تقييم خصائص المياه الجوفية للإرواء الزراعي لمنطقة سبع قصور شمال شرق بغداد

محسن مزيعل عودة، أ.م.د. نجلة عجيل محمد
الجامعة المستنصرية/ كلية التربية/ قسم الجغرافية
najlaajeel@uomustansiriyah.edu.iq mhsnmzyl13@gmail.com

المُستخلص:
تناولت الدراسة تقييم خصائص المياه الجوفية للإرواء الزراعي، لـ ٢٣ بئر في منطقة سبع قصور شمال شرق بغداد والتي تبلغ مساحتها (١٣,٣٥ كم٢)، وعدد سكانها اكثر من ثمانون الف نسمة، من خلال استخدام ثمانية تصانيف، وفق المواصفات العالمية توجد سبعة اربعة ابار فقط صالحة للري ما تُمثل نسبة (٣٠%) فقط من آبار منطقة الدراسة، في حين نسبة امتصاص الصوديوم SAR ضمن الفئة (S1)، وهي مياه قليلة الصوديوم يمكن استعمالها في أي تربة، عدا بئر واحد فقط (W١٢) ضمن صنف (S2) وهي مياه متوسطة الصوديوم، أما تصنيف فيبس ثمانية آبار ضمن صنف C4 وبنسبة ٣٥ % وهي مياه ذات ملوحة عالية جدا وتكون غير ملائمة للري إلا للمحاصيل ذات التحمل العالي للملوحة وتحتاج الترب الى عمليات بزل مستمرة وعناية كبيرة، و ثمانية آبار أخرى ضمن صنفC5 وبنسبة ٣٥ % غير صالحة للري، أما تصنيف نسبة الصوديوم Na% نجد ان ٩٢ % من مياه الآبار ضمن صنف الجيدة، أما معامل كربونات الصوديوم المتبقي RSC ضمن صنف الآمن، في حين مؤشر النفاذية PI ضمن صنفClass-II (ملائم)، و حسب تصنيف ريتشارد٦٤ % ضمن صنف رديء، في حين ٦٣ % غير مُلائم حسب تصنيف ويلكوكس.

الكلمات المفتاحية:(بغداد، مياه جوفية، سبع قصور).

Evaluation of groundwater characteristics for agricultural irrigation in the Sabba Qusour area ،north-east of Baghdad

Mohsen Muziel Odeh ،Assist. Prof. Dr. Najla A. Mohammed

Abstract:
The study dealt with the evaluation of the characteristics of groundwater for agricultural irrigation ،for 23 wells in the Sabba Qusour area ،northeast of Baghdad ،which has an area of (13.35 km 2) ،and a population of more than eighty thousand people ،through the use of eight classifications ،according to international standards ،there are seven wells ،only four are valid. For irrigation ،it represents only (30%) of the wells of the study area ،while the sodium absorption rate (SAR) is within category (S1) ،which is low-sodium water that can be used in any soil ،except for only one well (W 12) within category (S2) ،which is water Medium sodium ،while the Phipps classification is eight wells within the C4 category ،with a rate of 35% ،which is water with very high salinity and is not suitable for irrigation except for crops with high tolerance to salinity ،and the soil needs continuous tapping operations and great care ،and eight other wells within the C5 category ،with a rate of 35% not It is suitable for irrigation. As for the classification of Na% sodium ،we find that 92% of the well water is within the good category ،while the residual sodium carbonate coefficient RSC is within the safe category ،while the permeability index PI is within the Class-II class (appropriate) ،and according to Richard's classification 64% is within the category Poor ،63% inadequate ،according to the Wilcox rating.

Keywords: (Baghdad ،Groundwater ،Sabba Qusour).

المُقدمة:
تشهد الموارد المائية المتاحة للاستخدام تناقصاً مستمراً نتيجةً لزيادة معدلات الطلب عليها، لذلك أصبح من اللازم التوسع في الدراسات والأبحاث للكشف عن المياه الجوفية واستثمارها، وهذا يحتاج إلى تحريات متنوعة لغرض التعرف على الخزين الجوفي وكيفية تجدده وأسلوب استخراجه، للوصول إلى الاستغلال الأمثل للمياه وكيفية استخدامها بشكل علمي مدروس، إذ تُعد المياه من أفضل الهبات الطبيعية التي وهبها الله (ﷻ) للإنسان، وهي من العناصر الأساسية لتكوين الكائنات الحية، وعنصر جوهري لكل نشاط اقتصادي، وإن استثمارها بشكل منظم وعقلاني مظهر من مظاهر التقدم والرقي الحضاري، باعتبارهِ أصل الحياة وأن أي خلل في نوعيتها وكميتها في أي منطقة يحولها إلى أرض قفار يصعب العيش فيها، قال تعالى ﴿**وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ**﴾ [١].

مُشكلة الدراسة:
أ- هل المياه الجوفية في منطقة الدراسة صالحة للإرواء الزراعي؟
ب- عدم توفر دراسات تفصيلية تناولت خصائص المياه الجوفية وصلاحيتها لأغراض للإرواء الزراعي في منطقة الدراسة.

فرضية الدراسة:
أ- إن تأثير إستعمال الأرض في منطقة الدراسة دور أساسي في تغيير خصائص المياه الجوفية.

[١] سورة الأنبياء الآية(٣٠)

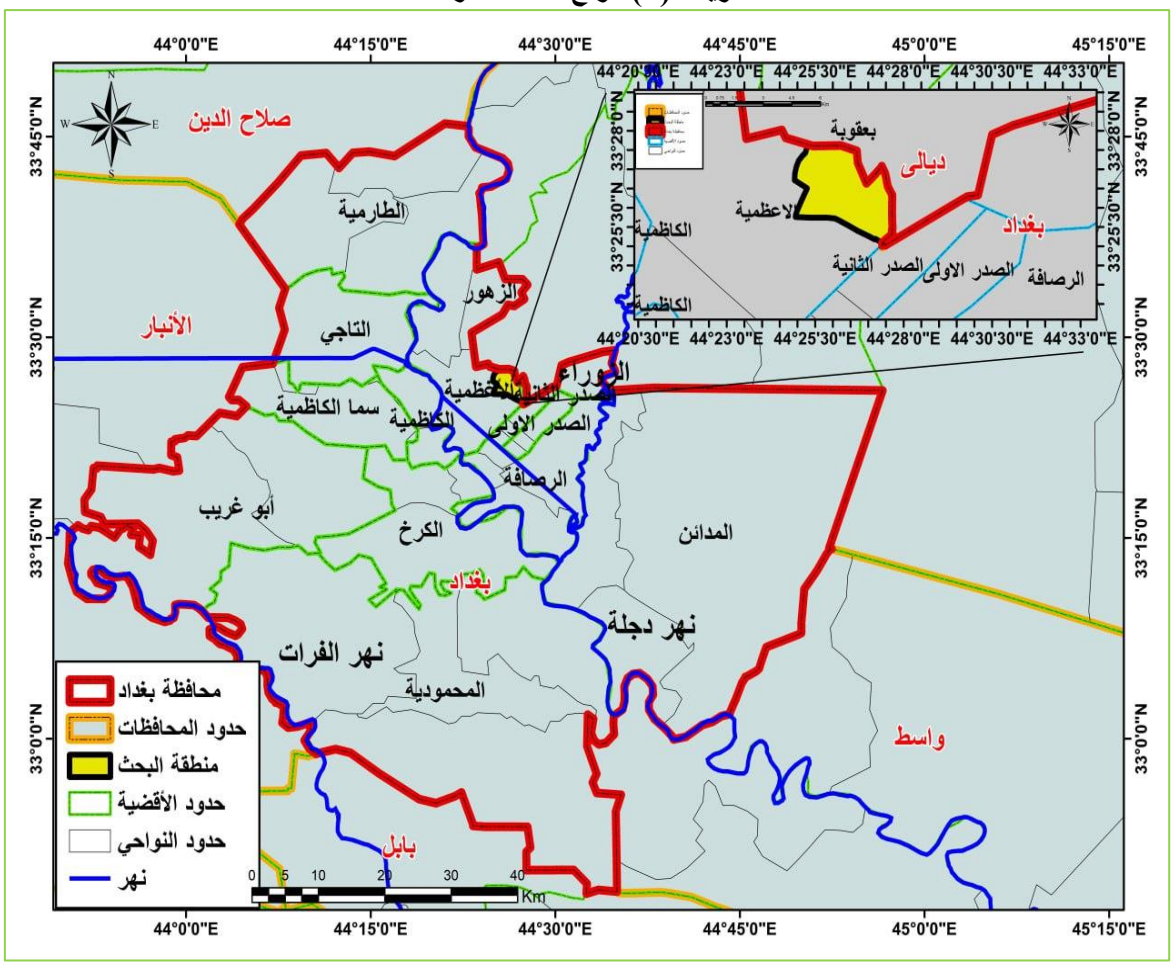
ب- ضحالة عمق المياه الجوفية يسهل وصول العناصر الملوثة أثناء تسرب المياه السطحية إلى جوف الأرض، مما يؤثر على صلاحيتها للإرواء الزراعي.

