Journal of Education and Science
Vol. 27, No.3, 2018, pp. 81-98
ISSN 1812-125X
http://edusj.mosuljournals.com

تقييم خصائص نوعية المياه وحساب معامل (WQI) لبعض مصادر المياه في قرية أبو ماريا قضاء تلعفر/ محافظة نينوى

***عبدالعزيز يونس ال صفاوي **ريم عدنان عبدالرزاق الشنونه *** نور ميسر**

*جامعة الموصل / كلية التربية / قسم علوم الحياة

**جامعة الموصل / كلية التربية / قسم الكيمياء

***جامعة الموصل / كلية البيئة وتقناتها / قسم علوم البيئة

تاريخ الاستلام 2013/09/25 تاريخ القبول 2013/11/18

Abstract

The present study investigates the suitability of some water resources of Abu Maria village in the district of Tall Afar for human uses. Two springs and eight dug deep wells were chosen to conduct some quality tests such as pH, dissolved solids, total hardness and the concentration of cations and anions, Water quality for drinking were assessed by determination of water quality index (WQI), as well as their suitability for domestic uses according to Kamensky classification .

The result revealed that water resources under study have high concentration of TDS,T.H and $SO_4^{=}$ which amount to 2003, 2020, 2136 mg . l^{-1} respectively, thus WQI is above standard, so it isn't suitable for drinking (category V), in spite of low WQI results which are ranged between 1.55-6.76, it is also unsuitable for domestic usese because of high concentration of calcium and sulfate .

Key word: *WQI, Ground water quality, evaluation of water quality for drinking and domestic uses.*

الخلاصة

اجريت هذه الدراسة في قرية أبو ماريا التابعة لقضاء تلعفر لغرض تحديد مدى ملائمة بعض مصادر المياه للاستخدامات ألبشرية حيث تم اختيار مصدرين من العيون و 8 ابار عميقه، تم اجراء بعض الفحوصات النوعية مثل الاس الهيدروجيني والمواد الصلبة الذائبة والعسرة الكلية

بالإضافة الى تحديد تركيز بعض الايونات الموجبة والسالبة ، كما تم تحديد نوعية المياه الجوفية ومدى صلاحيتها لأغراض الشرب باستخدام معامل نوعية المياه WQI وكذلك مدى ملائمته للاستخدامات المنزلية ، وأظهرت نتائج الدراسة ارتفاع تركيز الأملاح اذ وصل تركيز المواد الصلبة الذائبة الى 2003 ملغم. لتر$^{-1}$ والعسرة الكلية 2020 ملغم/لتر والكبريتات 2136 ملغم. لتر$^{-1}$، كما اظهرت النتائج انخفاض معامل نوعية المياه اذ تراوح ما بين 1.55–6.76 اي ان المياه تعتبر من صنف رديئة جدا بالنسبة لاستخدامها لأغراض ألشرب وغير صالحة للاستخدامات المنزلية حسب تصنيف Kamensky بالنسبة لتركيز كل من الكالسيوم والكبريتات وبعض.

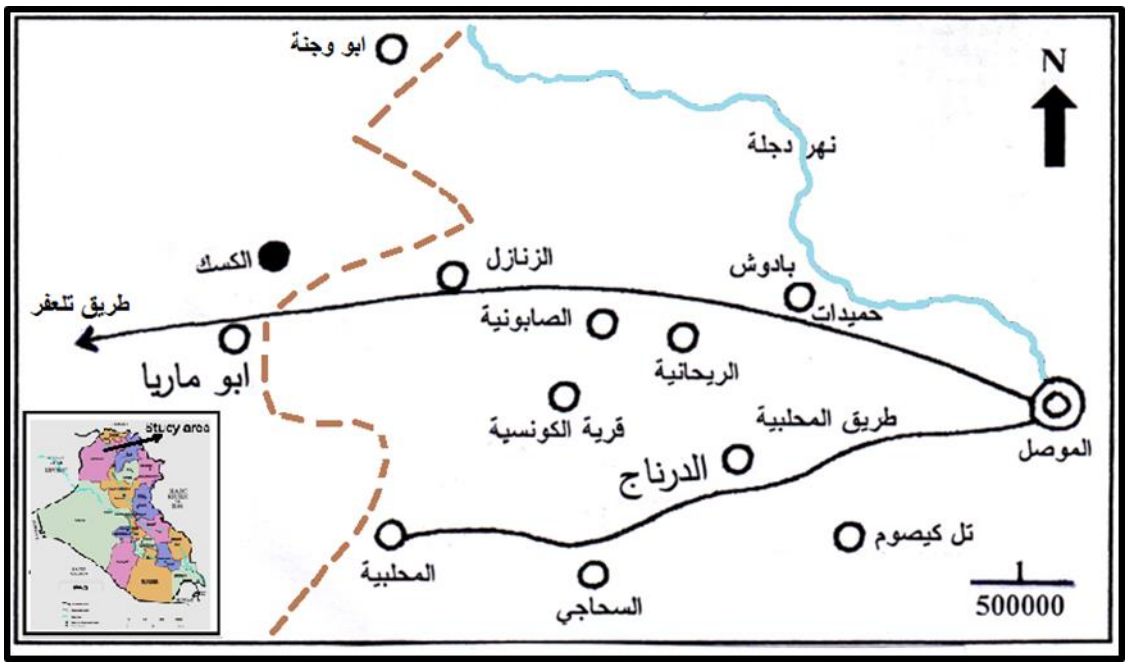
الكلمات المفتاحية: معامل نوعية ألمياه، نوعية مياه الابار، تقييم مياه الابار لإغراض الشرب والاستخدامات المدنية.

المقدمة

يعتمد سكان الكثير من القرى في محافظة نينوى على المياه الجوفية بشكل كبير خاصة في موسم الصيف بسبب النقص الشديد والحاجة المتزايدة للمياه الصالحة للاستخدام ألبشري لذا كانت الحاجة الى حفر العديد من الابار في الآونة الاخيرة لسد الاحتياجات ألمنزلية وعموما فان معظم المياه الجوفية تحتوي على تراكيز عالية من المواد الذائبة مما هو في المياه السطحية لإذابتها للكثير من المعادن اثناء مرورها تحت سطح الارض في الطبقات الصخرية المختلفة ، ان معامل نوعية المياه يعرف بأنه قيمة مجردة من الوحدات، ويعبر عن نوعية المياه لعدد كبير من المحددات الفيزيائية والكيميائية، فقد اجرى الباحث [1] دراسة لمعامل نوعية المياه لتقييم مياه نهر (Ganga) في الهند ونهر (Saigon) في فيتنام باستخدام دالة الحساسية وذلك بتحويل قيم المتغيرات الى قيمة تتراوح بين 0–1 ثم تجميع هذه القيم باستخدام صيغة الوسط الهندسي. كما قام [2] بإيجاد معامل نوعية المياه لبعض الابار المختارة شمال مدينة الموصل في منطقة حاوي الكنيسة، وكان معامل نوعية المياه لأغراض الشرب متراوح ما بين 4.1–10 اي ان نوعية المياه رديئة جدا. كذلك دراسة [3] لنوعية المياه الجوفية لأربع قرى تابعة لقضاء النمرود جنوب شرق مدينة الموصل والتي اشارت نتائج الدراسة الى ان نوعية المياه لأغراض الشرب تراوحت ما بين مقبولة (III) الى رديئة (V)، اما دراسة [4] لحساب معامل نوعية المياه WQI لمياه ابار ناحيتي بعشيقة والفاضلية اشارت الى ان رداءة نوعية المياه للشرب كانت. لذلك جاءت الدراسة بهدف تحديد نوعية بعض مصادر المياه في منطقة الدراسة لأغراض الشرب والاستخدامات المنزلية.

