التحليل الجغرافي لتباين مؤشرات جودة مياه آبار محافظة أربيل لأغراض الري

Geographical Analysis of Groundwater Well Water Quality Indicators in Erbil Governorate for Irrigation Use

أ.م. هدية محمد أحمد

Asst. Prof. Hadiyah Muhammad Ahmad

كلية التربية الأساس/ جامعة صلاح الدين – أربيل

College of Basic Education, Salahaddin University – Erbil

hadeia.ahmed@su.edu.krd

أ.د. حكمت عبدالعزيز حمد الحسيني

Prof. Dr. Hikmat Abdulaziz Hamad Al-Husseini

كلية الآداب/ جامعة صلاح الدين – أربيل

College of Arts, Salahaddin University – Erbil

hikmat.hamad@su.edu.krd

الكلمات المفتاحية: جودة المياه، تصنيف توود، تصنيف ريتشارد، امتزاز الصوديوم، مياه الآبار، محافظة أربيل.

Keywords: Water quality, Todd classification, Richard classification, groundwater wells, SAR, Erbil Governorate

ملخص

سلطت الدراسة الضوء على التحليل الجغرافي لتباين مؤشرات جودة مياه آبار محافظة أربيل لأغراض الري حسب تصنيفي تووود وريتشارد، انطلاقاً من فرضية وجود تباين مكاني لمؤشرات التصنيفين المذكورين، لذا هدفت الدراسة إلى تحديد عينات آبار منطقة الدراسة، والبالغ عددها (150) بئراً موزعاً في أنحاء محافظة أربيل، وفحصها مختبرياً لغرض تطبيق تصنيف تووود وتصنيف ريتشارد على تلك العينات للتحقق من مدى صحة فرضية البحث. وتوصلت الدراسة إلى وجود تباين مكاني لمؤشرات التصنيفين المذكورين، واستناداً إلى تصنيف تووود فإن نسبة (99.9%) من عينات منطقة الدراسة تصنف ضمن فئة مياه ممتازة صالحة لري جميع المحاصيل، وبموجب تصنيف ريتشارد فإن مياه (141) بئراً، وبما نسبته (94%) من عينات منطقة الدراسة، تكون صالحة للري.

Abstract

This study focused on the water quality indicators of groundwater wells in Erbil Governorate for irrigation purposes based on the Todd classification and the Richard classification. The study is grounded in the hypothesis that there is spatial variability in indicators of the two aforementioned classifications. Accordingly, the study aimed to identify groundwater well samples within the study area, totalling 150 wells distributed across Erbil Governorate, and to subject them to laboratory analysis to apply the Todd and Richard classifications and thereby verify the validity of the research hypothesis. The results revealed the existence of spatial variability in the indicators of both classifications. According to the Todd classification, 99.9% of the samples from the study area are classified as excellent-quality water suitable for irrigating all crops. Based on the Richard classification, the water from 141 wells, representing 94% of the total samples in the study area, is suitable for irrigation purposes.

المقدمة

تلعب المياه الجوفية باعتبارها من الموارد الهامة دوراً بارزاً في تنمية الزراعة لاسيما في تلك المناطق البعيدة عن مصادر المياه السطحية، لذا استأثرت دراسة الموارد المائية باهتمام كبير لدى الباحثين لاسيما في المناطق التي يرتكز اقتصادها على الزراعة مما يسهم في الاستثمار الأمثل والفاعل للموارد المائية وتحقيق الأمن المائي كون المياه من الموارد الاستراتيجية المحددة للتنمية الاقتصادية.

أولاً- أهمية البحث:

تأتي أهمية موضوع البحث من خلال دراستها لأحد أهم موارد محافظة أربيل المائية، إذ تلعب مياه الآبار دوراً أساسياً في تلبية احتياجات النشاط الزراعي، لذا تعد دراسة مدى جودة تلك المياه من الموضوعات المهمة في الدراسات الجغرافية التطبيقية التي يوليها المخططون والمختصون في مجال الموارد المائية والتنمية المكانية أهمية كبيرة باعتبارها من الإمكانات الطبيعية المائية المهمة التي يعتمد عليها السكان في تلبية احتياجاتهم المختلفة.

ثانياً- مشكلة البحث:

تواجه المياه الجوفية، وبالتحديد مياه الآبار، في منطقة الدراسة تحديات ومخاطر كبيرة نتيجة شح المياه وتكرار سنوات الجفاف بسبب التغيرات المناخية إضافة إلى ما تكبده السياسات المائية لدول الجوار من خسائر كبيرة في الموارد المائية السطحية لمنطقة الدراسة، والتوسع العمراني وازدياد عدد السكان، والتطور الكبير في المستوى المعيشي لهم وزيادة حاجة الفرد اليومية للماء قياساً لعقود سابقة، كل ذلك أدى إلى تزايد الضغط على المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال حفر المزيد من الآبار لسد النقص الحاصل في مياه الري دون الوقوف على مدى جودة مياه تلك الآبار وما يترتب عليها من نتائج تؤثر في الصحة العامة عند استهلاك المحاصيل الزراعية التي تم إرواؤها بهذه المياه.

ثالثاً- فرضية البحث وتساؤلاته:

تتمثل فرضية البحث في وجود تباين مكاني لمؤشرات جودة مياه الآبار لأغراض الري في محافظة أربيل حسب تصنيف توود وتصنيف ريتشارد، ومن هذا المنطلق تثار مجموعة تساؤلات تحاول هذه الدراسة الإجابة عليها، منها ما هي مؤشرات تصنيف توود وتصنيف ريتشارد لمياه آبار منطقة الدراسة؟ ما هي مدى صلاحية مياه آبار محافظة أربيل لأغراض الري؟ وهل هناك تباين مكاني في مؤشرات التصنيفين المذكورين لمياه تلك الآبار؟

رابعاً- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى ما يأتي:

1- تطبيق تصنيف توود وتصنيف ريتشارد لأغراض الري على مياه آبار منطقة الدراسة وبيان تباينها المكاني.

2- بيان مدى جودة مياه آبار منطقة الدراسة لأغراض الري وفق التصنيفين المذكورين.

3- تمثيل نتائج التحليل على خرائط ورسوم بيانية باستخدام التقنيات الحديثة لغرض الاستفادة منها لاحقاً عند التخطيط ورسم السياسات الحكومية، وكذلك في الدراسات والبحوث الأكاديمية.

خامساً- منهج البحث:

يعتمد البحث المنهج الوصفي لغرض وصف الظاهرة المرتبطة بموضوع الدراسة، والمنهج التحليلي من خلال تحليل عينات مختارة للوقوف على خصائصها، وكذلك اعتماد الأسلوب الكمي والتحليل الإحصائي، وتقنيات التحليل المكاني لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8)، وكذلك الدراسة الميدانية، ومن ثم توظيف كل تلك المعطيات باستخدام المنهج الاستقرائي لأجل التوصل إلى أهداف الدراسة وتحصيل نتائجها ومعرفة مدى تحقق فرضية البحث.

سادساً- هيكلية البحث:

تحقيقاً لأهداف البحث وفق الفرضية المتبعة تم تقسيم البحث إلى ثلاثة محاور، الأول لتحديد منطقة الدراسة ومياهها الجوفية، والثاني لبيان التباين المكاني لمؤشرات تصنيف توود لمدى جودة مياه آبار منطقة الدراسة لأغراض الري، والثالث لبيان التباين المكاني لمؤشرات تصنيف ريتشارد لنفس الغرض المذكور.

1- تحديد منطقة الدراسة ومياهها الجوفية

1-1 تحديد منطقة الدراسة – محافظة أربيل

تقع منطقة الدراسة (محافظة أربيل) في القسم الشمالي الشرقي من العراق، وبالتحديد في وسط إقليم كوردستان – العراق، باعتبارها أحد محافظات الإقليم إلى جانب محافظات السليمانية ودهوك وحلبجة. وتعد محافظة أربيل العاصمة الإدارية والسياسية لإقليم كوردستان ومركزها مدينة أربيل. فلكياً تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (45ً :27َ :35ْ) و(3ً :19َ :37ْ) شمالاً، وبين خطي الطول (43ً :21َ :43ْ) و(19ً :3َ :45ْ) شرقاً.

تحد منطقة الدراسة من الشمال تركيا (حدود دولية)، ومن الشرق إيران (حدود دولية) ومحافظة السليمانية، ومن الغرب محافظة دهوك (شمال غرب) ومحافظة نينوى على امتداد نهر

الزاب الكبير، ومن الجنوب تحدها محافظة كركوك ومحافظة صلاح الدين (جنوب غرب) كما يظهر في الخريطة (1).

تبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي (14872.7) كم^2، وتشغل تقريباً نسبة (17%) من مجموع مساحة إقليم كوردستان البالغة (87317) كم^2، كما تحتل تقريباً نسبة (3.4%) من مجموع مساحة العراق البالغة حوالي (438320) كيلومتر مربع (Philip, 1995, p.102).

تتكون منطقة الدراسة إدارياً من (17) أقضية، هي (مركز أربيل، بنصلاوة، مخمور، خبات، كوية، قوشتبة، عنكاوة، پيرمام، بحركة، شقلاوة، حرير، خليفان، رواندز، چۆمان، مێرگەسۆر، سيدەكان، مركز سۆران). وتتكون هذه الأقضية الـ (17) المذكورة من (51) ناحية تابعة لها، كما هو مبين في الجدول (1)، والخريطة (2).

ومن ملاحظة الجدول (1) يلاحظ وجود اختلاف واضح من حيث المساحة بين هذه الوحدات الإدارية، حيث يأتي قضاء مخمور في المرتبة الأولى من حيث المساحة، إذ يشكل (18%) من مساحة المحافظة، بينما يعد قضاء عنكاوة من أصغر الوحدات الإدارية بنسبة (0.3%) من مساحة المحافظة.

كما تم اختيار عينة البحث، والبالغ عددها (150) بئراً، بصورة مدروسة تتوزع جغرافياً ضمن منطقة الدراسة، وكما هو موضح في الملحق (أ)، والخريطة (3).

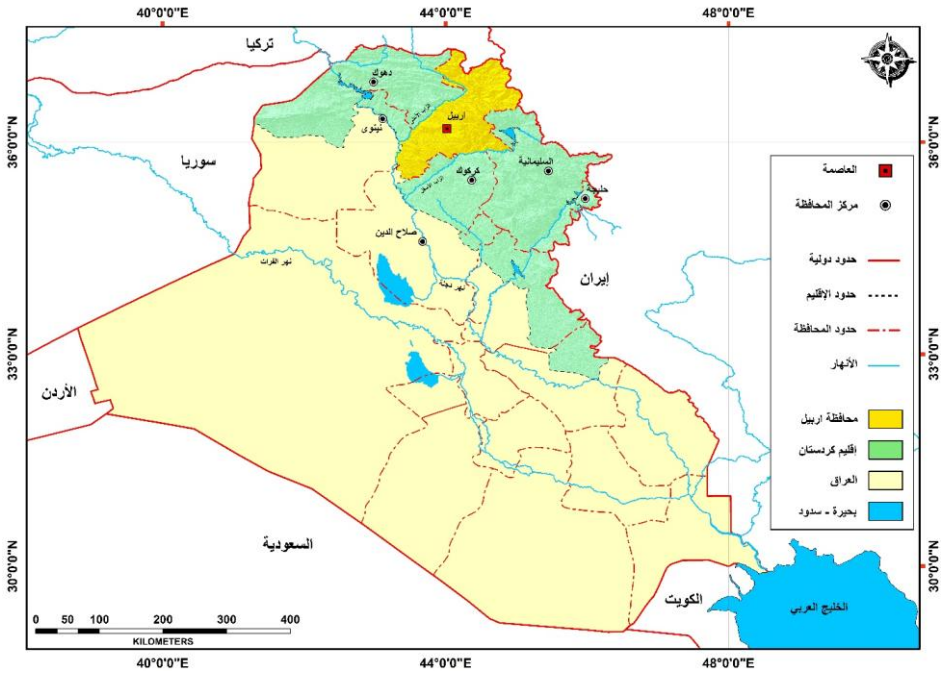
الجدول (1): الوحدات الإدارية لمنطقة الدراسة ومساحتها

#	القضاء	النواحي التابعة للقضاء	المساحة/كم^2	النسبة المئوية %
1	مركز أربيل	المركز، شەماك	704.9	4.7
2	خبات	المركز، رزگاری، کەورگۆسك (توبزاوه)	406	2.7
3	كويه	المركز، طقطق، شۆرش، ئاشتی، سكتان، سێگردكان	2061.7	13.9
4	بنصلاوة	المركز، دارەتوو، كەسنەزان، بێستانه	446.6	3
5	قوشتبة	المركز	877.1	5.9
6	مخمور	المركز، قەراج، گوێر، كەندیناوه	2678.3	18
7	عنكاوة	المركز	49.5	0.3
8	پيرمام	المركز، بناری سەفين، كۆرێ، بەستۆره،	782.9	5.3

