Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

تقييم نوعية مياه الشرب في جامعة الموصل باستخدام دليل نوعية المياه WQI

عبدالعزيز يونس الصفاوي[1]، مي عبد الحافظ عبد القادر[2]، محمد ابرهيم خليل الطائي[3]

[1] قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

[2]مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

[3] قسم علوم البيئة، كلية البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

[1]alsaffawia@ yahoo.com, [2]Mayallaf2@ yahoo.com, [3]mohbioecology@ gmali.com

الملخص

تم دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه الشرب في جامعة الموصل، مع تقييم المياه باستخدام دليل نوعية المياه WQI باعتباره عشرة كأداة فعالة لتحديد نوعيته والذي يتم حسابه من عدة معايير؛ إذ اعتمد في دراستنا الحالية على اثنا عشر معيار، وقد تم جمع العينات المائية من ثمانية عشر موقعا من جامعة الموصل مع تقدير الخصائص النوعية لها خلال صيف عام 2008.

أشارت نتائج الدراسة الى أن جميع الخصائص المدروسة كانت ضمن المواصفات القياسية العالمية المسموح بها للشرب عدا العدد الكلي للبكتريا التي بلغت 800 خلية/مل، اما المعدل الكلي لدليل النوعية بلغ 249 وهذه القيمة العالية كانت بسبب ارتفاع العدد الكلي للبكتريا وبذلك فان نوعية مياه الشرب المدروسة تقع ضمن صنف المياه الفقيرة جدا.

الكلمات الدالة : دليل نوعية المياه WQI، نوعية مياه الشرب، الخصائص البكتيريولوجية لمياه الشرب.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

Assessment of Drinking Water Quality in Mosul University by Using WQI Model

Abdalaziz Y. T. Alsaffawi[1] , M. A. Abdulhafedh[2], M. K. AL-Taay[3]

[1]Department of Biology, Collage of Education, University of Mosul, Mosul, Iraq.

[2] Environment and Pollution Control Research Center, University of Mosul, Mosul, Iraq.

[3]Department of Environment Science, Collage of Environment Tech., University of Mosul, Mosul, Iraq.

[1]alsaffawia@ yahoo.com , [2]Mayallaf2@ yahoo.com , [3]mohbioecology@gmali .com

Abstract

Physical, chemical and bacteriological properties of drinking water and its quality index in Mosul University were determined. WQI was calculated through twelve parameters of tested results, this index usage in representation of the overall quality of water WQI for any intended use, drinking water samples were collected from eighteen sites in Mosul University, and analyzed to determined water quality parameters during summer 2008.

The study results indicated that al properties in safe international permissible limits for drinking water, except TPC which reached 800 cell/ml, the overall average of WQI reached 249; this high value belongs to high bacterial count which classified as very poor water.

Keywords: WQI, quality of drinking water, Bacteriological properties of drinking water.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

1. المقدمة

تعد مياه الشرب ذات وثيقة بانتشار الأمراض؛ إذ أشارت تقارير منظمة الصحة العالمية (WHO) إن أكثر من 25 مليون شخص يموتون كل سنة بسبب الإسهال وثلث هذا العدد تقريباً من الأطفال دون سن الخامسة من العمر وعزوا ذلك الى المسببات المرضية التي تنتقل بالمياه، وتشير الدراسات والإحصائيات في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن 59%من الأمراض ناتجة عن تلوث مياه الشرب [1]، كما تشير تقارير برامج الأمم المتحدة (UNEP) لعام 1999 إلى أن ما يزيد عن 80% من الأمراض وأكثر من 33% من الوفيات في الدول النامية سببها تلوث مصادر مياه الشرب، أما في العراق فتؤكد تقارير وزارة الصحة أن هناك انتشارا واضحاً للأمراض المنقولة بالمياه في عقد التسعينيات من القرن الماضي لحد الآن وذلك لرداءة نوعية مياه الشرب، وقد بلغت أعداد الوفيات لعام 2001 في العراق قرابة 90000 حالة للأطفال نتيجة تلوث المياه ومازالت هذه الزيادات مستمرة في أعدادها وأنواعها، أما في تقارير الإحصاءات البيئية لسنة 2005 فأشارت إلى أن قرابة 920000 حالة إسهال للمرضى المراجعين والراقدين للمؤسسات الصحية من الفئة العمرية الاقل من 5 سنوات في العراق، منها قرابة 136000 حالة إسهال في محافظة نينوى فقط [2] . وتحتوي المياه الملوثة على المسببات المرضية التي تنتقل إلى الإنسان العديد من الأمراض مثل شلل الأطفال والتهاب الكبد Hepatitis A والتيفوئيد والكوليرا وغيرها وهي تمثل مخاطر كامنة عند تلوث مياه الشرب ، كما تنتقل الابتدائيات إلى الإنسان بوساطة مياه الشرب مثل *Entamoeba histolytica* المسببة للزحار الأميبي وكذلك *Giardia lambelia* المسببة لالتهاب الأمعاء الوبائي عند الأطفال [3].

