Study of the physical and chemical properties of groundwater for some villages north of Mosul city

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 a period of six months, with one sample from each well per month for the purpose of studying its physical and chemical characteristics and determine 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 has little variation throughout the study period, while the value of the electrical conductivity reached (1738) microsiemens / cm in the well (5), while the concentration of dissolved oxygen decreased to an average of (1.3) mg/liter in the well (1). While the hardness values ranged between (842-312) mg/liter, while 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. while 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 pollution, Chemical pollution, Well water

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

Physico-chemical :Commented [h1]

حذف الكلمة :Commented [h2]

to study :Commented [h3]

had :Commented [h4]

Commented [h5]: µS/cm

Meanwhile, :Commented [h6]

However, :Commented [h7]

On the other hand, :Commented [h8]

physical characteristic :Commented [h9]

chemical characteristic :Commented [h10]

الخلاصة

اشتملت الدراسة على اختيار مياه جوفية من ثلاث قرى شمال مدينة الموصل هي قرى (حسن جلاد 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 والاوكسجين 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) بينما انخفض تركيز الاوكسجين المذاب الى معدل (1.3) ملغم/لتر في البئر (1) بينما تراوحت قيم العسرة بين (312-842) ملغم/لتر في حين اشارت النتائج الى تراوح قيم ايونات الكالسيوم بين (72–268) ملغرام/ لتر اما قيم ايونات المغنيسيوم فقد تراوحت بين (27–69) ملغرام/ لتر بينم بلغت قيم ايونات الصوديوم والبوتاسيوم الى حدود (22) ملغرام/ لتر و(3.90) ملغرام/ لتر على التوالي اما بالنسبة للايونات السالبة المدروسة (البيكاربونات والكلوريدات والكبريتات) فقد بلغت (460) ملغرام/ لتر و(68) ملغرام/ لتر و (510) ملغرام/ لتر على التوالي

Commented [h11]: بينما

الكلمات الدالة : مياه جوفية, تلوث فيزيائي, تلوث كيميائي, مياه الابار

Commented [h12]:

المقدمة

لقد أصبح من الواضح صعوبة الحصول على مياه الشرب المقبولة ذات الجودة الصحية المأمونة تمثل تحد عالميًا حادًا وهي من المشاكل الرئيسة 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[1].

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 موديا 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] 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**

المحددات / الصفات	WHO, 2011	Iraqi Standard ,2009
التوصيل الكهربائي	1400	1500
الاوكسجين المذاب	>5	>5
الاس الهيدروجيني	6.5–8.5	6.5–8.5
العسرة الكلية	500	500
ايونات الكالسيوم	200	150
ايونات المغنيسيوم	150	100
الصوديوم	200	200
بوتاسيوم	12	12
ايونات البيكاربونات	200	--
ايون الكلوريد	250	350
الكبريتات	250	400
نترات	50	50
فوسفات	10	5

اهداف الدراسة

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

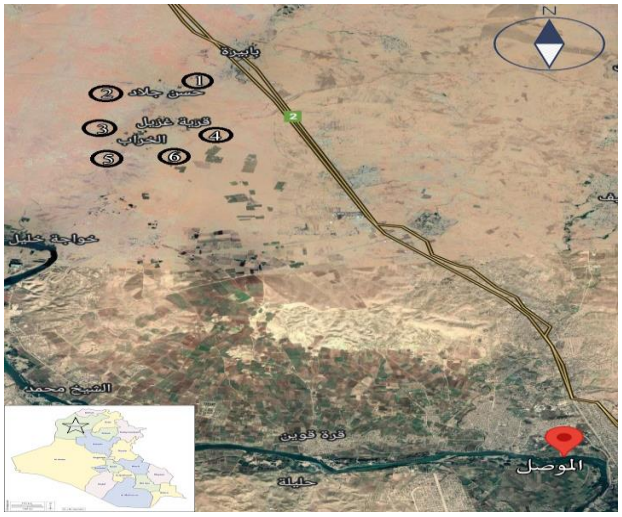
طرائق العمل

جمعت العينات من مياه ابار ثلاث قرى هي قرى حسن جلاد وغزيل والخراب وبواقع عينتين من كل قرية وكما في الجدول (2) للمدة من تشرين الاول عام 2021 ولغاية شهر اذار من العام 2022 فتم جمع 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 فتم تثبيته في مواقع جمع العينات باستخدام 2 مل من ونكلر A ثم 2 مل من ونكلر B وكما مبين في [7] وكذلك تم قياس درجة الحرارة موقعياً بينما تم نقل العينات الى مختبر الصحة العامة في محافظة نينوى لتقدير الفحوصات الفيزيائية والكيميائية وحسب ما هو مذكور في [7].