مواد وطرائق العمل

تقع قرية ابو ماريا شمال غرب مدينة الموصل في الطريق المؤدي الى قضاء تلعفر, والموضح في المخطط (1) الذي يشير الى ابتعاد مصادر المياه للقرية عن التغذية من الانهار والمسطحات ألمائية, حيث تعد مياه الابار المدروسة من النوع العميقة لتجاوز اعماقها 20 متر واغلبها ذات طعم غير مستساغ ومر, والجدول (1) يوضح بعض خصائص المياه المدروسة. تنتشر في منطقة الدراسة تكوين الفتحة (الفارس الاسفل سابقا) والحاوية على املاح المتبخرات والجبس والدولومايت التي تؤدي الى تردي نوعية المياه المارة خلالها لذلك يلاحظ في كثير من المياه المدروسة الطعم غير المستساغ والمر بسبب ارتفاع تركيز أيونات الكبريتات والعسرة الكلية [5]. اضافة الى الاضرار الصحية والاقتصادية الناتجة من استخدام مثل هذه المياه. تمت النمذجة ابتدءا من شهر شباط ولغاية تشرين الثاني وبمعدل نموذج واحد شهريا من كل بئر، واتبعت الطرق القياسية في جمع العينات وتحليلها [6].



مخطط (1): موقع الدراسة (قرية ابو ماريا).

جدول (١): مواصفات مصادر المياه قيد الدراسة .				
ت	اسم صاحب البئر	العمق م	نوع المياه	الاستخدامات *
١	علي محمد حسن	٤٠	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٢	خليل ابراهيم	٥٠	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٣	صالح حمزة حسن	٤٥	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٤	فاضل العباسي	٤٠	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٥	نوفل محمد سلمان	٣٦	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٦	وليد محمد المحمود	٣٦	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٧	نوار صباح	٤٦	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٨	محمد خضر علي	٤٥	بئر	تستخدم المياه لكافة الاغراض
٩	عين البيضة	---	عين	تستخدم المياه لكافة الأغراض
١٠	العين الكبيرة	---	عين	تعد كمصدر رئيسي للمياه لأهالي القرية

تم تحديد كل من درجة الحرارة والأس الهدروجيني والتوصيلية الكهربائية والأوكسجين المذاب في الماء فضلا عن تقدير تراكيز كل من العسرة الكلية والقاعدية الكلية وايونات الفوسفات والكلوريد والكبريتات كما اعتمد على الصيغة المضاعفة الموزونة (Multiplicative Weighted Mean) والتي تعرف بصيغة الوسط الهندسي (Geometric Mean) في ايجاد معامل نوعية المياه لأغراض الشرب [7, 1] واستخدام منحنيات دالة الحساسية القياسية اللازمة لحساب معامل نوعية المياه والمبينة في الشكل (1) وكما يأتي :

$$WQI = [\pi_{i=1}^{n} f_i(p_i)]^{1/n} * 100$$

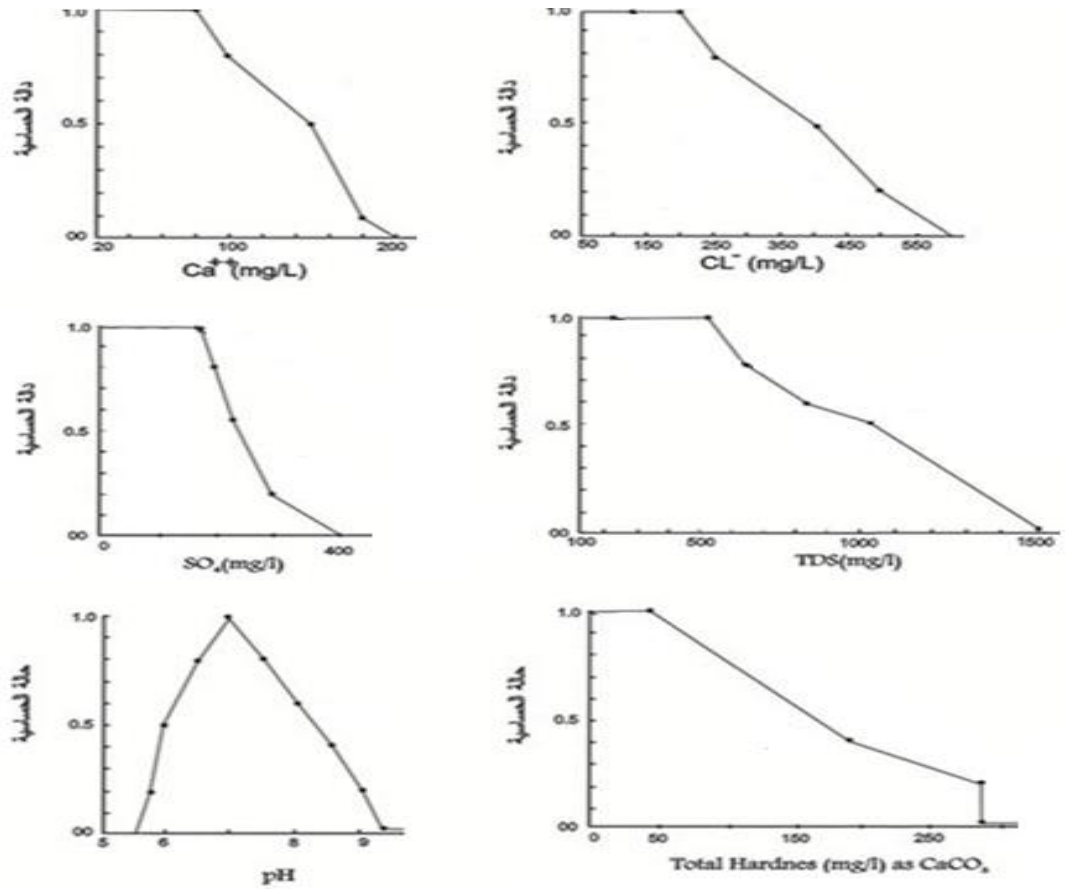
حيث يمثل:

WQI : معامل نوعية المياه حيث تتراوح قيمته ما بين 0.0 - 100 .

$F_i(p_i)$ = مقدار حساسية الدالة لكل متغير لتأثير التركيز والوزن للمتغير في الإستخدام النوعي ويتراوح قيمته بين (0-1.0).

n: عدد المتغيرات المدروسة حسب نوع الإستخدام .

كما تم تقييم نوعية المياه للاستخدامات المنزلية باستخدام تصنيف [7].