هدف الدراسة: تقييم صلاحية المياه الجوفية للإرواء الزراعي في منطقة سبع قصور شمال شرق بغداد.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة شمال شرق بغداد، وتبلغ مساحتها (١٣,٣٥ كم^{٢})، وضمن الاحداثيات الجغرافية بين دائرتي عرض (33°25'45.32"N) – (33°27'4.81"N) شمال خط الاستواء، وخطي طول (44°25'16.57"E) – (44°27'54.87"E) شرق خط كرينتش، ويبلغ عدد سكانها اكثر من ثمانون الف نسمة[١]، يحدها من الشمال ناحية خان بني سعد، و من الشرق القرية و منطقة البو عامر والأوسمة، من الجنوب منطقة حي اور وكسرة وعطش، من جهة الغرب مدينة الشعب والثعالبة، و تمتاز منطقة الدراسة بوجود اراضي زراعية و ثروات حيوانيه من ابقار واغنام وماعز وجاموس، فضلا عن العديد من المعامل الاهلية (اعادة تدوير وصهر النحاس والالمنيوم، والحديد) [٢]. خريطة (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

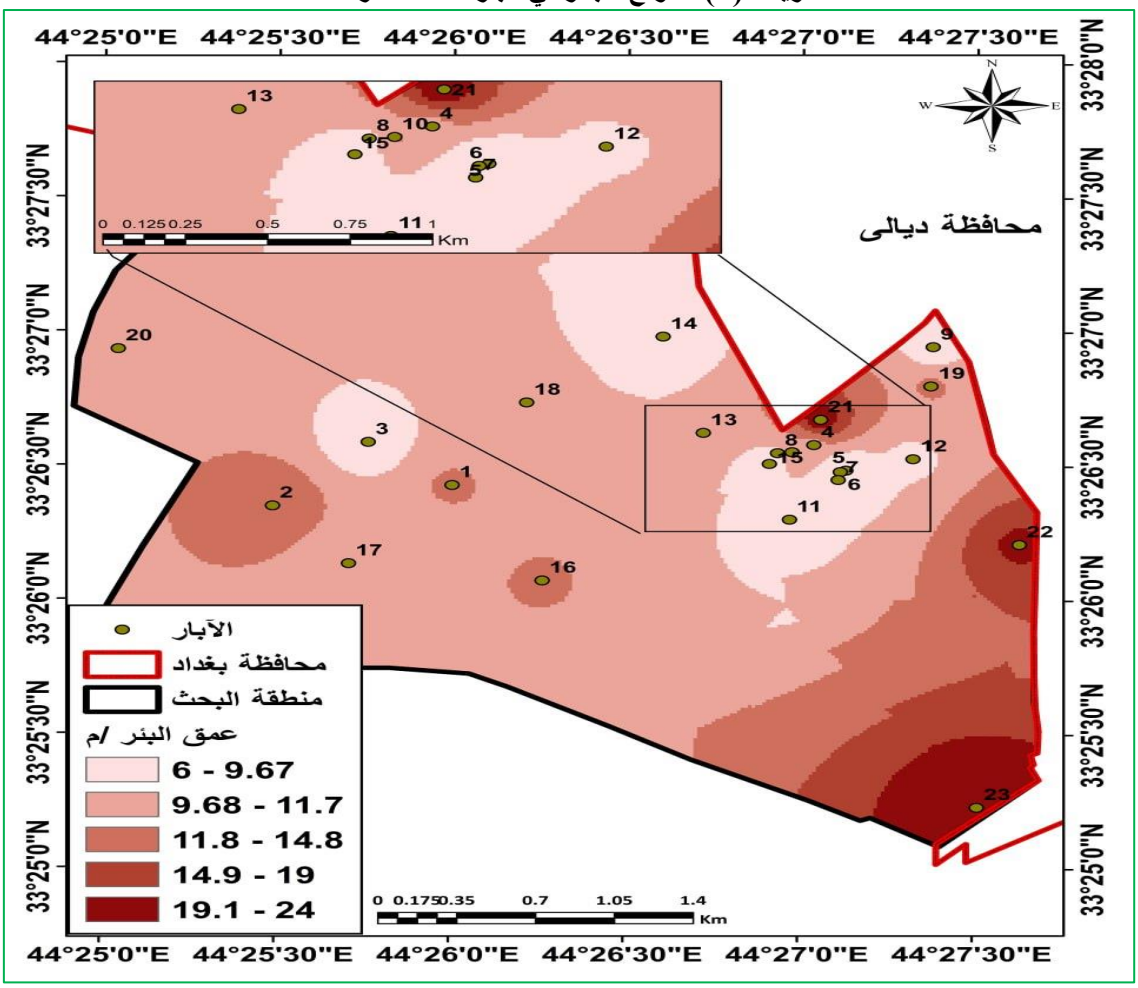
تم أخذ العينات من الابار بتاريخ (٢٣/ ٨/ ٢٠٢٢) بعد تشغيل المضخات الكهربائية الموجودة على الابار لمُدة ثلاثة دقائق، ومن ثم قياس المُتغيرات مباشرة للعينات من قبل الباحثين عند أخذها لكل من (درجة الحرارة، الدالة الحامضية PH، مجموع الاملاح الذائبة *T.D.S* ، التوصيلية الكهربائية *E.C*)، وبقية ايونات العناصر تم تحليلها و حسابها في مُختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مختبر اعادة تدوير المياه. بعد وضعها في عُلب بولي أثيلين مُختبرية، لكل من الايونات الموجبة الذائبة لكُل من (الكالسيوم Ca^{+2}، المغنيسيوم Mg^{+2}، الصوديوم Na^{+} ، البوتاسيوم K^{+})، فضلا عن الايونات الذائبة السالبة لكل من (النترات No_3^{-}، الكلوريدات Cl^{-}، الكبريتات So_4^{-2}، وكذلك البيكاربونات HCO_3^{-}، الكاربونات Co_3^{-2}، الفوسفات Po_4^{-3})، وبعض العناصر النزرة مثل أيون البورون B^{+3}. تذبذب عُمق الابار في منطقة الدراسة، اعلى عُمق في الابار (*W21*، *W22*) (٢٤ متر)، وادناها في بئر *W14*ستة أمتار، خريطة (٢)، جدول(١).

---

[١] أمانة بغداد، دائرة بلدية الشعب، قسم التخطيط والمتابعة، الشعبة الفنية، ٢٠٢٣.

[٢] الدراسة الميدانية للباحثين، ٢٠٢٢.

خريطة (٢) الموقع الجغرافي لأبار منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات جدول (١) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

إن استخدام المياه الجوفية لأغراض الري مهم جدا للنباتات، حيث إن النباتات تحتاج إلى الأملاح وتعتمد على مدى قابلية هذا النبات على تحمل تراكيز هذه الأملاح، فضلاً عن تركيز آيون الصوديوم في المياه مع الأخذ بالاهتمام المحتوى الملحي، وذلك لان هذين العنصرين لا يؤثران فقط في نمو النباتات بل يؤثران في خواص التربة أيضا. إضافة الى عوامل أخرى وذلك حسب نوعية النباتات المروية ونوع التربة، وان المياه المستخدمة لأغراض الري تعتمد على المتغيرات الهيدروكيميائية المتمثلة بالأيونات الأساسية (الموجبة والسالبة) والأيونات الثانوية والتوصيلية الكهربائية (E.C) والأملاح (T.D.S)، فضلاً عن درجة الحرارة والدالة الحامضية، ويوجد عدة تقسيمات وتصنيفات ومعايير عالمية لتقييم صلاحية المياه للري ، وتختلف هذهِ التصنيفات بإختلاف إستخدام مؤشرات المياه للمُقارنة، وان أغلب هذهِ المعايير تستخدم وحدة ملي مكافيء /لتر، لذلك من الضروري تحويل الوحدات من ملغ / لتر الى ملى مكافئ / لتر من خلال هذه الصيغة الرياضية للتحويل[١]، جدول (٢).

مكافيء /لتر = (ملى غرام / لتر من العنصر × تكافؤ العنصر) ÷ الوزن الذرى لعنصر.

[١]مارك. ج. هامر، الماء وتقنية مياه الصرف، ط١، ترجمة يوسف رضوان، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم التقنية، ٢٠١٥، ص ١٥٤.

