مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

التحليل المكاني لصلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستخدام البشري والزراعي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية- منطقة آمرلي حالة دراسية

الباحثة سجى علي حسين ا.م.د. محمد بهجت ثامر
الجامعة المستنصرية، كلية التربية
التخصص :هيدرولوجي
mailto:sajaali827@gmail.com
+9647711665189
mohammedbahjat1980@gmail.com
+9647706897800

مستخلص البحث:
تقع منطقة الدراسة (امرلي) ضمن الحدود الادارية لمحافظة صلاح الدين في الجزء الشمالي الشرقي منها وطبوغرافياً تقع ضمن المنطقة المتموجة من العراق ،في حين تقع فلكياً تقع بين خطي طول (44° 32’ 2” – 44° 39’ 42”) شرقاً ودائرتي عرض (34° 41’ 51” – 34° 49’ 2”) شمالاً، وتبلغ مساحتها (253.98) كم^2. ان مشكلة الدراسة تكمن في عدم وجود دراسات تفصيلية عن صلاحية المياه الجوفية في منطقة الدراسة وسبل استثمارها . تهدف الدراسة الى اجراء تحليل مكاني لصلاحية المياه الجوفية للاستخدام البشري (الشرب) والاستخدام الزراعي وذلك باستخدام برنامج ArcGIS v10.4. اتضح من نتائج التحليل المكاني ان هناك تباين في صلاحية المياه الجوفية في منطقة الدراسة ، إن نوعية الصخور التي تمر من خلالها و خصائص التربة واستعمالات الارض كلها عوامل تتحكم بدرجة كبيرة في صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة من عدمها، اذ تؤثر بشكل مباشر على نوعية تلك المياه.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، الهيدرولوجي، المياه الجوفية IQS، WHO، ArcGIS v10.4.