شكل (1): منحنيات دالة الحساسية القياسية لأغراض الشرب

النتائج والمناقشة

الصفات الفيزياوية : Physical aspects

تعد درجة الحرارة واحدة من اهم العوامل المؤثرة على نشاطات وفعاليات الانزيمات الميكروبية وانقسام وبقاء الكائنات الدقيقة [9]؛ اذ ان انخفاض درجة الحرارة يسبب انخفاض نمو الخلايا والنشاط الانزيمي ويتوقف النشاط الايضي عند درجة الانجماد، اما عند ارتفاع الحرارة عن الحدود المثلى سيزداد معدل تحطيم الانزيمات وتتغير طبيعة البروتينات ومن الممكن ان تتعرض الى المسخ [10]، تتميز المياه الجوفية بقلة مدى التغيير في درجات حرارتها وهذا ما تم ملاحظته في المياه ألمدروسة اذ تراوحت درجات الحرارة ما بين 20–22 م° خلال فترة الدراسة وهي بذلك تعتبر من ضمن المياه الدافئة Thermal water لتجاوز درجة حرارة المياه 18 م°. وهذه القيم تتفق مع العديد من الدراسات التي اجريت على مياه الابار [11]. وهذا الارتفاع النسبي بدرجات الحرارة سيؤدي الى زيادة نشاط الكائنات الدقيقة الموجودة في المياه للقيام بنشاطات وحدوث العديد من التفاعلات الكيميائية للمياه وبقائها لفترة اطول [12]. كما تميزت جميع العينات المدروسة بصفائها (الكدرة قليلة جدا) وذلك بسبب عمليات الترشيح التي تحدث اثناء حركة المياه عبر

الطبقات الجيولوجية وهذا ما يوكده [13, 14] مع انعدام الرائحة ولكنها ذات طعم مر Bitter taste بسبب ارتفاع تركيز ايونات الكبريتات فيها والتي بلغت 2136 ملغم/ لتر كما مبين في الجدول (2).

الخصائص الكيميائية: Chemical aspects

1- الأس الهيدروجيني: pH

يلاحظ من الجدول (2) ان قيم الاس الهدروجيني تراوحت ما بين 6.28-7.76 وجاءت النتائج اقل مما حصل عليها [15] في دراسته لنوعية المياه الجوفية في قرية الكونسية؛ اذ بلغت القيم العليا 8.2، بينما كانت النتائج مقاربة لما حصلت عليها [4] في دراستها لمياه ابار منطقتي بعشيقة والفاضلية والتي تراوحت ما بين 6.48-7.86، وهذا الانخفاض النسبي لبعض القيم قد يعود الى ارتفاع تركيز الاملاح وسيادة الطور الكلوريدي والكبريتي على حساب طور البيكاربونات مما يؤدي الى خفض قيمة الاس الهيدروجيني قليلا نحو الحامضية تأثير المياه والترب العراقية على معادلة الحموضة (ANC) بسبب احتواء المياه العراقية على أيونات إضافة إلى احتمال وجود نواتج عمليات التحلل اللاهوائي Anoxic degradation للمواد العضوية البروتينية وتكوين الأحماض الكاربوكسيلية كما في المعادلة التالية [16]:-

$$4\ C_3H_7O_2\ NS + 8\ H_2O \rightarrow 4\ CH_3\ COOH + 4NH_3 + 4H_2S$$

وعند تعرض H_2S للظروف الهوائية فإنه سيؤدي إلى تكوين حامض الكبريتيك [17]، إن عدم انخفاض قيم الأس الهيدروجيني إلى مستويات منخفضة جداً رغم عمليات التحلل وتكوين حوامض قوية يعود إلى قابلية تأثير المياه والترب العراقية على معادلة الحموضة (ANC) بسبب احتواء المياه العراقية على أيونات البيكاربونات [18, 19].

جدول (2): الحدود الدنيا والعليا لخصائص مصادر المياه الجوفية قيد الدراسة (ملغم /لتر).

Parameter / wells		pH	TDS	T.Alk	T.H	Ca.H	Mg.H	Na	K	Cl	SO4	PO4
1	Min.	6.40	1360	104	1690	1440	160	23	1.8	30	1512	0.010
	Max.	7.29	1798	152	1920	1610	310	32	8.5	45	1822	0.030
2	Min.	6.41	1354	108	1630	1370	150	20	1.4	24	1371	0.007
	Max.	7.28	1798	136	1800	1600	260	25	1.8	40	2136	0.080
3	Min.	6.37	1308	132	1690	1520	110	25	1.6	15	1145	0.006
	Max.	7.43	1757	172	1860	1600	340	31	2.3	60	1850	0.042
4	Min.	6.47	1423	132	1670	1400	270	29	1.9	42	1486	0.010
	Max.	7.16	1904	172	1880	1560	400	47	2.3	95	1546	0.092
5	Min.	6.78	1697	156	1720	1400	320	38	4.3	55	1289	0.010
	Max.	7.20	1921	168	1990	1600	400	42	5.7	85	1380	0.050
6	Min.	6.87	1516	136	1490	1140	300	29	5.1	50	1525	0.010
	Max.	7.37	2003	180	2020	1600	530	72	15	85	1872	0.188
7	Min.	6.28	1441	112	1620	1540	120	38	2.2	58	1487	0.007
	Max.	7.57	1921	168	1890	1610	280	41	2.3	78	1897	0.050
8	Min.	6.52	1380	128	1690	1390	290	22	1.8	26	1413	0.008
	Max.	7.15	1798	144	1800	1490	320	32	21	65	1481	0.042
9	Min.	6.34	1293	116	1610	1300	150	16	1.6	20	1187	0.003
	Max.	7.76	1773	156	1650	1490	310	23	2.1	50	1526	0.036
10	Min.	6.32	1457	136	1780	1490	180	37	2.5	46	1530	Nil
	Max.	7.08	1994	168	1920	1630	430	47	3.2	90	1696	0.038

