

Study of the Physico-chemical properties of groundwater for some villages north of Mosul city

Ahmed Shihab Al Hamdani*¹

¹*General Directorate of Education in Nineveh Governorate /The Ministry of Education/Iraq

Email: ¹* ahmed_sh@nan.epedu.gov.iq

(Received June 16, 2022; Accepted August 08, 2022; Available online September 01, 2022)

DOI: [10.33899/edusj.2022.134274.1252](https://doi.org/10.33899/edusj.2022.134274.1252), © 2022, College of Education for Pure Science, University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

The study included the selection of groundwater from three villages north of the city of Mosul, namely the villages of (Hassan Jallad, Ghazil and al-Khrab), with two wells from each village for six months, with one sample from each well per month to study its physical and chemical characteristics and determining the extent to which it can be used for drinking and various household uses. By studying the characteristics (groundwater temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen in water, pH, water hardness, as well as positive and negative dissolved ions in water). The results of the study indicated that the temperature of the groundwater is stable and had little variation throughout the study period, while the value of the electrical conductivity reached (1738) $\mu\text{S}/\text{cm}$ in the well (5) in Alkharab village, while the concentration of dissolved oxygen decreased to an average of (1.3) mg / liter in the well (1) in Hasan jalaad village. Meanwhile the hardness values ranged between (842-312) mg / liter, However the results indicated that the values of calcium ions ranged between (268-72) mg / liter, while the values of magnesium ions ranged between (69-27) mg / liter. On the other hand The values of sodium and potassium ions reached to the limits of (22) mg/L and (3.90) mg/L, respectively. As for the studied negative ions (bicarbonate, chlorides and sulfates), they reached (460) mg/L, (68) mg/L and (510)) mg/L, respectively

Keywords: Groundwater, Physical characteristic, Chemical characteristic, Well water

دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية لبعض القرى الواقعة شمال مدينة الموصل

احمد شهاب الحمداني*¹

¹*المديرية العامة للتربية في محافظة نينوى/ وزارة التربية/ العراق

الخلاصة

اشتملت الدراسة على اختيار مياه جوفية من ثلاث قرى شمال مدينة الموصل هي قرى (حسن جلاذ وغزيل والخراب) وبواقع بئرين من كل قرية ولمدة ستة اشهر وبواقع عينة واحدة من كل بئر شهرياً لغرض دراسة صفاتها الفيزيائية والكيميائية وتحديد مدى امكانية استعمالها لأغراض الشرب والاستخدامات المنزلية المختلفة وذلك بدراسة الخصائص (درجة حرارة المياه الجوفية والايصالية الكهربائية والاكسجين المذاب في الماء والاس الهيدروجيني وعسرة المياه فضلاً عن الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في المياه) وقد اشارت نتائج الدراسة الى ان درجة حرارة المياه الجوفية تكون مستقرة وقليلة التفاوت طوال مدة الدراسة، فيما وصلت قيمة التوصيلية الكهربائية الى (1738) مايكروسيمنز/سم في البئر (5) في قرية الخراب في حين انخفض تركيز الاوكسجين المذاب الى معدل

(1.3) ملغم/لتر في البئر (1) في قرية حسن جلاذ في حين تراوحت قيم العسرة بين (312-842) ملغم/لتر في حين اشارت النتائج الى تراوح قيم ايونات الكالسيوم بين (72-268) ملغم/لتر اما قيم ايونات المغنيسيوم فقد تراوحت بين (27-69) ملغم/لتر وبلغت قيم ايونات الصوديوم والبوتاسيوم الى حدود (22) ملغم/لتر و(3.90) ملغم/لتر على التوالي اما بالنسبة للايونات السالبة المدروسة (البيكاربونات والكلوريدات والكبريتات) فقد بلغت (460) ملغم/لتر و(68) ملغم/لتر و (510) ملغم/لتر على التوالي.

الكلمات الدالة : مياه جوفية, الصفات الفيزيائية, الصفات الكيميائية, مياه الابار

المقدمة

لقد أصبح من الواضح صعوبة الحصول على مياه الشرب المقبولة ذات الجودة الصحية المأمونة وتمثل تحدياً عالمياً حاداً وهي من المشاكل الرئيسية السائدة في البلدان القاحلة وشبه القاحلة، بما في ذلك العراق [1] فالعراق الان امام ازمة مياه كبيرة يجب الوقوف عليها وعدم تجاهلها باستخدام مبادئ الإدارة المتكاملة للمياه وتخزينها واستثمار المياه الجوفية بالطريقة المثلى [2]. عند تغلغل المياه الى طبقات التربة بشكل طبيعي تتغير صفاتها وتتفاوت أثناء مرورها عبر الطبقات الارضية ولهذا وفي كثير من الأحيان تكون المياه الجوفية ذات نسب مرتفعة من الاملاح المعدنية وخصوصا الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم وغيرها بحسب طبيعة الطبقات الارضية التي تمر بها المياه، فضلا عن انتقال الأملاح إليها من الأنشطة الزراعية والحيوانية وزيادة التجمعات السكانية حول مناطق المياه الجوفية مودياً إلى زيادة تلوث المياه ومشكلة خطراً على الصحة والمصلحة العامة لمستهلكي المياه الجوفية [3]

يعتمد استخدام المياه للشرب على تراكيز الاملاح الموجودة في المياه ودرجة الحموضة ومكونات اخرى وعند تجاوز هذه التراكيز للحدود المسموح بها وموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية والمواصفات العراقية القياسية [4] و [5] والموضحة في الجدول (1) تعتبر غير صالحة للشرب والاستخدام المنزلي ولا ينصح باستخدامها [6].