لقد كان العراق في عقد الثمانينات وما قبلها يتمتع بمنظومات مياه كفؤة، حيث كان نسبة السكان الذين يحصلون على مياه صالحة للشرب (95%) للمناطق الحضرية و (75%) للمناطق الريفية، إلا أن ما أصاب قطاع الخدمات من تدهور لسنوات الحرب والحصار فضلا عن ظروف الجفاف وشحة الإيرادات في نهري دجلة والفرات ومشاكل إدارة وتشغيل السدود اثر سلبا على نوعية المياه [4]، ونظرا لأهمية هذا الموضوع وتأثيره المباشر على حياة الإنسان فقد أجريت العديد من الدراسات على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لمياه الشرب ومقارنتها مع المواصفات القياسية المعتمدة منها دراسة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لمحطات مختارة لمياه الشرب في محافظة بابل وأشارت النتائج الى مطابقة الخصائص المدروسة للمواصفات القياسية ماعدا الأملاح الذائبة وتركيز ايونات الكالسيوم و الكبريتات التي تجاوزت الحدود القياسية المسموح بها [4] ، ودراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية و البكتريولوجية لمياه محطة إسالة جرف الصخر شمال محافظة بابل، حيث كانت تراكيز اغلب الخصائص المدروسة مطابقة للمواصفات العراقية والعالمية لمياه الشرب ماعدا نتائج العسرة الكلية والفوسفات والصفات البكتريولوجية فكانت متجاوزة للمواصفات القياسية المعتمدة مما يدل على عدم كفاءة المحطة في اختزال التلوث [5] ، كما تم لتقييم مصادر مياه الشرب في مدينة بغداد باستخدام مؤشر نوعية المياه WQI باعتباره كأداة فعالة لتحديد نوعية المياه وأشارت النتائج الى أن مياه نهر دجلة في بغداد ذات نوعية رديئة جدا مما ينعكس على نوعية مياه الشرب [6].

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

كما درست نوعية مياه الشرب لأربع مواقع من مدينة البصرة باستخدام مؤشر نوعية المياه WQI للمعايير المدروسة وفقا للمواصفات القياسية العراقية والعالمية والتي أشارت الى أن نوعية مياه الشرب كانت من صنف رديئة في موقعين ومقبولة في المواقع الأخرى وهذا يعكس رداءة نوعية المياه الخام المجهز الى وحدات الإسالة [7] ، لذلك جاءت الدراسة بهدف إعطاء صورة عن السلامة الصحية لمياه الشرب في جامعة الموصل باعتبارها من الجامعات العراقية العريقة والتي تضم أعداد كبيرة من المنتسبين والطلبة والعمال وتقييم نوعيتها باستخدام مؤشر نوعية المياه WQI بالاستناد الى المواصفات القياسية العالمية المعتمدة.

2. المواد وطرائق العمل:

تم جمع عينات مياه الشرب خلال صيف عام 2008 من برادات الماء الكهربائية المنتشرة بكثرة في كل وحدات وكليات جامعة الموصل باستخدام قناني بلاستيكية سعة لتر لإغراض الفحوصات الفيزيائية والكيميائية، أما عينات الاختبارات البكتريولوجية فقد جمعت بقناني معقمة حاوية على قطرات من محلول ثايوسلفات الصوديوم للتخلص من تأثير الكلورين الحر إن وجد وملئت بعد فتح الصنبور قليلا. وقد تم قياس تركيز الكلور المتبقي حقليا باستخدام جهاز حقلي، وقد أجريت معظم الفحوصات المختبرية وفق الطرائق المستخدمة عالمياً [8] , إذ تم قياس التوصيل الكهربائي EC_{25} بجهاز التوصيلية الكهربائية والدالة الحامضية pH بجهاز PH meter من نوع Philips والقاعدية الكلية T.Alk بالمعايرة مع حامض الكبريتيك القياسي, والعسرة الكلية وعسرة الكالسيوم وعسرة المغنيسيوم بالمعايرة مع محلول Na_2EDTA القياسي، وتركيز ايونات الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ باستخدام جهاز طيف اللهب الانبعاثي (Flame photometer) . وتركيز ايونات الكلوريد Cl^- بطريقة مور, وايونات الكبريتات $SO_4^=$ بطريقة الكدرة Turbidimetric Method وقيست ايونات النترات NO_3^- بطريقة (Ultra spectrophotometer method) ، أما الاختبارات البايولوجية Bacteriological Test فقد تم تقدير كل من العدد الكلي للبكتريا (TPC) Total Plate Count على وسط الأكار المغذي nutrient agar وحساب عدد بكتريا القولون البرازية fecal Coliform بطريقة العدد الأكثر احتمالاً MPN وبكتريا *E.coli* كما أشار إليها [10,9]، كما تم حساب معامل نوعية المياه WQI لـ اثنا عشرة صفة باستخدام طريقة الدليل الحسابي الموزون Weighted Arithmetic Index method بالمقارنة مع المواصفات القياسية العراقية والعالمية (جدول) كما في المعادلات التالية [11,6] :