2.-المواد الصلبة الذائبة: TDS

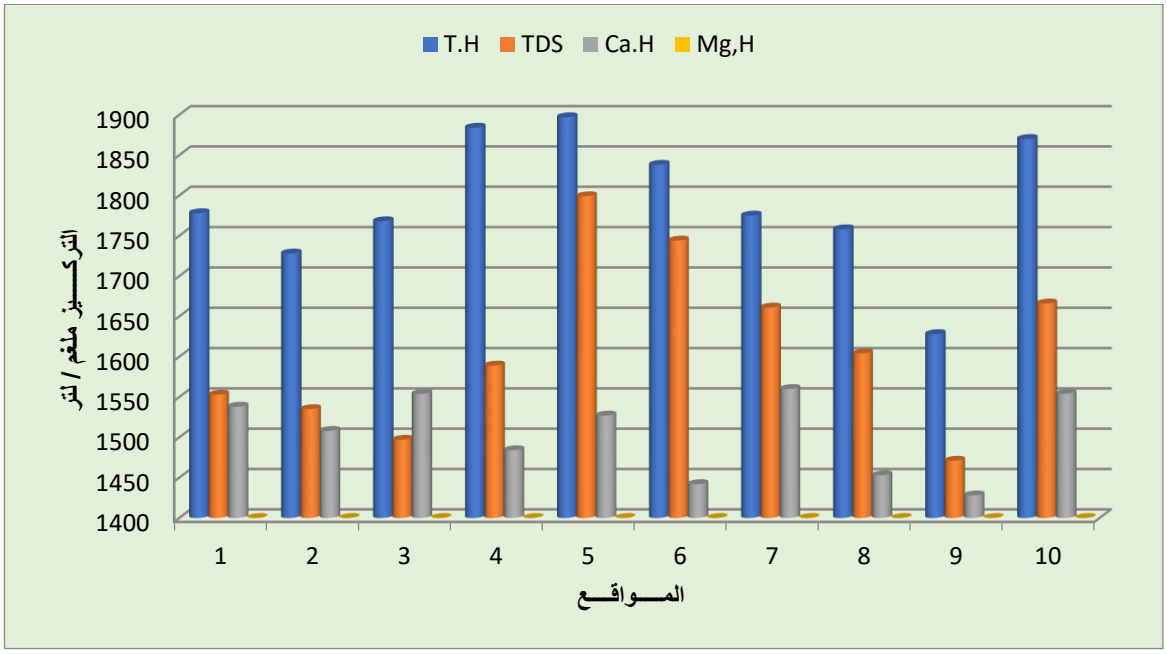
تعكس قيم المواد الصلبة الذائبة بعض الخصائص لنوعية المياه كالملوحة ومجالات استخدام ألمياه وتؤثر عمليات حركة المياه الجوفية على فعاليتها في اذابة صخور الحجر الجيري والمتبخرات ومن ثم رفع

تركيز الاملاح المذابة [20]. وتشير النتائج في الجدول (2) والشكل (2) الى التذبذب النسبي للتراكيز والتي بلغت الى 2003 ملغم. لتر$^{-1}$ بينما بلغ اعلى معدل 1799 ملغم. لتر$^{-1}$ وجاءت النتائج اقل مما حصلا عليها [21] في دراستهما لبعض مصادر المياه في المحلبية والتي بلغت 6600 وبمعدل 3719 ملغم. لتر$^{-1}$ بينما كانت النتائج اعلى مما حصل عليها [22] في دراسته لنوعية بعض مصادر المياه في قرية حسن شامي والتي بلغت 952 وبمعدل 730ملغم. لتر$^{-1}$، بينما مقاربة نسبيا للنتائج التي حصل عليها [23] في دراسته لتحليل الخصائص النوعية لمياه بعض الابار في منطقة داقوق اذ بلغت اعلى قيمة لها الى 1741 ملغم. لتر$^{-1}$، وقد يعزى هذا الارتفاع الى زيادة تركيز الايونات نتيجة ذوبان صخور الجبس والانهايدرايت والحجر الجيري فضلا عن معدن الفلدسبار المكون لتكوين انجانه [20], فضلا عن تباين التكوينات الجيولوجية لهذه المناطق.

3- العسرة الكلية وانواعها : Total Hardness

تتأثر مكونات العسرة من الكالسيوم والمغنسيوم بطبيعة طبقات الارض التي تمر بها المياه [24] ويشير الجدول (2) والشكل (2) الى ارتفاع تركيز العسرة الكلية وعسرتا الكالسيوم والمغنسيوم والتي بلغت 2020-1630-530 ملغم. لتر$^{-1}$، بينما بلغت معدلاتها الى 1897-1560-396 ملغم. لتر$^{-1}$ وعلى التوالي. ويعزى سبب ارتفاع القيم في بعض مصادر المياه لمنطقة الدراسة الى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة والى تكوين الفتحة وذوبان صخور الجبس والانهايدرايت وصخور الحجر الجيري الحاوي على الكالسايت الدولومايت [25] اضافة الى التفاعلات التي تحدث والتي تؤدي الى اذابة الكاربونات وتكوين كاربونات الكالسيوم والمغنسيوم كما في المعادلات التالية : -

$$CO_2 + H_2O + CaCO_3 \rightarrow Ca^{+2} + 2HCO_3^-$$
$$CO_2 + H_2O + Ca,Mg(CO_3)_2 \rightarrow Ca^{+2} + Mg^{+2} + 2HCO_3^-$$
$$CaCO_3 + 2H+ \rightleftharpoons Ca^{+2} + H_2O + CO_2$$



شكل (2): معدلات الأملاح الذائبة الصلبة، العسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنيسيوم.

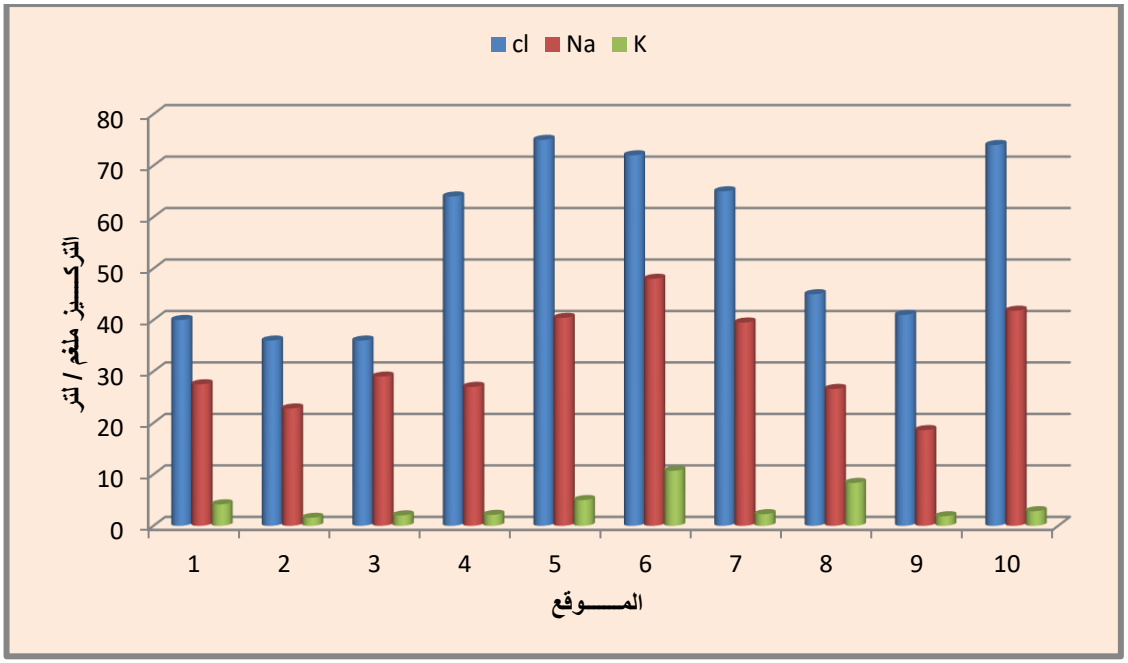
وجاءت النتائج مقاربة نسبيا لما حصلت عليها [4] في دراستها للمياه الجوفية لمنطقة بعشيقة- الفاضلية حيث وصلت الحدود العليا للعسرة الكلية وعسرتا الكالسيوم والمغنسيوم الى 1690-990-850 ملغم. لتر$^{-1}$ ، وكذلك الحال مع ما توصل اليه [23]، اذ تراوحت قيمتها ما بين 1057-213 ملغم. لتر$^{-1}$، وأيضا مقاربة للنتائج التي حصل عليها [21]؛ اذ بلغت عسرتي الكالسيوم والمغنسيوم الى 2380-757 ملغم. لتر$^{-1}$، وهذه الاختلافات قد تعود الى طبيعة التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة فضلا عن الاختلافات في الفترات الزمنية لهذه الدراسات.