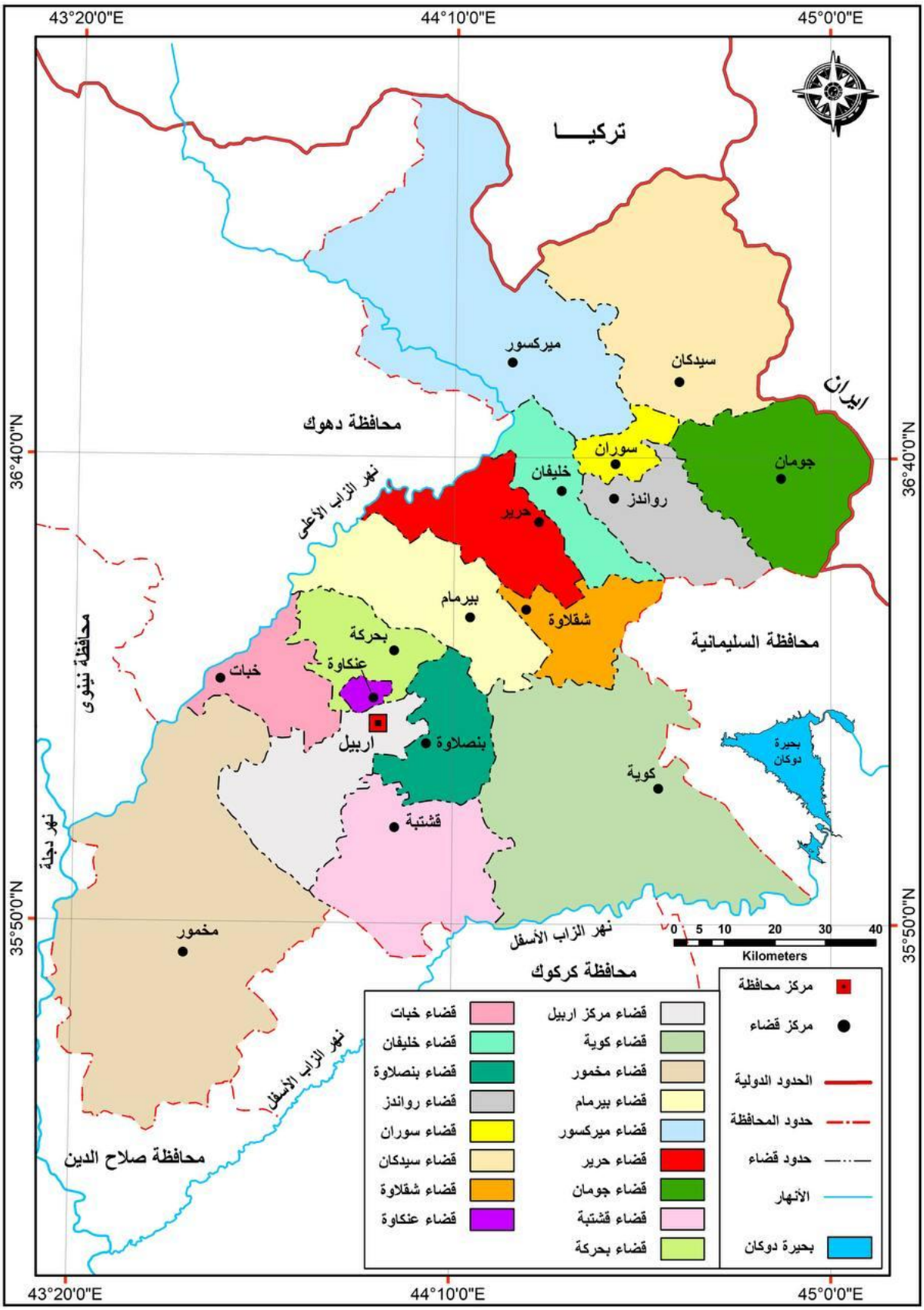
		دارەشەکران		
9	بحركة	المركز	384.3	2.6
10	حرير	المركز، باسرمه	556.9	3.7
11	شقلاوة	المركز، هيران، باليسان	379.6	2.6
12	خليفان	المركز، سرێشمه	412.5	2.8
13	سۆران	المركز، ديانا	178.2	1.2
14	رواندز	المركز، وەرتێ	537.7	3.6
15	چۆمان	المركز، گەلاله، حاج عمران، سميلان، قەسرێ	892.2	6
16	مێرگەسۆر	المركز، بارزان، شێروان مەزن، پيران، گۆرەتوو، مەزنێ	1979.9	13.3
17	سيدەكان	المركز، كانيەڕەش	1544.4	10.4
المجموع			14872.7	100

المصدر: حكومة إقليم كوردستان – العراق، وزارة التخطيط، هيئة الإحصاء في إقليم كوردستان، مديرية المعلومات والخرائط (GIS)، أربيل، بيانات غير منشورة (2025)؛ وزارة الداخلية، المديرية العامة للإدارة المحلية، بيانات غير منشورة (2025)؛ برنامج (ArcGIS v.10.8).

خريطة (1): موقع منطقة الدراسة ضمن العراق وإقليم كوردستان

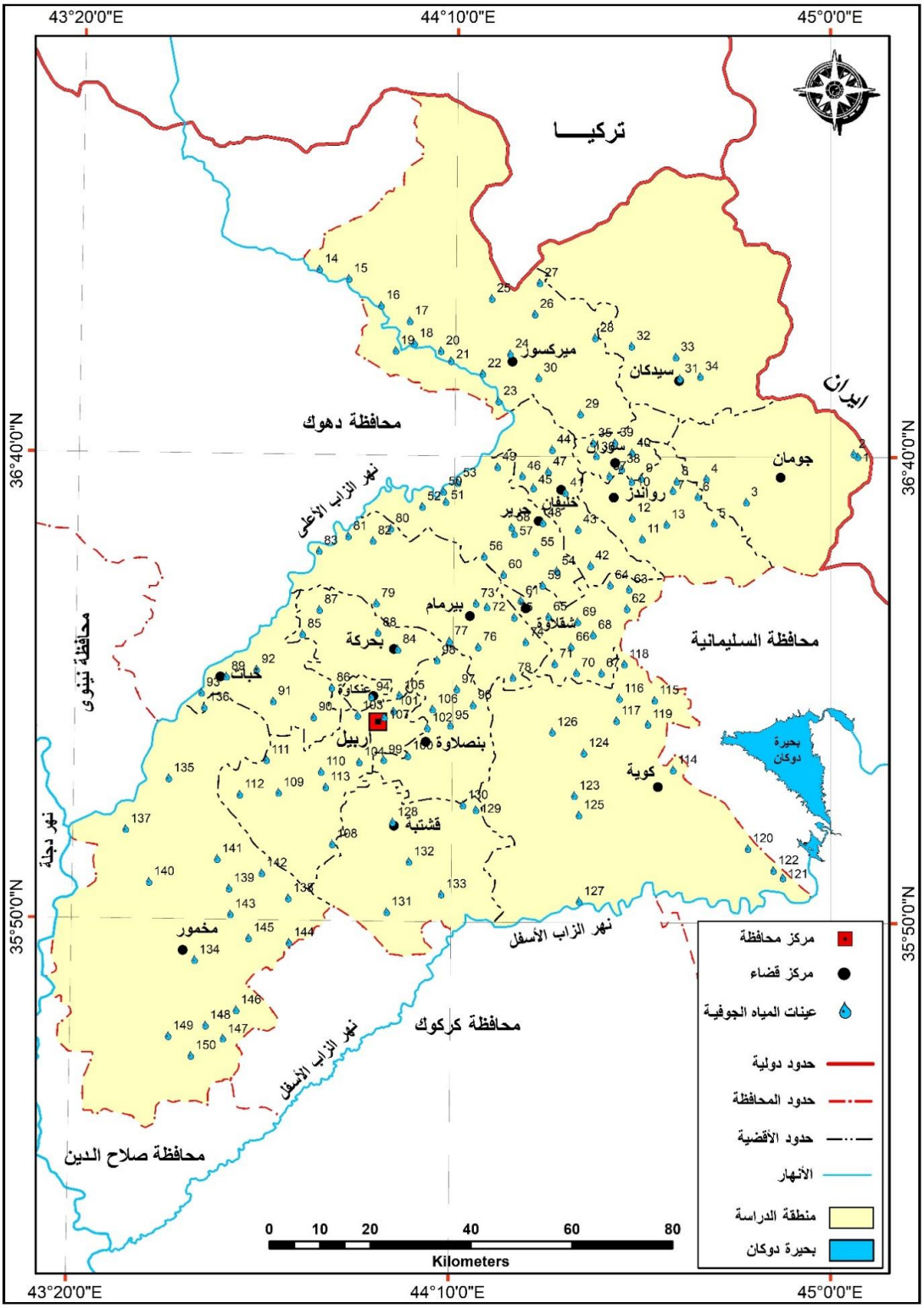


خريطة (2): التقسيمات الإدارية لمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: منشورات حكومة إقليم كوردستان– العراق، وزارة التخطيط، هيئة الإحصاء في الإقليم، مديرية المعلومات والخرائط (GIS)، أربيل، 2025، باستخدام برنامج (ArcGIS v.10.8).

خريطة (3): التوزيع الجغرافي لمواقع عينات الآبار في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: بيانات الجدول الملحق (أ) باستخدام برنامج (ArcGIS v.10.8).

1-2 المياه الجوفية في منطقة الدراسة

تعد المياه الجوفية إحدى المصادر الرئيسة للمياه في منطقة الدراسة، إذ تقع تحت أراضيها مكامن مائية كبيرة وذات نوعية جيدة (Abdulbaqi, 2010, p.21). وتعتبر مياه الأمطار الهاطلة والثلوج الذائبة في قمم الجبال العالية والمياه السطحية المتمثلة بالزابين الكبير والصغير وروافدهما المارة على سطح هذه المنطقة مصدراً رئيساً للمياه الجوفية في منطقة الدراسة (الحداد، 2000، ص136). حيث تعد الأمطار من أهم عناصر المناخ التي تلعب دوراً مهماً في توفر الموارد المائية لاسيما المياه الجوفية المتمثلة بالآبار (آل حسين وآخرون، 2020، ص389). كما لا تقل الثلوج أهمية عن الأمطار لدى ذوبانها كمصدر تغذية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة، إذ تزيد قيمتها الهيدرولوجية على الأمطار (قاسم، 2023، ص211). وتظهر المياه الجوفية إلى سطح الأرض في منطقة الدراسة إما بشكل طبيعي، في صورة ينابيع وعيون، أو اصطناعي من خلال حفر الآبار وشق الكهاريز (العاني والبرازي، 1979، ص183)، حيث تتقاطع مستوى المياه الجوفية مع التضاريس في منطقة الدراسة أحياناً مما يؤدي إلى خروج المياه نحو سطح الأرض على شكل ينابيع طبيعية أو تقترب مستوى المياه الجوفية من سطح الأرض وتتسرب من خلال الشقوق والفوالق نحو سطح الأرض وعادة ما تكون مياهها نقية، وتمتاز الينابيع والعيون بصلاحية مياهها لمختلف الاستخدامات لعذوبتها وصفاء مائها (Al-Basrawi, 2010, p.12)، كمياه ينابيع (بێترمه) في شقلاوة، وينابيع ديانا وروانذز وچناروك وحرير وسيدكان وغيرها. أما الكهاريز، فهي تقنية قديمة للري، وكان سهل أربيل يضم عدداً كبيراً من الكهاريز مقارنة بالأجزاء الأخرى لمنطقة الدراسة، بلغ عددها نحو (182) كهريزاً، منها كهريز سعيد آغا، وكهريز ئاوى ميرى، وكهريز عنكاوة، ونظراً للتغيرات المناخية وقلة التساقط تعرضت معظمها إلى الجفاف، كما اندثرت بسبب عدم الاهتمام بها وتنظيفها وصيانتها (الحداد، 2000، ص149).

وتعد الآبار الوسيلة الرئيسة لاستخدام المياه الجوفية في منطقة الدراسة، وتشير دراسة (Rajab, 2015, p.1) إلى أن أكثر من (30%) من إمدادات المياه في مدينة أربيل تأتي من الآبار. ويختلف عمق هذه الآبار من مكان إلى آخر تبعاً لشكل السطح وطبيعة تضرسه وميل الطبقات الصخرية الحاوية على المياه. وتنتشر الآبار الارتوازية في منطقة الدراسة بشكل محدود، لذا تكون غالبية الآبار فيها من نوع الآبار الاعتيادية التي تحتاج إلى الضخ نحو السطح. كما أن هناك تبايناً واضحاً في التوزيع الجغرافي للآبار في منطقة الدراسة إذ تنتشر

معظمها في المناطق التي هي بعيدة عن مصادر المياه السطحية، لا سيما في الأجزاء الواقعة ضمن المناطق السهلية من منطقة الدراسة.

