LJEEST
ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

دراسة نوعية المياه الجوفية لبعض ابار ناحية المحلبية وصلاحيتها للاستخدامات المنزلية

إبراهيم عمر سعيد الحمداني

ARTICLE INFO

Vo3. No. 2 Dec, 2021

Pages A-(11 - 20)

Article history:
Received 21 August 2021
Accepted 19 September 2021

Department of Biology, College of Science, University of Tikrit / Salah Al-Din_ Iraq

dr.ibrahim1977@tu.edu.iq

Keywords:
Physical and chemical characteristics, groundwater, Mahlbeia district

© 2021 LJEEST. All rights reserved.
Peer review under responsibility of LJEEST

الملخص

أجريت هذه الدراسة في كلية البيئة جامعة الموصل وكلية التربية في جامعة تكريت وتضمنت مسح ميداني لتقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه وكذلك تقدير بعض العناصر الثقيلة. بدأت الدراسة الميدانية من بداية شهر نيسان 2008 ولغاية شهر آذار 2009، وتم اختيار أربعة مواقع لمياه الآبار ضمن ناحية المحلبية. تم أخذ العينات المائية من هذه المواقع شهريا لتحديد بعض خصائصها الفيزيائية مثل (درجة حرارة الماء وقابلية التوصيل الكهربائي) وبعض الخصائص الكيميائية(PH،الأوكسجين المذاب،المتطلب الحيوي للأوكسجين BOD_5، القاعدية الكلية، العسرة الكلية، عسرة الكالسيوم والماغنسيوم، النترات، الفوسفات، الكلوريدات). وأشارت النتائج إلى ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي والعسرة الكلية لجميع المواقع المدروسة ، كما أظهرت النتائج إن قيم الأس الهيدروجيني كانت تميل إلى القاعدية في جميع المواقع المدروسة. في حين ارتفعت قيم العناصر الثقيلة بشكل كبير في مواقع مياه الآبار.

A Study Of The Groundwater Quality For Some Wells In Al Mahalibiyah District And Domestic Use Suitability

Ibrahim Omar Saeed

This study had been conducted in the College of Environment – Mosul University and the College of Education – Tikrit University which included a field survey to estimate some physical and chemical characteristics of water. Also, it is used to estimate some heavy metals. The field survey started on April 2008 till March 2009 where four sites of wells' water were chosen within Al-Mahalabia area. Water samples were taken from these sites monthly to identify some its physical characteristics such as (water temperature and electrical conductivity) and some chemical characteristics (pH, dissolved oxygen, biological oxygen demand, BOD5, total alkalinity, calcium and magnesium hardness, nitrate, phosphate, chlorides). The results referred to an increase of EC and TH. for all studied sites, Also, the results indicated that pH values were inclining to alkalinity in all studied sites, and these metals' values increased significantly in wells' water sites.

المقدمة

تعد دراسة نوعية المياه الجوفية ذات اهمية بالغة لتحديد صلاحية هذه المياه للاستخدامات المختلفة، باعتبارها من المصادر المهمة والتي تشكل نسبة (95%) من المياه العذبة المتوفرة في العالم، رغم كونها تعاني من بعض المشاكل المتعلقة بزيادة تراكيز الأملاح الذائبة فيها نتيجة لتعرضها للصخور والطبقات الجيولوجية المختلفة، فضلا عن احتمال تلوثها بالأسمدة الزراعية والفضلات المدنية السائلة والصلبة التي يمكنها التسرب الى المياه الجوفية عبر الطبقات النفاذة جميل(1990). وان نوعية المياه الجوفية تعتمد على قابلية ذوبان الاملاح وسعة التبادل الايوني بين المياه الجوفية والطبقات الجيولوجية التي تمر بها هذه المياه اذ تمتاز معظم اراضي محافظة نينوى بانها تعود الى تكوين الفتحة (Lower fars) الحاوي على الجبسوم والانهايدرات والأملاح ذات القابلية العالية للذوبان في الماء (Al-Sawaf, 1970) . كما اظهرت دراسة العاني (1977) في قضاء تلعفر ان

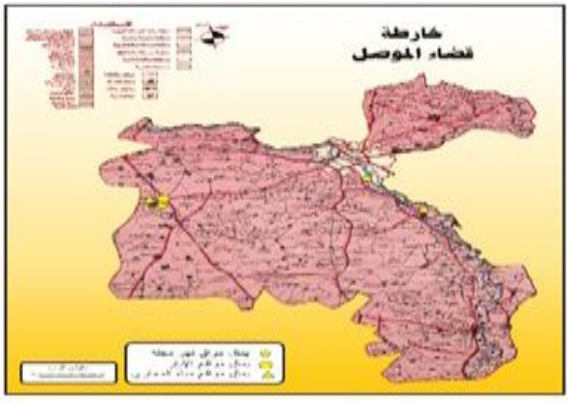
ستة عشر بئرا صالحا للاستخدامات المدنية والري وقد وجدت بأن مياه معظم الابار تعد مقبولة للاستخدام البشري ضمن المعايير باستثناء احتوائها على تراكيز عالية من الأملاح. وتوصل الصفاوي (2007) عند دراسته لصلاحية المياه الجوفية لمنطقة الكونسية للاغراض الري ان مياه هذه الابار ملائمة لسقي المواشي مع وجود مشاكل في ارتفاع تركيز ايونات الكبريتات والاملاح والتي صنفت عند استخدامها للري من صنف (C_4) حسب تصنيف مختبر الملوحة الامريكي.

وفي دراسة أخرى وجد الصفاوي (2008) تجاوز في تركيز الأملاح الذائبة والعسرة الكلية وايونات الكبريتات التي وصلت الى (2112 – 1900 – 1086) ملجم/لتر على التوالي للحدود العليا المسموح بها حسب المواصفات القياسية العراقية العالمية لبعض ابار منطقة الشريخان والكبة. ومن جانب اخر درس كنة (2001) الصفات الفيزيائية والكيميائية لعدد (87) بئرا في الاقضية والنواحي التابعة لمحافظة نينوى وتوصل الى ان (80%) من المواقع كانت مياهها دافئة وان مدى التغير في قابلية التوصيل الكهربائي كان واسعاً من (1300- 9800) ميكرو موز/سم ومعدل الاس الهيدروجيني كان (8.7) وتراكيز الأوكسجين المذاب منخفضة بلغ معدلها (1.6) ملجم / لتر مع انخفاض واضح في مستويات الفوسفات وتراكيز الايونات الموجبة مرتبة تنازليا($Na^{++} > K^{++} > Mg^{++} > Ca^{++}$) على التوالي, ولاحظ عبد الباقي(2008) إن مياه الآبار في منطقة قرقوش عسرة جداً وذات ملوحة عالية مما يجعلها غير صالحة لشرب الانسان لما تسببه من حالات مرضية لكنها صالحة لشرب جميع الحيوانات. ونظرا لأهمية الموضوع فان الدراسة الحالية تهدف إلى ما يأتي:

1. تحديد الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه الآبار في منطقة المحلبية ومدى صلاحيتها للاستخدام المنزلي.
2. قياس بعض العناصر المعدنية الثقيلة مثل الزرنيخ، الكادميوم في الآبار.

