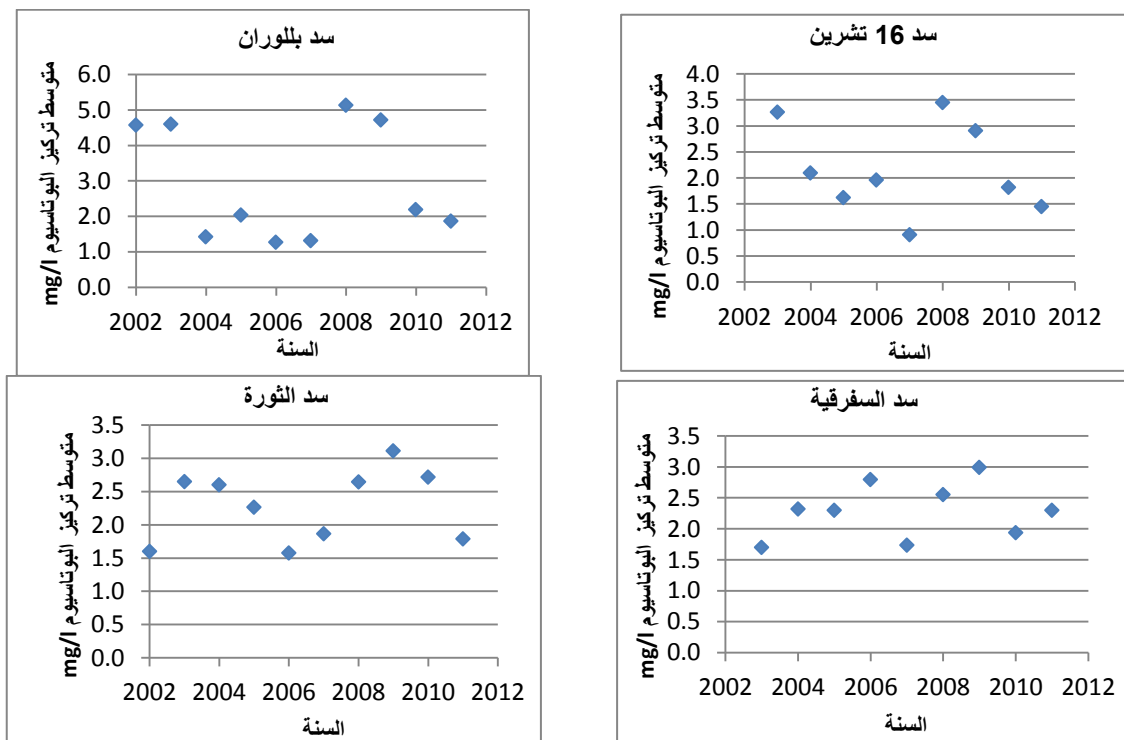
### تغيرات قيم شاردة البوتاسيوم:

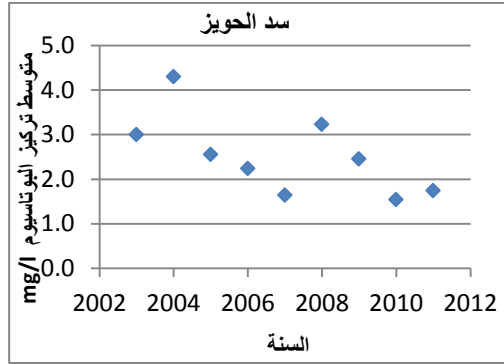
يوجد البوتاسيوم في المياه بشكل طبيعي نتيجة مرور هذه المياه خلال طبقات الصخور الحاوية على البوتاسيوم وانحلال الفلزات والنباتات المتعفنة، كما يمكن أن يصل إلى المياه نتيجة استخدام كلور البوتاسيوم أو نترات البوتاسيوم والأسمدة المركبة في الأراضي الزراعية، ومن المصادر الأخرى التي تسبب ارتفاع نسبة البوتاسيوم في المياه هي المنظفات الموجودة في مياه الصرف الصحي [18, 20]. ومن خلال الشكل 14 يلاحظ أن تغيرات تركيز البوتاسيوم كانت مرتفعة عام 2002 لتتخفض بشكلٍ تدريجي حتى عام 2007 لتصل إلى أدنى قيمة لها ثم ترتفع بشكل مفاجئ عام 2008 إلى أعلى قيمة لها (كما هو الحال مع شاردة الصوديوم) ومن ثم تتخفض ثانية بشكل تدريجي. وبمقارنة تركيز البوتاسيوم في السدود المختلفة يتبين أن تركيز البوتاسيوم كان الأعلى في سد بللوران مقارنة بالسدود الأخرى ( $p < 0.05$ ). أما تركيزها في بقية السدود فهي متقاربة ولا يوجد أي فروق معنوية فيما بينها. وهي تتشابه إلى حد بعيد مع تراكيز الصوديوم في توزعها بين السدود المدروسة.