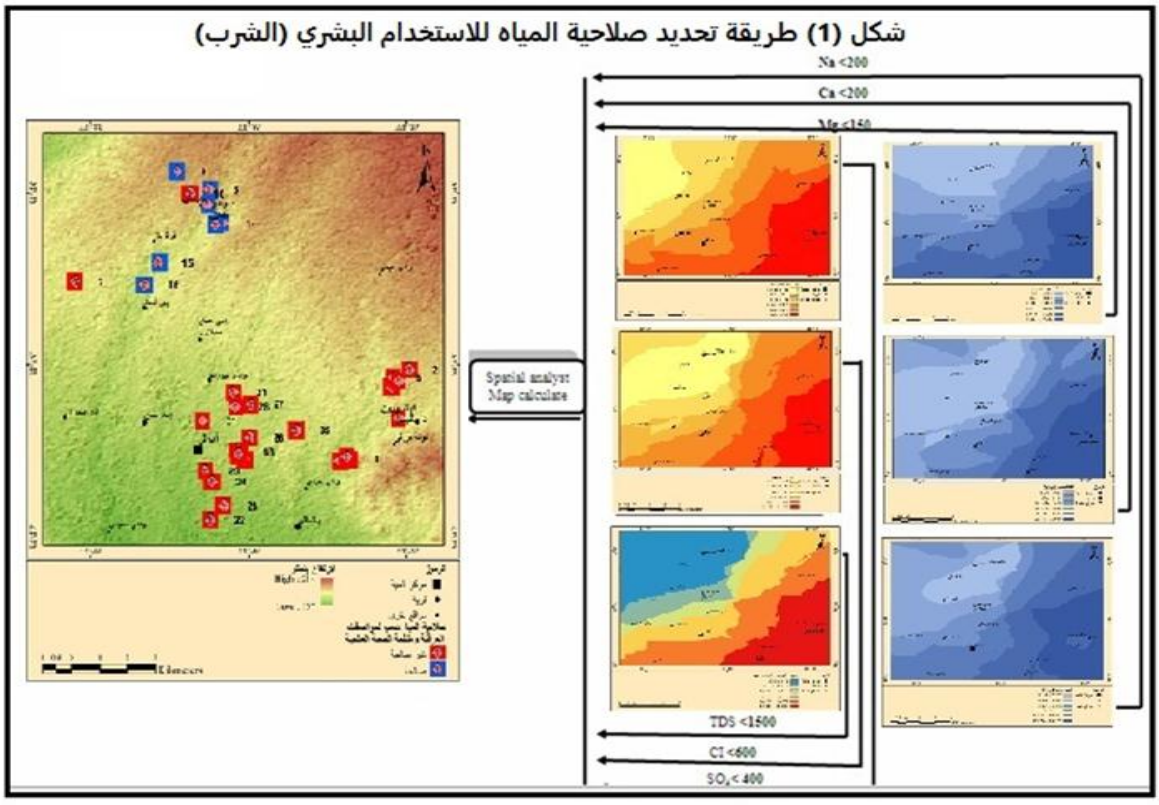
1- المقدمة

تعد المياه من أفضل الهبات التي انعم الله عز وجل بها للطبيعة والإنسان ، وهي من العناصر الأساسية لتكوين الكائنات الحية ، وعنصر جوهري لكل نشاط اقتصادي فهي تشكل المورد الأساسي لكل تنمية وان استثمارها بشكل منظم وعقلاني مظهر من مظاهر التقدم والرقي الحضاري . تهتم الدراسات الهيدرولوجية بدراسة المياه الجوفية لما لها من أهمية كبيرة خصوصاً في المناطق التي تعاني من عجز في مواردها المائية. إذ يشهد العالم تناقص في الموارد المائية السطحية، لذلك أصبح من الضروري البحث والتحري عن تواجد المياه الجوفية واستخراجها بديلاً عن المياه السطحية ولسد النقص الحاصل في المياه . ونظراً للاستهلاك المتزايد للمياه في المنطقة وعدم وجود دراسات هيدرولوجية سابقة جاء اختيار موضوع الدراسة. وهذه الدراسة تركز عنايتها على صلاحية المياه الجوفية في منطقة الدراسة وسبل استثمارها في شتى المجالات :البشرية (الشرب) والزراعية والحيوانية. إن منهجية الدراسة تمت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لمعرفة التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في منطقة الدراسة واستخدام طرائق التحليل الإحصائي لبيان درجه العلاقة بين المتغيرات المختلفة والظاهرة المدروسة ومجالات استثماراتها.