ومن ناحية أخرى، هناك نوعان من الآبار في منطقة الدراسة: آبار أهلية وأخرى حكومية. حفرت الآبار الأهلية (نفع خاص) من قبل الأهالي بأدوات حفر بسيطة وأحياناً بواسطة آليات، للحصول على المياه لأغراض خاصة منزلية وصناعية وسياحية وزراعية ولسقي الحيوانات. مع ملاحظة أنها عادة آبار ضحلة لا يتجاوز عمقها (50) متراً، وهي ذات إنتاجية واطئة وأحياناً تتعرض للجفاف، وذلك عندما يقل هطول الأمطار لعدة مواسم على المنطقة، ولعدم ثبات منسوب الماء الجوفي، حيث يمكن ألا تصل الآبار الضحلة إلى مستوى منسوب التشبع الدائم (النقاش والصحاف، 1989، ص342–343). أما الآبار العميقة فتتسم باستمرار تدفق المياه منها، وهي غالباً مياه جيدة الخصائص لبعدها عن مصادر التلوث السطحي (الزوكه، 1998، ص270؛ درادكة، 1988، ص63) بينما تكون مياه الآبار الضحلة عادة معرضة للتلوث البيولوجي والكيميائي، لأنها لا تمر ضمن طبقات مسامية نصف نفاذة تخلصه من شوائبه (السروي، 2014، ص104؛ عساف والمصري، 2007، ص6–8).

في المقابل هناك آبار حكومية (نفع عام) تقوم الجهات الحكومية بحفرها لسد احتياجات السكان ولإرواء الأراضي الزراعية أو لأغراض صناعية ولغرض الرعي. وهي آبار عميقة يزيد عمقها على (50) متراً وتقع في مكامن المياه الجوفية غير المحصورة، وتحفر بآليات كبيرة من قبل الدوائر الرسمية وتستخدم المضخات لأجل إخراج مائها إلى سطح الأرض.

وقد ازدادت أعداد الآبار في منطقة الدراسة بشكل كبير نتيجة تزايد الطلب على المياه لمختلف الأغراض بسبب النمو السكاني الحاصل وتوسع المراكز الحضرية من جانب، والنقص الحاصل في التساقط المطري من جانب آخر. حيث أشارت بعض الدراسات (مجيد، 2024، ص80) إلى أن عدد الآبار في منطقة الدراسة بلغ (9218) بئراً، إضافة إلى وجود عدد من الآبار التي لم تسجل في مديرية المياه الجوفية بشكل رسمي والتي تقدر من قبل الدائرة المذكورة بحوالي (5500) بئراً. كما تشير دراسات أخرى (Rajab, 2015, p.2) إلى أن هناك حوالي (9805) بئراً في محافظة أربيل معظمها يستخدم لأغراض الري. كما بلغ عدد الآبار الارتوازية في منطقة سهل أربيل حوالي (152) بئراً (وزارة الزراعة والموارد المائية، مديرية المياه الجوفية، قسم ملف الآبار، 2024).

واستناداً إلى الزيارات الميدانية وتتبع السجلات الرسمية في الجهات المعنية، يلاحظ أن عدد الآبار في منطقة الدراسة يتجاوز الـ (9000) بئر. في الحقيقة هناك عدة مشاكل تواجه التحديد الدقيق لعدد الآبار في منطقة الدراسة، لذا لم نتوصل إلى رقم دقيق حول عدد الآبار فيها، فهناك

العديد من الآبار الأهلية (الآبار السورية) حفرت من قبل الأهالي دون الحصول على التراخيص اللازمة ومن ثم لا توجد معلومات دقيقة حولها، كما أن اختلاف مرجع تسجيل الآبار ومتابعتها أدى أيضاً إلى تشتت البيانات بين جهتين رئيستين هما مديرية الماء والمجاري التابعة لوزارة البلديات والسياحة، ومديرية المياه الجوفية التابعة لوزارة الزراعة والموارد المائية، إضافة إلى أن العديد من الآبار الحكومية خرجت عن الخدمة بسبب جفاف مياهها أو لأسباب ميكانيكية أو إدارية.

2- مؤشرات تصنيف توود لمدى جودة مياه آبار منطقة الدراسة لأغراض الري

تشكل المياه عاملاً أساسياً من عوامل استثمار الأراضي الزراعية، حيث تؤثر كمية المياه ونوعيتها في ممارسة الأنشطة الزراعية (الشويلي، 2023، ص18)، لذا من الضروري تقييم خصائص المياه الجوفية ومدى جودتها للأنشطة الزراعية باعتبار العامل الذي يتحكم في القدرة على التوسع في العمليات الزراعية (فرحان، 2024، ص140). ويعتمد تصنيف توود لمدى جودة المياه لأغراض الري على نسبة امتزاز الصوديوم، لذا يقتضي أولاً استخراج قيم نسبة امتزاز الصوديوم لمياه آبار منطقة الدراسة ومن ثم نأتي على مؤشرات تصنيف توود وبيان تباينها المكاني.

2-1 مؤشرات نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)

يعد امتزاز الصوديوم (Sodium Adsorption Ratio unit – SAR) من المؤشرات الهامة التي يعتمد عليها في تقييم المياه الصالحة للزراعة، من خلال توضيح العلاقة بين أملاح (الصوديوم) وأملاح (الكالسيوم والمغنيسيوم)، إذ أن زيادة نسبتها تحطم بناء التربة وتحولها إلى تربة قلوية يصعب استصلاحها (الليلة وآخرون، 1993، ص31). ويتم احتساب نسبة امتزاز الصوديوم لمياه آبار منطقة الدراسة من خلال المعادلة الآتية لتحديد مدى صلاحية تلك المياه للري:

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

ويمكن احتساب نسبة (SAR) من معادلة تود (Todd, 1980, p.535):

$$SAR = \frac{rNa}{\sqrt{r(Ca + Mg)/2}} \dashrightarrow \text{بوحدة epm}$$

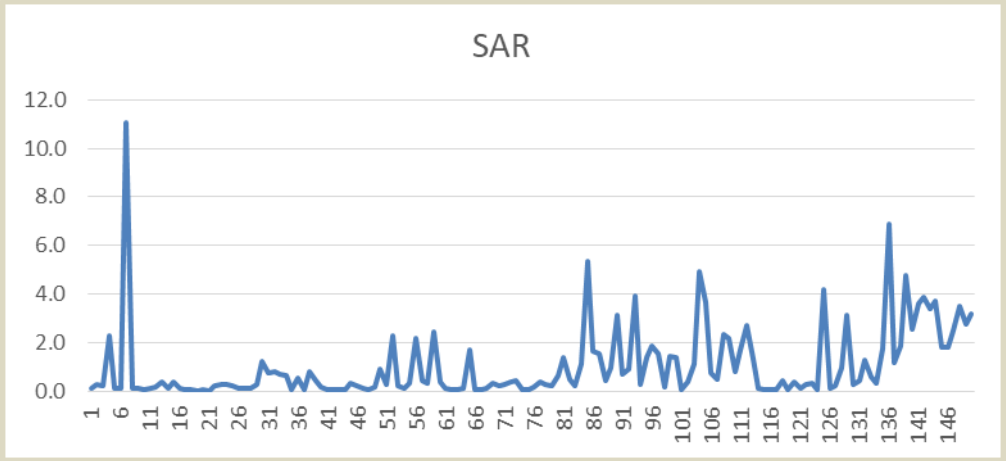
إذ أنَّ: -

SAR = قيم امتزاز الصوديوم
rNa^{+1} = ملي مكافئ/لتر الصوديوم
rCa^{+2} = ملي مكافئ/لتر الكالسيوم
rMg^{+2} = ملي مكافئ/لتر المغنيسيوم(2)

بتطبيق معادلة امتزاز الصوديوم على آبار منطقة الدراسة بالاعتماد على معطيات الملحق (ب)، يلاحظ من الملحق (ج)، والشكل (1)، أن قيم امتزاز الصوديوم (SAR) تراوحت بين (0.03–11.08) ملغم/لتر، كأدنى قيمة في بئر (پيرسال) ضمن قضاء مێرگەسۆر، وأعلى قيمة في بئر (ماويليان) ضمن قضاء چۆمان. أما المدى بين القيمتين، فقد بلغ حوالي (11) ملغم/لتر، وهذا يدل على تباين مكاني كبير بين القيم، بينما كان متوسط القيم حوالي (1) ملغم/لتر، وفي ذلك دلالة على انخفاض قيم امتزاز الصوديوم في مياه آبار منطقة الدراسة.

ومن خلال الجدول (2)، والخريطة (4)، يلاحظ وجود تباين مكاني بين قيم امتزاز الصوديوم في منطقة الدراسة، حيث تصنف نسبة (77.4%) منها ضمن فئة (أقل من 2) بمساحة (11514.6كم^2) باعتبارها الفئة الأكثر انتشاراً في مياه منطقة الدراسة، وتتوزع في غالبية أنحاء منطقة الدراسة. تليها فئة (2–4) بنسبة (21.7%) بمساحة (3226كم^2)، ثم فئة (4.1–6) بنسبة (0.8%)، وبمساحة (118.4كم^2)، وبعدها فئة (6.1–8) بنسبة (0.08%) وبمساحة (10.5كم^2). أما الفئة الأقل انتشاراً، فكانت فئة (أكبر من 8)، بنسبة (0.02%) وبمساحة قدرها (3.2كم^2)، وتظهر على شكل بقعة صغيرة ضمن قضاء رواندز.

شكل (1) التباين المكاني لقيم امتزاز الصوديوم في مياه آبار منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: بيانات الملحق (ج).

جدول (2) التباين المكاني لقيم امتزاز الصوديوم في منطقة الدراسة

#	الفئات	عدد الآبار	المساحة (كم^2)	النسبة %
1	أقل من 2	124	11514.6	77.4
2	2 – 4	20	3226	21.7

3	6 – 4.1	4	118.4	0.8
4	8 – 6.1	1	10.5	0.08
5	أكبر من 8	1	3.2	0.02
المجموع		150	14872.7	100

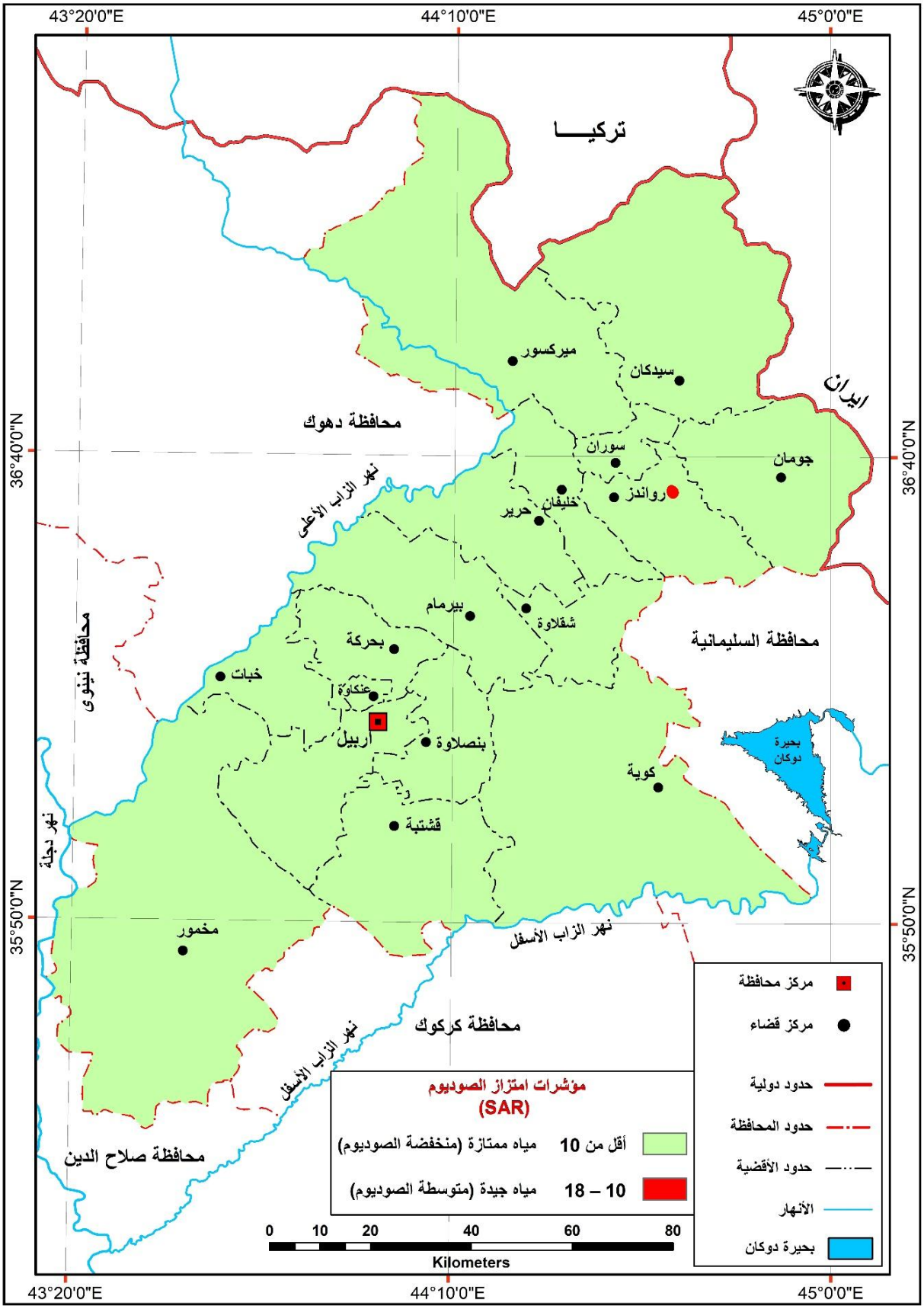
المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: معطيات الملحق (ج)، وباستخدام برنامج (ArcGIS v.10.8).