الجدول (1) محددات الصفات الفيزيائية والكيميائية حسب [4] و [5] بوحدة ملغم/لتر عدا التوصيل الكهربائي بوحدة مايكروسيمنز/سم والاس الهيدروجيني دون وحدة.

Iraqi Standard ,2009	WHO, 2011	المحددات الصفات
1500	1400	التوصيل الكهربائي
>5	>5	الايوكسجين المذاب
6.5-8.5	6.5-8.5	الاس الهيدروجيني
500	500	العسرة الكلية
150	200	ايونات الكالسيوم
100	150	ايونات المغنيسيوم
200	200	الصوديوم
12	12	البوتاسيوم
--	500	ايونات البيكاربونات
350	250	ايون الكلوريد

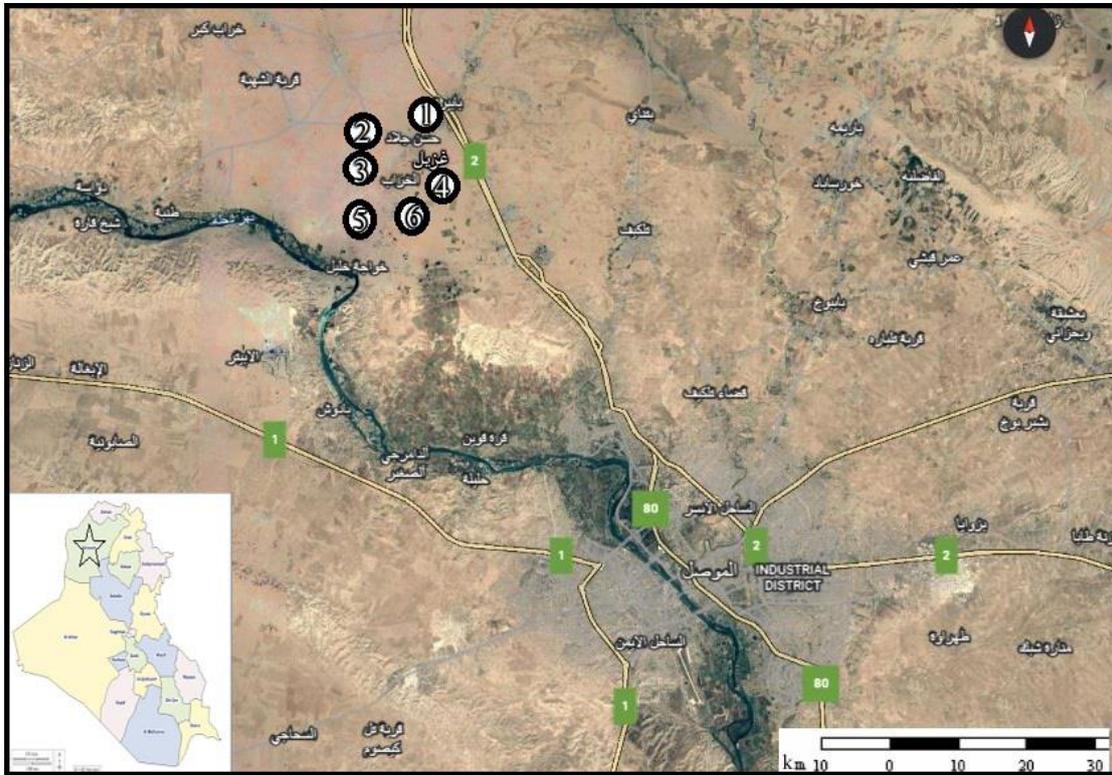
400	250	الكبريتات
50	50	نترات
5	10	فوسفات

اهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة الى دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية لمياه قرى حسن جلاذ وغزيل والخراب التي تقع شمال مدينة الموصل وتحديد امكانية استعمالها لأغراض الشرب والاستخدامات المنزلية المختلفة.

طرائق العمل

جمعت العينات من مياه ابار ثلاث قرى هي قرى حسن جلاذ وغزيل والخراب وبواقع عينتين من كل قرية وكما هو في الشكل (1) والجدول (2) للمدة من تشرين الاول عام 2021 ولغاية شهر اذار من العام 2022.



الشكل (1) صورة فضائية توضح مواقع سحب العينات (من اعداد الباحث بالاعتماد على خرائط Google).

اذ جمعت العينات باستخدام قناني من البولي اثلين بعد غسلها بشكل جيد بمياه العينة ثم ملئها وكما ورد في [7] ولتقدير كمية الاوكسجين المذاب في الماء استخدم قناني زجاجية سعة 250 ميللتر وثبت في مواقع جمع العينات باستخدام 2 مل من ونكلر A ثم 2 مل من ونكلر B وكما مبين في [7] وكذلك قيست درجة الحرارة موقعياً بينما تم نقل العينات الى مختبر الصحة العامة في محافظة نينوى لتقدير الفحوصات الفيزيائية والكيميائية وحسب ما هو مذكور في [7].

الجدول (2) مواقع الابار المدروسة.