Commented [h13]: ذكرت طريقة تقدير الاوكسجين المذاب, ماذا عن بقية العوامل المدروسة؟ يجب الاشارة الى طريقة تقديرها

الجدول (2) مواقع الابار المدروسة

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



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

Commented [h14]: أعتمد على خارطة اكثر وضوحا وذات مقياس

النتائج والمناقشة

Commented [h15]: يرجى أعطاء أهمية أكثر بمناقشة نتائجك ومقارنتها بنتائج بحوث السابقة و اعطاء تفاسير مقبولة

درجة الحرارة : لدرجة حرارة المياه تأثير مهم على خصائص المياه فهي تؤثر على اللون والطعم فضلا عن تأثيرها الكبير على التفاعل الكيميائي فبازدياد 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^{o} وبمعدلات تراوحت بين (21-24) م^{o} كما في الشكل (1)

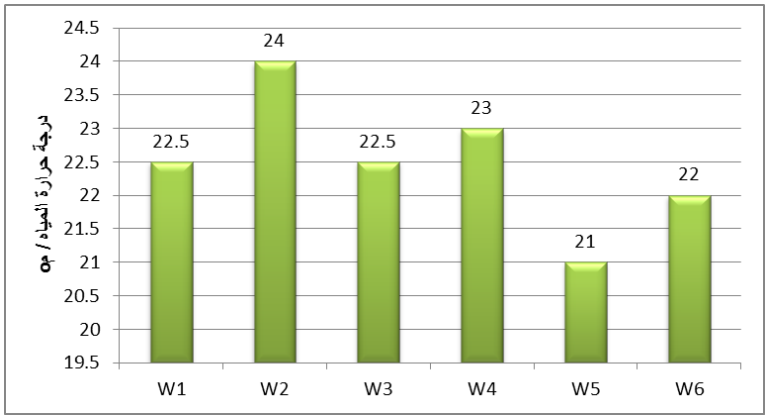
Commented [h16]: أقترح أستعمال WQI لتدعيم نتائجك و لأسهال معرفة نوعية المياه

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

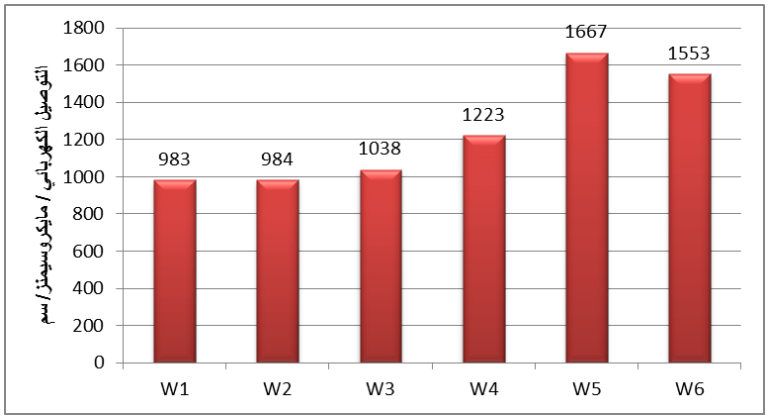
الابار / الصفات	1	2	3	4	5	6
حرارة الماء م^{o}	23.0-19.5	25.0-23.5	23.5-21.0	24.0-22.5	22.0-19.0	23.0-21.0
EC	1015- 953	1053-938	1092-990	1338-1200	1738-1472	1661-1523
D.O	4.2-1.3	3.8-1.9	4.8-3.4	3.2-2.7	1.9-1.1	1.5-1.2
pH	7.83-7.66	7.76-7.20	7.92-7.09	7.64-7.02	7.33-7.15	7.57-7.24
T.H	337-312	390-368	590-566	745-715	842-811	793-730
Ca	84-72	88-79	156- 147	192-176	268-240	248-232
Mg	38-27	47-36	53-42	69-63	44-29	48-37

