مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (8) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (8) 2013

دراسة تأثير مكب البصة على جودة مصادر المياه السطحية والجوفية في محيطه

الدكتور رائد جعفر *
الدكتور عادل عوض **
هاديا متوج ***

(تاريخ الإيداع 1 / 10 / 2013. قُبِل للنشر في 3/ 11 / 2013)

∇ ملخّص ∇

مع التطور السريع للمجتمعات البشرية ازدادت الكثافة السكانية وتوسعت النشاطات الزراعية والصناعية والاقتصادية والتجارية، الأمر الذي زاد من كمية النفايات والمخلفات الصلبة الناجمة حتى باتت مشكلة تدق ناقوس الخطر.

يهدف البحث إلى دراسة مدى تلوث مصادر المياه السطحية والجوفية الواقعة في جوار مكب النفايات في قرية البصة، بالإضافة إلى تقييم جودة مياه تلك المصادر ومدى صلاحيتها للشّرب والرّي من خلال مقارنتها مع المواصفات القياسيّة السّوريّة المعتمدة في هذا المجال.

أجريت تحاليل دورية فيزيائية وكيميائية وقياسات لتراكيز العناصر الثقيلة في مياه عدد من المصادر المائية السطحية والجوفية الواقعة في محيط مكب البصة، على مدار عام كامل، تم خلاله قياس (الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5)، كما تم تحديد تراكيز الشوارد التالية (NO_3^-،NH_4^+)، بالإضافة إلى تحديد تراكيز العناصر الثّقيلة التّالية (الكادميوم، الرّصاص، النّيكل).

تبين أن قيم البارامترات كافة في مياه الأنهار والآبار المدروسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب، في حين حققت هذه البارامترات المعايير المطلوبة لمياه الري باستثناء بعض قيم شاردة النترات في مياه كل من الآبار والأنهار، وبعض قيم العناصر الثقيلة في مياه الأنهار.

الكلمات المفتاحية: مكبات المخلفات الصلبة، مصادر المياه الجوفية، مصادر المياه السطحية.

* **مدرس – قسم الهندسة البيئية– كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
** **أستاذ – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
*** **طالبة دراسات عليا (ماجستير)– قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (8) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (8) 2013

Studying the Effect of Al-Bassa Dump on the Quality of Ground and Surface Water Sources

Dr. Raed Jafar*
Dr. Adel Awad**
Hadia Motawege***

(Received 1 / 10 / 2013. Accepted 3 / 11 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

The rapid development of human societies has led to high population density and expansion of agricultural , industrial, economic and commercial activities which increased the amount of solide waste. This became a problem that rings the alarm.

The research aims to study the extent of contamination of surface and ground water sources located in the vicinity of Al-Bassa landfill in addition to assessing the quality of these water sources and their suitability for drinking and irrigation by comparing them with the Syrian standard specifications adopted in this field.

Periodic physical and chemical analysis and measurements of the concentrations of heavy metals in the waters of a number of surface and ground water sources located in the vicinity of Al-Bassa landfill were conducted over the whole year, during which the biochemical oxygen demand (BOD_5) was measured. Also, the concentrations of the following ions (NO_3^-, NH_4^+) were identified in addition to identifying the concentrations of the following heavy metals (cadmium, lead, nickel).

It was shown that the values of all parameters in studied rivers and wells had exceeded the permissible limits in drinking water. While for irrigation water, these parameters achieved the required standards, except for many values of nitrates in both wells and rivers, and many values of heavy metals in rivers.

Keywords: solid waste landfills, groundwater sources, surface water sources.

*** Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**** Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Postgraduate Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تتعرض مصادر المياه السطحية والجوفية إلى أنواع مختلفة من الملوثات من أهمها مياه الصرف الصحي والصناعي، المبيدات والأسمدة الكيماوية، النفايات والمخلفات الصلبة، مخلفات معاصر الزيتون، وسنتناول في هذا البحث دراسة تأثير مكبات النفايات الصلبة على جودة مصادر المياه الجوفية والسطحية.

يتمثل الخطر الرئيس من النفايات المتراكمة في المكبات بتشكل الرشاحة (Leachate) التي تعرف بأنها السائل المرتشح من خلال النفايات الصلبة وتتشكل بشكل عام من تحلل تلك النفايات ومن الرطوبة الموجودة فيها مسبقاً، ومن مياه الأمطار الواصلة إليها، بالإضافة إلى المياه الخارجية التي تتسرب بطريقة ما إلى حقول الطمر [1،2].

تتنوع العناصر الكيميائية وتختلف تراكيزها في الرشاحة ضمن مجال واسع. ويعد تركيب المخلفات، عمر حقل الطمر والمناخ العوامل الأساسية المسببة لذلك [3].

هذا وركزت العديد من الدراسات والأبحاث العلمية خصوصاً في السنوات الأخيرة على دراسة جودة مصادر المياه الجوفية والسطحية ومشاكل تلوثها بشكلٍ عام، ودراسة تلك المصادر المجاورة لمطامر المخلفات الصلبة والمتأثرة بالرشاحة الناجمة عنها بشكلٍ خاص. ففي دراسة أجريت على مكب في مدينة أثينا بغرض تقييم أثر الرشاحة الناجمة عنه على جودة ونوعية المياه الجوفية في المنطقة المحيطة، تمت مراقبة عدد من البارامترات الفيزيائية والكيميائية بما فيها المعادن الثقيلة وذلك بأخذ عينات من مواقع متعددة تغطي مساحة 3 km من المكب. فأظهرت النتائج المخبرية أن جودة المياه الجوفية تتأثر بشكل كبير بالرشاحة حيث إن معظم البارامترات المختبرة أظهرت تراكيز متزايدة [4].

وفي دراسة تناولت تلوث طبقة المياه الجوفية الناجم عن مكب في مدينة نيو دلهي تم تحديد تراكيز الملوثات الأساسية في المياه الجوفية كالكلوريد وCOD وغيرها. وأظهرت نتائج المحاكاة المطبقة على انتقال الكلوريد من موقع المكب أن تراكيز المحاكاة التي نتجت عن استخدام نموذج انتقال أحادي البعد كانت متطابقة ومنسجمة مع التراكيز المقيسة على بعد بقطر 75 m من موقع المكب. مما يستدعي توجيه عناية ملحة باتجاه التزود بالمياه الجوفية من تلك المنطقة [5].

أهمية البحث وأهدفه:

تُعدّ منطقة سهل البصة من المناطق الزراعية الهامة في محافظة اللاذقية، ويتطلب تطويرها تأمين مياه جيدة كمّاً ونوعاً لتلبية مختلف الاحتياجات، لذا كان من الضروري دراسة مدى تأثير مكب البصة على جودة مياه الآبار والأنهار الموجودة في تلك المنطقة. من هنا تأتي أهمية البحث في المساهمة بدراسة وتقييم جودة مصادر المياه الجوفية والسطحية المجاورة لمكب النفايات الصلبة في مدينة اللاذقية (مكبي البصة القديم والحالي) من خلال إجراء تحاليل لعدة بارامترات مع إدخال مؤشرات التلوث الخاصة بالعناصر الثقيلة التي لم تتم دراستها في الأبحاث السابقة.

تتمثل أهداف البحث في النقاط التالية:

1- تحديد درجة تلوث مصادر المياه السطحية والجوفية في المنطقة المجاورة لمكب البصة من خلال إجراء تحاليل لعدة بارامترات فيزيائية وكيميائية (الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 ، NO_3^-، NH_4^+)، بالإضافة إلى تحديد تراكيز العناصر الثّقيلة التّالية (الكادميوم والرصاص والنيكل).

2- تقييم صلاحية مياه المصادر الجوفية والسطحية المدروسة للشّرب والرّي من خلال مقارنتها مع المواصفات القياسيّة السّوريّة المعتمدة في هذا المجال، من أجل المساهمة في وضع الخطط المثلى لإدارة موارد المياه الجوفية

والسطحية وحمايتها من التلوث والاستخدام الرشيد لها. مما يسهم بدوره في تنمية المنطقة المدروسة اجتماعياً واقتصادياً كونها منطقة سياحية وزراعية.

موقع منطقة البحث:

تشكّل المنطقة المدروسة جزءاً من السّهل السّاحلي لمحافظة اللاذقية. حيث تقع جنوب شرق مركز مدينة اللاذقية وتمتد بين خطي عرض ″14′31°35 و″39′26°35 شمالاً، وبين خطي طول ″35′48°35 و″30′53°35 شرقاً.

يحد المنطقة المدروسة من الجنوب الغربي البحر المتوسط، ومن الشمال الشرقي أتوستراد اللاذقية – طرطوس، ومن الشمال الغربي نهر الكبير الشمالي، ومن الجنوب الشرقي نهر الصنوبر، وتبلغ مساحتها حوالي 24 كم^2.

إن المناخ السائد في المنطقة متوسطي، والرطوبة مرتفعة نسبياً طوال فترة السنة تتراوح بين (60–75)%.

ويبين الشكل رقم (1) حدود منطقة الدراسة.

الشكل رقم (1): حدود منطقة الدراسة.

مكب البصة:

يقع مكب البصة على بعد 15 كلم جنوب شرق مركز مدينة اللاذقية، وعلى امتداد شاطئ البحر المتوسط بطول 3 كم، بين نهري الكبير الشمالي والصنوبر، ويشغل مساحة 100هكتار على شاطئ البحر مباشرةً في موقع يتمتع بمزايا سياحية معطلة. وهو يستوعب نفايات كل من مدينة اللاذقية والمدن الثلاث التابعة لها جبلة والحفة والقرداحة إذ يعتبر هذا المكب هو المكب الرئيسي في محافظة اللاذقية.

بدأ استخدام مكب البصة منذ بداية السبعينيات 1970 حيث كانت ولا تزال النفايات تلقى بدون تغطيتها بالتربة وبدون قيام بلدية المنطقة بأي عمل منظم في هذا المجال، مما أدى إلى تفاقم مشكلة التلوث في منطقة المكب. هذا وتقدر كمية النفايات الواصلة إلى مكب البصة بحوالي 800 طن في اليوم من الريف والمدينة [6].