3 جمع البيانات وطريقة العمل

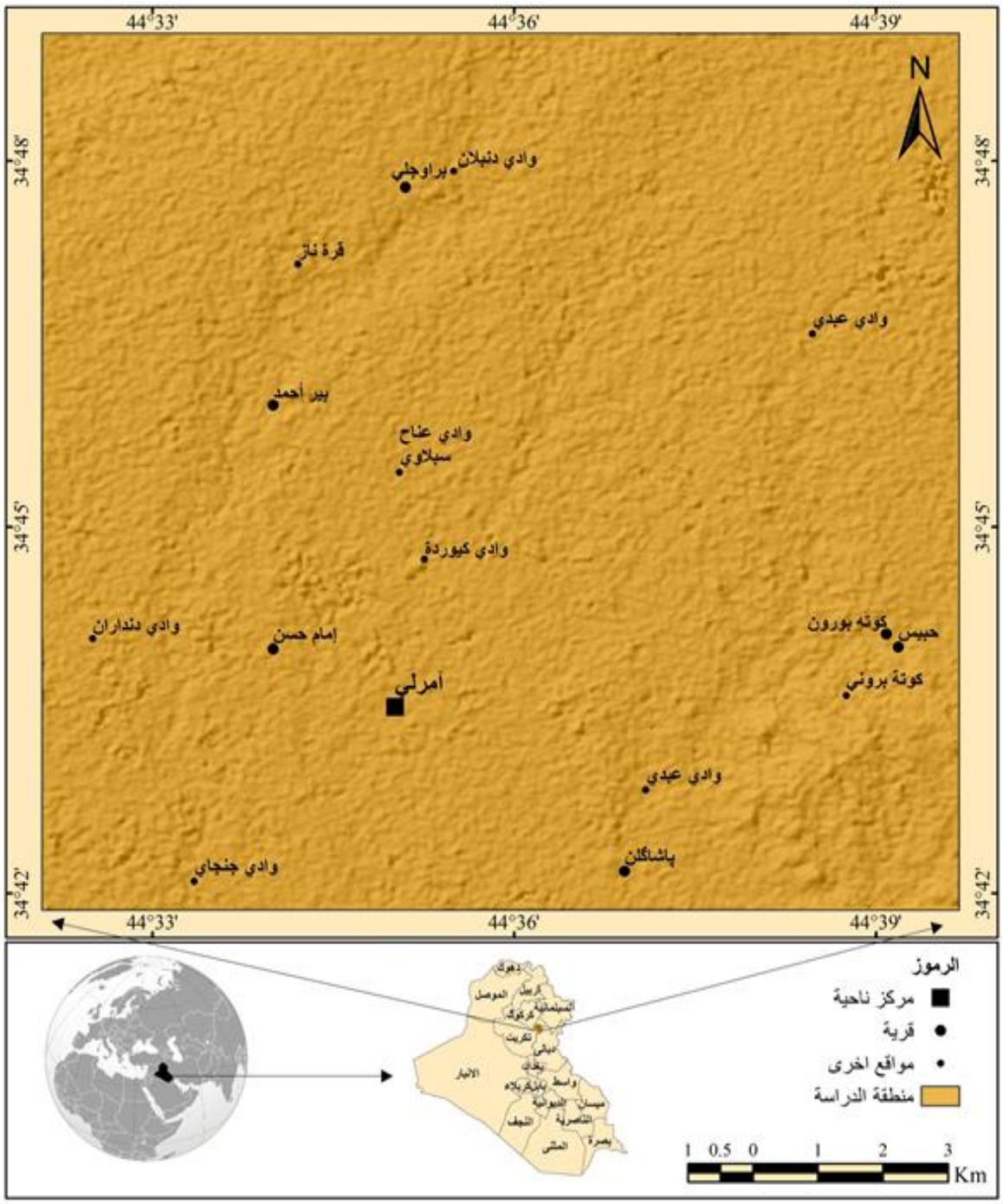
شملت البيانات المستخدمة في تحليل عينات (32) بئراً في منطقة آمرلي جدول (1) اذ اشتملت التحليلات على الخصائص الكيميائية ، التي اتضح انها تحتوي على نسبة الايونات الموجبة والسالبة التي حلل تركيزها الآيوني ، في حين تم احتساب نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) والنسبة المئوية للصوديوم (SSP) ، اذ تم اسقاط مواقع الابار حسب احداثياتها في برنامج (ArcGIS10.4) على شكل نقاط وتم بعدها دمج التحليلات الكيميائية للابار وبناء قاعدة بيانات لها (Geo database) لغرض اعداد خرائط التوزيع المكاني لنتائج التحليل وبناء نموذج محاكاة لصلاحية المياه الجوفية ، تم تقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستخدام البشري(الشرب) ،الإرواء الزراعي والاستخدام الحيواني ،إذ أدخلت الخرائط الشبكية (Grid Maps) لعينات مياه (32) بئراً من ابار منطقة الدراسة، وباستخدام برنامج (Spatial analyst extension Map calculate)،وتم إدخال الحدود العليا للمعايير برمجياً وذلك بتحديد المناطق التي لا تتجاوز قيم الخلايا (Cell Value) فيها حدود المعايير .شكل (1) تم احتساب صلاحية المياه الجوفية وفق المعايير الاتية:

شكل (1) طريقة تحديد صلاحية المياه للاستخدام البشري (الشرب)



المصدر /عينات 2019 حللتها الباحثة في مركز تحليل المياه التابع للهياة العامة لاستثمار المياه الجوفية.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109



المصدر/1- الهياة العامة للمساحة ، خريطة العراق الادارية ، مقياس 1/1000000 لسنة 1999.
باستخدام برنامج ArcGIS 10.4

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

جدول (1) الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة

ت	اسم البئر	X	Y	الايونات الموجبة				الايونات السالبة			
				Ca^{++}	Mg^{+}	Na^{+}	K^{+}	$So4^{-}$	$Co3^{-}$	$Hco3^{-}$	Cl^{-}
1	مشروع ماء براوجلي/2	462217	3850571	156.4	68.1	39	3.6	75	55	63	80
2	محمد ابراهيم	468030	3845227	425.7	193.6	459	6.8	211	113	390	470
3	محمود محارب	467711	3843663	524.2	200.9	120	2.2	305	203	225	132
4	كريم نوري	467494	3844665	518.5	209.9	425	5.8	265	195	381	435
5	احمد ابراهيم علي	467544	3844972	505.7	227.2	499.5	18.2	306	101	431	520
6	خليل ابراهيم	467721	3844874	505.7	227.2	499.5	18.2	306	101	431	520
7	محمد نوري	458355	3848104	209.9	145.4	113	1.4	106	76	188	202
8	ناظم محمد سعيد	462265	3851067	117.1	62.7	45	2.2	92	28	33	150
9	عبد الواحد رضا	461334	3851639	331.4	111.8	200	3.2	135	108	121	248
10	زين العابدين محمد	461709	3850930	359.9	59. 1	171.5	3.4	163	67	183	191
11	كامل عبد حسن	466297	3842346	588.5	211.8	464	4.8	305	167	311	481
12	حسين شهاب	466008	3842295	557.1	189.9	420	5.4	283	116	392	585
13	عبد الكريم جاسم	466188	3842425	442.8	191.5	305	4.8	189	103	298	391
14	محمد مرشد شكور	462624	3849980	188. 1	88.1	37	6	131	18	21	145
15	عبدالله محمد	460789	3848710	128.5	63.6	91.5	1.2	81	32	47.5	93
16	عبد الكريم ذكر	460359	3847997	107.1	65.2	43.01	1	36	35	39	56.7
17	عدنان سليمان	462426	3849930	137.9	95.4	20.4	1.4	118	14.5	18.1	98.5
18	نجم عبد الحسين غريب	463088	3842586	434.9	199.9	258	6.2	215	126	215	342
19	نور الدين محمد علي	463053	3842658	295.7	132.7	190.5	12.1	201	63	169	202
20	محمود محمد علي	462102	3841991	298.5	193.6	159.5	5.4	169	132	168	181
21	جعفر خضير زيدان	462029	3843605	252.6	100.9	122.5	3.4	131	85	118	132
22	خضر محمد موسى	462253	3840411	301.4	182.7	191	3.4	268	102	191	206
23	مؤيد خضر رشيد	462626	3840868	315.7	205.4	810	13.8	215	128	691	830
24	علي بكر	462307	3841638	194.2	163.6	142.5	11.4	119	112	125	148
25	رشيد طعوة عباس	463245	3842353	233.5	86.3	162	3.8	69	45	181	196
26	سلمان سمين فارس	463393	3843063	324.2	154.7	180	5.2	206	65	161	238
27	خضر سمين	463416	3844128	278.5	149.9	280	4.8	188	89	101	288
28	صلاح الدين داود	462976	3844055	267. 1	156.3	184	3.8	189	61	165	187
29	وسام بكر	463079	3842464	399. 1	291.8	402.5	7.2	208	53	420	591
30	طالب عباس	463070	3842530	319.9	156.3	167	3.6	205	69	175	198
31	حجي ولي	462924	3844526	294.2	163.6	198.5	6.2	196	78	192	207
32	خلف محمد زيدان	464738	3843289	182.8	101.4	203	4.6	1163	36	102	215