الموقع		الحي	الابار
خطوط العرض	خطوط الطول		
N 43° 00' 13"	E "43 '31 °36	حسن جلا	1
N 43° 00' 25"	E "42 '31 °36	حسن جلا	2
N 43° 00' 42"	E "06 '31 °36	غزيل	3
N 43° 00' 21"	E "59 '30 °36	غزيل	4
N 43° 00' 02"	E "43 '30 °36	الخراب	5
N 42° 59' 51"	E "44 '30 °36	الخراب	6

النتائج والمناقشة

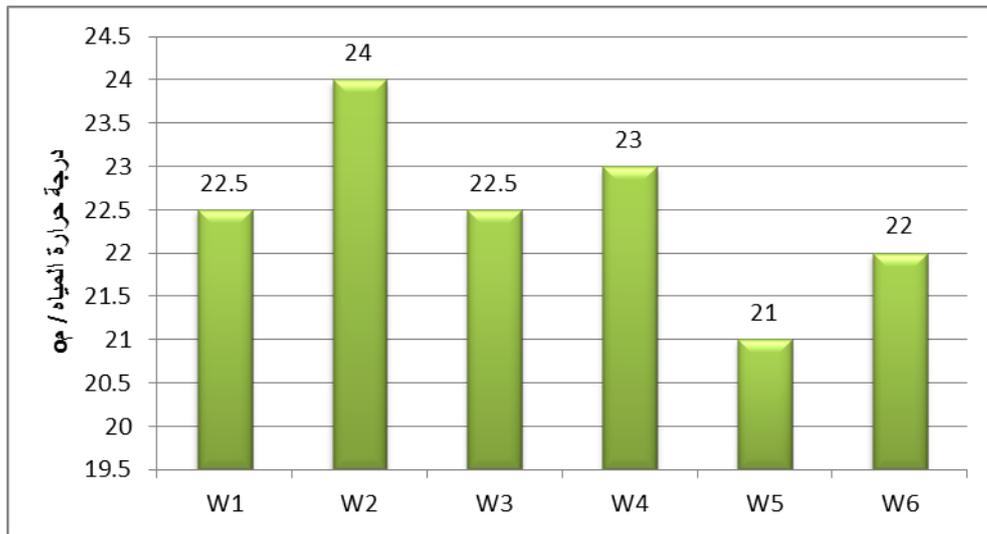
درجة الحرارة : لدرجة حرارة المياه تأثير مهم على خصائص المياه فهي تؤثر على اللون والطعم فضلا عن تأثيرها الكبير على التفاعل الكيميائي فزيادة درجة حرارة المياه يزداد معدل التفاعلات الكيميائية وتزداد ذوبانية المعادن [8] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى تراوح درجة حرارة المياه بين (19- 25) م° وبمعدلات تراوحت بين (21-24) م° كما هو في الشكل (2).

الجدول (3) الحدود العليا والدنيا للصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه الابار المدروسة.

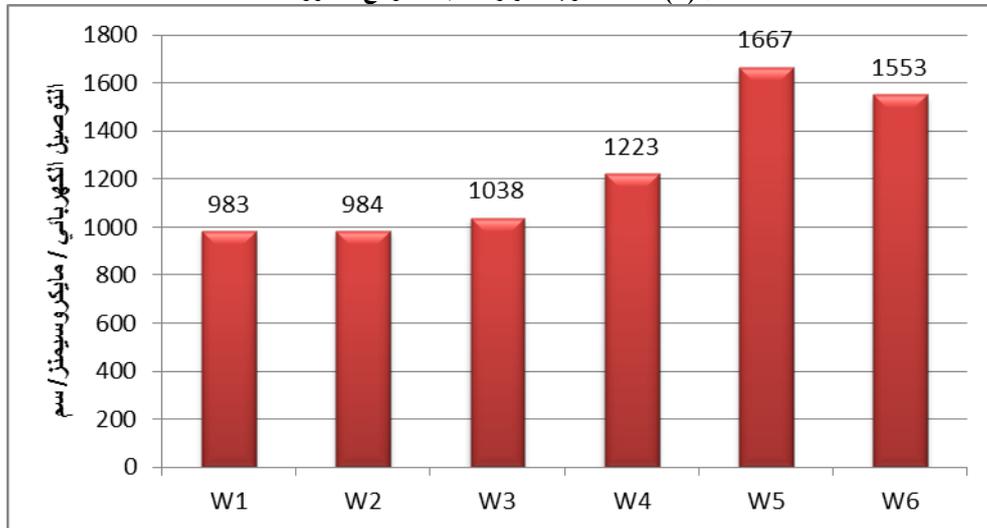
6	5	4	3	2	1	الابار الصفات
23.0-21.0	22.0-19.0	24.0-22.5	23.5-21.0	25.0-23.5	23.0-19.5	حرارة الماء م°
1661-1523	1738-1472	1338-1200	1092-990	1053-938	1015- 953	EC
1.5-1.2	1.9-1.1	3.2-2.7	4.8-3.4	3.8-1.9	4.2-1.3	D.O
7.57-7.24	7.33-7.15	7.64-7.02	7.92-7.09	7.76-7.20	7.83-7.66	pH
793-730	842-811	745-715	590-566	390-368	337-312	T.H
248-232	268-240	192-176	156- 147	88-79	84-72	Ca
48-37	44-29	69-63	53-42	47-36	38-27	Mg
17-12	22-10	18-14	15-9	11-7	9-6	Na
3.56-1.34	3.90-0.95	2.90-1.19	3.09-1.08	2.15-1.17	1.44-0.38	K
460-405	450-370	420-360	410-380	380-260	320-280	HCO ₃

64-45	53-29	68-56	46-31	66-32	37-15	Cl
510-345	530-375	450-335	480-320	420-290	430-270	SO ₄
21-08	32-18	18-05	12-07	19-13	26-23	NO ₃
0.18-0.06	0.13-0.09	0.12-0.02	0.20-0.13	0.17-0.09	0.12-0.02	PO ₄