مراحل العمل والتشغيل في مكب البصة:

بدأ العمل في مكب البصة بشكل منظم اعتباراً منذ عام 2003 حيث كان قبلها عبارة عن مكب عشوائي ترمى فيه النفايات كيفما اتفق. ثم بوشر بالعمل على تشغيل المكب حيث تم ذلك على مرحلتين فبات مؤلفاً من جزأين المسافة بينهما حوالي 1 كم:

1- المرحلة الأولى (المكب القديم):

كانت بإشراف مجلس مدينة اللاذقية وامتدت بين عامي (2003 - 2006) بمساحة 18 هكتاراً، ومن ثم انتقلت تبعيتها إلى مديرية الخدمات الفنية فقامت بإعادة تأهيل هذا الجزء وتم الوصول إلى الطبقة النهائية فعملت على إغلاق المكب. ويبين الشكل رقم (2) حدود المكب في هذه المرحلة.

الشكل رقم (2): المرحلة الأولى (مكب البصة القديم).

2- المرحلة الثانية (المكب الحالي في منطقة الحكر):

وهي بإشراف مديرية الخدمات الفنية باللاذقية وامتدت بين عامي (2006 – 2009) بمساحة 24 هكتاراً وفق دراسة الوكالة اليابانية للتعاون الدولي /جايكا/، إلا أن عدم استلام الموقع الجديد في قاصية وعدم توافر البديل بعد إغلاق هذا المكب جعل المرحلة الثانية مفتوحة إلى يومنا هذا.

يتكون المكب في هذا الجزء من ثلاث خلايا طمر بمساحة إجمالية 20 هكتاراً، سعة الخلية الواحدة 300000 م^3 من النفايات، أضيفت إليها اثنتان بارتفاع طمر 5.5 م كما هو مبين بالشكل رقم (3)، ومن ثم تم رفع منسوب الطمر من 5.5 م إلى 10 م لعدم إمكانية التوسع الأفقي بإضافة خلايا جديدة [6].

الشكل رقم(3):المرحلة الثانية (مكب البصة الحالي).

الواقع البيئي الحالي لمكب البصة:

يمكن إيجاز الواقع البيئي الحالي لمكب البصة بالنقاط التالية [7]:

1- تراكم القمامة بشكل فظيع فمنذ أكثر من عامين وصل استيعاب المكب إلى الحد الأقصى حسب المعطيات والدراسات الرسمية، ورغم ذلك مازال حتى الآن يستقبل أكثر من 800 طن من القمامة يومياً، لتتحول المنطقة إلى جبال من القمامة ضاعت فيها ملامح الطرقات وأصبحت الأراضي المجاورة تئن تحت وطأة غزو القمامة.

2- تسرب العصارة السائلة إلى التربة ومنها إلى مصادر المياه الجوفية، إذ يتسرب يومياً كمية تقدر بنحو 50 م^3 من الرشاحة الملوثة جرثومياً وكيميائياً إلى البحر مباشرةً أو إلى التربة والمياه الجوفية [7].

3- انتشار النفايات والأكياس البلاستيكية المتناثرة بفعل الرياح وأعمال النبش والتي أدت إلى توسيع رقعة التلوث للمنطقة المحيطة بما فيها الشاطئ ومياه البحر.

4- السور الذي يحيط بالمكب ليفصل القمامة عن الأراضي المجاورة اختفى وضاعت معالمه وانجرفت القمامة نحو تلك الأراضي.

5- انتشار قطعان من الأغنام العائدة لعائلات البدو المستوطنة في المنطقة ترعى على المخلفات في المكب ومحيطه.

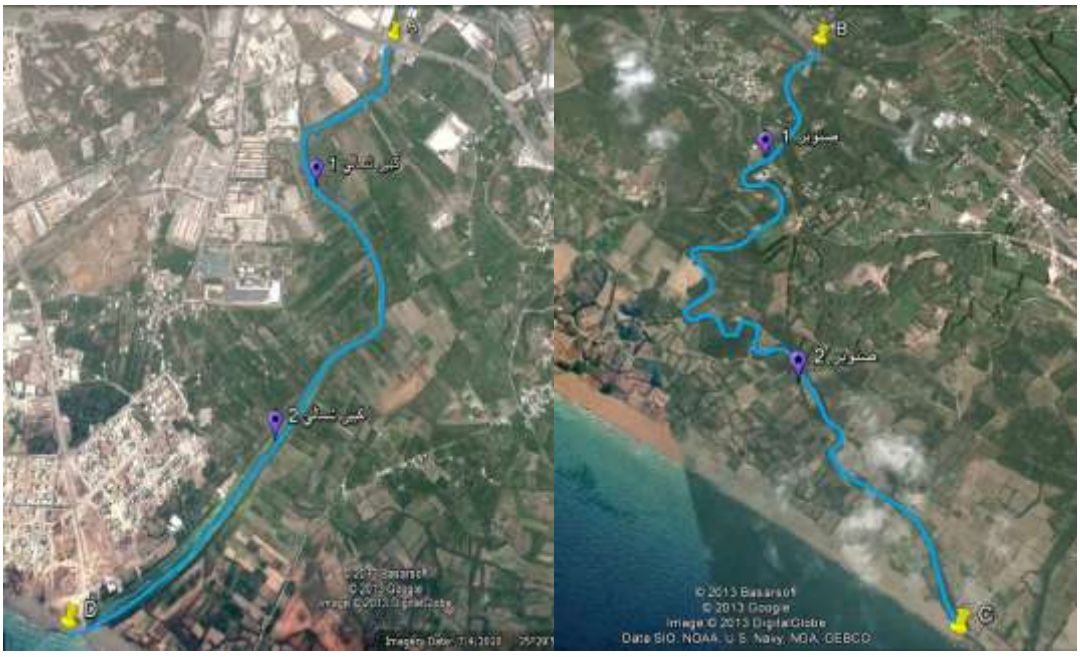
6- اندلاع الحرائق بشكلٍ مستمر في المكب وخصوصاً في فصل الجفاف بشكل طبيعي أو بفعل النباشين، ما يؤدي لانتشار الغازات السامة والضارة بالبيئة.

طرائق البحث ومواده:

تناولت الدراسة الحقلية والمخبرية اختيار شبكة رصد مناسبة (آبار) لدراسة جودة المياه الجوفية مؤلفة من ستة عشر بئراً مستثمراً في المنطقة موزعة على الشكل التالي ومبينة بالشكل رقم (4):

- خمسة آبار حول المكب القديم، وهي الآبار ذوات الأرقام من 1 إلى 5.
- خمسة آبار حول المكب الحالي، وهي الآبار ذوات الأرقام من 6 إلى 10.
- ستة آبار موزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين، وهي الآبار ذوات الأرقام من 11 إلى 16.

الشكل رقم (4): أماكن توضع الآبار المدروسة.



الشكل رقم (5): نقاط الاعتيان على نهر الصنوبر.

الشكل رقم (6): نقاط الاعتيان على نهر الكبير الشمالي.

بالإضافة إلى اختيار نقاط رصد على نهري الصنوبر والكبير الشمالي لدراسة جودة المياه السطحية بواقع نقطتي اعتيان على كل منهما كما يبين الشكلان رقم (5) و(6).

جمع العينات:

تم أخذ العينات المائية من آبار المياه الجوفية ومن نقاط الاعتيان النهرية المدروسة بمعدل مرة واحدة في الشهر بالنسبة للتحاليل الفيزيائية والكيميائية، وبمعدل مرة واحدة كل ثلاثة أشهر بالنسبة لتحاليل العناصر الثقيلة، اعتباراً من شهر نيسان لعام 2012 وحتى شهر آذار لعام 2013.

تم جمع العينات في عبوات من البولي إيتلين سعتها 250 مل وذلك بعد غسل العبوة بماء العينة عدة مرات، ثم تم إغلاقها بإحكام، مع تثبيت شريط ورقي لاصق على كل عبوة مدونٌ عليه: [نوع العينة (جوفية أم سطحية) – رقم العينة – تاريخ قطف العينة]. ثم نقلت العينات بوساطة حافظة مبردة إلى المختبر، حيث حفظت في البراد بدرجة حرارة (4 C°) ريثما يتم تحليلها خلال فترة لا تتجاوز الـ 24 ساعة بالنسبة للتحاليل الفيزيائية والكيميائية، بينما تم حفظ عينات العناصر الثقيلة بإضافة حمض الآزوت المركز إليها (بمقدار 0.5 مل لكل 250 مل) ريثما يتم تحليلها خلال فترة لا تتجاوز الستة أشهر [8].

