المجلة العراقية للبحوث الإنسانية والإجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN 2790-1254
العـــدد 20A شباط 2026
No.20A Feb. 2026

تقييم صلاحية المياه الجوفية في ناحية الرحالية باستخدام المؤشرات العالمية

م. صافي جبار هفي صالح
جغرافية طبيعية
المديرية العامة لتربية الأنبار

المستخلص:
تناولت هذه الدراسة تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية في ناحية "الرحالية" بمحافظة الأنبار، نظراً للأهمية الاستراتيجية التي تشكلها هذه المياه كمصدر أساسي للأنشطة البشرية والزراعية في البيئات الجافة، تهدف دراستنا إلى قياس المتغيرات الفيزيائية والكيميائية لـ (23) بئراً موزعة جغرافياً في المنطقة، مع تطبيق مؤشر جودة المياه الكندي (WQI) لتحديد مدى صلاحيتها للشرب، ومؤشر النسبة المئوية للصوديوم (S.S.P) لتقييم كفاءتها في الري الزراعي. بينت نتائج الدراسة وجود تباين ملحوظ في الخصائص الكيميائية؛ حيث سجلت أغلب الآبار ارتفاعاً في معدلات التوصيلية الكهربائية (EC)، ومجموع الأملاح الذائبة (TDS) بما يتجاوز الحد المسموح به وفقا للمحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، باستثناء عدد محدود من الآبار (مثل الآبار 7، 8، 9). وبناءً على مؤشر جودة المياه (WQI)، تصنفت مياه المنطقة في معظمها كـــ "غير ملائمة لأغراض الشرب"، مع عدد قليل من الابار صنفت كـ "رديئة" أو "رديئة جداً". أما من الناحية الزراعية، فقد أشارت نتائج مؤشر (S.S.P) إلى أن غالبية مياه الآبار تقع ضمن الفئة "المقبولة" للري، مع تسجيل حالات محدودة جداً تخرج عن نطاق الصلاحية (مثل البئر رقم 15). وتُعزى هذه الخصائص النوعية إلى التكوينات الجيولوجية الجيرية والدولوميتية السائدة في المنطقة، فضلاً عن تأثير الظروف المناخية الجافة وعمليات التبخر. خلصت الدراسة إلى ضرورة تفعيل الرقابة الحكومية على حفر الآبار، واعتماد أنظمة معالجة للمياه قبل استخدامها للاستهلاك البشري.
الكلمات المفتاحية: صلاحية، مؤشر جودة، مياه جوفية، ناحية الرحالية.

Water Suitability Assessment in Al-Rahaliya Using Global Indicators

Tut. Safi Jabbar Hafi Saleh
Physical Geography
General Directorate of Education in Anbar

Abstract
This study assessed the quality of groundwater harvesting in Al-Rahaliya, Anbar Governorate, given the strategic importance of this water as a primary source for human and agricultural activities in suitable environments. Our study aimed to measure its efficiency in agricultural irrigation The results showed a significant variation in yields, where the highest goals in the field of medical services (EC) and the right to use water (TDS) were recorded. The study considered Iraqi and World Health Organization (WHO) guidelines, and a limited number of wells (such as wells 7, 8, and 9) were used. The device was connected to the WQI network. The water quality is very poor. The SSP (Specific Water Supply) indicates that the drinking water falls within the "acceptable" category for irrigation, with very limited instances of water graduating from well number 15. These positive results are attributed to the new Emirati customs and the daily celebrations in the region, in addition to the favorable climatic conditions. The study concluded that the lack of enforcement of regulations regarding well drilling and water removal is a contributing
Keywords: suitability, quality index, groundwater, Al-Rahaliya district.

مقدمة:

تعد المياه الجوفية الشريان الحيوي والمصدر الأساسي للحياة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تفرض محدودية الموارد المائية السطحية وتذبذب معدلات الأمطار ضرورة الاعتماد على الخزانات الجوفية لتلبية الاحتياجات المتزايدة. وتكتسب ناحية "الرحالية" أهمية جغرافية خاصة نظراً لموقعها وتكوينها الهيدرولوجي، مما جعل من مياهها الجوفية ركيزة أساسية لاستقرار السكان وديمومة النشاط الزراعي والرعوي. إلا أن الاعتماد على هذه المياه لا يتوقف عند حدود الكمية المتوفرة فحسب، بل يمتد ليشمل "النوعية" التي تحدد مدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة. إن تداخل العوامل الطبيعية المتعلقة بخصائص التربة والتكوينات الجيولوجية، مع العوامل البشرية المتمثلة في طرق الاستخراج والنشاطات الإنسانية، قد يؤدي إلى تغيرات كيميائية وفيزيائية تؤثر في جودة المياه. (Studies et al.، 2009). كما تم أُصدر قانون الماء النظيف الذي اشترط وجود هيئة تشريعيّة لتحديد معايير لجودة المياه، وكذلك تحديد الحمولة اليوميّة الأعظمية للملوّثات التي يستطيع المصدر المائي، أن يتلقّاها ويبقى ملائماً للمعايير النظاميّة (Yisa & Tijani Oladejo، 2010).

