مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (3) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (3) 2017

تحديد التركيز الكلي للزئبق في مياه نهر الكبير الشمالي (اللاذقية– سورية)

د. أمل ديوب*
د. غياث عباس**
د. عبد اللطيف علي***
ديما مخلوف****

(تاريخ الإيداع 18 / 12 / 2016. قُبِل للنشر في 17 / 5 /2017)

□ ملخّص □

تهدف الدراسة إلى تحديد التركيز الكلي للزئبق في مياه نهر الكبير الشمالي، ودراسة تأثير بعض المتغيرات الفيزيوكيميائية للمياه، أجريت هذه الدراسة خلال الفترة الممتدة من كانون الثاني2013 وحتى كانون الأول 2013.

تم اعتيان العينات المائية من ثلاثة مواقع على نهر الكبير الشمالي (قرب المنطقة الصناعية، بحيرة الدامات، سد 16 تشرين)، بواقع 2 عينة / الفصل . حدد التركيز الكلي للزئبق في الماء باستخدام جهاز الامتصاص الذري وفق تقانة البخار البارد، كما تم تحديد بعض المتغيرات الفيزيوكيميائية للمياه (تركيز الاكسجين المذاب في الماء DO، درجة الحرارة T°C، درجة الحموضة pH) في مواقع الدراسة باستخدام الأجهزة الحقلية والمخبرية الخاصة.

أظهرت النتائج انخفاض التركيز الكلي للزئبق عموماً في مياه نهر الكبير الشمالي، حيث بلغ متوسط التركيز الكلي للزئبق في المياه في المواقع الثلاثة المدروسة 0.29 ppb وهو أقل بكثير من الحد المسموح به في المياه السطحية (ppb 10>). سجلت أعلى قيمة لمتوسط التركيز الكلي للزئبق في المنطقة الصناعية، تليها بحيرة الدامات، ومن ثم بحيرة 16 تشرين حيث بلغت (0.35،0.31،0.21) ppb على التوالي، أما بالنسبة لتغيرات التركيز الكلي للزئبق في المواقع الثلاثة المدروسة خلال فصول السنة، فقد سجلت أعلى قيمة للزئبق الكلي في فصل الصيف مقارنة مع بقية الفصول، حيث أظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباط طردية متوسطة إلى قوية بين التركيز الكلي للزئبق مع ارتفاع درجة الحرارة ودرجة الأس الهيدروجيني الـ pH للمياه في فصل الصيف، بينما كانت هذه العلاقة عكسية مع انخفاض تركيز الأكسجين المذاب في الماء في فصل الصيف.

الكلمات المفتاحية: التركيز الكلي للزئبق، النهر الكبير الشمالي، مطيافية الامتصاص الذري، تقانة البخار البارد للزئبق.

* استاذ مساعد في قسم الوقاية البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.
** استاذ مساعد في قسم تقانة الأغذية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – طرطوس– سورية..
*** باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية _ مركز بحوث اللاذقية.
**** طالبة ماجستير في قسم الكيمياء البيئية في المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (3) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (3) 2017

Determination of Total Mercury in The Water of Al-Kabeer AL-Shemaly River (Lattakia-SYRIA)

Dr. Amal Ebrahim Dayoub*
Dr. Giyath Abbas**
Dr. Abd Alatif Ali***
Dema Talaat Maklouf****

(Received 18 / 12 / 2016. Accepted 17 / 5 /2017)

□ ABSTRACT □

This study deals with the determination of total mercury concentration in the water taken from three sites on Al-Kabeer Al-Shemaly River (near the industrial area and Al-Damat Lake, and 16 Tishreen Lake), also the effect of some physio-chemical parameters including: DO, pH, T °C. of water in the three sites was studied.

Results showed that the total mercury concentration was low in general, where the medium concentration in the three studied sites was 0.29 ppb and it was less than the permission level of total mercury in the surface water(< 10 ppb), the higher value of the medium concentration of total mercury(0.35, 0.31, 0.21)ppb was recorded in the Industrial Area, Damat Lake, then 16 Tishreen Lake, respectively. For the changes in the total concentration of mercury in the three studied sites during seasons of a year, was higher in Summer comparing with other seasons. The results showed positive correlation coefficient between the total mercury concentration and temperature, pH value, but it was negative with DO in Summer.

Key words: Total Mercury concentration, Al-Kabeer AL-Shemaly River, Atomic adsorption spectrometery, Hg, Gold vapor technique, Lattakia, Syria.