الشكل (14) تغير تركيز شاردة البوتاسيوم تبعاً لاختلاف موقع السد وسنوات الدراسة

من التحليل الإحصائي تبين أنه يوجد تأثير تفاعلي بين كل من السنة والسد أي أن تغيرات تركيز البوتاسيوم خلال فترة الدراسة تختلف من سد إلى آخر. فقد كانت تميل إلى الانخفاض بشكل واضح في سد الحويز وبالمقابل لا يوجد لها توجه واضح في بقية السدود وفق تشتت في قيم تراكيز البوتاسيوم خلال سنوات الدراسة (الشكل 15).





الشكل (15) متوسط تركيز شاردة البوتاسيوم في السدود المدروسة خلال الفترة 2002-2011 م

### الاستنتاجات والتوصيات :

- من خلال النتائج التي ظهرت في هذا البحث يمكن التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:
- تعتبر السدود في المنطقة الساحلية من المصادر الأساسية للمياه التي يمكن استخدامها للري كمصدر من مصادر مياه الشرب.
  - أثبتت مؤشرات جودة المياه المدروسة في السدود الساحلية على إمكانية استخدامها كمصدر من مصادر مياه الشرب (إلى جانب الري) حيث كانت تراكيز بعض الملوثات الكيميائية المدروسة أقل بكثير من الحدود العظمى المسموح بها لمياه الشرب.
  - بعض المؤشرات الكيميائية على جودة المياه بدأت بالارتفاع خلال السنوات الأخيرة مما قد يشير إلى ارتفاع في حجم الملوثات التي تصل إلى هذه المصادر المائية الهامة.
  - يوجد تفاوت في تغيرات تراكيز الشوارد المدروسة تبعاً لحالة السدود فنجدها في بعض السدود مرتفعة أكثر منها في السدود الأخرى، مما يدل على تأثر مياه هذه السدود بالنشاطات البشرية المحيطة بها.
  - يوجد ارتفاع بشاردة النتريت في مياه بعض السدود إضافة إلى حدوث ارتفاع كبير بهذه الشاردة في عام 2010 مما قد يشير إلى حدوث تلوث مباشر بالصرف الصحي لبعض المصادر المائية في المنطقة الساحلية.
- ومن خلال ما تقدم نقترح ما يأتي:
- إجراء المزيد من الدراسات على خصائص مياه السدود وخاصة منها الأثر المتبقي للمبيدات والخصائص البيولوجية لهذه المصادر المائية قبل استخدامها كمصدر من مصادر مياه الشرب.
  - إجراء تقييم دائم لنتائج التحاليل الدورية لهذه المصادر المائية للوقوف على واقع جودة مياه السدود والتنبؤ بأي تدهور يمكن أن يحدث في مواصفاتها لمعالجة مسبباته قبل الوصول إلى مستويات غير مرغوبة في مواصفات المياه.
  - العمل على حماية مياه السدود والمصادر المائية الأخرى من أية تعديلات أو مؤثرات أخرى يمكن أن تتسبب بتدهور مواصفاتها.