جدول (4) التباين المكاني لمؤشرات (SAR) حسب تصنيف توود في منطقة الدراسة

الفئة (ملغم/لتر)	الصنف	الوصف	الخصائص	عدد الآبار	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية %
أقل من 10	S1	مياه ممتازة (منخفضة الصوديوم)	صالحة لري جميع المحاصيل	149	14862.2	99.9
18 – 10	S2	مياه جيدة (متوسطة الصوديوم)	ملائمة لري كثير من المحاصيل وأهمها الحبوب	1	10.5	0.1
المجموع				150	14872.7	100

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: معطيات الملحق (ج)، والجدول (3).

خريطة (5) التباين المكاني لمؤشرات امتزاز الصوديوم (SAR) حسب تصنيف توود في منطقة



الدراسة

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: بيانات الجدول (3) و(4)، باستخدام برنامج (ArcGIS v.10.8).

3- مؤشرات جودة مياه آبار منطقة الدراسة لأغراض الري حسب تصنيف ريتشارد

3-1 تصنيف ريتشارد لمدى جودة المياه لأغراض الري

يعتمد تصنيف ريتشارد (Richard, 1954) المعتمد من قبل مختبرات الأملاح في الولايات المتحدة الأمريكية لتصنيف المياه لغرض الري، على قيم التوصيلية الكهربائية (EC) وامتزاز الصوديوم (SAR) (Sajadi, 2020, p.9; Rajab, 2015, p.4).

ووفقاً لتصنيف ريتشارد، كما هو موضح في الجداول (5) و(6) و(7)، يستعمل المياه لإرواء الترب كافة عندما يكون تركيز امتزاز الصوديوم أقل من (10) والتوصيل الكهربائي بين (100-250)، ويستخدم أيضاً المياه ذات التركيز المتوسط (10-18) والتوصيل الكهربائي بين (250-750) لإرواء التربة ذات النسيج الخشن وجيدة البزل وكذلك الترب العضوية في حين يمكن أن تسبب أضراراً للتربة الناعمة النسيج (الجبوري، 2021، ص252). ويستعمل المياه ذات التركيز العالي من الأملاح بين (18-26) والتوصيلة الكهربائية (750-2250) في حالة توفر البزل الجيد، ولا يستعمل المياه ذات التركيز العالي جداً من الأملاح في الإرواء ولكن يمكن استعمال المياه ذات التركيز العالي من الصوديوم إذا كان المياه (قليلة إلى متوسطة الملوحة) وكذلك في الترب التي تحتوي على تركيز عالي من الجبس حيث يتبادل الصوديوم والكالسيوم دون تغيير في التربة من حيث النفاذية نسبة (SAR) أكبر من (26) والتوصيل الكهربائي أكبر من (2250)، أما صنف ممتاز فيكون محتوى الأملاح الذائبة ونسبة الصوديوم لهذه المياه واطئة بما يكفي بحيث لا تسبب مشاكل عند استعمالها في الري (Richard, 1954, p.160).

وتم تطبيق تصنيف ريتشارد على مياه آبار منطقة الدراسة، بالاعتماد على معطيات الملحق (ب) و(ج)، وتم إدراج نتائج التصنيف المذكور في الملحق (د) من هذا البحث.

مؤشر الصنف	SAR	الوصف	الصلاحية
S1	أقل من 10	مياه قليلة الصوديوم	مناسبة لمعظم أنواع النباتات
S2	10 – 18	مياه متوسطة الصوديوم	تستعمل في الأراضي الجبسية شديدة النفاذية
S3	18.1 –	مياه كثيرة الصوديوم	تستعمل للري في حالات نادرة

	26		
S4	أكبر من 26	مياه تحتوي على نسبة كبيرة جداً من الصوديوم	لا تستعمل للري إلا في بعض الحالات

جدول (5) تصنيف ريتشارد لأصناف مياه الري اعتماداً على نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)

المصدر: (Richard, 1954, p.160).

جدول (6) تصنيف ريتشارد لأصناف مياه الري اعتماداً على التوصيل الكهربائي (EC)

مؤشر الصنف	EC	الوصف	الاستعمال
C1	250 – 100	مياه قليلة الملوحة	لري معظم أنواع النباتات
C2	750 – 250.1	مياه متوسطة الملوحة	يمكن استعمالها لري النباتات التي تحتاج إلى أملاح متوسطة
C3	750.1 – 2250	مياه مالحة	تستعمل لبعض أنواع النباتات
C4	أكبر من 2250	مياه مالحة جداً	غير مناسبة للري ونادراً تستعمل لري بعض أنواع النباتات

المصدر: (Richard, 1954, p.160).

جدول (7) مؤشرات جودة المياه لأغراض الري حسب تصنيف ريتشارد

مؤشر الصنف	النوعية	الوصف
C1 S1	ممتاز	المياه فيها مناسبة للاستعمال لكل المحاصيل
C1 S2, C2 S1, C2 S2	جيد	المياه فيها مناسبة للاستعمال لأكثر المحاصيل وتحت أغلب الظروف
C3 S1, C1 S3	مسموح به	المياه فيها يمكن أن تستعمل بنجاح لأكثر المحاصيل إذا تم استعمالها بعناية لمنع تراكم الأملاح الذائبة وبضمنها الصوديوم في التربة
C2 S3, C3 S2, C3 S3	هامشي	المياه فيها محصور استعمالها بالترب النفاذة وفي إنتاج محاصيل تتحمل الملوحة العالية، واستعمال هذا النوع من المياه يجب أن يكون بحذر لمنع تراكم الأملاح في

		الترب كما يجب وجود مبازل لطرح الماء الفائض
C1 S4, C2 S4, C3 S4, C4 S1, C4 S2	رديء	المياه فيها محصور لاستعمال الري في الترب الرملية
C4 S3, C4 S4	رديء جداً	لا يوصى به لري المحاصيل

المصدر: (Richard, 1954, p.160).

3-2 التباين المكاني لمؤشرات تصنيف ريتشارد لمياه آبار منطقة الدراسة

من ملاحظة معطيات الجدول (8) و(9)، والخريطة (6)، يتبين لنا وجود أربعة أصناف من حيث النوعية حسب تصنيف ريتشارد، وهي صنف مياه ممتازة للري (C1S1)، ومياه جيدة (C2S1, C2S2)، ومياه مقبولة (C3S1)، ومياه رديئة (C4S1).

والصنف الأكثر انتشاراً، هو صنف مياه جيدة للري (C2 S1, C2 S2)، بواقع (107) بئراً، وبنسبة (71.3%) من مجموع عينات مياه آبار منطقة الدراسة، تليها صنف مياه مقبولة للري (C3 S1) بواقع (33) بئراً، بنسبة (22%)، ثم صنف مياه رديئة للري (C4 S1) بواقع (9) آبار، بنسبة (6%)، وأخير جاء صنف مياه ممتازة للري (C1S1)، في بئر واحد، وهو (ملا اومر/16) ضمن قضاء بنصلاوة، ويشكل نسبة (0.7%) من مجموع عينات مياه آبار منطقة الدراسة.

إذن، استناداً إلى تصنيف ريتشارد لمدى صلاحية المياه للري، فإن مياه (141) بئراً، وبما نسبته (94%) من عينات منطقة الدراسة، تصلح للري، حيث كانت نتائج (1) بئر واحد مياه ممتازة، و(107) بئراً مياه جيدة، و(33) بئراً مياه مقبولة، بينما كانت نتائج (9) آبار، وبما نسبته (6%) مياه رديئة للري، وتمثلت في آبار (ميراوه/3، سيراوه، چەلتوك، چيغەلوك، على رەش، پونگينه، گۆگتەپه، رواله، لاكەچه).

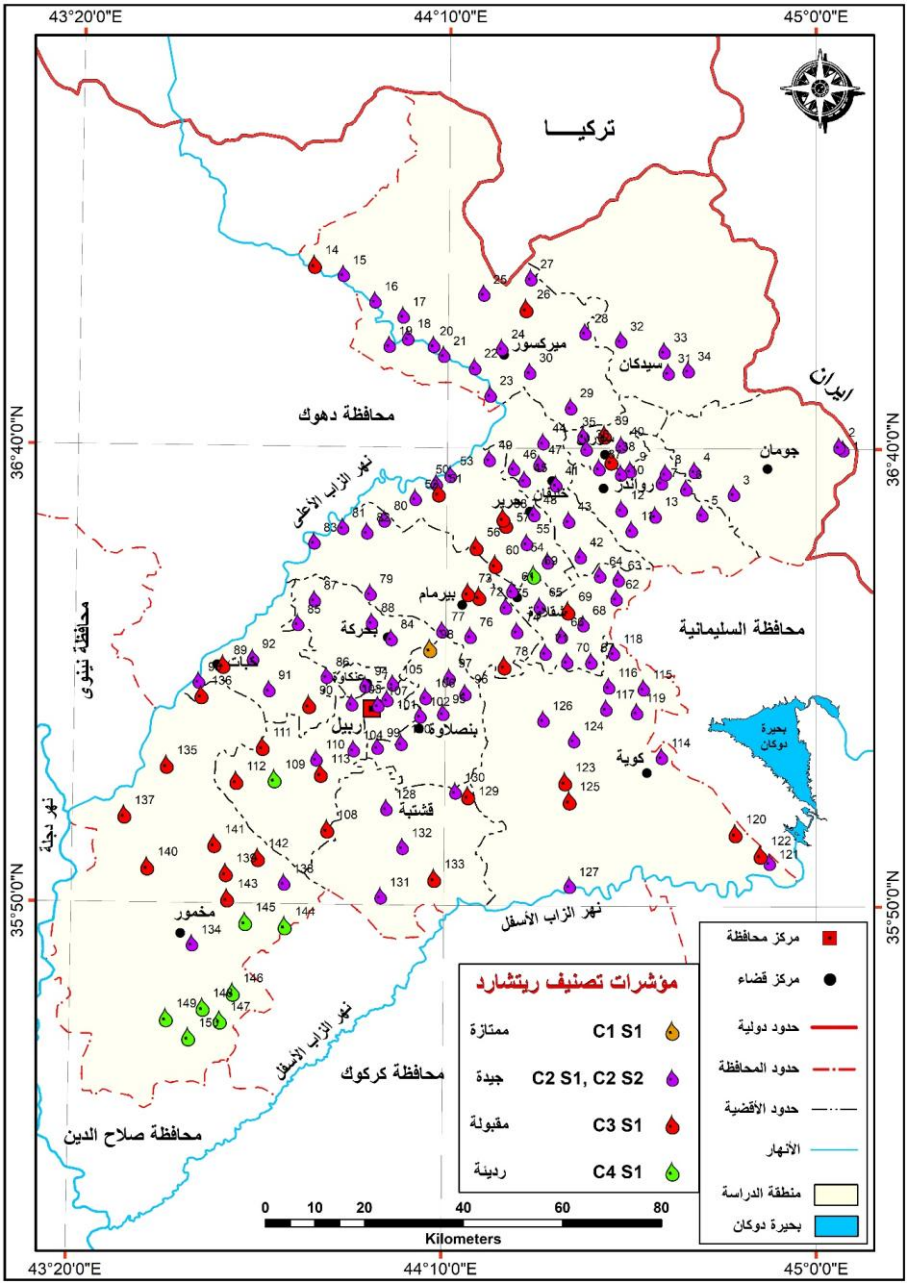
جدول (8) التباين المكاني لمؤشرات تصنيف ريتشارد لمدى جودة المياه للري في منطقة الدراسة

المؤشر	الصنف	عدد الآبار	النسبة المئوية %
C1 S1	مياه ممتازة	1	0.7

C2 S1, C2 S2	مياه جيدة	107	71.3
C3 S1	مياه مقبولة	33	22
C4 S1	مياه رديئة	9	6
المجموع		150	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على: معطيات الجدول (6) و(7).