المواد وطرق العمل:

تم اختيار 4 أبار في منطقة المحلبية كما مبين في الجدول (1) لجمع العينات



الشكل رقم (1) موقع جمع العينات

وكانت جميع الابار محفورة عام 2005 وتوزعت على النحو التالي :

بئر حي العسكري(1) وعمقه 34 متر

بئر حي العسكري(2) وعمقه 35 متر

بئر حي الثورة وعمقه 35 متر

بئر حي العزيزية وعمقه 32 متر

تم جمع العينات من المواقع المبينة أعلاه ابتداء من شهر حزيران (2008) ولغاية شهر آذار (2009) واستغرقت فترة الدراسة عشرة اشهر وذلك باستخدام قناني بولي اثيلين سعة (2.25) لتر بعد غسلها جيدا بماء الحنفية عدة مرات لإجراء الفحوصات المختبرية عليها. كما تم جمع عينات المياه الخاصة لقياس الأوكسجين المذاب (DO) والمتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) بقناني خاصة سعة كل منها (250) مل.أما بالنسبة للعينات النباتية فقد تم جمع أوراق وسيقان نبات القصب وأوراق البردي بصورة عشوائية من مواقع نهر دجلة(الرشيدية والبوسيف وحمام العليل) ومواقع مياه المجاري، ووضعت في أكياس نايلون وتم تجفيفها بالفرن الكهربائي (Oven) وفي درجة حرارة(70)°م ولمدة (48) ساعة وبعدها حفظت في أكياس ورقية لحين إجراء الفحوصات المختبرية عليها.

الفحوصات الفيزيائية:

تم إجراء القياسات الآتية في كل موقع وبمعدل ثلاث مكررات.

1–درجة حرارة الماء Water Temperature

.(تم قياس درجة حرارة الماء حقليا باستخدام محرار زئبقي مدرج من (0–50°م

2–التوصيل الكهربائي Electric Conductivity(EC)

تم قياس التوصيل الكهربائي باستخدام الجهاز من نوع HANNA model H.199301 بوحدة الميكرو موز/سم بعد تنظيم الجهاز باستخدام الماء المقطر مع تعديل درجة الحرارة إلى(25) م.°

3– قيمة الأس الهيدروجينيpH))

تم القياس بجهاز pH-meter نوع pH-meter model 210A Orion بعد ضبط درجة حرارة الجهاز والنموذج وإجراء المعايرة بالمحاليل المنظمة ذات قيم الأس الهيدروجيني المختلفة.(4, 7, 9)

الفحوصات الكيميائية:

تم إجراء الفحوصات الآتية وبمعدل ثلاث مكررات وبالاعتماد على الطرق المتبعة من قبل هيئة الصحة العامة الأمريكية.(1998) APHA

1– الأوكسجين المذاب DO)) Dissolved Oxygen

تم استخدام طريقة وينكلر المحورة Azide modification method بعد عملية تثبيت الأوكسجين بالمحاليل القياسية في الحقل يتم قياسه في المختبر باستخدام قناني خاصة سعة (250) مل من غير إحداث فقاعات هوائية.

2– المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5)) Biochemical Oxygen Demand

تم تقدير الحمل العضوي (BOD_5)) بتخفيف عينات المياه المنزلية ومياه الآبار وحسب درجة التلوث ماعدا مياه النهر ومياه الإسالة فلم يتم تخفيفها وحضنت العينات لمدة (5) أيام وبدرجة حرارة (20) °م وبعدها تم قياس الأوكسجين المتبقي للعينات غير المخففة (مياه النهر والإسالة) نوع الجهاز Daneshvar Shimi وحسب المعادلة رقم 1)):

1. $BOD_5\ mg/L = DO_i - DO_f$

حيث أن

DO_i = تركيز الأوكسجين المذاب قبل التحضين (أولي- initial)

DO_f= تركيز الأوكسجين المذاب بعد التحضين (نهائي Final)

أما بالنسبة لعينات المياه المنزلية والآبار فتم تقديرها كما في المعادلة:

$$2\ .BOD_5\ (mg/L) = \frac{DOi - DOf}{\text{نسبةالتخفيف}}$$

3- القاعدية الكلية Total Alkalinity

تم قياس القاعدية الكلية بطريقة(ASTM,1989)وذلك بأخذ(50) مل من العينة وتم تسحح ضد محلول حامض الكبريتيك القياسي (0.02 N) باستخدام دليل المثيل البرتقالي ويحدث تغير اللون عند وصول الأس الهيدروجيني إلى (4.2) ، وتم حساب القاعدية الكلية من المعادلة:

$$T.ALK\ CaCO_3\ (mg/L) = \frac{N \times V \times 100}{ml\ of\ sampl}$$

حيث:

N= عيارية الحامض المستخدم بالتسحيح

V=حجم الحامض

50 ا=لوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم

4- العسرة الكلية Total Hardness

تم قياسها باستخدام طريقة EDTA Titration Method)) وذلك بأخذ 50 مل من مياه العينة المرشحة بحيث يصبح الأس الهيدروجيني 10، ثم تضاف كمية مناسبة من المحلول المنظم buffer solution)) لتنظيم الأس الهيدروجيني للعينة، بعدها تضاف كمية قليلة من الدليل (Erichrom Black T) ليعطي لنا لوناً احمر للعينة ويسحح مع محلول (Na_2EDTA) القياسي إلى أن يتغير إلى اللون الأزرق وتم حساب العسرة من المعادلة الآتية :

$$T.H.mg/L\ as\ CaCo_3 = \frac{N \times V \times eq.wt \times 1000}{ml\ of\ sample}$$

حيث أن :

V = حجم المحلول القياس

N = عيارية المحلول القياسي

$eq.w_t$ = الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم

5- عسرة الكالسيوم Calcium Hardness

تؤخذ 50 مل من العينة المرشحة ويضاف اليها (3) مل من المحلول NaOH)) بعياريه N1)) لتنظيم الأس الهيدروجيني للعينة، ثم تضاف كمية قليلة من الدليل Muroxide ثم يسحح مع المحلول Na_2EDTA إلى أن يظهر اللون البنفسجي، وتم حساب عسرة الكالسيوم كما في المعادلة:

$$Ca.H.mg/L\ as\ CaCo_3 = \frac{N \times V \times eq.w_t \times 1000}{\text{ml of sample}}$$

6- عسرة المغنيسيوم Magnesium Hardness

تم حساب عسرة المغنيسيوم وذلك بطرح عسرة الكالسيوم من العسرة الكلية وكما في المعادلة :

عسرة المغنيسيوم (ملجم/لتر) = العسرة الكلية (ملجم/لتر) – عسرة الكالسيوم (ملجم/لتر).

7- النترات Nitrate (No_3)

تم قياس كمية النترات بطريقة الاندول، حيث يختزل النترات إلى نتريت في الوسط الحامضي والنتريت الناتج يتفاعل مع الاندول لإعطاء مركب مستقر ذائب في الوسط المائي ثم قياسه باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer نوع LBK,Biochrome حيث تم قياس الامتصاصية لكل عينة عند الطول الموجي395)) نانوميتر وبتحضير المحاليل القياسية لإيجاد المنحنى القياسي ثم إيجاد تراكيز النترات من المعادلة الخاصة لكل منحنى بوحدة ملجم/لتر.

1- الفوسفات phosphate

تم قياسها باستخدام جهاز المطياف الضوئي نوع LBK,Biochrome وحسب طريقة(Stannous chloride) حيث تقاس الامتصاصية عند طول موجي 690 ( ) نانوميتر بعد إضافة المحاليل (مولبيدات الامونيوم وكلوريد القصديروز) ،ولقياس العينات خلال فترة لاتزيد عن عشرة دقائق من إضافة المحاليل إلى العينات وكذلك تطبق نفس الخطوات على المحاليل القياسية ومن ثم إيجاد تراكيز الفوسفات من المعادلة الخاصة لكل منحنى ويعبر عن الناتج بملجم/لتر.