* **Professor Assistant, Department of Environmental Protection, Higher Institute of Environment Research.**
** **Professor Assistant- Department Of Technical Food, Faculty of Technical Engineering. Tartus University.**
*** **The General commission for Scientific Agricultural Researches - Scientific Agricultural Research Center- Lattakia..**
**** **Master student-Department of Environmental Chemistry, Higher institute of Environment Research.**

مقدمة:

أدى الاستخدام المتزايد للعناصر المعدنية الثقيلة في العمليات الصناعية في العقود الأخيرة ، أدى إلى مشاكل بيئية خطيرة من خلال الانبعاثات الجوية، أو طرحها مباشرةً في البيئة المائية [1]، حيث يمكن لهذه العناصر المعدنية في ظروف بيئية محددة وخاصة أن تتراكم الى مستويات خطيرة وسامة [2] مسببة مخاطر بيئية وصحية كبيرة ومهمة[3]، لذلك حظيت العناصر المعدنية الثقيلة اهتماماً خاصاً، نظراً لسميتها العالية، وقدرتها على التراكم الحيوي، بالإضافة الى مقاومتها وعدم قابليتها للتفكك في البيئة الطبيعية [5,4] . لقد أصبح التلوث بالعناصر المعدنية في البيئة المائية مشكلة خطيرة وجدية، وأيضا عامل مؤثر وهام في التقليل من جودة ونوعية المياه والرسوبيات والأسماك[6].

يعد الزئبق من أكثر العناصر المعدنية سمية ، ويوجد وجوداً طبيعياً في الهواء، والماء، والتربة، وهو منتشر في البيئة بصيغ مختلفة. تشكل الانفجارات البركانية، واحتراق الغابات، وتعرية الصخور الحاملة للزئبق من أهم المصادر الطبيعية للزئبق، ومع ذلك تبقى هذه الكميات صغيرة جداً مقارنةً مع كميته الهائلة الناتجة عن النشاطات البشرية كاحتراق الوقود الأحفوري وحرق النفايات البلدية الصلبة، وعمليات التعدين والصهر وصناعة الاسمنت واستخدام الخلايا الزئبقية في انتاج الكلور، كما تساهم محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم في اطلاق كميات كبيرة من الزئبق الى الغلاف الجوي تصل الى حوالي 50 طن سنويا[7]. يعود قسم كبير من الزئبق الموجود في الغلاف الجوي ليتساقط مع مياه الأمطار مما يسبب في النهاية تلوث المسطحات المائية بهذا العنصر وانتقاله منها الى الكائنات الحية المائية، وبالنهاية وصوله الى الانسان الذي يعد المستهلك النهائي في السلسلة الغذائية.

يمكن للزئبق المعدني أن يتحول إلى صيغ عضوية (ميثيل الزئبق) الذي يعد أكثر سمية من الزئبق اللاعضوي، كما أنه يتراكم لدرجة كبيرة في الكائنات الحية المائية، وخصوصا الأسماك التي تعد من المصادر الغذائية الرئيسة للإنسان، مما يشكل خطراً كبيراً على صحة الانسان وسلامته[9,8].

يتأثر تركيز الزئبق وصيغه في البيئة المائية بعوامل حيوية مختلفة مثل نشاط الأحياء الدقيقة وخاصةً البكتيريا من خلال عملية المثلة (Methylation)، وعوامل أخرى لاحيوية فيزيوكيميائية كالزمن والأكسجين المذاب في الماء DO، والحرارة، و درجة pH [11,10].

يُعد النهر الكبير الشمالي من أهم الأنهار الساحلية في سورية حيث يحتضن على ضفتيه العديد من التجمعات السكانية وكثير من الصناعات (الغذائية والتحويلية وغيرها)، مما يجعله عرضةً لتدفق كميات مختلفة الأهمية من الملوثات العضوية واللاعضوية والمسببات المرضية الحيوية، التي يمكن أن تصل بدورها إلى البحر عبر مصب النهر، وهكذا فإن البيئة البحرية المجاورة والكائنات التي تعيش فيها تصبح بدورها عرضة لهذه الملوثات على اختلاف أنواعها وسميتها، وبناءً عليه جاءت فكرة البحث المتضمنة تحديد تركيز الزئبق الكلي في مواقع مختلفة على النهر للوقوف عند مستوى التلوث بهذا العنصر السام من خلال دراسة وتحليل عينات المياه.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من أنه يهتم في تحديد مستوى التلوث بأحد العناصر المعدنية الأكثر سمية في البيئة (الزئبق) في مواقع مختلفة على طول نهر الكبير الشمالي، وتقييم مدى تعرضها لخطر التلوث بالزئبق، بغية الوقوف على مدى التلوث بهذا العنصر في سبيل اتخاذ الاجراءات المناسبة للحد من وصوله الى مسطحاتنا المائية.