جدول(١) الخصائص النوعية للمياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة

ت	الاسم البئر	رمز العينة	POINT_X	POINT_Y	عمق البئر (متر)	PH الدالة الحامضية (بدون وحدات)	درجة الحرارة (م °)	E.C التوصيلية الكهربائية مايكروسيمنز /سم	T.D.S مجموع الاملاح الذائبة (ملغ/لتر)	الكالسيوم م Ca^{+2}	المغنيسيوم Mg^{+2}	الصوديوم $Na+$	البوتاسيوم $K+$	البورون B^{+3}	الكلور $Cl-$	الكبريتات (SO_4-2)	البيكاربونات $Hco\ 3-$	الكاربونات $Co\ 3^{-2}$	النترات $No\ 3-$	القوسفات $Po\ 4^{-3}$
١.	محمد فاضل	W1	٤٤,٤٣٣٤	٣٣,٤٤٠٤	١٢	7.12	30.4	1730	865	185	80	207	8.4	0.26	404	368	174	8.3	3	0.35
٢.	عبد الرضا مفتن	W2	٤٤,٤٢٤٨	٣٣,٤٣٩١	١٤	7.22	30.3	3756	1878	331	147	390	12.3	0.31	738	692	316	15	8.9	0.41
٣.	عبدالعزيز البندر	W3	٤٤,٤٢٩٤	٣٣,٤٤٣١	٨	7.86	32.1	3241	2254	540	235	608	31	0.39	1191	1095	489	31	15	0.48
٤.	جاسم محمد	W4	٤٤,٤٥٠٦	٣٣,٤٤٣٠	١١	7.19	32.6	756	432	135	67	177	7.2	0.27	333	289	142	5.5	1.2	0.32
٥.	محمد كاظم /١	W5	٤٤,٤٥١٩	٣٣,٤٤١٣	٧	7.22	34.2	620	320	98	45	119	4.5	0.21	243	201	93	0	0.78	0.3
٦.	محمد كاظم /٢	W6	٤٤,٤٥١٩	٣٣,٤٤١٣	٨	7.05	34.8	582	291	51	21	65	0.58	0.11	134	96	45	0	0.23	0.19
٧.	نعيم علي	W7	٤٤,٤٥١٨	٣٣,٤٤٠٨	٩	7.94	34.5	6220	3110	1375	583	1467	72	0.86	2850	2768	1216	79	74	0.8
٨.	مسجد وحسينية الامام الحسين	W8	٤٤,٤٤٨٩	٣٣,٤٤٢٥	٩	7.88	29	5176	2588	1219	526	1293	63	0.78	2549	1430	1128	65	63	0.73
٩.	مرتضى محمد	W9	٤٤,٤٥٦٣	٣٣,٤٤٩١	٨	7.87	31.9	5408	2359	1210	517	1306	59	0.81	2531	2412	1145	58	57	0.68
١٠.	ابو حسام المختار	W10	٤٤,٤٤٩٦	٣٣,٤٤٢٥	١٢	7.81	34.5	3751	2631	659	283	721	39	0.49	1438	1312	602	29	21	0.52
١١.	عمار حسن	W11	٤٤,٤٥١٨	٣٣,٤٤١٥	٨	7.08	31.4	616	378	56	26	69	0.71	0.16	138	109	54	0	0.36	0.24
١٢.	منزل قيد الانشاء	W12	٤٤,٤٥٢٣	٣٣,٤٣٩٦	٩	7.98	30.5	8146	4073	4690	1944	4811	163	3.56	9513	9405	4122	149	138	1.73
١٣.	ابو سلام طالب عبود	W13	٤٤,٤٥٠٦	٣٣,٤٤٢٠	١٠	7.93	31.2	5844	2706	1230	547	1312	62	1.12	2539	2454	1193	61	51	0.71
١٤.	ماجد محمود نجم	W14	٤٤,٤٥٠٩	٣٣,٤٤١٥	٦	7.96	32.8	6216	2922	1424	606	1517	81	2.21	2994	2868	1236	87	89	0.92
١٥.	محمد فرحان	W15	٤٤,٤٤٨٥	٣٣,٤٤١٨	٨	7.83	32.7	5412	1823	976	420	1070	58	0.7	2086	1983	881	56	43	0.64
١٦.	صفاء احمد /١	W16	٤٤,٤٣٧٧	٣٣,٤٣٤٥	١٢	7.18	31.5	3261	1719	455	199	517	23.5	0.42	1095	1011	243	21	19	0.51
١٧.	صفاء احمد /٢	W17	٤٤,٤٢٨٥	٣٣,٤٣٥٦	١٠	7.82	32.4	2891	1788	389	170	447	18.2	0.53	742	695	586	19	14	0.49
١٨.	ابو فلاح المعموري	W18	٤٤,٤٥٢٦	٣٣,٤٤٥٧	١١	7.21	35.1	942	469	83	39	123	2.6	0.23	225	189	81	0	0.81	0.29
١٩.	فلاح المعموري	W19	٤٤,٤٥٢٦	٣٣,٤٤٥٧	١٢	7.86	32.5	4162	1694	715	307	774	42	0.61	1539	1422	653	38	24	0.56
٢٠.	مصطفى نبيل	W20	٤٤,٤١٧٤	٣٣,٤٤٨٩	١٠	7.87	32.7	656	378	٨٥٤	٣٦٣	٩١٣	٥٠	٠,٥٩	١٨١٣	١٦٨٥	٧٢٦	٤٣	٣١	٠,٦
21	ماهر نعمة جبار	W21	44.4585	33.4205	24	7.15	30.7	26900	17500	1102	268	4001	199	0.74	1456	10000	420	0	1.2	0.66
٢٢.	صلاح صباح محسن	W22	44.4605	33.4368	24	7.22	31.1	4230	2960	٥٢٩	١٦١	٣٨١	٨,٥	٠,٥٥	٥٦٠	٩٨٠	٣٦٢	٠	١,٦	٠,٦٢
23	علي كريم رحيمه	W23	44.4509	33.4446	20	7.31	30.9	2720	1780	172	90	250	14	0.62	460	621	93	11	0.44	0.59

المصدر : الباحثين بالاعتماد على مُختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مختبر اعادة تدوير المياه.٢٠٢٢.

جدول (٢) الخصائص النوعية للمياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة بوحدة مكافيء /لتر

ت	الاسم البئر	رمز العينة	POINT_X	POINT_Y	عمق البئر (متر)	الكالسيوم Ca^{+2}	المغنيسيوم Mg^{+2}	الصوديوم $Na+$	البوتاسيوم $K+$	الكلور $Cl-$	الكبريتات (SO_4-2)	البيكاربونات $Hco\ 3-$	الكاربونات $Co\ 3^{-2}$
١.	محمد فاضل	W1	٤٤,٤٣٣٤	٣٣,٤٤٠٤	١٢	9.23	6.58	9.00	0.22	11.39	7.65	2.85	0.27
٢.	عبد الرضا مفتن	W2	٤٤,٤٢٤٨	٣٣,٤٣٩١	١٤	16.52	12.08	16.97	0.31	20.81	14.39	5.18	0.50
٣.	عبدالعزيز البندر	W3	٤٤,٤٢٩٤	٣٣,٤٤٣١	٨	26.95	19.32	26.45	0.79	33.59	22.78	8.02	1.02
٤.	جاسم محمد	W4	٤٤,٤٥٠٦	٣٣,٤٤٣٠	١١	6.74	5.51	7.70	0.18	9.39	6.01	2.33	0.18
٥.	محمد كاظم /١	W5	٤٤,٤٥١٩	٣٣,٤٤١٣	٧	4.89	3.70	5.18	0.12	6.85	4.18	1.53	0.00
٦.	محمد كاظم /٢	W6	٤٤,٤٥١٩	٣٣,٤٤١٣	٨	2.54	1.73	2.83	0.01	3.78	2.00	0.74	0.00
٧.	نعيم علي	W7	٤٤,٤٥١٨	٣٣,٤٤٠٨	٩	68.61	47.92	63.81	1.84	80.37	57.57	19.94	2.61
٨.	مسجد وحسينية الامام الحسين	W8	٤٤,٤٤٨٩	٣٣,٤٤٢٥	٩	60.83	43.24	56.25	1.61	71.88	29.74	18.50	2.15
٩.	مرتضى محمد	W9	٤٤,٤٥٦٣	٣٣,٤٤٩١	٨	60.38	42.50	56.81	1.51	71.37	50.17	18.78	1.91
١٠.	ابو حسام المختار	W10	٤٤,٤٤٩٦	٣٣,٤٤٢٥	١٢	32.88	23.26	31.36	1.00	40.55	27.29	9.87	0.96
١١.	عمار حسن	W11	٤٤,٤٥١٨	٣٣,٤٤١٥	٨	2.79	2.14	3.00	0.02	3.89	2.27	0.89	0.00
١٢.	منزل قيد الانشاء	W12	٤٤,٤٥٢٣	٣٣,٤٣٩٦	٩	234.03	159.80	209.28	4.17	268.27	195.62	67.60	4.92
١٣.	ابو سلام طالب عبود	W13	٤٤,٤٥٠٦	٣٣,٤٤٢٠	١٠	61.38	44.96	57.07	1.59	71.60	51.04	19.57	2.01
١٤.	ماجد محمود نجم	W14	٤٤,٤٥٠٩	٣٣,٤٤١٥	٦	71.06	49.81	65.99	2.07	84.43	59.65	20.27	2.87
١٥.	محمد فرحان	W15	٤٤,٤٤٨٥	٣٣,٤٤١٨	٨	48.70	34.52	46.55	1.48	58.83	41.25	14.45	1.85
١٦.	صفاء احمد /١	W16	٤٤,٤٣٧٧	٣٣,٤٣٤٥	١٢	22.70	16.36	22.49	0.60	30.88	21.03	3.99	0.69
١٧.	صفاء احمد /٢	W17	٤٤,٤٢٨٥	٣٣,٤٣٥٦	١٠	19.41	13.97	19.44	0.47	20.92	14.46	9.61	0.63
١٨.	ابو فلاح المعموري	W18	٤٤,٤٥٢٦	٣٣,٤٤٥٧	١١	4.14	3.21	5.35	0.07	6.35	3.93	1.33	0.00
١٩.	فلاح المعموري	W19	٤٤,٤٥٢٦	٣٣,٤٤٥٧	١٢	35.68	25.24	33.67	1.08	43.40	29.58	10.71	1.25
٢٠.	مصطفى نبيل	W20	٤٤,٤١٧٤	٣٣,٤٤٨٩	١٠	42.61	29.84	39.72	1.28	51.13	35.05	11.91	1.42
21	ماهر نعمة جبار	W21	44.4585	33.4205	24	54.99	22.03	174.04	5.09	41.06	208.00	6.89	0.00
22	صلاح صباح محسن	W22	44.4605	33.4368	24	26.40	13.23	16.57	0.22	15.79	20.38	5.94	0.00
23	علي كريم رحيمه	W23	44.4509	33.4446	20	8.58	7.40	10.88	0.36	12.97	12.92	1.53	0.36