2- الكلوريد Chloride

تم تقدير الكلوريد وفقا لطريقة مور وذلك بأخذ حجم 25 مل من العينة المرشحة جيدا، حيث تم اضافة كمية قليلة من بيروكسيد الهيدروجين إلى العينة ثم أضيفت إليها قطرات من الدليل دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ وبعد ذلك سححت مع محلول نترات الفضة القياسي 0.0141N)) حتى يتغير اللون من الأصفر إلى الأحمر الجلدي وحسبت التراكيز من المعادلة :

. الكلورايد (ملجم/لتر) =;

$$\frac{\textbf{35450} \times \textbf{N} \times (\ (\textbf{A}-\textbf{B})}{\textbf{حجم النموذج (مل)}}$$

A=حجم محلول نترات الفضة بالسحاحة

B=حجم محلول نترات الفضة المستخدمة لتسحيح الماء المقطر

N = عيارية نترات الفضة

35.450 = الوزن المكافئ لكلوريد الفضة

النتائج والمناقشة:

التحاليل الفيزيائية Physical Analyzes

1. درجة حرارة الماء Water Temperature

يلاحظ من الجدول (1) تغير محدود في درجات الحرارة حيث تراوحت درجات الحرارة لمياه الآبار المدروسة ما بين (12.0-21.0) ْم وهذه النتائج أقل من قيم درجات حرارة المياه الجوفية لمنطقة الشريخان والكبة والتي تراوحت مابين (19-20) ْم الصفاوي (2008). ويُظهر الجدول(1) أن معدلات درجات الحرارة لمياه الآبار تراوحت ما بين (16.2-17.4) مْ, إذ سجلت أدنى معدل 16.2 ْم في بئر حي الثورة وأعلى معدل 17.4 ْم في بئر حي العزيز في حين تراوحت معدلات الأشهر بين (12.9-20.4) ْم للأشهر أيلول وكانون الثاني على التوالي.

جدول (1) يبين درجة حرارة مياه الآبار للمواقع المدروسة(م°)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	14.0	13.5	13.0	12.0	20.0	18.0	19.0	21.0	19.0	17.00	16.7
حي العسكري(2)	16.0	13.0	12.0	12.0	18.0	18.0	16.0	20.0	21.0	17.00	16.3
حي الثورة	15.0	15.0	13.5	12.5	15.0	16.0	16.5	20.0	20.5	18.00	16.2
حي العزيز	16.0	18.0	15.5	15.0	16.0	17.0	17.0	20.0	21.0	18.00	17.4
المعدل	15.3	14.9	13.5	12.9	17.3	17.3	17.1	20.3	20.4	17.5	

قيمة L.S.D. / الأشهر: 0.000 المواقع: 0.000 الأشهر & المواقع : 0.000

2 التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity (EC)

أما فيما يخص مياه آبار منطقة المخلبية والمتمثلة في جدول (2) فقد تراوحت القيم بين (3330.0-226.0) ميكروموز/سم إذ سجلت أقل القيم في بئر حي الثورة لشهر تشرين الثاني والسبب في ذلك يعود إلى طبيعة الطبقات الجيولوجية التي تمر بها هذه المياه الحاوية على الجبسوم والانهايدرات وأملاح ذات القابلية العالية للذوبان في الماء(Al-Sawaf,1977). تراوحت معدلات قيم التوصيل الكهربائي لمياه الآبار بين(1518.7-2209.2) ميكروموز/سم إذ سجلت أدنى معدل 1518.7 ميكروموز/سم في بئر حي الثورة وأعلى معدل 2209.2 ميكروموز/سم في بئر حي العسكري(2) بينما تراوحت معدلات الأشهر بين (991.0-2632.5) ميكروموز/سم لشهري آذار وتشرين الثاني على التوالي. وكانت نتائج الدراسة متقاربة لما توصل إليه المشهداني (1989) في دراسته لعدد من الآبار في ناحية بعشيقة ضمن محافظة نينوى إذ تراوحت قيم التوصيل الكهربائي بين (1353-4424) ميكروموز/سم. كما كانت نتائج الدراسة أقل من النتائج التي توصل إليها الحياني(2009)[عند دراسته لبعض آبار قرية الخفاجية في محافظة الأنبار والتي تراوحت ما بين (3930-7100) ميكروموز/سم. ومن خلال التحليل الإحصائي وجد فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

جدول (2) التوصيل الكهربائي (EC) لمياه الآبار للمواقع المدروسة(مايكرو موز/سم)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	1100.0	2650.0	1350.0	1650.0	1550.0	2380.0	1880.0	1899.0	1500.0	1200.0	1715.9
حي العسكري(2)	1120.0	2660.0	1350.0	1802.0	1610.0	3330.0	2790.0	3000.0	2120.0	2310.0	2209.2
حي الثورة	1230.0	2570.0	1310.0	1952.0	1700.0	2400.0	2324.0	1290.0	589.0	226.0	1559.1
حي العزيز	1310.0	2640.0	1420.0	1670.0	1800.0	2420.0	1799.0	1100.0	800.0	228.0	1518.7
المعدل	1190.0	2630.0	1357.5	1768.5	1665.0	2632.5	2198.3	1822.3	1252.3	991.0	

قيمة L.S.D. / الأشهر: 0.00 المواقع: 0.000 الأشهر & المواقع : 0.000

التحاليل الكيميائية Chemical Analyses

1 الأس الهيدروجيني pH

ومن خلال الجدول(3) تبين أن قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار للمواقع المدروسة تراوحت ما بين (6.2-7.4), وذلك في بئر حي العزيز لشهري تموز وآب على التوالي وقد يعود هذا الانخفاض النسبي إلى التفاعلات الكيميائية التي تحدث في المياه الجوفية الغنية بمركبات الكبريت والتي تؤدي إلى تكوين غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) بفعل أنواع من بكتريا الكبريت والذي يتأكسد هوائياً إلى حامض الكبريتيك كنة (2001), Al-Tayyar (2007) كما في المعادلات الآتية:

$$CASO_4 + CH_4 \xrightarrow{\text{Bacteria}} CACO_3 + H_2S + H_2O$$

$$2H_2S + 3O_2 \xrightarrow{\text{oxic bacteria}} 2H_2SO_3$$

$$2H_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

وعلى الرغم من هذه التفاعلات فان مدى التغيير في قيم الأس الهيدروجيني قليلاً والذي يعزى إلى السعة التنظيمية Buffer Capacity للمياه الحاوية على أملاح البيكاربونات، فضلا عمّا يدخل إلى المياه من مكونات الصخور التي تمر بها والغنية بأملاح الكاربونات مثل صخور الـ Calcite والـ Dolomites والتي تعمل على معادلة حامضية المياه عند حدوثها Langmuir(1997), (Baird,2005) وعموماً فأن قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار المدروسة ضمن المواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية (ملحق1)، أما عند مقارنة قيم الأس الهيدروجيني مع بعض مياه الآبار المدروسة فنلاحظ أنها متقاربة للقيم التي توصل إليها الصفاوي(2010) عند دراسته لمياه آبار منطقة المخلبية والتي تراوحت القيم ما بين (6.9-7.6) واقل من القيم التي سجلها كل من(الحياني ,2010 ومجيد وفاضل ,2009) عند دراستهم لمياه آبار قرية الخفاجية وبعض المناطق التابعة لمدينة الفلوجة في محافظة الأنبار على التوالي. أما معدلات قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار، إذ تراوحت ما بين (7.0-7.1)، بينما تراوحت المعدلات الشهرية بين (6.7-7.3) فيلاحظ من معدلات قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار المدروسة تميل نحو القاعدية قليلاً على الرغم من عمليات التحلل للمواد العضوية وتكوين المركبات الحامضية والذي يعود إلى تأثير الكاربونات والبيكاربونات وتبين من خلال نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

جدول (3) قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار للمواقع المدروسة