أهداف البحث:

1 -تحديد تركيز الزئبق الكلي في عينات مائية تم اعتيانها من مواقع مختلفة على نهر الكبير الشمالي.

2 -تحديد قيم بعض المتغيرات الفيزيوكيميائية للمياه (درجة الحرارة، درجة الحموضة pH، الأكسجين المذاب في الماء DO) في مواقع الدراسة، و ارتباطها بالتركيز الكلي للزئبق في المياه.

3 -دراسة تأثير التغيرات الزمانية والمكانية لتركيز الزئبق الكلي في مياه نهر الكبير الشمالي.

طرائق البحث ومواده:

منطقة الدراسة:

نفذت الدراسة على مجرى نهر الكبير الشمالي الذي يعد من أطول الأنهار في محافظة اللاذقية، إذ يبلغ طوله 96 كم تقريباً، والمساحة الإجمالية لمصبه 1097 كم2، ويغلب على تضاريس الحوض الصفة الجبلية ومعظمها مغطاة بالغابات الصنوبرية والحراجية، وتنتشر الزراعة انتشاراً كثيفاً في الوديان النهرية وعلى السفوح المباشرة، وتعد الشبكة النهرية (مجرى النهر وروافده) في الحوض كثيفة لكنها تجف صيفاً خاصة بعد إقامة سد 16 تشرين على مجرى النهر.

ينبع النهر من منطقة أوردو في لواء اسكندرون، ويرفده روافد عدة ضمن الأراضي السورية أهمها نبع المر، عين الدلب، عين السللور، عين العشرة، نهر زغارو، النهر الأسود و نهر كفرية، وذلك قبل أن يصب في بحيرة سد 16 تشرين، ويرفده بعد السد ساقية العميقة (المرّة) التي تصب في بحيرة الدامات، ومن ثم ساقية القبارصية ونهر القش بالقرب من المنطقة الصناعية باللاذقية ثم يتابع جريانه غرباً ليصب على بعد 5 كم جنوب مدينة اللاذقية في منطقة اليعربية [12] . يزدحم مجرى نهر الكبير الشمالي بالتجمعات السكانية والصناعية وما ينجم عنها من مياه غير تقليدية (مياه الصرف الصحي و الصناعي والزراعي) التي يتم صرفها دون معالجة إلى مجرى النهر وروافده خاصة في الجزء السفلي منه.

مواقع الاعتيان:

اختيرت ثلاثة مواقع لاعتيان العينات المائية على طول مجرى النهر وفق ماهو موضح في الشكل (1) ، بحيث تكون ممثلة لمياه حوض النهر، مع الأخذ بالحسبان الأماكن الأكثر عرضة للتلوث العضوي واللاعضوي في مياه النهر وذلك في الجزء السفلي من مجراه [13] ، **و قد شملت مواقع الاعتيان الآتي:**

1 - موقع بحيرة سد 16 تشرين (E 35°55'53 - "N 35°38'36"):

تعدَ بحيرة سد 16 تشرين من أهم البحيرات الصنعية في الساحل السوري، تقع البحيرة شمال شرق محافظة اللاذقية، ضمن سرير مجرى نهر الكبير الشمالي، على بعد 20 كم عن مدينة اللاذقية، في منطقة تكثر فيها الوديان والسواقي، ومن أهم السواقي التي تغذي البحيرة: ساقية الرستن، ساقية البلاط، ساقية وادي الجريان، أما الأنهار فهي: النهر الأسود و نهر زغارو.

تبلغ مساحة البحيرة حوالي 11.2 كم2، وتقدر سعتها التخزينية بحوالي (210–200) مليون متر مكعب من المياه، ويصل العمق الأعظمي للبحيرة في نهاية موسم الأمطار 74.6 م. تستخدم مياه البحيرة لري الأراضي الزراعية وتربية الأسماك [14] وذلك وفق ماهو موضح في الشكل (2).