4-القاعدية الكلية Total Alkalinity :

تعد القاعدية كمعيار لقدرة الماء على تعديل الحامضية وتتسبب عن وجود ايونات الكاربونات والبيكاربونات والهيدروكسيد وذات اهمية بالغة بالتنبؤ بمدى حصول الحامضية في الموارد ألمائية وبما ان الاس الهيدروجيني لم يتجاوز 8.3 فهذا يعني ان المسبب لقاعدية المياه المدروسة هي ايونات البيكاربونات [19]، وتشير نتائج المبينة في جدول (2) الى تذبذب القيم اذ وصل اعلى تركيز الى 196 ملغم. لتر$^{-1}$ مما يعطي للمياه سعة تنظيمية على منع حدوث تذبذب في القيم اي ذات مقاومة عالية للتغيير بالأس الهيدروجيني [19, 24] وتعد المياه المدروسة ذات مقاومة عالية للتغير بالأس الهيدروجيني وجاءت النتائج اقل مما حصلت [4] والتي بلغت 360 ملغم. لتر$^{-1}$، وكذلك الحال مع دراسة [25] لمياه ابار منطقتي شريخان والكبة والتي بلغت 345 ملغم. لتر$^{-1}$. وهذه الاختلافات قد يعود سببها الى الاختلاف في طبيعة التكوينات الجيولوجية لمناطق الدراسة .

5-الصوديوم والبوتاسيوم : Na & K

توجد ايونات الصوديوم بتراكيز اكبر من البوتاسيوم في المياه الطبيعية العراقية نتيجة لمقاومة المعادن الغنية بالبوتاسيوم للتجوية الكيميائية ولأيونات الصوديوم اهمية بالنسبة للصحة العامة لما له علاقة مع ارتفاع ضغط الدم عند التراكيز العالية نسبيا فضلا عن تأثيراتها السلبية على التربة والنباتات عند استخدام هذه المياه للري ،اما ايونات البوتاسيوم فأنها من العناصر الضرورية للنباتات لكونه ضروريا لتنشيط الانظمة الانزيمية [4]، وتشير النتائج المبينة في الجدول (2) والشكل (3) ان تراكيز ايوني الصوديوم والبوتاسيوم قد تراوحت ما بين 16–72 و 1.4–15 ملغم. لتر$^{-1}$ وبمعدل 48 و 10.7 ملغم. لتر$^{-1}$ على التوالي، وجاءت النتائج مقاربة لما حصلت عليها [3] والتي تراوحت قيمة تركيز ايوني الصوديوم والبوتاسيوم ما بين 15.4 – 192 و 0.6 – 26.6 ملغم. لتر$^{-1}$، اما معدله فقد وصل الى 158.3 و 16.09 ملغم. لتر$^{-1}$ وعلى التوالي. وكذلك الحال مع ما توصلت اليه [4] حيث تراوحت قيمة تركيزهما ما بين 4.5–85 و 1.2–15.2 وبمعدل وصل الى 58.7 و 5.8 ملغم. لتر$^{-1}$، بينما كانت النتائج اقل مما حصلا عليه [21] حيث وصل تركيز ايون الصوديوم الى 102 وبمعدل 53 ملغم. لتر$^{-1}$، بينما وصل تركيز ايون البوتاسيوم الى 105 وبمعدل 43 ملغم. لتر$^{-1}$.



شكل (3): معدل تركيز ايونات الكلوريد والصوديوم والبوتاسيوم (ملغم/لتر).

ان التراكيز القليلة جدا للبوتاسيوم مقارنة مع ايون الصوديوم وبالرغم من وجودهما في القشرة الارضية بكميات متقاربة يعود الى الانتقالية العالية للصوديوم والاستقراريه النسبية للبوتاسيوم نتيجة دخوله في تركيب المعادن الطينية اثناء عملية التجوية [20].

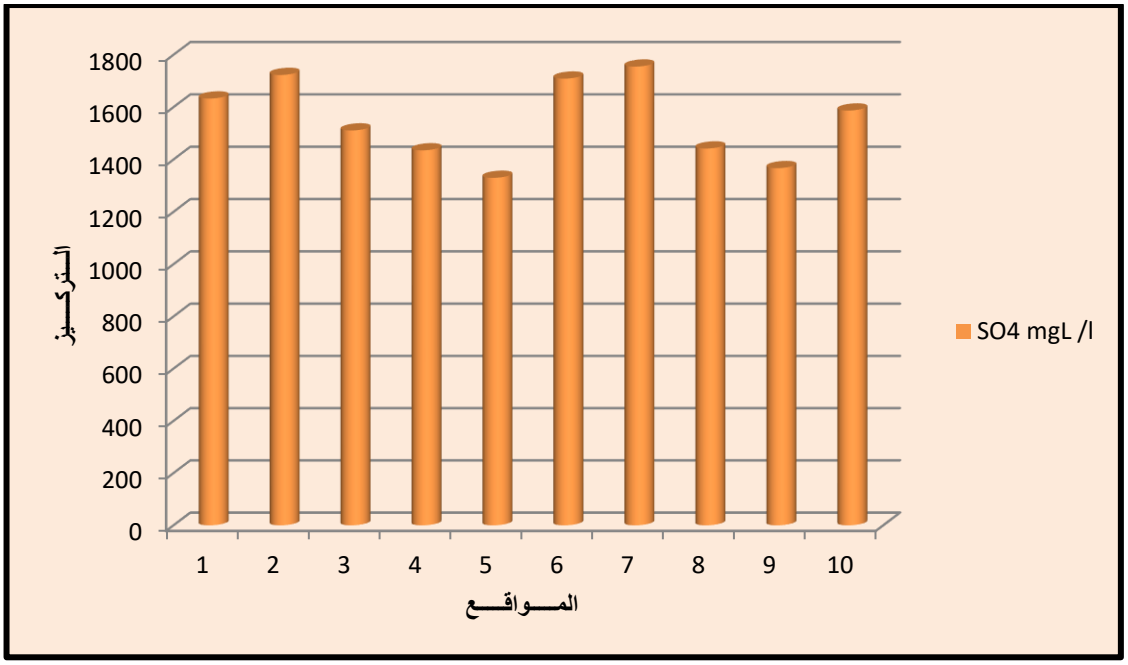
6-الكلوريد : Chloride

تشير النتائج المبينة في الجدول (2) والشكل (3) الى ان وجود تذبذب كبير في تركيز ايونات الكلوريدات والتي تراوحت ما بين 15-95 ملغم. لتر$^{-1}$، أما اعلى قيمة لمعدله فقد بلغت 75 ملغم. لتر$^{-1}$، وهذا الارتفاع في التركيز يعود الى طبيعة تكوين الفتحة الغنية بأملاح المتبخرات و الكلوريدات في تكوين الفتحة . وجات النتائج اقل نسبيا لما حصلت عليها [3]؛ اذ بلغ تركيز ايونات الكلوريدات 178 ملغم. لتر$^{-1}$ وبمعدل 128 ملغم. لتر$^{-1}$. بينما كانت اقل مما حصل عليه [21] حيث تراوح تركيز ايون الكلوريد ما بين 180 – 670 ملغم. لتر$^{-1}$ وبمعدل 366 ملغم/لتر، وهذه الاختلافات في التركيز تعزى الى طبيعة الطبقات الجيولوجية التي تمر بها المياه ومدى تلوثها فضلا عن قابلية مركبات الكلوريد على الذوبان بالماء [26].