التوصيل الكهربائي (EC) : هي قيمة عددية ترمز الى قابلية المياه على التوصيل الكهربائي والتي تتأثر بدرجة تركيز الاملاح الذائبة في المياه ونوعها ودرجة حرارة المياه [9] وقد بينت النتائج الارتفاع النسبي لقيم التوصيل الكهربائي لتبلغ (1738) مايكروسيمنز/سم في العينات المدروسة لمياه البئر (5) كما هو في الجدول (3) وبمعدلات وصلت الى (1667) مايكروسيمنز/سم كما في الشكل (3) وتعد نتائج الدراسة مقارنة لدراسة [9] لمياه ابار مدينة الموصل التي وصلت معدلات قيم التوصيل الكهربائي الى (1418) مايكروسيمنز/سم في الجانب الايسر للمدينة وعند مقارنة نتائج التوصيل الكهربائي للدراسة مع المحددات العراقية والعالمية جدول (1) نجد ان مياه البئرين (5) و(6) غير صالحة للشرب بسبب ارتفاع القيم والذي يعود الى طبيعة الصخور الخازنة للمياه وما يرافقها من عمليات الغسل والاذابة للصخور اثناء مرور المياه فيها [10]

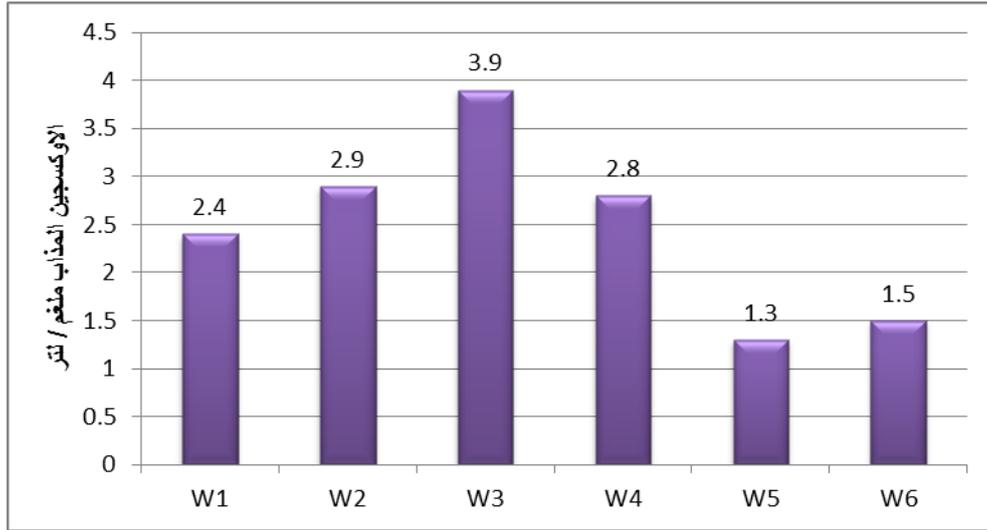


شكل (2) معدلات درجة حرارة المياه للمواقع المدروسة.



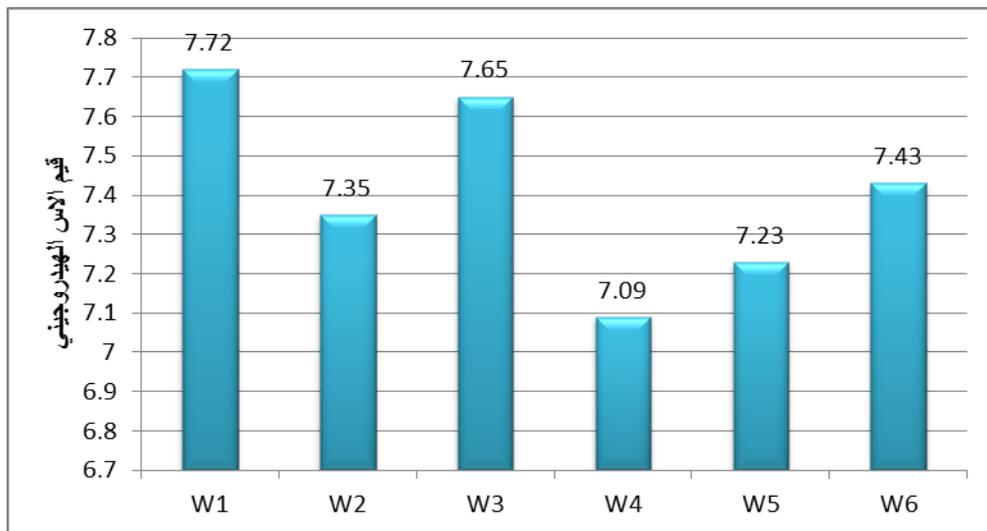
شكل (3) معدلات قيم التوصيل الكهربائي لمياه المواقع المدروسة.

الايوكسجين المذاب في الماء (D.O) : ان الاوكسجين المذاب في الماء يعد احد العوامل المؤثرة على نوعية مياه اي مصدر مائي ويتحكم بتركيزه في الماء اكثر من عامل اهمها درجة حرارة المياه والضغط الجزئي للغاز وتراكيز الاملاح الذائبة في المياه [11] وقد بينت النتائج في الجدول (3) تراوح تركيزه بين (1.1) ملغرام/ لتر في مياه البئر رقم (5) و (4.8) ملغرام/ لتر في مياه البئر رقم (3) وانخفاض معدلاته الى قيم حرجة لتسجل معدل (1.3) ملغرام/ لتر عند مياه البئر (5) وذلك كما في الشكل (4) والذي قد يعود الى الارتفاع النسبي في تراكيز الاملاح المذابة في المياه [11] وبسبب انخفاض قيم الاوكسجين المذاب في مياه الابار المدروسة تكون المياه غير صالحة للشرب حسب كل من [4] و[5]



شكل (4) معدلات قيم الاوكسجين المذاب في مياه المواقع المدروسة.