2 - موقع بحيرة الدامات (N 35°36'36" - E 35°54'54"):

تقع البحيرة على مجرى النهر بعد منطقة خان عطا لله باتجاه المصب، تربتها رملية غضارية، يرفدها من جهة الشرق ساقية العميقة (المرة)، وتبقى فيها المياه طيلة أشهر السنة مع اختلاف خصائصها بحسب الفصول الماطرة والجافة. تحاط البحيرة ببساتين الحمضيات والأشجار الحراجية وتستخدم مياهها لري البساتين المحيطة، وصيد الأسماك النهرية. ومن الجدير ذكره أن ساقية المرة تحمل كميات كبيرة من الملوثات العضوية واللاعضوية إلى بحيرة الدامات حيث يتم تصريف مياه الصرف الصحي للعديد من القرى المحيطة ومياه صرف معمل رخام بركات، هذا بالإضافة إلى كميات كبيرة من مياه الجفت الناتجة عن معاصر الزيتون الموجودة في المنطقة إلى الساقية التي تنقلها بدورها إلى بحيرة الدامات، مسببةً نقصاً حاداً في الأكسجين المذاب الذي نجم عنه نفوق جماعي للأسماك خلال عام 2010 [15].

3- موقع المنطقة الصناعية (N 35°32'16" - E 35°51'56"):

تعد المنطقة الصناعية التي تقع شرق المنطقة الحرة باللاذقية، منطقة دائمة المياه خلال أشهر السنة وتأتي بعد منطقة رفد نهر القش لنهر الكبير الشمالي، طبيعة القاع طينية موحلة، وتتأثر مياه هذا الموقع بتفريغ مياه الصرف الصحي لبعض المناطق المجاورة، و بمياه الجفت التي تصلها عبر نهر القش، إضافةً إلى مياه الصرف الصحي والصناعي للمنطقة الصناعية ولبعض المعامل (الجود، معمل الألمنيوم، والمحركات ...).

شكل (1). مواقع الاعتيان على طول المجرى السفلي لنهر الكبير الشمالي
حيث أن S1: موقع سد 16تشرين،S2: موقع بحيرة الدامات، S3: موقع المنطقة الصناعية.

اعتيان العينات المائية:

تم اعتيان العينات المائية من مواقع الدراسة خلال الفترة الممتدة من شهر كانون الثاني 2013 الى شهر كانون الأول 2013 وذلك باستخدام جهاز اعتيان الماء على أعماق مختلفة قريبة من السطح وحتى عمق 3 متر مترافقاً بحذر شديد من تسرب أية رسوبيات إلى داخل العينة، ثم وضعت العينات المائية الخاصة بتحليل الزئبق في عبوات زجاجية مصنفرة سعة 1 ليتر مغسولة بحمض كلور الماء (10%). تم بالتزامن و بصورة مباشرة أثناء عملية

الاعتيان قياس درجة حرارة الماء باستخدام ميزان حرارة زئبقي مدرج °C 100 –0، أما تركيز الأكسجين المذاب في المياه و pH فقد حددا باستخدام جهاز قياس حقلي ماركة Orion (Model, 835) (متوفر في مديرية الموارد المائية).

تحضير العينات للكشف عن الزئبق الكلي:

رشحت العينات المائية (حجم العينة 500ml) باستخدام فلاتر ترشيح 0.45µm، تمت بعد ذلك عملية استخلاص الزئبق من المياه باستخدام طريقة الاستخلاص سائل– صلب بوساطة 8–HQ (8–Hydroxyquinoleine) كمادة معقدة، وأعمدة الفصل C18 وفق الآتي:

حضر محلول 8–HQ بتركيز 0.5M في حمض كلور الماء 2M، ثم أضيف منه 0.5 مل الى العينة بحيث يصبح تركيزه النهائي في العينة 4×10^{-5}M، وذلك بعد ضبط pH العينة عند القيمة 8 ثم تحرك العينات جيداً، وتترك لمدة نصف ساعة حتى الاستقرار. يمرر بعد ذلك محلول العينة بسرعة تدفق 4ml/min على عمود C18(المنشط مسبقا بتمرير 10 مل ميثانول، 10 مل ماء ثنائي التقطير، 10 مل حمض الآزوت (2M) ثم 20 مل ماء ثنائي التقطير. تمت بعد ذلك تهيئة عمود الفصل بتمرير 10 مل من محلول خلات الأمونيوم ذي التركيز 10^{-2}M وذلك باستخدام مضخة بيروستالتيكية). تم بعد تمرير محلول العينة على عمود الفصل تمرير 10 مل من محلول خلات الأمونيوم ذي التركيز 10^{-2}M وذلك بهدف إزالة الشوائب غير المرغوبة والعالقة على عمود الفصل نتيجة تمرير العينة. جرت بعد ذلك عملية استرجاع الزئبق من عمود الفصل بتمرير 10 مل من حمض الآزوت 2M بسرعة تدفق 1ml/min . جمعت بعدها كمية حمض الآزوت الناتجة عن عملية الاسترجاع في عبوات من البولي ايثيلين، واكمل الحجم بالماء ثنائي التقطير بحيث أصبح حجم العينة النهائي الجاهز للتحليل 25ml. تهدف عملية الاستخلاص السابقة إلى رفع تركيز الزئبق في العينة. إذ تم تحويل حجم العينة من 500ml قبل الاستخلاص إلى 25ml بعد الاستخلاص، وبالتالي تركيز العينة بمقدار 20 مرة بالإضافة الى ذلك تساعد عملية الاستخلاص في التخلص من الشوائب غير المرغوبة ضمن العينة، والتي من الممكن في بعض الأحيان أن تشكل تداخلات غير مرغوبة أثناء عملية التحليل[16].

