



ISSN: 1817-6798 (Print)  
Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: [www.jtuh.org/](http://www.jtuh.org/)



**Shaheen Waad Hameed**

Tikrit University/ College of Education for Humanities

**Sadiq Mustafa Jassim**

Tikrit University/ College of Education for Humanities

\* Corresponding author: E-mail :  
[shahinvi@gmail.com](mailto:shahinvi@gmail.com)

**Keywords:**

Maps,  
pH,  
salinity,  
sodium,  
electrical conductivity

**ARTICLE INFO**

**Article history:**

Received 3 Nov 2025  
Received in revised form 14 Dec 2025  
Accepted 14 Dec 2025  
Final Proofreading 28 Feb 2026  
Available online 28 Feb 2026

E-mail [t-jtuh@tu.edu.iq](mailto:t-jtuh@tu.edu.iq)

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER  
THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Journal of Tikrit University for Humanities

## Cartographic Modeling of Groundwater Salinity in Shirqat District by RS and GIS

### ABSTRACT

This paper aims to accurately represent the salinity of groundwater in Shirqat District and to analyze its spatial distribution through laboratory analyses and the application of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques. A total of 20 water samples were collected from wells distributed across different parts of the district and tested for pH, sodium ions (Na<sup>+</sup>), chloride, electrical conductivity (EC), and total dissolved solids (TDS). The study adopts the inductive approach and spatial analysis to clarify the relationships among the studied variables, in addition to employing a technical approach in preparing cartographic maps and models. The results reveal that TDS values ranged between 1130–6640 mg/L, while EC values ranged between 1730–8900 μS/cm. Compared with Iraqi Ministry of Health standards, the water was found unsuitable for drinking, yet it falls within acceptable limits for irrigating certain crops according to FAO standards. This highlights its potential agricultural importance rather than suitability for human consumption. © 2026 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.33.2.2.2026.2>

## النمذجة الخرائطية لملوحة المياه الجوفية في قضاء الشرقاط باستخدام GIS و RS

شاهين وعد حميد / جامعة تكريت / كلية التربية للعلوم الإنسانية

صديق مصطفى جاسم / جامعة تكريت / كلية التربية للعلوم الإنسانية

### الخلاصة:

يهدف هذا البحث إلى تمثيل ملوحة المياه الجوفية في قضاء الشرقاط بصورة دقيقة، مع تحليل التوزيع المكاني لها بالاعتماد على التحاليل المختبرية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن

بعد (RS). جُمعت ٢٠ عينة مياه من آبار موزعة في مناطق مختلفة من القضاء، وخضعت لقياسات تضمنت الأس الهيدروجيني (pH)، أيونات الصوديوم (Na<sup>+</sup>)، الكلوريد، التوصيل الكهربائي (EC)، والأملاح الذائبة الكلية (TDS). اعتمدت الدراسة المنهج الاستقرائي والتحليل المكاني لتوضيح العلاقات بين المتغيرات المدروسة، إلى جانب استخدام المنهج التقني في إعداد الخرائط والنماذج الكارتوغرافية. أظهرت النتائج أن قيم الأملاح الذائبة الكلية (TDS) تراوحت بين (١١٣٠ - ٦٦٤٠) ملغم/لتر، فيما سجلت التوصيلية الكهربائية (EC) قيماً بين (١٧٣٠ - ٨٩٠٠) ميكروسيمنز/سم. وبمقارنتها مع معايير وزارة الصحة العراقية، تبين أن المياه غير صالحة للشرب، إلا أنها تقع ضمن الحدود المسموح بها لري بعض المحاصيل الزراعية وفق معايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، مما يبرز أهميتها في الاستخدام الزراعي بدلاً من الاستهلاك البشري.

الكلمات المفتاحية : الخرائط , الاس الهيدروجيني , الملوحة, الصوديوم, التوصيل الكهربائي

## ١-المقدمة

تُعدّ الخرائط أداة أساسية لا غنى عنها للجغرافي ، في دراسة وتحليل الظواهر الطبيعية كملوحة المياه الجوفية. إذ تُعدّ الخرائط أداة أساسية للجغرافي لفهم العلاقات المكانية وتمثيل الواقع الجغرافي بشكل مبسط. وتبرز أهمية نظم المعلومات الجغرافية في تخزين وتحليل كميات كبيرة من البيانات البيئية، وربط درجات الملوحة بالعوامل الجغرافية والبيئية من خلال تقنيات الاستكمال المكاني ونمذجة البيانات.

٢-مشكلة الدراسة :- يمكن صياغة مشكلة الدراسة بالسؤال الاتي:

(كيف يمكن تصميم خرائط دقيقة لملوحة المياه الجوفية في قضاء الشرقاط) ؟

٣-فرضية البحث:- ان فرضيات الدراسة هي بالأساس اجابات اولية منطقية لمشكلة الدراسة وكالاتي: يمكن تمثيل ملوحة المياه الجوفية في قضاء الشرقاط بعد طرق كارتوكرافيا في التوزيع المكاني لهذه الظاهرة .

٤- هدف البحث: يهدف البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف العلمية والتطبيقية وهي :

- تهدف الدراسة الى بناء عدة نماذج كارتوكرافي لتمثيل ملوحة المياه الجوفية في قضاء الشرقاط .
- اقتراح استراتيجيات لإدارة المياه الجوفية بشكل مستدام عن طريق التقنيات في علم الخرائط والحد من تدهور نوعية المياه في ضوء نتائج التحليل المكاني.
- تحديد وتحليل خصائص ملوحة المياه الجوفية في منطقة البحث .

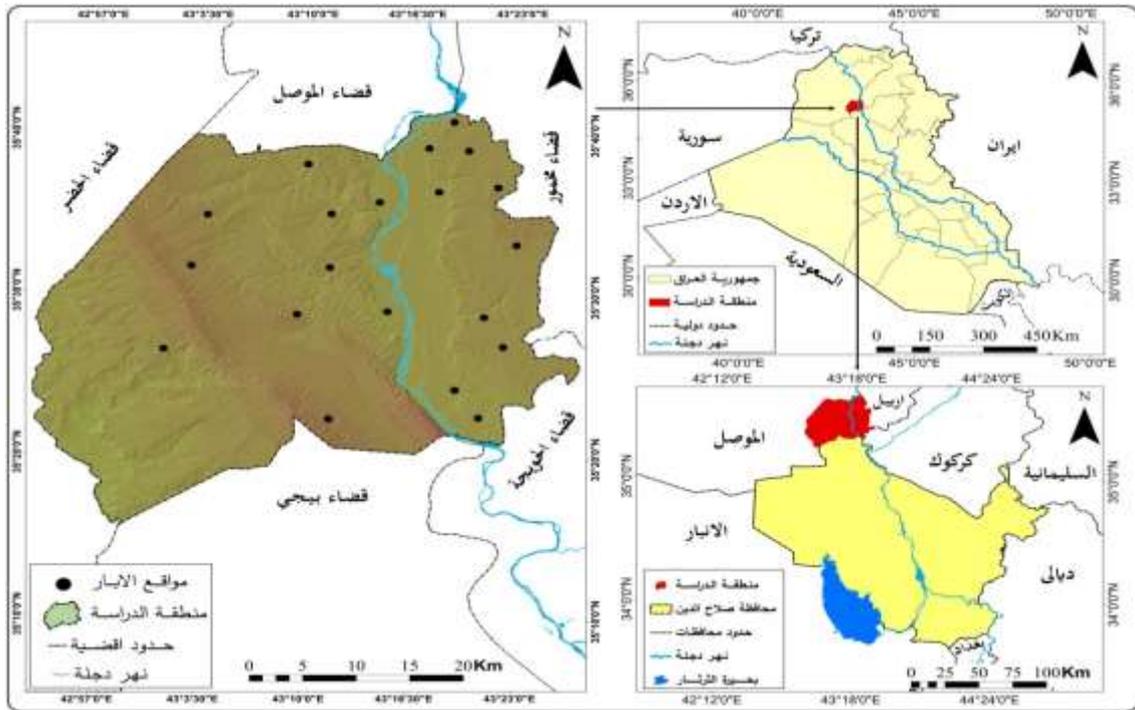
٥- مناهج البحث:-

اعتمد البحث على المنهج الاستقرائي والمنهج التحليلي، لكونهم الأنسب لهذا النوع من الدراسات التي تعتمد على التحليل الإحصائي المكاني القائم على القيم الرقمية. وقد تم توظيف المنهجين لاستنباط الأنماط والعلاقات المكانية من خلال تحليل البيانات الجغرافية باستخدام التقنيات الحديثة. ويُعد المنهج الاستقرائي أساسًا في التحليل المكاني، إذ يبدأ بدراسة الظواهر الجزئية وينتهي إلى تعميمات كلية.