مشكلة البحث:

تتمحور مشكلة البحث في التساؤل الرئيس: ما مدى جودة وصلاحية المياه الجوفية في ناحية الرحالية للاستخدامات المختلفة في ظل التحديات البيئية والمناخية؟ وتنبثق منها التساؤلات الآتية:

- هل تعاني المياه الجوفية في المنطقة من ارتفاع في نسب الأملاح أو العناصر الكيميائية بما يتجاوز المحددات الوطنية والعالمية؟
- ما هي التغيرات المكانية التي تطرأ على خصائص المياه الجوفية داخل ناحية الرحالية؟
- هل تعكس المؤشرات العالمية (مثل WQI) واقعاً بيئياً يستوجب التدخل الفوري لمعالجة المياه قبل استخدامها؟

فرضية البحث:

- الفرضية الأولى: توجد فروق ذات دلالة إحصائية ومكانية في جودة المياه الجوفية بين مناطق الناحية المختلفة نتيجة التفاوت في العمق والتكوين الجيولوجي.
- : تعاني بعض آبار المنطقة من ارتفاع معدلات الملوحة (TDS) بما يخرجها عن حدود الصلاحية للاستهلاك البشري المباشر وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية (WHO).
- الفرضية الثالثة: تؤدي المؤشرات العالمية دوراً فعالاً ودقيقاً في تبسيط تقييم الحالة البيئية للمياه مقارنة بالطرق التقليدية.

أهداف البحث:

تهدف الدراسة إلى ما يلي:

١- تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية في آبار مختارة من ناحية الرحالية.

2-تطبيق مؤشر جودة المياه (WQI) لتصنيف جودة المياه (ممتازة، جيدة، فقيرة... إلخ).

أهمية البحث:

تبرز أهمية دراسة المياه الجوفية في ناحية الرشاد، لأنها تعد عصب الحياة في منطقة الدراسة، ولذلك لابد من معرفة خصائص ونوعية المياه الجوفية، وتحديد صلاحيتها ومدى ملائمتها لمختلف الاستخدامات.

منهجية البحث:

من أجل تحقيق هدف الدراسة اعتمد البحث على عدد من المناهج:

استخدام المنهج الوصفي في وصف منطقة الدراسة من ناحية العوامل والخصائص الطبيعية، والمنهج التحليلي العلمي في البحث من أجل تحليل البيانات والمعلومات المتوافرة للوصول إلى النتائج المطلوبة.

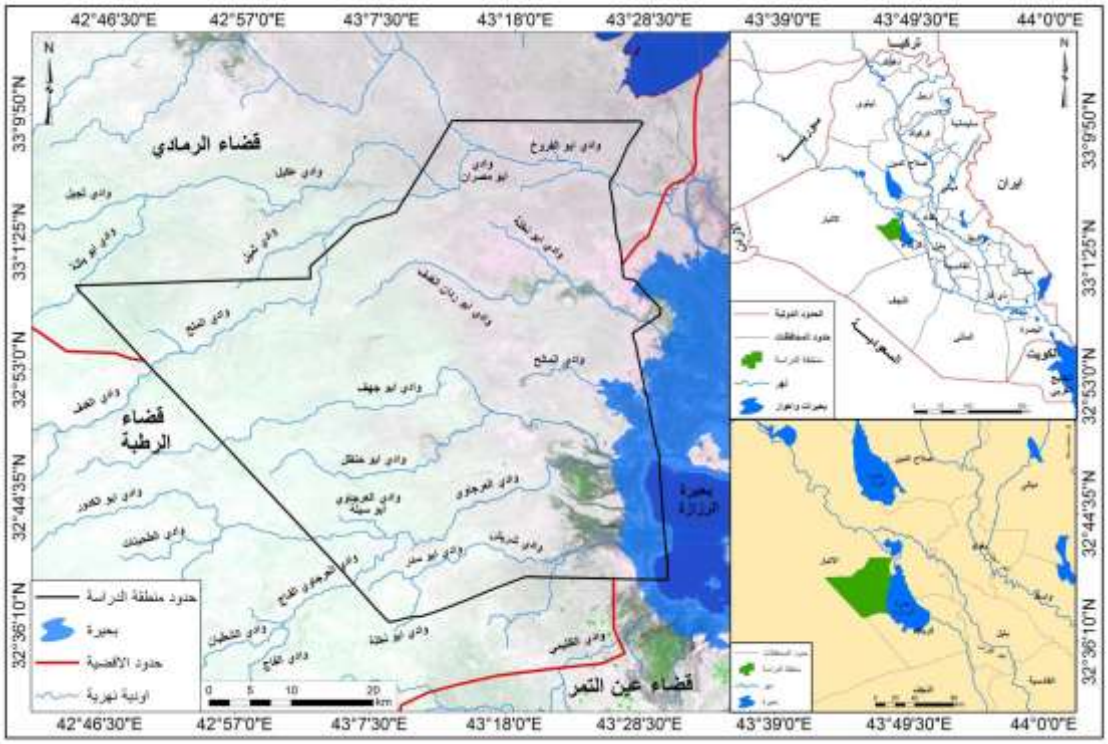
الموقع الجغرافي لمنطقة البحث:

تتمثل منطقة الدراسة بناحية الرحالية بحدودها الإدارية، وهي احدى النواحي التابعة لقضاء الرمادي ضمن محافظة الانبار، وتقع ضمن منطقة الوديان السفلى مقابل الساحل الغربي لبحيرة الرزازة، وتمتد

فلكيا بين خطي الطول ("00 '29 °43- "00 '44 °42) شرقاً وبين دائرتي عرض ("00 '10 °33 - "00 '40 °32) شمالاً ، وترتفع المنطقة بين (30-190م) فوق مستوي سطح البحر، حيث تعتبر الرحالية منطقة تصريف لحوض الرزازة ، ويمتد هذا الحوض من داخل الاراضي السعودية الى داخل الاراضي العراقية وتبلغ المساحة الكلية له km^2(80000) ان معظم هذه المساحة تقع داخل الاراضي العراقية والتي تقدر بـ km^2(60000) اما الباقي فهي داخل الاراضي السعودية. يخترق هذا الحوض من الغرب الى الشرق وادي الغدف الذي يمثل الحدود الشـمالية للحوض ويمثل الوادي الابيض ووادي الاسـيود ومدينة شـثاثة الحدود الجنوبية للحوض كما في الخريطة (1). اما مساحة منطقة الدراسة فقد بلغت تقريبا km^2(20).

تقع منطقة الرحالية في الجزء السفلي لحوض بحيرة الرزازة وان الجزء السفلي يمثل بوديان وسطية واقعة بين وادي الغدف ووادي الابيض وهي من الجنوب الى الشمال وادي فؤادة ووادي ابو كريل ووادي الثويلب.

الخريطة رقم (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الإدارية، وخريطة الانبار الإدارية، ومرئية القمر لاندسات 8، وباستخدام برامج.Arc Map .10.3.

أولاً-مؤشر جودة مياه الآبار في منطقة الدراسة:

تعد جودة المياه "مقياسًـا لمدى ملاءمة المياه لاسـتخدام معين بناءً على الخصـائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المختارة" وفقًا للمسـح الجيولوجي الأمريكي .(USGS) لذلك، فهو مقياس لظروف المياه بالنسبة إلى حاجة البشر أو غرضهم أو حتى متطلبات مختلف أنواع الحيوانات البرية أو المائية.

المؤشر هو في الأساس وسيلة رياضية لحساب قيمة واحدة من نتائج اختبارات متعددة .وتمثل نتيجة هذا المؤشر مستوى جودة المياه في حوض ماء معيّن، مثل بحيرة أو نهر أو مجرى مائي أو خزانات المياه الجوفية والأقنية والسدود .وهو مهم جداً لمراقبة جودة المياه على مدى فترات معينة من الزمن من أجل الكشف عن التغيرات في النظام المائي والبيئي (Yogendra and.. Puttaiah, 2008, p. 346.).

لتحديد صلاحية المياه للشرب سيتم استخدام مؤشر جودة المياه الكندي (WQI)، والذي يعتبر الأداة الأكثر فعالية للتعبير عن جودة المياه المعلومات في أبسـط صـورة (Babaei ،2011)، يقوم WQI بتحويل المعلومات الكبيرة والمعقدة لبيانات جودة المياه الخام إلى شكل مبسط ومنطقي باستخدام فئات مختلفة من نوعية المياه، التي تعكس الوضع العام لجودة المياه. تم حساب مؤشر جودة المياه بالاعتماد على أحد عشر خاصية. تم تحديد WQI بواسطة باستخدام معايير جودة مياه الشرب الموصى بها من قبل منظمة الصحة

العالمية (منظمة الصحة العالمية، 2016)، ويبين الجدول رقم (1) تصنيف جودة المياه على أساس قانون مؤشر جودة المياه WOI.

لحساب WQI (Channo، 2012):.

$$Wi = 1/Si \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$qi = (ci/si)*100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$WOI = \sum_{i=1}^{I=n} Wi * qi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث = Wi :الوزن النسبي لكل باراميتر.

qi:مقياس درجة النوعية لكل باراميتر.

ci= تركيز كل خاصية.

Si= القيمة المسوح بها عالمياً.

n = عدد الباراميترات المقاسة.

الجدول رقم (1) تصنيف مؤشر جودة المياه على أساس قانون مؤشر الجودة.