خريطة (6) التباين المكاني لمؤشرات جودة المياه لأغراض الري حسب تصنيف ريتشارد



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: بيانات الجدول (8) و(9)، وباستخدام برنامج (ArcGIS v.10.8).

الخاتمة

أولاً- الاستنتاجات:

1- ازدادت أعداد الآبار في منطقة الدراسة بشكل كبير بما يجاوز تسعة آلاف بئر نتيجة تزايد الطلب على المياه لمختلف الأغراض بسبب النمو السكاني الحاصل وتوسع المراكز الحضرية من جانب، والنقص الحاصل في التساقط المطري من جانب آخر.

2- يوجد تباين مكاني كبير بين قيم امتزاز الصوديوم (SAR) في مياه آبار منطقة الدراسة، بينما يدل متوسط القيم والبالغ حوالي (1) ملغم/لتر، على انخفاض قيم امتزاز الصوديوم في مياه آبار منطقة الدراسة.

3- تنقسم مياه آبار منطقة الدراسة حسب تصنيف توود إلى فئتين اثنتين، وهما فئة (أقل من 10) وهي الفئة الغالبة في مياه آبار منطقة الدراسة، بنسبة (99.9%)، وفئة (10-18) بنسبة (0.1%).

4- إن مياه آبار منطقة الدراسة ذات جودة عالية فيما يخص مؤشرات امتزاز الصوديوم وجميعها تقع ضمن فئة مياه ممتازة صالحة لري جميع المحاصيل عدا مياه بئر (ماويليان) ضمن قضاء رواندز.

5- تنقسم مياه آبار منطقة الدراسة حسب تصنيف ريتشارد إلى أربعة أصناف، وهي: صنف مياه ممتازة للري (C1S1)، ومياه جيدة (C2S1, C2S2)، ومياه مقبولة (C3S1)، ومياه رديئة (C4S1).

6- يعد صنف مياه جيدة للري (C2 S1, C2 S2)، الصنف الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة بواقع (107) بئراً، وبنسبة (71.3%) من مجموع عينات مياه آبار منطقة الدراسة، تليها صنف مياه مقبولة للري (C3 S1) بواقع (33) بئراً، بنسبة (22%)، ثم صنف مياه رديئة للري (C4 S1) بواقع (9) آبار، بنسبة (6%).

7- وفقاً لمؤشرات تصنيف ريتشارد فإن مياه (141) بئراً، وبما نسبته (94%) من عينات منطقة الدراسة، تكون صالحة للري.

ثانياً- التوصيات:

1- نوصي الجهات المختصة بإجراء المزيد من الفحوصات على مياه آبار منطقة الدراسة للتأكد من مدى صلاحيتها لأغراض الري وبصورة دورية.

2- تأسيس المزيد من المختبرات المتخصصة بإجراء الفحوصات المختلفة على عينات مياه الآبار في المحافظات المختلفة.

3- إجراء المزيد من الدراسات الميدانية على المؤشرات الأخرى لمعرفة مدى ملاءمة مياه آبار منطقة الدراسة لأغراض الري لما لها من أهمية متزايدة في النشاط الزراعي في منطقة الدراسة.

قائمة المصادر

أولاً- الكتب:

1. درادكة، خليفة (1988)، هيدرولوجية المياه الجوفية، عمان: دار البشير.
2. الزوكه، د. محمد خميس (1998)، جغرافية المياه، الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.
3. السروي، أحمد (2014)، التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي للمياه، ط1، عمّان: دار الحامد للنشر والتوزيع.
4. العاني، خطاب صكار و البرازي، نوري خليل، (1979) جغرافية العراقية، بغداد: مديرية دار الكتب للطباعة.
5. عساف، هدى، و د. محمد سعيد المصري (2007)، مصادر تلوث المياه الجوفية، دمشق: منشورات هيئة الطاقة الذرية السورية.
6. النقاش، د. عدنان باقر، و د. مهدي محمد علي الصحاف (1989)، الجيومورفولوجي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.

ثانياً- البحوث والرسائل الجامعية:

1. آل حسين، أسعد أحمد مقداد، و محمد علي محمد سليمان، و د.بشير فرحان محمود التميمي (2020)، أثر تغيرات بعض عناصر المناخ على تباين مستويات المياه الجوفية في قضاء الحمدانية – شمالي العراق، مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، المجلد (15)، العدد (1)، (ص389-408).
2. الجبوري، ضمياء أدهام حسين، (2021)، التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في محافظة المثنى وإمكانية استثمارها، أطروحة دكتوراه، كلية التربية أبن رشد للعلوم الإنسانية، جامعة بغداد.
3. الحداد، هاشم ياسين حمد أمين (2000)، أطلس الموارد الطبيعية لمحافظة أربيل وإدارة الأرض فيها للأغراض الزراعية، دراسة كارتوغرافية جغرافية، ج1، رسالة ماجستير، جامعة صلاح الدين – أربيل.

4. الشويلي، أفراح جاسم زاير (2023)، التباين المكاني لأثر العناصر المناخية على زراعة الخضراوات في محافظة أربيل، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين – أربيل.
5. فرحان، د. بشرى أحمد عباس (2024)، تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية في قضاء حلبجة شمال العراق، مجلة مركز بابل للدراسات الإنسانية، المجلد (14)، العدد (4)، (ص125–144).
6. قاسم، نغم زهير (2023)، الآثار البيئية للكارست في ناحية بارزان، مجلة الدراسات التربوية والعلمية، كلية التربية، الجامعة العراقية، المجلد (3)، العدد (21)، الجغرافية، آذار، (ص199–224).
7. الليلة، محمد أنيس، و سهير نجيب خروفة و شذى محمد عقراوي (1993)، إمكانية استثمار المياه الجوفية لأغراض الزراعة والري في مدينة الموصل، مجلة التربية والعلم، العدد (11).
8. مجيد، بيداء محمود (2024)، التحليل الجغرافي للموارد الطبيعية وإمكانيات استثمارها في محافظة أربيل، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين – أربيل.

ثالثاً– الوثائق والمنشورات:

1. حكومة إقليم كوردستان – العراق، وزارة التخطيط، هيئة الإحصاء في إقليم كوردستان، مديرية المعلومات والخرائط (GIS)، أربيل، بيانات غير منشورة (2025).
2. وزارة الداخلية، المديرية العامة للإدارة المحلية، بيانات غير منشورة (2025).

رابعاً– المصادر باللغة الإنكليزية:

1. AbdulBaqi, Shihab & others (2010), Multivariate Analysis of Ground Water Quality of Makhmor Plain/North Iraq, Damascus University Journal, Vo1. (26), No. (1).
2. Al-Basrawi, Nasser Hassan (2010), Geology Department Hydrogeology division summary of Hydrochemical and Hydrochemical study of Erbil and Mahabad Quadrangles, sheet Nj38-14 and Nj-38-15, Scale :25000.
3. Philip (1995), Philip's Encyclopaedic World Atlas, 3rd edition, Hong Kong.
4. Rajab, Kazhin Sarbaz (2015), Classification of Some Groundwater for Irrigation Purpose Depending on IWQI in Erbil Plain- Iraqi Kurdistan Region, master thesis, College of Agriculture, Salahaddin University -Erbil.
5. Richard, L. A. (1954), Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Agriculture handbook, USA, Depart. Agri., Washington.

6. Sajadi, Dania Mohammed Danish Aladdin (2020), Identification of water quality and groundwater classification of some districts in Erbil Governorate/KRG/Iraq, master thesis, College of Agriculture Engineering Sciences, Salahaddin University – Erbil.
7. Todd, David Keith (1980), Groundwater hydrology, New York and London: John Wiley and Sons, Inc., Toppan Printing Company LTD.

8. ملاحق البحث

9. ملحق (أ): مواقع وإحداثيات الآبار المختارة (عينة البحث) في منطقة الدراسة

#	اسم البئر	الناحية	القضاء	الإحداثيات	
				خط الطول X (E)	دائرة العرض Y (N)
1	حاج عمران	حاج عمران	چۆمان	45.0617300	36.6687500
2	سەیداوە	حاج عمران	چۆمان	45.0526200	36.6736200
3	رەشدوور	قەسرێ	چۆمان	44.8141900	36.5872900
4	شێرکاوە	سمێلان	چۆمان	44.7257400	36.6290800
5	رەژووکەریان	وەرتێ	رواندز	44.7429300	36.5497400
6	رێزانۆك	وەرتێ	رواندز	44.7206190	36.5956380
7	ماویلیان	المركز	رواندز	44.6514600	36.6078298
8	بەرسرین	المركز	رواندز	44.6601500	36.6244870
9	خەلکان	المركز	رواندز	44.5808300	36.6295500
10	کاولۆکان	المركز	رواندز	44.5597700	36.6237200
11	گەرەوانی خواروو	المركز	رواندز	44.5840330	36.5210670
12	ئاکۆیان	المركز	رواندز	44.5611100	36.5584700
13	سەران	المركز	رواندز	44.6375041	36.5470711
14	وڵاتی ژیرێ	بارزان	مێرگەسۆر	43.8623230	36.9991290
15	هەردەن	بارزان	مێرگەسۆر	43.9278760	36.9828920
16	رەزیان	بارزان	مێرگەسۆر	44.0006480	36.9355380
17	رێشە	بارزان	مێرگەسۆر	44.0647480	36.9081910
18	بلێ زیڤگ	بارزان	مێرگەسۆر	44.0754830	36.8682420
19	سەفتێ	بارزان	مێرگەسۆر	44.0340230	36.8549480

20	رێزان/5	گۆڕەتوو	مێرگەسۆر	44.1346590	36.8552370
21	پیرسال	گۆڕەتوو	مێرگەسۆر	44.1575190	36.8374230
22	شانەدەر	گۆڕەتوو	مێرگەسۆر	44.2277130	36.8153580
23	هەربۆ	گۆڕەتوو	مێرگەسۆر	44.2632190	36.7658400
24	مالاسوار	گۆڕەتوو	مێرگەسۆر	44.2887222	36.8506944
25	كانی لینج	شێروان مەزن	مێرگەسۆر	44.2470070	36.9494909
26	پیران	پیران	مێرگەسۆر	44.3558790	36.9109140
27	بێشوون	پیران	مێرگەسۆر	44.3532830	36.9781070
28	گۆڕەبەكرۆسك	پیران	مێرگەسۆر	44.4773330	36.8801390
29	مەزنێ/1	مەزنێ	مێرگەسۆر	44.4454350	36.7439280
30	خەردەن	المركز	مێرگەسۆر	44.3521170	36.8079800
31	سیدەكان	المركز	سیدەكان	44.6661780	36.8078760
32	نزار	المركز	سیدەكان	44.5583530	36.8658870
33	ژیلیا	المركز	سیدەكان	44.6568420	36.8463310
34	ماوەتاوە	المركز	سیدەكان	44.7112770	36.8119380
35	هاودیان/3	سۆران	سۆران	44.4741390	36.6921990
36	مەجیداوە	سۆران	سۆران	44.4811570	36.6692720
37	باپشتیان	سۆران	سۆران	44.5105100	36.6332680
38	حریق	سۆران	سۆران	44.5375750	36.6459240
39	دێلزیان	دیانا	سۆران	44.5223870	36.6929830
40	سەروچاوە	دیانا	سۆران	44.5605370	36.6748160
41	بناویە	خلیفان	خلیفان	44.4129930	36.6029490
42	تاراوە	خلیفان	خلیفان	44.4696220	36.4727470
43	ئالانە	خلیفان	خلیفان	44.4420760	36.5373210
44	خەلان بیاو	سرێشمە	خلیفان	44.3832480	36.6800620
45	كەلەچین	سرێشمە	خلیفان	44.3419560	36.6113570
46	بەنۆكە	سرێشمە	خلیفان	44.3172380	36.6324020

