---مجلة علوم الرافدين، المجلد 27، العدد 4 /عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث لعلوم الحياة، ص 193-202، 2018---

تطبيق المؤشر الكندي (CCME WQI) لتقييم جودة المياه لأغراض الشرب: دراسة حالة جودة المياه الجوفية في ناحية المحلبية/ محافظة نينوى

عبدالعزيز يونس طليع الصفاوي

قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة الموصل

E-mail: alsaffawia@yahoo.com

(أُستلم 30/ 7 /2018 ؛ قُبل 1 / 11 /2018)

الملخص

تهدف الدراسة الحالية الى تطبيق الدليل الكندي لنوعية المياه (CCME WQI) على مياه اثني عشر بئرا موزعة في ناحية المحلبية شمال غرب مدينة الموصل لتقيمها لأغراض الشرب، وقد جمعت عينات مياه الابار شهريا من كل بئر (من حزيران لغاية شهر كانون الاول 2012) لتقدير كل من: قيمة الأس الهيدروجيني pH والمواد الذائبة الصلبة TDS والقاعدية الكلية T. Alkalinity والعسرة الكلية T. Hardness والايونات السالبة Anions والموجبة Cations.

وتوصلت نتائج الدراسة الى ارتفاع تركيز بعض الصفات المقاسة، ولاسيما الاملاح الذائبة الصلبة وايونات الكالسيوم والكبريتات التي بلغت (2271, 673, 3390) ملغم. لتر$^{-1}$ على التوالي مما سيوثر في قيم مؤشر نوعية المياه (CCMEWQI) التي تراوحت بين (42.41 – 60.45) وهذا يشير الى ان 83 % من العينات المائية المدروسة من صنف المياه المشكوك بها Marginal والبقية رديئة النوعية Poor quality للشرب وهذا التردي في نوعية المياه يعكس طبيعة التكوينات الجيولوجية التي تمر بها المياه، مما يتطلب بعض المعاملات البسيطة لها كعمليات التجميد والانصهار البطيء لتحسين نوعيتها قبل استخدامها للشرب.

الكلمات الدالة: نوعية مياه الابار، الموديل الكندي CCMEWQI، ناحية المحلبية، العراق.

Application of the CCME WQI to Evaluate Water Quality for Drinking Purpose: A Case Study for Groundwater Quality of Al-Mahalibiyah Sub District, Nineveh Province/ Iraq.

Abdul-Aziz Y. Al-Saffawi

Department of Biology/College of Education for Pure Science/ University of Mosul

ABSTRACT

The current study aims to applying the Canadian water quality model on water of twelve wells distributed in Al-Mahalibiyah sub district, north-west of Mosul, to be evaluated for drinking purposes, Monthly water samples were collected from each well, (From June to December 2012) to estimate the followings: PH, Total dissolved solids, Total Hardness, Total Alkalinity, Anions and Cations concentrations.

The results indicated a rise in some studied characters, especially Total dissolved Solid, Calcium and sulfate ions, that reached to (33909.673, 2271) mg / L, respectively, which have a negative impact on the CCMEWQI values, which ranged between (42.41 - 60.45) and this indicates that %83 of the water samples were classified as Marginal water category and the rest were classified as Poor water quality of drinking, this deterioration in water quality reflects the nature of

the geological formations that water passes through, which requires some treatments such as freezing and slow melting to improve their quality before drinking.

Keywords: Groundwater quality, CCMEWQI model, Al-Mahalibiyah Sub District.