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	6.9	6.9	6.9	7.1	7.1	6.9	7.4	7.2	7.1	7.1	7.1
حي العسكري(2)	6.9	6.9	6.9	7.2	7.1	6.9	6.9	7.2	7.1	7.2	7.0
حي الثورة	7.1	6.9	7.1	7.1	7.1	6.9	7.4	7.2	7.1	7.1	7.1
حي العزيز	6.3	6.2	7.7	7.3	7.3	7.3	7.4	7.2	6.9	6.9	7.1
المعدل	6.8	6.7	7.2	7.2	7.2	7.0	7.3	7.2	7.1	7.1	

قيمة L.S.D. / الأشهر :0.000 المواقع: 0.000 الأشهر & المواقع : 0.000

2 –الأوكسجين المذاب DO

يبين الجدول (4) أن قيم الأوكسجين المذاب لمياه آبار منطقة المخلبية والتي تراوحت ما بين (1.5-8.5) ملجم/لتر إذ سجلت أدنى قيمة 1.5 ملجم/لتر في مياه آبار حي العسكري (2) لشهر تشرين الثاني وهي مطابقة للقيمة التي سجلها[كنة (2001)عند دراسته لمياه آبار لبعض مناطق محافظة نينوى بينما سجلت أعلى قيمة 8.5 ملجم/لتر في مياه آبار حي العزيز لشهر آذار. ويعود سبب اختلاف قيم الأوكسجين المذاب ماين الآبار إلى اختلاف كمية المواد الصلبة الكلية والتي يمكن أن تتسرب إليها عبر الطبقات النفاذة أضافة إلى ذلك استهلاك الأوكسجين من قبل بكتريا الهوائية المؤكسدة للكبريت في أكسدة الكبريتيد إلى كبريتات كنة (200) .وتراوحت معدلات الأوكسجين المذاب لمياه الآبار بين (3.7-5.3) ملجم/لتر, إذ سجلت أدنى معدل 3.7 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(2) بينما سجلت أعلى معدل 5.3 ملجم/لتر في بئر حي العزيز في أن المعدلات الشهرية للقيم كانت

بين (3.6-7.2) ملجم/لتر وذلك في شهري أيلول وآذار على التوالي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

جدول (4) قيم الاوكسجين المذاب (DO) لمياه الابار للمواقع المدروسة(ملغم/لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	4.5	3.9	3.4	4.1	4.1	3.4	3.5	3.7	4.7	6.6	4.2
حي العسكري(2)	3.3	3.1	3.5	4.0	3.5	1.5	3.8	2.2	4.4	7.4	3.7
حي الثورة	6.5	6.2	5.4	5.1	5.3	4.3	4.1	4.8	3.9	6.4	5.2
حي العزيز	3.9	3.1	5.4	5.2	5.6	5.3	5.0	4.7	6.2	8.5	5.3
المعدل	4.6	4.1	4.4	4.6	4.6	3.6	4.1	3.9	4.8	7.2	

قيمة L.S.D./ الأشهر: 0.1353 المواقع: 0.0856 الأشهر & المواقع : 0.2705

3- المتطلب الحيوي للأوكسجين BOD_5

أما بالنسبة لمياه الآبار فقد جاءت تراكيز المتطلب الحيوي للأوكسجين عالية ومتباينة جدول (5) إذ كانت أقل قيمة لها 14.2 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(1) خلال شهر تشرين الثاني وأعلى قيمة 105.1 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(2) خلال شهر آذار. علماً أن المعدل السنوي لقيم المتطلب الحيوي للأوكسجين طوال مدة الدراسة تراوحت ما بين (37.4-51.2) ملجم/لتر في حين بلغ مدى التغاير الشهري خلال مدة الدراسة بين (15.2-95.6) ملجم/لتر وذلك خلال أشهر كانون الثاني وآذار على التوالي. وجاءت نتائج الدراسة أعلى من النتائج التي سجلها الشواني(2009)[عند دراسته لقيم المتطلب الحيوي الـ BOD_5 لمياه الآبار في منطقة كركوك، إذ تراوحت القيم بين (0.065-1.02) ملجم/لتر. وقد يرجع سبب ارتفاع قيم الـ BOD_5 إلى الطبيعة الجيولوجية ويضاف إلى ذلك ما يملكه هذا التكوين من صخور جيرية وطينية مسامية تستغل كخزانات للمياه الجوفية إلا أنها ذات نوعية رديئة إذ تحوي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة تقدر بين (2000-15000) جزء بالمليون مكونة بالدرجة الأساس من الكبريتات والكلوريدات كنة (2001) . وتتجاوز مياه الآبار المدروسة المواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية (ملحق1) وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

جدول (5) قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين(BOD5) لمياه الآبار للمواقع المدروسة (ملغم/لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	56.3	65.0	40.7	42.5	43.3	14.2	13.7	12.8	21.3	63.7	37.4
حي العسكري(2)	81.3	63.9	52.7	49.3	52.3	17.1	16.7	14.3	59.3	105.1	51.2
حي الثورة	55.1	63.7	53.3	52.3	55.7	10.7	15.3	15.0	31.7	110.3	46.3
حي العزيز	59.7	74.3	44.3	41.0	44.1	53.3	23.0	18.5	45.0	103.3	50.7
المعدل	63.1	66.7	47.8	46.3	48.9	23.8	17.2	15.2	39.3	95.6	

4- القاعدية الكلية Total Alkalinity

أما بالنسبة لمياه الآبار في منطقة المحلبية فتعزى القاعدية لمياه الآبار المدروسة والموضحة في الجدول (6) إلى قاعدية البيكاربونات, لأن الأس الهيدروجيني لم تتجاوز طيلة مدة الدراسة عن pH=8.3 وتعد هذه الظاهرة أكثر شيوعاً في المياه الجوفية إذ أشارات إلى ذلك دراسات عديدة منها , Weiner(200) الحياني(2009) الصفاوي(2008), جميل(1990). ويلاحظ من الجدول (6) بأن قيم القاعدية الكلية تراوحت ما بين (81.7-193.5) ملجم/لتر وهي أقل من القيمة التي سجلها الصفاوي(2008) والتي تراوحت ما بين (189-345) ملجم/لتر عند دراسته لمياه آبار منطقة الشريخان والكبة، إن الارتفاع النسبي لتركيز قاعدية مياه الآبار المدروسة قد يعود إلى تأثير المركبات الحامضية الناتجة عن التفاعلات التي تحدث في المياه والتي تعمل على زيادة ذوبان مركبات الكاربونات الموجودة في صخور الكالسايت و الدولوميات المتوفرة في منطقة الدراسة (2000 Smith(وتراوحت معدلات القاعدية الكلية لمياه الآبار للمواقع المدروسة بين (99.9-163.5) ملجم/لتر. إذ سجلت أدنى معدل 99.9 ملجم/لتر في مياه آبار حي العزيز بينما سجلت أعلى معدل 163.5 ملجم/لتر في مياه آبار حي العسكري(1) أما المعدلات الشهرية لمياه الآبار فتراوحت ما بين (121.3-160.3) ملجم/لتر وذلك خلال شهري آب وشباط على التوالي. وبينت نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

جدول (6) قيم القاعدية الكلية لمياه الابار للمواقع المدروسة (ملغم/لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	149.6	156.0	136.4	133.3	132.6	193.5	188.4	177.3	194.7	173.2	163.5
حي العسكري(2)	135.3	167.9	147.0	152.6	153.3	148.7	152.4	166.8	178.4	162.9	156.5
حي الثورة	135.2	145.5	120.1	121.1	118.3	165.1	171.3	173.3	149.0	140.2	143.9
حي العزيز	99.8	98.1	81.7	88.0	85.5	101.2	100.1	98.4	119.2	126.5	99.9
المعدل	130.0	141.9	121.3	123.8	122.4	152.1	153.1	154.0	160.3	150.7	