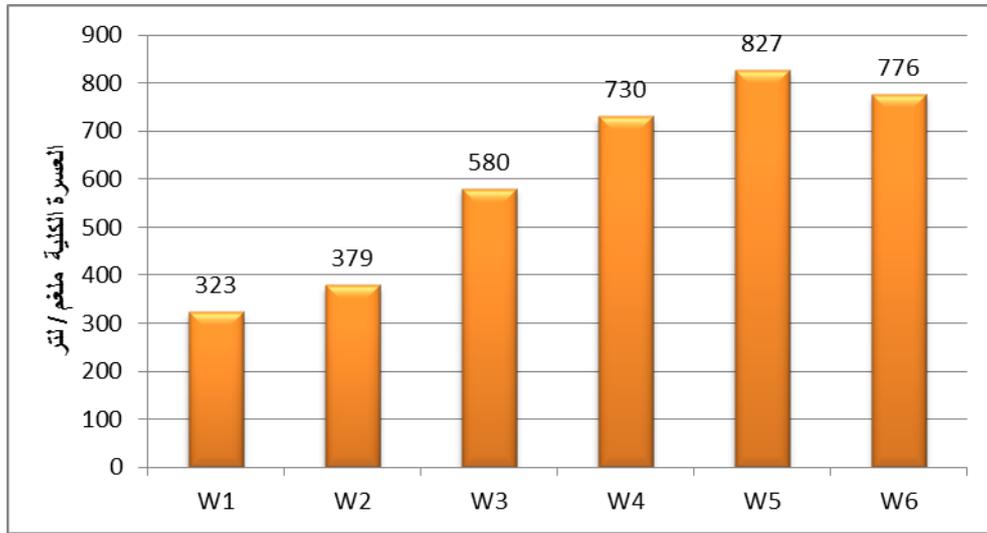
الاس الهيدروجيني : تتأثر قيم الاس الهيدروجيني للمياه بنوعية الغازات المذابة فيه وكذلك الاملاح المعدنية المذابة فيه وهو يعد مؤشرا لتواجد غاز ثنائي اوكسيد الكربون والبيكاربونات [12] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى تراوح قيم الاس الهيدروجيني بين (7.02) في مياه البئر رقم (4) و(7.92) في مياه البئر رقم (3) وبمعدلات بلغت (7.72) في البئر (1) كما في الشكل (5) فنجد ان المياه المدروسة متعادلة مائلا قليلاً نحو القاعدية الخفيفة وكانت النتائج قريبة من دراسة [10] في الدراسة التي شملت مناطق شمال شرق مدينة الموصل وتعد مياه الابار المدروسة مقبولة للشرب والاستخدام المنزلي حسب كل من [4] و[5]



شكل (5) معدلات قيم الاس الهيدروجيني لمياه المواقع المدروسة.

العسرة الكلوية وايوني الكالسيوم والمغنيسيوم : تنتج العسرة بصورة عامة من عدة ايونات اهمها ايونا الكالسيوم والمغنيسيوم وبالرغم من الاسراف في الصابون بسبب المياه العسرة الا ان هناك بعض الفوائد للعسرة فيحتاج الانسان الى الايونات لصحته اذا لم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب المحددات العالمية وأن مياه الشرب العسرة تعطي كمية قليلة من إجمالي الاحتياجات الغذائية للكالسيوم والمغنيسيوم [13]

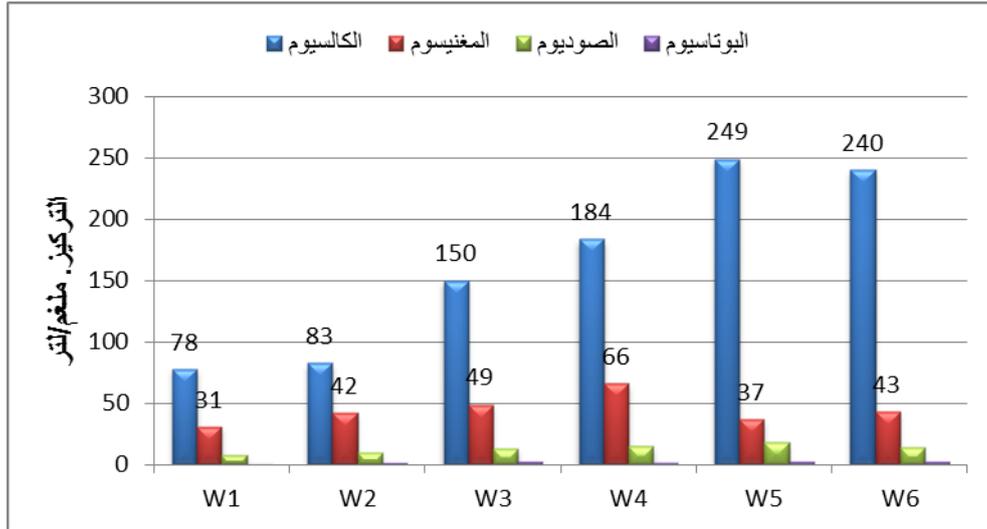
في حين ان شرب المياه العسرة وبصورة مستمرة فيها مخاطر صحية على الانسان منها حدوث الفشل الكلوي [14] وقد بينت النتائج بلوغ قيم العسرة الكلوية الى (842) ملغرام /لتر وكما في الجدول (3) في حين بلغت معدلات العسرة الكلوية (827) ملغرام /لتر كما في الشكل (6) وتعد النتائج اقل مما توصل اليه [15] في دراسته للمياه الجوفية لمنطقة الرشيدية شمال مدينة الموصل والتي تراوحت معدلات العسرة الكلوية فيها الى (2400-920) ملغرام /لتر



شكل (6) معدلات تراكيز العسرة الكلوية لمياه المواقع المدروسة.