$$q_i = \frac{C_i}{S_i} \times 100$$

$$w_i = \frac{1}{S_i}$$

$$WQI = \sum_{i=1}^{i=n} w_i \times q_i$$

$$\text{overall } WQI = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} w_i x q_i}{\sum w_i}$$

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

W_i: الوزن النسبي لكل صفة.

q_i: مقياس درجة النوعية لكل صفة.

C_i : التركيز المقاس.

S_i : القيمة المسموح بها عالميا.

n: عدد الصفات المدروسة.

3. النتائج والمناقشة:

1- الدالة الحامضية : pH

تعد الدالة الحامضية كمعيار مهم لتقدير مدى ملائمة المياه للشرب والاستخدامات المختلفة واحتمالية حدوث التلوث، وتشير النتائج المبينة في الجدول 1 الى أن القيم تراوحت بين (7.69–8.35) وبمعدل (8.12) ويلاحظ بان الانحراف القياسي قليل نسبيا نتيجة لقلة الفروقات بين قيم الدالة الحامضية للمواقع قيد الدراسة، كما يلاحظ بان القيم تميل نحو القاعدية قليلا بسبب احتواء المياه المدروسة على البيكاربونات وهذا ما يؤكده العديد

جدول 1 : نتائج تحليل مصادر مياه الشرب لمواقع في جامعة الموصل.

الصـــــفة	الحد الأدنى	الحد الأقصى	المعدل*	±SD	الحدود القياسية**
pH	7.69	8.35	8.12	0.236	6.5- 8.5
Ec_{25} µ S/cm	437	465	452	10.937	-----
T.Alk. mg/l	139	175	153	12.964	200
T. Hard. mg/l	200	220	211	8.997	500
Ca mg/l	39	50	44	2.320	200
Mg mg/l	22	28	26	2.466	150
Na mg/l	12	16	14	1.577	20
K mg/l	3.0	4.3	3.4	0.523	12
Cl mg/l	10	15	13	2.098	250
SO4 mg/l	48	81	630	11.956	250
NO3 mg/l	0.317	0.650	0.454	0.454	45
TPC cell/ ml	0.0	800	110	114.27	10
F.colif. cell/100ml	0.0	0.0	0.0	————	0.0
E.coli cell/100ml	0.0	0.0	0.0	————	0.0

- معدل سبع مكررات. ** مصدر [18]

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

من الدراسات منها دراسة [13,12]، وهذه النتائج تتفق مع القيم التي وجدها كل من [14,6] عند دراستهم لنوعية مياه الشرب في محافظة بغداد وجامعة تكريت والتي تراوحت مابين (7.7–7.98) و (7.1 –8.0) على التوالي، وعموما فان النتائج ضمن الحدود المسموح بها للشرب حسب المواصفات العراقية (6.5– 8.5).

2– التوصيل الكهربائي: EC_{25}

يعبر التوصيل الكهربائي عن كمية الأملاح الذائبة في الماء وزيادته تسبب الطعم غير المستساغ لمياه الشرب عند تجاوزه للحدود المسموح بها µS/cm (1000) ، وتشير النتائج المبينة في الجدول بان القيم لم تتجاوز µS/cm (465) وهي بذلك ضمن الحدود المسموح بها للشرب، وهذه النتائج اقل مما حصلت عليه [14] لمياه الشرب في جامعة تكريت والتي بلغت µS/cm 2000 وكذلك الحال بالنسبة لنوعية مياه الشرب لمشروع ماء الرمادي والتي بلغت µS/cm 1443 [1] وهذه الاختلافات في القيم تعود الى اختلاف نوعية المياه الخام المجهزة لمحطات الإسالة؛ إذ تصل القيم مثلا في مياه نهر الفرات كمياه خام عند منطقة السحب µS/cm 1555 ، بينما لم تتجاوز µS/cm 553 في مياه نهر دجلة عند مدينة الموصل [15].