المقدمة

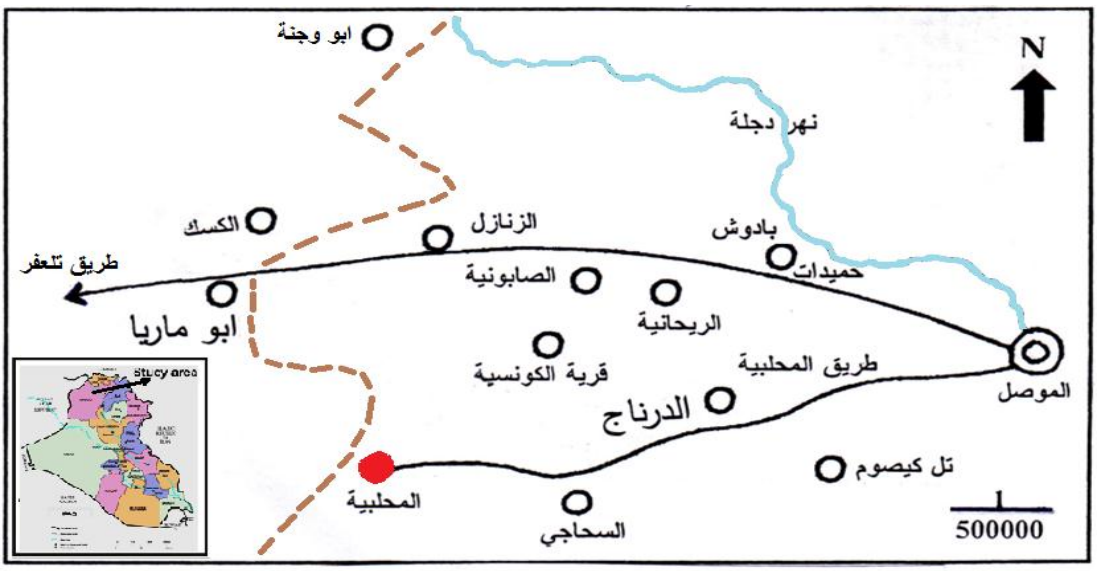
" الماء هو الحياة Water is life" و" الصحة هي الثروة Health is wealth" و "اهدار الثروة Waste to wealth" هو "العبث والاهمال بالموارد المائية حولنا التي ممكن ان تكون مدمرة للحياة والصحة والثروة، إنّ توفير المياه الملائمة للاستخدام البشري أضحت من المشاكل الصعبة التي تواجه العالم في العديد من المناطق خاصة في دول العالم الثالث؛ اذ ان اعدادا كبيرة من الامراض التي تصيب الانسان تنتقل عن طريق المياه وتسبب مختلف أنواع الامراض حتى الخطيرة منها ، التي قد تسبب الموت مثل الكوليرا والتيفوئيد والـ Shigellosis... الخ (الصفاوي والعساف، 2018)، وتشير الدراسات الى حدوث اكثر من 3 مليون حالة وفاة سنويا بسبب استخدام مياه شرب غير أمينة وبخاصة امراض الاسهال لدى الاطفال (Reed *et al*., 2000)، وفي الوقت الحاضر فإن الكثير من الشعوب الافريقية تعاني من نقص المياه النقية، إذ أن 18 مليون فرد في كينيا و 57 مليون فرد في نيجيريا لا يحصلون على المياه النقية، وان اكثر من 3100 طفل في كينيا و45000 طفل في نيجيريا يموتون سنويا بسبب الاسهال الناتج عن إستخدام المياه غير الآمنة وتفتقر الى السلامة الصحية (Water Aid, 2016)، كما يشير Rojko (2003) الى أن اكثر من 30% من شعوب العالم الثالث بحاجة الى المياه النظيفة وان 875 مليون حالة اسهال تحدث كل عام بسبب عدم سلامة مياه الشرب في هذه الدول (الصفاوي والمعاضيدي، 2018)، والحقيقة المرعبة لتوقعات .UNEP (2008) بإن ثلثي سكان العالم سيعانون من العجز المائي بحلول عام 2025 ؛ اذ ستعاني 25 دولة من العجز المائي في افريقيا لوحدها بمقدار (1.700 m^3) لكل فرد سنويا. ان استمرار التدهور البيئي قد يؤدي الى حدوث كارثة يصعب التغلب عليها، لذا فقد دعا الرأي العام الدولي الى تتبع المؤشرات التي تدل على تناقص كميات المياه وزيادة التلوث فيها مع زيادة التوعية المجتمعية بكافة الوسائل الاعلامية خاصة في دول العالم الثالث ومنها العراق مع تفعيل دور القوانين البيئية وعمليات المراقبة وتشجيع عمليات الفحص الدوري للمصادر المائية وتتبع مصادر التلوث للحد من انتشارها كذلك التوجه نحو ترشيد الاستهلاك المائي في كافة المجالات للحفاظ على هذه الثروة مع استخدام الطرائق الحديثة لتقييم نوعية المياه كاستخدام موديلات Models لتقييم نوعية المياه السطحية والجوفية.

ان استخدام موديلات نوعية المياه WQI Models قد انتشرت بشكل كبير بعد اقتراح موديل رياضي من قبل Horton عام 1965 الذي طوره بعد ذلك Brown عام 1970 (قبلان وآخرون، 2018). ومع مرور الوقت فإن عدداً كبيراً من الموديلات اقترحت وطورت بسبب قابلية الدليل على اعطاء قيمة مفردة تعكس التداخلات بين الاعداد الكبيرة من البيانات والصفات الخاصة بالمياه (Krishan *et al*., 2016) والتي تكون مفهومة للجميع، وتعد بعض الموديلات كالموديل الكندي CCME WQI والموديل الرياضي الموزون WAWQI وموديل مؤسسة الصحة الوطنية National sanitation Foundation (NSFWQI) وموديل Oregon لنوعية المياه OWQI من اكثر الموديلات استخداما وشيوعا في العالم، ويتميز الموديل الكندي CCME WQI بانتشار استخدامه عالميا من قبل الباحثين لتقييم المصادر المائية وتحديد درجة تلوثها ولا يهتم هذا الموديل بوزن الصفات (Parameters) التي فيها انحراف ولو باختبار واحد عن الحدود القياسية بل يتعداه الى وزن كل قياس (test value) منحرف عن الحدود القياسية مما يعطي الدقة العالية في تقييم نوعية المياه المدروسة (Al-Saffawi, 2018a). لذلك جاءت الدراسة بهدف تقييم مياه ابار ناحية المحلبية لاغراض الشرب باستخدام الموديل الكندي لتقييم نوعية المياه.