٦- حدود البحث :-

يقع قضاء الشرقاط في الجزء الشمالي من محافظة صلاح الدين، والذي يقع ضمن المنطقة المتموجة من العراق، وتبلغ المساحة الكلية لمنطقة الدراسة حوالي (١٥٥٨.٣) كم<sup>٢</sup>، أي ما ( وبنحصر بين دائرتي عرض ( ٣٥° ١٠' ٠٠" ) و( ٣٥° ٤٠' ٠٠" ) شمالاً، وبين خطي طول ( ٤٢° ٣٠' ٠٠" ) و( ٤٣° ٠٠' ٠٠" ) شرقاً، أما حدودها الإدارية فيحدها من الشمال والغرب محافظة نينوى (الموصل)، ومن الشمال الشرقي محافظة أربيل، ومن الشرق محافظة كركوك، ومن الجنوب قضاء بيجي ضمن محافظة صلاح الدين<sup>(١)</sup>.

انظر خريطة رقم (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على خريطة العراق الادارية بمقياس رسم ١/١٠٠٠٠٠٠، صلاح الدين الادارية بمقياس رسم ١/٢٥٠٠٠٠٠، باستخدام برنامج Arc Map.v.10.3 .

## النماذج الكارتوكرفية المكانية لخصائص ملوحة المياه الجوفية

### تمهيد

النموذج هو تمثيل مبسط لظاهرة معقدة لفهم خصائصها الأساسية، والنمذجة هي عملية تصميم هذا النموذج بشكل منهجي. في الجغرافيا، تُعد الخرائط نماذج تعكس إدراك المصمم للعلاقات المكانية. منذ ستينيات القرن العشرين اعتُبرت الخريطة نموذجًا كارتوغرافيًا، وتطورت النمذجة الكارتوغرافية مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من معالجة بسيطة إلى نماذج متقدمة تجمع عدة طبقات خرائطية لإنتاج خرائط رقمية للتحليل المكاني. (٢). النقطة في الخريطة تمثل رمزاً لظاهرة جغرافية معينة، سواء نوعية أو كمية، وتستخدم خرائط النقاط لعرض البيانات بصرياً، مع مراعاة حجم وشكل النقطة بما يتناسب مع حجم أو كمية الظاهرة. (٣).

### النمذجة الخرائطية الالية للخصائص الكيميائية لمياه الابار الجوفية في منطقة الدراسة

يُعد إعداد خرائط الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية ضرورة علمية لتحديد مناطق توافر المياه وكمياتها ونوعيتها، حيث تلعب هذه الخصائص دوراً محورياً في تحديد إمكانات استخدامها لأغراض الشرب، الزراعة، ، ترتبط الخصائص الكيميائية لعناصر المياه لجوفية بعلاقة بتفاعلية بين ارتفاع الملوحة او انخفاضها اذ ان تسرب مياه الامطارو السيول من خلال الوسط الجيولوجي الذي تمر به، بما في ذلك الصخور والمعادن. أثناء انتقال المياه في باطن الأرض، تذيب مكونات الصخور المختلفة، مما يؤثر على ملوحة المياه .

وفقاً لمعايير منظمة الصحة العراقية لمياه الصالحة لشرب أما في المجال الزراعي، فتشير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ان معايير المياه تم تحديدها وفق معايير خاصة , اذ تتأثر الملوحة بعدة عناصر كيميائية وهي كالتالي (٤).

جدول رقم ( ١ ) نتائج التحليل المختبري لآبار منطقة الدراسة ٢٠٢٥

ت	رقم المقاطعة	اسم المقاطعة	PH	EC	TDS	Na	Cl	SO4
١	١	الحورية الحاوي	٧.٦	١٧٣٠	١٢٢٠	١٨٢	١٢٢٠	٧٩٠
٢	٣	الجرناف الشرقي جزيره	٦.٢	٢٠٠٠	١٢٠٠	٢٢٠	٩٣٠	٧٠٠
٣	٤	حورية جزيرة	٨.٦	٦٥٠٠	1800	١٦٧٠	١٠٥٠	٥٩٥

١٠١٠	٣٤٠	٣٤٠	٣٤٠٠	٧٥٠٠	٦.٩	الخصم	١٦	٤
٩٥٠	١١٠٠	٥١٠	٦٦٤٠	٨٤٠٠	٨.٧	الرمضانية	١٨	٥
٦٩٠	٢٦٠	٥٦٠	٢١٥٠	٣٢٠٠	٧.٥	بعاجة الجزيرة	١٩	٦
٧٠٠	٣٠٠	٧٩٠	١١٣٠	٣٤٠٠	٧.٨	جميلة الجزيرة	٢٠	٧
٤٤٠	٣٨٥	٩٠٠	٥١٠٠	٣٠٠٠	٧.٥	محا	٢٣	٨
٤٠٠	٧٠٢	١٤٠٠	٥٢٢٠	٨٩٠٠	٧.٣	جزيرة الشرفا	٢٩	٩
١٥١٠	٧٤٤	٢٠٣	٣٦٧٥	٥٢٥٠	٧.٦	خرابة طلب	٤٠	١٠
١٨٧٠	٩٢٢	٥٩٨	٤٥٧٨	٦٥٤٠	٧.٢	سدرة سفلى	٦٤	١١
١٠٦٠	٧٧٨	٥٠٤	٢٥٩٠	٣٧٠٠	٦.٩	شاطي الجدر	٦٧	١٢
٦١٥	٣٠٣	١٩٦	١٥٠٥	٢١٥٠	٨.٢	سدیره عليا	٧٢	١٣
١٤٧٠	٧٢٥	١٨٧	٣٦٠٥	٥١٥٠	٧.١	هيجل فوقاني	٧٧	١٤
٦٨٠	٣٦٩	٢١٧	١٦٦٦	٢٣٨٠	٧.٢	كنعوص سفلى	٧٩	١٥
١٣٥٠	٦٦٥	٤٣٢	٣٢٩٧	٤٧١٠	٧.٥	كنعوص عليا	٨٠	١٦
٢٢١٠	١٠٩٠	٧٠٧	٥٤٠٤	٧٧٢٠	٧.٤	كهينارة	٨٧	١٧
٥٣٠	٣٤٠	٦٠٠	1680	٢٨٠٠	٧.٩	وادي المسحيلي	٨٩	١٨
١٩٢٠	٩٤٦	٦١٤	٤٦٩٧	٦٧١٠	٧.٤	محمد شيراو	٩٣	١٩
١٧٨٠	٨٧٧	٥٦٩	3738	٦٢٣٠	٧.١	سيحة عثمان	٩٩	٢٠
١٠٦٣.٥	٧٠٢.٣	٥٦٩.٩٥	٣٢١٤.٧٥	٤٨٩٨.٥	٧.٤٨			المعدل

المصدر : اعتمادا على التحاليل الكيميائية لعينات ابار المياه الجوفية في مختبر شركة مصافي الشمال / قسم المختبرات والسيطرة النوعية , شعبة مختبرات الطاقة وتحاليل المياه

#### ١- التمثيل الخرائطي للاس الهيدروجيني (PH) :

يُعدّ الأس الهيدروجيني (pH) أحد المؤشرات الفيزيائية - الكيميائية الأساسية لتقييم نوعية المياه الجوفية ، وهو يُمثل اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين ( $H^+$ ) ، مما يجعله معيارًا دقيقًا لقياس مدى حموضة أو قاعدية المياه تحت الظروف البيئية الاعتيادية من حيث الضغط ودرجة الحرارة ، إذ يُؤثر ( Ph ) مباشرة على ذوبانية العناصر وقدرتها على التحرك والامتصاص ، باستثناء بعض الأيونات مثل الصوديوم ( $Na^+$ ) ، والبوتاسيوم ( $K^+$ ) ، والنترات ( $NO_3^-$ ) ، والكلوريد ( $Cl^-$ ) التي تبقى في المحلول بغض النظر عن التغير في قيم  $PH^{(٥)}$  .