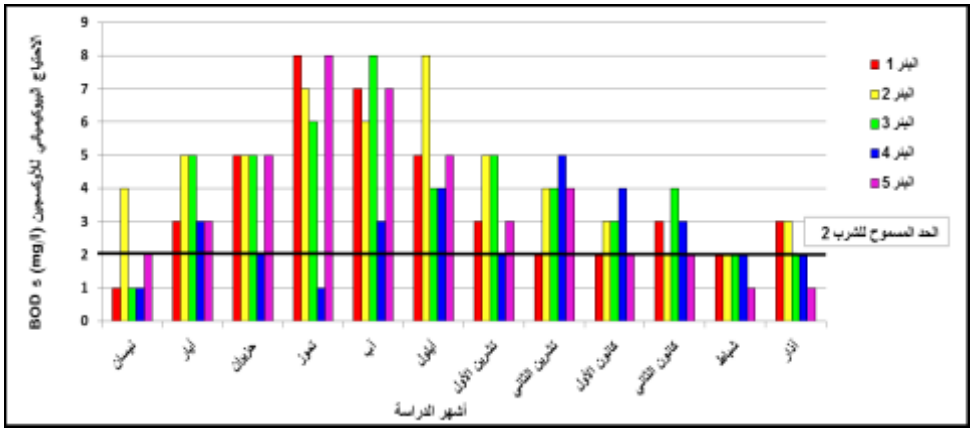
شملت القياسات والتحاليل المخبرية قياس كلٍ من:

- الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 باستخدام الجهاز (WTW) والحاضنة (TS606-G/4i) الموجودين في مخبر البيئة التابع لقسم البيئة في كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين.
- تراكيز الشوارد التالية (NH_4^+،NO_3^-) باستخدام جهاز كراماتوغرافيا التبادل الشاردي (IC) (Ion Chromatgraphy) من طراز (IC-SCL-10AVP-SHIMADU) والموجود في المعهد العالي لبحوث البيئة في جامعة تشرين.
- تراكيز العناصر الثقيلة التّالية: الكادميوم، الرّصاص، النّيكل، وذلك باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrometer) من طراز (Varian 220) الذي يعمل بتقنية طيف اللهب والموجود في المعهد العالي للبحوث البحرية في جامعة تشرين.
- جهاز تحديد المواقع الجغرافية GPS لتوقيع إحداثيات الآبار والنقاط المدروسة على المحاور X وY وZ وبدقة ± 5 م والذي تمت استعارته من مخبر قسم الهندسة المائية التابع لكلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين.

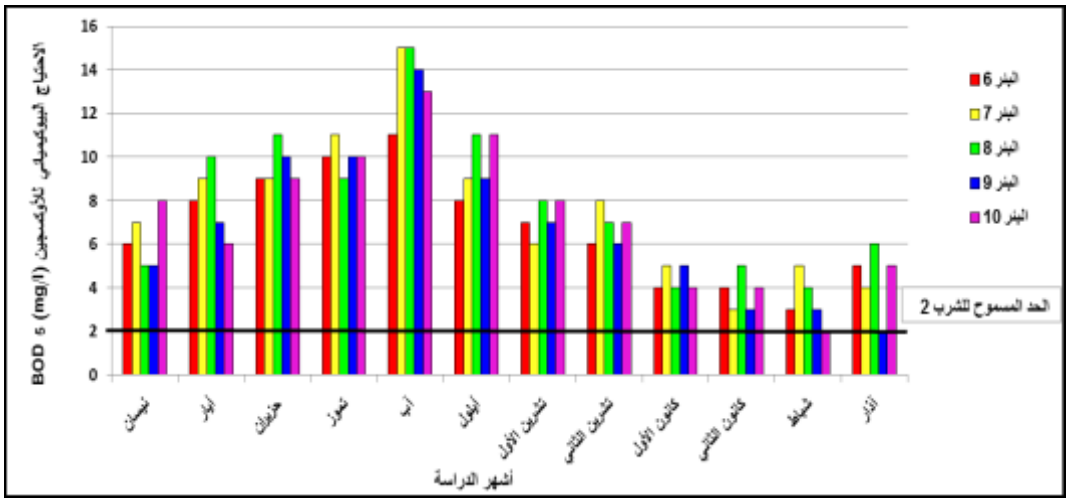
النتائج والمناقشة:

1- الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 (mg/l):

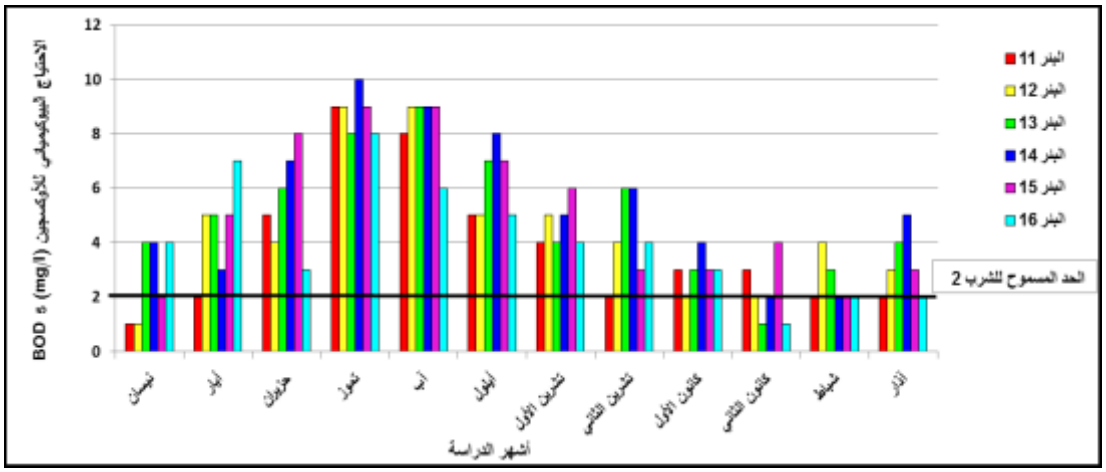
تم تمثيل نتائج التحاليل والقياسات المخبرية بيانياً وفق المخططات رقم (7) و (8) و (9) بواقع مخطط ممثّل لكل مجموعة من الآبار المدروسة بشكلٍ مستقل، ووفق المخطط رقم (10) بالنسبة لنقاط الاعتيان النهرية.



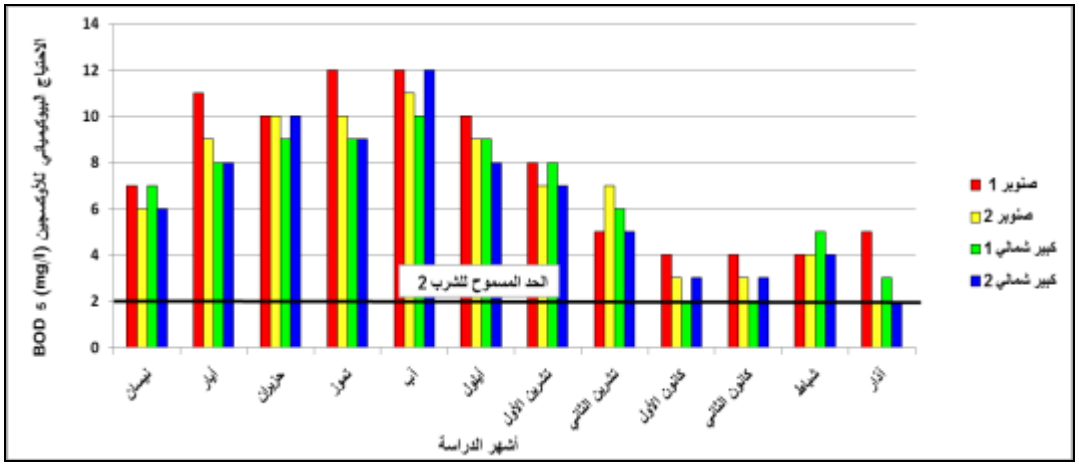
الشكل رقم (7): تغير قيم الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب القديم خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (8): تغير قيم الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب الحالي خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (9): تغير قيم الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 (mg/l) في مياه الآبار المدروسة المتوزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (10): تغير قيم الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين BOD_5 (mg/l) في مياه نقاط الاعتيان النهرية خلال أشهر الدراسة.

1. من خلال الأشكال والمخططات السابقة نجد أن القيم العليا للـ BOD_5 في عينات مياه الآبار قد تركزت في فترة الصيف حيث بلغت أعلى قيمة لها خلال شهر آب 15 mg/l وذلك للبئرين رقم (7) و(8) (الشكل رقم (8))، في حين بلغت أصغر قيمة لها 1 mg/l لعدد من الآبار خلال أشهر الشتاء، أما بالنسبة إلى نقاط الاعتيان النهرية فقد بلغت أعلى قيمة للـ BOD_5 12 mg/l في شهري تموز وآب للنقطة رقم (1) الواقعة على نهر الصنوبر وفي شهر آب للنقطة رقم (2) الواقعة على نهر الكبير الشمالي في حين سجِّلت أصغر قيمة له 2 mg/l لعدد من النقاط خلال فترة الشتاء (الشكل رقم (10)).

2. نلاحظ أن القيم العليا للـ BOD_5 في مياه الأنهار والآبار قد تركزت في فترة الصيف ويعزى ذلك إلى نشاط البكتريا في تفكيك وأكسدة المواد العضوية الناجمة في الغالب من تسرب رشاحة المكب إلى المستودع الجوفي والمياه السطحية، أما في فترة الشتاء فتعمل الهطولات المطرية على تمديد الحمل العضوي وبالتالي تخفف من قيم الـ BOD_5.

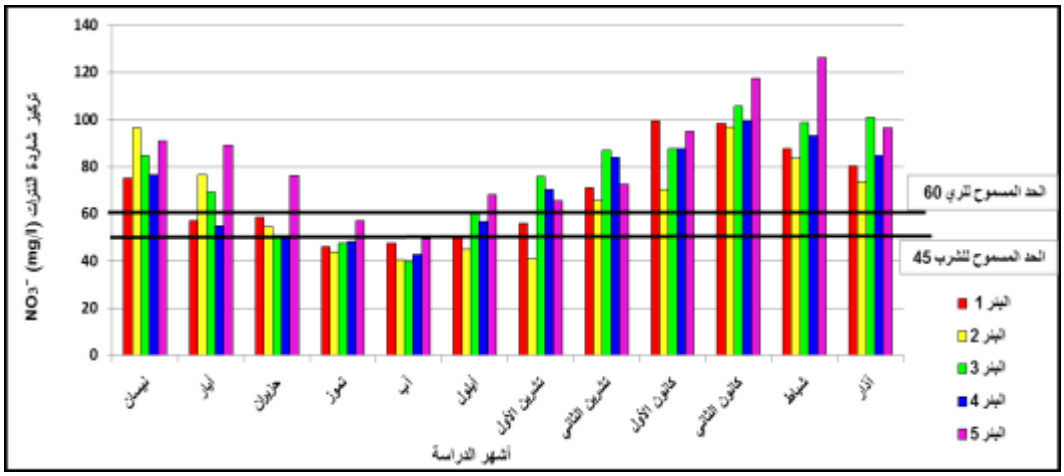
3. كما يعزى ارتفاع قيم الـ BOD_5 إلى وجود مصادر أخرى للتلوث كتسرب مياه الصرف الصحي من الجور الفنية المتواجدة في المنطقة إلى مياه الآبار ، وفي الأنهار يعود ارتفاعه كذلك إلى مصبات الصرف الصحي التي تصب في الأنهار مباشرةً من التجمعات السكانية المجاورة.