المواد وطرائق العمل

درس البحثُ بعضَ الخصائص الفيزياوية والكيمياوية لبعض مصادر المياه الجوفية لناحية المحلبية التابعة لقضاء تلعفر/ محافظة نينوى غرب مدينة الموصل؛ اذ تم تحديد 12 بئرا بصورة عشوائية في ناحية المحلبية كما موضح في الشكل (1) الذي يشير الى ابتعاد مصادر المياه للقرية عن التغذية من الانهار والمسطحات المائية، وتعد الآبار المدروسة من النوع العميقة لتجاوز اعماقها 20 متر (Al-Saffawi, 2018b) واغلبها ذات طعم غير مستساغ ومر، و(الجدول 1) يوضح بعض خصائص المياه المدروسة. تتميز منطقة الدراسة بوجود تكوين الفتحة الحاوية على املاح المتبخرات (الجبس الدولومايت) مما يؤدي الى تردي نوعية المياه المارة خلالها مسببة اضرارا اقتصادية عند استخدام مثل هذه المياه (السردار واخرون، 2018).

جمعت العينات المائية للقياسات الفيزياوية والكيميائية بمعدل أنموذج واحد شهريا من كل بئر (إبتداءاً من شهر حزيران ولغاية شهر كانون الاول 2012) باستخدام قناني من البولي اثيلين النظيفة حسب ما أشار اليه (APHA, 1998)، اذ تم قياس الدالة الحامضية بجهاز الـ pH meter بعد تنظيم الجهاز بمحاليل متعددة البفر (4, 7, 9) والمواد الذائبة الصلبة بالطريقة الوزنية، كما تم قياس القاعدية الكلية ومسبباتها بالمعايرة مع حامض الكبريتيك القياسي والعسرة الكلية وأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم بالمعايرة مع المحلول القياسي Na_2EDTA والصوديوم والبوتاسيوم بجهاز طيف اللهب الانبعاثي Flame photometer وتركيز ايونات الكلوريد بطريقة مور M. Mhor بالمعايرة مع محلول نترات الفضة القياسي وأيونات الكبريتات بطريقة الكدرة Turbidmatric M. كما تم قياس الفوسفات بطريقة (M. Stannous chloride).



الشكل 1: منطقة جمع عينات مياه الابار من ناحية المحلبية

الجدول 1: مواصفات مياه ابار ناحية المحلبية. قضاء تلعفر.

Well NO	اسم صاحب البئر	العمق م	الاستخدامات	الملاحظات
1	عبدالكريم المصائد	33	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
2	حسن المصائد	30	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
3	محمد طاهر	28	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غير مستساغ ومر
4	احمد عبود	45	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
5	عبدالستارالمصائد	38	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
6	خضر جدوع	17	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
7	خيري المصائد	29	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
8	فخري المصائد	----	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
9	ناطق هاشم	33	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
10	محمد خالد	33	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
11	جاسم المصائد	30	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر
12	حربي المصائد	32	يستخدم لكافة الاغراض	طعم غيرمستساغ ومر

حساب الدليل الكندي لنوعية المياه CCME WQI

يتميز الموديل الرياضي الكندي لنوعية المياه بدقته العالية ويتم ايجاد قيم الدليل بحساب ثلاثة عوامل factors، وكما يلي (Al-Saffawi, 2018c ; Salman *et al.*, 2015):

F_1 (Scope) المدى: تمثل النسبة المئوية للمتغيرات المتجاوزة للحدود القياسية مقارنة بالعدد الكلي للمتغيرات (ولو مرة واحدة خلال فترة الدراسة).

$$F_1 = \left[\frac{\text{عدد المتغيرات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للمتغيرات}}\right] \times 100$$

F_2 (frequency) التردد: النسبة المئوية للفحوصات الفردية المتجاوزة للحدود القياسية على العدد الكلي للفحوصات.

$$F_2 = \left[\frac{\text{عدد الفحوصات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}}\right] \times 100$$

F_3 (Amplitude) السعة: تمثل كمية الاختبارات المتجاوزة وتحسب بمرحلتين:

1.المرحلة الأولى :عدد مرات تجاوز التراكيز الفردية للحدود القياسية ويطلق عليها الانحراف (Excursion) وتحسب كما يأتي:

$$\text{Excursion} = \left[\frac{\text{قيمة الفحص المتجاوز}}{\text{القيمة القياسية}}\right] - 1$$

وفي حالة كون قيمة الاختبار المتجاوز اكبر من القيمة القياسية تحسب بقلب النسبة.

2.المرحلة الثانية: كمية مجموعة الاختبارات الفردية المتجاوزة ويتم حسابها بجمع الانحرافات الفردية وقسمتها على العدد الكلي للفحوصات (المتجاوزة وغير المتجاوزة) ويطلق على هذا المتغير مجموع الانحرافات المعدلة (Normalization of Excursion) ويرمز له (nse) :

$$\text{nse} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{انحراف كل فحص}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}}$$

ويتم حساب السعة F_3 من المعادلة الآتية:

$$F3 = \frac{nse}{0.01\ nse + 0.01}$$

وبعد ايجاد العوامل الثلاثة يتم حساب الدليل الكندي من المعادلة الآتية:

$$CCME\ WQI = 100 - \left[\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}\right]$$

الثابت 1.732 هو لتعديل نتيجة قيمة الدليل وجعلها محصورة بين 0.0 – 100.
وتصنف نوعية المياه الى خمسة اقسام (Kumar *et al.*, 2014) كما في الجدول (2):

الجدول 2: قيم نوعية المياه لتصنيف مياه الابار.