المصدر /عينات 2019 حللتها الباحثة في مركز تحليل المياه التابع للهياة العامة لاستثمار المياه الجوفية.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

1-3 صلاحية مياه (الآبار) للاستخدام البشري (الشرب)

أن أهم الأسس التي تعتمد عليها تحديد صلاحية المياه الجوفية للاستخدام البشري (الشرب) من الناحية الكيميائية هو تركيز الأيونات الرئيسة ومجموعة الأملاح الكلية الذائبة والمركبات العضوية وتراكيز العناصر الثانوية ،إذ يجب معرفة مدى مطابقة خواص المياه لمتطلبات المقاييس العالمية والمحلية والتي تتضمن حدود الملوحة وحدود التراكيز للأيونات الموجبة والسالبة الرئيسة لما لها من الخطورة في حال تجاوزها للحدود المسموح بها وفق تلك المقاييس[1]، أهم هذه المقاييس هي مقاييس منظمة الصحة العالمية(WHO)[2] والمواصفات القياسية العراقية (IQS)[3]. جدول (2)

لا يخرج معيار مياه الشرب في العراق عن مواصفات منظمة الصحة العالمية(WHO) لكن يأخذ الحدود العليا لمقاييس المنظمة. إلا أن المتفق عليه لمياه الشرب يجب إن تكون عديمة اللون والطعم والرائحة وان لا تحتوي على نسب من العناصر المشعة.

جدول (2)

المواصفات القياسية لصلاحية المياه للاستخدام البشري (الشرب) حسب المقاييس العراقية والعالمية

العناصر ملغم/لتر	المواصفات العالمية (WHO)		المواصفات العراقية
	الحد الأدنى	الحد الأعلى	
اللون	-	-	-
الطعم	-	-	-
Na^{+}	50	200	200
Mg^{2+}	30	150	150
Ca^{2+}	75	200	200
Cl-	200	600	600
So42-	200	400	400
NO3	11	80.2	50
HCO3	45	240	240
k	10	20	20
Ph	6.5	8.5	8.5
TH	500	1000	1000
TDS	500	1500	1500

(1)Who. International Standard for drinking water, 3rd Ed., Geneva, Switzerland, 1971. p.36.

(2) Iraq Quality Standard (IQS), 2001 ; *Iraq Standard for Drinking Water*, No. 417, Council of Ministers– Central Agency for Meteorology and Quality Control.

2-3صلاحية مياه الابار لإغراض الإرواء الزراعي

تعتمد صلاحية المياه لغرض الإرواء الزراعي بشكل رئيس على 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 .[4] يوجد الكثير من المعايير المعتمدة في تصنيف المياه الجوفية للإغراض الاروائية منها:

1-2-3 تصنيف ويلكوكس لمياه الري (Wilcox Classification)[5]

يعتمد هذا التصنيف على النسبة المئوية للصوديوم (Na%)والتوصيلية الكهربائية (EC) التي تبين كمية الأملاح في المياه المستخدمة في الإرواء ،الجدول(3) يوضح أصناف المياه اعتماداً على هذا التصنيف .

جدول (3) تحديد المياه الجوفية وفق تصنيف Wilcox لمياه الري

EC (mmohs/cm)	Sample	Na%	Sample	Water Class
< 250	C1	<20	A1	Excellent
250 - 750	C2	20 - 40	A2	Good
750 - 2000	C3	40 – 60	A3	Permissible
2000 - 3000	C4	60 – 80	A4	Doubtful
>3000	C5	>80	A5	Unsuitable

المصدر/ مقداد حسين الجباري واخرون ، علوم المياه ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ،2000،ص63.

اعتماداً على الجدول أعلاه أستطاع ويلكوكس من تحديد أنواع المياه الصالحة للإرواء الزراعي، وكما هو موضح في جدول (4).