4. نلاحظ أن قيم الـ BOD_5 في مياه الآبار حول المكب الحالي كانت أعلى من قيمه في مياه الآبار حول المكب القديم ويعزى ذلك إلى أن الرشاحة الناجمة عن طمر النفايات الحديثة تتميز بارتفاع نسبة المواد العضوية فيها والتي تكون نشطة في تأثيرها.

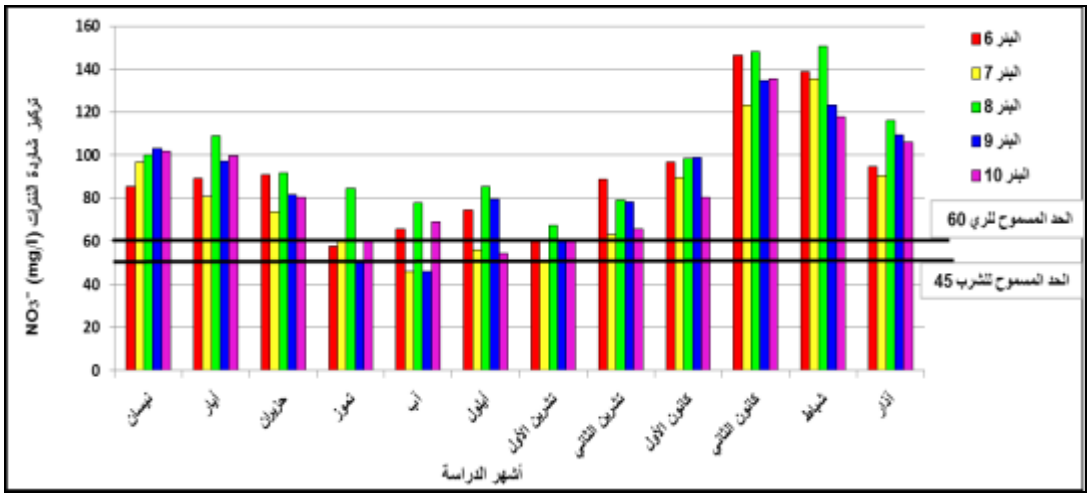
5. نلاحظ أن قيم الـ BOD_5 لمياه الأنهار وجميع الآبار قد تجاوزت المعايير المسموحة لمياه الشرب 2 mg/l بينما كانت محققة لمواصفات مياه الري 30 mg/l [10،9] .

2- شاردة النترات NO_3^- (mg/l):

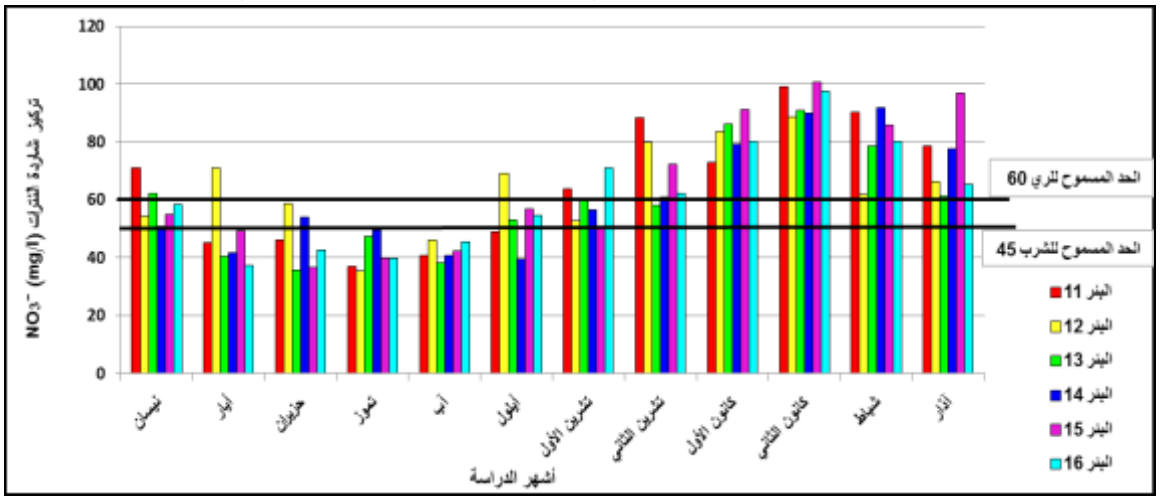
تم تمثيل نتائج التحاليل والقياسات المخبرية بيانياً وفق المخططات رقم (11) و (12) و (13) بواقع مخطط ممثّل لكل مجموعة من الآبار المدروسة بشكلٍ مستقل، ووفق المخطط رقم (14) بالنسبة لنقاط الاعتيان النهرية.



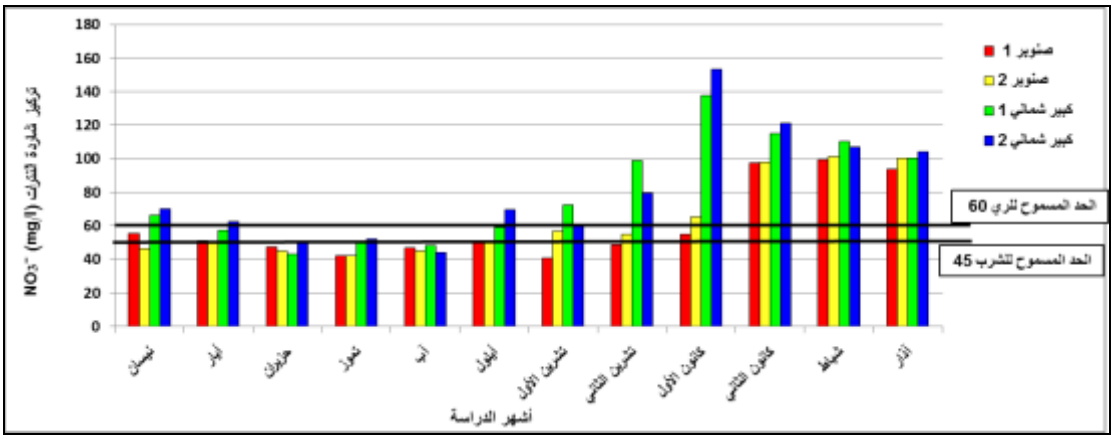
الشكل رقم (11): تغير قيم شاردة النترات NO_3^- (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب القديم خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (12): تغير قيم شاردة النترات NO_3^- (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب الحالي خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (13): تغير قيم شاردة النترات NO_3^- (mg/l) في مياه الآبار المدروسة المتوزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (14): تغير قيم شاردة النترات NO_3^- (mg/l) في مياه نقاط الاعتيان النهرية خلال أشهر الدراسة.

1. بالعودة إلى النتائج السابقة نجد أن القيم العليا لشاردة النترات في عينات مياه الآبار قد تركزت في فترة الشتاء حيث بلغت أعلى قيمة لها في شهر شباط 150.59 mg/l وذلك للبئر رقم(8) (الشكل رقم (12))، في حين بلغت أصغر قيمة لها في شهر تموز 35.25 mg/l وذلك للبئر رقم (12) (الشكل رقم (13))، أما بالنسبة إلى نقاط

الاعتيان النهرية فقد بلغت أعلى قيمة لها 153.14 mg/l في شهر كانون الأول وذلك للنقطة رقم (2) الواقعة على نهر الكبير الشمالي، في حين بلغت أصغر قيمة لها 40.83 mg/l في شهر تشرين الأول في النقطة رقم (1) الواقعة على نهر الصنوبر(الشكل رقم (14)).

2. نلاحظ أن هناك ارتفاعاً ملحوظاً لقيم شاردة النترات في مياه الأنهار والآبار على مدار أشهر السنة بشكل عام وفي فترة الشتاء بشكل خاص، ويعزى ذلك إلى هطول الأمطار في هذا الفصل التي تغسل آثار الأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية من التربة والأراضي الزراعية وتحملها مباشرة إلى المياه الجوفية والسطحية.

3. نلاحظ أن قيم شاردة النترات في مياه الآبار حول المكب الحالي كانت هي الأعلى، تلتها القيم في مجموعة الآبار حول المكب القديم ، ومن ثم القيم في الآبار البعيدة عن المكبين وهذا يشير إلى أن التلوث الأكبر في المنطقة ناجم عن المكب الحالي.

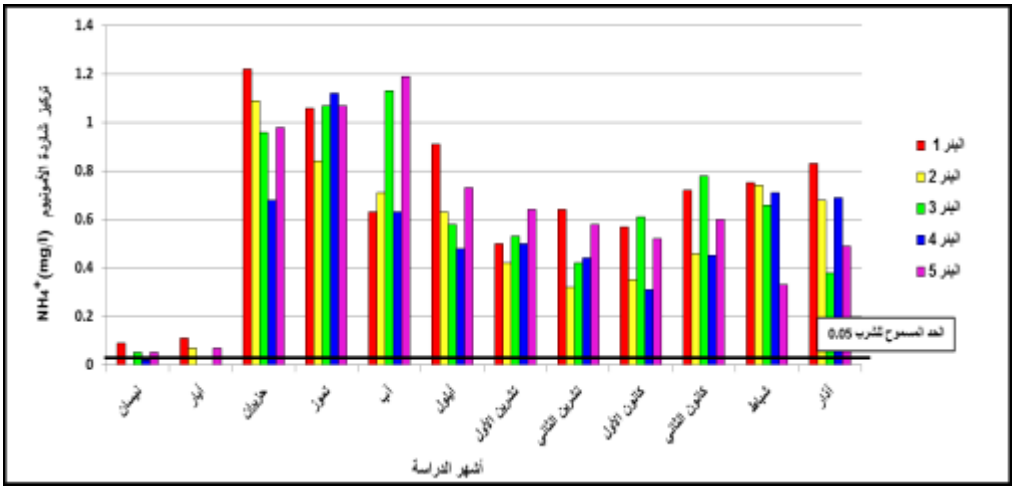
4. كما يسهم تسرب مياه الصرف الصحي (من الجور الفنية وكذلك مصبات الصرف الصحي التي تصب في الأنهار مباشرةً) في رفع تراكيز شاردة النترات، كون مياه الصرف الصحي تحتوي على كميات كبيرة من أملاح النترات.