3– القاعدية الكلية: T. Alkalinity

تتسبب القاعدية الكلية عن وجود ايونات البيكاربونات والكاربونات والهيدروكسيل، وبما أن قيمة الـpH = 8.35 فهذا يعني أن المسبب لهذه المياه هو ايوني البيكاربونات وقليلا من الكاربونات [16,8] ، ويلاحظ من الجدول (1) بان تركيز القاعدية الكلية تراوح بين 139–175 ملغم/لتر مما يعطي للماء سعة دارئة تمنع التذبذب في قيم الـ pH لهذه المياه[17] وهذه القيم تتفق مع ما توصل إليه [6] في دراسته لمياه الشرب في مدينة بغداد والتي تراوحت بين 118–181 ملغم/لتر، وعموما فان التركيز قريبه من الحدود العرقية المسموح بها للشرب [18] .

4– العسرة الكلية ومسبباتها: Total Hardness

تعد ذات أهمية كبيرة في تحديد نوعية المياه لأنها تسبب الطعم غير المستساغ عند التراكيز العالية، فضلا عن تأثيرها على تكوين الرغوة لمواد التنظيف نتيجة لترسيب صوبنات الكالسيوم المغنيسيوم مما يعيق الصابون في التنظيف [8]، وتعد ايونات الكالسيوم المغنيسيوم من أهم مسببات عسرة المياه، ويلاحظ من الجدول 1 أن معدل قيم العسرة الكلية بلغ 210 ملغم/لتر وبانحراف قياسي مقداره ±8.997 دلالة على قلة الفروقات بين القيم وبذلك تعد نوعية هذه المياه من النوع العسرة Hard water [19] ، أما معدل تراكيز ايوني الكالسيوم و المغنيسيوم فقد بلغت 44–26 ملغم/لتر على التتالي ومع ذلك فان تركيز العسرة الكلية ومسبباتها ضمن الحدود المسموح بها عراقيا للشرب [18] .

يشير الجدول 1 الى أن معدل تركيز ايوني البوتاسيوم والصوديوم بلغ 3.4–14 ملغم / لتر وبانحراف قياسية ±1.577– ±0.523 على التتالي مما يشير الى قلة التذبذب في تركيز هذه الايونات، وهذه التراكيز لم تتجاوز الحدود العراقية والعالمية المسموح بها للشرب 12– 20 ملغم/ لتر على التتالي.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

6- تركيز ايون الكلوريد: Cl

يعد من المعايير المهمة لتحديد نوعية المياه لان التراكيز العالية تعني وجود تلوث لمصادر المياه الخام المغذية لمحطات الإسالة، ويجعله غير صالح للشرب وسقي المواشي [8,6] ويلاحظ من الجدول أعلاه بان أعلى تركيز بلغ 15 ملغم/لتر وهي اقل بكثير من الحدود المسموح بها للشرب وتشير الدراسات الى ارتفاع التركيز في المياه العراقية كلما اتجهنا الى الجنوب نتيجة لتصريف الفضلات المدنية والصناعية والزراعية الى مياه الأنهار مما سيؤثر على تركيزه في مياه الشرب؛ إذ أشار [7] بان تركيز ايونات الكلوريد لمياه الشرب في مدينة البصرة بلغ 590 ملغم/لتر.

7- الكبريتات: SO_4

تتواجد ايونات الكبريتات في المياه بتركيز مختلفة تعتمد على التكوينات الجيولوجية التي مرت بها هذه المياه وعلى التجاوزات في طرح كافة الفضلات السائلة المدنية والصناعية والزراعية الى مياه الأنهار، مما ينعكس على تركيزها في مياه الإسالة وان ارتفاع تركيزها يسبب الإسهال والطعم المر [21,8] ، ولم يتجاوز تركيزها في مياه الشرب المدروسة عن 81 ملغم/لتر وهي بذلك ضمن الحدود المسموح بها للشرب 250 ملغم/لتر حسب المواصفات العراقية [18] .