7-الكبريتات Sulfates :

عادة ما تكون تراكيز الكبريتات عالية في المياه المخزونة ضمن صخور تكوين الفتحة بسبب قابلية الجبسوم للذوبان في الماء [17]، وتشير نتائج الدراسة والمبينة في جدول (2) والشكل (4) ان قيمة تركيز ايون الكبريتات تراوحت ما بين 1145 – 2136 وبمعدل 1744 ملغم. لتر$^{-1}$، وجاءت النتائج مقاربة لما حصل عليها [23]؛ اذ وصل تركيز الكبريتات الى 1081 ملغم.

لتر$^{-1}$، بينما كانت اقل من النتائج التي حصت عليها [15]؛ اذ وصل الى 5808 ملغم. لتر$^{-1}$، وكانت النتائج اعلى من النتائج التي حصلا عليها [21]؛ اذ تراوح تركيز ايون الكبريتات ما بين 300–1050 وبمعدل 766 ملغم. لتر$^{-1}$، وكذلك الحال مع النتائج التي حصلت عليها [3] حيث وصلت 1200 وبمعدل 870 ملغم. لتر$^{-1}$ وربما يعود هذا الاختلاف الى طبيعة التكوين الجيولوجي لمناطق الدراسة إذ الارتفاع النسبي في تراكيز أيونات الكبريتات في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة يعود إلى نوع الصخور والزمن التي مرّت بها حيث يُعتبر الجبس والأنهايدريت الموجودة في تكوين الفتحة المصدر الرئيسي للكبريتات، كما تعتبر الصخور الرملية في تكوين الانجانة ذات محتوى قليل جداً



شكل (4): معدل تركيز ايون الكبريتات (ملغم/لتر)

من المكونات الجيرية [20]، إضافةً إلى النشاطات البكتيريولوجية في طبقات التربة التي تؤدي دوراً مهما في تفاعلات الأكسدة والإختزال لأطوار الكبريت وغالباً ما يزداد تركيزه في المياه الجوفية بزيادة عمقها لاحتمال ذوبان صخور المتبخرات الملامسة لها [26]، كما أن لعمليات التحلل اللاهوائي للمركبات الحاوية على الكبريت والجبس والانهايدرايد المكون للتكوين الجيولوجي في منطقة الدراسة حيث يتم اختزال الكبريت بواسطة بكتريا *Thiobacellus* desulfuricons لتكوين مركبات الكبريت [27] وعند توفر الظروف الهوائية تتأكسد إلى حامض الكبريتيك [28, 24] كما في المعادلات الآتية:-

$$CaSO_4 + CH_4 \xrightarrow{\text{Anoxic Bact.}} CaCO_3 + H_2S + H_2O$$

$$SO_4^{=} + CH_4 + 2H^{+} \rightarrow H_2S + CO_2 + 2H_2O$$

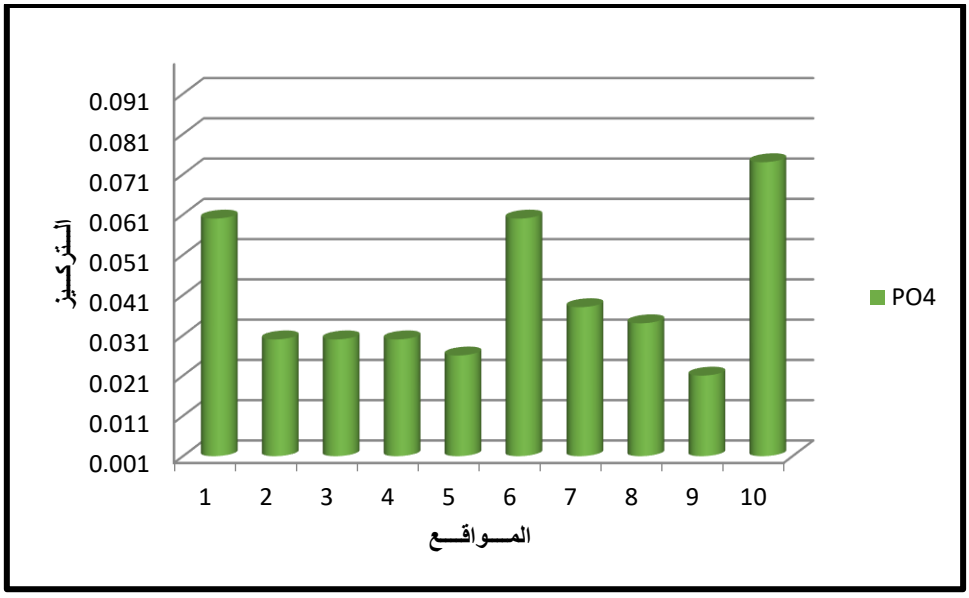
$$2\{CH_2O\} + SO_4^{=} \xrightarrow{\text{Anoxic Bact.}} 2\,CO_2 + 2H_2O + S^{=}$$

$$S^{=} + 2H^{+} \rightarrow H_2S$$

$$H_2S + 2O_2 \xrightarrow{Oxic\ Bact.} H_2\,SO_4$$

8-الفوسفات Orthophosphate (PO_4):

توجد المركبات الفوسفاتية في الصخور الرسوبية والبركانية والترسبات الحاوية على العظام الحيوانية وصخور الـ Apatite وعند تماسها مع الماء تذوب وتزيد من تركيزها في الماء فضلا عن مخلفات المياه البشرية والحيوانية التي تحوي على تراكيز من مركبات الفوسفات [12] وتشير نتائج الدراسة المبـينة في الجدول (2) والشكل (5) الى ان قيم الفوسفات تراوحت ما بين N.D - 0.188 بينـما وصـلت اعلى قيـمة لمعدله الى 0.060 ملغم. لتر$^{-1}$، وجاءت النتائج مقاربة لما حصل عليها [29] في دراسته لنوعية المياه الجوفية لمناطق مختارة من محافظة نينوى اذ تراوحت قيمة الفوسفات ما بين 0.001–0.19 ملغم. لتر$^{-1}$، وكذلك الحال مع ما توصل اليه [15] حيث بلغت اعلى قيمة له 0.14 ملغم/لتر، بينما كانت النتائج اقل مما حصلت عليها [3]؛ اذ وصلت الى 0.145 ملغم. لتر$^{-1}$. ان الانخفاض في قيمة الفوسفات ربما يعزى الى قابلية ترسيب الفوسفات بشكل فوسفات الكالسيوم اضافة الى امتزازه من قبل اسطح دقائق الطين مما يقلل انتقاله الى البيئة المائية ، كما يعد الاستعمال الكثير للأسمدة الفوسفاتية والمنظفات المصدر الرئيسي للفوسفات في المياه الجوفية فضلا عن تصريف المياه الثقيلة الى الفضلات المدنية [24].