5. كما أن مخلفات الأغنام التي يربيها النباشون والتي تعتاش على النفايات في منطقة المكب وكذلك مخلفات الطيور والقوارض المنتشرة بكثرة كلها تزيد بشكل كبير من تراكيز شاردة النترات.

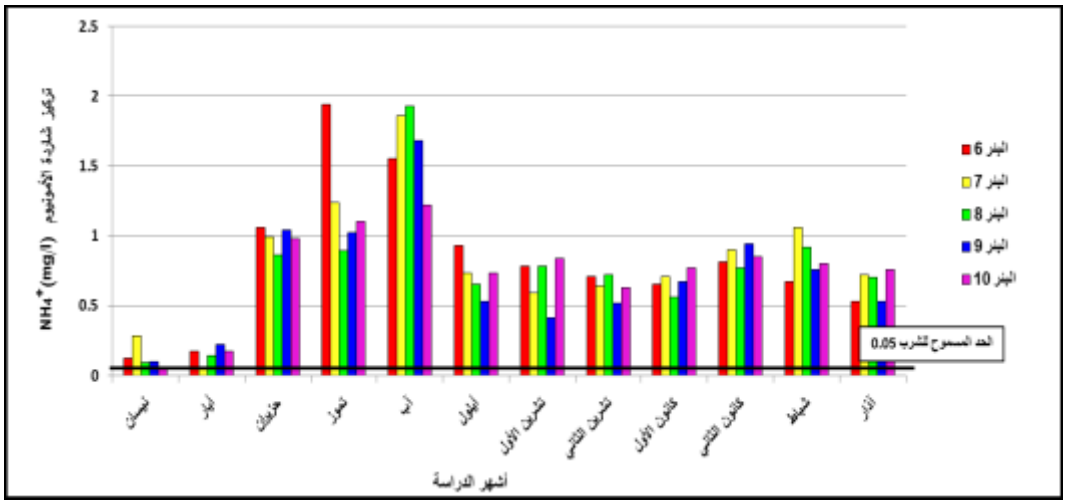
6. نلاحظ أن قيم شاردة النترات لمياه الأنهار وجميع الآبار قد تجاوزت في معظم الأحيان المعايير المسموحة لمياه الشرب 45 mg/l كما تجاوزت المعايير المطلوبة لمياه الري 60 mg/l [10،9] .

3- شاردة الأمونيوم NH_4^+ (mg/l):

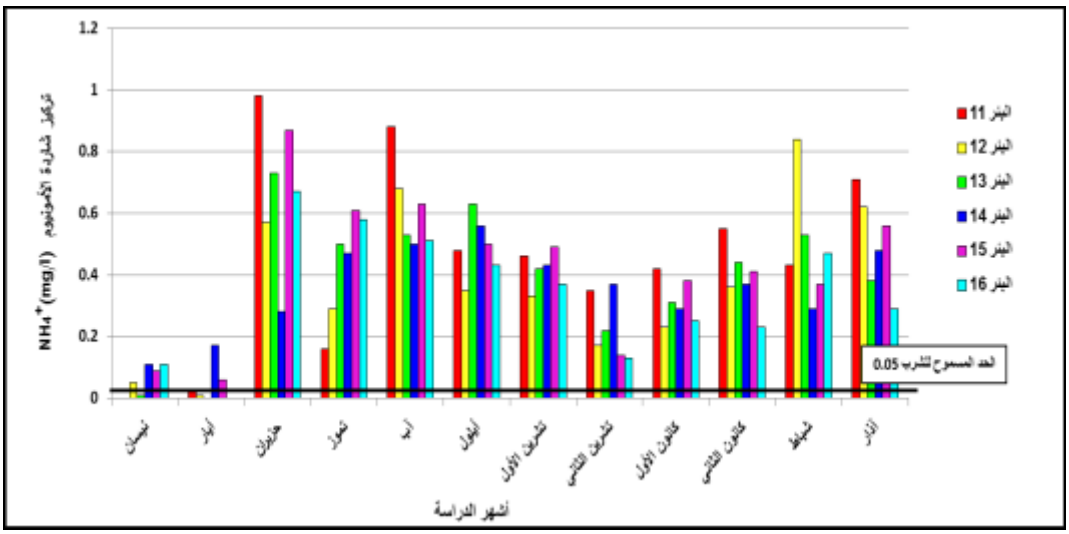
تم تمثيل نتائج التحاليل والقياسات المخبرية بيانياً وفق المخططات رقم (15) و (16) و (17) بواقع مخطط ممثّل لكل مجموعة من الآبار المدروسة بشكلٍ مستقل، ووفق المخطط رقم (18) بالنسبة لنقاط الاعتيان النهرية.



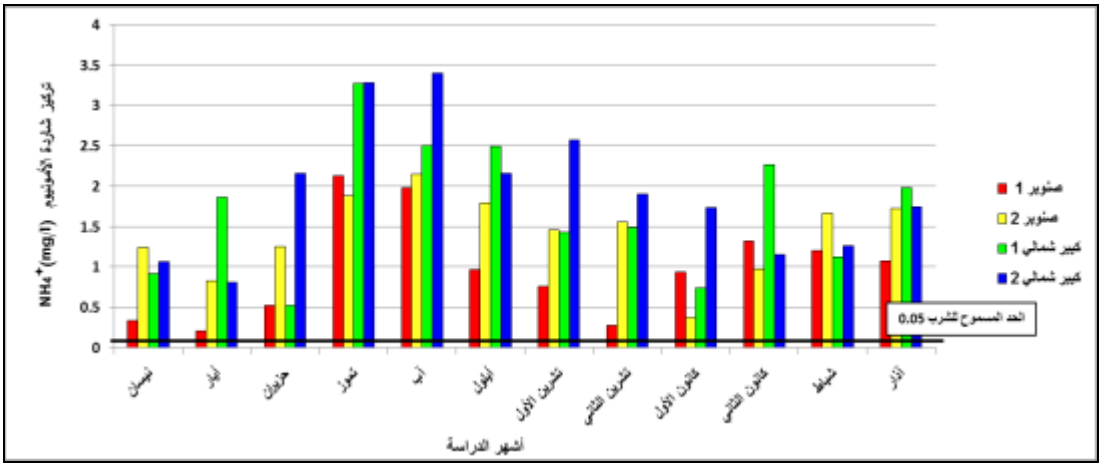
الشكل رقم (15): تغير قيم شاردة الأمونيوم NH_4^+ (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب القديم خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (16): تغير قيم شاردة الأمونيوم NH_4^+ (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب الحالي خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (17): تغير قيم شاردة الأمونيوم NH_4^+ (mg/l) في مياه الآبار المدروسة المتوزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (18): تغير قيم شاردة الأمونيوم NH_4^+ (mg/l) في مياه نقاط الاعتيان النهرية خلال أشهر الدراسة.

1. من خلال النتائج والمخططات السابقة نجد أن قيم شاردة الأمونيوم في عينات مياه الآبار المدروسة قد بلغت أعلى قيمة لها في شهر تموز 1.94 mg/l وذلك للبئر رقم (6) (الشكل رقم (16))، في حين بلغت أصغر قيمة لها في شهر أيار 0.01 mg/l وذلك للبئر رقم (12) (الشكل رقم (17))، أما بالنسبة إلى نقاط الاعتيان النهرية فقد سجلت أعلى قيمة لها 3.4 mg/l في شهر آب وذلك للنقطة رقم (2) الواقعة على نهر الكبير الشمالي، في حين بلغت أصغر قيمة 0.21 mg/l في شهر أيار في النقطة رقم (1) الواقعة على نهر الصنوبر(الشكل رقم (18)).

2. نلاحظ أن هناك ارتفاعاً ملحوظاً لقيم شاردة الأمونيوم في مياه الأنهار والآبار خلال فترة الصيف، ويعزى ذلك إلى نشاط عمليات التحلل والتفسخ للمواد العضوية الناتجة عن البقايا العضوية الحيوانية والنباتية، بالإضافة إلى تفسّخ جثث الحيوانات النافقة والتي ترمى بكثرة في مكب البصة.

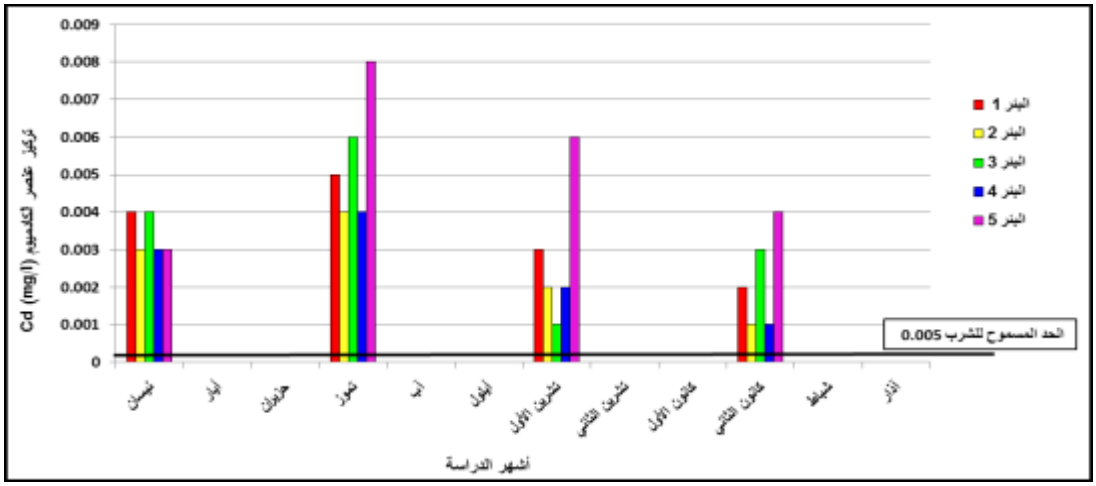
3. تركزت أعلى قيم لشوارد الأمونيوم في مياه الأنهار كون مصبات مياه الصرف الصحي الغنية بأملاح الأمونيوم تصب فيها مباشرةً، تلتها قيم آبار المكب الحالي فالقديم ومن بعدها قيم الآبار البعيدة نسبياً عن المكبين .