47	لێرەمیر	سرێشمە	خلیفان	44.3746830	36.6404430
48	حریر/11	حریر	حریر	44.3637460	36.5489420
49	ئەشکەفتە	حریر	حریر	44.2623170	36.6486650
50	قوڕەبەگ	حریر	حریر	44.1415840	36.6042550
51	فەقیان	حریر	حریر	44.1483270	36.5855050
52	قوبە	حریر	حریر	44.0961053	36.5765542
53	سەرگەور	حریر	حریر	44.1745883	36.6193502
54	شەکرۆك	حریر	حریر	44.3952926	36.4630993
55	باسرمە/1	باسرمە	حریر	44.3480020	36.4964130
56	رەزگەدوین	باسرمە	حریر	44.2341000	36.4883000
57	قاسمیة	باسرمە	حریر	44.3006791	36.5292012
58	گراو/خەیلانی	باسرمە	حریر	44.2942183	36.5405868
59	میراوە/3	باسرمە	حریر	44.3638313	36.4371816
60	کۆنەماوەران	باسرمە	حریر	44.2772238	36.4560018
61	شقلاوة/7	المرکز	شقلاوة	44.3156062	36.4094771
62	بالیسان	بالیسان	شقلاوة	44.5506683	36.3963994
63	شێخ وەسان	بالیسان	شقلاوة	44.5551268	36.4309910
64	خەتێ	بالیسان	شقلاوة	44.5133940	36.4382618
65	سپیگرە	هیران	شقلاوة	44.3773952	36.3811860
66	پوونگینە	هیران	شقلاوة	44.4273070	36.3273080
67	هیران/3	هیران	شقلاوة	44.4947660	36.2810010
68	ئەسپیندارە	هیران	شقلاوة	44.4764097	36.3488306
69	کەورتیان	هیران	شقلاوة	44.4419564	36.3722468
70	بیرۆکان	هیران	شقلاوة	44.4398445	36.2811186
71	زیارەت	هیران	شقلاوة	44.3915037	36.2971544
72	کۆرێ/4	Kore	پیرمام	44.2411613	36.3978241
73	ئەلماوان/1	Kore	پیرمام	44.2166750	36.4044764
74	قەلاسنجی خواروو	بناری سەفین	پیرمام	44.3270758	36.3356204
75	تەوسکە	بناری سەفین	پیرمام	44.3013330	36.3796670

76	سەری بڵند/گراو	بناری سەفین	پیرمام	44.2224102	36.3261600
77	بەستۆرە/6	بەستۆرە	پیرمام	44.1589354	36.3361089
78	گۆمەسپان	بەستۆرە	پیرمام	44.2993073	36.2719720
79	دارەشەکران/1	دارەشەکران	پیرمام	43.9965000	36.4030000
80	هەبابان	دارەشەکران	پیرمام	44.0266654	36.5365512
81	مەنداوە	دارەشەکران	پیرمام	43.9326720	36.5223770
82	چنارۆك	دارەشەکران	پیرمام	43.9874990	36.5147330
83	گۆپاڵ	دارەشەکران	پیرمام	43.8677192	36.5082084
84	بحركة	المركز	بحركة	44.0448330	36.3208330
85	مامەرۆك	بحركة	بحركة	43.8340395	36.3465718
86	سێبیران/3	بحركة	بحركة	43.8999100	36.2511740
87	شاخۆلان	بحركة	بحركة	43.8706169	36.3903018
88	چەژنیکان	بحركة	بحركة	44.0003467	36.3506472
89	خبات/10	المركز	خبات	43.6672000	36.2690000
90	كانی قرژاله	خبات	خبات	43.8607431	36.1981733
91	كەورەبەن	خبات	خبات	43.7709964	36.2257593
92	رزگاری/3	رزگاری	خبات	43.7335607	36.2821937
93	چمەدبس/هەركی	رزگاری	خبات	43.6126000	36.2395000
94	عنكاوة/1	المركز	عنكاوة	43.9874121	36.2351883
95	كانی گەنی/2	كەسنەزان	بنصلاوة	44.1623330	36.1858330
96	مام چۆغان	كەسنەزان	بنصلاوة	44.2119249	36.2222448
97	شاعمر	كەسنەزان	بنصلاوة	44.1756357	36.2505174
98	ملا اومر/16	شاوێس	بنصلاوة	44.1316480	36.3019610
99	ژیان/16	بنصلاوة	بنصلاوة	44.0158330	36.1233330
100	زيتونة/3	بنصلاوة	بنصلاوة	44.0691670	36.1305560
101	راپەرین/15	المركز	مدينة أربيل	44.0366440	36.2102840
102	7 حصاروك/10	المركز	مدينة	44.1113890	36.1808330

			أربيل		
103	سەربەستی/23	المركز	مدينة أربيل	43.9577780	36.2019440
104	سەركارێز/11	المركز	مدينة أربيل	43.9622220	36.1186110
105	القرية الإيطالية 5/2	المركز	مدينة أربيل	44.0491670	36.2386110
106	ئاشتی/2	المركز	مدينة أربيل	44.1227780	36.2144440
107	تەیراوە/4	المركز	مدينة أربيل	44.0163890	36.1994440
108	شەمامك	شەمامك	مدينة أربيل	43.9045000	35.9716670
109	سیراوە	شەمامك	مدينة أربيل	43.7854190	36.0624334
110	دۆستەپە	شەمامك	مدينة أربيل	43.8784658	36.1008789
111	تەرجان	شەمامك	مدينة أربيل	43.7580560	36.1208330
112	عوينة	شەمامك	مدينة أربيل	43.7000155	36.0583877
113	دالداغان	شەمامك	مدينة أربيل	43.8889650	36.0734110
114	كۆیە/1	المركز	كويه	44.6540450	36.1081800
115	سكتان/1	سكتان	كويه	44.6127101	36.2325926
116	نازەنین	سكتان	كويه	44.5347700	36.2356670
117	سماقولی گرتك	سكتان	كويه	44.5286909	36.1959294
118	كونەفلوسه	سكتان	كويه	44.5455690	36.2971410
119	جەلی	سكتان	كويه	44.5978440	36.1896210

120	قازبەگیان	ئاشتی	کویە	44.8193830	35.9679780
121	کانیەسور	ئاشتی	کویە	44.8960910	35.9156600
122	إلاالله	ئاشتی	کویە	44.8752510	35.9289560
123	شاخەپیسکە	شۆڕش	کویە	44.4368090	36.0612970
124	باوەقوبی گەورە	شۆڕش	کویە	44.4571025	36.1378874
125	داربەسەری گەورە	شۆڕش	کویە	44.4470130	36.0267806
126	دێگەڵە/1	شۆڕش	کویە	44.3873330	36.1748330
127	سێگردکان	سێگردکان	کویە	44.4485359	35.8724670
128	قوشتبة/27	المركز	قوشتبة	44.0370461	36.0116201
129	سەرمەزرا	قوشتبة	قوشتبة	44.2199280	36.0348280
130	بێستانە	قوشتبة	قوشتبة	44.1912900	36.0431060
131	عەلیاوە	قوشتبة	قوشتبة	44.0258050	35.8511200
132	دۆڵەبەکرە	قوشتبة	قوشتبة	44.0738110	35.9412440
133	گردەسۆر	قوشتبة	قوشتبة	44.1451940	35.8837311
134	مخمور/ كمب	المركز	مخمور	43.6053952	35.7613390
135	گامێشتەپە	گوێر	مخمور	43.5432551	36.0857819
136	ملا عمر	گوێر	مخمور	43.6167070	36.2131430
137	زمارەی گەورە	گوێر	مخمور	43.4500560	35.9938830
138	دیبەگە/5	دیبەگە	مخمور	43.8095341	35.8738672
139	گردی گۆم	دیبەگە	مخمور	43.6789680	35.8903360
140	بیرەبەرازە	دیبەگە	مخمور	43.5030900	35.9002570
141	مەلاقەرە	دیبەگە	مخمور	43.6522900	35.9426430
142	خورمەلە	دیبەگە	مخمور	43.7504839	35.9182455
143	دووشیوان	دیبەگە	مخمور	43.6826000	35.8441440
144	چەلتووك	دیبەگە	مخمور	43.8281460	35.7835720
145	چیغەلووك	دیبەگە	مخمور	43.7234650	35.8016676
146	عەلی رەش	قەراج	مخمور	43.6979850	35.6726240
147	پوونگینە	قەراج	مخمور	43.6699520	35.6218030

148	گۆگتەپە	قەراج	مخمور	43.6311180	35.6447140
149	رواله	قەراج	مخمور	43.5498920	35.6247250
150	لاکەچە	قەراج	مخمور	43.6001390	35.5902780

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: الدراسة الميدانية والبيانات المأخوذة من وزارة البلديات والسياحة، المديرية العامة للماء والمجاري، مديرية الماء؛ وزارة الزراعة والموارد المائية، المديرية العامة للري والمصادر المائية، مديرية المياه الجوفية.

الملحق (ب): قيم الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والتوصيلية الكهربائية لمياه آبار منطقة الدراسة

#	البئر	Na	Ca	Mg	EC
1	حاج عمران	4	47	18	331
2	سەیداوە	7	35	13	284
3	رەشدوور	10	85	33	562
4	شێرکاوە	79	55	21	645
5	رەژووکەریان	3.3	62	24	441
6	رێزانۆك	4.1	87	33	485
7	ماویلیان	142	75	3	570
8	بەرسرین	3.9	77	29	543
9	خەلکان	4.2	62	23	729
10	کاولۆکان	2.8	59	23	424
11	گەرەوانی خواروو	5.7	82	31	560
12	ئاکۆیان	6.9	102	39	619
13	سەران	11	58	8	361
14	ولّاتی ژیرێ	6	122	46	947
15	هەردەن	15	80	30	576
16	رەزیان	4	67	26	484
17	رێشە	3	62	24	480
18	بلێ زیڤگ	1.7	61	23	490
19	سەفتێ	1.3	65	25	476

20	ڕێزان/5	2	75	28	470
21	پیرسال	1.4	76	29	474
22	شانەدەر	9.5	74	28	501
23	هەربۆ	10	62	24	438
24	مالاسوار	8.7	56	22	399
25	کانی لینج	10	111	18	586
26	پیران	2.7	26	10	1792
27	بێشوون	5.3	75	28	574
28	گۆڕەبەکرۆسك	5.3	85	32	592
29	مەزنێ/1	8.4	53	19	366
30	خەردەن	39	50	19	432
31	سیدەکان	32	83	31	534
32	نزار	29	58	21	379
33	ژیلیا	26	64	24	497
34	ماوەتاوە	18	37	14	268
35	هاودیان/3	3.4	87	33	510
36	مەجیداوە	22	85	32	507
37	باپشتیان	3	72	28	480
38	حریق	46	152	58	1041
39	دێلزیان	23	125	47	936
40	سەروچاوە	6	53	20	457
41	بناویە	2.7	50	41	468
42	تاراوە	2	85	32	543
43	ئالانە	3.9	90	34	554
44	خەلان بیاو	3.5	75	28	522
45	کەلەچین	14	97	37	621
46	بەنۆکە	8.6	77	29	530
47	لێرەمیر	6.1	85	35	460

48	حرير/11	2.8	72	28	590
49	ئەشکەفتە	6	6	66	584
50	قوڕەبەگ	38	83	32	654
51	فەقیان	16	172	65	990
52	قوبە	78	31	35	460
53	سەرگەور	9	90	36	540
54	شەکرۆك	4	36	57	566
55	باسرمە/1	17	122	46	719
56	رەزگەدوین	106	27	95	752
57	قاسمیة	24	43	129	1719
58	گراو/خەیلانی	18	150	30	1376
59	میراوە/3	153	144	95	2806
60	کۆنەماوەران	19	104	65	926
61	شقلاوة/7	4	18	71	638
62	بالیسان	3	27	55	546
63	شێخ وەسان	4	88	40	606
64	خەتێ	3.6	86	20	498
65	سپیگرە	64	66	24	354
66	پوونگینە	2	18	47	589
67	هیران/3	2	36	35	639
68	ئەسپیندارە	3.8	73	28	520
69	کەورتیان	14	108	22	754
70	بیرۆکان	9	93	37	544
71	زیارەت	9	18	46	636
72	کۆرێ/4	18	63	56	802
73	ئەلماوان/1	18	54	44	984
74	قەلاسنجی خواروو	3	81	50	520
75	تەوسکە	3	80	11	518
76	سەری بڵند/گراو	6	104	5	418

77	بەستۆرە/6	13	75	4	547
78	گۆمەسپان	14	115	46	800
79	دارەشەکران/1	9	54	32	554
80	هەبابان	20	64	5	462
81	مەنداوە	34	27	10	299
82	چنارۆك	15	41	15	317
83	گۆپاڵ	8	9	56	519
84	بحركة	39	56	22	496
85	مامەرۆك	122	18	13	401
86	سێبیران/3	66	77	29	663
87	شاخۆلان	50	50	18	661
88	چەژنیکان	16	27	46	518
89	خبات/10	46	99	46	937
90	كانى قرژاله	118	66	25	935
91	كەورەبەن	22	27	32	565
92	رزگاری/3	36	52	39	459
93	چمەدبس/هەركى	142	36	38	602
94	عنكاوة/1	11	64	24	454
95	كانى گەنى/2	43	27	28	526
96	مام چۆغان	53	27	21	435
97	شاعمر	44	25	21	385
98	ملا اومر/16	4	40	7	202
99	ژیان/16	49	53	20	607
100	زيتونة/3	44	63	7	445
101	راپەرین/15	2.2	87	33	599
102	7 حصاروك/10	13	60	23	427
103	سەربەستی/23	43	67	25	643
104	سەركارێز/11	113	25	9	638