8- النترات: NO_3

إن وجودها في المياه عند التراكيز العالية نسبيا غير مرغوب به، لما لها من تأثيرات سلبية على الصحة العامة؛ إذ تسبب مرض زرقة الأطفال Methaemogloinaemia وبعض الامراض السرطانية كسرطان المعدة وسرطان الغدة الدرقية واورام الدماغ الخ [20,19] مما ينعكس سلبا على نوعية مياه الشرب، وعموما فان تركيز ايونات النترات في مياه الشرب المدروسة لم يتجاوز 0.65 ملغم / لتر وهي بذلك اقل بكثير من الحدود المسموح بها 45 ملغم/لتر [18].

9- الكلور الحر المتبقي: Residual free Chorine

يضاف الكلور الى الماء في محطات الإسالة للتعقيم وقتل المسببات المرضية ولضمان التعقيم الجيد يضاف بكميات كافية مع بقاء جزء منه (0.3- 1.0 ملغم/لتر) بشكل كلور متبقي ليقي المياه من التلوث ألمكروبي أثناء النقل والخزن، ويشير الجدول 2 الى انعدام تركيز الكلور المتبقي في عينات مياه الشرب سواء كان المصدر من مياه الخزانات أو مباشرة من مياه الإسالة مما سيزيد من مخاطر تلوث المياه بالمسببات المرضية أثناء النقل والتخزين، وقد يعود ذلك الى عدم كفاءة مركبات الكلور المستخدمة في محطات الإسالة أو عدم اعتماد سياقات علمية صحيحة في المحطات كذلك فان ارتفاع درجات الحرارة صيفا سيلعب دورا كبيرا في خفض الكلور المتبقي [14] .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

4. الفحوصات البكتيريولوجية:

يعد فحص أدلة التلوث البكتريولوجي من الفحوصات المهمة جدا والتي تعطي صورة واضحة عن مدى تلوث المياه بالأحياء المجهرية خلال عمليات نقل المياه في أنابيب الإسالة وخزانات المياه في البيوت والعمارات السكنية ودوائر الدولة كما تعطي صورة واضحة عن المشاكل الصحية الناتجة عن ذلك؛ إذ أن فحوصات البكتريا القولونية البرازية Faecal coliform وبكتريا الايشيريشيا كولاي *E. coli* ضروري جدا لأنها تعطي صورة عن مدى حدوث التلوث بالبراز وبالتالي احتمالية وجود مختلف أنواع المسببات المرضية [22] ، تشير نتائج الفحص البكتيري المبينة في الجدول 2 الى أن العدد الكلي للبكتيريا TPC تراوح ما بين 0–800 خلية/1مل حيث أن جميع العينات المدروسة كانت حاوية على البكتريا باستثناء حالة واحدة لم تظهر أي نتيجة عند الاختبار كذلك فان 97% من العينات المائية المدروسة غير مطابقة للمواصفات القياسية [18] ، وقد أكدت منظمة الصحة العالمية WHOعلى عدم زيادة العدد الكلي للبكتيريا عن 10 خلية/مل [22] وقد يعزى ذلك الى عدم كفاءة عمليات التعقيم في محطات الإسالة أو عدم كفاءة العاملين لهذه العملية وكذلك احتمالية التلوث عن طريق النقل في أنابيب الإسالة وخاصة في العقدين الأخيرين نتيجة لتردي الخدمات مما دفع بالمواطنين على ربط مضخات الماء مباشرة على الشبكة من اجل سحب الماء من الشبكة ورفعه الى الخزانات في أعالي البنايات ومعروف أن هذه التجاوزات لها مخاطر صحية كامنة؛ إذ تسبب هذه العملية إحداث تخلخل بالضغط داخل الشبكة مما يؤدي الى دخول المياه الأرضية الى داخل الشبكة عند وجود أي كسر أو خلل في أجزاء الربط بين الأنابيب وهذا ما تؤكده العديد من الدراسات [24,23] ، كذلك فان الاهمال في سد اغطية الخزانات بصورة صحيحة أو تكسر البعض قد يفسح المجال لدخول دقائق الغبار مع تيارات الهواء وما تحتويه من احياء مجهرية الى مياه الخزانات، ومما يزيد من المشكلة انعدام الكلورين مع ارتفاع درجات الحرارة صيفا ووجود المغذيات الذائبة في الماء مما يشجع على تكاثر الأحياء الدقيقة.