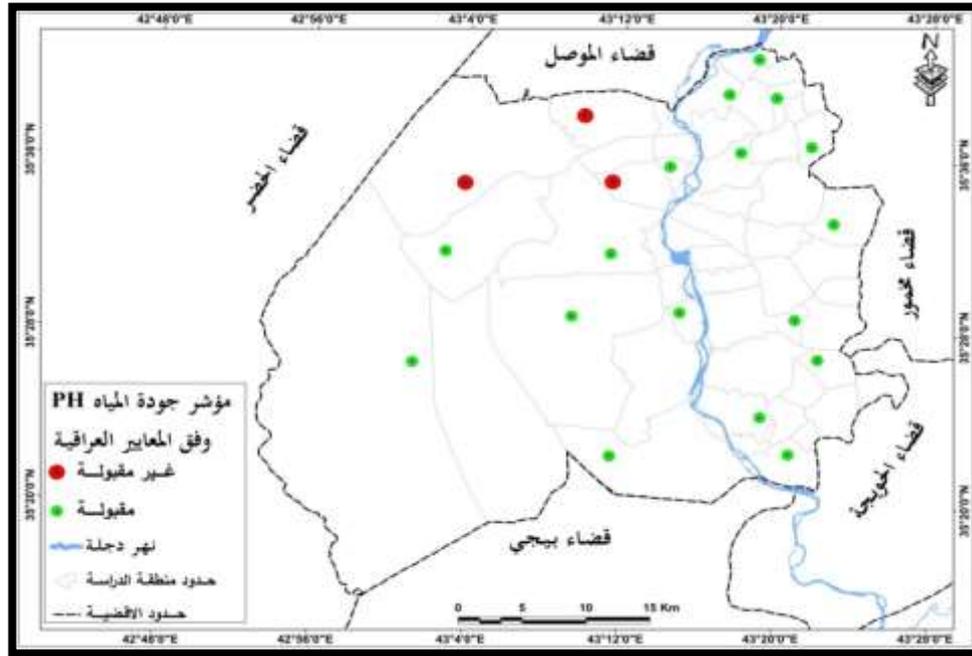
توضح نتائج تحليل مؤشر pH تفاعلات المياه الجوفية وأهمية دمج التحليل الإحصائي مع المراجع العلمية. يساهم استخدام تقنيات GIS في نمذجة خرائط ملوحة المياه بدقة عالية، مما يدعم التقييم البيئي واستخدام الموارد بشكل أمثل زراعياً وبيئياً. وفق معايير وزارة الصحة العراقية ومنظمة الأغذية والزراعة، تم إعداد خريطة نوعية المياه لمؤشر pH (انظر الجدولين ١ و ٢).

جدول رقم ( ٢ ) مواصفات منظمة الصحة العراقية للمياه الصالحة للشرب لئلا الهيدروجيني (PH)

الخاصية	الحد الأعلى المسموح (mg/L)	SQL استعمال
(pH) الأس الهيدروجيني	6.5 – 8.5	pH >= 6.5 AND pH <= 8.5

المصدر: دياري علي محمد أمين، درلة كيميائية وبيئة للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٢، ص ١٣٠.

خارطة ( ٢ ) الاس الهيدروجيني ( PH ) لمؤشر جودة المياه وفق المعايير العراقية



المصدر : اعتمادا على معطيات جدول ( ١ ) التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية وجدول ( ٢ ) مواصفات الصحة العراقية لمياه الشرب , وبرنامج Arc map . v . 10.

تُظهر الإحصاءات الخاصة بمتغير الأس الهيدروجيني (pH) وفق جدول ( ١ ) وخريطة رقم ( ٢ ) تصوراً علمياً دقيقاً لتوازن الحموضة والقلوية في المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة، وذلك بالاعتماد على معيار معتمد يحدد المجال المقبول لقيم pH بين ٦.٥ و ٨.٥. وقد تم تحليل بيانات ٢٠ بئراً باستخدام

أدوات التحليل المكاني والإحصائي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS) ، ما يوفر أساساً قوياً للمقارنة الدقيقة بين العينات نظراً لتساوي حجم العينة في جميع الحالات.

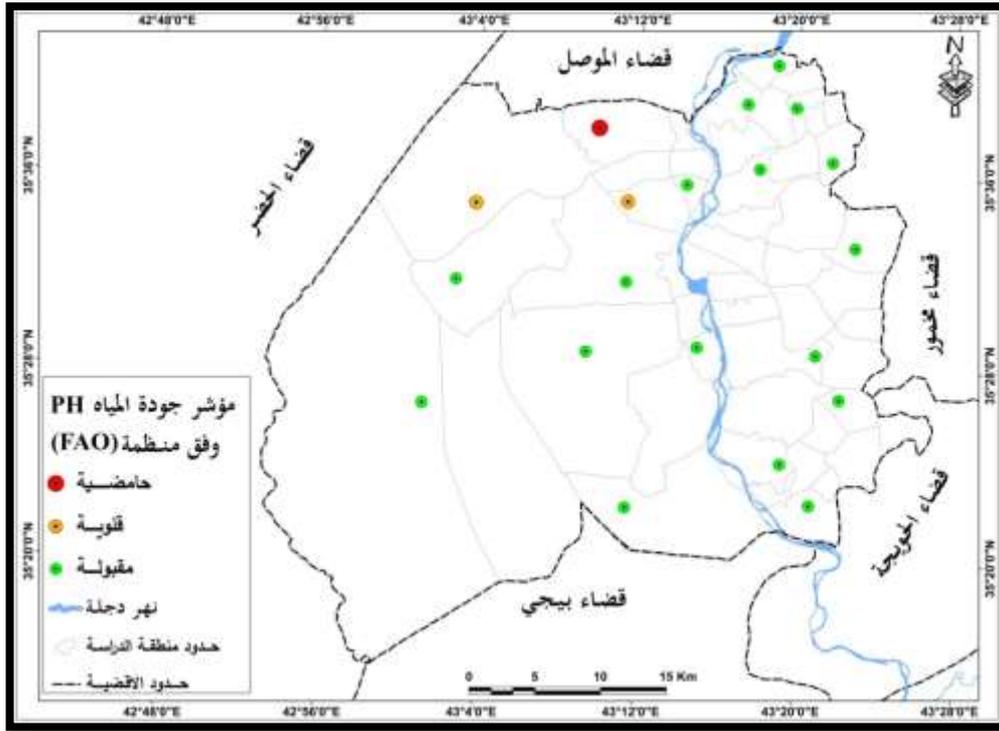
تُبين نتائج التحليل أن قيم الأس الهيدروجيني تتراوح بين ٦.٢ و ٨.٧، وعند فحص التوزيع التكراري، يتضح أن ١٧ بئراً (أي ٨٥% من العينات) تقع ضمن المجال المقبول ، وهو ما يدل على بيئة كيميائية متوازنة، في المقابل، تم تسجيل ثلاث حالات تقع خارج هذا النطاق. البئر رقم ٢ (الجرناف الشرقي) سجل قيمة pH قدرها ٦.٢، مما يُصنّفه ضمن الفئة غير المقبولة (حمضي شديد). هذا المستوى من الحموضة يُعد مقلّماً، إذ قد يؤدي إلى إذابة المعادن الثقيلة في التربة بالإضافة إلى تأثيره السلبي على البنية الفيزيائية للتربة. أما البئران رقما ٣ و ٥ (حورية جزيرة والرمضانانية)، فقد أظهرتا قيماً تبلغ ٨.٦ و ٨.٧ على التوالي، ما يضعهما في الفئة غير المقبولة (قلوية). مما يُؤثر على تغذية النبات، ويزيد من احتمالية حدوث تكلّس للتربة مع الاستعمال المستمر.

جدول ( 3 ) معايير الاس الهيدروجيني ( PH ) وفق منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

الفئة	Ph نطاق	الوصف	SQL استعمال
غير مقبول (حمضي شديد)	pH < 6.5	ماء حمضي جداً يضر بنمو المحاصيل	"pH" < 6.5
مقبول	6.5 – 8.5	ماء متوازن مناسب لمعظم المحاصيل	"pH" >= 6.5 AND "pH" <= 8.4
غير مقبول (قلوي)	pH > 8.5	ماء قلوي قد يعيق امتصاص العناصر الغذائية	"pH" > 8.4

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1994). *Water quality for agriculture* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29 Rev. 1), Table 1, p. 15.

خارطة رقم ( ٣ ) مؤشر جودة المياه ( PH ) وفق منظمة الفاو FAO لزراعة



المصدر : اعتمادا على معطيات جدول ( ٢ ) معايير منظمة الاغذية والزراعة FAO وجدل ( ٣ ) تصانيف مياه الابرار وفق منظمة FAO , وبرنامج Arc map . v . 10.3

أظهرت نتائج تحليل الأس الهيدروجيني (pH) لـ ٢٠ بئراً في منطقة الدراسة أن القيم تراوحت بين ٦.٢ و ٨.٧. وقد تبين أن ٩٠% من العينات (١٨ بئراً) تقع ضمن النطاق المقبول (٦.٥-٨.٥)، ما يشير إلى توازن هيدرولوجي مناسب للري الزراعي. في المقابل، سُجلت ثلاث حالات غير مقبولة: بئر واحد حمضي (pH 6.2 جرناف الشرقي) وحالتان قلويتان (pH 8.6 في حورية جزيرة و 8.7 في الرمضانية)، مما يستدعي المراقبة أو المعالجة قبل الاستخدام الزراعي.