WQI	100-95	94-80	79-60	59-45	44-0.0
التصنيف	Excellent	Good	Fair	Marginal	Poor
الدرجة	1	2	3	4	5

النتائج والمناقشة

لقيمة الاس الهيدروجيني تأثير في نوعية مياه الري والشرب بسبب تأثيرها في توازن الكاربونات ومحتوى المياه من العناصر المعدنية (Al-Saffawi, 2018c)، وتشير النتائج المبينة في (الجدول 3) الى التذبذب النسبي للقيم التي تراوحت بين (6.33–7.38) وان 52 % من العينات المائية ضمن المدى الحامضي؛ اذ ان انخفاض القيم سيؤدي الى زيادة ذوبان العناصر المعدنية السامة في الصخور للتكوينات الجيولوجية التي تمر بها المياه مثل الالمنيوم ،وبالتالي زيادة التأثيرات السلبية في المستهلك لهذه المياه (الصفاوي والمعاضيدي، 2013)، وتعود القيم المائلة نحو القاعدية قليلا الى وجود أيونات البيكاربونات (APHA, 1998)، اما الانخفاض النسبي للقيم فقد يعود الى ارتفاع تركيز الاملاح وسيادة الطور الكلوريدي والكبريتي على حساب طور البيكاربونات مما يؤدي الى خفض قيمة الاس الهيدروجيني قليلا نحو الحامضية (الصفاوي والشنونة، 2013) إضافة إلى احتمال تكوين H_2S من عمليات الاكسدة والاختزال في الظروف اللاهوائية Anoxic Condition لأيونات الكبريتات والذي تأكسد عند تعرضه للأوكسجين الى حامض الكبريتيك (الصفاوي والمعاضيدي، 2013). وعموماً فإن مياه الآبار المدروسة هي ضمن الحدود المناسبة للشرب ماعدا بعض التجازرات في مياه الآبار (11, 10, 3, 2).

وتعد المواد الذائبة الصلبة من المكونات المهمة بوصفها مقياساً لملوحة المياه (الصفاوي والعساف، 2014)؛ وتشير النتائج المبينة في (الجدول 3) الى ان تراكيز المواد الذائبة الصلبة للمياه المدروسة قد بلغت (3324) ملغم/ لتر وقد يعود الارتفاع في التراكيز الى طبيعة التكوينات الجيولوجية التي تتضمن تكوين الفتحة وقوامه املاح المتبخرات والجبس والدولومايت وتكوين إنجانة المتكون من تعاقبات من حجر الرمل والغرين والطفل، وهذه الاختلافات تنعكس على نوعية المياه المارة خلالها، وهذه النتائج مقاربة للنتائج التي توصل اليها الصفاوي (2007) عند دراسته للمياه الجوفية لقرية الكونسية، ناحية حميدات والتي بلغت (2944) ملغم/لتر واكبر نسبيا من النتائج التي توصل إليها الصفاوي وآخرون (2008) للمياه الجوفية لمنطقتي الكبة والشريخان والتي بلغت (2112) ملغم/لتر، وعموما فإن جميع العينات المدروسة متجاوزة للحدود العليا المسموح بها للشرب (WHO, 2004)، اما بالنسبة لتركيز القاعدية فهي تؤدي دورا في معادلة الحموضة او ما يسمى (ANC) عند تكونها ولولا هذه القابلية لكانت التأثيرات السلبية أكثر سوءاً في النظام البيئي المائي، (السنجري والصفاوي، 2018)، وعموما فإن تركيز القاعدية الكلية بلغ (281) ملغم/لتر كما مبين في (الجدول 3) وهذا الارتفاع النسبي في التركيز يعود الى التفاعلات التي تحدث في المياه خلال مرورها في التكوينات الجيولوجية كما في المعادلات الآتية:

الجدول 3: الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه آبار ناحية المحلبية، قضاء تلعفر (ملغم.