آن عمليات الترشيح السريع في محطات التصفية قد لا يعطي مياه صالحة للشرب من الناحية البكتيريولوجية مما يستدعي إضافة الكلور لقتل الأحياء الدقيقة وهذه العملية متداخلة مع عوامل أخرى مثل كفاءة مادة التعقيم وكميته وعدد الجراثيم الموجود في المياه الخام؛ إذ يصل العدد الكلي للبكتيريا في مياه نهر دجلة في مدينة الموصل الى 9×105 خلية / مل في بعض الفترات مما يؤثر على عملية التعقيم [14,1].

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

جدول 2 : نتائج التحليل البكتريولوجي وتركيز الكلور الحر لمياه الشرب للمواقع المدروسة.

Cl_2mg/l	*E. coli* Cell/100ml	F. Colif. Cell/100 ml	TPC. Cell/ml	مواقـــع جمع العـــينات		
				مصدر العينة	مكان الجمع	الدائرة
0.0	0.0	0.0	50	صنبور*	مختبر البيئة	كلية التربـــية
0.0	0.0	0.0	800	براد ماء*	العمادة	
0.0	0.0	0.0	5	صنبور**	مدخل الكلية	
0.0	0.0	0.0	57	براد ماء*	علوم القران	
0.0	0.0	0.0	10	براد ماء **	الطابق الأرضي	مطعم المركز الطلابي
0.0	0.0	0.0	8	براد ماء *	الطابق الأول	
0.0	0.0	0.0	50	براد ماء *	الطابق الأرضي	المكتبة المركزية
0.0	0.0	0.0	400	براد ماء *	الطابق الأول	
0.0	0.0	0.0	225	براد ماء *	قسم الغابات	كلية الزراعة والغـــابات
0.0	0.0	0.0	70	براد ماء *	قسم الصناعات	
0.0	0.0	0.0	60	براد ماء **	العمادة	كلـــية الآداب
0.0	0.0	0.0	93	براد ماء *	قسم التاريخ	
0.0	0.0	0.0	100	براد ماء **	العمادة	كلـــية الهندســـة
0.0	0.0	0.0	300 <	براد ماء *	الحاسبات	
0.0	0.0	0.0	300 <	براد ماء *	مختبر البيئة	
0.0	0.0	0.0	300 <	براد ماء *	قسم الفيزياء	كلـــية العلـــوم
0.0	0.0	0.0	15	براد ماء *	قسم الجيولوجي	
0.0	0.0	0.0	100	براد ماء *	العمادة	كلـية الرياضيات والحـــاسبات
0.0	0.0	0.0	100	براد ماء *	قسم الرياضيات	
0.0	0.0	0.0	85	براد ماء *	ـــــ	حضـــانـــة الجامـــعة
0.0	0.0	0.0	80	صنبور*	ـــــ	
0.0	0.0	0.0	0.0	براد ماء **	ـــــ	م. التحسس النائي
0.0	0.0	0.0	80	براد ماء **	ـــــ	م. الموارد المائية

*مصدر الماء من خزانات الكلية أو الدائرة. ** مصدر الماء من الإسالة.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

أما بالنسبة لبكتريا القولون البرازية Fecal coliform وبكتيريا الايشيريشيا كولاي *E. coli* فقد أشارت النتائج المبينة في الجدول 2 الى خلو جميع العينات المائية المدروسة منها وهذا يعطي نوع من الاطمئنان بعدم وجود تلوث برازي وبالتالي انخفاض احتمالية وجود المسببات المرضية في المياه المدروسة، وهذه النتائج تختلف مع ما توصل إليه [20] في دراسته للتلوث البكتيري لمياه الشرب في مدينة النجف الاشرف؛ إذ كانت 53% من العينات المدروسة ملوثة ببكتيريا القولون البرازية وعزوا ذلك الى ارتفاع أعدادها في المياه الخام بسبب الخروقات في تصريف الفضلات السائلة المختلفة الى الأنهار.

دليل نوعية المياه WQI :

بعد حساب دليل نوعية المياه بطريقة الدليل الرياضي الموزون باستخدام اثنا عشرة معيار لمياه الشرب لتحديد نوعيتها وصلاحيتها للشرب بالمقارنة مع الحدود القياسية الموصى بها [12] كما مبين في الجدول 3 ويلاحظ من الجدول أن قيمة الـ WQI للفحوصات الكيميائية والفيزيائية بلغت 134.2 وبذلك تعد نوعية مياه الشرب في جامعة الموصل من صنف المياه الرديئة Poor water حسب تصنيف نوعية المياه بالاعتماد على قيمة دليل نوعية المياه WQI المبين في الجدول 4، أما عند حساب قيمة دليل النوعية WQI لكل المعايير المدروسة والتي بلغت 249 فان ذلك يعني إن نوعية مياه الشرب في جامعة الموصل خلال فترة الدراسة من صنف المياه الفقيرة جدا Very poor water وهذا التردي في النوعية يعود بالدرجة الأساسية الى التلوث البكتريولوجي؛ إذ كانت قيمة دليل نوعية المياه للـ TPC كبيرة جدا مقارنة ببقية المعايير المدروسة.