جدول ( ٤ ) تصنيف مياه الابرار (PH) وفق منظمة الصحة العراقية ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO)

رقم البئر	رقم المقاطعة	اسم المقاطعة	Ph	منظمة الصحة العراقية	منظمة (FAO)
١	١	الحورية الحاوي	٧.٦	مقبول	مقبول
٢	٣	الجرناف الشرقي	٦.٢	غير مقبول	غير مقبول (حمضي شديد)
٣	٤	حورية جزيرة	٨.٦	غير مقبول	غير مقبول (قلوي)
٤	١٦	الخصم	٦.٩	مقبول	مقبول
٥	١٨	الرمضانية	٨.٧	غير مقبول	غير مقبول (قلوي)
٦	١٩	بعاجة الجزيرة	٧.٥	مقبول	مقبول
٧	٢٠	جميلة الجزيرة	٧.٨	مقبول	مقبول
٨	٢٣	محا	٧.٥	مقبول	مقبول
٩	٢٩	جزيرة الشراقات	٧.٣	مقبول	مقبول
١٠	٤٠	خربة طلب	٧.٦	مقبول	مقبول

مقبول	مقبول	٧.٢	سدره سفلى	٦٤	١١
مقبول	مقبول	٦.٩	شاطي الجدر	٦٧	١٢
مقبول	مقبول	٨.٢	سديره عليا	٧٢	١٣
مقبول	مقبول	٧.١	هيجل فوقاني	٧٧	١٤
مقبول	مقبول	٧.٢	كنعوص سفلى	٧٩	١٥
مقبول	مقبول	٧.٥	كنعوص عليا	٨٠	١٦
مقبول	مقبول	٧.٤	كهينارة	٨٧	١٧
مقبول	مقبول	٧.٩	وادي المسحيلي	٨٩	١٨
مقبول	مقبول	٧.٤	محمد شيراو	٩٣	١٩
مقبول	مقبول	٧.١	سيحة عثمان	٩٩	٢٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على موصفات الصحة العراقية ومنظمة الاغذية والزراعة FAO

## ٢ . التمثيل الخرائطي لأيون الصوديوم ( $Na^+$ )

يُعد أيون الصوديوم ( $Na^+$ ) من الأيونات الرئيسية في المياه الجوفية، وتعود مصادره إلى الفلسبار القلوي، الصخور المتبخرة مثل الهاليت، المعادن الطينية، الصخور الملحية كالمربليت، إضافة إلى عمليات التجوية الكيميائية، التبادل الأيوني، وحركة المياه الجوفية العميقة.

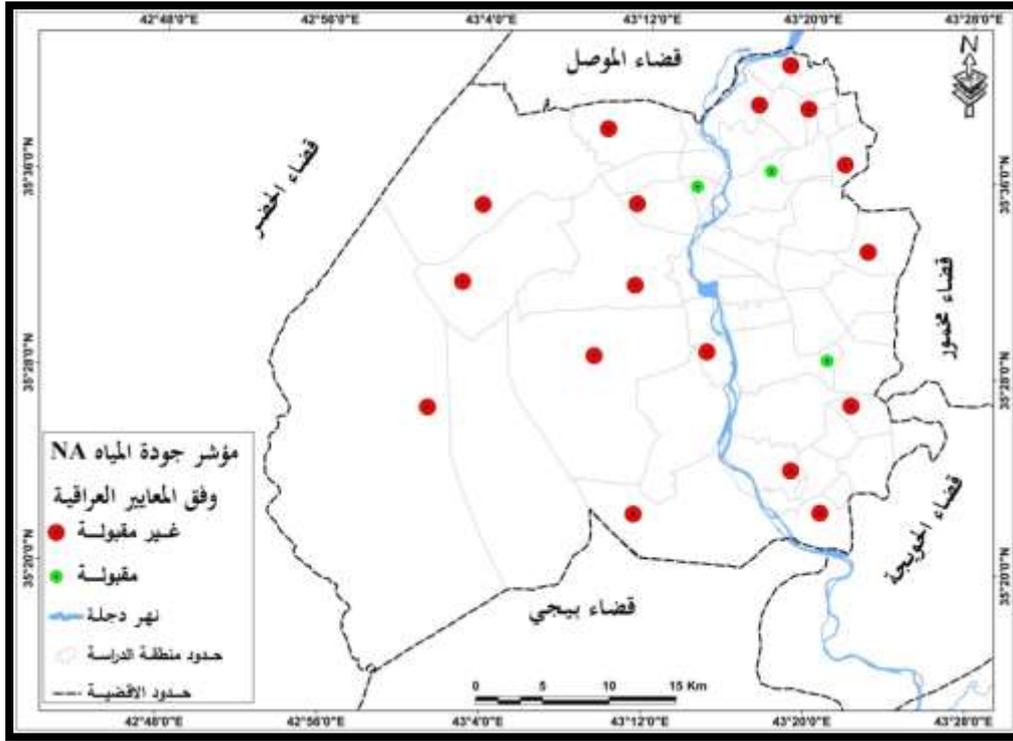
تلعب تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) دوراً محورياً في نمذجة خرائط ملوحة المياه الجوفية ورصد تراكيز الصوديوم بدقة، مما يساعد في اتخاذ القرارات وفق معايير وزارة الصحة العراقية لحماية صحة الإنسان، ومعايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) التي تُعنى بتأثير الصوديوم على التربة والإنتاج الزراعي. ويسهم ذلك في توجيه الاستخدام الأمثل للموارد المائية في القطاعات الزراعية والبيئية.

جدول (٥) موصفات الصحة العراقية لمياه الشرب لعنصر الصوديوم ( $Na^+$ )

الخاصية	الحد الأعلى المسموح (mg/L)	SQL استعمال
صوديوم (Na)	200	Na ≤ 200

المصدر: ديارى علي محمد أمين، درلة كيميائية وبيئة للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٢، ص ١٣٠.

خريطة ( ٤ ) أيون الصوديوم ( Na ) وفق المعايير العراقية لمياه الشرب



المصدر : اعتمادا على معطيات جدول ( ١ ) التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية وجدول ( ٥ ) مواصفات الصحة العراقية لمياه الشرب , وبرنامج Arc map .v . 10.

ان تراكيز أيون الصوديوم ( $Na^+$ ) في مياه آبار منطقة الدراسة أظهر تبايناً بين ١٨٢-١٦٧٠ ملغم/لتر. ثلاثة آبار فقط كانت ضمن الحدود المقبولة، بينما تجاوزت ١٧ بئراً الحد المسموح، ما يجعل المياه غير صالحة للشرب في معظم المواقع. هذا الارتفاع قد يؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة وضعف امتصاص العناصر الغذائية، مما يستدعي خطة متكاملة لمراقبة وتحسين نوعية المياه وضمان توفير مياه آمنة وصحية.

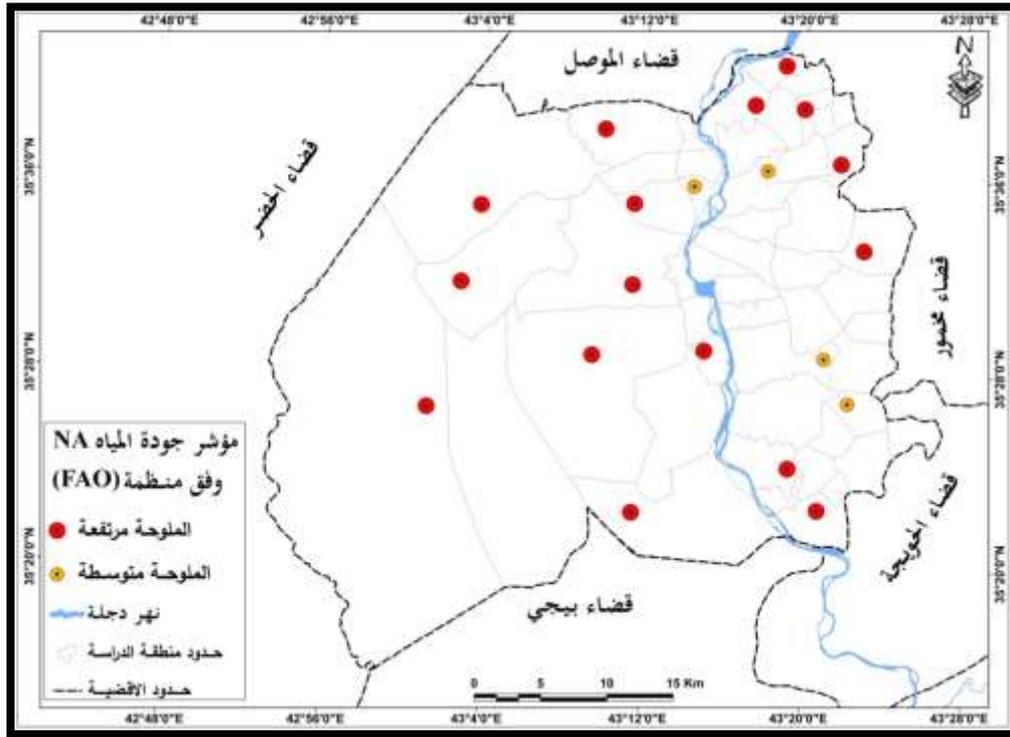
جدول ( 6 ) معايير الملوحة للصوديوم ( $Na^+$ ) وفق منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

الفئة	Na (mg/L)	الوصف الزراعي	SQL استعمال
منخفض	< 69	آمن للري	"Na" < 69
متوسط	69 – 207	استخدام بحذر	"Na" >= 69 AND "Na" <= 207