لتر$^{-1}$).												
PO_4	SO_4	Cl	HCO_3	K	Na	Mg	Ca	T.H	Alk	TDS	pH	Well NO.
0.023	857	33	192	4.6	40	77	373	1370	157	1087	6.36	*Min.*
2.310	1971	64	222	11.4	60	107	641	1920	182	2694	7.13	*Max.* 1
0.609	1448	48	205	7.7	47	89	556	1731	168	2224	----	*mean*
0.029	1697	30	183	3.1	52	91	611	1900	150	1830	6.35	*Min.*
0.096	2154	107	257	3.6	60	114	661	2120	211	3118	7.17	*Max.* 2
0.063	1973	63	236	3.3	57	102	640	2020	193	2401	----	*mean*
0.013	1152	39	178	10	33	66	601	1850	146	1715	6.33	*Min.*
0.150	1760	90	199	21	67	97	649	2020	163	2976	7.35	*Max.* 3
0.074	1557	72	190	16	54	87	636	1947	156	2417	----	*mean*
0.000	1462	36	199	20	57	101	591	1950	163	2616	6.81	*Min.*
0.050	1880	118	273	30	100	117	661	2120	224	3210	7.04	*Max.* 4
0.027	1670	88	242	26	85	111	625	2012	198	2975	----	*mean*
0.071	939	21	160	9.1	15	97	353	1470	131	1536	6.68	*Min.*
0.154	1763	78	266	9.6	31	122	625	2000	218	2982	7.25	*Max.* 5
0.097	1334	35	188	9.3	25	112	557	1878	154	2407	----	*mean*
0.042	1245	15	142	12,6	17	78	457	1060	116	1715	6.5	*Min.*
0.150	1860	74	270	27.0	43	140	600	2000	221	3134	7.38	*Max.* 6
0.074	1579	35	170	15.9	32	113	511	1736	139	2676	----	*mean*
0.040	1168	20	161	2.9	27	105	531	1940	132	1942	6.5	*Min.*
0.059	2085	41	190	9.1	31	180	621	2133	156	2842	7.14	*Max.* 7
0.050	1619	28	170	4.5	29	145	595	2001	139	2554	----	*mean*
0.025	1607	18	150	2.5	17	88	491	1940	123	2742	6.89	*Min.*
0.960	2172	31	184	11	68	176	632	2000	151	2966	7.21	*Max.* 8
0.050	1823	24	181	5.0	41	124	581	1963	134	2857	----	*mean*
0.021	1652	33	181	2.8	31	92	581	2000	148	2862	6.66	*Min.*
0.037	2096	73	244	11	36	134	648	2100	200	3068	7.05	*Max.* 9
0.028	1903	47	205	5.7	33	117	621	2033	168	2956	----	*mean*
0.114	1629	58	161	40	52	105	734	1060	132	2502	6.41	*Min.*
0.640	2261	148	343	50	94	126	673	2180	281	3390	7.02	*Max.* 10
0.269	1977	105	242	45	78	119	655	1874	198	2859	----	*mean*
0.033	1565	55	156	2.5	43	102	611	2000	128	2873	6.43	*Min.*
0.087	2074	164	257	3.2	57	131	649	2100	211	3324	7.60	*Max.* 11
0.053	1782	90	205	2.8	50	116	628	2044	168	3018	----	*mean*
0.038	1623	24	160	6.8	28	102	592	1900	131	2702	6.88	*Min.*
0.500	2000	25	177	9.5	31	122	611	1980	145	2808	7.31	*Max.* 12
0.172	1869	25	167	8.4	30	111	598	1949	137	2744	----	*mean*
10	400	250	200	12	200	150	200	500	150	1000	9-6.5	Stand. Limit*

*Standard limit for drinking (WHO, 2004)

(الصفاوي وطلعت، 2018) :

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$
$$CaCO_3 + 2H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

وعلى الرغم من كون القاعدية ليس لها تأثيرات ضارة على الصحة العامة الا ان التراكيز المرتفعة تعطي للماء طعما غير مستساغ، وان 57 % من العينات المائية المدروسة متجاوزة للحدود التي سمحت بها منظمة الصحة العالمية (WHO, 2004).

اما بالنسبة للعسرة الكلية للمياه فإنها تؤدي دورا واقيا للتخفيف من التأثيرات السمية لبعض المواد السامة كالعناصر المعدنية السامة ويزداد هذا التأثير بزيادة تركيزها؛ اذ تنافس العناصر السامة على مواقع الامتصاص (CCME, 2002)، فضلا عن علاقتها

بالحفاظ على تركيب الاحماض النووية وعمليات الاستنساخ والتصحيح لـ DNA وتثبيط ميكانيكية تأثير بعض المواد المسرطنة في جسم الكائن الحي (Al-Saffawi, 2018b). وتشير النتائج المبينة الجدول (3) الى ان تراكيز العسرة الكلية وأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم تراوحت بين (1060-2180) و (353-734) و (66-180) ملغم/ لتر على التوالي، ان التراكيز المرتفعة تعود الى ذوبان الاملاح المتراكمة في الطبقات الجيولوجية التي تمر بها المياه وان نتائج تركيز العسرة الكلية أقل مما هي عليه في مياه آبار قرية قرة تبة التي تراوحت بين (2490-2562) ملغم/ لتر (المشهداني وجماعته، 1989)، وعموما فإن قيم العسرة الكلية لمنطقة المحلبية متجاوزة للحدود العليا المسموح بها عالميا (500) ملغم/ لتر.