قيمة L.S.D./ الأشهر: 1.088 المواقع: 0.688 الأشهر & المواقع : 2.176

5- العسرة الكلية Total Hardness

أما بالنسبة لمياه الآبار فقد تراوحت قيم العسرة الكلية بين (131.7-403.8) ملجم/لتر جدول (7). إذ سجلت أدنى قيمة 131.7 ملجم/لتر في بئر حي العسكري (1) خلال شهر أيلول وأعلى قيمة 403.8 ملجم/لتر سجلت في بئر حي العسكري (2) خلال شهر آذار. وهي متقاربة للقيم التي توصل إليها العاني(1977) عند دراسته لمياه آبار منطقة تلعفر وأقل من القيم التي سجلها الصفاوي(2008) عند دراسته لمياه آبار منطقة الشريخان والكبة تراوحت ما بين (720-1900) ملجم/لتر. أما المعدل السنوي لقيم العسرة الكلية فتراوحت ما بين (171.1-233.0) ملجم/لتر إذ سجلت أدنى معدل 171.1 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(1) وأعلى معدل 233.0 ملجم/لتر سجلت في بئر حي العزيز. علماً أن التغيرات الفصلية لمياه الآبار المدروسة تراوحت ما بين (185.4-270.3) ملجم/لتر وذلك في أشهر أيلول وآذار على التوالي. وتبين من خلال التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

جدول (7) قيم العسرة الكلية لمياه الابار للمواقع المدروسة(ملغم / لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	195.1	194.4	142.4	131.7	143.2	173.1	172.9	181.9	185.6	190.6	171.1
حي العسكري(2)	195.8	200.0	209.4	209.4	204.5	192.7	183.8	163.6	186.7	403.8	215.0
حي الثورة	188.3	184.0	141.7	136.1	138.5	230.0	210.7	200.6	199.3	354.2	198.3
حي العزيز	220.8	214.3	264.4	264.4	270.7	270.5	260.6	230.6	200.7	132.6	233.0
المعدل	200.0	198.2	189.5	185.4	189.2	216.6	207.0	194.2	193.1	270.3	

6 –عسرة الكالسيوم Calcium Hardness

ويظهر من الجدول (8) أن قيم عسرة الكالسيوم لمياه الآبار المدروسة تراوحت ما بين (63.3-324.6) ملجم/لتر إذ سجلت أدنى قيمة 63.3 ملجم/لتر في بئر حي العزيز وفي شهر آذار وهي مطابقة للقيمة التي سجلها كنة (2007)عند دراستهما لمياه آبار قرية (حمد أغا التضاني) والتي تقع غرب مدينة الموصل والتي تراوحت ما بين (29-101) ملجم/لتر بينما سجلت أعلى قيمة 324.6 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(2) خلال شهر آذار وهي متقاربة للقيمة التي سجلها كنة (2001) عند دراسته لمياه آبار منطقة المحلبية لسنة (1999-2000) والتي وصلت إلى (272) ملجم/لتر. أما المعدل السنوي لقيم عسرة الكالسيوم لمياه الآبار المدروسة تراوحت ما بين (151.1-181.8) ملجم/لتر إذ سجلت أدنى معدل 151.1 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(1) وأعلى معدل 181.8 ملجم/لتر في بئر حي العزيز.أما بشأن المتغيرات الفصلية لقيم عسرة الكالسيوم لمياه الآبار المدروسة فتراوحت ما بين (134.5-218.0) ملجم/لتر لشهري أيلول وآذار على التوالي. ويلاحظ انخفاض قيم عسرة الكالسيوم لمياه الآبار خلال فصل الصيف وارتفاعها خلال فصل الربيع وقد يعزى ذلك إلى زيادة تركيز غاز ثاني أوكسيد الكاربون Co_2 مع ارتفاع درجات الحرارة, أو انها تعمل على تحويل الكالسيوم إلى بيكاربونات وهذا ما أوضحه Munawar,M (1970) وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما،إن قيمة عسرة الكالسيوم لمياه الآبار المدروسة تتجاوز المواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية (ملحق1).

جدول (8) قيم عسرة الكالسيوم لمياه الآبار للمواقع المدروسة(ملغم / لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	183.6	184.7	122.0	120.5	123.6	156.0	143.7	151.6	155.2	170.0	151.1
حي العسكري(2)	165.4	170.0	132.8	128.7	134.4	156.6	147.5	120.4	133.6	324.6	161.4
حي الثورة	152.0	162.0	100.4	86.1	100.7	179.9	186.4	172.6	180.9	314.0	163.5
حي العزيز	196.1	183.7	202.6	202.6	200.0	248.0	210.0	168.6	143.0	63.3	181.8
المعدل	174.3	175.1	139.5	134.5	139.7	185.1	171.9	153.3	153.2	218.0	

قيمة L.S.D./ الأشهر: 0.922 المواقع: 0.583 الأشهر & المواقع : 1.845

7–عسرة الماغنسيوم Magnesium Hardness

تراوحت قيم عسرة الماغنسيوم لمياه الآبار بين (9.7-80.7) ملجم/لتر إذ جاءت أدنى قيمة 9.7 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(1) خلال شهر تموز وأعلى قيمة 80.7 ملجم/لتر في بئر حي العسكري(2) خلال شهر أيلول جدول9)) .وتتفق هذه النتائج مع عدد من الدراسات السابقة ومنه طليع (2002) و كنة (2001), ولا تتفق مع ما سجله [17,4,2].علماً أن المعدل السنوي لقيم عسرة الماغنسيوم تراوحت ما بين (20.0-53.6) ملجم/لتر. وإن مدى المتغير السنوي لقيم عسرة الماغنسيوم تتراوح طول مدة الدراسة بين (23.1-52.3) ملجم/لتر, وذلك في شهري تموز وآذار على التوالي، إن نتائج عسرة الماغنسيوم في مياه الآبار المدروسة تأتي ضمن المواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية (ملحق1). وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما، ويلاحظ من نتائج عسرة الكالسيوم والماغنسيوم لجميع مواقع المدروسة في الدراسة الحالية سيادة عسرة الكالسيوم على عسرة الماغنسيوم بسبب كثرة وجود حجر الكلس في المنطقة. وهذا ما أكدته العديد من الدراسات التي أجريت على الموارد المائية في العراق العاني(1977) .

جدول (9) قيم عسرة المغنسيوم لمياه الآبار للمواقع المدروسة(ملغم / لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	11.5	9.7	20.4	11.2	19.6	17.1	29.2	30.3	30.4	20.6	20.0
حي العسكري(2)	30.4	30.0	76.6	80.7	70.1	36.2	36.3	43.2	53.1	79.3	53.6
حي الثورة	36.3	22.0	41.3	50.0	37.9	50.1	24.3	28.0	18.4	40.2	34.8
حي العزيز	24.7	30.6	61.8	61.8	70.7	22.5	50.6	62.0	57.6	69.3	51.2
المعدل	25.7	23.1	50.0	50.9	49.6	31.5	35.1	40.9	39.9	52.3	

قيمة L.S.D./ الأشهر: 1.424 مواقع: 0.900 الأشهر & المواقع : 2.847

8–النترات Nitrate

أما بالنسبة لمياه الآبار جدول (10) فقد تراوحت قيم النترات بين (0.13-2.87) ملجم/لتر، إذ سجلت اقل قيمة 0.13 ملجم/لتر في آبار حي العسكري (2) وحي الثورة وذلك في شهر حزيران وأعلى قيمة 2.87 ملجم/لتر في بئر حي العزيز خلال شهر كانون الثاني. وهي مطابقة للقيمة التي سجلها كل من كنة (2007) عند دراستهما لمياه آبار منطقتي (حمد أغا التضاني, ومجمع حطين) والتي بلغت (2.9) ملجم/لتر. وتراوحت المعدلات السنوية لقيم النترات بين (0.36-1.10) ملجم/لتر إذ سجلت أدنى معدل 0.36 ملجم/لتر في بئر حي العسكري (1) وأعلى معدل 1.10 ملجم/لتر في بئر حي العزيز .علما أن مدى التغير الفصلي لقيم النترات قد تراوحت ما بين (0.34-1.26) ملجم/لتر وذلك في شهري حزيران وكانون الأول. كما وجدت قيم النترات في الآبار المدروسة طيلة مدة الدراسة ضمن المواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية والعالمية (ملحق 1).وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع أما التداخل بين الأشهر والمواقع فكانت معنوية وغير معنوية.