105	القريـــة الإيطاليـــة 5/2	109	41	16	504
106	ئاشتی/2	24	50	19	371
107	تەیراوە/4	22	86	33	613
108	شەمامك	67	60	1	941
109	سیراوە	166	219	133	2517
110	دۆستەپە	32	72	29	659
111	تەرجان	68	54	42	977
112	عوينة	104	100	7	1243
113	دالداغان	52	111	5	876
114	كۆیە/1	4.5	72	28	620
115	سكتان/1	2.4	57	22	424
116	نازەنین	3.4	80	30	580
117	سماقولی گرتك	2.2	65	52	615
118	كونەفلوسە	20	97	37	509
119	جەلی	2.6	87	33	486
120	قازبەگیان	27	207	78	1157
121	كانیەسور	5	75	28	457
122	إلاالله	18	175	66	957
123	شاخەپیسكە	8	9	23	1055
124	باوەقوبی گەورە	2	28	42	563
125	داربەسەری گەورە	141	53	20	1037
126	دێگەڵە/1	5	41	39	692
127	سێگردكان	6	45	3	311
128	قوشتبة/27	34	55	21	508
129	سەرمەزرا	105	52	20	861
130	بێستانە	10	55	21	430
131	عەلیاوە	18	82	31	554
132	دۆڵەبەكرە	47	61	23	617

133	گردەسۆر	27	107	28.6	871
134	مخمور/ كمب	15	90	30	672
135	گامێشتەپە	115	205	76	1879
136	ملا عمر	160	28	8	1430
137	زمارەی گەورە	71	180	67	1372
138	دیبەگە/5	72	68	26	703
139	گردی گۆم	260	137	52	2067
140	بیرەبەرازە	109	85	32	1350
141	مەلاقەرە	222	175	66	2034
142	خورمەلە	145	102	3	1300
143	دووشیوان	207	175	66	2039
144	چەلتووك	374	475	178	6042
145	چیغەلووك	198	562	211	4270
146	عەلی رەش	200	575	216	4019
147	پوونگینە	270	550	206	4079
148	گۆگتەپە	344	650	46	5061
149	رواله	327	650	244	5570
150	لاکەچە	382	675	253	8050

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: الدراسة الميدانية ونتائج الفحص المختبري.

الملحق (ج): قيم امتزاز الصوديوم في مياه آبار منطقة الدراسة

#	البئر	SAR	#	البئر	SAR	#	البئر	SAR
1	حـــــاج عمران	0.13	51	فەقیان	0.26	101	راپەرین/15	0.05
2	سەیداوە	0.26	52	قوبە	2.28	102	7 حصـــاروك/ 10	0.36
3	رەشدوور	0.23	53	سەرگەور	0.20	103	سەربەســـتی/ 23	1.14

4	شێرکاوە	2.29	54	شەکرۆك	0.10	104	سەرکارێز/11	4.93
5	رەژووکەریان	0.09	55	باسرمە/1	0.33	105	القريـــــــة الإيطاليـــــة 5/2	3.65
6	رێزانۆك	0.09	56	رەزگەدوین	2.15	106	ئاشتی/2	0.73
7	ماویلیان	11.08	57	قاسمية	0.41	107	تەیراوە/4	0.51
8	بەرسرین	0.10	58	گراو/خەیلانی	0.35	108	شەمامك	2.35
9	خەلکان	0.12	59	میراوە/3	2.43	109	سیراوە	2.18
10	کاولۆکان	0.08	60	کۆنەماوەران	0.36	110	دۆستەپە	0.80
11	گەرەوانـی خواروو	0.14	61	شقلاوة/7	0.09	111	تەرجان	1.69
12	ئاکۆیان	0.15	62	بالیسان	0.08	112	عوينة	2.71
13	سەران	0.36	63	شێخ وەسان	0.09	113	دالداغان	1.31
14	وڵاتـــــی ژیرێ	0.12	64	خەتێ	0.09	114	کۆیە/1	0.11
15	هەردەن	0.36	65	سپیگرە	1.71	115	سکتان/1	0.07
16	رەزیان	0.11	66	پوونگینە	0.06	116	نازەنین	0.08
17	ڕێشە	0.08	67	هیران/3	0.06	117	ســـــماقولی گرتك	0.05

18	بلـــــێ زیڤگ	0.05	68	ئەسپێنداره	0.10	118	کونەفلوسه	0.44
19	سەفتێ	0.03	69	کەورتیان	0.32	119	جەلی	0.06
20	رێزان/5	0.05	70	بیرۆکان	0.20	120	قازبەگیان	0.41
21	پیرسال	0.03	71	زیارەت	0.26	121	کانیەسور	0.13
22	شانەدەر	0.24	72	کۆرێ/4	0.40	122	إلاالله	0.29
23	هەربۆ	0.28	73	ئەلماوان/1	0.44	123	شاخەپیسکه	0.32
24	مالاسوار	0.25	74	قەلاســـــــنجی خواروو	0.06	124	بـــــاوەقوبی گەورە	0.06
25	کـــــانی لینج	0.23	75	تەوسکه	0.08	125	داربەســـەری گەورە	4.19
26	پیران	0.11	76	سەری بڵند/گراو	0.16	126	دێگەڵە/1	0.13
27	بێشوون	0.13	77	بەستۆرە/6	0.40	127	سێگردکان	0.23
28	گـۆڕەبەکر وسك	0.12	78	گۆمەسپان	0.28	128	قوشتبة/27	0.97
29	مەزنێ/1	0.25	79	دارەشەکران/1	0.24	129	سەرمەزرا	3.14
30	خەردەن	1.20	80	هەبابان	0.65	130	بێستانه	0.29
31	سیدەکان	0.76	81	مەنداوه	1.40	131	عەلیاوه	0.43
3	نزار	0.8	82	چنارۆك	0.5	132	دۆڵەبەکره	1.30

2		2			1			
33	ژیلیا	0.70	83	گۆپاڵ	0.22	133	گردەسۆر	0.60
34	ماوەتاوە	0.64	84	بحركة	1.12	134	مخمور/ كمب	0.35
35	هاودیـان/3	0.08	85	مامەرۆك	5.35	135	گامێشتەپە	1.74
36	مەجیداوە	0.52	86	سێبیران/3	1.63	136	ملا عمر	6.86
37	باپشتیان	0.08	87	شاخۆلان	1.54	137	زمارەی گەورە	1.15
38	حریق	0.81	88	چەژنیکان	0.43	138	دیبەگە/5	1.88
39	دێلزیان	0.45	89	خبات/10	0.96	139	گردی گۆم	4.80
40	سەروچاوە	0.18	90	كانی قرژاله	3.14	140	بیرەبەرازە	2.56
41	بناویە	0.07	91	كەورەبەن	0.68	141	مەلاقەرە	3.63
42	تاراوە	0.05	92	رزگاری/3	0.92	142	خورمەلە	3.86
43	ئالانە	0.09	93	چمەدبس/هەركی	3.94	143	دووشیوان	3.38
44	خەلان بیاو	0.09	94	عنكاوة/1	0.30	144	چەلتووك	3.71
45	كەلەچین	0.32	95	كانی گەنی/2	1.38	145	چیغەلووك	1.81
46	بەنۆكە	0.21	96	مام چۆغان	1.86	146	عەلی رەش	1.80

47	لێرەمیر	0.14	97	شاعمر	1.57	147	پوونگینه	2.49
48	حریـــر/ 11	0.07	98	ملا اومر/16	0.15	148	گۆگتەپە	3.51
49	ئەشکەفتە	0.15	99	ژیان/16	1.45	149	رواله	2.77
50	قورەبەگ	0.90	100	زیتونة/3	1.40	150	لاکەچە	3.18

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: معطيات الملحق (ب)، ومعادلة استخراج SAR

الملحق (د): مؤشرات تصنيف ريتشارد لمياه آبار منطقة الدراسة

#	البئر	SAR	EC	مؤشـــــر SAR	مؤشـــــر EC	الصنف	النوعية
1	حاج عمران	0.13	331	S1	C2	C2S1	جيدة
2	سەیداوە	0.26	284	S1	C2	C2S1	جيدة
3	رەشدوور	0.23	562	S1	C2	C2S1	جيدة
4	شێرکاوە	2.29	645	S1	C2	C2S1	جيدة
5	رەژووکەریان	0.09	441	S1	C2	C2S1	جيدة
6	رێزانۆك	0.09	485	S1	C2	C2S1	جيدة
7	ماویلیان	11.08	570	S2	C2	C2S2	جيدة
8	بەرسرین	0.10	543	S1	C2	C2S1	جيدة
9	خەلکان	0.12	729	S1	C2	C2S1	جيدة
10	کاولۆکان	0.08	424	S1	C2	C2S1	جيدة
11	گەرەوانی خواروو	0.14	560	S1	C2	C2S1	جيدة
12	ئاکۆیان	0.15	619	S1	C2	C2S1	جيدة
13	سەران	0.36	361	S1	C2	C2S1	جيدة
14	وڵاتی ژیرێ	0.12	947	S1	C3	C3S1	مقبولة
15	هەردەن	0.36	576	S1	C2	C2S1	جيدة
16	رەزیان	0.11	484	S1	C2	C2S1	جيدة

17	ڕێشە	0.08	480	S1	C2	C2S1	جيدة
18	بلێ زیڤگ	0.05	490	S1	C2	C2S1	جيدة
19	سەفتێ	0.03	476	S1	C2	C2S1	جيدة
20	ڕێزان/5	0.05	470	S1	C2	C2S1	جيدة
21	پیرسال	0.03	474	S1	C2	C2S1	جيدة
22	شانەدەر	0.24	501	S1	C2	C2S1	جيدة
23	هەربۆ	0.28	438	S1	C2	C2S1	جيدة
24	مالاسوار	0.25	399	S1	C2	C2S1	جيدة
25	كانی لینج	0.23	586	S1	C2	C2S1	جيدة
26	پیران	0.11	1792	S1	C3	C3S1	مقبولة
27	بێشوون	0.13	574	S1	C2	C2S1	جيدة
28	گۆرەبەكرۆسك	0.12	592	S1	C2	C2S1	جيدة
29	مەزنێ/1	0.25	366	S1	C2	C2S1	جيدة
30	خەردەن	1.20	432	S1	C2	C2S1	جيدة
31	سیدەكان	0.76	534	S1	C2	C2S1	جيدة
32	نزار	0.82	379	S1	C2	C2S1	جيدة
33	ژیلیا	0.70	497	S1	C2	C2S1	جيدة
34	ماوەتاوە	0.64	268	S1	C2	C2S1	جيدة
35	هاودیان/3	0.08	510	S1	C2	C2S1	جيدة
36	مەجیداوە	0.52	507	S1	C2	C2S1	جيدة
37	باپشتیان	0.08	480	S1	C2	C2S1	جيدة
38	حریق	0.81	1041	S1	C3	C3S1	مقبولة
39	دێلزیان	0.45	936	S1	C3	C3S1	مقبولة
40	سەروچاوە	0.18	457	S1	C2	C2S1	جيدة
41	بناویە	0.07	468	S1	C2	C2S1	جيدة
42	تاراوە	0.05	543	S1	C2	C2S1	جيدة
43	ئالانە	0.09	554	S1	C2	C2S1	جيدة
44	خەلان بیاو	0.09	522	S1	C2	C2S1	جيدة
45	كەلەچین	0.32	621	S1	C2	C2S1	جيدة

46	بەنۆکە	0.21	530	S1	C2	C2S1	جيدة
47	لێرەمیر	0.14	460	S1	C2	C2S1	جيدة
48	حریر/11	0.07	590	S1	C2	C2S1	جيدة
49	ئەشکەفتە	0.15	584	S1	C2	C2S1	جيدة
50	قوڕەبەگ	0.90	654	S1	C2	C2S1	جيدة
51	فەقیان	0.26	990	S1	C3	C3S1	مقبولة
52	قوبە	2.28	460	S1	C2	C2S1	جيدة
53	سەرگەور	0.20	540	S1	C2	C2S1	جيدة
54	شەکرۆك	0.10	566	S1	C2	C2S1	جيدة
55	باسرمە/1	0.33	719	S1	C2	C2S1	جيدة
56	رەزگەدوین	2.15	752	S1	C3	C3S1	مقبولة
57	قاسمية	0.41	1719	S1	C3	C3S1	مقبولة
58	گراو/خەیلانی	0.35	1376	S1	C3	C3S1	مقبولة
59	میراوە/3	2.43	2806	S1	C4	C4S1	رديئة
60	کۆنەماوەران	0.36	926	S1	C3	C3S1	مقبولة
61	شقلاوة/7	0.09	638	S1	C2S1	C2S1	جيدة
62	بالیسان	0.08	546	S1	C2S1	C2S1	جيدة
63	شێخ وەسان	0.09	606	S1	C2S1	C2S1	جيدة
64	خەتێ	0.09	498	S1	C2S1	C2S1	جيدة
65	سپیگرە	1.71	354	S1	C2S1	C2S1	جيدة
66	پوونگینە	0.06	589	S1	C2S1	C2S1	جيدة
67	هیران/3	0.06	639	S1	C2S1	C2S1	جيدة
68	ئەسپیندارە	0.10	520	S1	C2S1	C2S1	جيدة
69	کەورتیان	0.32	754	S1	C3	C3S1	مقبولة
70	بیرۆکان	0.20	544	S1	C2	C2S1	جيدة
71	زیارەت	0.26	636	S1	C2	C2S1	جيدة
72	کۆرێ/4	0.40	802	S1	C3	C3S1	مقبولة
73	ئەلماوان/1	0.44	984	S1	C3	C3S1	مقبولة