الفئة	Na (mg/L)	الوصف الزراعي	SQL استعمال
مرتفع	207 – 414	حدود الاستخدام	"Na" > 207

FAO, Irrigation & Drainage Paper 29 Rev.1 (1994), Table 4, p.52

### خريطة (٥) مؤشر جودة المياه لعنصر الصوديوم (Na) وفق منظمة FAO



المصدر : اعتمادا على معطيات جدول ( ١ ) معايير منظمة الاغذية والزراعة FAO وجدل ( ٦ ) تصانيف مياه الابار وفق منظمة FAO , وبرنامج Arc map .v . 10.3

شير نتائج تحليل أيون الصوديوم ( $Na^+$ ) في مياه آبار منطقة الدراسة (٢٠ بئراً) إلى تباين واضح في مستويات الملوحة، حيث تراوحت التراكيز بين ١٨٢-١٦٧٠ ملغم/لتر. لم تُسجل أي عينة ضمن الفئة المنخفضة (>٦٩ ملغم/لتر)، بينما ظهرت بعض الآبار ضمن الفئة المتوسطة (مثل بئر حورية الحاوي ١٨٢، خربة طلب ٢٠٣، سديرة العليا ١٩٦، وهيجل فوقاني ١٨٧ ملغم/لتر). في المقابل، صنفت الغالبية ضمن الفئة المرتفعة (<٢٠٧ ملغم/لتر) مثل بئر حورية الجزيرة (١٦٧٠)، جزيرة الشرايط (١٤٠٠)، وبئر محا (٩٠٠ ملغم/لتر).

تُظهر هذه النتائج خطورة تراكم الصوديوم على التربة الزراعية، إذ يسبب تدهور بنيتها وانخفاض نفاذية الماء والهواء، مما يضر بخصوبة التربة والمحاصيل. لذا، توصي الدراسة باتباع استراتيجيات إدارة

فعالة، مثل: خط المياه عالية الملوحة بأخرى أقل ملوحة، تطبيق نظم ري حديثة، واستخدام محاصيل مقاومة للصوديوم. كما يبرز دور نظم المعلومات الجغرافية في تقديم تحليل مكاني دقيق لدعم القرارات المتعلقة بإدارة الموارد المائية الزراعية.

**جدول (٧) تصنيف (Na) لمياه الآبار وفق منظمة الصحة العراقية ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO)**

رقم البئر	رقم المقاطعة	اسم المقاطعة	(Na (mg/L	منظمة الصحة العراقية	منظمة (FAO)
١	١	الحورية الحاوي	١٨٢	مقبول	متوسط
٢	٣	الجرناب الشرقي	٢٢٠	غير مقبول	مرتفع
٣	٤	حورية جزيرة	١٦٧٠	غير مقبول	مرتفع
٤	١٦	الخصم	٣٤٠	غير مقبول	مرتفع
٥	١٨	الرمضانية	٥١٠	غير مقبول	مرتفع
٦	١٩	بعاجة الجزيرة	٥٦٠	غير مقبول	مرتفع
٧	٢٠	جميلة الجزيرة	٧٩٠	غير مقبول	مرتفع
٨	٢٣	محا	٩٠٠	غير مقبول	مرتفع
٩	٢٩	جزيرة الشرفاط	١٤٠٠	غير مقبول	مرتفع
١٠	٤٠	خربة طلب	٢٠٣	غير مقبول	متوسط
١١	٦٤	سدرة سفلى	٥٩٨	غير مقبول	مرتفع
١٢	٦٧	شاطي الجدر	٥٠٤	غير مقبول	مرتفع
١٣	٧٢	سديره عليا	١٩٦	مقبول	متوسط
١٤	٧٧	هيجل فوقاني	١٨٧	مقبول	متوسط
١٥	٧٩	كنعوص سفلى	٢١٧	غير مقبول	مرتفع
١٦	٨٠	كنعوص عليا	٤٣٢	غير مقبول	مرتفع
١٧	٨٧	كهينارة	٧٠٧	غير مقبول	مرتفع
١٨	٨٩	وادي المسحيلي	٦٠٠	غير مقبول	مرتفع
١٩	٩٣	محمد شيراو	٦١٤	غير مقبول	مرتفع
٢٠	٩٩	سيحة عثمان	٥٦٩	غير مقبول	مرتفع

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على موصفات الصحة العراقية ومنظمة الاغذية والزراعة FAO

**٥- التمثيل الخرائطي لتوزيع المكاني للتوصيلية الكهربائية ( EC )**

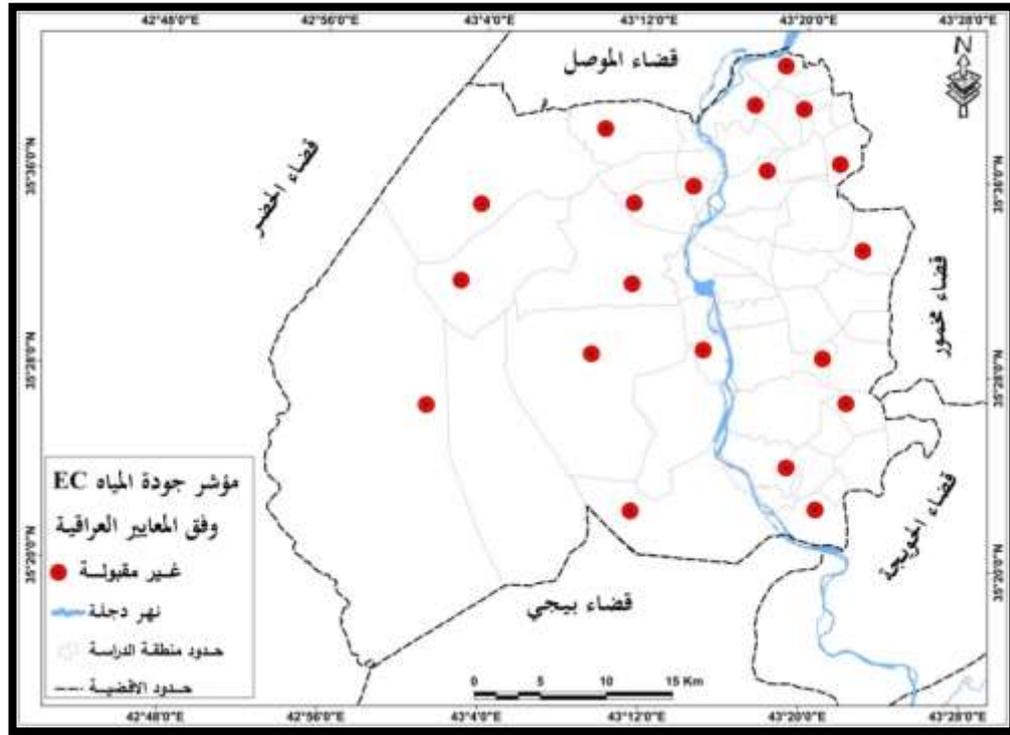
التوصيلية الكهربائية تعبر عن قدرة الماء على توصيل التيار الكهربائي، وترتبط بتركيز الأملاح والمواد المتأينة الذائبة فيه. تُستخدم كمؤشر تقريبي للملوحة الكلية ولتقييم صلاحية المياه للشرب والري. ترتفع التوصيلية بزيادة تركيز الأملاح ودرجة الحرارة (بنسبة تقارب ٢% لكل ١م). وتُعتمد قيمها وفق معايير وزارة الصحة العراقية ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO) لتصنيف جودة المياه وتحديد ملاءمتها للاستخدام.

جدول (٨) مواصفات الصحة العراقية لمياه الشرب لعنصر التوصيل الكهربائي (EC)

الخاصية	الحد الأعلى المسموح (mg/L)	SQL استعلام
EC	1500	EC <= 1500

المصدر: دياري علي محمد أمين، درلة كيميائية وبيئة للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٢، ص ١٣٠.