المصدر : الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول (١) ومُعادلة التحويل.

١- **صلاحية المياه الجوفية للإرواء الزراعي وفق المواصفات العالمية :** تناول تسعة مُتغيرات هيدروكيميائية، جدول (٣).

جدول (٣) المواصفات العالمية لصلاحية المياه للري

العناصر	المواصفات العالمية للري
الدالة الحامضية (بدون وحدات) *PH*	6.5-8.5
درجة الحرارة (م °)	35
التوصيلية الكهربائية مايكروسيمنز/سم E.C	3000
مجموع الاملاح الذائبة (ملغ/لـتر) T.D.S	2000
الكالسيوم $Ca^{+٢}$	400
المغنيسيوم Mg^{+2}	150
الكلور Cl^{-}	1065
الكبريتات (SO_4^{-2})	960
النترات No_3^{-}	10

المصدر UNESCO: /Ction.Collegue for the Water Quality Surveys. WHO، Water Quality Data and Interpretation. A Guide for the Studies and Reports in Hydrology، United Nations Educational Scientific and Cultural Organization، No. 23 Paris. 1978. https://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_023_1978

***جميع الايونات الموجبة والسالبة مُقاسة بوحدة (ملغ/لتر).**

من خلال مُقارنة بيانات الآبار جدول(١) مع المحددات في الجدول (٣) اعلاه تبين:

- توجد سبعة اربعة ابار فقط صالحة للري (W١ ، W4، W٥، W٦، W١١ ، W١٨، W٢٣)، ما تُمثل نسبة (٣٠%) فقط من آبار منطقة الدراسة.
- معدل تركيز الاس الهيدروجيني (pH)، وكذلك درجة الحرارة ضمن الحدود المسموحة بها لجميع آبار منطقة الدراسة.
- معدل التوصيلية الكهربائية (E.C) للمياه ضمن المسموح بها للآبار السبعة اعلاه إضافة الى البئرين (W١٧، W20) ، و بالنسبة للأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) (W2، W15، W16، W17 ، W19، W20)، وايوني كل من (المغنيسيوم و الكالسيوم) في W٢ فقط، أما بقية الآبار فهي أعلى من المسموح بها لاحتوائها على كمية عالية جدا من الاملاح.
- الايونات السالبة (Cl^{-}، (SO_4^{-2}) ، No_3^{-}) ضمن المسموح بها للآبار السبعة اعلاه إضافة الى (W٢ ، W١٧، W٢٢).

٢- نسبة امتصاص الصوديوم (Sodium Absorption Ratio SAR) :

هو من المقاييس المُهمة لجودة مياه الري بعد نسبة الملوحة هي نسبة امتزاز الصوديوم، وتُبين نسبة احتساب (SAR) مدى التغيرات التي تطرأ على التربة من خلال إضافة مياه الري، التي تؤثر على تهوية التربة وربط دقائق التربة في تجمعات قد تكون صورية ولها تأثير معاكس، حيث إنّ ارتفاع تراكيز الصوديوم يؤدي الى تفريق التربة وتحطيم الروابط التي تربط بين صفائح الطين وحدوث التمدد والانتفاخ بدقائق الطين، وهذا يؤدي إلى ضيق مسامات التربة[١].فإذا كانت القيمة SAR اقل من عشرة (10>) فإنَّ فئة المياه من النوع الممتاز لأغراض الري، وإذا كانت من (10-18) فهي من النوع الجيد، وإذا كانت من (18-26) فإنها من النوع المشكوك بها، وإذا كانت من (26>) فإنها من النوع الغير ملائم للري.

كما توجد مُعادلة رياضية لحساب نسبة امتزاز الصوديوم، تَعتمد على نسبة الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم، إذ إنَ العلاقة طردية بين قيمة (SAR) و الصوديوم، وعكسياً مع المغنيسيوم والكالسيوم.

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

- قيمة SAR بدون وحدات.
- قيمة ايون الصوديوم، الكالسيوم والمغنيسيوم تُقاس بوحدة ملي مكافئ / لتر. جدول (٤).

جدول (٤) نسبة امتصاص الصوديوم SAR لمياه آبار منطقة الدراسة

البئر	SAR	البئر	SAR	البئر	SAR
W1	3.07	W9	7.8	W17	4.85
W2	4.41	W10	5.85	W18	2.78
W3	5.45	W11	1.85	W19	5.94
W4	3.17	W12	14.78	W20	6.44

[١] نجله عجيل محمد، دراسة لبعض الخصائص الفيزيائية والكيمائية والبيولوجية لمياه نهر دجلة قرب جسر الشهداء وتقييمها للأغراض المُختلفة للمُدة (٢٠١٢-٢٠١٤)، مجلة الاستاذ للعلوم الانسانية والاجتماعية ، المجلد ٢، العدد ٢٢٦, ٢٠١٨، ص ٤٠٨.

4.15	W21	7.62	W13	2.44	W5
0.79	W22	8.36	W14	1.86	W6
1.36	W23	7.08	W15	8.19	W7
		4.83	W16	7.72	W8

المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٢) وبتطبيق معادلة *SAR*.

والجدول (٥) يُوضح المعيار للتعرف على صلاحية الأنهار للري، من خلال معرفة مواصفات المياه عند استعمالها للري(خطورة الصوديوم).