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	HCO3
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	NO3
0.18-0.06	0.13-0.09	0.12-0.02	0.20-0.13	0.17-0.09	0.12-0.02	PO4

التوصيل الكهربائي (EC) : هي قيمة عددية ترمز الى قابلية المياه على التوصيل الكهربائي والتي تتأثر بدرجة تركيز الاملاح الذائبة في المياه ودرجة حرارة المياه [9] وقد بينت النتائج الارتفاع النسبي لقيم التوصيل الكهربائي لتبلغ (1738) مايكروسيمنز/سم في العينات المدروسة لمياه البئر (5) كما في الجدول (3) وبمعدلات وصلت الى (1667) مايكروسيمنز/سم كما في الشكل (2) وعند مقارنة نتائج التوصيل الكهربائي للدراسة مع المحددات العراقية والعالمية جدول (1) نجد ان مياه البئرين (5) و(6) غير صالحة للشرب.



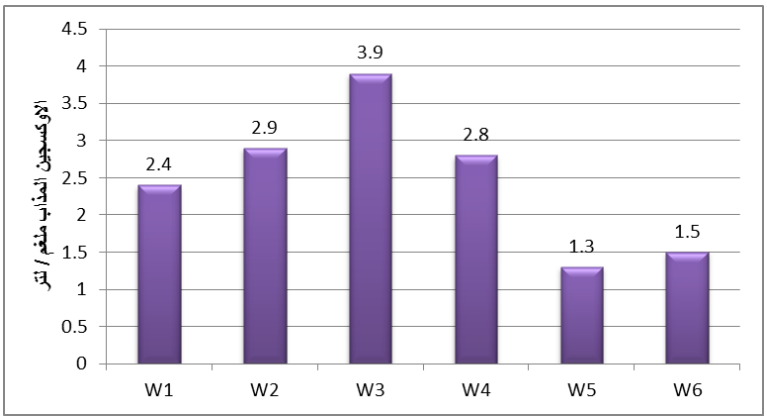
شكل (1) معدلات درجة حرارة المياه للمواقع المدروسة



شكل (2) معدلات قيم التوصيل الكهربائي لمياه المواقع المدروسة

الاوكسجين 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 الجزيئي للغاز وتراكيز الاملاح الذائبة في المياه [10] 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) كما في الشكل (3) وبسبب انخفاض قيم الاوكسجين المذاب في مياه الابار المدروسة تكون المياه غير صالحة للشرب حسب كل من [4] و[5]

Commented [h17]: ما هي سبب انخفاض الأوكسجين المذاب؟؟ كان الأجدر تقدير BOD5 ايضا حتى نعرف مصدر التلوث عضوي أو لاعضوي؟؟؟؟؟