جدول 3: قيم WQI لمصادر مياه الشرب لمواقع مختلفة من جامعة الموصل.

$W_i \times q_i$	q_i	W_i	S_i	C_i	الصفـــة
14.364	108	0.133	7.5	8.12	pH
0.045	45	0.001	1000	452	Ec_{25} µS/cm
0.714	102	0.007	150	153	T.Alk. mg/l
0.084	42	0.002	500	211	T. Hard. mg/l
0.154	22	0.005	200	44	Ca mg/l
1.04	52	0.02	50	26	Mg mg/l
3.5	70	0.05	20	14	Na mg/l
3.4	34	0.1	10	3.4	K mg/l
0.325	65	0.005	200	13	Cl mg/l
0.158	31.5	0.005	200	63	SO4 mg/l
0.454	4.54	0.1	10	0.454	NO3 mg/l
110	1100	0.1	10	110	TPC cell/ ml
134.221	1576	0.539			المجمـــوع
overall $WQI = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} w_i x q_i}{\sum w_i}$ =249					

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

جدول 4 : تصنيف نوعية المياه WQI [12].

NO	قيمة WQI	تصنيف نوعية المياه
1	< 50	Excellent مياه ممتازة
2	100-50	Good water مياه جيدة
3	200-100	Poor water مياه فقيرة
4	300-200	Very poor water مياه فقيرة جدا
5	> 300	Unsuitable water مياه غير ملائمة

5. الاستنتاجات:

إن هدف أية محطة تصفية للمياه هو إنتاج مياه أمينة وصالحة للشرب وذات مذاق مستساغ، وقد وجد من الدراسة:

1. معظم المعايير الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب المدروسة كانت ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات العراقية والعالمية.
2. هناك تردي لنوعية مياه الشرب المدروسة بسبب ارتفاع العدد الكلي للبكتيريا مما يعطي إشارة لوجود مصادر لتلوث مياه الشرب بالبكتريا.
3. تعد نوعية المياه المدروسة وحسب قيمة دليل WQI من نوع المياه الفقيرة جدا عند استخدامها للشرب.

6. التوصيات:

1. متابعة إجراء الفحوصات الدورية لمستوى الكلور المتبقي في مياه الإسالة للوقوف عند أي حالة غير صحيحة.
2. تغطية خزانات المياه في الدور ودوائر الدولة بصورة محكمة منعا من حدوث التلوث عن طريق التيارات الهوائية الناقلة للغبار وروث الحيوانات والطيور.
3. توعية المواطنين بكافة الوسائل بعدم ربط مضخات المياه مباشرة مع شبكة مياه الإسالة لما له من تأثيرات

المصـــادر

[1] مجيد مطر رمل، "***تقييم نوعية مياه الشرب وكفاءة مشروع ماء الرمادي الكبير***"، مجلة القادسية للعلوم الهندسية، 3(2)، 1 (2010).

[2] عبد العزيز يونس الصفاوي، ونور ضياء صالح الطائي، "***دراسة بيئية وبكتريولوجية للفضلات السائلة من مستشفيات مدينة الموصل***"، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 18(4)، 86 (2013).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[3] عبدالعزيز يونس الصفاوي، علاء حسين المعاضيدي، ووفاء عبدالقادر السنجري، ***تقييم نوعية مياه الشيرب لبعض المدارس باستخدام دليل نوعية المياه في مدينة الموصل، العراق***"، مقبول للنشر وفي وقائع الموتمر الدوري السابع لمركز بحوث الموارد المائيه. جامعة الموصل، (2018).

[4] إيمان مهدي الموسوي، قيس حاتم و أيوب عباس إبراهيم، ***"دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمحطات مختارة لمياه الشرب في محافظة بابل"*** ، مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية، 20(1)، 397 (2012).

[5] أثير سايب ناجي العزاوي، ***"دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية والتلوث البكتيري لمياه محطة إسالة ناحية جرف الصخر في محافظة بابل"***، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بابل، (2004).