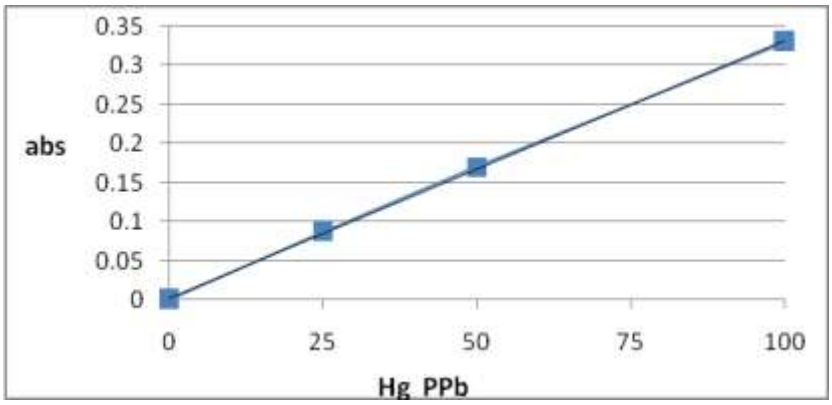
تحليل العينات:

جرت عملية تحليل العينات لتحديد التركيز الكلي للزئبق في الماء باستخدام جهاز الامتصاص الذري في المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين، وفق تقانة البخار البارد (Cold vapor) باستخدام خلية تحليل كوارتز، وباتباع الشروط التحليلية المبينة في الجدول (1). حيث استخدم SnCl2 كمادة مرجعة (SnCl2 20%, HCl 20%)، والآرغون كغاز حامل.

الجدول (1): الشروط التحليلية لتحديد الزئبق بتقنية البخار البارد

العنصر	نوع المصباح	طول الموجة	شدة تيار المصباح	عرض الشق الطيفي
Hg	HCL	253.7nm	4 mA	0.5 nm

تحضير المحلول العياري للزئبق : تم أولاً تحضير محلول أم بتركيز 1000ppb انطلاقا من المحلول الأصلي ذو التركيز 1000 mg/l, حضرت بعد ذلك ثلاثة محاليل عيارية للزئبق بتراكيز 25, 50, 100 ppb من المحلول الأم وعولجت بطريقة تحضير العينة نفسها وذلك لرسم المنحني العياري المبين في الشكل رقم (2).

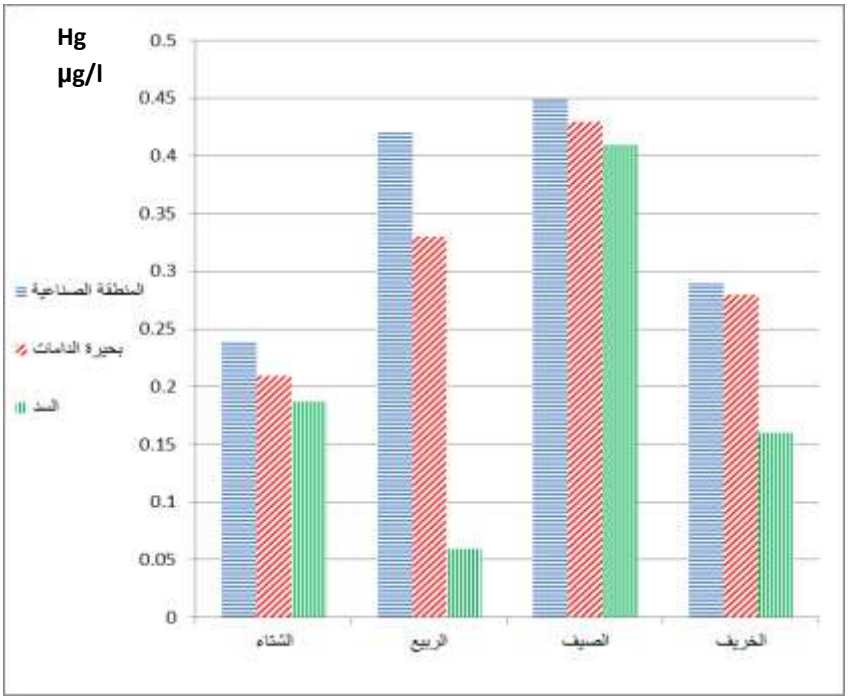


شكل (2). المنحني العياري للزئبق المستخدم في التحليل.