اما بالنسبة لأيوني الصوديوم والبوتاسيوم فان ايون الصوديوم يوجد بنسبة أكبر من البوتاسيوم في مياه العراق الطبيعية، وأنّ للصوديوم أهمية بالنسبة للصحة العامة لما له من علاقة مع ضغط الدم، فضلاً عن ذلك فإن التراكيز العالية من أيونات الصوديوم تعمل على تحفيز حدوث الاورام السرطانية عند التعرض للمواد المسرطنة (WHO, 2003)، أما البوتاسيوم فيُعّد من العناصر الضرورية لوظائف الكائنات الحية كحماية عمل القلب وتنظيم ضغط الدم وتقلص العضلات (Mohsin *et al.*, 2013)، وتُشير النتائج المبينة في (الجدول 3) إلى أن تركيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم تراوحت بين (15-100) و (2.5-50) ملغم/ لتر على التوالي، ويعزى سبب اختلاف تراكيز أيون البوتاسيوم بين الآبار إلى اختلاف مصادر البوتاسيوم حسب النشاطات الأرضية؛ إذ يُعدّ التسميد أحد مصادره في المياه الجوفية (Chapelle, 2004)، ان التراكيز القليلة جداً للبوتاسيوم بالمقارنة مع أيون الصوديوم وعلى الرغم من وجودهما في القشرة الأرضية بكميات متقاربة يعود إلى الانتقالية العالية للصوديوم والاستقرارية النسبية للبوتاسيوم نتيجة دخوله في تركيب المعادن الطينية في أثناء عملية التجوية (الصفاوي والشنونة،2013)، وتتواجد أيونات الكلوريدات والكبريتات في المياه الطبيعية ويعتمد تراكيزها على طبيعة التكوينات الجيولوجية والصخور التي مرت بها المياه، فارتفاع تركيزهما المتجاوزة للحدود المسموح بها لها تأثيرات سلبية في نوعية مياه الشرب، كما تسبب الكبريتات الطعم المر Bitter taste للمياه عند ارتفاع تركيزها اكثر من 500 ملغم/ لتر وكذلك التأثير المسهل للإنسان والحيوان وممكن ان تسبب تهيج الجهاز الهضمي (طليع وآخرون، 2002؛ Kumar *et al.*, 2015)، ويلاحظ من الجدول بأن تركيز ايونات الكلوريد ضمن الحدود المسموح بها عالميا (WHO, 2004) والتي بلغ أعلى معدل لها (105) ملغم/ لتر، بينما تميزت ايونات الكبريتات بتجاوزها للحدود العليا المسموح بها للشرب حيث تراوحت معدلاتها بين (1334–1977) ملغم/ لتر وهذا الارتفاع بالتركيز يعود الى طبيعة التكوينات الجيولوجية التي تمر بها المياه.

اما بالنسبة لايونات الفوسفات PO_4 فتشير الدوريات الى كونهاغير سامة للانسان والحيوان مالم تتواجد بمستويات عالية مما قد تسبب مشاكل في الجهاز الهضمي (Al-Saffawi and Al-Sardar, 2018) وتشير النتائج المبينة في الجدول الى انخفاض محتوى الآبار المدروسة من ايونات الفوسفات الذي تراوح بين (0.00 –0.50) ملغم/ لتر ويلاحظ ايضا انخفاض تراكيز الفوسفات مقارنة بالأيونات السالبة المدروسة والذي يعزى إلى قابلية ترسب الفوسفات بشكل فوسفات الكالسيوم إضافة إلى إمتزازه من قبل أسطح دقائق الطين ممّا يقلل انتقاله إلى البيئة المائية، كما يُعّد الاستعمال الكثير للأسمدة الفوسفاتية والمنظفات المصدر الرئيس للفوسفات في المياه الجوفية (الصفاوي والشنونة، 2013)، وعموما فإن تركيز ايونات الفوسفات تعد ضمن الحدود المسموح بها للشرب التي حددتها منظمة WHO.

تقييم مياه الآبار للشرب باستخدام (WQI)

ان الهدف الرئيس من حساب دليل نوعية المياه هو لتسهيل الحكم على نوعية المياه بوساطة تحويل الكم الهائل من البيانات والتحاليل المعقدة لخصائص المياه الى معلومات سهلة ومفهومة يمكن استخدامها من قبل المختص وغير المختص (Al-Saffawi *et al.*, 2018)، ويعتمد دليل النوعية على بعض الصفات والمعايير المهمة التي تعد كدليل أوّلي لنوعية المياه وبذلك يعطي فكرة عامة عن المشاكل المحتملة للمياه في أية منطقة (Etim *et al.*, 2013). وتم تصنيف نوعية مياه آبار ناحية المحلبية

كما مبين في الجدول (4) الذي يشير الى ان قيم دليل نوعية المياه متراوحة بين (42.41–60.45) وكذلك فان 83% من العينات المائية من صنف المياه المشكوك بها Marginal water وغير مأمونة الشرب لكونها ذات نوعية رديئة deterioration إذ هي متجاوزة للمستويات المسموح بها (WHO, 2004)، اما بقية العينات المائية المتمثلة بمياه البئر (3 و10) فهي ذات نوعية فقيرة Poor quality وغير مناسبة للشرب وهذا التردي في نوعية المياه يعود بالدرجة الاساسية الى التراكيز المرتفعة للمواد الذائبة الصلبة والعسرة الكلية وايونات الكالسيوم والكبريتات وهي المسؤولة عن تدهور مياه الآبار المدروسة ، مما أدّى الى ارتفاع العوامل F3, F2, F1 وبالتالي انعكست على خفض قيم مؤشر النوعية.

الجدول 4: قيم وتصنيف نوعية مياه آبار ناحية المحلبية للشرب.