WOI	الحالة
أقل من 50	مياه ممتازة
100-50	مياه جيدة
200-100.1	مياه رديئة
300-200.1	مياه رديئة جداً
أكبر من 300	غير ملائمة لأغراض الشرب

World Health Organization (WHO)، (2016): Guide lines for drinking-water Quality، 4 th ed Geneva، Pp.30-120.

ولتحديد صلاحية مياه الآبار للزراعة سوف يتم الاعتماد على مؤشر النسبة المئوية للأملاح s.s.p، ويتم استخراجها حسب المعادلة الآتية:

$$S.S.P = \frac{\text{الصوديوم أملاح}}{\text{المغنيسيوم+الكالسيوم+الصوديوم املاح}} \times 100$$

التي تصنف مياه الري إلى خمسة أصناف وهي الآتي(Todd،1980، P.336)، كما هو مبين في الجدول (2):

الجدول (2) تصنيف مياه الآبار حسب النسبة المئوية للصوديوم S.S.P

نوعية المياه	النسبة المئوية للصوديوم S.S.P
ممتازة	اقل من 20 %
جيدة	20 -40 %
مقبولة	40 -60 %
يشكل بصلاحيتها	60 -80 %
غير صالحة	اكثر من 80 %

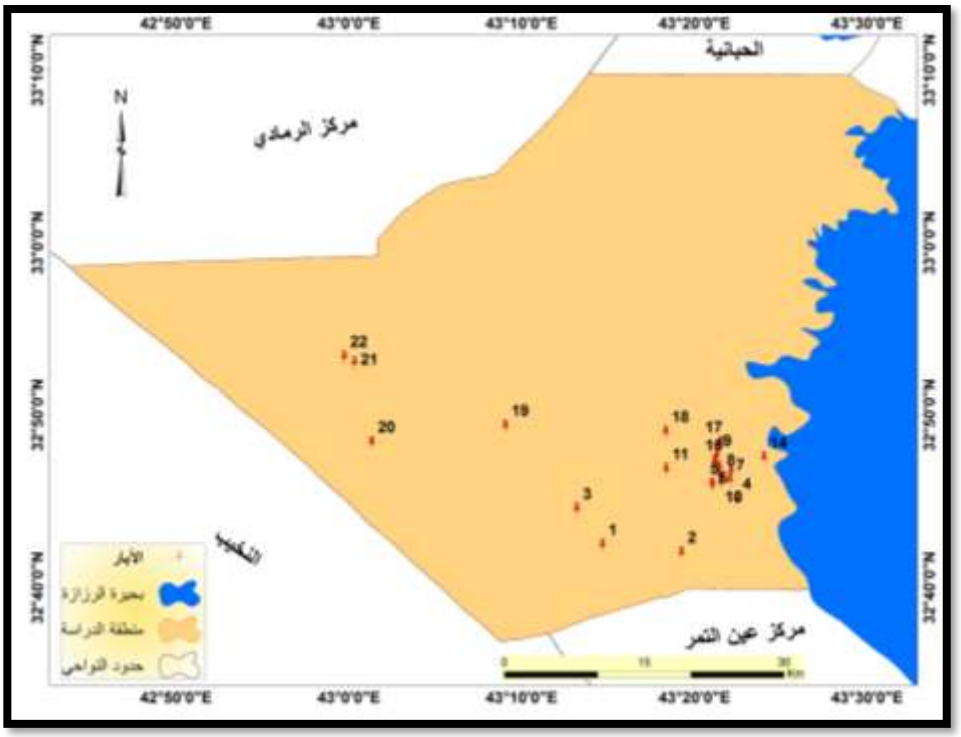
المصدر: 17. John Wiley ، 2nd ed.، Ground Water Hydrology، D.K.،Todd . P.535، 1980، New York، Inc.،and Sons

جمع عينات مياه الآبار:

تم اختيار 23 بئر في منطقة الدراسة، وتم قطف عينات مائية من هذه الآبار، وأجريت التحاليل في مخابر كلية الزراعة، جامعة الانبار، يبين الجدول رقم (3) أرقام الآبار وإحداثياتها، ونتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية. كما تبين الخريطة (2) مواقع الآبار في منطقة الدراسة.

المجلة العراقية للبحوث الإنسانية والإجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN 2790-1254
العـــدد 20A شباط 2026
No.20A Feb. 2026

الخريطة (2) مواقع آبار المياه في منطقة الدراسة.



المصـــدر: بالاعتماد على الهيئة العامة للمياه الجوفية، بيانات غير منشـــورة، 2019، وإحداثيات مواقع الآبار الموجودة في الجدول (3).

الجدول (3) إحداثيات الآبار ونتائج تحاليل عينات المياه في منطقة الدراسة.