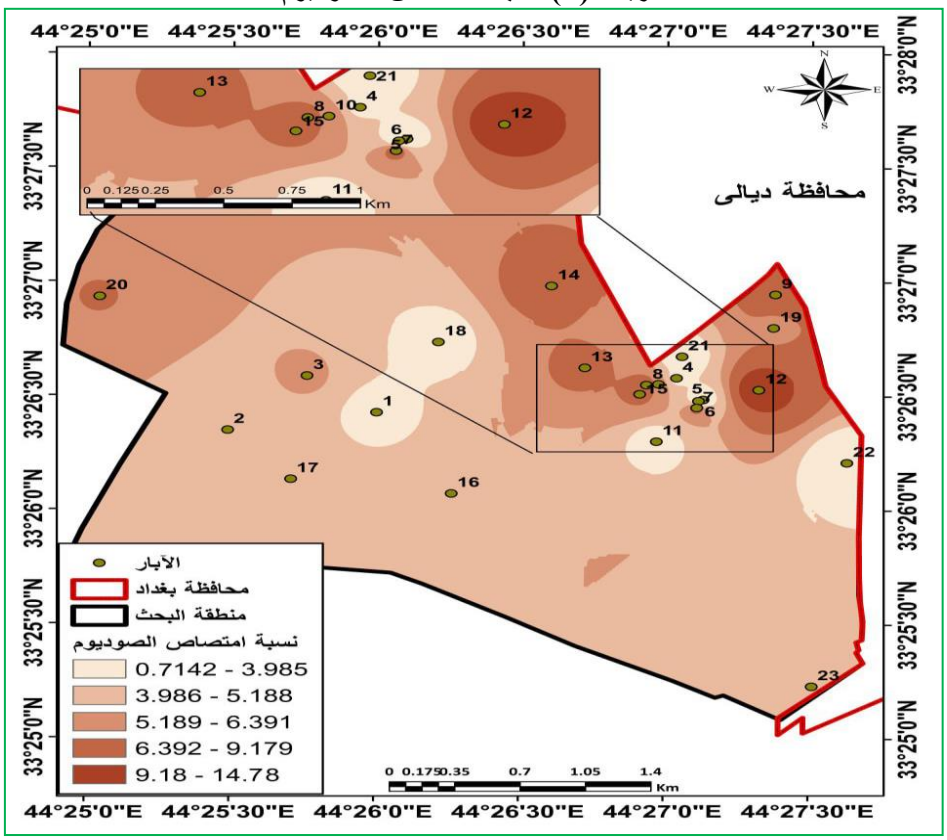
جدول(٥) مواصفات المياه عند استعمالها للري(خطورة الصوديوم)

الصنف	نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)	المواصفات
S1	١٠ - صفر	مياه قليلة الصوديوم يمكن استعمالها في أي تربة.
S2	10 -18	مياه متوسطة الصوديوم وهي غير صالحة للاستخدام في ترب ذات نسجه ناعمة، والتي لها القابلية على التبادل الأيوني؛ إلا أذا تواجد الجبس في التربة، ويمكن استخدامها في ترب ذات نسج خشن او ترب عضوية نفاذة.
S3	18-26	مياه عالية الصوديوم وتنتج مستويات مؤثرة من الصوديوم القابل للتبادل في معظم الترب.
S4	أكثر من٢٦	مياه ذات الصوديوم عالي جدا، وهي غير صالحة للري إلا في الحالات التي يكون فيها المقدار الكلي للملوحة واطئ، و يتوفر الكالسيوم في التربة او استخدام الجبس.

Source: Donnen L.D،water quality for agriculture ،California university ،davis ،1964 ،P.72.

أن جميع آبار منطقة الدراسة ضمن الفئة (S1)، وهي مياه قليلة الصوديوم يمكن استعمالها في أي تربة، عدا بئر واحد فقط (W١٢) ضمن صنف (S2) وهي مياه متوسطة الصوديوم وهي غير صالحة للاستخدام في ترب ذات نسجه ناعمة، والتي لها القابلية على التبادل الأيوني؛ إلا أذا تواجد الجبس في التربة، ويمكن استخدامها في ترب ذات نسج خشن او ترب عضوية نفاذة. خريطة (٢).

خريطة (٢) نسبة امتصاص الصوديوم



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات جدول (٢) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

٣- تصنيف فيبس (Fipps، 2003) (خطورة الملوحة): وهو تصنيف مكون من خمسة تدرجات (C١-C٥) إعتماداً على قيمة التوصيل الكهربائي(E.C) وكمية المواد الصلبة الذائبة(T.D.S)، جدول(٦).

جدول(٦) مواصفات المياه عند استعمالها للري(خطورة الملوحة)

الصنف	التوصيل الكهربائي EC (µs/cm)	كمية المواد الصلبة الذائبة T.D.S (ملغم/لتر)	مدى ملائمة الماء للملوحة
C1	100-250	اقل من ٢٠٠	مياه قليلة الملوحة وملائمة لري معظم الأراضي والمزروعات.
C2	250-750	200-500	مياه متوسطة الملوحة وتحتاج الى عمليات ترشيح لبعض المحاصيل الحساسة للملوحة.
C3	750-2250	500-1500	مياه عالية الملوحة ولا يمكن استعمالها بدون بزل مستمر.
C4	2250-5000	1500-3000	مياه ذات ملوحة عالية جدا وتكون غير ملائمة للري إلا للمحاصيل ذات التحمل العالي للملوحة وتحتاج الترب الى عمليات بزل مستمرة وعناية كبيرة.
C5	أكثر من ٥٠٠٠	أكثر من ٣٠٠٠	مياه غير صالحة للري.

Source: Guy Fipps ،(2003)، Irrigation water quality standards and salinity management strategies ،The Texas A&M University System ،p 82.

تذبذبت مواصفات المياه عند استعمالها للري(خطورة الملوحة)، وكما يلي:

- اربعة آبار فقط ضمن صنف C2 وشكلت نسبة ١٧ % من آبار منطقة الدراسة وهي الآبار (٥ ، ٦ ، ١١ ، ٢٠).
- ثلاثة آبار فقط ضمن صنف C3 وبنسبة ١٣ % من آبار منطقة الدراسة وهي الآبار (١، ٤ ، ١٨).
- ثمانية آبار ضمن صنفC4 وبنسبة ٣٥ % من آبار منطقة الدراسة وهي الآبار (٢، ٣ ، ١٠، ١٦، ١٧، ١٩ ، ٢٢، ٢٣).
- ثمانية آبار ضمن صنفC5 وبنسبة ٣٥ % من آبار منطقة الدراسة وهي مياه غير صالحة للري (٧، ٨ ، ٩، ١٢، ١٣ ، ١٤ ، ١٥، ٢١).

٤- نسبة الصوديوم Sodium percentage (Na%)

يؤدي تركيز الصوديوم دوراً مهماً في تقييم جودة المياه الجوفية للري بسبب الصوديوم الذي يسبب زيادة في صلابة التربة ويقلل من نفاذيتها، عندما تكون قيمة العينات Na% أصغر من (٢٠) هذا يدل على ان المياه ممتازة لأغراض الري، أما اذا كانت القيمة محصورة بين (٤٠-٢٠) فأن المياه تكون جيدة لمياه الري، أما اذا كانت قيمها (٦٠-٤٠) المياه مسموح بها، ومن (٨٠-٦٠) تكون العينات مشكوك فيها واذا كانت أكبر من (٨٠)هذا يعني ان العينات غير ملائمة لأغراض الري، ويمكن إستخراج قيمة (Na%) بإستخدام المعادلة أدناه [1].

$$\%Na = \frac{Na^+}{(Na^+ + Mg^{2+} + Ca^{2+} + K^+)} \times 100$$

العناصر المستخدمة في المُعادلة مُقاسة بوحدة ملي مكافيء /لتر. جدول (٧).

جدول (٧) نسبة الصوديوم Na% لمياه آبار منطقة الدراسة

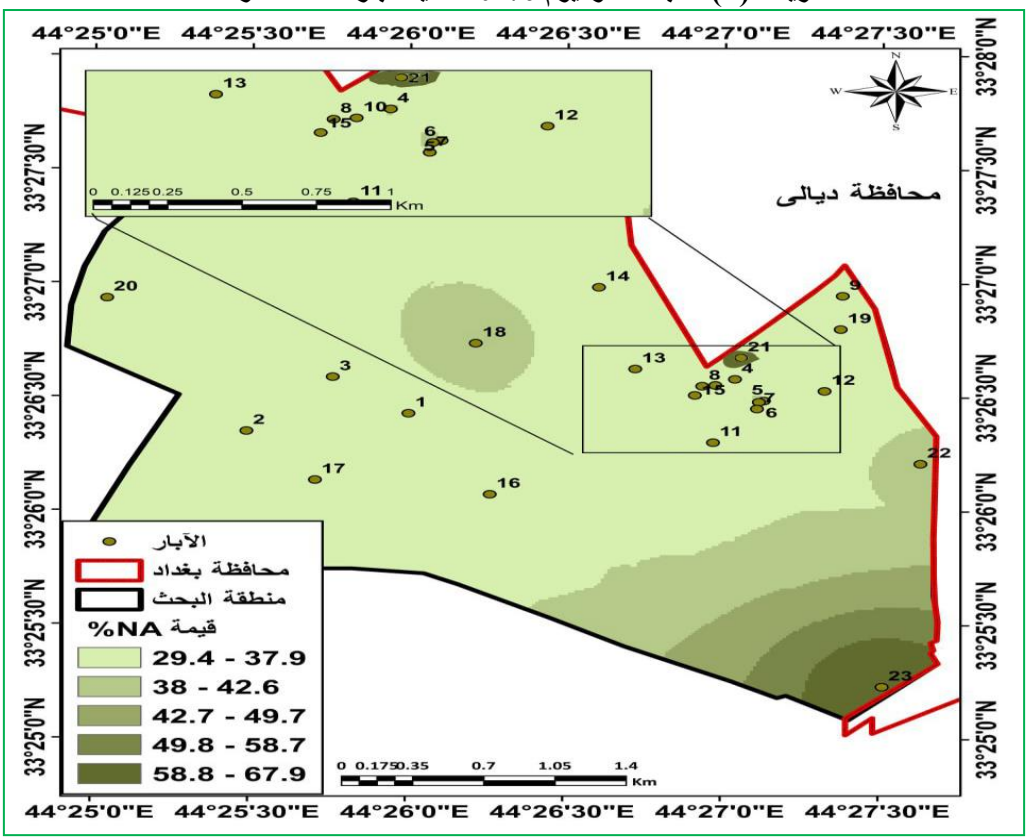
البئر	Na%	البئر	Na%	البئر	Na%
W1	35.98	W9	35.24	W17	36.48
W2	36.98	W10	35.44	W18	41.92
W3	35.98	W11	37.75	W19	35.20
W4	38.25	W12	34.46	W20	35.01
W5	37.29	W13	34.59	W21	67.94
W6	39.75	W14	34.93	W22	29.37
W7	35.03	W15	35.46	W23	39.96
W8	34.74	W16	36.18		

المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٢) وبتطبيق معادلة *Na*%.

من خلال مُعطيات بيانات جدول (٧) نجد ان ٩٢ % من مياه الآبار ضمن صنف جيدة لمياه الري، أما رقم ١٨ ضمن صنف المياه مسموح بها، في حين بئر رقم ٢١ ضمن صنف المياه مشكوك فيها، خريطة (٣).

[1] **Don, C.M. 1995. A grows guide to water quality. University college station, Texas.pp 332 .**

خريطة (٣) نسبة الصوديوم *Na* % لمياه آبار منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات جدول (٧) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

٥ ـ معامل كربونات الصوديوم المتبقي Residual sodium carbonate (RSC)

هو معيار مهم يتم استخدامه لتحديد نوعية المياه لأغراض الري، اذ ان أيونات البيكربونات و الكربونات مجتمعة مع الكالسيوم أو المغنيسيوم تترسب على شكل كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)أو كربونات المغنيسيوم($MgCO_3$) ، تركيز الكالسيوم و المغنيسيوم يقلّ بالنسبة للصوديوم و مؤشر امتزاز الصوديوم يصبح أكبر، وهذا سوف يسبب لها اثار القلوية و زيادة درجة الحموضة، و لذلك عندما يشير تحليل المياه ارتفاع الرّقم الهيدروجيني، قد يكون دليل على وجود نسبة عالية من لأيونات الكربونات و البيكربونات. وتأثر الكمية الزائدة من الكربونات والبيكربونات في المياه الجوفية على مدى ملائمتها لأغراض الري حيث تصبح زيادة الكربونات في المياه ضارة بالخصائص الفيزيائية للتربة لأنها تسبب انحلال المواد العضوية في التربة[(١)] . ويتم استخراج قيمة RSC وفقا للمعادلة ادناه، جدول (٨):

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^{-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

العناصر المستخدمة في المُعادلة مُقاسة بوحدة ملي مكافيء /لتر.

جدول (٨) معامل كربونات الصوديوم المتبقي RSC لمياه آبار منطقة الدراسة

البئر	*RSC*	البئر	*RSC*	البئر	*RSC*
W1	-12.68	W9	-82.18	W17	-23.15
W2	-22.92	W10	-45.32	W18	-6.02
W3	-37.22	W11	-4.05	W19	-48.95
W4	-9.73	W12	-321.31	W20	-59.13
W5	-7.06	W13	-84.76	W21	-70.13
W6	-3.53	W14	-97.73	W22	-33.69
W7	-93.99	W15	-66.93	W23	-14.09
W8	-83.42	W16	-34.38		

المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٢) وبتطبيق معادلة *RSC*.

(1) Eaton, E.M. 1950. Significance of carbonate in irrigation water. Soil. Sci., 69, pp: 123-133.

ويوجد ثلاثة أصناف لبيان قيمة *RSC* لمياه آبار منطقة الدراسة (أمن، هامشي ، غير ملائم) جدول (٩).

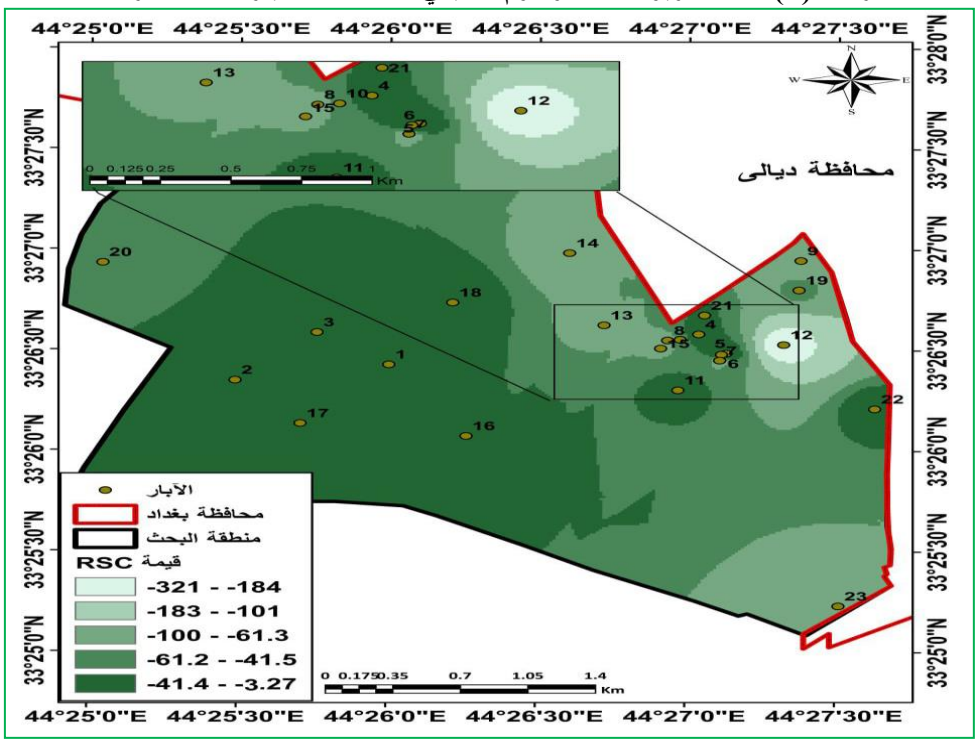
جدول (٩) تصنيف معامل كربونات الصوديوم المتبقي RSC

الفئة	الصنف
< 1.25	آمن
1.25 -2.5	هامشي
> 2.5	غير ملائم

المصدر: Richards ،L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA and IBH Pub ،Coy Ltd. ،New Delhi ،India. Agric. Handbook 60 ،pp: 98-99.

من خلال مُعطيات بيانات الجدولين (٨،٩) نجد ان جميع مياه آبار منطقة الدراسة ضمن صنف الآمن. خريطة (٤).

خريطة (٤) معامل كربونات الصوديوم المتبقي RSC لمياه آبار منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات جدول (٨) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

٦- مؤشر النفاذية Permeability index(PI)

يستخدم مؤشر النفاذية لقياس تأثير مياه الري على نفاذية التربة والخصائص الهيدروليكية بسبب الري طويل المدى وتعتمد على طبيعة التربة ومحتواها من الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبيكربونات وكل الاملاح القابلة للذوبان ويتم التعبير عن مؤشر النفاذية وفق المعادلة الأتية[1]:

$$PI = \frac{(Na^{+} + \sqrt{HCO_3^{-}})}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+})} \times 100$$

العناصر المستخدمة في المُعادلة مُقاسة بوحدة ملي مكافيء /لتر. جدول (١٠). ومُحددات مؤشر النفاذية PI جدول (١١).

جدول (١٠) مؤشر النفاذية PI لمياه آبار منطقة الدراسة

البئر	PI	البئر	PI	البئر	PI
W1	43.10	W9	38.29	W17	42.67
W2	42.23	W10	39.43	W18	51.21
W3	40.27	W11	49.70	W19	39.06
W4	46.26	W12	36.06	W20	38.48
W5	46.58	W13	37.63	W21	70.37

[1] Doneen L. D. 1964. Water Quality in Agriculture, Water Science and Engineering Paper 4001, California, Department of Water Science and Engineering, University of California.

33.82	W22	37.72	W14	51.93	W6
45.09	W23	38.80	W15	37.86	W7
		39.78	W16	37.77	W8

المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٢) وبتطبيق معادلة PI.