جدول (10) قيم النترات لمياه الآبار للمواقع المدروسة (ملغم/لتر).

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	0.57	0.57	0.37	0.47	0.47	0.33	0.17	0.20	0.23	0.23	0.36
حي العسكري(2)	0.13	0.43	1.10	1.14	0.70	1.07	1.67	0.57	0.50	0.47	0.78
حي الثورة	0.13	1.03	0.67	0.40	0.43	0.87	0.77	0.43	0.93	1.63	0.73
حي العزيز	0.53	0.83	0.97	0.37	0.42	1.07	2.43	2.87	0.70	0.83	1.10
المعدل	0.34	0.72	0.78	0.60	0.51	0.84	1.26	1.02	0.59	0.79	

قيمة L.S.D./ الأشهر: 0.2506المواقع: 0.1585 الأشهر & المواقع : 0.5012

9- الفوسفات Phosphate

أما بالنسبة لمياه الآبار، فتراوحت قيم الفوسفات في مياه الآبار بين (0.17-2.98) ملجم/لتر. إذ سجلت أدنى قيمة 0.17 ملجم/لتر في بئر حي الثورة خلال شهر حزيران وأعلى قيمة 2.98 ملجم/لتر سجلت في بئر حي العزيز خلال شهر كانون الثاني. وقد يعزى هذا الارتفاع إلى عدم وجود مواد فوسفاتية محيطة بهذه الآبار التي من الممكن أن تنساب من خلال التربة إلى داخل مياه الآبار وتزيد من تراكيزه بتأثير سقوط الأمطار أو عملية الري الجائرة.وكثير مايكون للمركبات الحاوية على الكالسيوم دورا في ترسيب الفوسفات بشكل فوسفات الكالسيوم مصطفى(2007) و Mustafa (1998). ونلاحظ من الجدول (11) زيادة قيم الفوسفات لجميع مياه الآبار المدروسة خلال فصل

الشـــتاء والتي قد تعود إلى الأنشـــطة الزراعية واســـتخدام الأسمدة الغنية بعناصر الفسفور وعمليات الري أو تعزى إلى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة. لذا فان قيم الفوســـفات المسجلة في الدراســـة الحالية جاءت أعلى من قيم المواصـــفات القياســـية لمياه الشـــرب العراقية (ملحق 1).

واتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة الصفاوي (2009) عند دراسته لمياه آبار منطقة الشريخان والكبة شمال مدينة الموصل، حيث تراوحت قيم الفوسفات بين (0.077-1.6) ملجم/لتر، وأوعز السبب إلى استخدام الأسمدة الكيميائية وكذلك اتفقت مع دراسة لشواني (2009) عند دراسته لبعض مياه الآبار في منطقة كركوك. علما بان المعدل السنوي لقيم الفوسفات تراوحت ما بين (1.00-1.40) ملجم/لتر، إذ سجلت أدنى معدل 1.00 ملجم/لتر في بئر حي الثورة وأعلى معدل 1.40 ملجم/لتر في بئر حي العزيز. في حين تراوحت التغيرات الفصلية لمعدلات الأشهر بين (0.46-1.64) ملجم/لتر وذلك خلال أشهر حزيران وكانون الثاني على التوالي. وتبين من خلال التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع أما التداخل بين الأشهر والمواقع فكانت معنوية لجميع قيم الفوسفات لمياه الآبار المدروسة ماعدا مياه بئر حي العسكري (2) والثورة فقد كانت غير معنوية.

جدول (11) قيم الفوسفات لمياه الآبار للمواقع المدروسة/ ملغم / لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	0.77	1.10	1.60	1.40	1.43	1.23	1.07	1.47	1.50	0.82	41.2
حي العسكري(2)	0.23	1.53	1.30	1.20	1.10	1.50	1.80	1.33	1.20	1.40	61.2
حي الثورة	0.17	1.23	1.47	0.83	0.70	0.90	1.03	0.77	1.06	1.80	1.00
حي العزيز	0.67	1.57	1.03	0.57	0.57	1.63	2.60	2.98	1.10	1.30	1.40
المعدل	0.46	1.36	1.35	1.00	0.95	1.32	1.63	1.64	1.22	1.33	

قيمة L.S.D. / الأشهر : 0.2151 المواقع: 0.1360 الأشهر & المواقع :0.4302

10 –ايون الكلوريد Chlorid

أما بالنسبة لمياه آبار منطقة المخلبية جدول (12)، إذ تراوحت القيم بين (31.2-72.4) ملجم/لتر إذ سجلت أدنى قيمة 31.2 ملجم/لتر في بئر حي العزيز خلال شهر شباط وأعلى قيمة 72.4 ملجم/لتر في بئر حي العسكري (2) خلال شهر تشرين الثاني. وهذا الارتفاع في تركيز ايون الكلوريد قد يعود إلى وجود أملاح المتبخرات الحاوية على الكلوريدات وعلى طبيعة الصخور في التكوينات الجيولوجية التي تمر فيها المياه الجوفية طليع (2002) أما المعدل السنوي لقيم ايون الكلوريد تراوح بين (48.6-58.8) ملجم/لتر إذ سجل أدنى معدل 48.6 ملجم/لتر في بئر حي الثورة وأعلى معدل 58.8 ملجم/لتر في حي العسكري (2). في حين تراوحت معدلات الأشهر بين (39.4-62.2) ملجم/لتر وذلك خلال شهري شباط وتشرين الثاني على التوالي. وعند مقارنة قيم ايون الكلوريد لمياه الآبار المدروسة مع القيم المسجلة في مياه نهر دجلة نلاحظ ارتفاعها في حالة مياه الآبار وهذا ما اشار إليه الصفاوي, (2007) إلى أن تركيز ايون الكلوريد في مياه الآبار تصل إلى 6 أمثال من تركيزها في مياه نهر دجلة عند مركز مدينة الموصل. وعموما فان قيم ايون الكلوريد لمياه الآبار المدروسة جاءت ضمن المحددات العراقية للموارد المائية (ملحق1). وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما. اشار إليه الصفاوي, (2007) إلى أن تركيز ايون الكلوريد في مياه الآبار تصل إلى 6 أمثال من تركيزها في مياه نهر دجلة عند مركز مدينة الموصل. وعموما فان قيم ايون الكلوريد لمياه الآبار المدروسة جاءت ضمن المحددات العراقية للموارد المائية (ملحق1). وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع والتداخل بينهما.