في حين اشارت النتائج الى تراوح قيم ايونات الكالسيوم بين (72-268) ملغرام/ لتر كما في الجدول (3) وبمعدلات تراوحت بين (249-78) ملغرام/ لتر كما في الشكل (7) اما قيم ايونات المغنيسيوم فقد تراوحت بين (27-69) ملغرام/ لتر الجدول (3) وبمعدلات تراوحت بين ملغرام/ لتر (31-66) كما في الشكل (7) وتعد نتائج ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم مقارنة لما توصل اليه [2] في 50 % من المياه الجوفية التي درسها في منطقة قرقوش شمال مدينة الموصل.

الصوديوم : يتواجد الصوديوم في كل المياه الطبيعية بنسب متفاوتة وذلك بسبب قابلية ذوبان املاحه العالية في المياه [16] وقد بينت النتائج المبينة في الجدول (3) تراوح قيم ايونات الصوديوم بين (6) ملغرام/ لتر عند البئر (1) الى (22) ملغرام/ لتر في مياه البئر (5) وبمعدلات تراوحت بين (8 - 18) ملغرام/ لتر كما في الشكل (7) وتعتبر المياه المدروسة مناسبة للشرب من حيث احتواؤها على ايون الصوديوم وكانت النتائج مقارنة للنتائج التي حصل عليها [17] في دراسته للمياه الجوفية لمنطقة الكسك شمال غرب مدينة الموصل والتي وقعت معدلات قيم ايون الصوديوم فيها بين (58-350) ملغرام/ لتر. وكذلك لدراسة [18] في دراسته لقرتي ابو جربوعة والدرابيش التي تراوحت القيم فيها بين (174-340) ملغرام/ لتر.



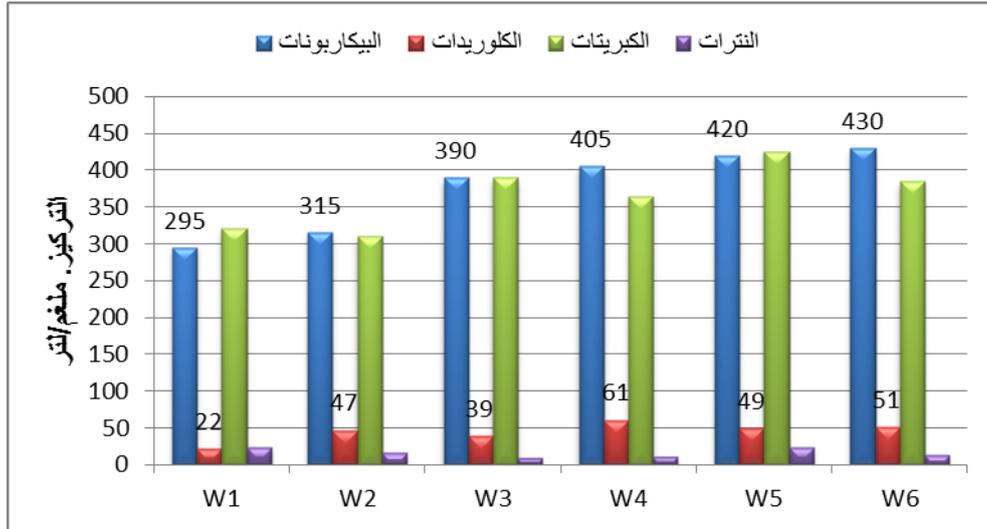
شكل (7) معدلات الايونات الموجبة لمياه المواقع المدروسة.

البوتاسيوم : يعد البوتاسيوم عنصر مهم في خلايا الكائنات الحية ويلعب دوراً هاماً مع عنصر الصوديوم في تنظيم عملية التناضح الخلوي فضلاً عن دوره الرئيس في اىصال الايعاز العصبي [19] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى تراوح قيم ايونات البوتاسيوم بين (0.38) ملغرام/ لتر عند البئر (1) الى (3.90) ملغرام/ لتر في مياه البئر (5) وبمعدلات تراوحت بين (- 3.01 - 1.10) ملغرام/ لتر كما في الشكل (7) وهي مقارنة للنتائج التي حصل عليها [18] وادنى من النتائج التي حصل عليها [17]

ايونات البيكاربونات : تتواجد البيكاربونات في المياه نتيجة لعمليات الغسل والاذابة للصخور الجيرية المحيطة بها [20] وارتفاع البيكاربونات يعطي للمياه طعماً حامضاً ومالحاً [17] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى تراوح قيم ايونات البيكاربونات بين (260) ملغرام/ لتر عند البئر (2) الى (460) ملغرام/ لتر في مياه البئر (6) وبمعدلات تراوحت بين (295 - 430) ملغرام/ لتر كما في الشكل (8) وكانت النتائج قريبة من دراسة [10] واعلى بقليل من دراسة [17] الذي بلغ الحد الاعلى في دراسته (253) ملغرام/ لتر

ومن جانب البيكاربونات وحسب [4] كما في الجدول (1) تعد المياه المدروسة مقبولة للشرب والاستعمالات المنزلية.