خريطة (٦) مؤشر جودة المياه التوصيلية الكهربائية (EC) وفق المعايير العراقية



المصدر: اعتمادا على معطيات جدول (٧) التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية وجدول (٨) مواصفات الصحة العراقية لمياه الشرب , وبرنامج Arc map .v . 10

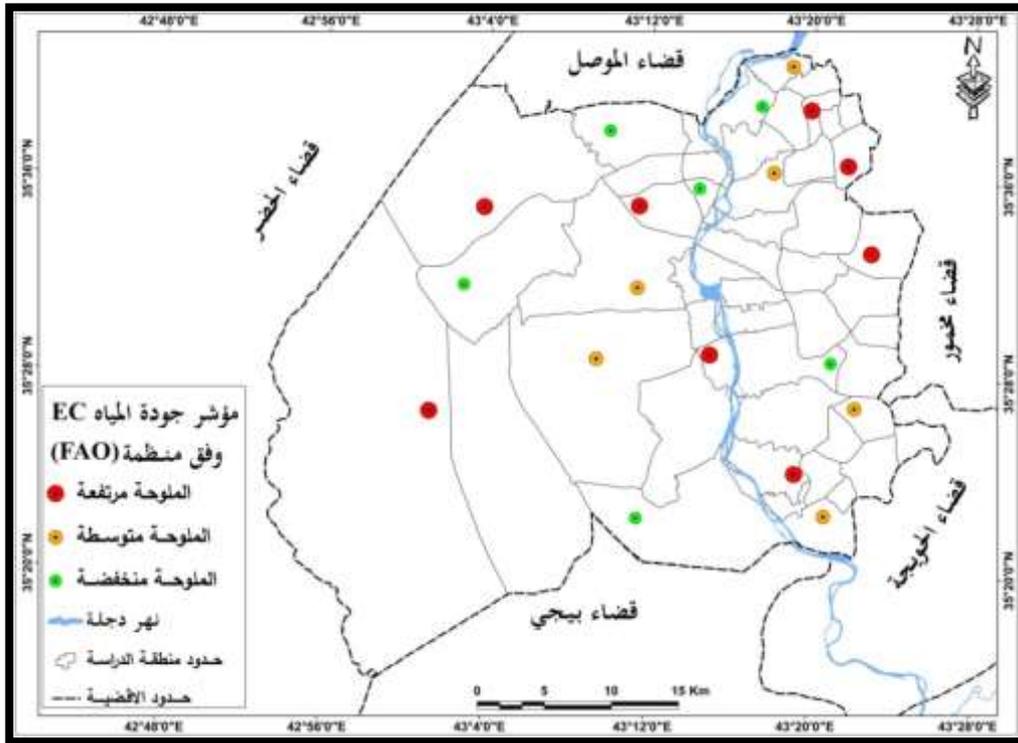
وفقاً لمعايير الجدول رقم (٨) والخريطة رقم (٦)، تتراوح قيم التوصيلية الكهربائية (EC) في مياه آبار منطقة الدراسة بين ١٧٣٠ و ٨٩٠٠ ميكروموز/سم، حيث سجلت أعلى قيمة في بئر مقاطعة (٢٩) بمنطقة جزيرة الشرايط، وأدنى قيمة في بئر مقاطعة (١) بمنطقة الحورية الحاوي. كما هو موضح في الجدول رقم (٨) ، ويُعزى ارتفاع هذه القيم في جميع أجزاء المنطقة إلى التراكيز المرتفعة للأيونات الرئيسية في معظم العينات المائية. ومن اسباب هذا الارتفاع في قيمة التوصيلية الكهربائية (EC) ايضا هو سوء ادارة شبكات الري فضلا عن ارتفاع نسبة التبخر - والنتح في ابار منطقة الدراسة .

جدول (٩) معايير (EC) وفق منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

التصنيف	EC ميكروسيمنز/سم	الوصف وملاءمة الري	SQL استعمال
منخفضة الملوحة جداً	< 700	مياه ممتازة لجميع المحاصيل	"EC" < 700
منخفضة الملوحة	700 – 3000	صالحة لمعظم المحاصيل	"EC" >= 700 AND "EC" <= 3000
متوسطة الملوحة	3000 – 6000	صالحة للمحاصيل المتحملة للملوحة	"EC" > 3000 AND "EC" <= 6000
مرتفعة الملوحة	6000 – 12000	صالحة للزراعات شديدة التحمل	"EC" > 6000 AND "EC" <= 12000
مرتفعة جداً	> 12000	غير صالحة للري	"EC" > 12000

Ayers, R.S. and Westcot, D.W. (1985). *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29, Rev. 1, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome

خريطة (٧) مؤشر جودة المياه الزراعية FAO وفق منظمة EC .



المصدر : اعتماداً على معطيات جدول ( ٨ ) معايير منظمة الاغذية والزراعة FAO وجدل ( ٩ ) تصنيف مياه الابار وفق منظمة FAO , وبرنامج Arc map .v . 10.3

من الناحية الزراعية، يُعد التوصيل الكهربائي (EC) مؤشراً أساسياً لملوحة مياه الري والتربة، حيث تراوحت قيمه في منطقة الدراسة بين ١٧٣٠-٨٩٠٠ μS/cm. ووفق تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO): الفئة الأولى (>٧٠٠): مياه ممتازة، غير موجودة في العينات. الفئة الثانية (٧٠٠-٣٠٠٠): ٦

آبار (مثل الحورية الحاوي، الجرناف الشرقي...)، صالحة لمعظم المحاصيل. الفئة الثالثة (٣٠٠٠-٦٠٠٠): ٦ آبار (مثل بعاجة الجزيرة، جميلة الجزيرة...)، مناسبة للمحاصيل المتحملة للملوحة. الفئة الرابعة (٦٠٠٠-١٢٠٠٠): بقية الآبار (مثل جزيرة الشرقاط، الرضائية...)، تصلح فقط للمحاصيل شديدة التحمل. الفئة الخامسة (<١٢٠٠٠): مياه غير صالحة للري، لم تُسجل بالمنطقة. يوضح هذا التصنيف ضرورة إدارة مياه الري بما يتناسب مع مستوى الملوحة لضمان استدامة الإنتاج الزراعي.

جدول (١٠) تصنيف مياه الابار (EC) وفق منظمة الصحة العراقية ومعايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

رقم البئر	رقم المقاطعة	اسم المقاطعة	EC (μS/cm)	منظمة الصحة العراقية	منظمة (FAO)
١	١	الحورية الحاوي	١٧٣٠	غير مقبول	منخفضة الملوحة
٢	٣	الجرناف الشرقي	٢٠٠٠	غير مقبول	منخفضة الملوحة
٣	٤	حورية جزيرة	٦٥٠٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
٤	١٦	الخصم	٧٥٠٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
٥	١٨	الرضائية	٨٤٠٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
٦	١٩	بعاجة الجزيرة	٣٢٠٠	غير مقبول	متوسطة الملوحة
٧	٢٠	جميلة الجزيرة	٣٤٠٠	غير مقبول	متوسطة الملوحة
٨	٢٣	محا	٣٠٠٠	غير مقبول	منخفضة الملوحة
٩	٢٩	جزيرة الشرقاط	٨٩٠٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
١٠	٤٠	خربة طلب	٥٢٥٠	غير مقبول	متوسطة الملوحة
١١	٦٤	سدرة سفلى	٦٥٤٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
١٢	٦٧	شاطي الجدر	٣٧٠٠	غير مقبول	متوسطة الملوحة
١٣	٧٢	سديره عليا	٢١٥٠	غير مقبول	منخفضة الملوحة
١٤	٧٧	هيجل فوقاني	٥١٥٠	غير مقبول	متوسطة الملوحة
١٥	٧٩	كنعوص سفلى	٢٣٨٠	غير مقبول	منخفضة الملوحة
١٦	٨٠	كنعوص عليا	٤٧١٠	غير مقبول	متوسطة الملوحة
١٧	٨٧	كهينارة	٧٧٢٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
١٨	٨٩	وادي المسحيلي	٢٨٠٠	غير مقبول	منخفضة الملوحة
١٩	٩٣	محمد شيراو	٦٧١٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة
٢٠	٩٩	سيحة عثمان	٦٢٣٠	غير مقبول	مرتفعة الملوحة

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مواصفات الصحة العراقية ومنظمة الاغذية والزراعة FAO