المعادن الثقيلة Heavy metals

1– محتوى مياه الآبار من عنصر الزرنيخ

تراوحت قيم عنصر الزرنيخ في مياه الآبار بين (54.3-285.2) ميكروغرام / لتر(جدول 13). إذ سجلت أدنى قيمة 54.3 في بئر حي العسكري (2) خلال شهر كانون الثاني بينما سجلت أعلى قيمة 285.2 ميكروغرام/لتر في بئر حي العسكري (1) خلال شهر تموز. كانت قيم الزرنيخ المسجلة في هذه الدراسة اقل بكثير من القيم التي سجلت من قبل Mosaferi, (2001) إذ سجل قيما بلغت (1000) ملجم/لتر، واقل من النتائج التي توصل إليها Tingay Pty(2006)عند دراسته لمياه الآبار لعدد من القرى التابعة لمدينة المكسيك والتي تراوحت ما بين (900-11350.0) ميكروغرام/لتر. علما أن المعدل السنوي في الدراسة الحالية تراوحت ما بين (113.4-170.6) ميكروغرام/لتر إذ سجلت أدنى معدل 113.4 ميكروغرام/لتر في بئر حي الثورة وأعلى معدل 170.6 ميكروغرام/لتر في بئر حي العسكري (1). أما بشان التغيرات الفصلية فنلاحظ ارتفاع قيم الزرنيخ في مياه الآبار خلال فصلي الصيف والخريف وانخفاضها خلال فصل الشتاء والتي تراوحت ما بين (73.5-183.2) ميكروغرام/لتر, وذلك في شهري كانون الثاني وحزيران على التوالي. وكانت قيم الزرنيخ في مياه الآبار المدروسة متجاوزة للمحددات الدولية لمياه الشرب WHO (2004))والبالغة 50 ميكروغرام/لتر. وأشار نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع أما التداخل بينهما فكانت معنوية وغير معنوية للقيم المدروسة.

جدول (13) محتوى مياه الآبار من عنصر الزرنيخ (مايكرو غرام / لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	255.3	285.2	235.3	199.6	175.4	183.4	120.6	86.7	76.0	88.1	170.6
حي العسكري(2)	190.9	162.8	177.1	124.3	189.2	133.3	98.9	54.3	85.5	129.6	134.6
حي الثورة	145.0	119.4	120.4	137.2	133.7	131.9	119.5	64.5	74.9	87.9	113.4
حي العزيز	141.7	109.0	86.7	108.4	121.6	130.9	128.7	88.3	113.2	139.0	116.8
المعدل	183.2	169.1	154.9	142.4	155.0	144.9	116.9	73.5	87.4	111.2	

قيمة L.S.D. / الأشهر: 59.87 المواقع: 37.86 الأشهر & المواقع: 119.74

2 – محتوى مياه الآبار من عنصر الكادميوم

تراوحت قيم عنصر الكادميوم بين أقل قيمة 0.07 سجلت في بئر حي الثورة لشهر حزيران, وتوافقت بئري حي العسكري (1+2) مع بئر حي الثورة في تسجيلها لأدنى القيم 0.07 ميكروغرام/لتر خلال شهري تشرين الثاني وكانون الأول على التوالي، وأعلى قيمة سجلت في بئر حي العسكري (2) وبلغت (1.41) ميكروغرام/لتر خلال شهر تموز

(جدول 14). إن نتائج الدراسة الحالية (ملحق2) كانت ضمن المواصفات القياسية لمياه الشـــرب العراقية والعالمية والبالغة (3-5) ميكروغرام/لتر. كذلك فان القيم تعد اقل مما سجل من قبل (الشواني ,2009) عند دراسته لمياه الآبار في منطقة كركوك إذ تراوحت قيم الكادميوم فيها بين (0.5-5.6) ميكروغرام/لتر. علما أن المعدل السنوي لقيم عنصر الكادميوم طوال مدة الدراســـة قد تراوحت ما بين (0.43-0.50) ميكروغرام/لتر إذ سجلت أدنى معدل (0.43) ميكروغرام/لتر في بئر حي العسكري وأعلى معدل (0.50) ميكروغرام/لتر في بئر حي العزيز. أما بشـــان التغيرات الفصـــلية للمعدلات الشـــهرية فتراوحت ما بين (0.28-0.92) ميكروغرام/لتر وذلك في شـــهري تشـــرين الأول وكانون الثاني على التوالي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصـــائي وجود فروقات معنوية بين الأشهر والمواقع أما التداخل بين الأشهر والمواقع فكانت معنوية وغير معنوية على التوالي.

جدول (14) محتوى مياه الآبار من عنصر الكادميوم (مايكرو غرام / لتر)

الأشهر / المواقع	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	المعدل
حي العسكري(1)	0.09	0.32	0.88	0.41	0.16	0.07	0.07	1.20	0.63	0.47	0.43
حي العسكري(2)	0.18	1.41	0.31	0.31	0.12	0.07	0.07	1.22	0.71	0.45	0.49
حي الثورة	0.07	0.12	0.28	0.37	0.13	0.43	0.71	0.90	0.81	0.76	0.46
حي العزيز	0.85	0.41	0.34	0.64	0.72	0.72	0.42	0.36	0.27	0.24	0.50
المعدل	0.30	0.57	0.45	0.43	0.28	0.32	0.32	0.92	0.61	0.48	

قيمة L.S.D. / الأشهر: 0.1174 المواقع: 0.0743 الأشهر & المواقع : 0.2348

المراجع

جبريل, نادية محمود توفيق. ,2006 "دارسة بيئية لنوعية بعض المياه الجوفية لمدينة الحلة". رسالة ماجستير/كلية التربية-جامعة بابل.

جميل, عبد الستار عزيز, ولؤي محمد فاضل وعبد العزيز يونس طليع. "دراسة الخصائص النوعية لبعض مصادر المياه في محافظة التأميم ومدى صلاحيتها للاستخدامات المدنية والصناعية والري". المؤتمر العلمي الثاني لمركز بحوث سد صدام, جامعة الموصل:84-94, 1990.

الحمداني, علي احمد جاسم. 2009."إزالة الملوثات من بعض مياه مجاري مدينة الموصل باستخدام بعض النباتات المائية". رسالة ماجستير, كلية العلوم - جامعة الموصل,

الحميم, فريال حميم إبراهيم. 1986 "علم المياه العذبة", مديرية دار الكتب للطباعة والنشر جامعة البصرة. العراق,1986.

الحياني, عبدالستار جبير.2009 ." تقييم المياه الجوفية لبعض آبار قرية الخفاجية في محافظة الانبار". مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة. المجلد (3). العدد(2),2009.

الدوري1, أيمن عوني سليم. 2000" تأثير المتدفقات الناتجة عن النشاط الصناعي والزراعي على طبيعية مياه نهر دجلة ضمن محافظة صلاح الدين". رسالة ماجستير, كلية التربية- جامعة الموصل,2000.

الشواني, طاووس محمد كامل احمد.2009 الدلائل الجرثومية للتلوث الإحيائي وعلاقتها ببعض العوامل الفيزيائية والكيميائية المؤثرة عليها لبعض الأنظمة البيئية المائية في محافظة كركوك. أطروحة دكتوراه/كلية التربية-جامعة تكريت,2009.

الصفاوي, عبد العزيز يونس طليع, البرواري, مشير رشيد احمد, حدر, نوزت خلف.2009" دراسة الخصائص الطبيعية والكيماوية والبايولوجية لمياه وادي دهوك". مجلة تكريت للعلوم الصرفة. العدد(2) المجلد(14):54-60, 2009.

الصفاوي, عبد العزيز يونس طليع. 2007"دراسة كمية ونوعية الفضلات السائلة المصرفة من مدينة الموصل وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة". وقائع المؤتمر العلمي الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث, جامعة الموصل- العراق. 5-6 حزيران, 1-10, 2007.