4. نلاحظ أن قيم شوارد الأمونيوم لمياه الأنهار وجميع الآبار قد تجاوزت المعايير المسموحة لمياه الشرب 0.05 mg/l بينما حققت المعايير المطلوبة لمياه الري 20 mg/l [10،9].

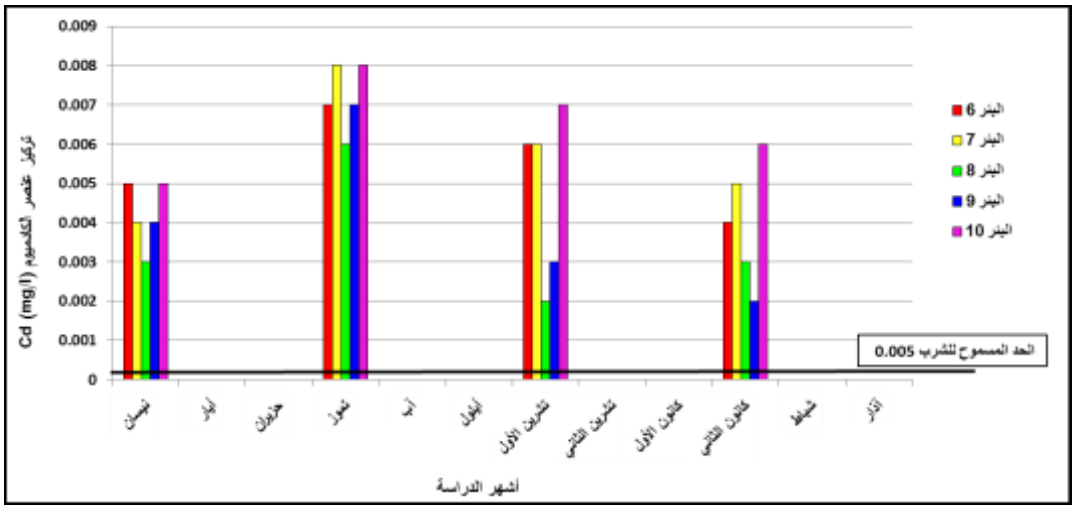
4- نتائج قياس تراكيز العناصر الثقيلة:

4-1- عنصر الكادميوم Cd (mg/l):

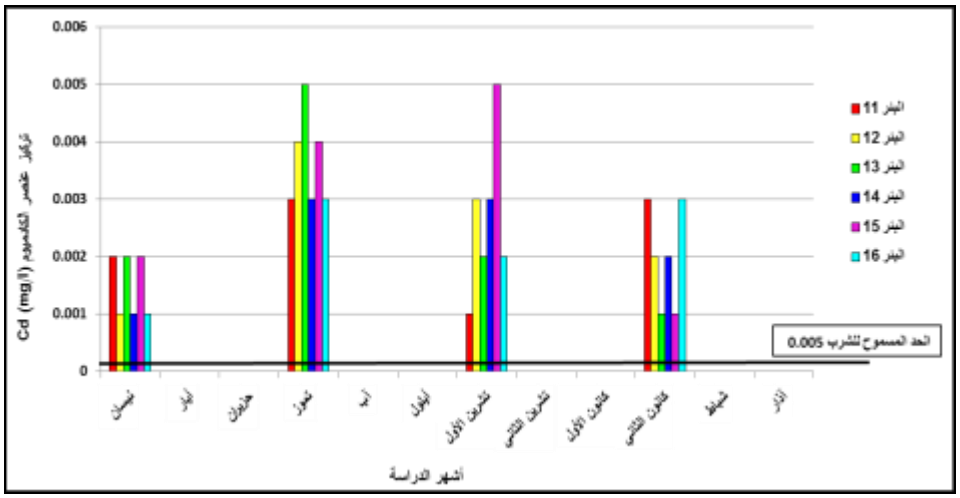
تم تمثيل نتائج التحاليل والقياسات المخبرية بيانياً وفق المخططات رقم (19) و (20) و (21) بواقع مخطط ممثّل لكل مجموعة من الآبار المدروسة بشكلٍ مستقل، ووفق المخطط رقم (22) بالنسبة لنقاط الاعتيان النهرية.



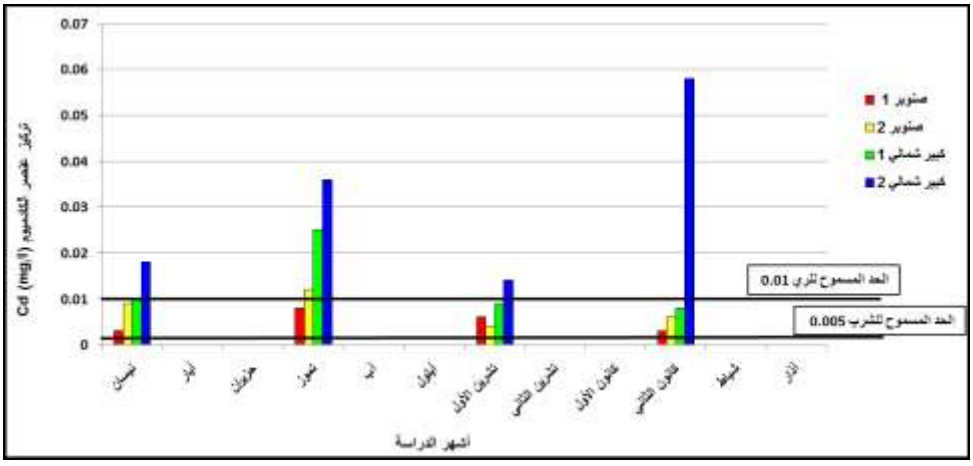
الشكل رقم (19): تغير قيم تراكيز عنصر الكادميوم Cd (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب القديم خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (20): تغير قيم تراكيز عنصر الكادميوم Cd (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب الحالي خلال أشهر الدراسة.



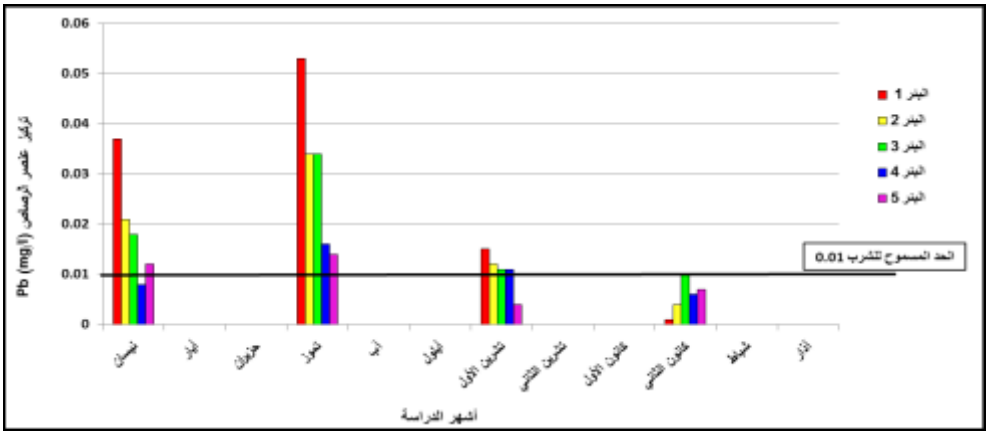
الشكل رقم (21): تغير قيم تراكيز عنصر الكادميوم Cd (mg/l) في مياه الآبار المدروسة المتوزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين خلال أشهر الدراسة.



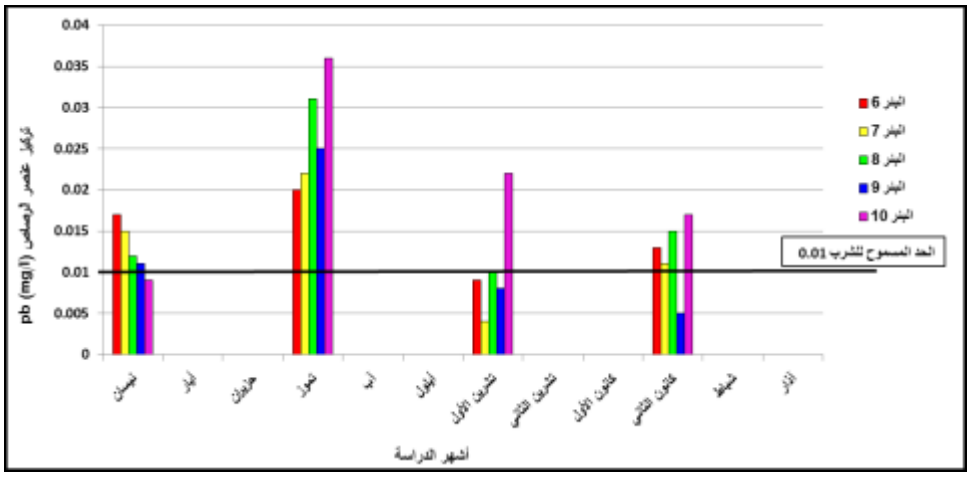
الشكل رقم (22): تغير قيم تراكيز عنصر الكادميوم Cd (mg/l) في مياه نقاط الاعتيان النهرية خلال أشهر الدراسة.