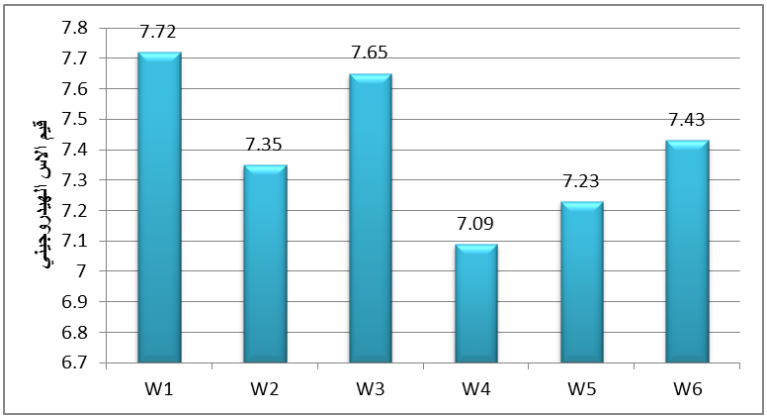


شكل (3) معدلات قيم الاوكسجين المذاب في مياه المواقع المدروسة

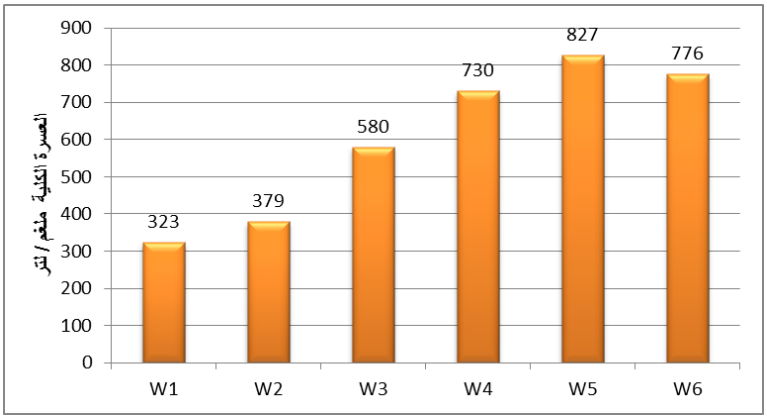
الاس الهيدروجيني : اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى تراوح قيم الاس الهيدروجيني بين بين(7.02) / في مياه البئر رقم (4) و (7.92) في مياه البئر رقم (3) وبمعدلات بلغت (7.72) في البئر (1) فنجد ان المياه المدروسة متعادلة الى القاعدية الخفيفة وتتأثر قيم الاس الهيدروجيني للمياه بنوعية الغازات المذابة فيه وكذلك الاملاح المعدنية المذابة فيه وهو يعد مؤشرا لتواجد غاز ثنائي اوكسيد الكاربون والبيكاربونات [11] وتعد مياه

الابار المدروسة مقبولة للشرب والاستخدام المنزلي حسب كل من[4] و[5] العسرة الكلية وايوني الكالسيوم والمغنيسيوم : تنتج العسرة بصورة عامة من عدة ايونات اهمها ايوني الكالسيوم والمغنيسيوم وبالرغم من الاسراف في الصابون بسب 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 [12]

في حين ان شرب المياه العسرة وبصورة مستمرة فيها مخاطر صحية على الانسان منها حدوث الفشل الكلوي [13] وقد بينت النتائج بلوغ قيم العسرة الكلية الى (842) ملغرام /لتر وكما في الجدول (3) بينما بلغت معدلات العسرة الكلية (827) ملغرام /لتر كما في الشكل (5)

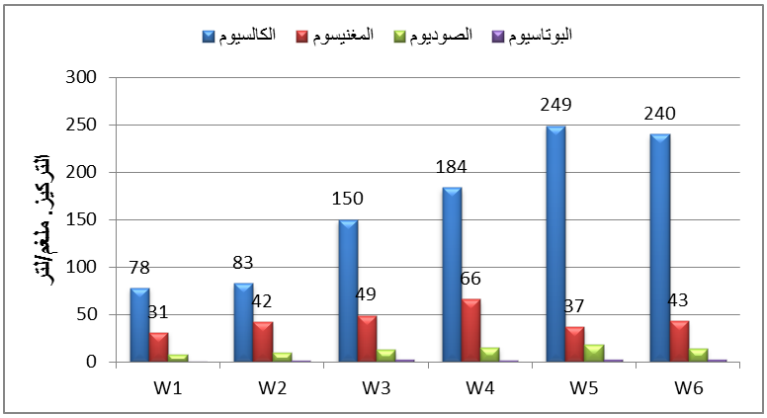


شكل (4) معدلات قيم الاس الهيدروجيني لمياه المواقع المدروسة



شكل (5) معدلات تراكيز العسرة الكلية لمياه المواقع المدروسة

في حين اشارت النتائج الى تراوح قيم ايونات الكالسيوم بين (72–268) ملغرام/ لتر كما في الجدول (3) وبمعدلات تراوحت بين (78–249) ملغرام/ لتر كما في الشكل (6) اما قيم ايونات المغنيسيوم فقد تراوحت بين (27–69) ملغرام/ لتر الجدول (3) وبمعدلات تراوحت بين ملغرام/ لتر (31–66) كما في الشكل (6)