الكلوريدات : يصل الكلوريد الى المياه الجوفية من اكثر من مصدر منها التجوية والغسل والاذابة للصخور والترية التي تمر منها المياه الجوفية وكذلك من النفايات المنزلية فضلاً عن المواسم الجافة [14] فقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى تراوح قيم ايون الكلوريد بين (15) ملغرام/ لتر في المياه الجوفية للبئر (1) الى (68) ملغرام/ لتر في المياه الجوفية للبئر (4) وبمعدلات تراوحت بين (22-61) ملغرام/ لتر كما في الشكل (8) وهذه النتائج اقل بقليل مما توصل اليه [20] في الدراسة التي شملت حيي الجامعة والزراعي في مدينة الموصل والتي تراوحت معدلات ايونات الكلوريدات بين (40-160) واقل من دراسة [15] والتي تراوحت المعدلات بين (175-409) وتعتبر نسبة الكلوريدات في المياه المدروسة مقبولة حسب [4] و[5]

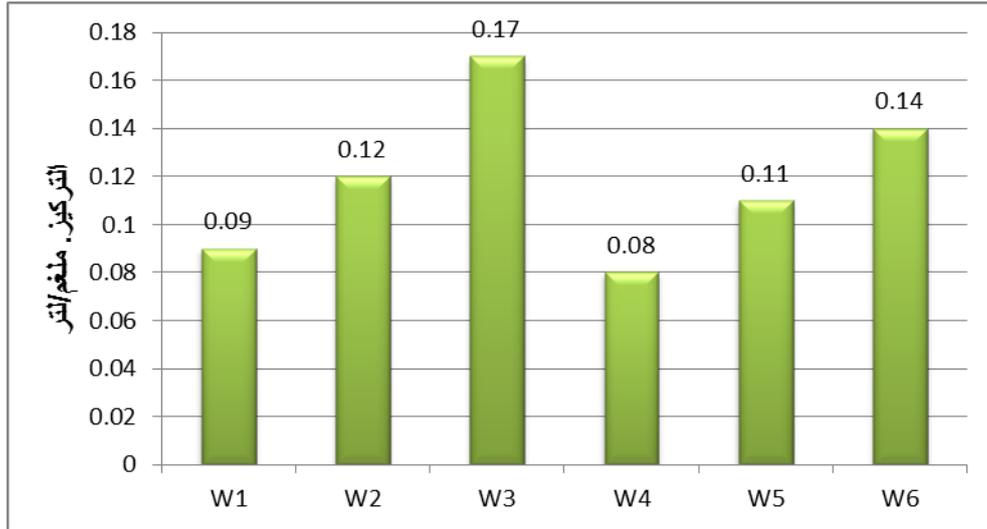


شكل (8) معدلات الايونات السالبة لمياه المواقع المدروسة.

الكبريتات : ان ارتفاع تراكيز الكبريتات في مياه الشرب لاكثر من (400) ملغرام/ لتر ممكن ان يؤدي الى حالات الاسهال واضطراب الجهاز الهضمي [15] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى بلوغ ايونات الكبريتات الى (510) ملغرام/ لتر في المياه الجوفية للبئر (6) وبمعدلات تراوحت بين (310-425) كما في الشكل (8) وتعد هذه النتائج اقل من النتائج التي سجلها [18] والتي بلغت تراكيز الكبريتات فيها بحدود (2543) ملغرام/ لتر ومن حيث تواجد الكبريتات في المياه الجوفية في جميع العينات المدروسة تعد غير صالحة للشرب والاستخدام المنزلي لتجاوزها الحدود المعتمدة من قبل [4] و [5] والذي يعود الى طبيعة صخور الجبس والانهايدرات الحاوية على الكبريتات التي تمر من خلالها المياه الجوفية [15]

النترات : يعد التلوث بالنترات شائعاً في المناطق الزراعية بسبب الاسمدة والمخلفات الحيوانية [21] وهو يعد مؤشراً مهماً لتلوث المياه فهو يسبب العديد من المشاكل الصحية كسرطان المعدة والتشوهات الولادية وتضخم الغدة الدرقية [22] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى وصول التراكيز الى (32) ملغرام/ لتر في المياه الجوفية للبئر (6) وبمعدلات تراوحت بين (9-24) كما في الشكل (8) وتعد هذه النتائج اعلى من النتائج التي حصل عليها [17] والتي لم تتجاوز تراكيز النترات فيها (3) ملغرام/ لتر ومقاربة لنتائج دراسة [10] التي تراوحت قيم النترات فيها بين (1 - 47) ملغرام/ لتر. وتعتبر المياه المدروسة آمنة للاستخدام حسب [4] و [5] لانخفاض تراكيز النترات فيها.

الفوسفات : بينت النتائج في الجدول (3) انخفاض تراكيز الفوسفات الى (0.02) وبمعدلات تراوحت بين (0.08-0.17) كما في الشكل (9) بسبب قابلية جزيئات الفوسفات على الامتزاز فوق حبيبات الترب المحيطة بالمياه الجوفية وكذلك ترسبها بشكل فوسفات الكالسيوم [23] وتعد هذه النتائج مقارنة للنتائج التي حصل عليها [15] والتي تراوحت معدلات الفوسفات فيها (0.23-0.54) ملغرام/ لتر واقل من دراسة [19] التي بلغت قيم الفوسفات فيها بحدود (6.80) ملغرام/ لتر.



شكل (9) معدلات قيم ايونات الفوسفات في مياه المواقع المدروسة.