4-2- عنصر الرصاص Pb (mg/l):

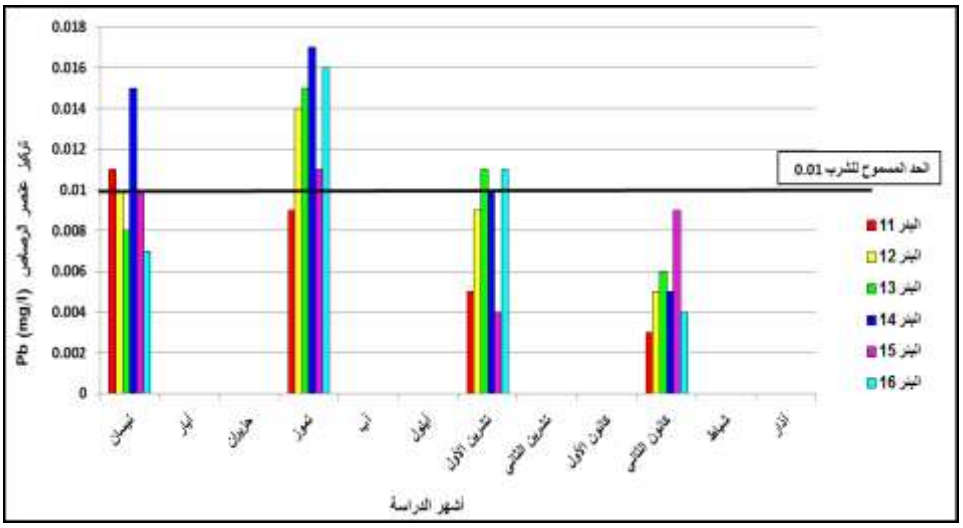
تم تمثيل نتائج التحاليل والقياسات المخبرية بيانياً وفق المخططات رقم (23) و (24) و (25) بواقع مخطط ممثّل لكل مجموعة من الآبار المدروسة بشكلٍ مستقل، ووفق المخطط رقم (26) بالنسبة لنقاط الاعتيان النهرية.



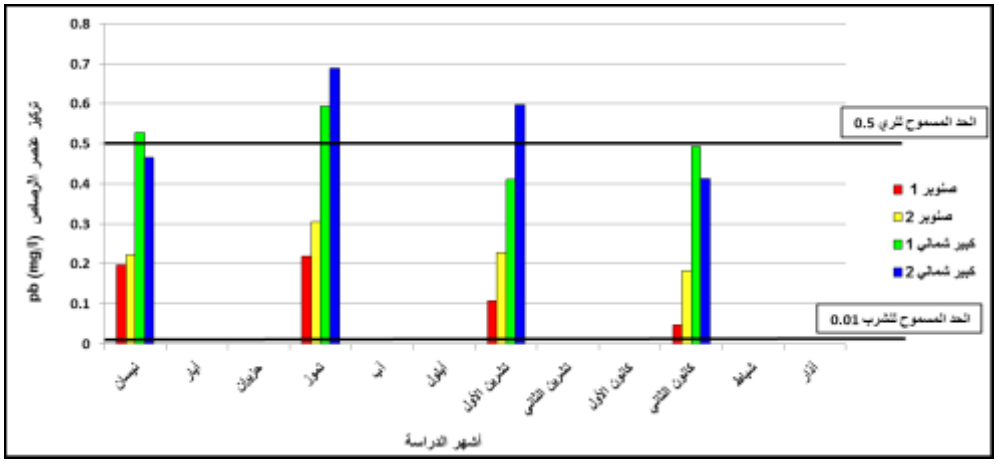
الشكل رقم (23): تغير قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب القديم خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (24): تغير قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب الحالي خلال أشهر الدراسة.



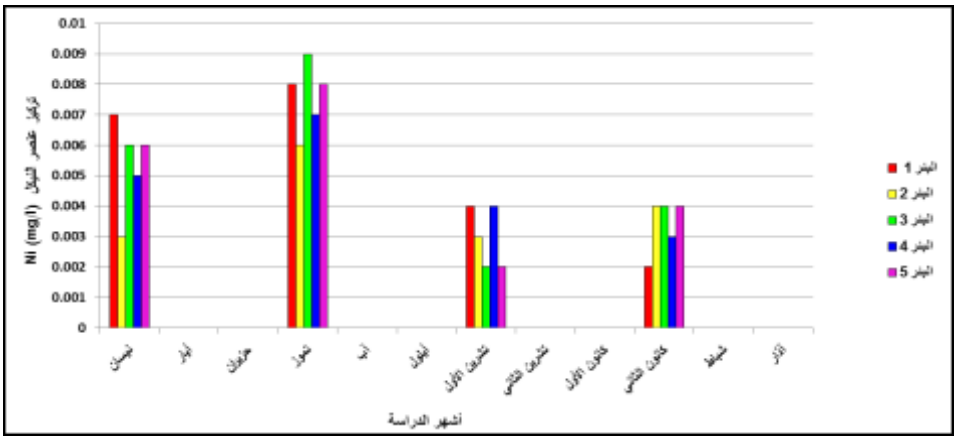
الشكل رقم (25): تغير قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb (mg/l) في مياه الآبار المدروسة المتوزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين خلال أشهر الدراسة.



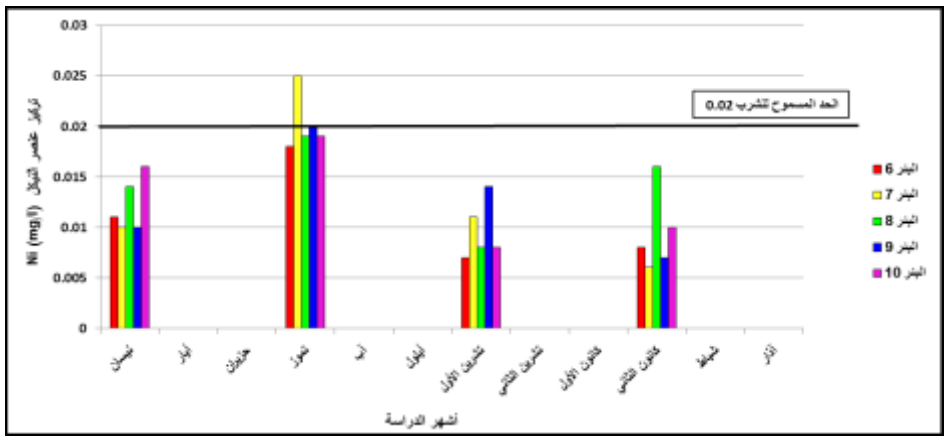
الشكل رقم (26): تغير قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb (mg/l) في مياه نقاط الاعتيان النهرية خلال أشهر الدراسة.

4-3- عنصر النيكل Ni (mg/l):

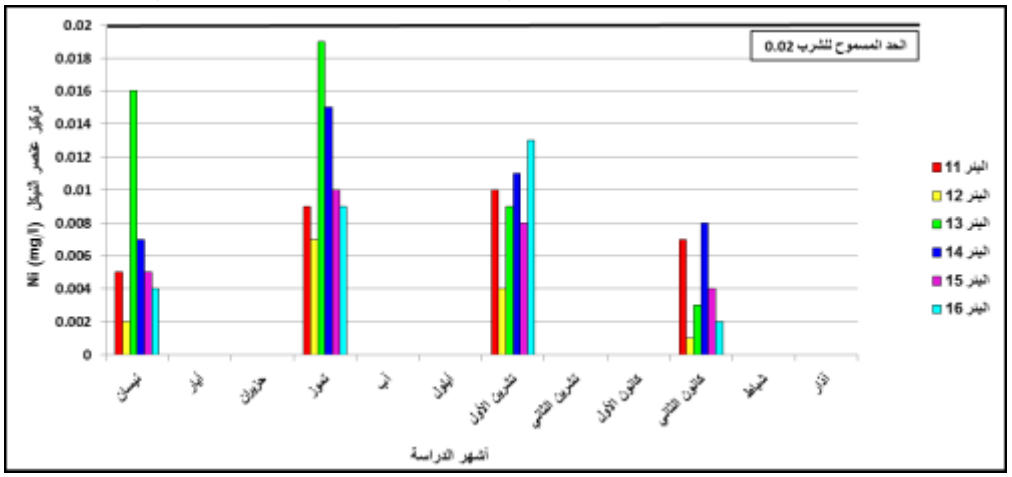
تم تمثيل نتائج التحاليل والقياسات المخبرية بيانياً وفق المخططات رقم (27) و (28) و (29) بواقع مخطط ممثّل لكل مجموعة من الآبار المدروسة بشكلٍ مستقل، ووفق المخطط رقم (30) بالنسبة لنقاط الاعتيان النهرية.