رقم البئر	احداثيات		pH	العسرة الكلية	كالسيوم (Ca)+mg/L(	مغنيسيوم	التوصيلية الكهربائية	صوديوم mg/L)Na(	بوتاسيوم (K+)mg/L	مجموع الأملاح الذائبة T.D.S
	E	N								
1	43.24444	32.708	7.12	1125	208	88	3008	316	8	2125
2	43.32083	32.70056	7.91	735.1	155	77	2960	480	5	2494
3	43.21972	32.74278	7.66	660	226	108	2850	371	4	2274
4	43.37389	32.7525	7.1	1137	194	78	2970	290	6	2051
5	43.35	32.76694	7.2	620	125	80	2540	135	8	1950
6	43.35083	32.76694	7.5	530	155	45	2500	223	2	1730
7	43.3675	32.77083	7.35	266	61	38	957	75	2	661
8	43.35833	32.77528	7.25	354	70	50	1158	123	4	820
9	43.35472	32.79417	7.18	623	113	72	1187	91	6	895
10	43.35861	32.76889	7.35	788	170	75	3050	270	2	2252
11	43.30611	32.78111	7.14	955	182	65	2610	252	10	1720
12	43.36861	32.77889	7.31	830	315	141	4710	470	24	3137
13	43.35694	32.78333	7.3	830	160	50	2520	228	2	1755
14	43.40028	32.79222	7.19	733	187	68	2620	259	13	1730
15	43.3575	32.80444	7.15	645	55	22	2560	385	13	1860
16	43.35278	32.78972	7.18	600	160	91	2580	236	7	1690
17	43.35861	32.80722	7.25	1007	305	148	3610	300	9	2710
18	43.30556	32.81722	7.4	544	300	140	3510	250	8	2646
19	43.15083	32.82306	7.13	550	181	64	2610	253	77	1715
20	43.02194	32.80722	7.14	340	179	64	2600	248	9	1701
21	43.00528	32.88389	7.14	300	185	70	2890	260	4	2000
22	42.99528	32.88972	7	1004	200	151	4340	294	56	2147
23	43.88944	33.66056	7.5	966	184	92	3810	253	50	1792
المعايير العراقية (IRS 1996)			6.5-8.5	500	50	150	2000	200	-	1500
منظمة الصحة العالمية (WHO،2016)			6.5-8.5	500	75	125	1500	200	12	1000 -500

أولاً-الخصائص النوعية لمياه الآبار في ناحية الرشاد:

تمت دراسة الخصائص النوعية لمياه الآبار في المنطقة، وذلك من خلال إجراء التحاليل الكيميائية للآيونات الأســاســية من الأيونات الموجبة والســالبة، وكذلك التوصــيل الكهربائي، وقيم الاس الهيدروجيني، والعسرة الكلية، ونسبة الأملاح الذائبة.

- **التوصيلية الكهربائية:**

يعد التوصــيل الكهربائي مقياســاً لتراكيز مجموعة الأيونات المكونة للأملاح الذائبة وكلما زادت الأملاح الذائبة كان التوصــيل الكهربائي للمحلول أكثر (Hem،2009 . ، P.263)، وتتركز أهمية قياس التوصــيل الكهربائي للتعرف على كمية المواد الذائبة في المياه ومدى صــلاحيتها لأغراض الاستخدام، يتبين من خلال الجدول (3) أن هناك تبايناً بقيمة الإيصالية الكهربائية بين عينات فقد بلغت اقل قيمة (957 مايكرو موز/ســم) في البئر رقم 7، أما أعلى قيمة للتوصــيلية الكهربائية فقد بلغت (4710 مايكرو موز/سم) في البئر رقم 12، وبمقارنتها مع المحددات العالية نجد أنها تتجاوز المعايير العراقية والبالغة 2000 مايكروموز/ســم والعالمية والبالغة 1500 مايكروموز/سم، باستثناء الابار 7، 8، 9 كانت ضمن الحد المسموح به محليا وعالمياً.

- **الأس الهيدروجيني (pH):**

تراوحت قيم الأس الهيدروجيني لآبار منطقة الدراســة ما بين 7.1 – 7.91، كما هو مبين في الجدول (3)، ان مياه آبار منطقة الدراسة جميعها متعادلة وتميل إلى القاعدية، ويعود سبب اختلف القيم لاختلف التكوينات الصــخرية في منطقة الدراســة، بالإضــافة الى عمليات الإذابة في الآبار نشطة فوق الصخور الجيرية-الكلسية-الدولوماتية، وإذ أن إذابة المواد الجيرية في المياه يقلل من حامضــية المياه، كما أن القيم تعد مقبولة ضــمن القياســات لمنظمة الصــحة العالمية (WHO)، والمواصفات القياسية العراقية IRS.