الاستنتاجات

- 1 - مياه الابار المدروسة ذات نسبة مرتفعة من الاملاح الذائبة فيها وخصوصاً مياه البئر (5) و(6) التي تجاوزت الحدود العليا الموصى بها من قبل [4] و[5]
- 2 - هناك انخفاض كبير في نسبة الاوكسجين المذاب في المياه
- 3 - ارتفاع قيم ايونات البيكاربونات والكبريتات في المياه المدروسة

شكر وتقدير

الشكر والتقدير الى وزارة التربية / المديرية العامة للتربية في محافظة نينوى ولوزارة الصحة / مديرية صحة نينوى / مختبر الصحة المركزي على دعمهم المتواصل لي ومساعدتهم لي باجراء الفحوصات المخبرية

المصادر

1. Ismail, M. M., El-Naggar, A. M., El-Gammal, M. I., and Hagra, A. E. (2021). Drinking water quality evaluation of hand pumping wells using water quality index and standard algal toxicity testing in Mansoura and Talkha cities, Egypt. Baghdad Science Journal, 18(4), 1181-1181.
2. Al-Hamdani, A. S. A., Kaplan, A. Y. H., and Al-Saffawi, A. Y. T. (2021, September). Assessment of groundwater quality using CCME water quality index in Caracosh district, northeastern of Mosul city, Iraq. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1999, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.
3. Al-Hamdani, O. Z. A., and Al-Saffawi, A. T. (2021). Assessment of the quality of groundwater in the Lower Sherikhan area, Nineveh Governorate for irrigation purposes using the pollution index model (Pij). Assessment, 8(8).
4. WHO. (2011). Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. chronicle, 38, 104-108.
5. Standard Specification Iraqi (2009). Drinking water, Iraq. Second modernization, no. 417, the council of Ministers, Central Apparatus for Assessment and Quality Control, 7 p
6. Humadi A. j. (2021) Estimation of the water quality of selected wells from eastern wasit governorate for different human uses JESCS 17(5) :47 -64
7. APHA, AWWA and WCPE (2017). "Standard Method for Examination of water and wastewater American public Health Association , 23RD ed., Washington DC, USA.
8. Shihab, H. F., and Kannah, A. M. (2021). Assessment of the Water Qualitative Characteristics of the Tigris River Passing Through the City of Mosul and Calculating the Water Quality Index Coefficient. Rafidain journal of science, 30(3 A).

9. Khether, S. I., Khalaf, H. H., and Hassan, I. T. (2019). Measuring Total Dissolved Solids (TDS) and Electrical Conductivity (EC) in Domestic Wells Water in some Regions of Mosul City. *College Of Basic Education Researches Journal*, 15(3).
10. Al-Youzbakey, K., and Sulaiman, A. (2020). Ground Water Quality of Selected Areas in the Northeastern Mosul City and their Assessments for Domestic and Agricultural Usage. *Iraqi National Journal of Earth Sciences*, 20(1), 107-126.
11. Al-Sarraj, E. S. Y. (2020). Qualitative assessment of water of the Al-Khazer river between Mosul and Erbil city. *JOURNAL OF EDUCATION AND SCIENCE*, 29(1), 135-148.
12. Al-Maryan, A. Z. M. A. M. (2021). A comparative environmental study of the characteristics of the marshes of southern Iraq (Basra and Dhi Qar) in light of the determinants of drinking and other uses. *journal of sustainable studies*, 3(3).
13. Al-Araji, K. H. Y. (2019) Evaluation of Physical Chemical and Biological Characteristics of Underground Wells in Badra City, Iraq. *Baghdad Sci. J.* 16(3) : 560-570
14. Sharmin, S., Mia, J., Miah, M. S., and Zakir, H. M. (2020). Hydrogeochemistry and heavy metal contamination in groundwaters of Dhaka metropolitan city, Bangladesh: Assessment of human health impact. *HydroResearch*, 3, 106-117.
15. Jaafer, A. J. A. (2020). Al-Saffawi (2020). Application the logarithmic water quality index (WQI) to evaluate the wells water in Al-Rashidiya area, north Mosul, for drinking and civilian uses. *Plant archives*, 20 (1): 3221-3228
16. Arega, T. (2020). Sodium and Potassium Analysis of Drinking Water Quality Assessment and Its Health Effects in Ethiopia: A Retrospective Study. *J. Oral Health Dentistry*, 4(1), 261-266.
17. Al-Saffawi, A. Y. T., and Al- Molaa, Y. T. (2018). Quality characterization of groundwater by using water quality index in Al-Kasik district Northeastern of Mosul City, Iraq. *Int. J. of Enhanced Res. in Sci., Techn. and Engin*, 7(1), 76-81
18. Al-Saffawi, A. Y. T., and Al-Sardar, N. M. (2018). Assessment of groundwater quality status by using water quality index in Abu-Jarboaa and Al-Darrawesh Villages, Basiqa subdistrict, Iraq. *Int. J. Enhanced Res. In Sci., Tech. and Engineering*, 7(6), 6-12..
19. Najah, Z. M., Salem, B. A., and Aburas, N. M. (2021). Analysis of some bottled drinking water samples available in Alkoms city. *Journal of Academic Research (Applied Sciences)*, 17(1), 22-25.
20. Talat, R. A.; Al-Assaf, A. Y.; Al-Saffawi, A. Y. (2019). Valuation of water quality for drinking and domestic purposes using WQI: Acase study for groundwater of Al-Gameaa and Al-Zeraee qaurters in Mosul city/Iraq. *J. Physics: Conference Series (Vol. 1294, No. 7, p. 072011)*. IOP Publishing.
21. Pace, C., Balazs, C., Bangia, K., Depsky, N., Renteria, A., Morello-Frosch, R., and Cushing, L. J. (2022). Inequities in Drinking Water Quality Among Domestic Well Communities and Community Water Systems, California, 2011–2019. *American journal of public health*, 112(1), 88-97.
22. El-Naqa, A., and Al Raei, A. (2021). Assessment of Drinking Water Quality Index (WQI) in the Greater Amman Area, Jordan
23. Kannah, A. M. (2021). The suitability of groundwater in Mosul city for various civilizational uses. *JOURNAL OF EDUCATION AND SCIENCE*, 30(5), 54-65.