[6] B. H Khudair. **"*Assessment of water quality index and water Suitability of Tigris River for drinking water within Baghdad city, Iraq*"**. Journal of Engineering, 19(6), 764 (2013).

[7] Eassa, A, M. and Mahmood, A, A, **"*An assessment of the treated water quality for some drinking water supplies at Basrah*"**, J. Basr. Res: 38(3.A), 95 (2012).

[8] Apha, Awwa and Wcpe. **"*Standard Method for Examination of water and wastewater*"**. American public Health Association 20th ed., Washington DC, USA, (1998).

[9] نور ضياء صالح الطائي، رسالة ماجستير. ***"دراسة بيئية وبكتريولوجية للفضلات السائلة من مستشفيات مدينة الموصل"***، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، (2011).

[10] روضان عبداللة صالح، ***"دراسة تقويمية لمعالجة المياه في محطة إسالة مشروع ماء كركوك الموحد"***. مجلة التقني، 23(1)، 1 (2010) .

[11] A. Kumer and A. Dua, **"*Water quality index for assessment of water quality of river Ravi .India*"**. Journal of Environmental Sciences, 8(1), 49 (2009).

[12] M. A. House, **"*Water quality indices as indicators change*"**, Environmental Monitoring & Assessment, 15(3), 255 (1989).

[13]عبد العزيز يونس طليع الصفاوي وعلاء طلعت حسين المعاضيدي، ***"الواقع البيئي لوادي عكاب وتأثيره على مياه نهر دجلة شمال مدينة الموصل. العراق"***, مجلة الدراسات البيئية [JES]، جامعة سوهاج، 12، 55 (2014).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[14] عفاف جدعان عبيد، "***تركيز الكلور المتبقي في شبكة ماء جامعة تكريت***"، المجلة العراقية للهندسة المدنية، 7(1)، 18 (2011) .

[15] عبدالعزيز يونس طليع الصفاوي،" ***دراسة نوعية وكمية الفضلات السائلة المطروحة من مدينة الموصل وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة***"، وقائع المؤتمر العلمي الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث ، جامعة الموصل, العراق 6-7 حزيران، 1 (2007) .

[16] عبدالعزيز يونس طليع الصفاوي، " ***النوعي للمياه الجوفية في مناطق شمال غرب مدينة الموصل. مجلة بيئة الرافدين***"، 5(1)، 33 (2013) .

[17] عبدالعزيز يونس طليع الصفاوي ووفاء عصام السنجري، ***التنقية الذاتية للفضلات السائلة لوادي الخرازي***" ، مقبول للنشر في مجلة التربية والعلم، (2018).

[18] الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية. المواصفة العراقية القياسية لمياه الشرب رقم 14/2270 لسنة 2006، بغداد، العراق.

[19] S. E. Manhan, "***Environmental Chemistry***", CRC Press 8th ed., Washington Dc. USA, 781 (2004).

[20] Abdul-Aziz Y. T. Al-Saffawi, Waffaa E. Al sinjari , Yasser A.J. AL-Taee ***"Assessment of groundwater quality using (WQI) in Gleewkhan village north- eastern of Iraq"*** Int. J. Enhanced Res. in Sci., Technology & Engin. 7(5), 1 (2018).

[21] سعد كاظم الخالدي، محمد إبراهيم الظفيري وعلوان عزيز حمزة،"***تقييم كفاءة بعض مجمعات تصفية مياه الشرب في محافظة النجف/ العراق***" . مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية، (2) (2010) .

[22] عبدالعزيز يونس طليع الصفاوي، وريم عدنان عبدالرزاق الشنونة. **"دراسة بيئية وبكتريولوجية لنوعية المياه الجوفية جنوب شرق مدينة الموصل"**، وقائع المؤتمر العلمي البيئي الثاني لكلية علوم البيئة وتقناتها. جامعة الموصل.27 – 28 / 11 (2013).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (185 - 198)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[23] أثير سايب ناجي العزاوي، وميض عادل الطائي وضرغام علي السلطاني،***"دراسة بعض الملوثات المايكروبية لبعض المياه المعبئة العراقية والعالمية"***. مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية، 19(1)، 101 (2011).

[24] عبد الغني إبراهيم يحيي، أحلام عمر علي الحسين وأكرم ثابت الراوي، ***"النوعية الميكروبية والفيزوكميائية لمياه الشرب في مصنعي ألبان بغداد"***. مجلة البيئة والتنمية المستدامة، 5(2)، 93 (2002).