- **العسرة الكلية:**

تنتج العسرة نتيجة لوجود أيونات معدنية ثنائية منها الكالسيوم والمغنسيوم التي تكون أكثر وفرة في المياه الجوفية لتتفاعل مع الأحجار وتعمل على إذابتها والتي يعبر عنها $caco_3$،يجب أخذ العسرة الكلية بنظر الاعتبار لأنها تحدد صلاحية المياه لاستخدامات متنوعة سواء أكان للاستخدام المنزلي أم في المجالات الصناعية أو الزراعية. هناك تبايناً بقيمة العسرة الكلية بين عينات منطقة الدراســة، فقد بلغت اقل قيمة (266 ملغم/لتر) في البئر رقم 7، أما أعلى قيمة للعســرة الكلية فقد بلغت (1137 ملغم/لتر) في البئر رقم 4، وبمقارنتها مع المحددات العالية نجد أنها تتجاوز المعايير العراقية والعالمية والبالغة 500 ملغم/لتر باســتثناء الابار 7، 8، 20، و21 كانت ضــمن الحد المسموح به محليا وعالمياً، ويرجع هذا الارتفاع بصورة كبيرة إلى تجوية وإذابة الصخور الكلسية وذلك أثناء إمرارها واختزالها للمياه، إذ تتحول (بيكاربونات الكالســيوم والمغنيســيوم) إلى كاربونات مترسبة في الماء، وهي بذلك تعد مياه عسرة بالمقارنة مع الحدود المسموح بها محليا وعالمياً.

- **الأملاح الذائبة T.D.S:**

يلاحظ تباين تركيز الأملاح الذائبة بين آبار منطقة الدراسة، أذ أن تركيز المواد الصلبة في المياه الجوفية وكمياتها تعتمد بالأصــل على حوض الماء وبيئته ونظام حركة المياه فيه، ومن خلال الجدول (3) نجد أن قيم الأملاح الذائبة تتراوح ما بين (661-3137) ملغم /لتر، ونجد أن قيم الأملاح تتجاوز الحد المســموح به محليا وعالميا باســتثناء الابار ذوات الأرقام 78، 9، ويرجع ارتفاع قيم الأملاح الذائبة إلى الظروف المناخية الجافة، حيث ان درجات الحرارة وزيادة نســبة التبخر واختلاف المديات الحرارية، مما ادت إلى زيادة كمية الأملاح المذابة في آبار منطقة الدراسة.

- **البوتاسيوم:**

ينتج عنصــر البوتاســيوم من تجوية فلزات الأورتوكلاز، الميكروكلين، النيفلين، وفلزات الميكا، ويصــادف البوتاســيوم بنســبة أقل من الصــوديوم، ويعزى ذلك لاختلاف الســلوك الجيوكيمائي

للعنصرين، حيث يدخل البوتاسيوم في تركيب الفلزات الغضارية خلال عمليات التجوية، ومقاومة فلزات البوتاسيوم العالية للتجوية مقارنة مع فلزات الصوديوم، بالإضافة لقدرة البوتاسيوم العالية على إعادة الارتباط مع نواتج التجوية خاصةً الفلزات الغضارية (Davis δ Dewiest، 1966،P463)، تراوح تركيز البوتاسيوم ما بين (2- 77ملغم/لتر)، ويلاحظ وجود بعض الابار ذات الأرقام (12، 14، 15، 19، 22، 23) التي تتجاوز الحد المسوح به حسب منظمة الصحة العالمية والبالغ 12ملغ/لتر (2016، WHO)، ويعزى انخفاضه لعدم وجود تشكيلات صخرية نارية التركيب، لان الصخور الكربوناتية تسيطر على منطقة الدراسة، والتي ينخفض فيها نسبة البوتاسيوم، وقد يرجع ارتفاعه في بقية الابار الى الاسمدة البوتاسية المستخدمة في الزراعة.

- **الصوديوم:**

يأتي الصوديوم الى المياه من خلال تجوية التشكيلات الجيولوجية الحاوية على نسب مرتفعة من هذا العنصر مثل المعادن الغضارية، كما ان لنشاط السكان دور على تركيز الصوديوم كاستخدام الاسمدة الكيميائية والاسمدة العضوية بمعدلات عالية، وتتميز املاح الصوديوم بانحلالها الشديد في المياه ولا تترسب بسهوله ويمكن ان تزال كمية كبيرة من الصوديوم بفعل التبادل الايوني، ويلاحظ وجود الصوديوم في كل انواع المياه الطبيعية، ويتواجد بتراكيز عالية في المياه المالحة والعسرة التي تتم معالجتها باستخدام محلول كلور الصوديوم، (Cole1983 401p،). تراوحت قيم عنصر الصوديوم ما بين (75- 480)، ونجد ان تراكيز الصوديوم تتجاوز الحدود المسموح بها محليا وعالميا والبالغ (200) ملغم /لتر في جميع الابار باستثناء الابار ذوات الأرقام 6، 7، 8، 9.