جدول (4) أنواع المياه وفق تصنيف Wilcox لمياه الري

Sample	Class Water	Sample	Class Water
C1A1	Excellent	C3A1	Permissible
C1A2	Good	C3A2	Permissible
C1A3	Permissible	C3A3	Permissible
C1A4	Doubtful	C3A4	Doubtful
C1A5	Doubtful	C3A5	Unsuitable
C2A1	Good	C4A1	Permissible
C2A2	Good	C4A2	Permissible
C2A3	Permissible	C4A3, C4A4, C4A5	Doubtful
C2A4	Doubtful	C5A1	Doubtful
C2A5	Unsuitable	C5A2, C5A3, C5A4,	Unsuitable

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

4-2-2-5 تصنيف ريتشارد Richard [6]

يعد احد التصانيف المهمة والذي يمكن من خلال التعرف على نوعية المياه الجوفية،إذ يعتمد هذا التصنيف على متغيرين هما التوصيلية الكهربائية (Ec) وقيمة (SAR) جدول (5) .وعلى وفق تصنيف ريتشارد (Richard) هنالك (16) نوعاً من المياه ، جدول (6)

إذ أدخلت الخرائط الشبكية (Grid Maps) لقيمة التوصيلية الكهربائية (Ec)وقيمة (SAR) باستخدام برنامج (Spatial analyst extension Map calculate)

جدول (5) تحديد المياه الجوفية وفقاً لتصنيف ريتشارد

الدليـل	Ec	الدليل	SAR
C1	≤250	S1	> 10
C2	>250-≤750	S2	< 10 - > 18
C3	>750-≤2250	S3	< 18 - > 26
C4	>2250	S4	< 26

Richards, L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agric. Hand book 60, U.S. Dept of Agric, Wishing ton, D.C. 1954.p.16.

الجدول (6) انواع المياه وفق تصنيف ريتشارد (Richard)

الرمز Index	صنف المياه Water Class	الرمز Index	صنف المياه Water Class
C_1S_1	ممتاز Excellent	C_3S_1	مسموح به Admissible
C_1S_2	جيد Good	C_3S_2	يمكن استخدامه Margional
C_1S_3	مسموح به Admissible	C_3S_3	يمكن استخدامه Margional
C_1S_4	رديء Poor	C_3S_4	رديء Poor
C_2S_1	جيد Good	C_4S_1	رديء Poor
C_2S_2	جيد Good	C_4S_2	رديء Poor
C_2S_3	يمكن استخدامه Margional	C_4S_3	رديء جدا V. Poor
C_2S_4	رديء Poor	C_4S_4	رديء جدا V. Poor

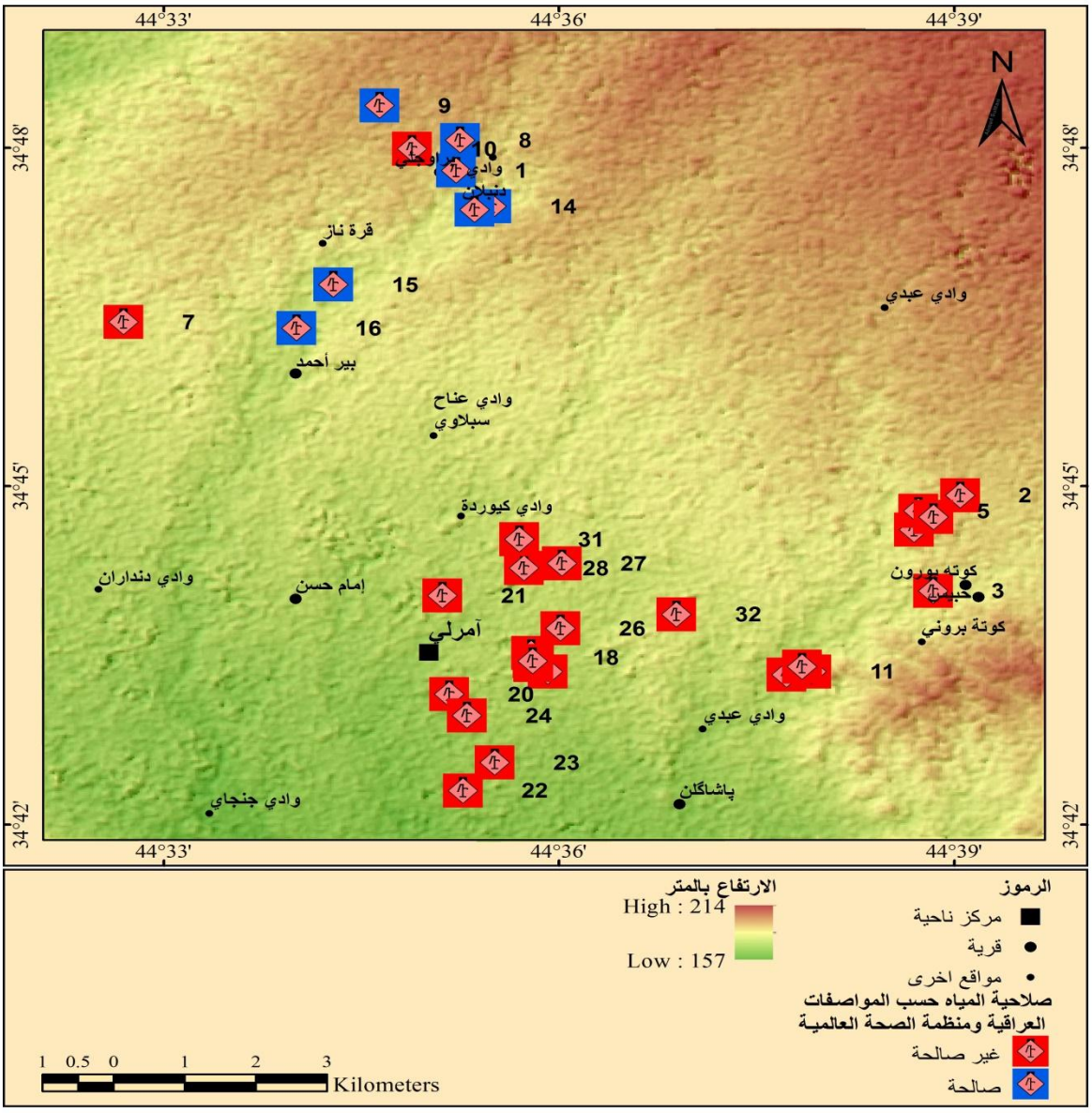
Richards, L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agric. Hand book 60, U.S. Dept of Agric, Wishing ton, D.C. 1954.p.16.