جدول (١١) مُحددات مؤشر النفاذية PI لمياه آبار منطقة الدراسة

الفئة	الصنف
< 25	Class-III(unsuitable) غير ملائم
25 -75	Class-II (suitable) ملائم
> 75	Class-I (acceptable) مقبول

Raju N. Janardhana. ،2007. Hydrogeochemical parameters for assessment of ground water quality in the upper Gunjanaeru River basin ،Cuddapah District ،Andhra Predesh ،South India ،*Environmental Geology* ،52 ،pp: 1067-1074.

من خلال مُعطيات بيانات الجدولين (١٠ ، ١١) نجد ان جميع مياه آبار منطقة الدراسة ضمن صنفClass-II (ملائم).

٧- تصنيف ريتشارد (Richard) : هي أحدى التصانيف المهمة لمياه الري، حيث يعتمد هذا التصنيف على نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) وقيمة التوصيلة الكهربائية (EC) جدول (١٢).

جدول (١٢) تحديد مياه الري حسب تصنيف ريتشارد (Richard)

الدليـل	EC بوحدة مايكروسيمنز/سم	الدليل	SAR بدون وحدات
C1	≤٢٥٠	S1	> ١٠
C2	٢٥٠> EC -≤750	S2	١٠< SAR > ١٨
C3	٧٥٠> EC -≤2250	S3	١٨ < SAR > ٢٦
C4	>2250	S4	< ٢٦

المصدر/**Richards، L.A. ،Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, of agriculture Hand book 60 ،U.S. Department of agriculture ،Wishing ton ،D.C. 1954.p.16.**

وجدول (١٣) يُبين نوعية المياه للري وفق هذا التصنيف. مخطط (١).

جدول (١٣) انواع المياه وفق تصنيف ريتشارد (Richard)

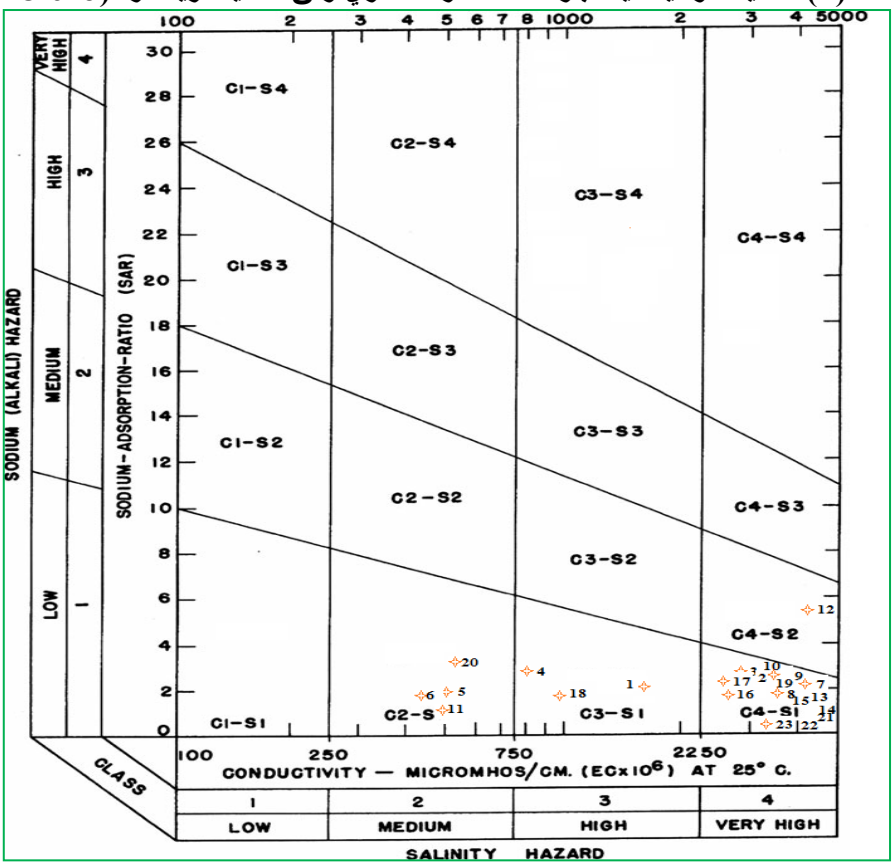
الرمز Index	صنف المياه Water Class	الرمز Index	صنف المياه Water Class
C1S1	Excellent ممتاز	C3S1	Admissible مسموح به
C1S2	Good جيد	C3S2	Marginal يمكن استخدامه
C1S3	Admissible مسموح به	C3S3	Marginal يمكن استخدامه
C1S4	Poor رديء	C3S4	Poor رديء
C2S1	Good جيد	C4S1	Poor رديء
C2S2	Good جيد	C4S2	Poor رديء
C2S3	Marginal يمكن استخدامه	C4S3	Very Poor رديء جدا
C2S4	Poor رديء	C4S4	Very Poor رديء جدا

المصدر/**Richards ،L.A. ،Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, of agriculture Hand book 60 ،U.S. Department of agriculture ،Wishing ton ،D.C. 1954.p.16.**

تذبذبت مواصفات مياه الري لصلاحيتها حسب تصنيف ريتشارد لمياه آبار منطقة الدراسة للري، وكما يلي:

- أربعة آبار ضمن صنف الجيد C2S1 (٥ ، ٦ ، ١١ ، ٢٠) وتُمثل نسبة ١٧ % من آبار منطقة الدراسة.
- ثلاثة آبار ضمن صنف مسموح به C3S1 (١ ، ٤ ، ١٨)، وتُشكل نسبة ١٣ % من آبار منطقة الدراسة.
- خمسة عشر بئر ضمن صنف رديء C4S1 (٢، ٣ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٩ ، ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣) وتُشكل نسبة ٦٤ % من آبار منطقة الدراسة.
- بئر رقم ١٢ فقط ضمن صنف رديء C4S2، وتُشكل نسبة ٤ % من آبار منطقة الدراسة.

مُخطط (١) تصنيف نوعية مياه آبار منطقة الدراسة للري وفق تصنيف ريتشارد (Richard)



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات الجدولين (٢ ، ٤) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

٨- تصنيف ويلكوكس Wilcox: تصنف مياه الري وفقاً لهذا التصنيف الى خمس مجاميع نوعية، تعتمد في تحديد صلاحيتها على مؤشرين أساسيين، هما النسبة المئوية للصوديوم Na %، والايصالية الكهربائية، جدول(١٤). مخطط (٢).

جدول (١٤) تصنيف ويلكوكس لصلاحية مياه الري

صنف الماء	الرمز	النسبة المئوية للصوديوم% *Na*	التوصيلية الكهربائية *EC* *µs/cm*
ممتاز	C1	اقل من ٢٠	إقل من ٢٥٠
جيد	C2	٢٠-٤٠	٢٥٠-٧٥٠
مقبول	C3	٤٠-٦٠	٧٥٠-٢٠٠٠
مشكوك بصلاحيته	C4	٦٠-٨٠	٢٠٠٠-٣٠٠٠
غير مُلائم	C5	أكبر من ٨٠	أكثر من ٣٠٠٠

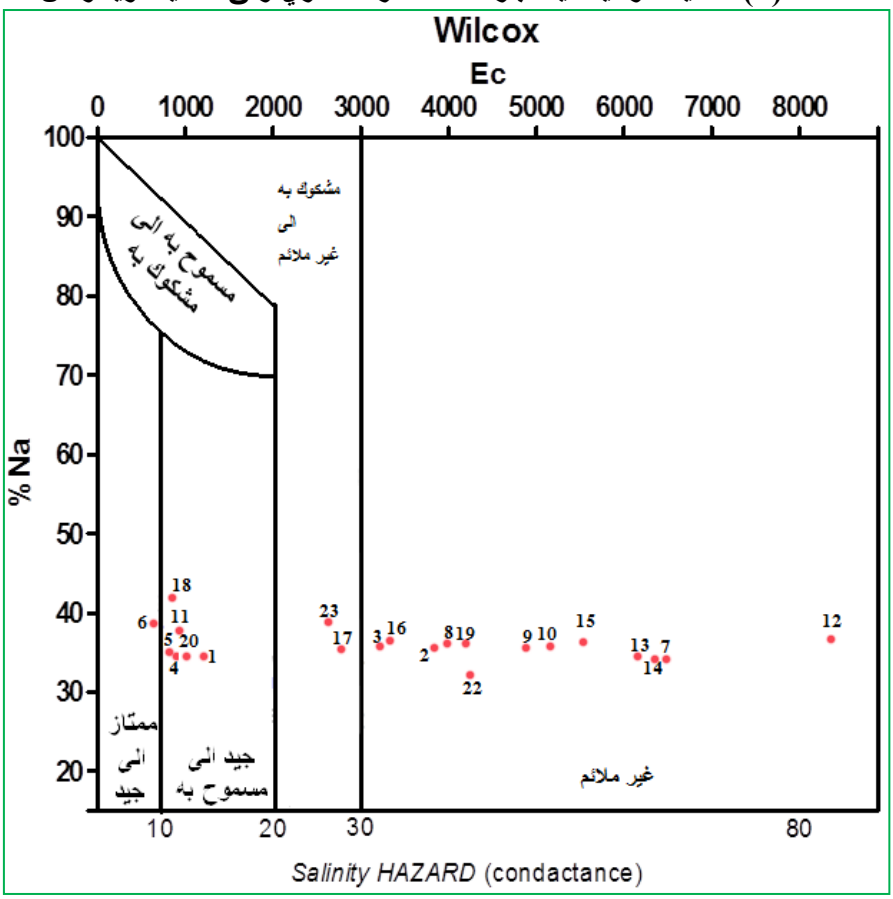
المصدر:

Circ. ،U.S. department agriculture ،Classification and USE of irrigation waters ،L.V. wilcox Washington D.C.1955. p.19. ،969

تذبذبت مواصفات مياه الري لصلاحيتها حسب تصنيف ويلكوكس لمياه آبار منطقة الدراسة للري، وكما يلي:

- بئر رقم ٦ فقط ضمن صنف أربعة ضمن ممتاز ويُمثل نسبة ٤ % من آبار منطقة الدراسة.
- ستة آبار ضمن صنف جيد - مسموح به (١ ، ٤ ، ٥ ، ١١ ، ١٨)، وتُشكل نسبة ٢٦ % من آبار منطقة الدراسة.
- بئران فقط ضمن صنف مشكوك به – غير مُلائم (١٧ ، ٢٣) وتُشكل نسبة ٧ % من آبار منطقة الدراسة.
- بقية الآبار الاربعة عشر ضمن صنف غير مُلائم وتُمثل نسبة ٦٣ % من آبار منطقة الدراسة.

مُخطط (٢) تصنيف نوعية مياه آبار منطقة الدراسة للري وفق تصنيف ويلكوكس



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات الجدولين (٢، ٧) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8

الاستنتاجات:

١- تذبذبت صلاحية المياه الجوفية للإرواء الزراعي وفق المواصفات العالمية، توجد سبعة اربعة ابار فقط صالحة للري (W ١، W4، W5،6W، W 11، 18W، 23W)، ما تُمثل نسبة (٣٠%) فقط من آبار منطقة الدراسة.

٢- نسبة امتصاص الصوديوم SARلجميع آبار منطقة الدراسة ضمن الفئة (S1)، وهي مياه قليلة الصوديوم يمكن استعمالها في أي تربة، عدا بئر واحد فقط (W١٢) ضمن صنف (S2) وهي مياه متوسطة الصوديوم وهي غير صالحة للاستخدام في ترب ذات نسجه ناعمة.

٣- تذبذبت مواصفات المياه عند استعمالها للري(خطورة الملوحة)، وحسب تصنيف فيبس(Fipps، 2003) اربعة آبار فقط ضمن صنف C2 وشكلت نسبة ١٧ % وهي الآبار (٥ ، ٦ ، ١١ ، ٢٠)، ثلاثة آبار فقط ضمن صنف C3 وبنسبة ١٣ % وهي الآبار (١، ٤ ، ١٨)، ثمانية آبار ضمن صنفC4 وبنسبة ٣٥ % وهي الآبار (٢، ٣ ، ١٠، ١٦، ١٧، ١٩ ، ٢٢، ٢٣)، ثمانية آبار ضمن صنفC5 وبنسبة ٣٥ % وهي مياه غير صالحة للري (٧، ٨ ، ٩، ١٢، ١٣ ، ١٤ ، ١٥، ٢١).

٤- نسبة الصوديوم Na% نجد ان ٩٢ % من مياه الآبار ضمن صنف جيدة لمياه الري، أما رقم ١٨ ضمن صنف المياه مسموح بها، في حين بئر رقم ٢١ ضمن صنف المياه مشكوك فيها.

٥- جميع الابآر ضمن صنف الآمن لمعامل كربونات الصوديوم المتبقي RSC .

٦- جميع الابآر ضمن صنف Class-II (ملائم) لمؤشر النفاذية .(PI)

٧- تذبذبت مواصفات مياه الري لصلاحيتها حسب تصنيف ريتشارد، أربعة أبار ضمن صنف الجيد C2S1 (٥ ، ٦ ، ١١ ، ٢٠) وتُمثل نسبة ١٧ %، و ثلاثة آبار ضمن صنف مسموح به C3S1 (١ ، ٤ ، ١٨)، وتُشكل نسبة ١٣ %، في حين خمسة عشر بئر ضمن صنف رديء C4S1 (٢، ٣ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٩ ، ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣) وتُشكل نسبة ٦٤ %، اما بئر رقم ١٢ فقط ضمن صنف رديء C4S2، وتُشكل نسبة ٤ %.

٨- تصنيف ويلكوكس Wilcox اربعة عشر بئر ضمن صنف غير مُلائم وتُمثل نسبة ٦٣ %، بئران فقط ضمن صنف مشكوك به – غير مُلائم (١٧ ، ٢٣) وتُشكل نسبة ٧ %، في حين ستة آبار ضمن صنف جيد - مسموح به (١ ، ٤ ، ٥ ، ١١ ، ١٨)، وتُشكل نسبة ٢٦ %، أما بئر رقم ٦ فقط ضمن صنف أربعة ضمن ممتاز ويُمثل نسبة ٤ %.

التوصيات:

١- القيام بأجراء فحص دوري للخصائص النوعية للمياه الجوفية للتأكد من عدم حدوث تغير في صلاحيتها.

٢- صيانة آبار منطقة الدراسة وإعادة تأهيلها من قبل الهيئة العامة للمياه الجوفية لتحديد المواقع المثلى لاستثمار المياه الجوفية.

٣- ان المياه الجوفية في منطقة الدراسة قريبة من سطح الأرض اذ تراوحت أعماق الابار بين (٦-٢٤) متر مما يسهل عملية استثمارها اقتصادية ويقلل من كلف حفر الابار.

المصادر:

المصادر العربية:

١- القرآن الكريم، سورة الأنبياء.

٢- أمانة بغداد، دائرة بلدية الشعب، قسم التخطيط والمتابعة، الشعبة الفنية، ٢٠٢٣.

٣- مارك. ج. هامر، الماء وتقنية مياه الصرف، ط١، ترجمة يوسف رضوان، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم التقنية، ٢٠١٥، ص ١٥٤.

٤- وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مختبر اعادة تدوير المياه.

٥- نجله عجيل محمد، دراسة لبعض الخصائص الفيزيائية والكيمائية والبيولوجية لمياه نهر دجلة قرب جسر الشهداء وتقييمها للأغراض المُختلفة للمُدة (٢٠١٢-٢٠١٤)، مجلة الاستاذ للعلوم الانسانية والاجتماعية ، المجلد ٢، العدد ٢٢٦، ٢٠١٨، ص ٤٠٨.

المصادر الاجنبية:

1- Donnen L.D،water quality for agriculture ،California university ،davis ،1964 ،P.72.

2- Don ،C.M. 1995. A grows guide to water quality. University college station ،Texas.pp 332.

3- Doneen L. D. 1964. Water Quality in Agriculture ،Water Science and Engineering Paper 4001 ، California ،Department of Water Science and Engineering ،University of California.

4- Eaton ،E.M. 1950. Significance of carbonate in irrigation water. Soil. Sci. ،69 ،pp: 123-133.

5- Guy Fipps ،(2003)، Irrigation water quality standards and salinity management strategies ،The Texas A&M University System ،p 82

6- L.V. wilcox ،Classification and USE of irrigation waters ،U.S. department agriculture ،Circ. 969 ، Washington D.C.1955. p.19.

7- Raju N. Janardhana. ،2007. Hydrogeochemical parameters for assessment of groundwater quality in the upper Gunjanaeru River basin ،Cuddapah District ،Andhra Predesh ،South India ، Environmental Geology ،52 ،pp: 1067-1074.

8- Richards ،L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA and IBH Pub ،Coy Ltd. ،New Delhi ،India. Agric. Handbook 60 ،pp: 98-99.

9- UNESCO/WHO. (1978): Water Quality Surveys. A Guide for the Collection and Interpretation of Water Quality Data. *Studies and Reports in Hydrology، No. 23، United Nations Educational Scientific and Cultural Organization، Paris*.

https://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_023_1978.pdf