النتائج والمناقشة:

1- التغيرات الزمانية والمكانية للتركيز الكلي للزئبق في مواقع الدراسة:

أظهرت نتائج الدراسة أن التركيز الكلي للزئبق في مياه نهر الكبير الشمالي كان منخفضاً عموماً في المواقع الثلاثة المدروسة (المنطقة الصناعية ، بحيرة الدامات ، سد 16 تشرين)، حيث تراوحت تراكيز الزئبق الكلي بين القيم , 0.41-0.06 ppb 0.43-0.21, ppb 0.45 -0.24 ppb في كل من سد 16 تشرين وبحيرة الدامات والمنطقة الصناعية على التوالي، وهي أقل بكثير من الحد المسموح به للزئبق الكلي في المياه السطحية 10> (ppb)[17]، كما لحظ من خلال النتائج المبينة في الشكل (3) أن تراكيز الزئبق الكلي في المنطقة الصناعية كانت الأعلى مقارنة مع بقية مواقع الدراسة، وهذا عائد بالدرجة الأولى الى النشاطات الصناعية والبشرية في تلك المنطقة، وقد سجلت نتائج التركيز الكلي للزئبق أخفض قيمة لها في منطقة سد 16 تشرين.



الشكل (3) التغيرات الفصلية لتراكيز الزئبق في المواقع الثلاثة المدروسة

سجلت التغيرات الفصلية للتركيز الكلي للزئبق في مواقع الدراسة أعلى قيمة لها على نهر الكبير الشمالي في فصل الصيف في كافة المواقع، بينما كانت أقلها في فصل الشتاء في موقعي المنطقة الصناعية وبحيرة الدامات، أما في بحيرة سد 16 تشرين فقد سجلت أدنى قيمة للزئبق الكلي في المياه في فصل الربيع، ويعود سبب ارتفاع تراكيز الزئبق في فصل الصيف بشكل رئيس إلى الزيادة في العمليات والنشاطات الحيوية، مما يؤدي لزيادة المحتوى العضوي في الماء، وهذا يترافق مع ارتفاع في تركيز الزئبق الكلي في الماء، وقد أكد على ذلك الكثير من الباحثين بوجود علاقة ارتباط قوية بين تركيز الزئبق الكلي في الماء والمحتوى من المعلقات العضوية [18].

1 – التغيرات الفصلية للعوامل الفيزيوكيميائية المدروسة للماء في مواقع الدراسة:

الجدول (2): التغيرات الفصلية لبعض العوامل الفيزيوكيميائية المدروسة للماء في مواقع الدراسة على نهر الكبير الشمالي.

	المنطقة الصناعية			الدامات			السد		
الفصل	Tcº	pH	DO	Tcº	pH	DO	Tcº	pH	DO
الشتاء	15	7.6	6.82	15	7.8	6.8	14	8.2	8.7
الربيع	22	8.19	6.6	22	8.14	6.7	23	8.24	7.6
الصيف	26	8.2	6.4	25	8.04	6.5	25	8.4	7.4
الخريف	18	7.82	6.8	18	8.02	6.7	19	8.5	7.8

يبين الجدول (2) أن قيم pH المياه كانت أعلى في فصل الصيف في العينات المائية المأخوذة من المواقع الثلاثة المدروسة، بينما انخفضت في فصل الشتاء، ويعود ذلك الى ارتباط ازدياد الـ pH بانخفاض ذوبانية الغازات في الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة، حيث ينخفض CO_2 في فصل الصيف بسبب عمليات الاصطناع الضوئي وازدياد الحرارة، بالإضافة إلى ازدياد عمليات التحلل الحيوي للبقايا العضوية مما ينتج عنه مركبات كالأمونيا التي تقود إلى ارتفاع في قيمة pH، وفيما يتعلق بالأكسجين المذاب في المياه فقد سجلت القيمة العظمى له في فصل الشتاء ، وأدنى قيمة في فصل الصيف، فمن المعروف أن الأوكسجين يصل إلى المياه من خلال عمليتين طبيعيتين: انتشار الهواء الجوي داخل المياه وعملية التركيب الضوئي التي تقوم بها النباتات المائية والطحالب، ويتناقص تركيزه في المياه عموماً بارتفاع درجة الحرارة بسبب انخفاض ذوبانيته. كما يؤدي تلوث المياه بمخلفات الصرف الصحي ووجود كميات كبيرة من البقايا العضوية النباتية والحيوانية المتفسخة إلى استهلاك كميات كبيرة من الأكسجين المذاب بوساطة البكتيريا المحللة التي تقوم بتفكيك هذه المواد العضوية [20,19]، ولذلك يزداد تركيزه في فصل الشتاء ويقل في فصل الصيف كما هو مبين في الجدول (2).