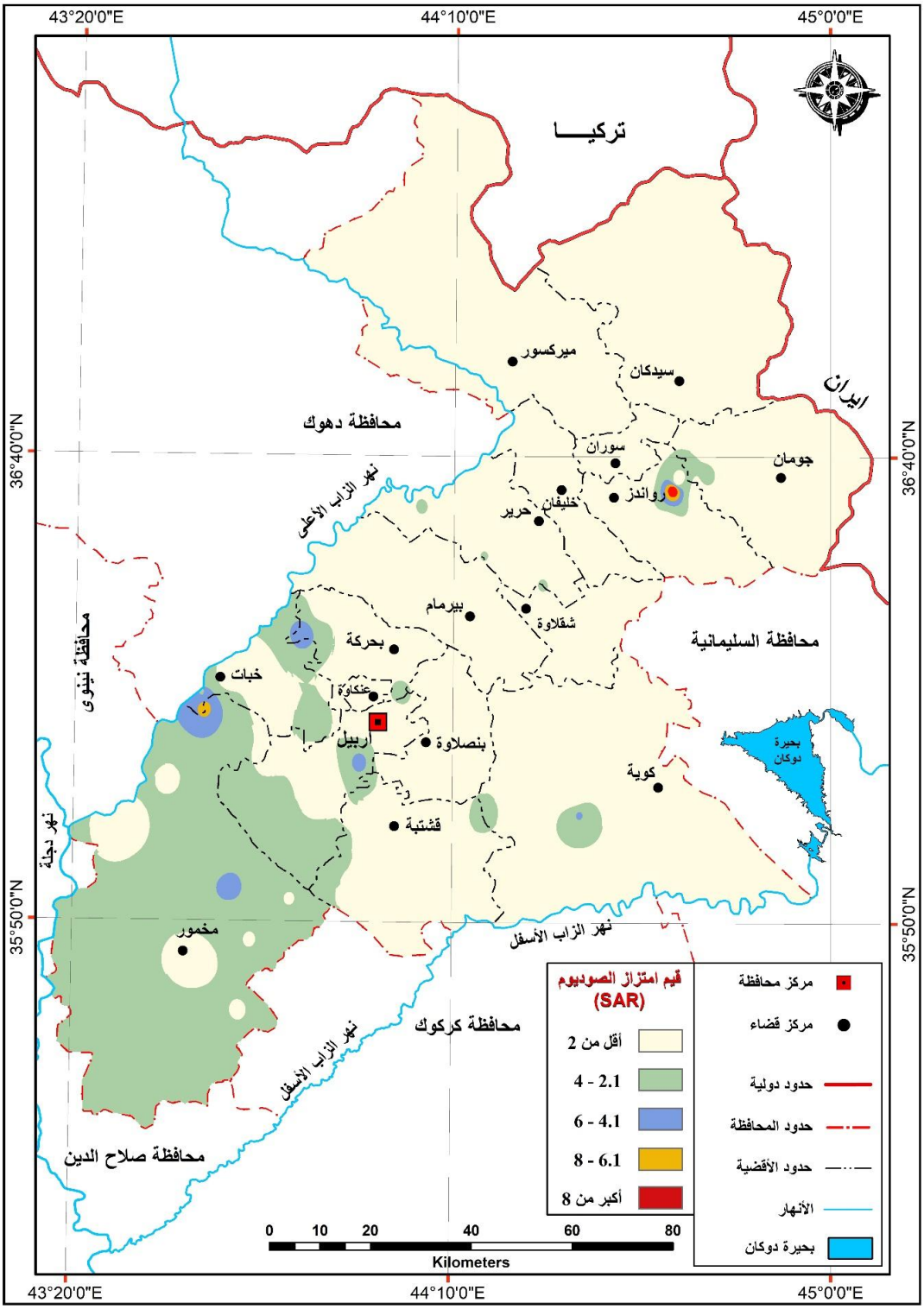
74	قەلاسنجی خواروو	0.06	520	S1	C2	C2S1	جيدة
75	تەوسکە	0.08	518	S1	C2	C2S1	جيدة
76	سەری بڵند/گراو	0.16	418	S1	C2	C2S1	جيدة
77	بەستورە/6	0.40	547	S1	C2	C2S1	جيدة
78	گۆمەسپان	0.28	800	S1	C3	C3S1	مقبولة
79	دارەشەکران/1	0.24	554	S1	C2	C2S1	جيدة
80	هەبابان	0.65	462	S1	C2	C2S1	جيدة
81	مەنداوە	1.40	299	S1	C2	C2S1	جيدة
82	چنارۆك	0.51	317	S1	C2	C2S1	جيدة
83	گۆپاڵ	0.22	519	S1	C2	C2S1	جيدة
84	بحركة	1.12	496	S1	C2	C2S1	جيدة
85	مامەرۆك	5.35	401	S1	C2	C2S1	جيدة
86	سێبیران/3	1.63	663	S1	C2	C2S1	جيدة
87	شاخۆلان	1.54	661	S1	C2	C2S1	جيدة
88	چەژنیکان	0.43	518	S1	C2	C2S1	جيدة
89	خبات/10	0.96	937	S1	C3	C3S1	مقبولة
90	كانی قرژاله	3.14	935	S1	C3	C3S1	مقبولة
91	کەورەبەن	0.68	565	S1	C2	C2S1	جيدة
92	رزگاری/3	0.92	459	S1	C2	C2S1	جيدة
93	چمەدبس/هەرکی	3.94	602	S1	C2	C2S1	جيدة
94	عنكاوة/1	0.30	454	S1	C2	C2S1	جيدة
95	كانی گەنی/2	1.38	526	S1	C2	C2S1	جيدة
96	مام چۆغان	1.86	435	S1	C2	C2S1	جيدة
97	شاعمر	1.57	385	S1	C2	C2S1	جيدة
98	ملا اومر/16	0.15	202	S1	C1	C1S1	ممتازة
99	ژیان/16	1.45	607	S1	C2	C2S1	جيدة
100	زيتونة/3	1.40	445	S1	C2	C2S1	جيدة
101	راپەرین/15	0.05	599	S1	C2	C2S1	جيدة
102	7 حصاروك/10	0.36	427	S1	C2	C2S1	جيدة

103	سەربەستی/23	1.14	643	S1	C2	C2S1	جيدة
104	سەرکارێز/11	4.93	638	S1	C2	C2S1	جيدة
105	القريــة الإيطاليــة 5/2	3.65	504	S1	C2	C2S1	جيدة
106	ئاشتی/2	0.73	371	S1	C2	C2S1	جيدة
107	تەیراوە/4	0.51	613	S1	C2	C2S1	جيدة
108	شەمامك	2.35	941	S1	C3	C3S1	مقبولة
109	سیراوە	2.18	2517	S1	C4	C4S1	رديئة
110	دۆستەپە	0.80	659	S1	C2	C2S1	جيدة
111	تەرجان	1.69	977	S1	C3	C3S1	مقبولة
112	عوينة	2.71	1243	S1	C3	C3S1	مقبولة
113	دالداغان	1.31	876	S1	C3	C3S1	مقبولة
114	کۆیە/1	0.11	620	S1	C2	C2S1	جيدة
115	سکتان/1	0.07	424	S1	C2	C2S1	جيدة
116	نازەنین	0.08	580	S1	C2	C2S1	جيدة
117	سماقولی گرتك	0.05	615	S1	C2	C2S1	جيدة
118	کونەفلوسە	0.44	509	S1	C2	C2S1	جيدة
119	جەلی	0.06	486	S1	C2	C2S1	جيدة
120	قازبەگیان	0.41	1157	S1	C3	C3S1	مقبولة
121	کانیەسور	0.13	457	S1	C2	C2S1	جيدة
122	إلاالله	0.29	957	S1	C3	C3S1	مقبولة
123	شاخەپیسکە	0.32	1055	S1	C3	C3S1	مقبولة
124	باوەقوبی گەورە	0.06	563	S1	C2	C2S1	جيدة
125	داربەسەری گەورە	4.19	1037	S1	C3	C3S1	مقبولة
126	دێگەڵە/1	0.13	692	S1	C2	C2S1	جيدة
127	سێگردکان	0.23	311	S1	C2	C2S1	جيدة
128	قوشتبة/27	0.97	508	S1	C2	C2S1	جيدة
129	سەرمەزرا	3.14	861	S1	C3	C3S1	مقبولة

130	بێستانه	0.29	430	S1	C2	C2S1	جيدة
131	عەلیاوە	0.43	554	S1	C2	C2S1	جيدة
132	دۆڵەبەکرە	1.30	617	S1	C2	C2S1	جيدة
133	گردەسۆر	0.60	871	S1	C3	C3S1	مقبولة
134	مخمور/ كمب	0.35	672	S1	C2	C2S1	جيدة
135	گامێشتەپە	1.74	1879	S1	C3	C3S1	مقبولة
136	ملا عمر	6.86	1430	S1	C3	C3S1	مقبولة
137	زمارەی گەورە	1.15	1372	S1	C3	C3S1	مقبولة
138	دیبەگە/5	1.88	703	S1	C2	C2S1	جيدة
139	گردی گۆم	4.80	2067	S1	C3	C3S1	مقبولة
140	بیرەبەرازە	2.56	1350	S1	C3	C3S1	مقبولة
141	مەلاقەرە	3.63	2034	S1	C3	C3S1	مقبولة
142	خورمەلە	3.86	1300	S1	C3	C3S1	مقبولة
143	دووشیوان	3.38	2039	S1	C3	C3S1	مقبولة
144	چەلتووك	3.71	6042	S1	C4	C4S1	رديئة
145	چیغەلووك	1.81	4270	S1	C4	C4S1	رديئة
146	عەلی رەش	1.80	4019	S1	C4	C4S1	رديئة
147	پوونگینە	2.49	4079	S1	C4	C4S1	رديئة
148	گۆگتەپە	3.51	5061	S1	C4	C4S1	رديئة
149	رواله	2.77	5570	S1	C4	C4S1	رديئة
150	لاکەچە	3.18	8050	S1	C4	C4S1	رديئة

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: معطيات الملحق (ب) و(ج) والجداول (5) و(6) و(7) و(8) و(9).

خريطة (4) التباين المكاني لقيم امتزاز الصوديوم في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على: بيانات الملحق (ج) والجدول (2) باستخدام برنامج (ArcGIS v.10.8).

2-2 التباين المكاني لمؤشرات تصنيف تووود لمياه آبار منطقة الدراسة

بتطبيق معطيات الجدول (3) على نتائج نسبة امتزاز الصوديوم في مياه آبار منطقة الدراسة حسب تصنيف تووود، يلاحظ من بيانات الجدول (4)، والخريطة (5)، أنها تنقسم إلى فئتين اثنتين، وهما فئة (أقل من 10) وهي الفئة الغالبة في مياه آبار منطقة الدراسة، بنسبة (99.9%)، وبمساحة قدرها (14862.2كم^2) وتحتل جميع أنحاء منطقة الدراسة، عدا بؤرة صغيرة جداً ضمن قضاء رواندز تمثل فئة (10-18) بنسبة (0.1%)، وبمساحة بلغت (10.5كم^2). ومن كل ذلك نستنتج بأن مياه آبار منطقة الدراسة ذات جودة عالية فيما يخص مؤشرات امتزاز الصوديوم وجميعها تقع ضمن فئة مياه ممتازة صالحة لري جميع المحاصيل عدا مياه بئر (ماويليان) ضمن قضاء رواندز، فإنها صنفت ضمن فئة مياه جيدة ملائمة لري كثير من المحاصيل وأهما الحبوب.

جدول (3) مؤشرات نسبة امتزاز الصوديوم لملاءمة المياه للزراعة حسب تصنيف تود

الصنف	نسبة امتزاز الصوديوم	خصائصها	مدى صلاحيتها
S1	أقل من 10	منخفضة الصوديوم (مياه ممتازة)	تستعمل في ري جميع المحاصيل
S2	18 – 10	متوسطة الصوديوم (مياه جيدة)	ملائمة لكثير من المحاصيل وأهمها الحبوب
S3	26-18.1	عالية الصوديوم (مياه متوسطة)	استخدامها يؤدي إلى تركزه في الترب، ضار لري المحاصيل الحساسة
S4	أكبر من 26	الصوديوم عال جداً (مياه رديئة)	ضارة لري جميع أنواع المحاصيل

المصدر: (Richard, 1954, p.160)