شكل (6) معدلات الايونات الموجبة لمياه المواقع المدروسة

الصوديوم : يتواجد الصوديوم في كل المياه الطبيعية بنسب متفاوتة وذلك بسبب قابلية ذوبان املاحه العالية في المياه [14] وقد بينت النتائج المبينة في الجدول (3) الى 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 (6) وتعتبر المياه المدروسة مناسبة للشرب من حيث احتواءها على ايون الصوديوم

البوتاسيوم : يعد البوتاسيوم عنصر مهم في خلايا الكائنات الحية ويلعب دورا هاماً مع عنصر الصوديوم في تنظيم عملية التناضح الخلوي فضلا عن دوره الرئسي في ايصال الايعاز العصبي [15] 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 (1.10 – 3.01) ملغرام/ لتر كما في الشكل (6)

ايونات البيكاربونات : تتواجد البيكاربونات في المياه نتيجة لعمليات الغسل والاذابة للصخور الجيرية المحيطة بها وكما في المعادلات التالية التي ذكرها [16]

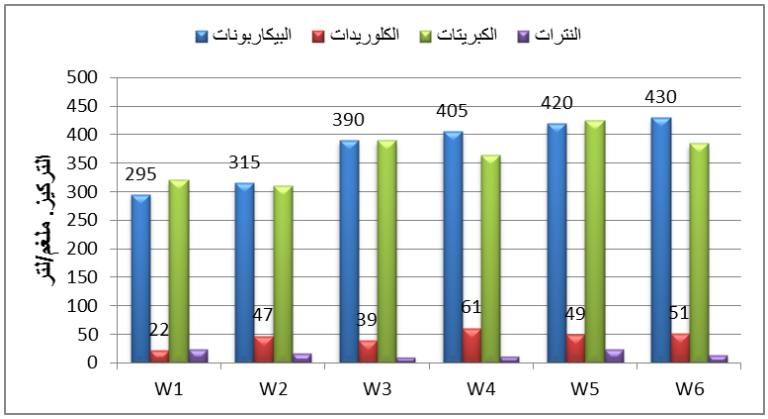
$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

$$CaCO_3 + 2H_2CO_3 \longrightarrow Ca^{+2} + 2H_2CO_3$$

Commented [h18]: معادلات زائدة؟؟؟

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 (7)

ومن جانب البيكاربونات وحسب [4] و[5] كما في الجدول (1) تعد المياه المدروسة مقبولة للشرب والاستعمالات المنزلية.



شكل (7) معدلات الايونات السالبة لمياه المواقع المدروسة

الكلوريدات : يصل الكلوريد الى المياه الجوفية من اكثر من مصدر منها التجوية والغسل والاذابة للصخور والتربة التي تمر منها المياه الجوفية وكذلك من النفايات المنزلية فضلا عن المواسم الجافة [13] 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 (7) وتعتبر نسبة الكلوريدات في المياه المدروسة مقبولة حسب [4] و[5]

الكبريتات : ان ارتفاع تراكيز الكبريتات في مياه الشرب لاكثر من (400) ملغرام/ لتر ممكن ان يودي الى حالات الاسهال واضطراب الجهاز الهضمي [17] 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 (7) 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]

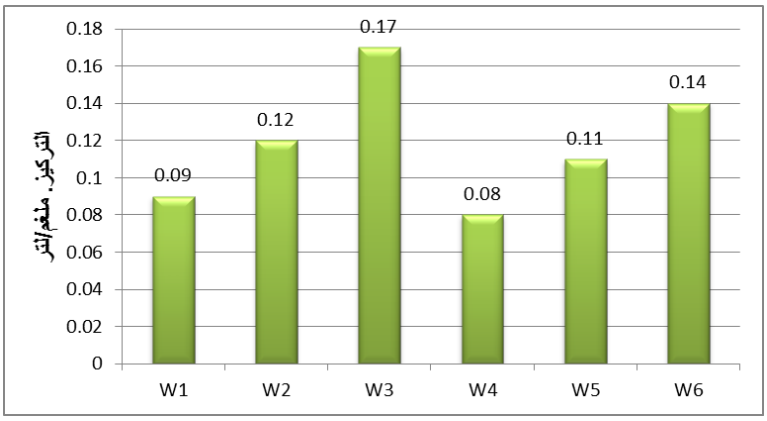
النترات : يعد التلوث بالنترات شائع في المناطق الزراعية بسبب الاسمدة والمخلفات الحيوانية [18] وهو يعد مؤشراً مهماً لتلوث المياه فهو يسبب العديد من المشاكل الصحية كسرطان المعدة والتشوهات الولادية و تضخم الغدة الدرقية [19] وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (3) الى وصول التراكيز الى (32) ملغرام/ لتر في المياه الجوفية للبئر (6) وبمعدلات تراوحت بين (09-24) كما في الشكل (7) وتعد المياه المدروسة امنة للاستخدام حسب [4] و[5] لانخفاض تراكيز النترات فيها.