4-3- دراسة علاقة الارتباط بين تركيز الزئبق الكلي وقيم بعض المتغيرات الفيزيوكيميائية للمياه في المواقع المدروسة:

يعتمد تركيز العناصر المعدنية الثقيلة في البيئة المائية عموماً على عوامل فيزيائية وكيميائية أهمها: درجة الحرارة، pH و الأكسجين المذاب في المياه DO [22،21] وبالتالي فان دراسة العلاقة بين هذه العوامل فيما بينها ومع تركيز العنصر المدروس تعد على قدر كبير من الاهمية.

الجدول (3) قيم علاقة الارتباط (معامل بيرسون) بين القيم الهيدروكيميائية وتراكيز الزئبق في مواقع الدراسة

المنطقة الصناعية					
	T	pH	DO	BOD	Hg
T	1.00	0.94	−0.97	0.87	0.97
pH		1.00	−0.88	0.95	0.99
DO			1.00	−0.87	−0.94
BOD				1.00	0.96
Hg					1
بحيرة الدامات					
	T	pH	DO	BOD	Hg
T	1.00	0.76	−0.90	0.96	0.98
pH		1.00	−0.52	0.83	0.68
DO			1.00	−0.74	−0.97
BOD				1.00	0.89
Hg					1.00
السد					
	T	pH	DO	BOD	Hg
T	1.00	0.34	−0.98	0.34	0.35
pH		1.00	0.38	−0.76	0.36
DO			1.00	−0.50	−0.69
BOD				1.00	−0.28
Hg					1.00

يبين الجدول (3) علاقة الارتباط (معامل بيرسون) بين قيم المتغيرات الفيزيوكيميائية للمياه (درجة الحرارة، pH والأكسجين المذاب في المياه DO)، وبين التركيز الكلي للزئبق في المواقع الثلاثة المدروسة، حيث اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط سلبية قوية بين تغيرات الاكسجين المذاب في المياه DO والتركيز الكلي للزئبق في كل المواقع، في حين لحظ وجود علاقة ارتباط قوية جدا وطردية بين قيم pH والتركيز الكلي للزئبق في المنطقة الصناعية، و علاقة ارتباط جيدة في بحيرة الدامات، و علاقة ارتباط ضعيفة في بحيرة سد 16 تشرين، كما بينت النتائج وجود علاقة ارتباط جيدة إلى ضعيفة بين تغيرات درجة الحرارة و تغيرات pH ، بينما كانت علاقة الارتباط بين درجة الحرارة والاكسجين المذاب سلبية قوية جداً في كل مواقع الدراسة وهذا عائد أساساً الى انخفاض ذوبانية الأكسجين في المياه مع ارتفاع درجات الحرارة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1 كانت تراكيز الزئبق عموماً في مواقع الدراسة في نهر الكبير الشمالي أقل من الحد المسموح به في المياه السطحية.

2 سُجلت القيم الأعلى لتركيز الزئبق الكلي في نهر الكبير الشمالي في المنطقة الصناعية مقارنة مع بقية المواقع الأخرى المدروسة.

3 ارتفاع قيم هذه التراكيز في فصل الصيف مقارنة مع بقية الفصول.

4 وجود علاقة ارتباط طردية متوسطة إلى قوية بين تراكيز الزئبق وكل من قيم درجة الحرارة، والـ pH، بينما كانت العلاقة عكسية مع قيم الاكسجين المذاب في المياه DO.

التوصيات:

1 المراقبة الدائمة لتراكيز الزئبق في المياه السطحية (أنهار، بحيرات، ...).

2 دراسة التغيرات الهيدروكيميائية دراسة دورية للوقوف على تأثيراتها في تراكيز الزئبق.

3 ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي قبل صرفها في مياه الانهار.

المراجع:

1. SERICANO J.L., WADE T.L.; JACKSON T.J. *Trace organic contamination in the Americas: An overview of the US national status and trends and the international mussel watch progammes*. Mar.Pollut. Bull. 31, 1995, 214p.