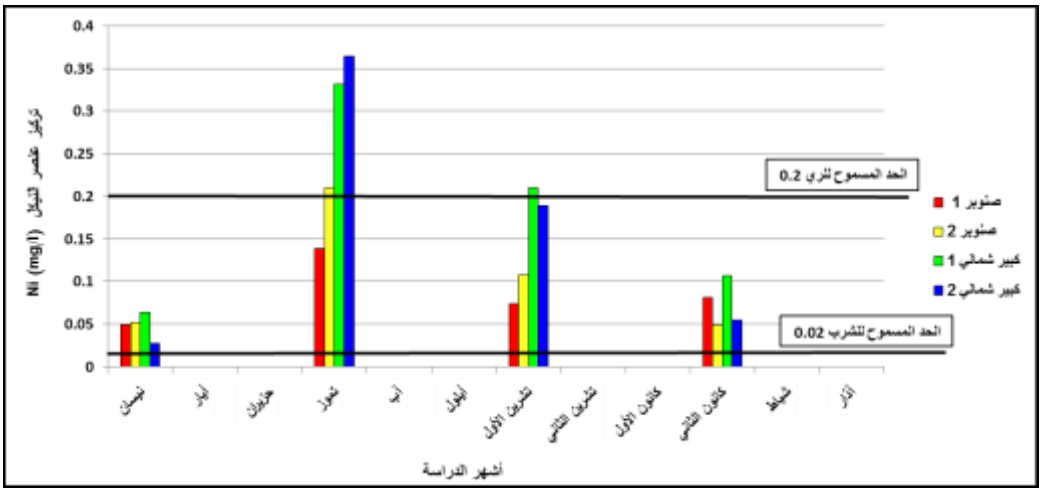
الشكل رقم (27): تغير قيم تراكيز عنصر النيكل Ni (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب القديم خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (28): تغير قيم تراكيز عنصر النيكل Ni (mg/l) في مياه الآبار المدروسة حول المكب الحالي خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (29): تغير قيم تراكيز عنصر النيكل Ni (mg/l) في مياه الآبار المدروسة المتوزعة في المنطقة المحيطة بالمكبين خلال أشهر الدراسة.



الشكل رقم (30): تغير قيم تراكيز عنصر النيكل Ni (mg/l) في مياه نقاط الاعتيان النهرية خلال أشهر الدراسة.

1. نلاحظ ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة بالمجمل خلال فصل الصيف مقارنةً مع فصل الشتاء، وهذا الأمر يعزى إلى انخفاض عكارة المياه في الصيف الذي يعني انخفاض كمية المواد القادرة على امتزاز العناصر المعدنية على سطحها مما يسهم في بقاء العناصر بشكلها المنحل وارتفاع تراكيزها في المياه.
2. كما يعود انخفاض تراكيز العناصر الثقيلة في فصل الشتاء إلى عامل تمديد المخلفات السائلة (صرف صحي + صرف صناعي) الواصلة إلى الأنهار .
3. بالنسبة إلى الآبار نلاحظ تجاوز عنصري الكادميوم والرصاص للحدود المسموحة بالنسبة لمياه الشرب، ويعزى ذلك إلى طبيعة النفايات التي يتم إلقاؤها في مكب البصة والتي تحتوي على الكثير من المواد المختلطة السامة والخطرة بما فيها البطاريات التالفة المصنوعة من مادة الرصاص بالإضافة إلى مستوعبات المواد الكيماوية والصناعية وغيرها. في حين نلاحظ بقاء عنصر النيكل ضمن الحدود المسموحة للشرب والري [9،10].
4. بالنسبة إلى الأنهار نلاحظ تجاوز تراكيز جميع العناصر الثقيلة للمعايير المسموحة لمياه الشرب والري في معظم أوقات السنة وخاصةً في فترة الصيف، وقد يعزى سبب ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة إلى المصبات العشوائية لمياه الصرف الصحي والصناعي التي تلقى مباشرةً في نهري الصنوبر والكبير الشمالي دون أدنى معالجة [9،10].

بالنسبة إلى حركة المياه السطحية والجوفية واتجاهاتها في منطقة البحث فقد تم تناول ذلك بالتفصيل في رسالة الماجستير المعدة بعنوان " دراسة تأثير مكبات المخلفات الصلبة على جودة مصادر المياه السطحية والجوفية (دراسة حالة مكب البصة) والتي تناولنا فيها تطبيق عملية النمذجة الحاسوبية على النظام المائي في منطقة البحث باستخدام برنامج نمذجة المياه الجوفية GMS (Groundwater Modeling System) فحصلنا على خرائط خطوط تساوي الضاغط ومعدلات التدفق وعلى إمكانية إظهار المقاطع العرضية في أية نقطة من المنطقة المدروسة، كما أجرينا محاكاةً لانتقال الملوثات وهجرة الرشاحة المتسربة من مكبي البصة القديم والجديد مع الزمن، بالإضافة إلى رسم خطوط الكونتور (تساوي التركيز) لجميع البارامترات المدروسة ، وهذا كله يعطي قدرة كبيرة على التقويم الكمّي والنوعي للموارد المائية المتاحة في المنطقة مما يحسن من عملية إدارتها والاستخدام الرشيد لها في المستقبل.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1.تركزت القيم العليا لمختلف البارمترات المقيسة في مياه الآبار حول المكب الحالي ، تلتها القيم في مجموعة الآبار حول المكب القديم ، ومن ثم القيم في الآبار البعيدة عن المكبين. وهذا يشير إلى أن التلوث الأكبر في المنطقة ناجم عن المكب الحالي لأن الرشاحة الناجمة عن طمر النفايات الحديثة تتميز بارتفاع نسبة الملوثات فيها وتكون نشطة في تأثيرها.

2. تجاوُز قيم الـ BOD_5 (15 mg/l، 12 mg/l) لمياه الآبار والأنهار على الترتيب المعايير المسموحة لمياه الشرب 2 mg/l بسبب تسرب الرشاحة من المكبات وتسرب مياه الصرف الصحي من الجور الفنية والمصبات العشوائية، بينما كانت محققة لمواصفات مياه الري 30 mg/l.

3. تجاوزت قيم شوارد النترات (150.59 mg/l لمياه الآبار، و153.14 mg/l لمياه الأنهار) وكذلك قيم شوارد الأمونيوم (1.94 mg/l لمياه الآبار، و3.4 mg/l لمياه الأنهار) المعايير المسموحة لمياه الشرب (45 mg/l لشوارد النترات، و0.05 mg/l لشوارد الأمونيوم)، أما معايير مياه الري (60 mg/l لشوارد النترات، و20 mg/l لشوارد الأمونيوم) فقد تجاوزتها شوارد النترات وحققتها شوارد الأمونيوم، ويعود سبب ارتفاع هذه الشوارد إلى الاستخدام الجائر للأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية بالإضافة إلى دور مياه الصرف الصحي ومخلفات الحيوانات والأغنام الموجودة في منطقة المكب.

4. أثبتت تحاليل العناصر الثقيلة بالنسبة للآبار تجاوز عنصري الكادميوم (0.008 mg/l) والرصاص (0.053 mg/l) للحدود المسموحة بالنسبة لمياه الشرب، وبقاء عنصر النيكل (0.02 mg/l) ضمن الحدود المسموحة للشرب والري، أما بالنسبة للأنهار نلاحظ تجاوز تراكيز جميع العناصر الثقيلة للمعايير المسموحة لمياه الشرب وكذلك تجاوزها في بعض الأحيان خلال فترة الصيف لمعايير مياه الري. ويعزى ذلك إلى النفايات المختلطة السامة والخطرة التي يتم إلقاؤها في مكب البصة كالبطاريات التالفة ومستوعبات المواد الكيماوية والصناعية وغيرها، بالإضافة إلى المصبات العشوائية لمياه الصرف الصحي والصناعي في الأنهار.

التوصيات:

1. عدم استخدام مياه الآبار في المنطقة المدروسة لأغراض الشرب وخاصةً من قبل أصحاب الآبار القريبة من مكب البصة.

2. توجيه أصحاب الأراضي الزراعية للاعتدال في استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية، وتفعيل دور معمل تحويل النفايات إلى سماد عضوي كونه أكثر أماناً من الناحية البيئية وكون 60 % من نفايات مدينة اللاذقية هي نفايات عضوية.

3. عدم رعي الأغنام في منطقة المكب، والاهتمام بتحليل لحومها وألبانها لمعرفة مدى تراكم الملوثات وبخاصة العناصر الثقيلة في أجسامها.

4. دراسة مدى تأثير مصادر التلوث الأخرى غير مكب النفايات على نوعية المياه الطبيعية في المنطقة كالصرف الصحي والصناعي من خلال تناولها في أبحاث أخرى.

5. إنشاء نظام مراقبة لنوعية المياه الجوفية والسطحية في المنطقة من خلال إجراء تحاليل واختبارات دورية على مياه الآبار والأنهار للتأكد من مدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة (شرب، ري، ....).

6. العمل على إغلاق مكب البصة وإعادة تأهيل المنطقة بيئياً، كي يتم استثمارها من الناحية السياحية كونها تمتد على شريط شاطئي واسع من الساحل السوري. والإسراع في الانتقال إلى موقع المطمر الجديد في قاصية.

7. الاستفادة من تقانات الاستشعار عن بعد وإجراء دراسات تقييم الأثر البيئي عند اختيار ودراسة مواقع مكبات النفايات الصلبة.

المراجع:

[1] . صبوح، حسام؛ شاهين، هيثم. *الهندسة البيئية 2*. جامعة تشرين، 1997، 343.

[2]. سلمان، هناء كمال. *الهندسة البيئية 1*. جامعة تشرين، 1999، 320.

[3]. شاهين، هيثم. *معالجة المخلفات الصلبة*. جامعة تشرين، 1996، 300.

[4]. LOIZIDOU, M.; KAPETANIOS , E. G. *Effect of leachate from landfills on underground water quality* . The Science of The Total Environment, Volume 128, Issue 1, 2003, 69-81.

[5]. JHAMNANI, B. , SINGH, S. *Groundwater Contamination due to Bhalaswa Landfill Site in New Delhi*. International Journal of Environmental Science and Engineering, 2009, 121- 125.

[6]. مديرية الخدمات الفنية باللاذقية، شعبة النفايات الصلبة. الأرشيف، 2012.

[7]. مديرية البيئة في اللاذقية، *تقرير بعنوان استقصاء عن واقع مكب البصة*، 2013.

[8]. Amerecan Puplic Health Association (APHA).Standard mathods for the examination of water and waste water, 18th Edition, U.S.A., 1992,566.

[9].هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، المواصفة القياسية السورية رقم (45) لمياه الشرب. وزارة الصناعة، دمشق، 2007.

[10].هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، المواصفة القياسية السورية رقم (2752) لمياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري، المراجعة الأولى. وزارة الصناعة، دمشق، 2008.