- **المغنيسيوم:**

يعد المغنيسيوم من الأيونات الموجبة الرئيسة الموجبة المتواجدة في المياه.، و يعد انحلال التشكيلات الكربوناتية المصدر الأساسي له في الماء.، بينت التحاليل ان تركيز المغنيسيوم تراوح ما بين (422- 151) ملغم/لتر، وبذلك نجد ان تركيز المغنيسيوم تجاوز الحد المسموح به وفقا للمعايير العراقية والتي تبلغ 150 ملغ / لتر، باستثناء البئر رقم 22، و جميع الآبار صالحة حسب منظمة الصحة العالمية والبالغة 125 ملغ /لتر (2016، WHO)، باستثناء الآبار رقم (12، 17، 18)، ويرجع وجود المغنيسيوم الى تحلل الصخور الكلسية والدولوميتية في المرتفعات الجبلية التي يمر بها نهر الفرات غنية بتلك التشكيلات.

- **الكالسيوم:**

يعتبر عنصر الكالسيوم من العناصر الأساسية الموجبة الشحنة المتواجدة في المياه، يعد لأيون الكالسيوم متواجدة أهمية كبيرة بسبب اعتماد العسرة، ونوعية المياه على تركيزه فيها (White، 2005،701p.)، ويعد من العناصر المهمة للجسم، فنقصه يؤدى إلى هشاشة العظام عند الكبار ولين العظام عند الصغار، وتسوس الأسنان، أما زيادته فتؤدي إلى ترسبات كلسية حول المفاصل وتكوين الحصى، من خلال نتائج التحاليل نجد ارتفاع تركيز الكالسيوم في آبار منطقة الدراسة،، حيث بلغ اعلى تركيز للكالسيوم فيه 315 ملغم/ لتر في البئر رقم 12، بينما بلغ اقل تركيز 61 ملغم/لتر في البئر رقم 7، ومع ذلك كانت معظم القيم لتركيز الكالسيوم أعلى من الحد المسموح العالمية والبالغة 75 ملغم/لتر، والعراقية 50 ملغ/لتر.، وتعتمد تراكيز الكالسيوم على التشكيلات الجيولوجية في منطقة الدراسة، وخاصة الصخور الكربوناتية.

ثانياً-حساب مؤشر جودة مياه الآبار في منطقة الدراسة:

تم تطبيق معادلة مؤشر الجودة الكندي WOI على عينات مياه الآبار في ناحية الرحالية، وحصلنا على النتائج المبينة في الجدول (4)، بمقارنة نتائج مؤشر الجودة الكندي WOI مع الجدول (1)، تبين ان مياه الآبار جميع الابار كانت غير ملائمة لأغراض الشرب باستثناء البئر رقم 7، كانت مياهه رديئة، وبينما كانت مياه الآبار 8، 9 مياه ردئية جدا حسب مؤشر الجودة الكندي WOI، كما هو مبين في الجدول(4).

الجدول (4) تصنيف مياه الآبار في ناحية الرشاد حسب مؤشر الجودة الكندي WOI.

رقم البئر	الجودة الكندي مؤشر WOI	نوعية المياه حسب مؤشر الجودة الكندي WOI
1	568.42	غير ملائمة لأغراض الشرب
2	568.20	غير ملائمة لأغراض الشرب
3	577.04	غير ملائمة لأغراض الشرب
4	539.38	غير ملائمة لأغراض الشرب
5	451.94	غير ملائمة لأغراض الشرب
6	405.01	غير ملائمة لأغراض الشرب
7	193.09	مياه رديئة
8	242.10	مياه رديئة جداً
9	299.18	مياه رديئة جداً
10	518.61	غير ملائمة لأغراض الشرب
11	478.25	غير ملائمة لأغراض الشرب
12	832.13	غير ملائمة لأغراض الشرب
13	430.25	غير ملائمة لأغراض الشرب
14	479.78	غير ملائمة لأغراض الشرب
15	413.32	غير ملائمة لأغراض الشرب
16	462.32	غير ملائمة لأغراض الشرب
17	719.80	غير ملائمة لأغراض الشرب
18	669.00	غير ملائمة لأغراض الشرب
19	605.04	غير ملائمة لأغراض الشرب
20	438.44	غير ملائمة لأغراض الشرب
21	468.83	غير ملائمة لأغراض الشرب
22	757.58	غير ملائمة لأغراض الشرب
23	633.43	غير ملائمة لأغراض الشرب

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (3) والجدول (1).

تم حساب النسبة المئوية للصوديوم s.s.p، كما هو مبين في الجدول (5)، وتم تصنيف مياه الآبار في ناحية الرحالية بالاعتماد على الجدول (2)، ونجد ان جميع الآبار مقبولة من حيث صلاحيتها للزراعة والري، حسب مؤشر النسبة المئوية للصوديوم S.S.P، باستثناء البئر رقم 14 فهو غير صالح للاستخدام والبئر رقم 2 يشك بصلاحيتها للزراعة والري، كما هو مبين في الجدول (5).

الجدول (5) تصنيف مياه الآبار في ناحية الرشاد حسب مؤشر النسبة المئوية للصوديوم S.S.P.