2. GÜVE n K., ÖZBAY C., ÜNLÜ E.; SATAR A. *Acute lethal toxicity and accumulation of copper in Gammaruspulex (L.) (Am0.phipoda*). Tr. J. Biol. 23, 1999,51p.

3. FREEDM AN, B. *Environmental Ecology*. The Impacts of Pollution and other Stresses on Ecosystem Structure and Function.; Academic Press: London. 1989.

4. MILLER J.R., LECHLER P.J., HUDSO N-EDWARDS K.A., MACK LIN M.G. *Lead isotopic fingerprinting of heavy metal contamination*, Rio Pilcomayo basin, Bolivia. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 2, 2002,225p.

5. FAO. *Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery product*s. FAO Fish Circ, , 5, 1983, 464p.

6. TARRIO J., JAFFOR M., AS HRAF M. *Levels of selected heavy metals in commercial fish from five fresh water lake Pakistan*. Toxicology and Environmental Chemistry. 33, 1991,133p.

7. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Global mercury assessment. United nation environment programme chemicals*. Geneva, Switzerland, December, 2002.

8. BOSZKE,L; GLOSINKA,G; SIEPAK,J. *Some aspects of speciation of mercury in a water environment, Polish journal of environmental studies*, vol.11, No. 4, 2002, 285-298.

9. EBRAHIMPOUR, M.M; MOSAVISOFAT; MOHABBATI, R. *Acute toxicity bioassay of mercuric chloride: an alien fish from a river.* Taxical. Environ.chem., 92, 2010,169-173p.

10. PRICE,R. A*ccurate analysis of low levels of mercury in fish by vapor generation AA*, Thermo fisher scientific, Cambridge, UK.2012,5p.

11. MANSOURI,B; BARAMAKI,R. *Influence of water hardness and pH on acute toxicity of Hg on fresh water fish capoetafusca world* . Journal of fish and marine sciences, 2011, 3(2), 132-136 P.

12- التقرير السنوي لقسم مراقبة نوعية المياه (2010). مديرية الموارد المائية، اللاذقية، سورية، 194.

13- علي، عبد اللطيف ; طريف، أديب ; بلوطة، ديما ، حلوم، أمجد ; ديب، فاديا. ***أثر ماء الجفت على التنوع الحيوي للفونا السمكية في نهر الكبير الشمالي*** . ندوة "تطوير الإنتاج الزراعي في الساحل السوري (مشاكل وحلول)". اللاذقية 15-16 أبريل 2013، جامعة تشرين، سورية.

14 - محلا، ضياء ،2010.مساهمة في إيجاد قاعدة بيانات لتقدير جودة مياه بحيرة 16 تشرين، أطروحة ماجستير ، المعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة تشرين، ، 94 ص.

15- علي، عبد اللطيف ; سعد، أديب ; علي، صفاء . ***الفونا السمكية في نهر الكبير الشمالي(شمال غرب سورية)***، المؤتمر الحادي عشر للبحوث العلمية الزراعية - دمشق - مكتبة الأسد - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. 22-24/5/ 2016.

16. DOMAGALSKI,J. *Mercury and methylmercury in water and sediment of the sacramento river basine*, California. Applied geochemistry. 2001, 16, 1677-1691 P.

17. ABBASSE, G; OUDDANE, B; FISCHER,J. *Determination of total and labile fraction of metals in seawater using solid phase extraction and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry* (ICP-AES). J. Anal. At. Spectrom., 2002, 17, 1354–1358P.

18. VEADO, M.A; OLIVEIRA, A; REVEL,G; PINTE,G; AYRAULT & S;

TOULHOAT, P. 2000. Study of water and sediment interaction in the Das Velhas river, Brazil – Major and trace element. *Water SA*. V, 26.N, 2 P : 255-262.

19. KOWALSKI,T; SIEPAK,M; BOSZKE,J. *Mercury contamination of surface and ground waters of Poznan, Poland*, Polish.j. of environ. Stud. Vol.16, 2007, 67-74.

20. BRAUNSTEIN, C ; DEAN, J ; COKER, D ; LOVELACE, S & SAULS, A. *Estuary Ecology*. National Estuarine Research Reserve, North Carolina. . 1997 P: 91.

21. TANYOLAC J. *Limnology*. Hatipoğlu publications, 4.Press, Ankara. 2006**,** 235 p.

22. GOKSU L.Z. Water Pollution Lesson Book,Cukurova University, Faculty of Fishesries, Adana, **7**,2003, 232P.