الابار	F_1	F_2	F_3	CCME,WQI		
				القيمة	التصنيف	
1	54.55	58.10	46.34	46. 77	مشكوك فيه	Marginal
2	54.55	50.00	51.32	48.00	مشكوك فيه	Marginal
3	63.64	55.17	47.00	44.30	رديئة النوعية	Poor
4	54.55	55.88	53.49	45.35	مشكوك فيه	Marginal
5	45.45	40.38	44.57	56.47	مشكوك فيه	Marginal
6	54.55	55.10	46.76	47.70	مشكوك فيه	Marginal
7	54.55	43.18	46.76	51.63	مشكوك فيه	Marginal
8	54.55	38.46	47.14	52.82	مشكوك فيه	Marginal
9	45.45	42.42	50.03	52.90	مشكوك فيه	Marginal
10	63.64	54.17	54.46	42.41	رديئة النوعية	Poor
11	54.55	48.89	50.50	51.37	مشكوك فيه	Marginal
12	36.36	34.88	48.45	60.45	مشكوك فيه	Marginal

الاستنتاجات والتوصيات

1. تميزت المصادر المائيه المدروسة بارتفاع أغلب المعايير المدروسة وبخاصة تراكيز الاملاح الذائبة الصلبة والعسرة الكلية وتركيز ايونات الكالسيوم والكبريتات التي جاوزت الحدود القياسية المسموح بها للشرب؛ اذ ان هناك 235 اختباراً متجاوزة للحدود المسموح بها للشرب من مجموع 527 اختباراً مما جعل المياه متدهورة النوعية.
2. نوعية مياه الابار المدروسة حسب تصنيف معامل النوعية (WQI) تتردّد مابين مشكوك بها Marginal الى رديئة النوعية Poor لأغراض الشرب، وبذلك فإن مياه الآبار المدروسة غير صالحة في صورتها الحالية نتيجة لانحرافها عن المستويات الطبيعية

وفي ضوء ذلك فإن البحث يوصي بإجراء بعض الاجراءات البسيطة لتحسين نوعيتها كعمليات التجميد الجزئي للمياه والتخلص من الماء غير المتجمد الذي يتركز فيه معظم الاملاح واستخدام الجزء المتجمد بعد اذابته للشرب حيث يشير الصفاوي والسردار (2018) الى ان عمليات التجميد الجزئي حققت نسبة ازالة لكل من الاملاح الذائبة والقاعدية الكلية والكلوريدات والكبريتات إلى (56 – 55 – 42 – 85 %) على التوالي.

المصادر العربية

السردار، نور ميسر؛ الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع ؛ الشنونة، ريم عدنان (2018). تقييم خصائص نوعية المياه وحساب معامل (WQI) لبعض مصادر المياه في قرية أبو ماريا قضاء تلعفر/ محافظة نينوى. **27**(3)، 81-98.

السنجري، وفاء عصام عبدالقادر؛ الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع (2018). تقييم مياه وادي الخرازي في مدينة الموصل لأغراض الري وسقي المواشي باستخدام دليل نوعية المياه (IWQI). مجلة الاطروحة للدراسات البيئية. **5**،57-71.

الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع (2007). دراسة صلاحية المياه الجوفية، ناحية حميدات للأغراض الزراعية. مجلة التربية والعلم. **20**(1)،191-204.

الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع؛ طلعت، ريم أياد (2018). تنقية مياه الصرف الصحي بالتعريض المباشر للأشعة الشمسية. مجلة علوم الرافدين **27**(1)، 64-75.

الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ السردار، نور ميسر (2018). إمكانية استخدام بعض الطرائق الفيزياوية والحيوية لتحسين نوعية مياه الآبار. مجلة التربية والعلم للعلوم الصرفة. **27**(9)، 47-60.

الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ الشنونة، ريم عدنان عبدالرزاق (2013). دراسة بيئية وبكتريولوجية لنوعية المياه الجوفية جنوب شرق مدينة الموصل. وقائع المؤتمر العلمي البيئي الثاني. كلية البيئة وتقناتها. جامعة الموصل. العراق. 153-137.

الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ العساف، ازهار يونس (2014). دراسة بيئية وبيولوجية للفضلات السائلة في وادي الدانفيلي وتاثيره على نوعية مياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل. مجلة التربية والعلم للعلوم الصرفة. **27**(1)،71-89.

الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ العساف، ازهار يونس رضا (2018). التقييم النوعي لمياه نهر دجلة باستخدام معامل نوعية المياه (WQI) لاغراض الشرب في محافظة نينوى. شمال العراق. قيد النشر في مجلة الدراسات البيئية، جامعة سوهاج.

الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ المعاضيدي، علاء طلعت حسين (2018). استخدام صفائح الالمنيوم كعاكسات في معالجة مياه المجاري بالأشعة الشمسية. مجلة التربية والعلم للعلوم الصرفة. **27**(3)،1-18.

صفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ المعاضيدي، علاء طلعت حسين (2013). الواقع البيئي لوادي عكاب وتأثيره على مياه نهر دجلة شمال مدينة الموصل.العراق. مجلة الدراسات البيئية (JES). **12** ،55–61.

طليع، عبدالعزيز يونس؛ ابراهيم، ضياء ايوب؛ الصفاوي، نوار طلال (2002). دراسة نوعية المياه الجوفية لقرية الكونسية وصلاحيتها للاستخدامات المنزلية. مجلة التربية والعلم. **14**(2)،19-29.