### ٣. اعداد خارطة التوزيع المكاني للأملاح (TDS)

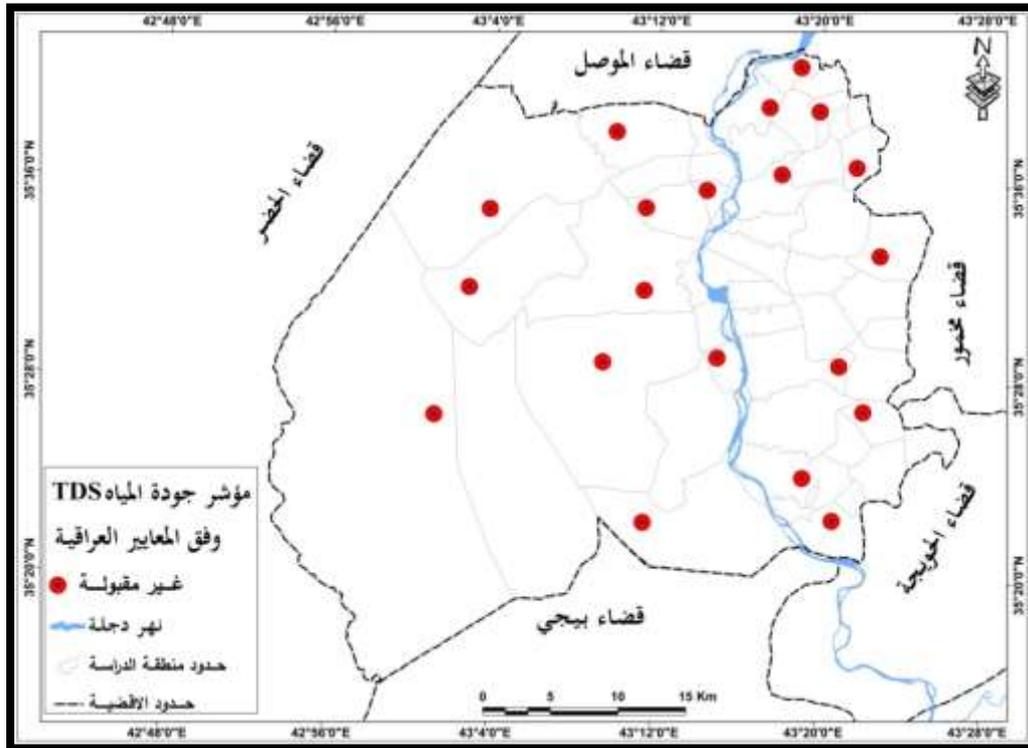
تعرف المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS - Total Dissolved Solids) بأنها جميع المواد الصلبة الذائبة في الماء، سواء كانت متأينة (كالايونات) أو غير متأينة، باستثناء المواد العالقة والغروية والغازات الذائبة. وتقاس TDS بوحدات الأجزاء في المليون (ppm)، وان زيادة عنصر التوصيل الكهربائي يعتمد على عدة عوامل جيولوجية وهيدروجيولوجية، من أبرزها التركيب المعدني للصخور التي تمر بها المياه، ومدى نوبانية تلك المعادن، بالإضافة إلى الزمن الذي تستغرقه المياه في التلامس مع التكوينات الجيولوجية المختلفة. فكلما طالت فترة التلامس وازدادت نوبانية الصخور، ارتفعت كمية المواد الذائبة، مما يؤدي إلى زيادة ملوحة المياه الجوفية<sup>(١)</sup>. ترتبط تراكيز TDS في المياه الجوفية بشكل وثيق بالملوحة، حيث تُعدّ مؤشراً رئيسياً لها. والحد المسموح به ضمن مواصفات الصحة العراقية هو ( ١٠٠٠ ملغم /لتر )

جدول ( ١١ ) مواصفات منظمة الصحة العراقية لمياه الشرب لتوصيل الكهربائي (TDS)

الخاصية	الحد الأعلى المسموح (mg/L)	SQL استعمال
TDS	1000	TDS <= 1000

المصدر: ديارى علي محمد أمين، درلة كيميائية وبيئة للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٢، ص ١٣٠.

### خريطة ( ٨ ) المواد الصلبة الذائبة ( TDS ) وفق معايير وزراه الصحة العراقية



المصدر : اعتمادا على معطيات جدول ( ١ ) التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية وجدول ( ١١ ) مواصفات الصحة العراقية لمياه الشرب ، وبرنامج Arc map . v . 10

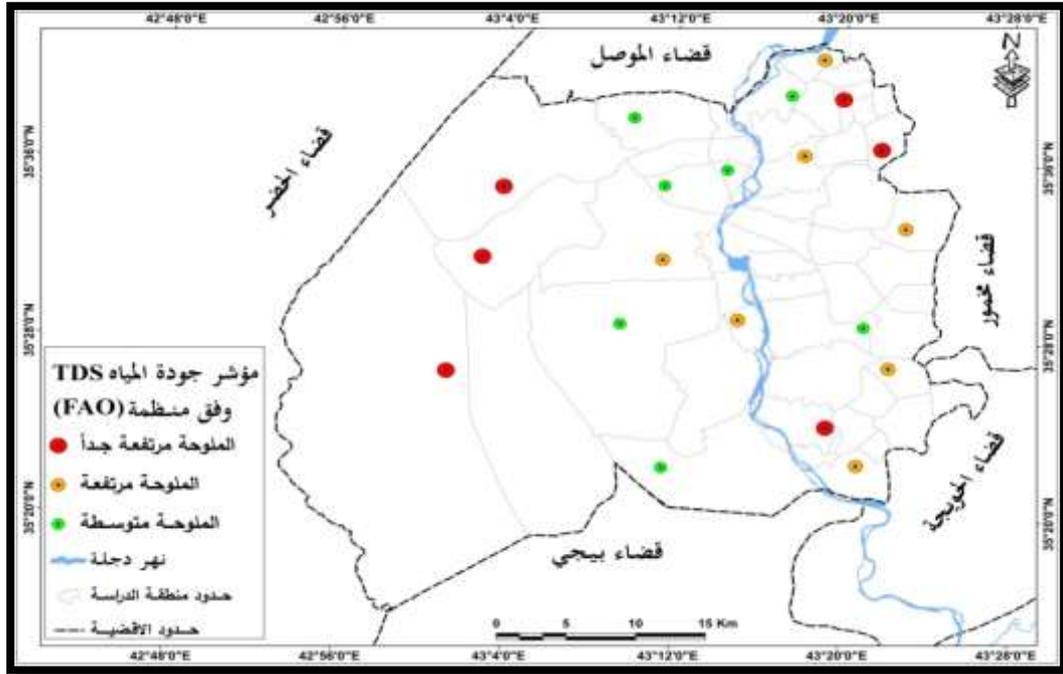
تشير بيانات تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) في مياه آبار منطقة الدراسة، وفقاً لمعايير منظمة الصحة العراقية المبينة في الجدول (1) تتراوح بين (١٦٨٠ - ٦٦٤٠) ملغم/ لتر ، لذلك سجلت اعلى قيمة في مقاطعة ( ١٨ / الرمضانية ) و اقل قيمة في مقاطعة ( ٨٩ / وادي المسيحي ) ان الحد المسموح به ضمن قياسات الصحة العراقية هي ( ١٠٠٠ ) ملغم / لتر ، حيث إن جميع العينات تتجاوز الحد الأعلى المسموح به لمياه الشرب ضمن قياسات منظمة الصحة العراقية المسموح بها لأغراض الشرب ، وان معدل تركيزه بلغ ( ٣٢١٤.٧٥ ) ملغم / لتر ، ان سبب هذا التباين هو تأثيرها بالتغذية المحلية بسبب انخفاض قيمها في اغلب المناطق وارتفاعها في اخرى وتُعد المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) من أهم المؤشرات التي تُستخدم في تقييم مدى صلاحية المياه لأغراض الزراعة، إذ تعبر عن مجموع تركيز جميع المواد غير العضوية والعضوية الذائبة في الماء، ومن أبرز هذه المكونات: الكلوريدات، والصوديوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريتات. لا تقتصر تأثيرات هذه الأملاح على نمو النباتات فحسب، بل تمتد لتؤثر في خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، فوجود الأملاح يؤثر سلباً في نمو النباتات ، مما يؤدي إلى إعاقة امتصاص الماء والعناصر الغذائية عبر الجذور<sup>(٧)</sup> . وبناءً على معايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ، يُصنّف مؤشر TDS لتحديد مدى ملاءمة المياه للزراعي، وذلك وفقاً لأربع فئات رئيسية تختلف في مدى تأثيرها على المحاصيل الزراعية، كما هو موضح في الجدول (10) .

جدول ( 12 ) معايير (TDS) وفق منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

التصنيف	TDS (mg/L)	التأثير على الزراعة	SQL استعمال
منخفضة	< 448	مناسبة لجميع المحاصيل صالحة جداً	"TDS" < 448
متوسطة	448 – 1920	مناسبة لمعظم المحاصيل صالحة	"TDS" >= 448 AND "TDS" <= 1920
مرتفعة	1920 – 3840	صالحة للمحاصيل المتحملة للملوحة	"TDS" > 1920 AND "TDS" <= 3840
مرتفعة جداً	> 3840	غير صالحة تسبب تملح التربة	"TDS" > 3840

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1994). *Water Quality for Agriculture* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29 Rev. 1), Table 4, p. 53. Rome: F

### خريطة رقم ( ٩ ) مؤشر جودة المياه TDS وفق منظمة FAO



المصدر : اعتمادا على معطيات جدول ( ١٢ ) معايير منظمة الاغذية والزراعة FAO وجدل ( ١١ ) تصنيفات مياه الآبار وفق منظمة FAO , وبرنامج Arc map .v . 10.3