شكل (5): مـعدل تركـيز ايونات الفـوسـفات (ملغم/لتر) .

تقييم نوعية المياه للأغراض المدنية :

ايجاد معامل نوعية المياه Water Quality Index (WQI) لأغراض الشرب :

يعد حساب معامل نوعية المياه الجوفية ضروري لتحديد مواصفات هذه المياه ودرجة صلاحيتها للاستخدامات نتيجة لقلة مياه الاسالة في منطقة الدراسة حيث يعتمد سكان هذه المنطقة على استخدام مياه هذه الابار والعيون لأغراض الشرب والاستخدامات المدنية الاخرى ، ويعطي الـ WQI دليلا يعكس تأثير مختلف المعايير المدروسة للمياه على نوعيته [30]. وبينت نتائج الدراسة في جدول (3) ان معامل نوعية المياه لأغراض الشرب لبعض مصادر المياه في منطقة الدراسة كانت تحت صنف رديئه جدا (V) وقد يعود الى ارتفاع الكاتيونات والأنيونات وخاصة ايونات الكبريتات والأملاح الذائبة والتي تعود الى طبيعة المنطقة الجيولوجية ،وهذه العوامل تؤدي الى انخفاض قيمة دالة الحساسية الداخلة في حساب معامل نوعية المياه وبالتالي تردي نوعيتها ، ان استخدام هذه المياه لأغراض الشرب له تأثيرات سلبية على صحة المستهلكين لارتفاع ايونات الكبريتات التي تضفي للماء الطعم المر وحدوث الاسهال كما يمكن ان تكون كعامل مساعد في نشوء وتطور حصى الكلية بسبب ارتفاع تركيز الاملاح فيها بالإضافة الى الاضرار ببعض الأجهزة الكهربائية المنزلية مثل المبردات اذ يؤدي الى تقليل فترة العمر لهذه الاجهزة بسبب التكلسات وتأكل هيكلها [15]. وتشير النتائج انها مقاربة للنتائج التي حصل عليها [2] في دراسته لإيجاد معامل نوعية المياه لمجموعة من الابار شمال غرب مدينة الموصل، اذ كانت جميع الابار المدروسة ذات نوعية مياه رديئة جدا، وكذلك الحال مع النتائج التي حصلت عليها [4]؛ اذ كانت النتائج بين مقبولة الى رديئة جدا ، حيث كانت 30% من المياه مقبولة و40% رديئة و 30% رديئة جدا، بينما كانت النتائج اقل مما حصلت عليها [3]؛ اذ كانت قيم ا WQI لأغراض الشرب متراوحة ما بين 19.6–56.5 اي ما بين مقبولة الى رديئة النوعية وكذلك الحال مع النتائج التي حصل عليها [31] في دراسته باستخدام دليل نوعية المياه لتقيم مياه ابار مختارة من حوض ديبكة/مخمور/شمال شرق العراق حيث تراوحت نوعية المياه لأغراض الشرب ما بين مقبولة الى جيدة 12.2 %– 89.8%.

جدول (٣): نوعية المياه قيد الدراسة للشرب حسب تصنيف [1].

مصدر المياه	قيم الـ WQI	الفئة	نوعية المياه
1	4.47 – 3.01	V	مياه رديئة النوعية جدا
٢	4.77 – 2.71	V	مياه رديئة النوعية جدا
٣	5.62 – 3.21	V	مياه رديئة النوعية جدا
٤	4.04 – 3.84	V	مياه رديئة النوعية جدا
٥	4.35 – 6.11	V	مياه رديئة النوعية جدا
٦	3.88 – 1.55	V	مياه رديئة النوعية جدا
٧	6.76 – 2.95	V	مياه رديئة النوعية جدا
٨	٤,٣٥ – ٣,٠٧	V	مياه رديئة النوعية جدا
٩	٤,١٤ –٢,٦٢	V	مياه رديئة النوعية جدا
١٠	٢,١٩ –٣,٠٢	V	مياه رديئة النوعية جدا

2- تقييم نوعية المياه للأغراض المنزلية

تم تقييم بعض مصادر المياه في منطقة قيد الدراسة للأغراض المنزلية حسب تصنيف [8] واظهرت نتائج التصنيف المبينة في الجدول (4) عدم ملائمة جميع المصادر المائية المدروسة لهذه الاغراض بسبب

ارتفاع تركيزي ايونات الكبريتات والكالسيوم مما يسبب تردي نوعية المياه؛ اذ تتفاعل الكاتيونات الموجبةالمتعددة التكافؤ مع الصابون ومواد التنظيف مكونة املاح الاحماض الدهنية غير الذائبة مما يعيق تكوين الرغوة وبالتالي اعاقة فعالية الصابون في التنظيف كما موضح في المعادلة التالية :[24]

$$2C_{12}H_{35}COO\text{-}Na^{+} + Ca^{++} \rightarrow Ca(C_{17}H_{35}CO_2)_2 + 2Na^{+}$$

جدول (٤): النسب المئوية لنوعية مياه الآبار قيد الدراسة للأغراض المنزلية.

الصفة صنف المياه	TDS	Ca	Mg	Cl	SO_4
% جيدة	٤٢.٢	-	٦٦.٦	١٠٠	-
% مقبولة	٥٥.٢	-	٢٦.٦	-	-
%مسموح بها	٢.٢	-	٤.٤٤	-	-
% غير مقبولة	-	١٠٠	-	-	١٠٠

الاستنتاجات

1. تردي نوعية مصادر المياه المدروسة حسب قيم الـ WQI ؛ اذ كانت من نوع المياه الرديئة (فئة V) عند استخدامها للشرب بسبب ارتفاع تراكيز بعض الايونات كالكسيوم الذي يعطي للماء طعما غير مستساغا وايونات الكبريتات التي تعطي للماء الطعم المر وتسبب الاسهال.
2. ارتفاع تركيز ايونات الكالسيوم (المسبب الرئيس للعسرة) يعمل على تردي نوعية المياه عند استخدامها للاستحمام والغسيل بسبب فقدان الصابون ومواد التنظيف فعاليتها للتنظيف, فضلا عن الاضرار الاخرى.

التوصيات

نوصي بتجنب استخدام هذه المصادر المائية للاستحمام والغسيل وعند الضرورة تسخينها للتخلص من جزء من العسرة (العسرة الموقتة) , كذلك ممكن ازالة كميات كبيرة من الاملاح وجعل المياه ملائمة للشرب بعملية التجميد الجزئي باجهزة التجميد المنزلية وطرح الماء غير التجمد الذي تتركز فيه الاملاح لان عمليات تكوين بلورات الثلج تترتب فيها جزيئات الماء طاردة الجزيئات الغريبة الى الماء غير المتجمد او موقعيا بالمعالجة النباتية.

المصادر

1. Bahargava D.S. (1983). Use of water quality index for river classification and zoning of gang river. Env. Pollut. Ser. B. An Inter. J. England 6:51-67.