المشهداني، يحيي داوود؛ طليع، عبدالعزيز يونس؛ الحفوظي، سعد الدين ماجد (1989). المياه الجوفية الممتدة بين مدينة الموصل وناحية بعشيقة ومدى صلاحيتها للاستخدامات المدنية والزراعية. مجلة التربية والعلم. **9**،11-21.

الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع؛ علي، فائق حسن؛ كنة، عبدالمنعم محمد علي (2008). التقييم الفيزيائي والكيميائي لبعض آبار منطقة الشريخان– الكبة وصلاحيتها للشرب والاستخدامات المنزلية. المؤتمر العلمي السادس لمركز الموارد المائية، 27 – 28 تشرين الأول 2008 جامعة الموصل. 193–201.

قبلان، عبدالباري يونس حسين ؛الحمداني، ابراهيم عمر سعيد ؛الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع (2018). تطبيق الموديل الكندي CCMEWQI لتقييم الواقع البيئي لمياه الآبار للأغراض الشرب والاستخدامات المنزلية في الجانب الايسر من مدينة الموصل. شمال العراق. مقبول للنشر في مجلة الاطروحة للدراسات البيئية. العدد السادس.

المصادر الأجنبية

Al- Saffawi, A.A.T.; Al-Sardar, N.M.S. (2018). Assessment of groundwater quality status by using water quality index in Abu-Jarboaa and Al-Darrawesh Villages, Basiqa district. Iraq. Int. *J. Enhanced Res. in Sci., Techn. and Engin*. **7**(6), 6 - 12.

Alsaffawi, A.Y.T. (2018a).Application of CCME WQI to Assessment the Environmental Status of Tigris River Water for Quatic Life within Nineveh Governorate, North Iraq. *Al-utroha J. for Environ. Sci.* **5**, 13-25.

Al-Saffawi, A.Y.T.(2018b). Water quality index assessment of ground water in Al- Nimrud district of Southeastern Mosul City. Iraq. Sent to publication in: *Pakistan J. Analytical Chem. and Environ.*

Al-Saffawi, A.Y.T.; Al-Molaa, Y.T.M. (2018c). Quality characterization of groundwater by using water quality index in Al- Kasik district Northeastern of Mosul City. Iraq. Sent to publication in: *Int. J. Enhanced Res. in Sci., Techn.and Engin.*

APHA, A.W. (1998). "Standard Method for Examination of Water and Wastewater". 20th ed., Washington, DC, USA.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), (2001). Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index.: (2001). Technical Report، Canadian Council of Ministers of the environment winnipeg, MB, Canada. Available at: http://www.ccme.ca/sourcetotap/wqi.html.

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.

Etim, E.E.; Odoh, R.; Itodo, A.U.; Umoh, S.H.; Lawal, U.(2013). Water quality index for the assessment of water quality from different sources in the Niger Delta region of Nigeria. *Frontiers in Sci.* **3**(3),89-95.

Krishan, G.; Singh, S.; Kumar, C.P.; Garg, P.K.; Gurjar, S.; Ghosh, N.C.; Chaudhary, A. (2016). Assessment of groundwater quality for drinking purpose by using water quality index (WQI) in Muzaffarnagar and Shamli districts. *Uttar Pradesh, India. Hydrol. Current Res*. **7**(1),1-4. http://dx.doi.org/10.4172/2157-7587.1000227

Kumar, S.K.; Logeshkumaran, A.; Magesh, N.S.; Prince, S.; Godson, P.S.; Chandrasekar, N. (2015).Hydro- geochemistry and application of water quality index (WQI) for ground water quality assessment, Anna Nagar, part of Chennai City, Tamil Nadu, India. *Appl. Wat. Sci*. **5**, 335–343.

Kumar, M.K., Mahesh, M.K.; Sushmitha, B.R. (2014). CCME water quality index and assessment of physico- chemical parameters of chikkakere,periyapatna, Mysore district, Karnataka state, India. *Int. J. Innov. Res. in Sci., Engn. and Techn.* **3**(8),15343-15347.

Mohsin, M.; Safdar, S.; Asghar, F.; Jamal, F. (2013). Assessment of drinking water quality and its impact on residents health in Bahawalpur city. Pakistan. *Int. J. Humanit. and Social Sci*., **3**(15), 114-128.

Reed, R.H.; Mani, S.K.; Meyer, V. (2000). Solar photo- oxidative disincentive of drinking water: preliminary field observations. *Applied Micro*. **30**, 432-436.

Rojko, C. (2003). Solar disinfection of drinking water. Msc. Thesis Coll. of Engineering, U. S. A.

Salman, J.M.; Abd- Al-Hussein, N.A.; Al-Hashimi, O.A. (2015). Assessment of water quality of Hilla river for drinking water purpose by Canadian index (CCME.WQI). *Int. J. Rece. Sci. Res*. **6**(2), 2746-2749.

UNEP, (2008). An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters - 2nd Edition – 2008 [online] [Accessed April 15 2015]. Available at: http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article186.html.

Water Aid, (2016).*Nigeria* [online]. Available at: zttp://www. wateraid.org/ng.

WHO. (2004). "Guidelines for Drinking-water Quality". 3rd ed. Volume 1: Recommendations. World Health Organization, Geneva.

WHO. (2003). "Sodium in Drinking Water, Guide for Drinking Water Quality". World health organization. Geneva. Swizerland, 11.