4 النتائج والمناقشة

تبين من خلال مقارنة جدول (2) بالخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة بان هناك(7) آبار صالحة للاستخدام البشري (للشرب) اعتماداً على المقاييس العراقية والعالمية المقترحة لمياه الشرب هما آبار(8 ، 9 ، 10، 11،14،15،16) على التوالي ، وذلك بسبب ارتفاع نسب (TDS)(TH) عن الحدود المسموح بها لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية(WHO) والمواصفات القياسية العراقية (IQS).خريطة (2)

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

خريطة (2) صلاحية المياه للاستخدام البشري (الشرب) حسب المقاييس العراقية والعالمية

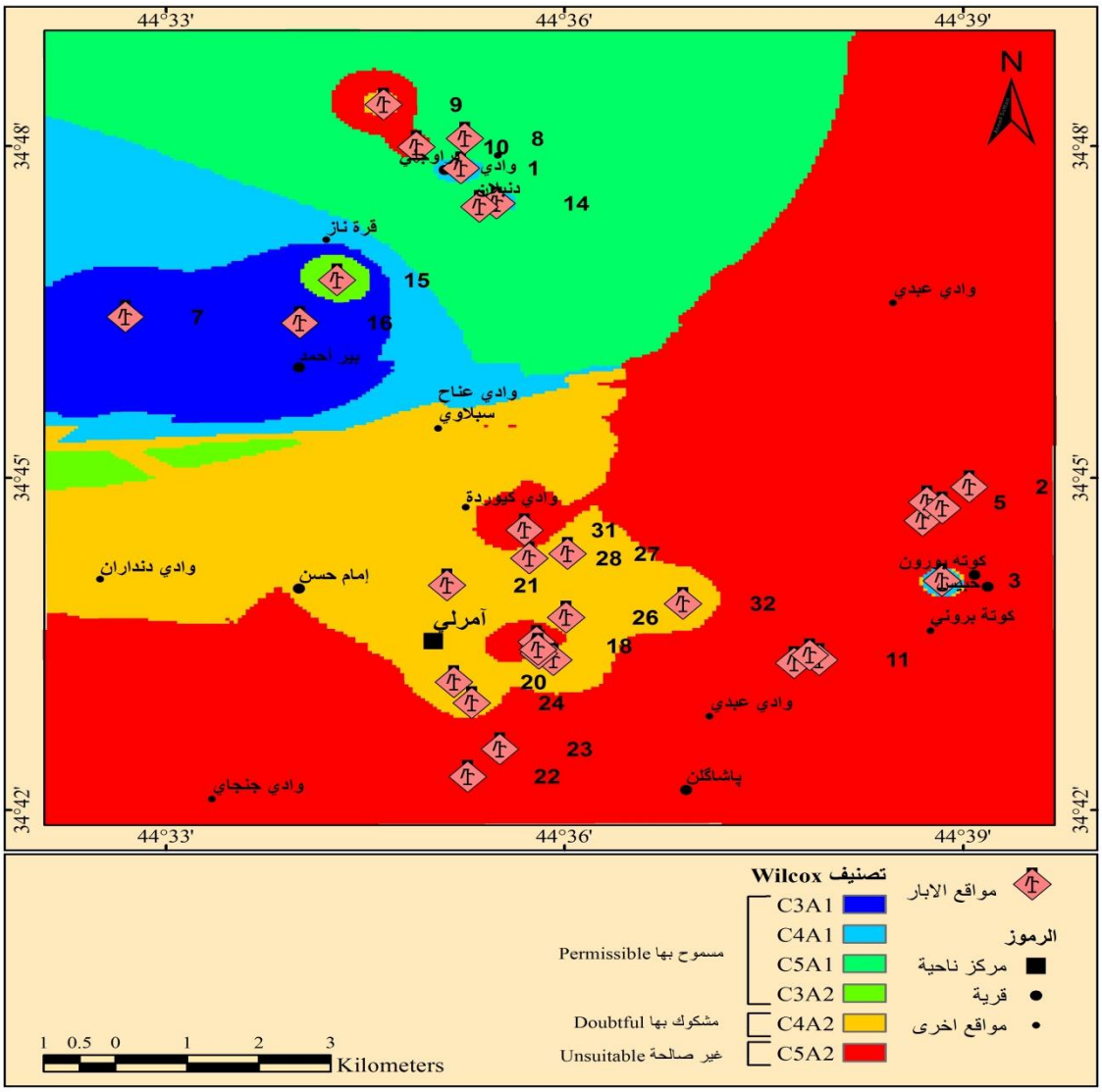


المصدر/ جدول(1،2).باستخدام برنامج Arc GIS

اما صلاحية المياه الجوفية للارواء الزراعي وفق تصنيف (Wilcox) اذ تم أدخال الخرائط الشبكية (Grid Maps) لقيمة التوصيلية الكهربائية (Ec) وقيمة النسبة المئوية للصوديوم (Na%) باستخدام برنامج (Spatial analys extension Map calculate)، وقد ظهرت النتيجة إن (18) بئراً من ابار منطقة الدراسة وقعت تحت اصناف (C3A1، C4A1، C5A1 ، C3A2) وتصنف ضمن المياه المسموح بها للإرواء الزراعي ، في حين وقعت(14) بئرا ضمن صنف (C4A2 ، C5A2) وتصف ضمن المياه المشكوك بها وغير الصالحة وفق هذا التصنيف. خريطة (3).