Commented [h19]: كل بئر تميزت بزيادة احدى العوامل وتجاوزها للمقاييس العراقية او العالمية, لكن في الوقت الحاضر لا يتم الحكم على نوعية المياه بعامل مفرد؟ لأصدار الحكم على نوعية المياه كان الأجدر استعمال WQI وخاصة النوع الكندي وذلك لسهولة استعمالها

Commented [h20]: لم يذكر الباحث أو الباحثون مصادر التلوث المحيطة بأبار المياه المدروسة؟؟؟؟

Commented [h21]: استعمل الباحث بعض المصادر المتعلقة بدراسة المياه الأبار لمحافظة نينوى ولكن لم يستفد من هذه البحوث بشكل جيد لمقارنته بنتائجه او تفسيرها؟؟؟؟

الفوسفات : بينت النتائج في الجدول (3) انخفاض تراكيز الفوسفات الى (0.02) وبمعدلات تراوحت بين (0.08–0.17) كما في الشكل (8) بسب قابلية جزيئات الفوسفات على الامتزاز فوق حبيبات الترب المحيطة بالمياه الجوفية وكذلك ترسبها بشكل فوسفات الكالسيوم [20]



شكل (8) معدلات قيم ايونات الفوسفات في مياه المواقع المدروسة

الاستنتاجات

1 – مياه الابار المدروسة ذات نسبة مرتفعة من الاملاح الذائبة فيها وخصوصاً مياه البئرين (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

[h22]: لماذا و ماهي اقتراحاتك لحل هذه المشكلة؟؟؟

[h23]: ماهي أقتراحك لحل المشكلة؟؟؟؟ هل العسرة مؤقتة او دائمية؟؟؟؟

شكر وتقدير

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

المصادر

1.Ismail, M. M., El-Naggar, A. M., El-Gammal, M. I., & Hagras, 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., & Al-Saffawi, A. Y. T. (2021, September). Assessment of groundwater quality using CCME water quality index in Caracosh distract, 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., & 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, pp

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). "Stand Method for Examination of water and wastewater American public Health Association , 23RD ed., Washington DC, USA.

8. Shihab, H. F., & 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. Al-Rikabi, W. J., & Abed, B. S. (2021). Improvement of the Hydrodynamic Behavior and Water Quality Assessment of Al-Chibayish Marshes, Iraq. J. Engineering, 27(12), 50-68

10. 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.

11. 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).

12. 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

Commented [h24]: هنالك العديد من المصادر له علاقة بمياه الانهر أو الاهوار فما هي الأستفادة من الأعتماد عليها أو ذكرها في هذا البحث؟؟؟؟ الأفضل أعتماد فقط على البحوث الخاصة بالأبار

13. Sharmin, S., Mia, J., Miah, M. S., & 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.

14. 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.

15. Najah, Z. M., Salem, B. A., & Aburas, N. M. (2021). Analysis of some bottled drinking water samples available in Alkoms city. Journal of Academic Research (Applied Sciences), 17, 1.

16. 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.

17. 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

18. Pace, C., Balazs, C., Bangia, K., Depsky, N., Renteria, A., Morello-Frosch, R., & 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.

19. El-Naqa, A., & Al Raei, A. (2021). Assessment of Drinking Water Quality Index (WQI) in the Greater Amman Area, Jordan

20. Kannah, A. M. (2021). The suitability of groundwater in Mosul city for various civilizational uses. JOURNAL OF EDUCATION AND SCIENCE, 30(5), 54-65.