الصفاوي, عبد العزيز يونس طليع.2008 "ملائمة نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل والفضلات السائلة المصرفة إليه لإغراض الري ". مجلة تكريت للعلوم الصرفة. العدد(2) المجلد(13):78-84, 2008.

الصفاوي, عبد العزيز يونس طليع.2007" دراسة صلاحية المياه الجوفية لمنطقة الكونسية/ناحية حميدات للأغراض الزراعية". مجلة التربية والعلم, العدد(1) المجلد(20):191- 204, 2007.

الصفاوي, عبدالعزيز يونس طليع. 2010"دارسة نوعية مصادر المياه في ناحية المخلبية وتأثيرالها البيئية", المجلد (15): 142-151, 2010.

طليع, عبد العزيز, ضياء أيوب إبراهيم ونور طلال الصفاوي. 2002"دراسة نوعية المياه الجوفية لقرية الكونسية وصلاحيتها للاستخدامات المنزلية". مجلة التربية والعلم, العدد(14) المجلد(2):19-29, 2002.

العاني, افتخار عبد الجواد عبد الحميد. 1977"تقييم صلاحية المياه الجوفية لمنطقة تلعفر". مجلة هندسة الرافدين, العدد (1) المجلد(5):76-85, 1977.

عبد الباقي, يسرى طه. 2008"صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة لمنطقة قرقوش". المؤتمر العلمي الدوري السادس لمركز بحوث السدود والموارد المائية, جامعة الموصل-العراق. 27-28 تشرين الأول, 69-78, 2008.

عبدالله, محمد سليم1996" تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الخام ومياه الشرب في محافظة بابل". مجلة هندسة الرافدين, المجلد (4). العدد(3): 29-43, 1996.

كنة, عبد المنعم محمد علي حسين.2001 "دراسة نوعية المياه الجوفية الكبريتية في محافظة نينوى". رسالة ماجستير, كلية العلوم- جامعة الموصل. العراق,2001.

كنة, عبد المنعم محمد علي والجبوري, محمود إسماعيل محمد . 2007"اثر التكوين الجيولوجي على المياه الجوفية المستخدمة للأغراض المختلفة في منطقتي حمد أغا التضاني ومجمع حطين(شمال غرب العراق)". مجلة التربية والعلم, المؤتمر العلمي الأول لعلوم الحياة (أيلول – 2007) المجلد (20) العدد(1),2007.

مجيد, ستار رجب وفاضل, صدام حسين.2009 دراسة صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المدنية(الشرب والسقي) لمناطق تابعة لمدينة الفلوجة. مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة. المجلد (3). العدد(2),2009.

المشهداني , يحيى داود, وعبدالعزيز طليع وسعد الدين ماجد الحفوظي. 1989"المياه الجوفية الممتدة بين مدينة الموصل وناحية بعشيقة ومدى صلاحياتها للاستخدامات المدنية والزراعية". مجلة التربية والعلم, العدد9: 11- 20, 1989 .

مصطفى, معاذ حامد وجانكير, منى حسين. 2007 "التباين النوعي لموقعين على نهر دجلة ضمن مدينة الموصل". مجلة علوم الرافدين. العدد (1) المجلد(18) : 111-124, 2007.

مصطفى, معاذ حامد وجانكير, منى حسين. 2007"التباين النوعي لموقعين على نهر دجلة ضمن مدينة الموصل". مجلة علوم الرافدين. العدد (1) المجلد(18) : 111- 124, 2007.

Al-Sawaf, F.D.S."1977 Sulphate reduction and sulphur deposition in the lower Faris formation, Northern Iraq". Economic Geology Journal,Vol.72:68-618,1977.

Al-Tayyar, T.A.2007"Water quality of natural sulfur springs in selected sites in Mosul".1stSci.Conf.of EPCRC, Mosul Univ. ,5-6 June: 35-43,2007.

APHA (American Public Health Association).2003 "Standard methods for examination of water and waste water" 20th,ed Washington DC,USA,2003.

APHA, (American Public Health Association).1998 "Standard method for the examination of water and waste water",20thed.1015 fifteen street,N.W.,Washington DC,USA,1998.

ASTM, (American Society for Testing and Materials) (1989). Annual book or ASTM standard. Philadelphia ,U.S.A . , p. 1110.

Baird C. and Cann M.2005"Environmental chemistry".3rd ed.,W.H. Freeman and company.USA,2005.

Goldman, C.R. and Horne,A.J.1983"Limnology.McGraw-Hill,Int". Co . New York,1983.

Ittekkot, V.;Humborg,C.and Schafer,P. 2000 "Hydrological alterations and marine biogeochemistry". American Institute of Biological Science , Vol.50(9):776-782,2000.

Langmuir, D.1997 "Aqueous environmental geochemistry". Prentice -Hall Inc.,USA,1997.

Mosaferi, M.;M.Yunesian;A.Mesdaghinia;A.Nadim S. Nasseri and A.H.Mahvi .2001 "Arsenic occurrence in drinking water of I.R. of Iran: The case of Kurdistan province". Fate of arsenic in the environment,2001.

Mosaferi, M. ;M. Yunesian; A.Mesdaghinia; A. Nadim S.Nasseri and A.H.Mahvi .2001 "Arsenic occurrence in drinking water of I.R. of Iran: The case of Kurdistan province". Fate of arsenic in the environment,2001.

Munawar, M. 1970 "Limnology study of freshwater ponds of Hyderabad". India.J. The Biotope.Hydrobiologia. 35(1):162-127,1970.

Mustafa , Muath H . ; Al-Nima , BasheerA.and Al-Qaddo , Salma M. 1998 "Evaluation of some water resources at Al-Jaren Location Mosul-Iraq". Scientific.Vol.4,NO.1,P:84-95,1998.

Pandey, M.and Sundrman, S. M. 2002 "Trend of water quality of River Ghana Varanasi using WQI Approach Int.J.,of Ecol. and Environ. Sci. 28: 139-142,2002

Smith,R. 2004 "Current methods in aquatic science", University of Waterloo, Canada,2004.

Tebbutt, T.H.V."Principles of water quality control",5th ed.,Butter Worth Heinemann, London,1998.

Tingay Pty.Ltd.A. 2006 "Arsenic and selected metal levels in the domestic water supplies of Mekeo villages near the Angabanga River", Papua New Guinea. environmental scientists,2006.

Tingay Pty.Ltd.A. 2006 "Arsenic and selected metal levels in the domestic water supplies of Mekeo villages near the Angabanga River", Papua New Guinea. environmental scientists,2006.

Viggori S.and Hellat,K. 2003 "Oxygen dissolved process in waste water treatment". Institute of physical Chemistry University of Tarta ,Jakobi 2 Tarta,E 2400,Estonia:1p,2003.

Weiner, E.R .2000 "Application of environmental chemistry". Lewis Publishers, London, New York,2000.

WHO, 2004 "Guide lines for drinking water quality",3rd .ed.World Health Organization. Geneva, 2004.

ملحق (1): الحدود القصوى للمواصفات القياسية لمياه الشرب

المحددات ملغم/لتر	المواصفات القياسية العراقية	المواصفات القياسية العالميةWHO	المواصفات القياسية العالمية
PH	8.5 – 6.5	8 –5.7	6.5 -8.5
DO ملغم/لتر	5 <	-	5 <
BOD_5 ملغم/لتر	5>	3	3
NO_3 ملغم/لتر	15	10	10
PO_4 ملغم/لتر	0.4	-	-
TDS ملغم/لتر	1500	1000	500
T.Alkملغم/لتر	170	-	400
T.H ملغم/لتر	500	500	-
Ca ملغم/لتر	200	750	50-25
Mg ملغم/لتر	150	125	20
Na ملغم/لتر	-	-	-
Cl^- ملغم/لتر	250	250	