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

خريطة (3) صلاحية المياه للاغراض الارواء الزراعي وفق تصنيف Wilcox

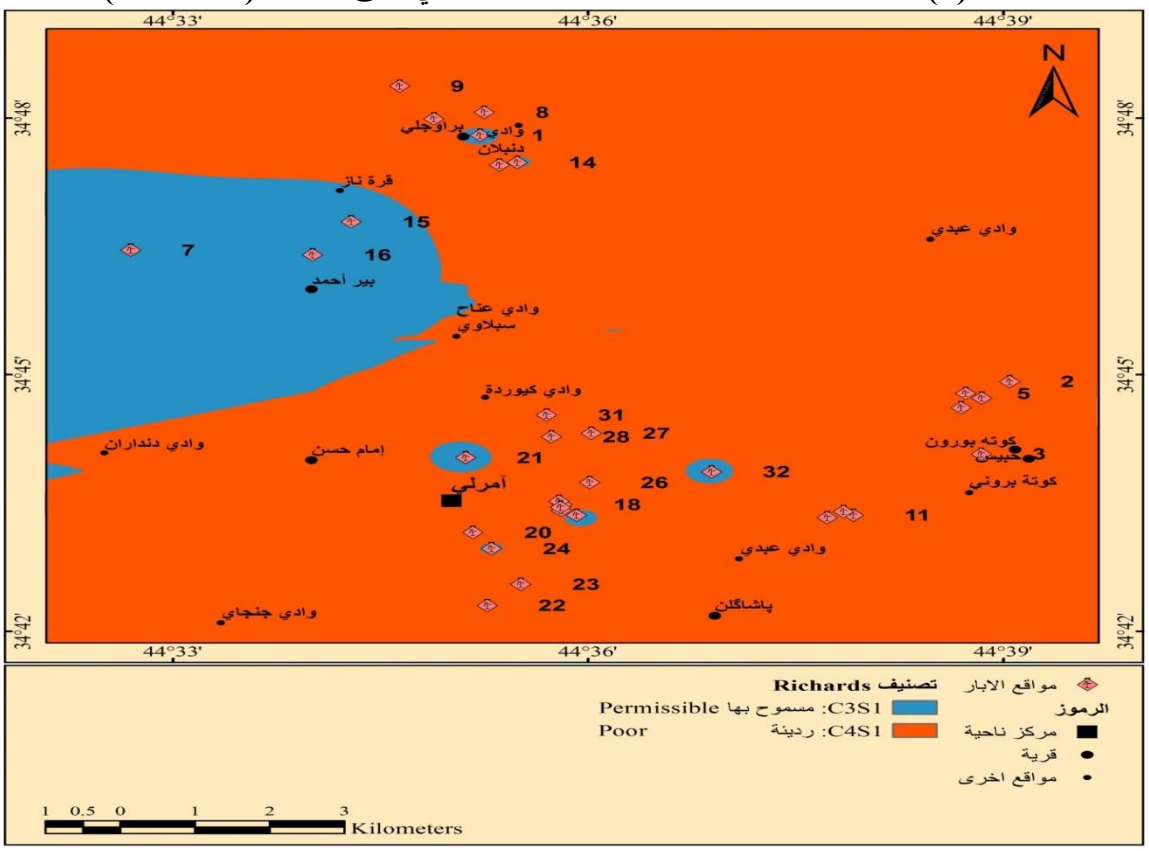


المصدر/ جدول(3، 1، 4) باستخدام برنامج Arc GIS

في حين ظهرت نتائج صلاحية المياه الجوفية للارواء الزراعي وفق تصنيف(Richard) إن اغلب مياه الآبار في منطقة الدراسة وقعت تحت صنف (C4S1) وتصنف ضمن المياه الرديئة للاستخدام الزراعي ، في حين وقعت آبار رقم (7، 15، 16) على التوالي ، تحت صنف(C3S1) وتصنف ضمن المياه المسموح بها للاستخدام الزراعي. خريطة (4)

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 129) 2025, pp. 99-109

خريطة (4) صلاحية المياه للاغراض الارواء الزراعي وفق تصنيف(Richard)



المصدر/ جدول(5،1، 6) باستخدام برنامج Arc GIS

الاستنتاجات

تبين من خلال دراسة صلاحية المياه الجوفية لاغراض الاستخدام البشري (الشرب) ان (21.8%) من آبار منطقة الدراسة كانت صالحة للاستخاد البشري(الشرب) وفق معيار منظمة الصحة العلمية (WHO) والمواصفات القياسية العراقية(IOS)،في حين كانت سائر ابار منطقة الدراسة غير صالحة للاستخدام البشري (الشرب) وتشكل ما نسبة (78.2%) من ابار منطقة الدراسة وذلك بسبب ارتفاع نسب (TDS)(TH) عن الحدود المسموح بها ، في حين بلغت نسبة المياه الصالحة للارواء الزراعي وفق تصنيف (**Wilcox**) (43.7%) والتي يسمح بالاستخدام الامن لها دونما حدوث مشاكل في البنية الكيميائية للتربة وبالتالي الحفاظ على مستوى ملائم من الملوحة ، في حين بلغت نسبة المياه الصالحة للارواء الزراعي وفق تصنيف (**Richard**) (10.1%) في حين كانت سائر ابار منطقة الدراسة غير صالحة للارواءالزراعي وفق هذا التصنيف وتشكل ما نسبة (89.9%) ويعود ذلك لأسباب أهمها اذابة المياه للأملاح الموجودة في الصخور المكونة لمكامن هذه المياه لاسيما وأنها تتواجد في مكامن من الصخور الجيرية والجبسية. كما تمكنت الدراسة من بناء انموذج ملائمة مكانية لصلاحيات المياه الجوفية في منطقة الدراسة تساعد الجهات المعنية وأصحاب القرار من اتخاذ القرارات المناسبة في الاستغلال الأمثل لمياه الابار فضلاً عن إمكانية تحديد انسب الأماكن لحفر الابار واستخداماتها مستقبلاً.

التوصيات

1. صيانة ابار منطقة الدراسة واعادة تأهيلها من قبل الهيأة العامة للمياه الجوفية فرع صلاح الدين لتحديد المواقع المثلى لاستثمار المياه الجوفية .

2. استخدام المقننات المائية وترشيد استهلاك المياه الجوفية ضمن برنامج علمي ممنهج لتقليل الضائعات المائية ومنع اي مصادر تلوث للمياه الجوفية.

3. الاهتمام بدراسة الترسبات المعدنية المنتشرة فوق التكوينات الجيولوجية من قبل مديرية المسح الجيولوجي والتحري المعدني ، لما لها من اهمية اقتصادية كبيرة.

المصادر

(1) سمير المنهراوي وعزة حافظ ،المياه العذبة مصادرها وجودتها، الدار العربية للنشر والتوزيع، ط1، 1997، ص161.

(2)Who. International Standard for drinking water, 3rd Ed., Geneva, Switzerland, 1971. p.36.

(3)Iraq Quality Standard (IQS), 2001 ; Iraq Standard for Drinking Water, No. 417, Council of Ministers– Central Agency for Meteorology and Quality Control

(4)خليفة درادكة ، المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية ، دار حنين للنشر ، عمان ،2006 ، ص492.

(5)Wilcox,L.V.,Classification and use of irrigation water,U.C.Deparment of Agriculture,Circular No.969,Washington D.C.U.S.A.,1955.PP.9

(6)Richards, L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agric. Hand book 60, U.S. Dept of Agric, Wishing ton, D.C. 1954.p.16.

(7) مقداد حسين الجباري واخرون ، علوم المياه ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد ،2000،ص63.