رقم البئر	النسبة المئوية للصوديوم S.S.P	نوعية المياه مؤشر النسبة المئوية للصوديوم S.S.P
1	51.6	مقبولة
2	67.4	يشكل بصلاحيتها
3	52.6	مقبولة
4	51.6	مقبولة
5	39.7	جيدة
6	52.7	مقبولة

7	43.1	مقبولة
8	50.6	مقبولة
9	33.0	جيدة
10	52.4	مقبولة
11	50.5	مقبولة
12	50.8	مقبولة
13	52.1	مقبولة
14	50.4	مقبولة
15	83.3	غير صالحة
16	48.5	مقبولة
17	39.8	جيدة
18	36.2	جيدة
19	50.8	مقبولة
20	50.5	مقبولة
21	50.5	مقبولة
22	45.6	مقبولة
23	47.8	مقبولة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (3) والجدول (2).

الاستنتاجات:

1-بينت الدراسة أن التكوينات الجيولوجية للمنطقة (الصخور الكربوناتية والجيرية) تلعب الدور الأكبر في صياغة نوعية المياه، حيث أدت عمليات الإذابة والتجوية إلى ارتفاع تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم والعسرة الكلية بشكل ملحوظ.

2-أظهرت الدراسة تدني صلاحية المياه للشرب وفقاً لمؤشر جودة المياه الكندي (WQI)، أثبتت الدراسة أن غالبية الآبار غير صالحة للاستهلاك البشري المباشر، لتجاوزها المعايير المعتمدة من قبل منظمة الصحة العالمية والمواصفات العراقية.

3-أظهرت الدراسة تباين صلاحية الابار حسب صلاحيتها للري والزراعة، فبناءً على مؤشر النسبة المئوية للصوديوم (S.S.P)، صُنفت معظم الآبار ضمن فئة "المقبولة" أو "الجيدة" زراعياً، مما يجعلها مورداً حيوياً لدعم النشاط الرعوي والزراعي في المنطقة رغم ملوحتها.

4- بينت الدراسة وجود تباين مكاني واضح؛ حيث تميزت بعض الآبار (مثل البئر رقم 7) بجودة أفضل نسبياً مقارنة بغيرها.

5- بينت الدراسة أن تراكيز البوتاسيوم بقيت منخفضة في معظم المواقع لغياب التكوينات الصخرية النارية، بينما ارتبطت الارتفاعات الطفيفة في بعض الآبار بالنشاطات البشرية واستخدام الأسمدة الزراعية.

التوصيات:

١- يجب على الجهات الرسمية التبعة للدولة تنظيم عملية حفر الآبار من قبل اهالي المنطقة، والقياد بدراسة قبل عملية الحفر لاختيار افضل المناطق لحفر الآبار.

٢- حفر المزيد من من آبار المراقبة بهدف رصد المياه الجوفية في المنطقة بشكل دقيق ودائمي.

٣- التركيز والمراقبة الدائمة للآبار التي تجاوزت فيها بعض العناصر الحدود المسموح بها.

٤- الاستمرار في إجراء الفحوصات المختبرية للمياه الجوفية في المنطقة لمعرفة التغيرات التي ستحدث من ناحية نسبة المكونات الكيميائية والأملاح المذابة فيها تفادياً لعدم حدوث تدهور في صلاحية المياه الجوفية ونوعيتها.

المراجع:

1) Babaei، S. F. 2011.Evolution of a New Surface Water Quality Index for Karoon Catchment in Iran. Journal of Water Science and Technology، 64، 2483-2491
2) Central Statistical Organization، (1996): A map of deprivation and living standards in Iraq، a study in three parts، United Nations Development Program، Iraq، Pp.195-219
3) Channo R.J. (2012). Studying the Probability of Using Groundwater in Baghdad City for Human، Animal and Irrigation Use. Al-khwarizmi Engineering Journal، 8: 63-74
4) Davis، S. N. and Dewiest، R. J. M.، (1966): Hydrogeology. John Wiley and Sons Inc. New York، 463p.
5) G. Harrvery John Wiley and Sons، USA، 1982، P.205
6) George Mathes، The Properties of Ground Water، Translated by: Johan
7) Hem، J.D.، Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water USG.S، Water Sapp Paper 2254، P.263.
8) S. Studies، E. Sciences، and S. Vol، "The Orontes Water Pollution Patterning – Syria – By Means of Geographic Information System GIS،" vol. 2009، no. 31، 2009.
9) Todd، D.K.، Ground Water Hydrology، 2nd ed.، John Wiley and Sons، Inc.، New York، 1980، P.535.
10) White، W. M.، 2005. Geochemistry. USA، 701p
11) World Health Organization (WHO)، (2016): Guide lines for drinking-water Quality، 4 th ed Geneva، Pp.30-120.
12) Yisa، J.، & Tijani Oladejo، J. (2010). Analytical Studies on Water Quality Index of River Landzu. American Journal of Applied Sciences، 7. https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.453.458