## المراجع:

- [1] BABIKER, I.S.; MOHAMED, M.A.A.; TERAQ, H.; Kato, K.; OHTA, K. *Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system*. Environment International, 29, 2003, 1009–1017.
- [2] DE SANTA OLALLA, F.M.; DOMINGUEZ, A.; ORTEGA, F.; ARTIGAO, A.; FABEIRO, C. *Bayesian networks in planning a large aquifer in Eastern Mancha, Spain*. Environmental Modelling and Software, 22 (8), 2007, 1089–1100.
- [3] TAIT, N.G.; DAVISON, R.M.; LEHARNE, S.A.; LERNER, D.N. *Borehole Optimisation System (BOS) – a case study assessing options for abstraction of urban groundwater in Nottingham, UK*. Environmental Modelling and Software, 23(5), 2008, 611–621.
- [4] ATAIE-ASHTIANI, B. *MODSharp: regional-scale numerical model for quantifying groundwater flux and contaminant discharge into the coastal zone*. Environmental Modelling and Software, 22 (9), 2007, 1307–1315.
- [5] SCHRÖDER, J.J.; SCHOLEFIELD, D.; CABRAL, F.; HOFMAND, G. *The effects of nutrient losses from agriculture on ground and surface water quality: the position of science in developing indicators for regulation*. Environmental Science & Policy, 7, 2004, 15–23
- [6] JIANG, Y.; WU, Y.; GROVES, C.; YUAN, D.; KAMBESIS, P. *Natural and anthropogenic factors affecting the groundwater quality in the Nandong karst underground river system in Yunan, China*. Journal of Contaminant Hydrology, 109, 2009, 49–61.
- [7] LEWIS, K.A.; BARDON, K.S. *A computer-based informal environmental management system for agriculture*. Environmental Modelling and Software, 13 (2), 1998, 123–137.
- [8] KARAVOLTSOS, S.; SAKELLARI, A.; MIHOPOULOS, N.; DASSENAKIS, M.; SCOULLOS, M. *Evaluation of the quality of drinking water in regions of Greece*. Desalination, 224, 2008, 317–329.
- [9] KARAKOC, G.; ERKOC, F.U.; KATIRCIOGLU, H. *Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey)*. Environment International, 29, 2003, 21–27.
- [10] BULUT, E.; AKSOY, A. *Impact of fertilizer usage on phosphorus loads to Lake Uluabat*. Desalination, 226, 2008, 289–297.
- [11] عيسى كيببو, ابراهيم صقر, شفيقة عجيب, رصد النوعية الكيميائية لمياه نهر الكبير الشمالي وسد بلوران -مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية - 2002-المجلد 18-العدد الأول - 83-115
- [12] أسمهان زينب, تأثير المجاريير في الخصائص الفيزيائية - الكيميائية والبيولوجية والتلوث البكتيري في مياه نهر الكبير الشمالي - مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية - 2000-المجلد 16-العدد 2-69-83
- [13] د. سيف الدين نور الدين, د. غياث عباس, أسامة عبدو, سلوك بعض العناصر المعدنية الثقيلة النذرة في مياه مصب نهر الكبير الشمالي - مجلة جامعة تشرين - 2008-المجلد 30-العدد 3 - .
- [14] الخارطة الاستثمارية الزراعية في محافظة اللاذقية - تقرير المجموعة الاحصائية الزراعية, وزارة الزراعة, دمشق, سوريا, 2007.

- [15] المواصفة السورية لمياه الري رقم 2752 /2008، الهيئة العامة للمواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة، دمشق، سورية.
- [16] المواصفة السورية لمياه الشرب رقم 45 /2007، الهيئة العامة للمواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة، دمشق، سورية.
- [17] Sawyer, C.N.; Perry L.M.; Gene, F.P. *Chemistry for environmental engineering*. It Ed., Tata McGraw-Hill. New Delhi,2000.
- [18] Nas, B.; Berkay, A. *Groundwater contamination by nitrates in the city of Konya, (Turkey): A GIS perspective*. Journal of Environmental Management 79, 2006, 30–37.
- [19] Hajhamad, L.; Almasri, M.N. *Assessment of nitrate contamination of groundwater using lumped-parameter models*. Environmental Modelling & Software 24, 2009,1073–1087.
- [20] Valdes, D.; Dupont, J.P.; Laignel, B.; Ogier, S.; Leboulanger, T.; Mahler, B.J. *A spatial analysis of structural controls on Karts groundwater geochemistry at a regional scale*. Journal of Hydrology 340 (1–4),2007, 244–255.