تعتبر المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) مؤشراً حيوياً لملوحة التربة ومياه الري لما لها من تأثير مباشر على نمو النباتات. ووفقاً لخريطة (٩) ومعايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) الواردة في الجدول رقم (10) قد لوحظ من بيانات منطقة الدراسة في الجدول ( ١٢ ) أن قيم TDS تتراوح بين مستويات متوسطة ومرتفعة ومرتفعة جداً حيث تقع بعض الآبار ضمن الفئة المتوسطة التي تتراوح فيها قيم TDS بين ٤٤٨ و ١٩٢٠ ملغم/لتر وتعد مياهها صالحة لمعظم المحاصيل وتشمل آبار الحورية الحاوي والجرفان الشرقي وحورية جزيرة وجميلة الجزيرة وسديره عليا وكنعوص سفلى ووادي المسحيلي أما الفئة المرتفعة التي تتراوح فيها قيم TDS بين ١٩٢٠ و ٣٨٤٠ ملغم/لتر فتكون صالحة للمحاصيل المحتملة للملوحة وتشمل آبار الخصم وبعاجة الجزيرة وخرية طلب وشاطي الجدر وهيجل فوقاني وكنعوص عليا وسيحة عثمان بينما تقع عدة آبار في الفئة المرتفعة جداً التي تزيد فيها قيم TDS عن ٣٨٤٠ ملغم/لتر وتعتبر هذه المياه غير صالحة للري بسبب تسببها في تملح التربة وتشمل آبار الرضائية ومحا وجزيرة الشرايط وسدره سفلى وكهينارة ومحمد شيروا وتعكس هذه التصنيفات التنوع في جودة المياه الجوفية في منطقة الدراسة مما يستلزم إدارة دقيقة لمياه الري للحفاظ على التربة وضمان استدامة الإنتاج الزراعي في ظل اختلاف مستويات الملوحة بين المناطق المختلفة

جدول (١٣) تصنيف مياه الآبار (TDS) منظمة الصحة العراقية ومعايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

رقم البئر	رقم المقاطعة	اسم المقاطعة	TDS (mg/L)	منظمة الصحة العراقية	منظمة (FAO)
١	١	الحورية الحاوي	١٢٢٠	غير مقبول	متوسطة
٢	٣	الجرناب الشرقي	١٢٠٠	غير مقبول	متوسطة
٣	٤	حورية جزيرة	١٨٠٠	غير مقبول	متوسطة
٤	١٦	الخصم	٣٤٠٠	غير مقبول	مرتفعة
٥	١٨	الرمضانية	٦٦٤٠	غير مقبول	مرتفعة جدًا
٦	١٩	بعاجة الجزيرة	٢١٥٠	غير مقبول	مرتفعة
٧	٢٠	جميلة الجزيرة	١١٣٠	غير مقبول	متوسطة
٨	٢٣	محا	٥١٠٠	غير مقبول	مرتفعة جدًا
٩	٢٩	جزيرة الشرقاط	٥٢٢٠	غير مقبول	مرتفعة جدًا
١٠	٤٠	خربة طلب	٣٦٧٥	غير مقبول	مرتفعة
١١	٦٤	سدرة سفلى	٤٥٧٨	غير مقبول	مرتفعة جدًا
١٢	٦٧	شاطي الجدر	٢٥٩٠	غير مقبول	مرتفعة
١٣	٧٢	سدبره عليا	١٥٠٥	غير مقبول	متوسطة
١٤	٧٧	هيجل فوقاني	٣٦٠٥	غير مقبول	مرتفعة
١٥	٧٩	كنعوص سفلى	١٦٦٦	غير مقبول	متوسطة
١٦	٨٠	كنعوص عليا	٣٢٩٧	غير مقبول	مرتفعة
١٧	٨٧	كهينارة	٥٤٠٤	غير مقبول	مرتفعة جدًا
١٨	٨٩	وادي المسحيلي	١٦٨٠	غير مقبول	متوسطة
١٩	٩٣	مجد شيراو	٤٦٩٧	غير مقبول	مرتفعة جدًا
٢٠	٩٩	سيحة عثمان	٣٧٣٨	غير مقبول	مرتفعة

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مواصفات الصحة العراقية ومنظمة والاغذية والزراعة FAO

### الاستنتاجات:

١. أظهرت نتائج التحليل المختبري أن العديد من عينات المياه الجوفية في قضاء الشرقاط تحتوي على نسب مرتفعة من الملوحة جميع العينات Ph و Na و EC و TDS غير صالحة لشرب حسب مواصفات وزارة الصحة العراقية .اما مواصفات الري: بعض العينات مقبولة للمحاصيل المتحملة للملوحة، لكن معظمها يصنف ضمن المياه المالحة إلى الشديدة الملوحة وفق تصنيف الفاو.

٢. الالاس الهيدروجيني pH (7.1 - 8.7) يقع أغلبه ضمن الحدود المسموح بها للشرب (٦.٥ - ٨.٥) حسب وزارة الصحة العراقية. بعض العينات (٨.٧) تتجاوز الحد الأعلى مما قد يسبب مشكلات في توافر العناصر الغذائية للنباتات.

٣. الصوديوم Na ملغم/لتر (1400 - 182) جميع القيم أعلى من الحد العراقي للشرب (٢٠٠ ملغم/لتر) → المياه غير صالحة للشرب. القيم المرتفعة جدًا (>١٠٠٠) تؤثر سلبيًا على التربة (زيادة SAR) وتضر المحاصيل وفق معايير الفاو.

٤. التوصيلية الكهربائية EC مايكروسيمنز/سم (8900 – 1730 جميع القيم أعلى من الحد العراقي للشرب (١٥٠٠) → غير صالحة للشرب. وفق الفاو ٣٠٠٠ = ملوحة متوسطة (تؤثر على المحاصيل الحساسة). < ٣٠٠٠ = ملوحة عالية إلى شديدة (تؤثر حتى على المحاصيل المتحملة).

٥. المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS ملغم/لتر (6640 – 1130): جميع القيم أعلى من الحد العراقي للشرب (١٠٠٠) → غير صالحة للشرب. وفق الفاو ٢٠٠٠ مقبولة للري. ٥٠٠٠ = مالحة (تؤثر على الإنتاجية). < ٥٠٠٠ = شديدة الملوحة (صالحة فقط لمحاصيل عالية التحمل).

٤. تفاوت التوزيع المكاني للملوحة: أوضحت خرائط النمذجة باستخدام GIS وجود تباين مكاني واضح في درجات الملوحة، حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق محددة، ما يُتيح إمكانية توجيه الجهود الإدارية نحو المناطق الأكثر تدهورًا.

#### التوصيات :

١. ضرورة إجراء مسوحات دورية لتحديث قاعدة بيانات الآبار الجوفية في قضاء الشرقاط، خصوصًا فيما يتعلق بتركيز الأملاح.
٢. اعتماد نتائج النمذجة المكانية كأداة لاتخاذ قرارات تخطيطية مستقبلية تتعلق باستخدام المياه.
٣. ضبط حفر الآبار العشوائي وتوجيه الحفر في المناطق ذات الملوحة المنخفضة.
٤. العمل على تحديد المناطق غير الصالحة للشرب بوضوح وتحذير السكان من استخدامها دون معالجة.

## Sources

1. Abdul Mohsen Saadallah Shehab, et al., Distribution of Qualitative Characteristics of Groundwater in Selected Areas of Nineveh Governorate Using 3D Contour Maps, Tikrit Journal of Engineering Sciences, Volume 20, Issue 3, March 2003.
2. Dali Khalaf Hameed, Kiljan Khalil Majid, Modeling the Qualitative Characteristics of Groundwater in Daqouq District, Tikrit Journal of Humanities, Volume 28, Issue 7, 2021.
3. Ihab Mohammed Amin Al-Douri, Hydrogeology of the West Wadi Zaghaitoun Basin / Northeast Tikrit, Master's Thesis (Unpublished), College of Science, Tikrit University, 2012.
4. Iraqi Global Standard Specifications for Drinking Water, Draft Update of Standard Specifications No. (417), Year 1996.
5. Jassim Wahwah Shati Al-Jiyashi, Study of Groundwater Characteristics in Al-Muthanna Governorate and Methods of Its Utilization, The 24th Specialized Scientific Conference of the College of Education, Al-Mustansiriya University, March 28-29, 2018.
6. Mohammed Mohammed Satiha, Studies in Cartography, Dar Al-Nahda Al-Arabiya for Printing and Publishing, Beirut.
7. Mohammed Sheet Mohammed Taqa, Hydrogeochemical Study of Selected Wells in Mosul City, Department of Geology, University of Mosul, College of Science, 2000.
8. Mohammed Takhikh Mahood Al-Maliki, Cartographic Representation of Desertification Phenomenon in Wasit Governorate Using Modern Geographic Techniques, Doctoral Dissertation, College of Education for Humanities, University of Basra, 2020.
9. Nour Al-Din Faisal Ibrahim, Master's Thesis, Tikrit University, College of Education for Humanities, Department of Geography, 2020.
10. Safaa Kamal Ibrahim Khojaly, Aisha Ali Abdulrahman Al-Amin, and Mayada Al-Hameem Abdul Aziz Mohammed, Development of Groundwater Wells, Joint Research, Sudan University of Science and Technology, College of Engineering, Water and Environment, 2014.
11. Sundus Mohammed Aloun Al-Zubaidi, Groundwater in Al-Mahmoudiya District and Methods of Its Utilization, Master's Thesis (Unpublished), University of Baghdad, College of Education for Women, 2011.