2.التمر، مصعب عبد الجبار (2005). إيجاد معامل نوعية المياه لمجموعة من الآبار شمال مدينة الموصل. مجلة علوم الرافدين. 16(2):27-40.

3.الشنونه, ريم عدنان عبدالرزاق (2012). دراسة بيئية وبيولوجية عن نوعية المياه الجوفية في جنوب شرق الموصل. رسالة ماجستير, كلية التربية, جامعة الموصل, الموصل, العراق.

4.ألسردار نور ميسر صادق (2012). دراسة الخصائص النوعية لبعض مصادر المياه وبعض تقنيات تحسين نوعيتها للاستخدام المدني. رسالة ماجستير, كلية التربية, جامعة الموصل, الموصل, العراق.

5. يوسف، محمد سليم واليازجي، ياسر ميسر والعباس, محمد وليد (2008). الخصائص النوعية لمياه عين صوباشي عن مدينة مدينة تلعفر – شمال غرب العراق.

6.APHA, AWWA and WPCF. (1998). Standard methods for the examination of water and waste water, American public health association, 20th. Ed., Washington DC, USA.

7.Nguyen, T.V and Bahargava, D.S ,(1989). Water Quality and Mangement of the Saigon River in Hachi Minh City (Vietnam), Indian., Jour. Env. .Health ,VOL.31, No.4, pp.321-330.

8.Kamensky, G.N. (1974)."Search and prospection of groundwater". Geogeololizdat. Moscow. In: Al-Layla, M.A.S.; S.M. Al-Rawi, and H.A. Al-Kawaz, 1990. Physic-chemical evaluation of groundwater around Saddam lake used for drinking and domestic purposes. 2nd. Sci. Conf. of Saddam Dam Research center, Mosul University, Mosul-Iraq, 18-20 March, 1990: 173-188.

9.Rao, T. S. (2010). Comparative effect of temperature on biofilm formation in nature and modified marine environment. Biomedical and life sciences. 44(2): 463-478. In:Al-Naiemy,R. W.Y.(2013). Studying of ideal condition for growing bacteria formed the biofilms with pollution in some water stations. MSC Thesis, Educat. Coll./ Tikrit Univ.

10.ألنعيمي رنى وعدالله يونس (2013). دراسة الظروف المثلى لنمو البكتريا المكونة للأغشية مع حالات تلوث الماء في بعض محطات الاسالة. رسالة ماجستير/ كلية التربية للبنات/ جامعة تكريت.

11. كنه، عبد المنعم محمد علي (2006). دراسة نوعية المياه الجوفية في قرية كوكجلي وملائمتها للاستخدامات المختلفة. مجلة جامعة تكريت للعلوم الصرفة. 11(2): 138-143.

12.الصفاوي، عبد العزيز يونس والبرواري، مشير رشيد احمد وخدر, نوزت خلف (2009). دراسة الخصائص الطبيعية والكيمياوية والبيولوجية لمياه وادي دهوك. مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، 14(2): 54-60.

13.ألصديق، الصديق عمر(2012). علم وتقنات البيئة : المفاهيم والتطبيقات. المنظمة العربية للترجمة. مركز دراسات الوحدة العربية. الطبعة الاولى. بيروت. 1279.

14.ارسلان، ليلى خورشيد والنور، تغريد هاشم (2013). الكيمياء البيئية والتلوث البيئي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. 193.

15.الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع (2007). دراسة صلاحية المياه الجوفية لمنطقة الكونسية، ناحية حميدات للأغراض الزراعية. مجلة التربية والعلم، 10(20): 191-204.

16.Able, P.D. (2002). Water pollution biology. 2ed Edition. Tyalor Francis-Library. UK. 286.

17.Sawyer, C.N. and McCarty, P.L. (1978). "Chemistry for environmental engineering", 3rd ed. McGraw-Hill Co. USA. New York.

18.الصفاوي، عبد العزيز يونس (2006). التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة. أطروحة دكتوراه/ كلية التربية/ جامعة الموصل/ الموصل/ العراق.

19.ألنجدي، حاتم (2010). كيمياء البيئة، المفاهيم والتطبيق نظرة شاملة. سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة. مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. 912.

20.Chapelle, F.H. (2004). Geochemistry of groundwater. In Holland, H.D. and Turkian, K.K. Treaties of Geochemistry. Surface and groundwater, weathering and soils. 5:425-449.

21.اليوزبكي، قتيبة توفيق وألبنا، نبيل يوسف (2010). تقييم بعض مصادر المياه الجوفية في منطقة المحلبية غربي الموصل, شمال العراق. وقائع المؤتمر العلمي الدوري السابع لمركز بحوث السدود والموارد المائية, جامعة الموصل :129-146.

22.مصطفى، معاذ حامد (2007). التباين النوعي لمصادر المياه في موقع قرية حسن شامي. المؤتمر العلمي الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل 5-6 حزيران. 24-34.

23.جميل, عبدالستار عزيز و خليفة, رفيق احمد و جاسم, صلاح الدين ياسين و اندريوس, لندا شاؤول (2013). دراسة وتحليل الخصائص النوعية لمياه بعض الآبار في منطقة داقوق و مدى صلاحيتها للاستخدامات المدنية. قيد النشر.

24.Manahan, S.E. (2004). Environmental chemistry, CRC Press, 8th. Ed., Washington DC USA. 763.

25.الصفاوي، عبد العزيز يونس، علي، فائق حسن وكنة، عبد المنعم محمد (2008). التقييم الفيزيائي والكيميائي لبعض آبار منطقة الشريخان-الكبة وصلاحياتها للشرب والاستخدامات المنزلية. وقائع المؤتمر العلمي الدوري السادس لمركز بحوث السدود والموارد المائية: 193-201.

26.اليوزبكي، قتيبة وإقليمس، يوسف فرنسيس (2007). التقييم الهيدروجيوكيميائي للآبار الضحلة في منطقة الحمدانية-شمال العراق. وقائع المؤتمر العلمي الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث- جامعة الموصل 5-6 حزيران، 78-88.

27.Sacks, L.A. (2002). Report of water resources of Florida www.floridawater.com.

28.الطائي، أحمد محمد (2002). التباين الفلزي وتأثير البكتريا المؤكسدة للحديد والكبريت على مقاطع من المساطب النهرية جنوب الموصل. رسالة ماجستير/ كلية العلوم/ جامعة الموصل/ الموصل/ العراق.

29.إبراهيم، أحمد خليل (2010). دراسة نوعية المياه الجوفية لمناطق مختارة من محافظة نينوى. رسالة ماجستير/ كلية الهندسة/ قسم الهندسة المدنية/ جامعة تكريت/ تكريت/ العراق.

30.Al-Heety, E.A.M.; Turki, A.M. and Al-Othman, E.M. (2011). Assessment of the water quality index of Euphrates river between Heet and Ramadi Cities. Inter. J. Basic Appl. Sci. 11(6):38-47

31.عبدالقادر, عمر نبهان (2011). استخدام دليل نوعية المياه لتقيم مياه أبار مختارة في حوض ديبكة – مخمور / شمال شرق العراق. مجلة زراعة الرافدين (39):3-7.